

瀬戸内海産浮游性毛顎類に関する海洋生物学的研究

村 上 彰 男

Marine Biological Study on the planktonic Chaetognaths in the Seto Inland Sea.

Akio Murakami

Summary

Part I Studies on the occurrences and habits of chaetognaths.

§1 Distribution and habit

The material was collected during 1953-1957 at about 100 stations distributed over the Seto Inland Sea. By occupying these stations in different seasons of the year, a total of 940 tow-nettings were done. In each tow the plankton net was hauled vertically from a depth of 50m. or less up to the surface. The following 15 forms are represented in the collection: *Sagitta enflata*, *S. bedoti*, *S. robusta*, *S. bipunctata*, *S. serratodentata pacifica*, *S. pulchra*, *S. ferox*, *S. ser. atlantica* forma *pseudoserratodentata*, *S. minima*, *S. regularis*, *S. neglecta*, *S. decipiens*, *S. crassa* (including forma *naikaiensis* and the intermediate form), *Pterosagitta draco* and *Krohnitta pacifica*. Since this list includes almost all the chaetognaths known from the neighboring seas of Japan, it may be said that the chaetognath fauna characterizing the Kuroshio region around Japan is represented within the small area of the Seto Inland Sea. Dominant species were *S. crassa*, *S. enflata*, *S. bedoti* and *S. minima*.

On an average 9 individuals of chaetognaths were caught per m³ of the sea water filtered through the net, and the maximum density of 196 individuals per m³ was recorded in Ōsaka Bay in August, 1955. Seasonal changes in the abundance of chaetognaths were largely due to the changes in the abundance of *S. enflata*. Generally speaking, *S. enflata* was abundant in the years of high salinity.

The Seto Inland Sea can be divided into the following three regions on the basis of the chaetognath fauna: (1) the outer region (Kii and Bungō Straits), where only the oceanic species occur but the chaetognath fauna is richest in both variety and abundance; (2) the inner region (Suhō Nada, Aki Nada and Bingo Nada, excluding the inlets located in the innermost part of this region), where only *S. crassa* and *S. enflata* occur and the chaetognath fauna is poorest in both variety and abundance; (3) the intermediate region (Izumi Nada, Harima Nada and Iyo Nada), where *S. crassa*, *S. enflata* and two sub-oceanic species (*S. bedoti* and *S. minima*) occur. The inlets located in the innermost part of the second region constitute another faunal region, which is referred to as the inlet region.

The correlation between the occurrences of various species and the hydrographic conditions is discussed for each faunal region, and the data on abundance, population composition by body

length and maturity, water temperature and chlorinity are shown on monthly basis. The habit of each species is also discussed. The lowest water temperature and chlorinity at which the oceanic species occurred were 10°C and 17.5‰. A half of the oceanic species were found spawning in the Seto Inland Sea. *S. inflata* was found to be euryhaline. In September it begins spreading toward the inner region, where it remains in abundance until December. Two types, namely, the large and the small type, were distinguished in this species; the former type occurs only in the waters of high salinity. The two sub-oceanic species showed similar distributions to each other. *S. crassa* (as including forma *naikaiensis* and the intermediate form) is adapted to relatively low salinities and its abundance reached maxima in April, August and November.

§2 Indicator species

Many examples are related regarding how chaetognaths can be used as the indicator of hydrographic conditions. For instance, in Kii Strait *S. bipunctata*, *S. minima* and *S. crassa* have proved to be of practical value as the indicator species of three waters of different origins. The three species respectively indicate the highly saline water that flows into the strait from the ocean along the bottom, the water of neritic origin which overlies the former water and is lower in salinity, and another water of lower salinity which is the outflow from the inner part of the Seto Inland Sea subsequently diluted by the river drainage.

When the ratio of the combined abundance of *S. inflata*, *S. bedoti* and *S. minima* to the abundance of *S. crassa* is computed for each season of each year, its value is highly correlated to the seasonal shifting of the iso-halines in the Seto Inland Sea; as a result, the seasonal change in the abundance of *S. inflata* indicates the seasonal change in the influence of the Kuroshio Current to the Seto Inland Sea. It is also found that the abundance of *S. inflata* in the whole Seto Inland Sea in a given year is correlated positively to the same year's commercial catch of the fishes preferring high salinities, and negatively to the same of the fishes preferring low salinities. Furthermore, when the abundance of *S. inflata* is computed for the whole, western and eastern part of the Seto Inland Sea, for each year, its value is negatively correlated to the same year's catch of *Engraulis japonicus* in the respective sea region. It therefore follows that chaetognaths are useful not only as the indicator of hydrographic conditions but also as the indicator of the fluctuation of fisheries.

§3 Other results

The importance of using a plankton net of suitable mesh-size is emphasized by showing that the species, body length and maturity compositions of captured chaetognaths differ very considerably according to the mesh-size of the net.

Pre-spawning stage (the stage at which the fully ripen eggs have just entered the oviduct) is described in various species.

A pair of *S. crassa* which were presumably in copulation were observed. The two individuals oriented themselves in reciprocal directions, contrary to what had generally been believed.

Part II Studies on *Sagitta crassa*.

§1 Life history

Intensive collection of field samples was continued in Kasaoka Bay of the Seto Inland Sea throughout 1954~1958 by the following methods: surface tow and set-netting in the upper, middle and bottom layers at the mouth of the bay (once a week); surface tow in Yokoshima Strait leading to the eastern part of the bay (two to six times a week); collection at closely spaced stations distributed all over the bay and continuous collection at fix stations for 13 hours (several times). In the laboratory various rearing experiments were done and the development of spawned eggs was studied. *S. crassa* is distinguished into eleven types on the basis of the position of the collarette: C- and C'-types correspond to the form which has hitherto been known as *S. crassa*, O- and N-types to *S. crassa* forma *naikaiensis*, and I₁-through I₇-types to the intermediate form.

The changes in the abundance and the size, maturity and type compositions of the field population are examined in great details. From the results, it is deduced that the annual cycle of this species is constituted by the following three generations: the spring-summer generation, which is born in spring and spawns in summer; the summer-autumn short-period generation, which has the life span of three and a half months; and the autumn-winter generation, whose life span is five months. And it is presumed that this annual cycle is augmented by the fourth generation, namely, the summer-winter long-period generation, which is born in summer and spawns in winter. The seasonal changes in the abundances of larvae, adults and spawning individuals as were observed in the sea are explained adequately by introducing the concept of the last-named generation.

The individuals belonging to the summer-winter long-period and autumn-winter generations assume I₁-type in late November at water temperatures 12~14°C. In about a month those inhabiting the regions where the water temperature drops below 8 or 9°C assume C-type, while those in the other regions remain as various I-types. In the warm period the individuals of these generations spawn and die before attaining large sizes, but they grow to large sizes in the cold period.

§2 Life history in different sea regions

Even within such a small sea like the Seto Inland Sea the annual life cycle of *S. crassa* somewhat differs by regions. For instance, spawning takes place earliest in the innermost region and is delayed toward the outer region. In one region a particular generation is numerically strongest in the annual cycle, while another generation is the strongest in another region. Judging from the manner in which this species occurs in various sea regions and from the results of rearing experiments, *S. crassa* is presumed to be adapted essentially to warm neritic waters of relatively low salinity. Of the various types of this species, N-type (forma *naikaiensis*) is distributed most extensively and occurs for the longest period of time. Accordingly, it is presumed that this type is the typical form of this species.

In neritic waters, which is the typical habitat of N-type, the spring-summer generation is numerically much stronger than the other generations. As one moves toward the inlet region, C- and I-types (which are regarded as low-temperature types) account for increasingly larger portions of the population and the autumn-winter generation becomes the most productive generation. The main habitat of C-type is the shallow neritic waters where the water temperature falls markedly in winter. In the Seto Inland Sea such waters are located in the western part of Suhō Nada, the northern parts of Bingo Nada and Harima Nada and along

the coast of Ōsaka Bay.

When reared, C-type survives until early May (water temperature 17°C). I-type occurs in all regions of the Seto Inland Sea in colder seasons, but its occurrence is rather exceptional in warmer seasons. In the Kuroshio region, however, it presumably survives temperatures upto about 20°C. In the Seto Inland Sea, the most favorable habitats of this species are such parts of the inlet region where the water temperature does not drop so much as to induce the appearance of C-type; in such habitats this species flourishes in both summer and winter. Another suitable habitat of this species is the intermediate region, where population increases greatly in summer. In the inner region the population remains at low levels throughout the year; this region and the outer region are unfavorable to the propagation of this species. In such parts of the inlet region where the water temperature falls so much in winter as to cause the appearance of C-type (e. g., Kasaoka Bay), the propagation of I-type is not very vigorous in summer.

§3 Rearing and development

Adults of *S. crassa* were successfully reared in the laboratory for three months in the case of C-type and for a month in the case of N-type. Special care was taken to keep the rearing water clean. Light intensity was controlled to a low level, and fresh copepods were used as food. For the purpose of stirring and aeration, air bubbles about 5 m.m. in diameter were released from the bottom of the rearing vessel at a rate of 1 to 2 per second. The results of the rearing experiments were advantageously utilized in interpreting the results of the examination of field samples.

The adult of *S. crassa* dies in about ten minutes in distilled water. The lower limit of chlorinity that it can tolerate is 5‰. It tolerates a temperature changes of more than 10°C if the change is gradual, but hardly tolerates any sudden change in temperature. Generally speaking, *S. crassa* is adapted to wide ranges of water temperature and chlorinity, and can be reared rather easily. Therefore, it can be used as a testing animal.

Once an adult *S. crassa* is exposed to a temperature below the threshold of about 7°C, its collarette continues to increase gradually, but the rate of the increase is slowed down if temperature is raised subsequently. It is thus proved, at least partially, that the three types of *S. crassa* are the polytypes due to the temperature effect.

Both spawning and the release of the sperm lump are repeated more than twice at intervals of several days. The development of the fertilized egg was traced and described in the three types, and the time required to attain various developmental stages is determined. The period from spawning to hatching changes with water temperature and chlorinity, and a minimum of fifteen hours was recorded at a temperature above 27°C. It is presumed that eggs of *S. crassa* spawned in the sea hatch in one day in summer and in two to four days in winter. Spawned eggs measure about 350 μ in diameter, and the larvae measure about 800 μ in body length immediately after hatching. At 20°C the tail septum appears on the third day and the anus opens in four days. Hatching and growth of the larva advance normally at chlorinities 13~20‰. From this result and the aforementioned salinity tolerance of the adult, it can be said that the optimum chlorinity range for *S. crassa* is 17~18‰.

Laboratory-hatched larvae were successfully reared for a maximum period of three weeks, but none of them could be raised to an adult because suitable food was not found.

§ 4 Morphology and ecology

In every generation, the numbers of hooks anterior and posterior teeth change as the body length increases. The number of posterior teeth increases suddenly when the food habit changes. The number of teeth varies markedly with seasons and body lengths. Data on the body lengths of spawning individuals, the relative length of ovary to body length and the number of eggs in oviducts are presented.

The major factor controlling the vertical distribution of *S. crassa* in inlet waters in the day-time is the photo-sensitivity of the animal, which differs according to growth stages, rather than the sea condition. Various responses of this animal to the light are described.

Many chaetognaths including *S. crassa* have such great swimming abilities that it seems appropriate to call them "nekto-plankton" rather than "plankton".

§ 5 Values as the indicator species and the food for fishes

The author discussed the conditions that should be satisfied in using *S. crassa* as an indicator species in inlet waters by referring to many examples, and showed how this species is used as the indicator for the inside and outside waters of Kasaoka Bay in various seasons. For example, in winter, the occurrence of many large-sized and fully grown specimens of C-type and I-types nearly resembling C-type can be used as an indicator for the inside water, and the occurrence of a few small-sized specimens of N-type and I-types nearly resembling N-type, as an indicator for the out-side water. In the inlet waters where various water masses move around in complicated manners, the origin of a given water mass can be identified by examining the size, maturity and type compositions of the *S. crassa* population inhabiting it, because the origin water mass of this particular water mass in question is inhabited by the *S. crassa* population of the identical compositions. It therefore follows that this species can be used also as an indicator for the movement of water masses. In Kasaoka Bay *S. crassa* is of more practical value as an indicator species than copepods.

S. crassa is found in great numbers in the digestive tract of *Ammodytes personatus* and other fishes. Many hooks found in the digestive tract of *Engraulis japonicus* are identified as belonging to the individuals of N-type on the basis of their shape and the region and season in which the fish were taken. *S. crassa* is an important food for those larval fishes which occur in the *Zostera* zone in spring, and various other fishes also depend on it for nutrition from spring until summer.

§ 6 Other results

S. crassa specimens fixed and stored in formalin solution do not shrink by more than 0.4m. m. in body length for a month, and such small shrinkage can be regarded as negligible when the body length is measured to the nearest m.m.

In Kasaoka Bay *S. crassa* feed on such large copepods as *Centropages* and *Calanus* and small copepods such as *Acartia clausii* and *Paracalanus* in winter, and on the copepods of medium size (e. g. *A. erythraea* and *Tortanus*) in summer.

In Kasaoka Bay there occur *S. neglecta* and *S. minima* in small numbers and *S. enflata* in great abundance, in addition to *S. crassa*. The last-named species occur only in the autumn, and the population consists exclusively of the individuals of the small type. This species also can be used as an indicator species in the inlet waters.

目 次

◎序 論	
第一章 本研究の目的	8
第二章 研究史	9
◎第一部 出現及び生態に関する研究	
緒 言	
第一章 本邦近海における出現記録	11
第二章 内海全域における出現状況	14
第一節 種の組成	14
第一項 出現種	
第二項 海域的变化	
第三項 季節的变化	
第二節 量の組成	15
第一項 出現数量	
第二項 海域的变化	
第三項 季節的变化	
第四項 年別変化	
第三節 海況との関係	17
第一項 両水道の比較	
第二項 純外洋性種の棲息限界	
第三項 <i>S. bedoti</i> , <i>S. minima</i> の棲息限界	
第四項 <i>S. crassa</i> 諸 type の出現	
第四節 他海域との比較	19
第一項 種組成の解析	
第二項 東京湾との比較	
第三章 各海域における出現状況	22
第一節 季節変化	22
第一項 播磨灘北部	
第二項 大阪湾	
第三項 広島湾	
第四項 周防灘東部	
第五項 周防灘西部	
第二節 地域変化	27
第一項 紀伊水道	
第二項 和泉灘	
第三項 備後灘	
第四項 伊予灘	
第四章 各種類の生態	43
第一節 総 論	43
第二節 各 論	43
第一項 <i>S. enflata</i>	
第二項 <i>S. bedoti</i>	
第三項 <i>S. minima</i>	
第四項 <i>S. crassa</i>	
第五項 純外洋性種	
第六項 その他の観察結果	
第五章 水系及び海況の指標としての使用	56
第一節 概 論	56
第二節 各 論	56
第一項 紀伊水道南部	
第二項 広島湾中部	
第三項 内海における年変動	
◎第二部 <i>Sagitta crassa</i> に関する研究	
緒 言	
第一章 生物学的研究史概観	65
第二章 笠岡湾における出現状況	67
第一節 総 論	67
第一項 横島水道における採集	
第二項 湾口における採集	
第三項 定義	
第四項 固定による短縮	
第二節 外的変化	70
第一項 数量	
第二項 体長	
第三項 type	
第四項 顎毛及前後歯	
第三節 内的変化	83
第一項 成熟度	
第二項 貯精嚢及び精子転送	
第三項 卵巣	

第四節 他海域との比較	87
第一項・数量 第二項・type 第三項・体長及び成熟度	
第三章 飼育及び飼育実験	93
第一節 概 論	93
第二節 飼育方法	94
第一項・採集 第二項・用水 第三項・容器 第四項・換水・通気・攪拌 第五項・光	
第六項・餌料 第七項・その他	
第三節 飼育記録	96
第一項・生存日数 第二項・飼育中の個体変化 第三項・C, I-types の生き残り	
第四節 成体の耐温・耐塩分性	101
第一項・耐塩分性実験 第二項・耐温性実験 第三項・結論	
第五節 泡状組織の変化に関する実験	106
第一項・目的 第二項・方法及び結果 第三項・結論	
第六節 幼体の飼育	112
第一項・概説 第二項・孵化後の飼育記録 第三項・餌料	
第四章 発生及び成長	113
第一節 産 卵	113
第一項・産卵過程 第二項・産卵後の卵巣変化	
第二節 孵 化	114
第一項・発生経過 第二項・同一産卵卵粒の孵化所要時間	
第三項・卵及び larva の耐塩分性実験 第四項・環境による孵化所要時間の変化	
第三節 幼体の成長	118
第一項・他種の例 第二項・飼育個体による観察 第三項・採集幼体の観察	
第五章 生 態	119
第一節 垂直分布	119
第二節 水平分布	120
第一項・笠岡湾周辺 第二項・備後灘北岸	
第三節 日 変 化	128
第一項・垂直分布の日変化 第二項・潮時による出現状況の差	
第四節 水道部における流向及び天候との関係	134
第一項・水塊と量及び組成 第二項・天候と出現状況	
第五節 餌料生物との関係	135
第六章 指標価値	136
第一節 使用例	136
第二節 内湾海域の indicator としての <i>S. crassa</i>	137
第七章 餌料価値	138
第八章 生活史	140
第一節 概 論	140
第二節 内湾における生活史	141
第三節 内海における生活史	144
〔附〕 笠岡湾に出現した他の種について	145
◎結 論	
○要 約	○ Table 1 ~39
○参考文献	○ Figure 1 ~63
	○ Plate 1 ~14
	○ Appendices 1 ~3
	卷末
	卷末

序 論

第一章 本研究の目的

Chaetognatha は季節・海域を問わず出現する大型の zoo-plankton で古くから研究の対象とされているが、報告の大半は外面的な形態・分布等に関するもので、生活史・生理等の内面的な分野についてのものはごく少ない。(村上 '57・a)

その中であって古く1919年「Chaetognatha は海洋学上興味ある group である」ことを指摘した A. G. Huntsman のけい眼と、これに着目して1930年から North sea において詳細な研究を開始し水塊の指標生物としての価値を明らかにし、さらにニシンの洄游状況をも指標しうることを示した F. S. Russell の業績には初めて Chaetognatha の実用的価値を明らかにしたのものとして大きな意義を認めるべきであろう。以後多くの人々がこの線に沿って研究を行って来ているが、元来指標生物として利用するためには出現がその生物の正常な生態に基づいているか否かの判定が極めて重要なことであるが、一見明白なこの事実も特に海洋生物にあっては採集に多大の手間と経費を要するので採集頻度が少くなりがちで、得られた出現記録を極度に活用する必要にせまられるために、ややもすると生態的知識が不十分なままに出現状況を解釈し、海況の誤診に導かれる恐れなしとしない。

勿論ある種の Copepoda や Diatom の如く十分にその生態が知られているものを使用すればこのおそれが少ないが、にも拘らず本論で敢えて Chaetognatha の指標生物としての実用性を主張する根拠は①海域・季節を問わずその出現に普遍性があり特に *S. enflata*, *S. minima*, *S. bedoti*, *S. crassa* の如きは大量出現をみることが多い。②その形態が他の plankton に比べて大きく且つ特異的で、ものによっては種の特長が明白で、馴れば査定も容易であり船上で肉眼でも識別しうる場合が多い。③特殊のものを除いては海況要因、特に塩分に対する適応性が少く、沿岸海域におけるごとく水系の分離が塩分のみにより容易に行える海域では狭塩分性という点において他の生物に勝るものが多いこと、等である。

筆者は1947年以来東京湾における Chaetognatha の分布を研究し水塊の指標種としての優秀性を認めたが(村上 '57a), *S. c. f. naikaiensis* は単なる *S. crassa* の forma ではなく水温による季節的多形ではないかという疑問をもつに到った。たまたま門 ('54) は、備後灘向島沿岸における *S. crassa* の出現状況を研究して同様の見解を発表した。ここにおいて筆者は *S. crassa* を初め本邦黒潮流域沿岸海域に頻出する *S. enflata*, *S. bedoti*, *S. minima* 等の生態を詳しく知る必要を感じ、1950年から瀬戸内海における出現状況の長期間にわたる詳細な調査に着手した。さらに1955年から笠岡湾において *S. crassa* を主対象として内湾海域における生活史について、連日採集を主として出来るだけ綿密に調査し、飼育によってその生態を研究した。

その結果各種の Chaetognatha についての生態的知識が増したことにより水系のみならず漁況の指標としてもその価値を認めることが出来た。また諸種の魚の消化管の内容物を調査した結果、*S. crassa* のものと思われる大量の顎毛を発見し、イカナゴ、カタクチイワシ等の主要な餌であることがわかった。さらに飼育実験を試みた結果、沿岸性の *S. crassa*、特にその低温期形である C-type は飼育・人工孵化共に容易で、汚水等の生物に対する影響とそれに対して生物の示す反応を研究する場合の試験動物として充分使用に耐える見通しをえた。これらの点と一般的な分布、生活史等に関する生物学的知見とを併せてここに報告し以て Chaetognatha が水産学上重要な意義と各種の実用的価値とを有することを明らかにせんとするものである。

本研究に当り御指導を賜った恩師松江先生に厚く御礼申し上げますと共に終始御教示、御鞭達を戴いた内海

区水産研究所花岡所長・京都大学時岡博士、御協力を受けた内水研笠岡支所仁科・長原・高森各所員に深く感謝する。

第二章 研究史

Chaetognatha の研究史については前報に略述したが(村上 '57a), ある海域における生態的分布を長期間にわたり調査しその生活史の解明に及んだ例は前記の North Sea における F. S. Russell, G. H. Fraser, E. L. Pierce e. t. c. の一連の研究以外は余り見当らない。さらに生活史の研究についても各 stage 毎の断片的な研究や、海洋調査の際の採集物による推定が主で、採集頻度も週一回が最高である。その飼育に至っては初期発生の研究を目的としたものが多く材料は附着性の *Spadella cephaloptera* を主とし、浮游性のものの飼育は殆んどその例を見ない。

前報には国外における研究史を主として述べたので本章では我国における研究史を略述するに止め、本邦近海における出現と生物学的研究に関する詳細はそれぞれ第1部・第2部の冒頭で述べることにする。

本邦における研究史は1894年動物学雑誌 (vol. 6 No. 73) に「*Sagitta* の食餌」と題し、*Obelia* の群体が *Sagitta* の larva を捕食していることを紹介した記事に初まり、研究発表としては1897年会田の分類・卵発生・三崎における出現の報告(会田・1897 a, b, c, d) が最初のものと思われる。彼は1895~'96年三崎実験所で採集した下記12種の Chaetognatha を記載した。*Sagitta bipunctata* (顎毛・歯の数から *S. bedoti* と思われる。) *S. serratodentata*, *S. hexaptera*, *S. lyra*, *S. minima*, *S. enflata*, *S. hispida* (*S. ferox*) *Spadella draco* (*Pterosagitta draco*) の他 *S. neglecta*, *S. regularis*, *Krohnia foliacea* (*Eukrohnia hamata*), *Kr. pacifica* (*Krohnitta pacifica*) の4新種について述べているが、特に *S. regularis* については大・小二種の触毛斑の体表における配列が規則正しいことを詳述している。分類については1880年代の Langerhans, Hertwig, Grassi 3氏の分類法の異同を述べ、Langerhans 法に則りその時迄に知られていた *Sagitta* 属15種(現在の分類によると10種)、*Krohnia* 属(現在は *Eukrohnia*, *Krohnitta* の2属に別れている) 4種(3種)、*Spadella* 属 (*Spadella*, *Pterosagitta* の2属) 7種(3種) を記載した。卵の発生については、卵巣上皮から卵細胞の他に、直接分裂により卵柄 stalk cell or peduncle が作られ卵細胞と融合してその養分となることを述べた。

次いで浅野(1912)は三崎(冬) 館山(夏)で *S. hexaptera*, *S. lyra*, *S. enflata*, *S. bipunctata*, *S. robusta*, *S. serratodentata*, *Krohnia foliacea*, *Spad. draco* の出現とそのときの水温を示した。以後 plankton 調査報告には屢々その名を止め乍ら Chaetognatha を主対象とした報告は1938年まで現われなかったようである。この間国外では Ritter-Zahony, A. G. Huntsman e. t. c. による plankton-expedition を初め各種の expedition における Chaetognatha の分布の報告や、C. C. John, O. Tuzet e. t. c. による解剖学・組織学的研究があり、1931年からは North Sea における F. S. Russell の一連の研究が始まった。

時岡は '36, '37年相模湾・駿河湾の採集物より、*S. ai* (後 *S. ferox*?) ^{※1)} *S. pseudo-serratodentata* (後 *serratodentata atlantica* f. *pseudo-serratodentata*) ^{※2)} の2新種を含む22 spp. と北千島からの *S. elegans* を記載し(時岡 '39 a, b), 次いで伊勢湾より *S. crassa* を(時岡 '38), 北海道能取湖より *S. tumida* を(時岡 '39 c), 瀬戸内海より *S. crassa* f. *naikaiensis* (大阪湾からの中間型を含む), 紀伊水道田辺湾より *S. delicata*, 駿河湾より *Bathyspadella edentata* を(時岡 '39 b), パラオ島より *S. tropica*, *S. lacunae* (後 *oceanica*) ^{※2)} *S. bedoti* f. *minor* を(時岡 '42 c), 七尾湾より *Spadella cephaloptera* f. *angulata* ^{※3)} (時岡 '51) の諸新種を記載した。吉井・時岡('39)は *Spadella cephaloptera*, *Spad. schizoptera* の詳細な記載を発表し、時岡('40 a)は「日本動物分類・毛顎動物門」を発表したがこれは Chaetognatha

※1) 本種は Indo-pacific 海域の出現種を整理した list (時岡 '52) には *S. robusta* (*S. ai*)? となっており、後このときの結果を再録したもの(時岡 '54) には、相当する欄が *S. ferox* となっている。

※2) 両者共時岡('52)の list 2 で訂正されている。

※3) 時岡('52)の list 1, 2 共に載っていない。

を学ぶものにとって邦書としては殆んど唯一の必読の書となっている。分布に関しては後述 Table. 1 に示す如き諸海域における出現状況の報告があり、その他各種類の seminal vesicle の構造 (時岡 '39 a) や、眼の大きさと棲息層の関係を論じ (時岡 '50)、また Indo-Pacific 海域の出現種を整理してその特長を論じた (時岡 '52)。

門 ('53, '54) は瀬戸内海各海域の出現状況を報告し、*S. crassa* の季節的形態変化を論じた。原田 ('57) は *S. enflata*, *S. bedoti* の尾部比率・顎毛及び歯の数の成長に伴う変化を研究した。門 ('57) は広島湾の年間各月における出現状況を報じ、秋季外洋性の Chaetognatha 及び Copepoda が現われるのは黒潮勢力の増大のためであるとした。門・弘田 ('57) は *S. crassa* の形態変化の続報として秋～冬の毎月の向島周辺の採集結果に基づき歯式・体長・熟度・泡状組織・繊毛環の変化の様子を報告した。村上 ('57 a, b) は東京湾及び瀬戸内海中・西部各内湾における出現を述べ、指標生物としての価値を論じた。

第一部 出現及び生態に関する研究^{※4)}

緒 言

上述の如く本邦近海の出現に関する報告は数多いが、主として海洋調査の際の plankton 採集結果の記録に止まり、特に Chaetognatha を対象としてその出現状況を長期間にわたり詳細に研究した例は少ないようである。前報(村上 '57 a)で東京湾を初め瀬戸内海各内湾における出現と生態及び指標種としての価値につき報告したが、その後内海全域に涉って1953年より5ヶ年間の採集結果を得たのでここに報告する。

材料は1953~'57年に内海沿岸各府県水試及び京都大学動物学教室が行った海洋調査の際の採集物総計940例による。(内水研 '53~'57, 兵水試 '55)^{※5)}

使用netは㊦ (G・G40, 39目/inch, dia. 44c. m., 曳網速度1.5m/sec., 濾過水量0.15m³/m), ㊧ (X・X13, 129目/inch, 24c. m., 0.5m/sec., 0.045m³/m), ㊨ (G・G54, 52.5目/inch, 45c. m., 0.16m³/m), ㊩ (dia. 60 c. m. 1m/sec., 0.28m³/m), ㊪ (G・G30, 29目/inch, 1 m, 0.5m/sec., 0.79m³/m 濾水計使用) で特に断らぬ限り㊦ net による。曳網は特記せぬ限り水深50m以浅は底から、以深は50mから表層までの垂直曳である。採集直後10% formalin 溶液で固定・保存し、Congo red の稀薄溶液で染色し同定・体長・熟度測定を行った。種の査定はThomson & 時岡の検索表(村上 '57 a 参照)によった。

第一章 本邦近海における出現記録

既述の如く Chaetognatha は殆んどすべての海洋調査の plankton list に現われその記録は膨大なものとなるが、その内の多くは種の記載がなく、あっても正確な同定を経たものと思えぬものすらある。そこで手元にある比較近年の本邦近海の出現記録の内で種の記載が確かと思われるものをまとめると Table. 1 の如くなる。

この内1938年アラフラ海における *S. bedoit* は全長11m. m. 以下の小型種で *f. minor* と名付けて本邦近海産の大型種と区別した。*f. minor* は駿河湾・九州西方・紀州瀬戸附近でもみられる。また1950年新大和堆調査における *S. crassa* は恐らく後述する I-type のものと推察されるが、出現海域の海況は0~25m 層では26°C, 18.6%位と推定され(山路 '53), かかる水温で I-type が出現することは第2部で詳論する如く稀なことである。*S. elegans* は堆近くの深層から採集され、本種と *Oikopleura labradoriensis* (共に寒海種) が4月, 7月の堆上の深層(150m以深)からとれたことは表層の対馬暖流の下にリマン寒流の潜流が存在することの指標であるとしている。

Table. 1 を通覧すると調査の対象海域は本邦周辺全域にわたっているが、親潮流域を初めとする北方海域の調査が内湾外洋共比較的少なく、北欧で重要視され利用価値も大きいとされている *S. elegans* については余り研究されていないようである。且上記の諸調査は2, 3の例外を除いては断片的なものが多く、連続した詳細な調査の必要を痛感する。

出現種では時岡('52)が掲げた Indo-Pacific 海域の36種の内、本邦近海でこれまで記録されていないのは *S. bombayensis*, *S. parva* と *S. serratodentata atlantica f. tasmanica* 及び *f. typica* の4種である。勿論 Chaetognatha は採集海域・深度・季節・方法・使用 net の性能・査定・精粗等により大いに出現結果を異にするので、これ等の data から直ちに本邦周辺の分布を論ずることは危険であるが、概説すれば下記のことがいえよう。

- 1) 遠洋は種類が多く、内湾は数量は多いが種類が少ない。
- 2) 北方種は *S. elegans* のみである。

※4) 前報(村上 '57 a) 序論で述べた(II)に当る。なお第2部は(III)に当る。

※5) 資料の提供を受けた各水試に感謝すると共に、未発表の資料の使用を快諾された京都大学海洋生物研究グループに厚く御礼申し上げる。

Table. 1 Records of Chaetognaths occurred

Regions		Date	Author
South-West Pacific	Sagami, Suruga bay	IV. '36~III. '37	Tokioka '39
	Palao lagoon & adjacent waters	'39~'40?	" '42
	Arafura sea	X. '38	" '42
	" "	V.~VIII '55	" '56
	West of Sunda Islands (middle of North Indian Ocean)	XII. '53~I. '54	Chiba & Tsuruta '55
	Pacific coast of Japan & China	'34, '37~'39	Chiba et. al. '57
	around Bikini Islands	V~VI. '54	Tokioka '57
Philippin~Kyūshū	VI~VII. '55	" '55	
Kuroshio region 136~140° E, 30° N	V. '55	Saishyo '56	
			Nakai '57
Pacific Sea of Japan	West coast of Kyūshū littoral	'36~'38	Tokioka '40b
	Yellow Sea		
	Korea Strait off Tsushima		
	Sea of Japan Liman current new Yamato bank	VI, VII, IX. '50	" '51
North Pacific	Kurile Islands	VIII, IX. '37, '38	Tokioka '57
	Bering Sea		Heinrich '56
Inlet waters	Imari bay	VII	Yamazi '50~'55
	Nagasaki bay	VII	
	Taizi bay	VII. '51~VI. '53	Tokioka & Yamazi '50
	Ago bay	VI, IX. '46, II. '47	
	Tōkyō bay	VII	Yamazi '50~'55
	Miyako bay	X	
Nanao bay	IX		
Miyazu bay	VI, IX		
Tsuruga bay	X	Murakami '57a	
Yosa Naikai			
	Tōkyō bay	'47~'48	
Seto Inland Sea	Seto Inland Sea	VIII. '49, VII~VIII. '51	Kado '53
	" "	I~II. '52	
	Kozima bay	II, V, VI, VIII	Yamazi '52, '54, '55
	Hiroshima bay	X	
Tanabe bay	early summer	Tokioka '54	
coast of Shirahama	II. '54		

* Abbreviations of species names (common to all Tables and Figures)

○ *Sagitta**hex.* = *hexaptera**lyr.* = *lyra**enf.* = *enflata**elg.* = *elegans*○ *Pterosagitta**Pt.* = *P. draco**bip.* = *bipunctata**rob.* = *robusta**frx.* = *ferox**bed.* = *bedoti*○ *Spadella**Sp.* = *S. cephaloptera**pul.* = *pulchra**ser.* = *serratodentata pacifica**p-ser.* = *ser. atlantica* f. *pseudo-serratodentata**reg.* = *regularis*○ *Eukrohnia**Eu.* = *E. hamata*○ *Krohnitta**Kr.* = *K. pacifica*

in neighbouring waters of Japan.

Species of Chaetognatha*	Sampling method	Note
<i>enf. bed. ser. neg. min. reg. frx. Pt.</i> <i>Eu. hex. pul. Kr. -sub. mac. plc. Sp.</i> <i>enf. oce. tro. neg. Kr. bef. reg. ser. rob.</i> <i>frx. Pt. bed. hex. bip. pul. Kr. -sub.</i> <i>enf. bed. frx. Kr. rob. ser. reg. neg.</i> <i>hex. pul.</i> <i>enf. Kr. bed. neg. rob. reg. ser. bip. Pt.</i> <i>enf. ser. bip. neg. Pt.</i> <i>enf. reg. ser. bed. Pt. Kr. Kr. -sub. hex.</i> <i>min. rob. frx. bef. lyr.</i> <i>bed. enf. rob. frx. ser. bip. hex. C. neg.</i> <i>Pt. reg. Kr. pul. p-ser. min. elg. dec.</i> <i>enf. ser. Pt. hex. rob. bip. Kr. frx. reg.</i> <i>p-ser. min. Kr. -sub. lyr. pul. neg. dec.</i> <i>enf. ser. Pt.</i> <i>bed. hex.</i>	0~1000m 0~Btt. X·X13 Hensen's net 0~100m dia. 45cm net Kitahara's net 0~ 50m dia. 25cm Kitahara's net 0~150m dia. 1m larva net 0~ 50m dia. 22cm X·X13 Kitahara's net 0~150m dia. 45cm G·G54 net	N. limit of <i>min.</i> is 20° N
<i>enf. bed. rob. frx. ser</i> N. C. N. <i>bed.</i> C. N. <i>enf. bed.</i> <i>enf. bed. rob. frx. bip.</i> <i>ser. pul. C. Kr.</i> C. N. <i>bed. enf. rob.</i> <i>frx. ser. reg. neg.</i> <i>elg.</i> <i>enf. bed. reg. min. N. ser. C. del. elg.</i> <i>bip. frx. neg. Pt. Kr. Sp.</i>	} and small numbers of <i>min. dec. hex. lyr.</i> in all surveyed regions } larva net	} small-sized spp. (<i>min reg., neg.</i>) are very meagre because of rather large meshes of net. S. limit of <i>elg.</i> is 37° N
<i>elg.</i> <i>elg. Eu.</i>	0~50m Kitahara's net	
<i>del.</i> <i>del. N.</i> <i>del. enf.</i> <i>neg. enf. del. Sp.</i> C. N. <i>del. min. enf.</i> <i>del.</i> N. <i>enf.</i> <i>del. enf.</i> N. <i>hex. lyr. enf. bip. rob. bed. pul. ser.</i> <i>p-ser. reg. neg. min. dec. Kr. Kr. -sub.</i> <i>Pt. N. I. C.</i>	0~Btt. G·G32 dia. 45cm net	
N. <i>enf. bed. rob. reg. min. Pt.</i> N. C. <i>enf. bed. min.</i> C. N. N. <i>enf.</i> <i>del.</i> <i>ser. Pt. min. enf. lyr. reg. p-ser. rob.</i> <i>Kr. bed. hex. bip. Sp.</i>	} 0~Btt. G·G32 dia. 45cm net } Kitahara's net } Kitahara's net	

neg. = *neglecta*

C. = *crassa*

N. = *crassa f. naikaiensis*

I. = intermediate form between C and N

Kr. -sub. = *K. subtilis*

del. = *delicata*

min. = *minima*

dec. = *decipiens*

plc. = *planctonis*

mac. = *macrocephala*

tro. = *tropica*

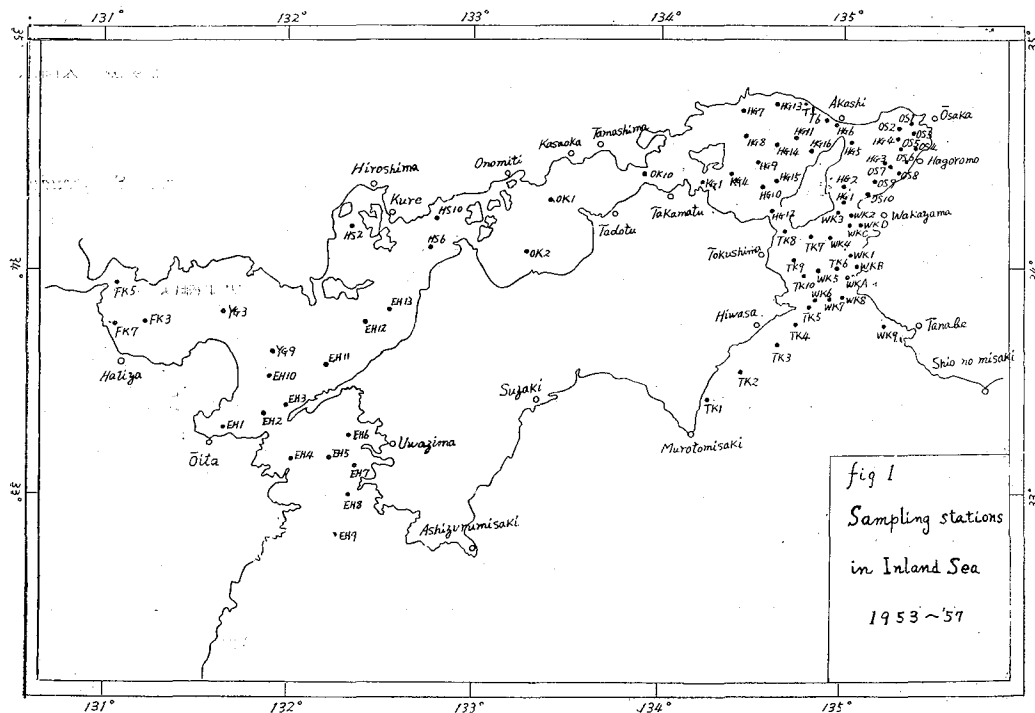
oce. = *oceanica*

bef. = *bedfordii*

- 3) 日本海も太平洋も内湾・沿岸・沖合共に組成に著しい差がみられない。
- 4) 瀬戸内海は本邦黒潮流域の縮図の組成を示す。

第二章 内海全域における出現状況

Fig. 1 に測点図, App. 1 に測点一覧表, App. 2 に全資料の査定表, Table. 2 に月別・海域別採集回数・出現量・種の一覧を示す。



第一節 種の組成

第一項 出現種

3 gen. 14 spp. 2 forma が出現したが、前報に示した如く *Corona ciliata* の存在部位及び棲息海域の塩分濃度により 4 型に分つと、

A 型……*S. enflata*

B 型……*S. bedoti*, *S. robusta*, *S. bipunctata*, *S. serratodentata pacifica*, *S. pulchra*,
S. ferox, *S. ser. atlantica* f. *pseudo-serratodentata*

C 型……*S. minima*, *S. regularis*, *S. neglecta*, *S. decipiens*
Pterosagitta draco, *Krohnitta pacifica*

L. C 型……*S. crassa* (N. I. C-types)
※6)

となる。既往の瀬戸内海の出現記録(時岡 '39d, '54, 門 '53, 村上 '57a) に比し、*S. hex.*, *S. lyra*, *S. del.*, *Spad. ceph.* が現われず、*S. pul.*, *S. ferox* が加わった。

第二項 海域的变化

紀伊水道(特に 34° N 以南) が最も種類数に富み、*S. crassa* C-type 以外のすべての出現種がこの流域

※6) 第 2 部で述べる如く本種には N, I, C の 3 types があり、*S. crassa* は C-type に、*S. crassa* f. *naikai* は N-type に、両者の中間型が I-type に当る。

'56	1		enf. N.	4	7					enf. N.	1	1			N.	1	2			10	
	2		min. N. I.	5	9					N.	1	1			N. I.	8	3			13	
	3	enf. bed. ser. min. reg. Pt. N. I.	N. I.	5	3	N. I. C.	3	9	N. I.	1	3	N. I.	1	4	N. I.	8	3	enf. min. N.	4	5	40
	4												0	1						1	
	5																			0	
	6	enf. bed. rob. min. reg. Pt. N.	bed. min. N.	43	2	enf. bed. min. N. I.	20	7	N.	2	3	N.	2	1	N.	1	1	N.	1	3	19
	7														N.	7	1			1	
	8														N.	1	1			1	
	9	enf. bed. bip. ser. rob. min. frx. neg. reg. Pt. Kr. N.	enf. bed. min. N.	44	3	enf. bed. min. N. I.	16	10	N.	1	3	enf. N.	6	3	enf. N.	6	1	enf. N.	4	4	36
	10																				0
	11											enf. N.	1	1							1
	12	enf. bed. ser. p-ser. rob. min. reg. Pt. N.	enf. bed. N.	8	3	enf. bed. N.	20	9	enf. N. I.	7	3	enf. N. I.	3	3	enf.	10	1	enf. N.	38	1	30
'57	1									enf. N.	2	1			enf. N.	5	1			2	
	2									N.	2	1				0	1			2	
	3	enf. bed. ser. min. reg. Pt. N. I.	min. N. I.	1	3	bed. N. I. C.	3	6	N. I.	2	3	N.	1	4	N. I.	6	3			29	
	4														N.	1	3			3	
	5								N.	4	2									2	
	6					N.	2	2												2	
Total	enf. bed. ser. pul. rob. bip. p-ser. frx. reg. min. neg. dec. Pt. Kr. N. I.	11.8 126+(70)	enf. bed. min. N. I. C.	12.6 186+(86)	enf. bed. min. reg. N. I. C.	11.6 108+(33)	enf. (B-type) N. I. C.	3.2 45+(42)	enf. N. I.	2.6	70	enf. bed. min. (bip.?)N. I.	3.7 29+(57)	enf. neg. min. N. I. C.	5.5	84	enf. bed. min. Kr. N.	2.0	14	9.2 652+(288) =940	

に現われた。和泉灘・播磨灘は全く組成が同じで(播磨灘, 2月に偶発的に *S. reg.* が2個体出現)各型の代表的 sp. として *S. enf.*, *S. bed.*, *S. min.*, *S. crassa* N, I, C-types が出現し, 備後灘では *S. enf.*, *S. crassa* N, I, C-types となり(播磨灘との境—st. OK 10—で12月B型の破損個体1ヶと前報の笠岡湾で7月, *S. neg.* が9個体出現)安芸灘では更に *S. crassa* C-type が出現しなくなり内海で最も組成の単調な海域となっている。伊予灘は再びふえて *S. enf.*, *S. bed.*, *S. min.*, *S. crassa* N, I-types となり(前報で3月灘中央部に *S. decip.* が2個体, 今回は9月灘中央部に不確実年ら *S. bip.* が1個体出現), 周防灘は *S. bed.* を欠き *S. crassa* C-type が加わる。(偶発的に'54年3月 *S. neg.* 1尾, '54年4月 *S. min.* 1尾が出た)豊後水道は採集例が少く('54年12月~'55年3月に計14例)断定は困難であるが, 今回の資料では *S. enf.*, *S. bed.*, *S. min.*, *Kr. pacif.*, *S. crassa* N-type の5種であった。結局瀬戸内海は *Chaetognatha* の種組成からみて次のように区分しうる。

1. 外部区—紀伊水道・豊後水道—純外洋性種の *S. ser.*; *S. pul.*, *S. rob.*, *S. bip.*, *S. pseudo-ser.*, *S. ferox*, *S. decip.*, *Pt. drac.*, *Kr. pacif.* を含み, L・C型の内, 純内湾性種の *S. crassa* C-type を欠く。
2. 中間区—和泉・播磨・伊予灘—上記純外洋性種を欠き C-type が加わる。(伊予灘は C-type も欠く。)
3. 内部区—備後・安芸・周防灘—B, C型を欠く。(安芸灘は C-type も欠く。)

すべての海域に共通に出現するのは *S. enf.*, *S. crassa* N, I-types で, 比較的內部まで出現するのは *S. bed.*, *S. min.*, *S. reg.*, *S. neg.* で, 純内湾性種の *S. crassa* C-type は内海中央部の備後灘北岸(笠岡湾等—後述第2部参照)に頻出する外, 和泉・播磨・備後・周防各灘に散発的に現われる。外部区では純外洋性種は主として34°N以南の紀伊水道及び33°N以南の豊後水道に出現する。

第三項・季節的变化

純外洋性種の出現する紀伊水道の採集は2, 4, 5, 10月が欠けているのでこれ等の季節的出現の変化については断定できぬが, 他の種類については *S. crassa* N-type は各月, *S. enf.* は5月を除く各月, *S. min.* は5, 10月を除く各月, *S. bed.* は1, 2, 5, 10月を除く各月, *S. crassa* I-type は11~3月に(例外的に6月), *S. crassa* C-type は2, 3月に出現する。外洋性種では *S. ser.*, *S. rob.*, *S. reg.*, *Pt. drac.* e. t. c. は割に季節に関係なく出現している。結局出現種の内厳密に出現に季節的制限があると断定できるのは, 水温多形の *S. crassa* が厳冬期は C-type として, その前後に中間型の I-type として出現する場合のみである。

年別に比較すると, 稀少種の *S. pul.*, *S. decip.*, *S. ferox*, *S. pseudo-ser.* を除く外は毎年出現するが, *S. enf.* が'54年備後灘に, '55年安芸灘に現われなかったことと, *S. bed.* が'55年伊予・周防灘に出現したことが目立つ。

第二節 量の組成

Table. 2 に示す如く海域別, 月別に採集の粗密があるため, 数量変化を厳密に検討することはむづかしいが, 一応採集尾数を濾過水量で除してえた海水 1 m³ 当りの個体数の月別・海域別平均値を掲げた。*Chaetognatha* の如く移動力の大きい plankton は採集方法により体長組成・数量・種数を異にすることは前報にも指摘したが, 量的な比較のためには同一様式の net で同一曳網法で得た値を用いねばならぬ。本表の数量は大部分の採集(650例)の際に用いた ⊕ net 0~50m の垂直曳によるものである。

第一項・出現数量

全海域・全期間の総平均出現尾数は 1 m³ 当り 9.2 尾である。これは ⊕ net の濾過能率を 1, 濾過水量を 0.15 m³/m と仮定して計算した値であるから, 厳密には「瀬戸内海の *Chaetognatha* の存在量は総括的に平均して, ⊕ net を水深 50 m 以浅で垂直に 60c. m₂ 曳網する毎に 1 尾採集しうる程度である。」と表現すべきであろう。

密度の最高は'55年8月大阪湾 O S 5 (水深 10 m) で 196 尾/m³ (採集尾数 295) で大部分は体長 4~7 m. m.

の *S. crassa* N-type であった。次いで同じ時 O S 6 の 172尾/m³ 56年6月播磨灘北部 HG13の 99尾/m³ である。

第二項・海域的变化

各海域毎の全期間を通じた平均m³当りの尾数の最高は和泉灘の 12.6, 次いで紀伊水道の 11.8で、後者を純外洋性種が主として出現する 34°N以南としからざる以北とに分けるとそれぞれ 8.8, 15.6となる。和泉灘では灘部 (HG1, 2, 5 水深50m前後) と大阪湾 (HG3, 4 水深20m前後) 共に 6.3で相等しい。播磨灘も 11.6であるが備後灘に入ると急減して 3.2となり、更に安芸灘は最低の 2.6に減るが、伊予灘 3.7, 周防灘 5.5と再び増加する。勿論前述の如く海域毎に採集点, 採集回数に差があるのでこの点を考慮せねばならぬが、(豊後水道の如く極端に回数の少ない海域では平均値 2.1は余り意味をもたぬと思われるので除外した) 大体の傾向としては、中間区に多く内部区に少ない。中間区では紀伊水道系の方が圧倒的に多い。

数量と出現種とを組合せて考えると、各型の代表種 1種つづよりなる紀伊水道北部 (34°N以北), が最も多く、ついで外洋性種を含めた最多種区である紀伊水道南部で、豊後水道北部 (33°N以北)は紀伊水道北部と種の組成を同じくしながら量的には約 3分の1で、種類の少ない内部区に到っては更にその半分となり量的にも最も貧弱である。一般に *Chaetognatha* は内湾部は種類が少なくて数量が多いのが通例であるが、前報に示した如く笠岡湾 (備後灘) 湾内部は周年平均 33尾/m³ 海田湾 (安芸湾) はその 7割, 東京湾々内西半部は 16尾/m³ で今回の各海域よりはるかに多い。

灘の沿岸部と沖合部では上記の如く大阪湾沿岸部と灘部とでは数量は相等しい。今回の採集は内湾海域の測点がないので直接の比較は出来ないが、内部区と笠岡・海田両湾を比べた場合出現種は同一でありながら後者は数量頗る多く前者は内海で最少であるということは、内湾性種の *S. crassa* は内湾々奥区に、亜外洋性種の *S. enf.*, *S. min.*, *S. bed.* は外部, 中間区に、純外洋性種は勿論外部区に生活の根拠をもつため、内部灘区はすべての *Chaetognatha* にとって好ましからざる海域で、そこに出現するものは湾奥を中心とする *S. crassa* N, I-types と適応性の強い *S. enf.* のわづかな侵入者より成っているものと解釈されよう。

伊予灘の数量は少ないが 11月に行われた京大の伊予灘調査 (⊗ net による表面斜曳き) の数量が可成り多いことから考えると採集回数が少ないためではないかと考えられ、少くとも周防灘程度の数量が存在するものと推測される。更に豊後水道は採集した限りでは数量が非常に少なくこれが常態を示すものとは到底考えられぬが、目下補足採集中であるから、この結果が得られれば東西両水道系海域の比較が可能となろう。

第三項・季節的变化

各月の data の揃った和泉・安芸・周防灘についてみると概括的にみて 3, 4月と 10, 11月に山が、1, 5月に谷がある。3海区の種類組成からみて初春の山は *S. crassa* N, I, C-types の大増殖でこの終了死亡により晩春の谷となり、次いで夏季の *S. crassa* N-type, 秋季の *S. enf.*, *S. crassa* N-type の増殖のため^{※7)}に尻上りにふえ、この終了により冬の谷が出来るものと考えられる。

第四項・年別变化

Fig. 2に '54~'56年の豊後水道を除く7海区と内海全域の年別m³当りの尾数の平均値を示す。全域としてみた場合 '54, '55, '56年の順にふえ '54年は '55, '56年の約半分で、特に安芸灘以東が少ない、がこれはこの年の夏季和泉灘で *S. crassa* N-type が、冬季播磨灘で *S. enf.* の増殖が例年に比べて非常に悪かったことによる。

海区別の最高は紀伊水道 '56年の 17, 和泉・播磨灘 '55年の 16で、最低は '54年備後・安芸灘の 1である。Table. 2の各海区全期間総平均値と比較して '55年は紀伊水道・伊予・周防灘が少なく、'55年は和泉灘が、'56年は紀伊水道が圧倒的に多かったことが目立つ。

紀伊水道の変化は数量的に主体をなす伊島以北の海域における 9, 12月の *S. enf.* の出現量に左右されると思われるが、この海域で data の比較的揃った徳島側 (TK5~10) で *S. enf.* の平均m³当り尾数を各

※7) 内湾々奥区では冬季 *S. crassa* C-type の増殖のため1月の谷はない。(第2部参照)

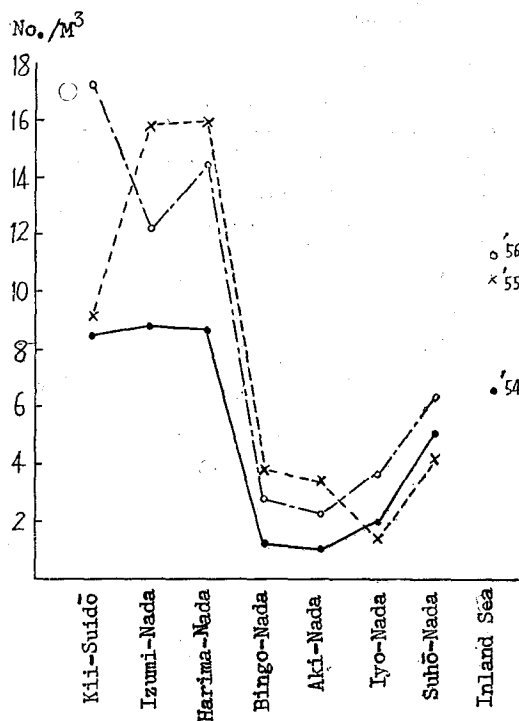


Fig. 2 Average number of Chaetognaths per m³ in the Seto Inland Sea, 1954~'56.

既述の如く豊後水道は採集回数が少ないが Chaetognatha の種組成からみて南部・北部・伊予灘 3 沢区の関係は紀伊水道の南・北部及び和泉灘の関係に相当していると考えられる。しかし量的に豊後水道を比べて少ないのは採集例が少ないこと以外に、紀伊水道にみられる如き *S. enf.* の大増殖がないことによる原因としてあげられよう。'51年以後の plankton 量を両水道で比較しても、(内水研・'51~'57) net による採集物の排水量は紀伊水道がやや多い程度であるが、net 採集物では遙かに紀伊水道が多く、比は 10:1にも及ぶこともある。zoo-plankton の組成は'50年8月の豊後水道と'51年7月の紀伊水道で両者の主要種組成には大した変化がみられない。(神・海・気 '51, '52) 一方黒潮本流の高塩分の等塩線は豊後水道で都井岬~足摺岬を、紀伊水道で室戸岬~潮岬を通り等温線も同様の径路を示している。(水路部・日近海々況図 '55~'56) 水色・透明度・塩素量の分布では 33°N以南の豊後水道南部は紀伊水道北部の日近~日和佐以南に匹適し、豊後水道北部は紀伊水道南北部の境界 (34°N) 附近に当たっている。(内水研・'51~'57) 栄養塩類量は各測点各層平均値で Table. 3 の如くなる。(神・海・気 '38, '43)

Table. 3 P & N in Bungo and Kii Suidō, average of each station and layer. (from Kōbe mar. obs. '38, '43)

m. g. / m ³	North of Bungo Suidō (section EH4~EH6) 1938~'39		Boundary of N. & S. Kii Suidō (34°) 1934~'35	
	P ₂ O ₅	N ₂ O ₅	P ₂ O ₅	N ₂ O ₅
June	27	2.0	15	6.0
August	27	2.5	24	1.5
December	27	2.5	10	2.0
March	19	1.2	20	tr.
average	25	2.1	18	2.5

年両月で比較すると、

	'54年	'55年	'56年
9月	×	19	24
12月	7	×	40

となり本種は12月が最多出現期であるから'54年9月の欠測は大した影響はないにしても'55年12月の欠測が本海域の同年の年間総平均値にまで影響したものと考えられ、Fig. 2に示した値9.2は更に多かったのではないかと想像される。欠測が数値に偏りを与えることの好例といえよう。

'55年の和泉灘が多かったのは8月に大隅湾で *S. crassa* N-type が大量出現したことによる。これらのことから年間の仕舞量を推定すると内海全体の常態としては年間総平均値10尾/m³位が考えられ、これと比べると'54年は全海域にわたり出現量が少なく、'55年は和泉灘、播磨灘では多く伊予灘、周防灘では少なく、'56年は紀伊水道が多かった。

第三節 海況との関係

第一項 両水道の比較

また、'36年2月の結果は Table. 4 のようである。(神・海・気 '37)

Table. 4 Sea conditions in northern Bungo Suidō and northern and southern Kii Suidō, in February 1936. (from Kōbe mar. obs. '37)

	Cl.	Water color	O ₂ Sat.	Si O ₂	P ₂ O ₅	N ₂ O ₃	N ₂ O ₅	NH ₃	Fe	Org. cons.	Displacement volume of plankton (Marukawa's net)
	%		%	m.g./m ³	"	"	"	"	"	m.g./L	c. c. /m ³
northern Bungo Suidō	19.04	4	88	570	20	17	3	31	36	3.4	70
nor. & southern Kii Suidō	18.97	3~5	99	610	21	12	tr.	10	7	3.5	540

即ち栄養塩類の量は年間を通じて両水道で大した相異がなくむしろ紀伊水道が少ない場合があるにも拘らず plankton 量に圧倒的な差を生ずるのは、紀伊水道には吉野川等の流入河川が多いことも一因としても考えられよう。また豊後水道南部には *Kr. pac.* 以外の純外洋種が採集されていないのは採集例が乏しいため、この海域の調査を更に行えば恐らく両水道共南部海域の *Chaetognatha* の種組成は同様のものとなるのではないかと思われる。^{※8)}

第二項・純外洋性種の棲息限界

紀伊水道北部海域における純外洋性種の出現の北限例としては下記の如きものがみられる。

- ① 1954年12月 TK 9 *S. ser.* 1尾……中層以深に Cl. >18.2%の水が存在
- ② 1957年3月 TK 8 *Pt. draco* 1尾…… Cl. =18.0%
- ③ " WK 1……屢々 *S. neg.*, *S. ser.*, *S. dec.*, *S. rob.*, *S. bip.*, *Pt. draco* が少数出現
- ④ 1954年11月 K 2 (WK 3 附近) ……*Kr. pac.*, *S. ser.*, *S. rob.*, *Pt. draco* が10~20尾ずつ
- ⑤ " K 12 (TK 8 附近) ……*S. ser.* 37尾
- ⑥ " その他淡路島南岸沿いの各点に *S. rob.*, *S. reg.*, *Pt. draco* が可成り出現
これ等は20m層以深に Cl. =18.1%の水が存在。

この海域の精密な調査を行った'54年11月の結果によると、純外洋性種の出現の北限は淡路島南岸までで南岸には出現しない。②のTK 8は Cl. もやや低く、出現した *Pt. draco* は迷入したものである。和歌山県側に北限の例が多いのは外洋水の侵入径路とその左旋性によって説明しうる。徳島県側の北限の出現例が冬季に限られていることは、黒潮勢力の季節的消長と対応している。

豊後水道では前項に述べた海況条件から考えて、南北の境界たる33°Nが北限と想像される。

第三項・*S. bed.*, *S. min.* の棲息限界

既述の如く備後灘・安芸灘はB、C型を欠く。*S. min.* の限界は内海東部では和泉灘のHG 5 (明石海峡入口)である。'54年3月の和泉灘調査 (Fig. 16参照) ではI 2, I 8, I 23, I 24, I 27に各1尾宛出現しているが、水深も大きく由良瀬戸から直接外洋水の影響を受けるHG 5, HG 2, I 23, I 24, I 27の5点は別として、大阪湾のI 2, I 8における出現は10m層の Cl. が17.6%であることからみても恒常的なものとは思われない。*S. bed.* は播磨灘東半部には恒常的に出現。西半部では'55年12月KG 1 (備後瀬戸東口)に3尾出現したのが西限で、このときはむしろ播磨灘中央部よりもいわゆる外洋性が強く示され、鳴門海峡を通る外部水系の影響の表われによるものと考えられる。内海西部では、周防灘はB型を欠き、'54年3月早瀬瀬戸入口に *S. neg.* が1尾出現しているが、このときは10m層以深に北部沿岸ぞいに Cl. =18.3%の高塩分水が舌状にのびていた。'54年4月に伊予灘との境のYG 3に *S. min.* が1尾出た。(Cl. =18.1~18.2%, この点は、冬季のみ Cl. >18.0%となる。)伊予灘は *S. bed.*, *S. min.* 共出現するが、東限はYG 9, *S. min.* の北限は'55年11月の伊予灘調査 (Fig. 23参照) のY 47である。('53年9月安芸灘のEH 12にお

※8) 門 ('53) によれば佐多岬北方EH 3附近で8月に *Pt. draco.*, *S. rob.* 各1尾を採集している。

る *S. bip.* 1尾は査定不確定。))

前報の瀬戸内海中西部の分布状態によると '51年6, 9, 12月, '52年9, 12月に安芸灘・備後灘に *S. min.*, *S. bed.* が出現しているが、いずれも1~2尾程度であり恒常的な出現とは考えられない。但し '52年9月備後灘における *S. min.* はこの海域の7測点において概して未熟個体乍ら数尾ずつの出現があり、分布の中心は伊予灘よりむしろ備後灘であった。成熟個体は来島海峡東口で少数みられ、ここを中心に灘全域に広がったものと思われる。このときの Cl. は >17.4% でこれは他の年の伊予灘東部の Cl. に匹敵する。しかし '55年, '56年9月は >17.6% の高塩分性を示しているにも拘らず *S. min.* の出現をみていないのは、測点分布の精粗にもよろうが、たまたま '52年9月に棲息の中心部が備後灘になったのであって、この原因は海況因子の単純な解析からのみでは解明できない。なおこのとき他の種類では、*S. crassa* N-type は圧倒的に備後灘に多く、*S. enf.* は少数乍ら伊予灘のみ出現し、㊸, ㊹ plankton 量はともに備後灘に多く、plankton 全体の分布が備後灘において濃密であった。

要するに *S. bed.*, *S. min.* 共大体同様な分布の限界を示すが、内海東部では *S. bed.* が、西部では *S. min.* がより内部まで侵入する如くに考えられ、且つ *S. min.* は季節的に出現の偏りがあり、低温期には両水道以外には出現しない。

第四項・*S. crassa* 諸 type の出現

N-type は季節・海区を問わず常に出現する。I-type は主として12~3月に紀伊水道和歌山県側、豊後水道以外の各海区に出現し、特に紀伊水道南部海域で徳島沿岸TK2~4にも相当量現われている。高温期における出現例としては下記のものがある。

'53年6月 HS6 (安芸灘東部) 28尾 体長8~11m. m. 成熟36% 完熟64% 16.5~17.3°C 18.3%
泡状組織分布範囲不明^{※9)}

'54年6月 KG9 (播磨灘南部) 8尾 6~8m. m. 成熟50% 完熟50% 17.0~17.8°C 18.0% 泡状組織前鱗前部まで5尾、前鱗後部まで1尾、後鱗前部まで1尾

'55年9月 KG1 (備後瀬戸東口) 2尾 6~8m. m. 成熟100% 26.0~26.5°C 17.5% 前鱗前部まで

'56年9月 HG8 (播磨灘中央) 1尾 6m. m. 未熟100% 25.0~25.7°C 17.5% 前鱗前部まで

'56年9月 HG11 (播磨灘東部) 1尾 6m. m. 未熟100% 25.6°C 17.7% 前鱗前部まで

以上の諸例中9月の場合には個体数も少く、小型未熟個体で泡状組織もN-typeのそれよりやや範囲がふえている程度で、第1章に述べた日本海7月の出現例と同様水温26°C前後のときN-typeのあるものがたまたま泡状組織の分布範囲がやや増大したものとも解釈できるが、6月の諸例はW.T.=17°C, Cl.>18.0%の高塩分海域に相当量の大型成熟個体が出現しており、泡状組織の分布も9月の諸例よりずっと範囲が増している。出現海域の海況は周辺に比べ水色、透明度、塩分等はやや高めであり外洋性が強い。6月の諸例が9月同様N-typeのあるものの泡状組織が増大したものか、または低温期に出現したI-typeのあるものがこの時まで生き残ったものであるかは判定することが困難であるが、出現期日は通常のI-typeの出現最終期よりわづか2ヶ月程遅れただけでその水温の差も数°Cに過ぎず、数量も相当量出現したこと等から考えて、低温期のものの生き残りであることの可能性が大きい。

C-type は2, 3月の最低温期の和泉・播磨・備後・周防各灘に少数個体が出現するにすぎないが、いずれも笠岡湾の如きC-typeを産する沿岸浅海低温低塩分海域からの迷出と考えられる。

N, C-両typeの出現の海域・季節が明確であるのに比べ、両者の中間型であるI-typeの出現が海域的にも季節的にも幾多の例外がみられることは、中間型というものの性質上当然の見象とはいえ出現を論ずるに当っては充分に注意すべき事項であろう。

第四節 他海域との比較

第一項 種組成の解析

※9) I-typeの泡状組織の存在部位については第2部第2章で詳述する。

時岡(52)は Chaetognatha の総計53種中 Indo-Pacific 海域で44種が出現したことを報じ、その内この海域で特有なものとして20種をあげている。今回及び既往の資料による瀬戸内海の出現種 18 spp. 2 forma の内 cosmopolitan は *S.enf.*, *S.bip.*, *S.ferox*, *S.min.*, *S.decip.*, *Pt.draco*, *Spad.ceph.* の7 spp. で残りのものは Indo-Pacific 固有種である。結局 Indo-Pacific 産44種中瀬戸内海で採集されていないのは固有種では駿河湾深層で採集された稀種 *Bathyspadella edentata*, 北方鹹水湖産 *S.tumida*, 印度洋産 *S.bombayensis*, ジャバ海産 *S.parva*, 南方種 *S.tropica*, *S.oceanica*, *S.bedfordii*, *S.bedoti* f. *minor*, *S.ser. atlantica* f. *tasmanica* の9 spp. であり, cosmopolitan では深層種 *Eukrohnia hamata*, *S.macrocephala* (いずれも相模湾・駿河湾より採集されている), 稀種 *Spad. schizoptera* (三崎より採集), *Krohnitta subtilis* (本邦太平洋沿岸等で採集), 北方種 *S.elegans* (本邦北方海域に普通) 暖水深層及び南氷洋表層種 *S.planktonis* (駿河湾・相模湾・紀州沖で採集), *S.ser.* の内大型の大西洋印度洋型 *S.ser. atlantica* f. *typica* の7 spp. である。

また Indo-Pacific Chaetognatha の特長の一つとしてあげている *neglecta* group (C型に属し鱗に rayless zone なく貯精嚢は尾鱗よりも後鱗に近いもの) 10 spp. の内 *S.tumida*, *S.tropica*, *S.parva*, *S.oceanica*, *S.bedfordii* が採集されていない。

以上を種数につきまとめると Table. 5 の如くなる。

Table. 5 The number of species of Chaetognaths in Indo-Pacific region.
(mainly from Tokioka '52)

Chaetognaths in the world 53	sampled in Indo-Pacific 44	<table border="1"> <tr> <td>certainly identified</td> <td>36(20)</td> </tr> <tr> <td>doubtfull species</td> <td>8</td> </tr> </table>	certainly identified	36(20)	doubtfull species	8	<table border="1"> <tr> <td>endemic species in Indo-Pacific</td> <td>20(11)</td> </tr> <tr> <td>cosmopolitan species</td> <td>16 (9)</td> </tr> </table>	endemic species in Indo-Pacific	20(11)	cosmopolitan species	16 (9)	<table border="1"> <tr> <td><i>neglecta</i>-group</td> <td>10(5)</td> </tr> <tr> <td>others</td> <td>10(6)</td> </tr> </table>	<i>neglecta</i> -group	10(5)	others	10(6)
		certainly identified	36(20)													
doubtfull species	8															
endemic species in Indo-Pacific	20(11)															
cosmopolitan species	16 (9)															
<i>neglecta</i> -group	10(5)															
others	10(6)															
	not sampled in Indo-Pacific 9															

Note: numbers in parentheses are the number of species sampled from the Seto Inland Sea

かくの如く本邦海域で出現したものの内瀬戸内海で採集されていないのは非黒潮性種の *S. elegans*, *S.tumida* と南方沖合種及び深層稀種であり, 黒潮流域沿岸で出現の期待されるものはすべて瀬戸内海々域で記録されている。即ち本海域が本邦黒潮流域の縮図的組成を有すると述べた所以である。

第二項・東京湾との比較

本邦近海で Chaetognatha の出現状況を長期にわたり組織的に調査した例に乏しいので前報の東京湾との比較を補足しつつ述べる。

瀬戸内海では前記の如く4 gen. 18 spp. 2 forma が出現したが, 東京湾はこの内 *S.delic.*, *S.ferox*, を欠き, *Kr.sub.* が加わっている。*S.delic.* は本邦黒潮流域の外洋に近い内湾々奥で採集されている点から考えると館山湾奥等では採集が可能なのではないかと想像される。

Table. 6 に両海域を海洋学的性状によりそれぞれ4区分し各区分の海況諸因子と④ net 垂直曳という同一採集法でえた数量及び種組成とを比較して示す。瀬戸内海は面積では東京湾の約18倍あり, 外洋・内湾の性質を端的に表現する因子としてCl. をとると開口外部を流れる黒潮には変りがないが, 内奥部へのCl. 傾度は東京湾で湾口(城ヶ島・洲の崎中間)の19.3%から, 流入河川の直接の影響が少なく外洋水系の影響の進行方向で当る湾奥(船橋沖)の16.4%まで0.1%/mile であるのに対し, 瀬戸内海では豊後水道EH8の19.3%から, 豊後水道系の影響を受けると思われる内奥部で陸水の影響が少ないOK1(備後灘中央)の

Table 6 Sea conditions and occurrence of Chaetognaths in Tōkyō bay and the Seto Inland Sea

	Regions	All area	Outside	Intermediate	Inner part	low salinity L
Sea conditions (denote upper & lower limits of watercolor, W T.(°C) transparency(m), Cl.(%)	Tōkyō Bay *1)	3~9 6.5~26.5 2~25 12.3~19.3	3~5 13.9~26.4 10~25 18.1~19.3	3~8 9.4~23.8 5~22 17.6~19.1	5~8 6.5~26.4 3~8 15.6~19.1	5~9 6.8~26.5 2~6 12.3~18.1
	Inland Sea **2)	1~8 6.0~29.6 2~22 12.0~19.3	1~7 8.0~27.8 7~22 15.6~19.3	3~8 7.2~27.2 3~17 14.6~18.7	3~7 7.8~27.9 2~17 16.2~18.7	4~8 6.0~29.6 2~9 12.0~18.3
Numbers.	Tōkyō Bay	18	10 (South of Kenzaki~ Tateyama)	15 (Uraga suidō)	19 (North of Uraga suidō)	8 (western part of inner bay)
No./m ³	Inland Sea	9	12 (Kii suidō)	9 (Izumi, Harima, Iyo, Nada)	4 (Bingo, Aki, Suhō Nada)	12 (Ōsaka bay)
Species composition	Tōkyō Bay	<i>Sagitta</i> A: <i>enf.</i> , <i>hex.</i> , <i>lyra</i> B: <i>ser.</i> , <i>pseudo-ser.</i> , <i>rob.</i> , <i>pul.</i> , <i>bed.</i> , <i>bip.</i> C: <i>min.</i> , <i>neg.</i> , <i>reg.</i> , <i>decip.</i> L-C: <i>crassa</i> N, I, C-types <i>Pterosagitta draco</i> , <i>Krohnia pac.</i> , <i>K. sub.</i>	exclude <i>S. crassa</i> C-type from all area	exclude <i>S. lyra</i> , <i>ser.</i> , <i>neg.</i> , <i>pseudo-ser.</i> from all area	<i>S. enf.</i> , <i>bed.</i> , <i>pul.</i> , <i>reg.</i> , <i>min.</i> , <i>Kr. pac.</i> , <i>Kr. sub.</i> , <i>S. crassa</i> N, I, C-types	<i>S. crassa</i> N, I, C-types
	Inland Sea	exclude <i>S. hex.</i> , <i>S. lyra.</i> , <i>Kr. sub.</i> from above	exclude <i>S. crassa</i> C-type from all area	<i>S. enf.</i> , <i>bed.</i> , <i>min.</i> , <i>neg.</i> , <i>crassa</i> N, I, C-types	<i>S. enf.</i> , <i>min.</i> , <i>neg.</i> , <i>crassa</i> N, I, C-types	<i>S. enf.</i> , <i>bed.</i> , <i>min.</i> , <i>crassa</i> N, I, C-types

* 1) 1947~'48 水産試験場・生産力調査要報 vol. 1~5

* 2) 1953~'57 内海区水産研究所・水産建繕調査要報 vol. 6~19

16.7%まで0.02%/mileの傾度を有し内海は東京湾の約5分の1にすぎない。且つ瀬戸内海は東西2大開口部を有し外洋水の影響は双方より侵入して東西両端に大阪湾・周防灘という低塩分海域を残して備後灘で離合するので、東京湾が単一開口部からの影響が反時計回りに湾内を進み湾奥西部に低塩分海域を残して行くのに比し、各海域毎の海況因子の配置は遙かに複雑であるが、水色・透明度・塩分などよりみて東京湾外部区は紀伊・豊後両水道に、浦賀水道は和泉・播磨・伊予灘に、内湾部は周防・安芸・備後灘に、湾奥西部は大阪湾沿岸等の陸水の影響の著しい湾奥沿岸部に相当するといえよう。Table. 6の海区区分は大体これによった。

海況は全域としては東京湾瀬戸内海相互に殆んど変わらず、外部区で内海の方が上下限の巾が広いのは紀伊水道北部徳島県側の低塩分海域を含むためであり、中間区・内部区は東京湾の方が水色・透明度・塩分等からみていわゆる外洋性が強く、低塩分区は東京湾の方がこれら3要素の値が低くいわゆる沿岸性が強い。

数量的には東京湾が2倍になるが、これは内部区が瀬戸内海では分布密度の少ない灘部より成り立っているのに対し、東京湾は湾の大半を占める水道以北が瀬戸内海灘部に比してより外洋性が強く分布密度が大きいためである。前報に述べた如く瀬戸内海低塩分区の笠岡湾の数量は33尾/m³で、これは東京湾低塩分区に比べてはるかに多いが、今回の瀬戸内海の data では大阪湾以外に低塩分区に属する測点がないため、採集点の差による数量の差も原因の一つにあげられよう。結局年間を通じて高密度な海域は *S. crassa* の諸 type の増殖に適した透明度3~8 m, Cl.=17~18%の内湾及び沿岸部であると考えられる。

種の組成は全域及び外部区では両海域間に殆んど差がないが、中間区・内部区では外洋性のより強い東京湾ははるかに純外洋性の種類が多く、塩分傾度の強い東京湾では地域的な内部区へも純外洋性種の侵入する機会が多いことを示している。河川水の影響の強い東京湾低塩分区では低塩分性種の *S. crassa* 3 types 以外の侵入をみない。各種類の分布限界をみると純外洋性種が内海で淡路南岸、豊後水道33°Nであったのに比し、東京湾では内部区への2, 3の迷入を除いても富津~小柴崎の線に達する。 *S. min.*, *S. bed.* に至っては東京湾内奥中央部以北にも達し、この2種類の分布区域からいえば内奥中央部は伊予・和泉灘に相当することとなる。 *S. enf.* は内海では全域に分布し内奥沿岸部でも恒常的な出現がみられるのに対し、東京湾では水道以北での出現が稀であるのは採集頻度が少ないことにもよるが、元来が広塩分性種の *S. enf.* の棲息環境としては同程度の塩分であっても内海の如く深度も広さも大きい海域の方が東京湾のように狭く変化の烈しい海域より勝れているためと思われる。

S. crassa C-type の限界は東京湾では同 type の出現期における採集が3月の1回のみであるため資料として十分とはいえないが、このときは内部区全域に出現し、内海で内湾沿岸海域以外は灘部では少数しか現れないのと比べるとはるかに分布範囲の規模が大きい。これは沿岸部を除いては、内海灘部のような面積の大きい海区と東京湾のような狭い海区とでは陸地の影響による冬季水温の低下度に差があり、そのために低温期型の C-type の出現区域に差を生じたものであろう。C-type 出現という点からみると東京湾内部区はとりもなおさず内海の内湾海域の一つに匹敵するといえよう。

以上両海域の海況と *Chaetognatha* 分布の差を論じたが、前報で予報した「東京湾が湾口部の純黒潮流域から湾奥沿岸海域までの変化が短距離内に行われているのに比べ、瀬戸内海では中間に東京湾より広い多数の灘部が存在してゆっくりと変化して行く」という両海域の海洋学的な差は、*Chaetognatha* 分布の面からも明らかに認められる。

第三章 各海域における出現状況

毎月の data の揃った海域、または1回だけであっても測点を細かくとった調査例について論ずる。

第一節 季節変化

第一項 播磨灘北部

1953年2月~'55年3月、兵庫水試沈船築磯調査の際の sample. T₁, T₂ (共に高砂沖合1 k. m.), T₆ (江井ヶ島沖合3 k. m.), ⊗ net 1 m/sec. で底から垂直曳、週1回~月1回(兵水試'55)。水深8~10m,

附近の潮流は明石海峡からの水塊が漲潮時岸ぞいに北西流し落潮時南東流するが、T₁では表層に加古川の低塩分水が加わることがある。塩素量はこの影響がみられる時のみT₁の表層で1~10%の低下がおきるが、T₁の中層以深及びT₆では周辺海域と変わらない。両点の海況諸因子は

	水色	透明度	W. T. °C	Cl. %	plankton沈澱量
T ₁	7~8	1~7 m	7.1~25.2	16.6~17.8	17.5c. c./m ³
T ₆	6~7	4~11 "	8.1~25.0	16.7~17.9	3.4 "

で、T₆の方がいわゆる外洋性がやや強い。

Chaetognatha は

	数量 尾/m ³	種類
T ₁	5.5	<i>S. enf.</i> , <i>S. reg.</i> , <i>S. crassa</i> N, I, C-types
T ₆	6.5	<i>S. enf.</i> , <i>S. crassa</i> N, I-types

で、T₆に *S. enf.* の出現頻度が大きい事、*S. crassa* C-type が出現しないことの2点で海況との対応がみとめられる。最低温期の2月は I-type を主体とし、T₁で時々少数の *S. reg.* の未熟個体及び C-type が出現。3月に一旦量がへるが4月に *S. crassa* 幼体が現われるようになると回復する。5~7月は N-type のみであるが、5月に一旦激減して殆んど0になる。6月には次第に大型の成熟個体も増す。7~8月に成熟個体は減り9月には数量もへって短小個体のみとなり *S. enf.* が主体となる。

第二項・大阪湾

1954年7月~'55年10月、大阪水試、OS1~OS10、和泉灘東部沿岸一帯の浅処 (<15m)、月1回。海況は村上('58)に示すが紀伊水道からの侵入水の逆流としての時計方向の環流の影響下であり高温・高塩分の南部と陸水の影響が表層で著しい北部とその中間部の3区分が出来る。

Table. 7 に各海域測点当りの Chaetognatha の種類別出現量

Table. 7 Chaetognaths in three regions of Ōsaka bay, July 1954~Oct. '55. No./m³

	<i>S. enf.</i>	<i>S. bed.</i>	<i>S. min.</i>	<i>S. crassa</i>			Total number
				(N)	(I)	(C)	
Southern part (OS7~10)	18	2	1	268	27	1	317
Northern part (OS1~3)	7	1	0	177	9	4	198
Middle part (OS4~6)	10	1	1	320	9	0	341

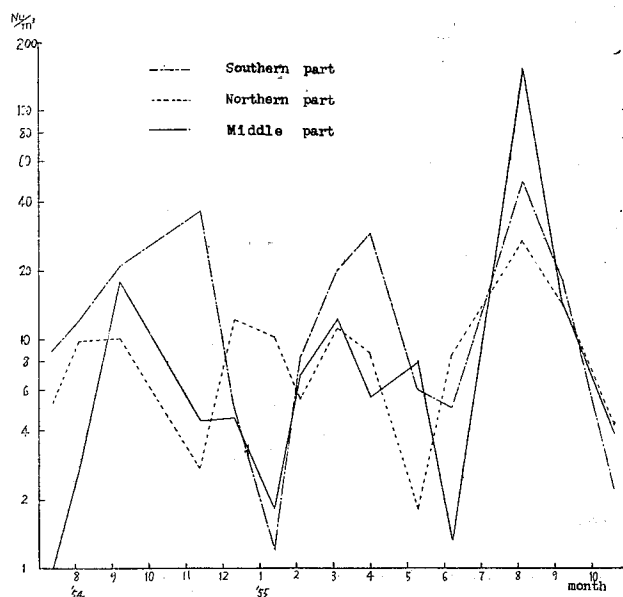


Fig. 3 Seasonal changes of average number of Chaetognaths per m³ in three parts of Ōsaka bay, July '54~Oct. '55.

(尾/m³) を、Fig. 3 に同じく月別平均総量を示す。季節的には '55年 8月に各区共数量は最大であるがこれは N-type の大増殖 (本報の data としては内海全域を通じて最大) による。一般に 8~9月, 3月が山で 5~6月が谷となり N, I-types の増減と一致。11月の南部の山は *S. enf.* の増殖による。

Fig. 4, Fig. 5 にそれぞれ各測点毎の各種類の尾数と塩素量・水温との関係を示す。採集尾数の少ない *S. bed.*, *S. min.* を除いて考えると, *S. enf.* は Cl. = 17~18%, *S. crassa* N-type は 16~18.5%, I-type は 16~18% が適域と考えられる。C-type は例数が少ないので適域を出すに至らないが一応 17~18% で I-type よりやや高い。これは C-type の出現期が低温高塩分の 3月に限られるためである。*S. enf.* は尾数の多い程塩素量下限が高く且上限が 17% 以下の場合にもかなり出現しており、本種が元来は高塩分性種であるが広塩性を有することを示している。N-type の適域は最も広く最適塩分範囲は < 17% である。水温適域は *S. enf.* が 17~29°C, I-type が 9~12°C, N-type が 9~30°C となる。C-type は調査海域が出現の好適海域でないために適域は 9~11°C とやや高めにしている。N-type 以外は明瞭な適温域をもつ。

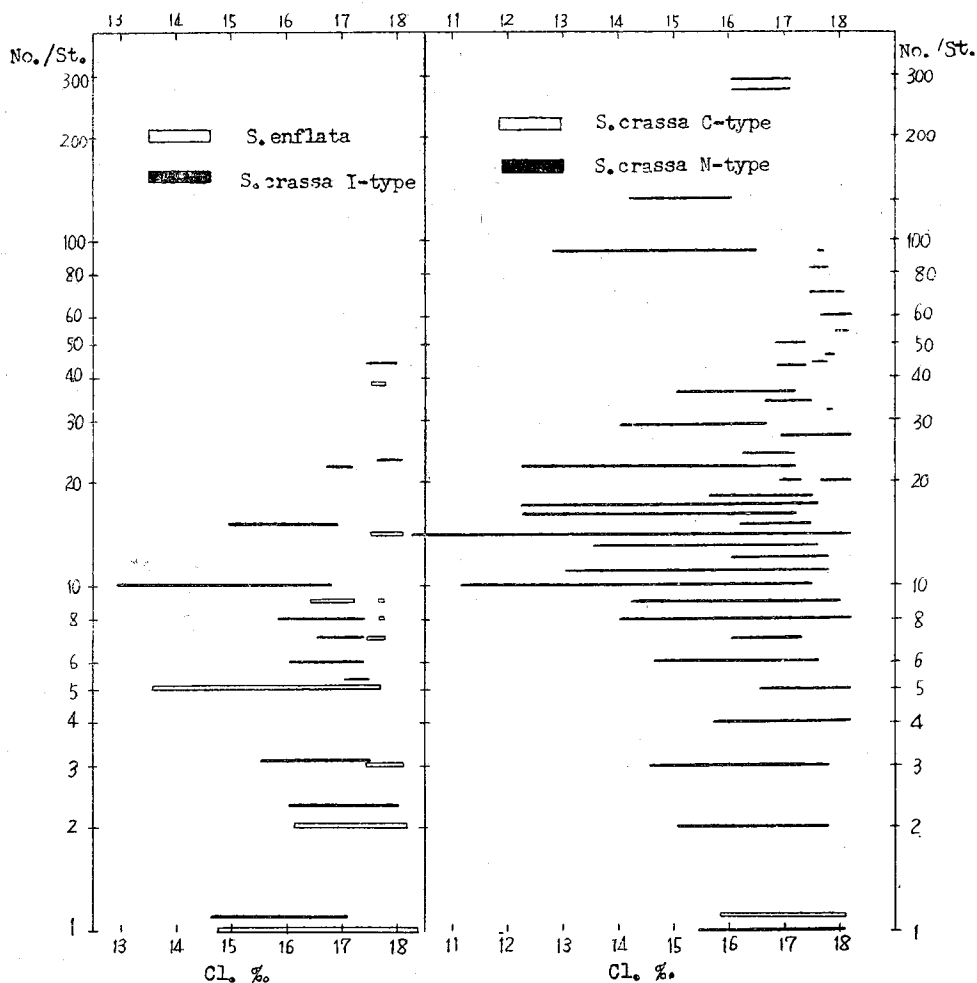


Fig. 4 Relation between the number of Chaetognaths at each station and its chlorinity in Ōsaka bay, July '54~Oct. '55.

Fig. 6 に測点毎の透明度 3m 以下の場合の透明度と数量の関係を示す。2m 以下では数量は激減し 0 のこ

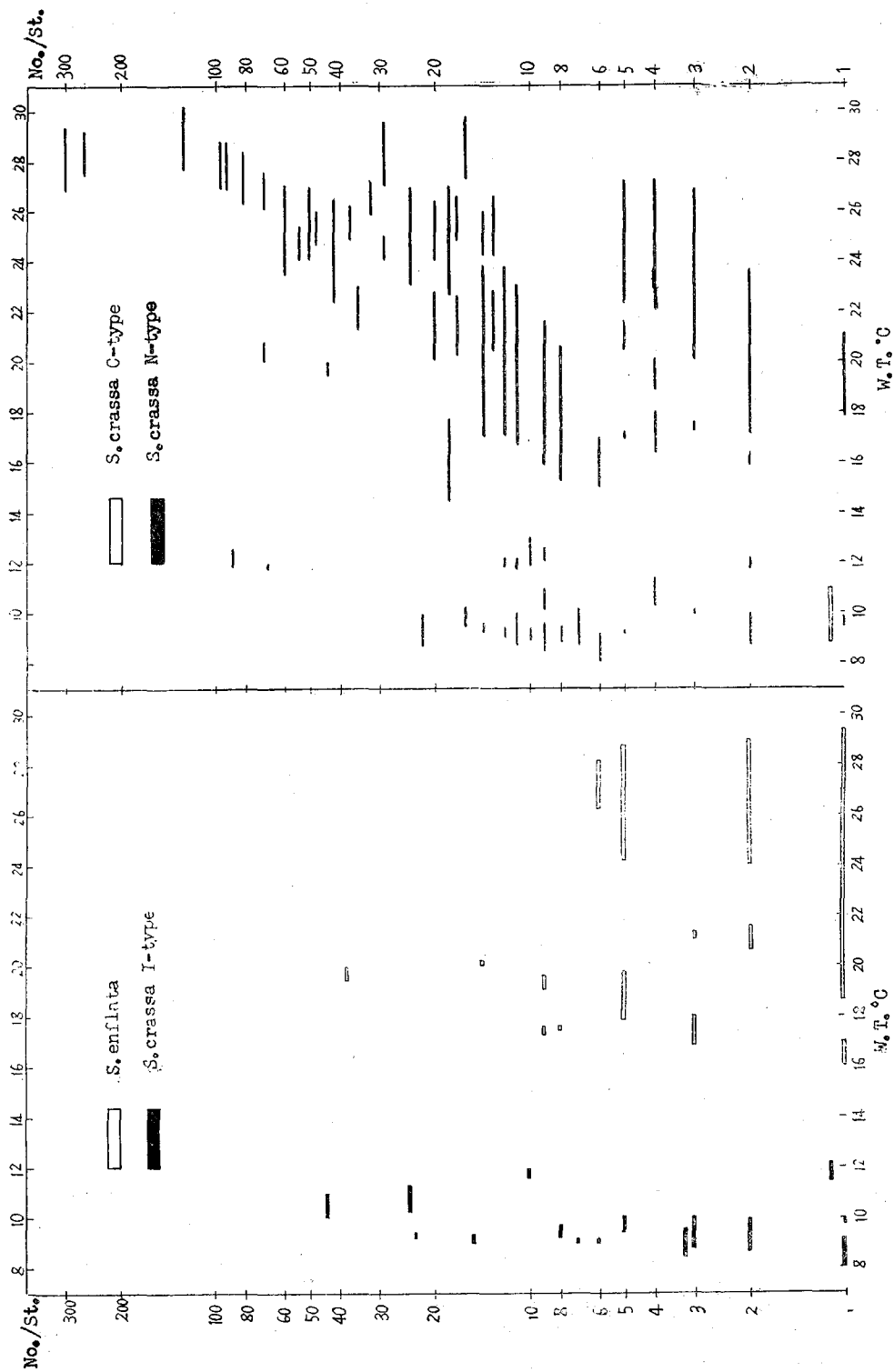


Fig. 5 Relation between the number of Chaetognaths at each station and water temperature in Osaka bay, July '54~Oct. '55.

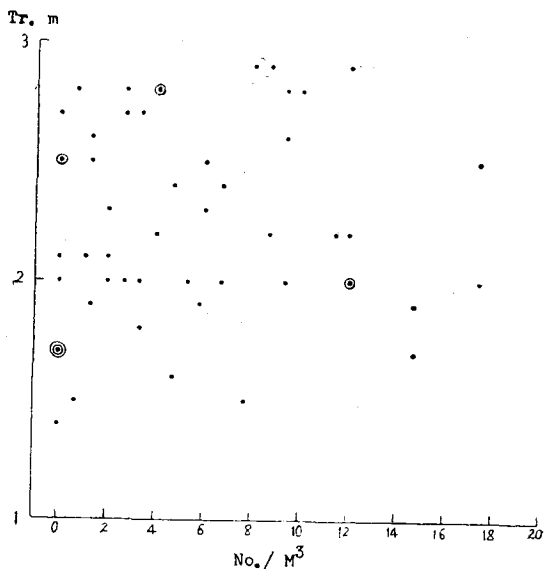


Fig. 6 Relation between the number of Chaetognaths per m^3 and the transparency in Ōsaka bay, July '54~Oct. '55.

とも多い。前報東京湾では $< 3 m$ になると数量が減ると述べたが、後述の飼育実験の結果でも飼育水の澄明であることが不可欠の要件となっており、一般に Chaetognatha の棲息にとって透明度 $2 m$ 以下の如き濁った海域は不適当と思われる。内湾ではこの値はもう少し低い。

第三項・広島湾

1953年6月~'57年3月、広島水試、広島湾中央HS 2 (35m)。海況は村上('58)に示す如く $10 \sim 28^\circ C$, $16 \sim 18\%$ で内海沿岸海域としての典型的様相を示している。Fig. 7 に Chaetognatha の月別変化を示す。種類は *S. enf.*, *S. crassa* N, I-types のみ。*S. enf.* は10~1月の比較的高塩分の攪拌期のみ出現するが数量少なく安芸灘・伊予灘で増殖したものの一部と考えられる。広島湾に *S. crassa* C-type が出現するか否かは速断はしえぬが、水温低下度・地形等からみて棲息適域とは考えられない。前報に述べた湾奥の内

湾たる海田湾と比べると N, I-types にとっては海田湾の方が遙かに棲息域としてすぐれている。

第四項・周防灘東部

1953年6月~'57年3月、山口水試、姫島北方YG 3 (40m)。海況は村上('58)に示す如く豊後水道からの侵入水と周防灘の低塩分水の共存域である。Fig. 7 に Chaetognatha の月別変化を示す。数量は m^3 当たり平均7.8尾で周防・伊予灘に比べて遙かに多い。'56年12月の大量出現は *S. enf.* の大増殖 ($38 \text{尾}/m^3$) による。*S. enf.* の比率は広島湾より多い。なお'54年4月に *S. min.* (8 m. m. 成熟) が1尾と、'56年3月に腐敗のため査定困難であったが *S. bed.* らしいものが出現した。また *S. enf.*, *S. crassa* 共広島湾に比べて体長も大きく成熟個体をまじえている。これ等はすべてこの海域が広島湾よりいわゆる外洋性に富むことと対応した出現状況を示しているものといえよう。

第五項・周防灘西部

1954年9月~'56年3月、福岡水試、下関海峡東口のFK 5 (10m) と灘中央やや西寄りのFK 3 (20m)。海況は村上('58)に示す如くFK 5 は灘の最奥にあるためFK 3 より一般にいわゆる内湾性が強い。Fig. 7 に両点の Chaetognatha の月別変化を示す。数量は平均FK 5 で4.7, FK 3 で3.8尾/ m^3 で共に *S. enf.*, *S. crassa* N, I-types より成る。FK 5 に'54年3月 *S. neg.* の成体が1尾出現したが、この時は下関海峡東流最強後1.5時間で10m層に $Cl. = 18.35\%$ の高塩分水があり、対馬暖流水系中に存在した *S. neg.* が流入したものと考えられる。またこのときFK 3 に *S. crassa* C-type が1尾出現しているが、周防灘のすべての data を通じ C-type の出現はこの1尾のみであり、周防灘沿岸の内湾部に棲息する C-type の一部とみるべきであろう。*S. enf.* は9~12月に出現し、特に11, 12月は数量・比率共多く、両測点共年間の尾数の max. は N-type と *S. enf.* の増殖期の重なったこの時期にみられる。*S. enf.*, *S. crassa* N, I-types 共FK 5 の方が体長の max. が大きい。

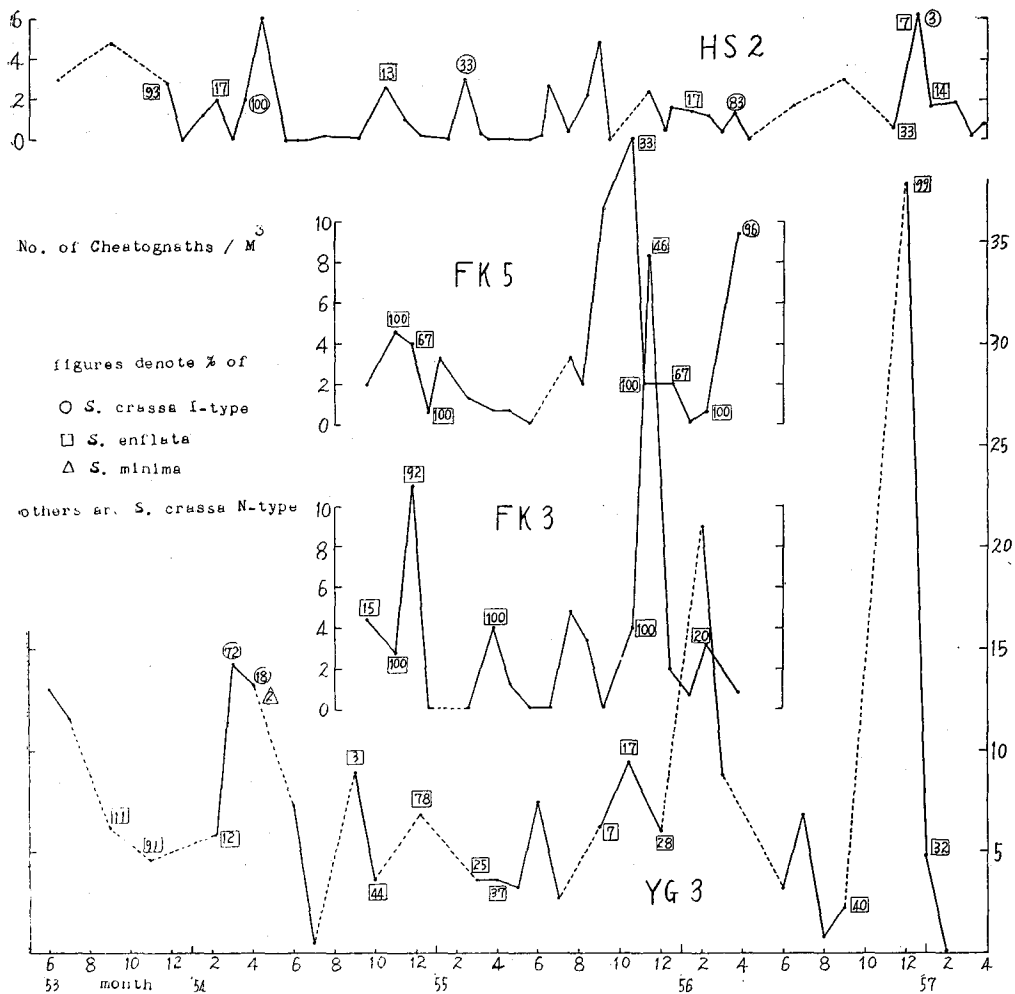


Fig. 7 Seasonal changes of the numbers of Chaetognaths per m^3 at (HS 2) in Hiroshima bay, June '53~Mar. '57., (FK 5) and (FK 3) in the western part of Suhō Nada, Sept. '54~Mar. '56., (YG 3) in the eastern part of Suhō Nada, June '52~Feb. '57.

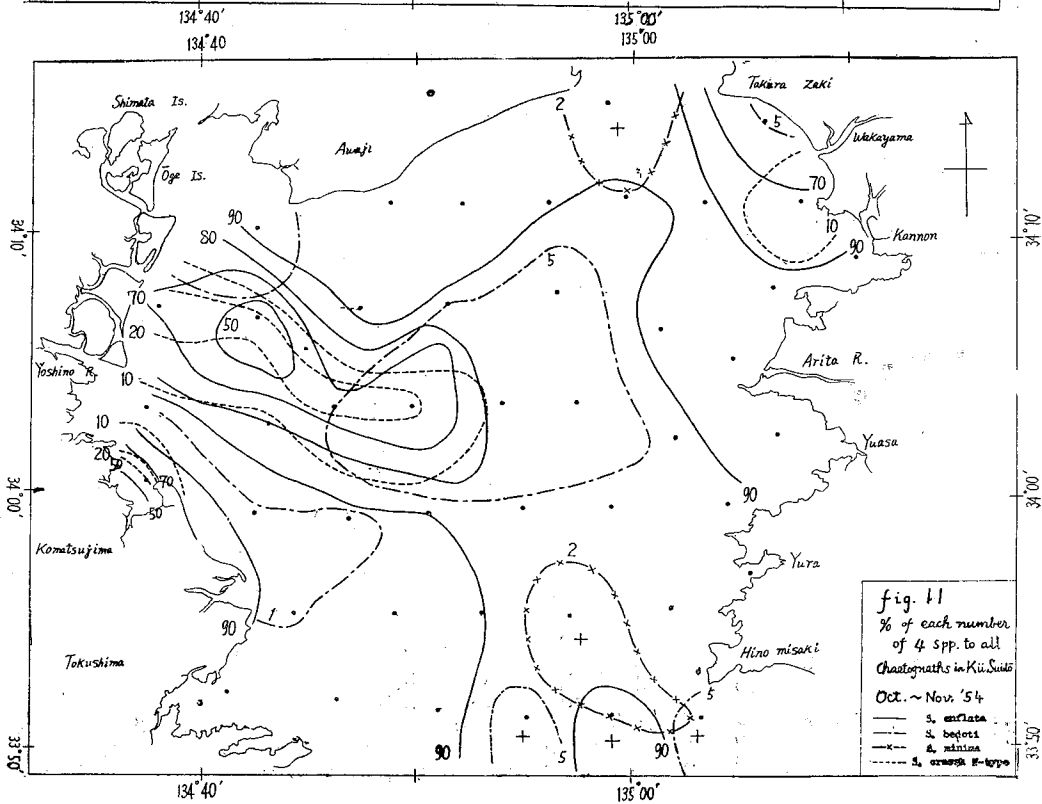
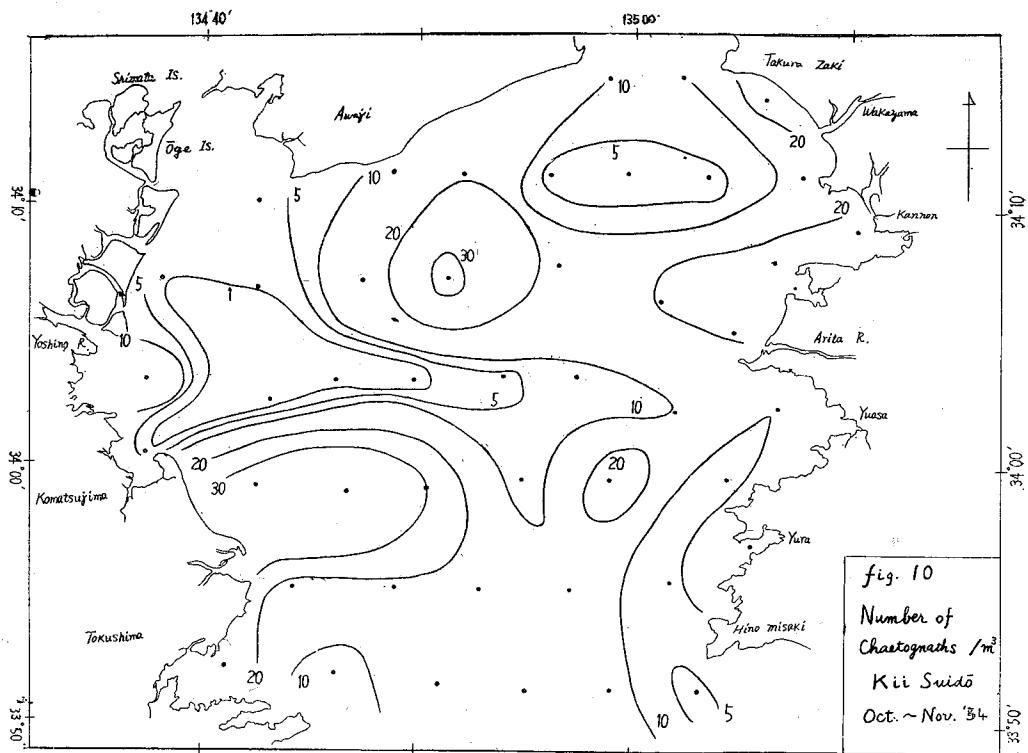
第二節 地域変化

第一項 紀伊水道

(1) 京大調査 (K測点)

1954年10月29日~11月5日の京大採集物による。使用 net ⑤ 網目は G・G30(⑥ net に比し、網目の一辺の長さは約1.3倍) 約1 knott で3~5分間の表面水平曳。Fig. 8 に水色・透明度を、Fig. 9に0m層の水溫・塩素量を、Fig. 10 に Chaetognatha の数量を、Fig. 11 に頻出した4 spp. の全体に対する比率を示す。

本海域は中央部に開口部東寄りから入る侵入水による反時計方向の環流と、この反流として沼島東方の時計方向の環流が想定されている。(神・海・気・'29)本調査の結果をみても水色6、透明度8m、水溫21.5°C、塩素量18.2%以上のいわゆる外洋侵入水の経路は伊島・日の御崎間の中点を中心として東寄りに北進し湯浅湾沖で西折して沼島東方で再び逆転し友ヶ島水道の加太の瀬戸へと向っている。東岸での陸水の影響は有田川沖には殆んどみられず、紀伊川沖では5m以浅にCl. で2%低い海域が存在する。これに反し西岸は低塩



分海域のCl. が頗る低く小松島より淡路島南西端にかけ水色7, 透明度7 m以下となり, 伊島~淡路南西端を結ぶ線以西は表層で水温<21°C, 塩素量<17.5%となっており吉野川口沖の表層塩素量は<16%である。水温・塩素量の低下は10m層でもなお明瞭にみられ, 小松島沖では底層まで<20.5°C, <17.5%となっている。

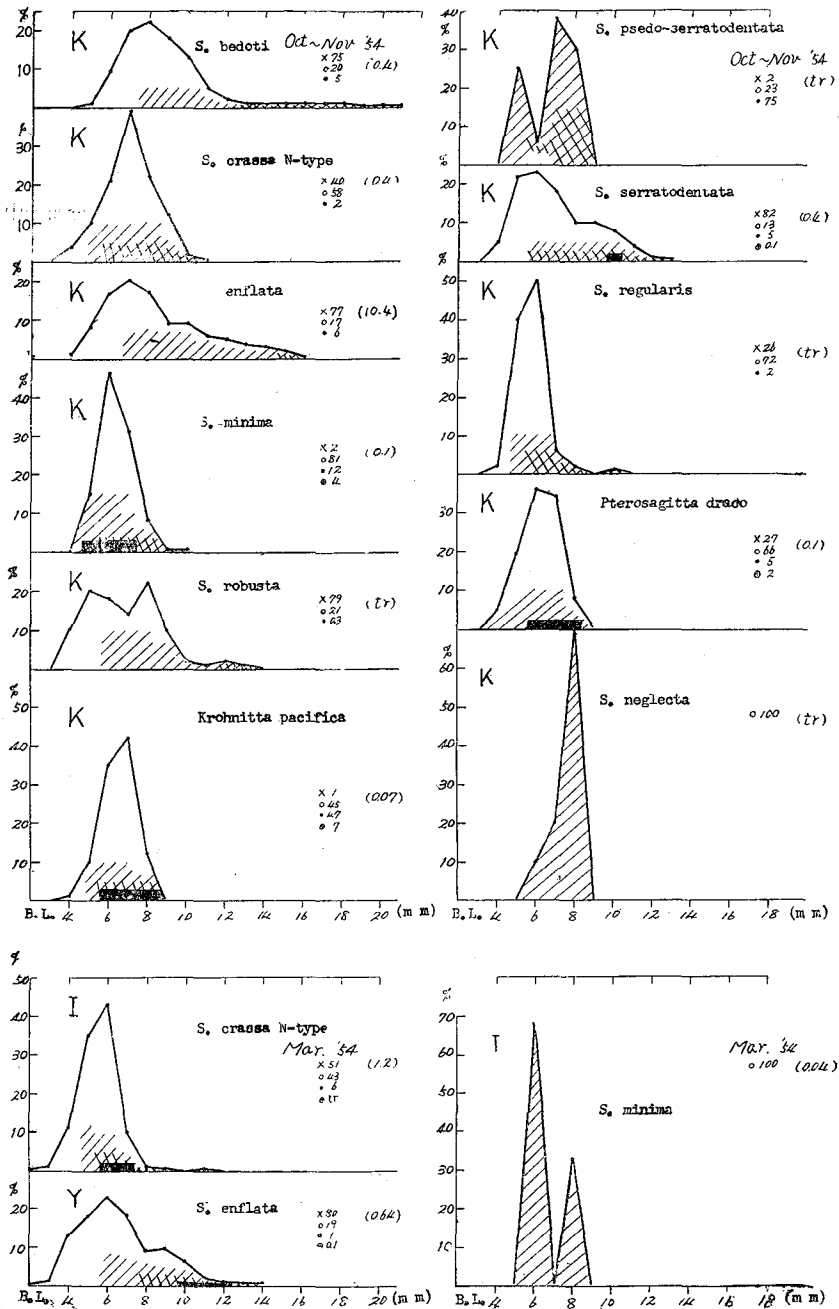


Fig. 12 Size distributions and maturities of Chaetognaths in Kii Suidō (K. Oct. ~Nov. '54), Izumi Nada (I. Mar. '54) and Iyo Nada (Y. Nov. '55). note: figures denote % of maturity, Nos. in parentheses show No./m³, ◻, ×immature ◼, o mature ◻, • fully grown ◻, ○spawning

Chaetognatha の数量は *S. enf.* の増殖期に当たったため頗る多く最高は沼島南東沖で >30 尾/ m^3 を示す。出現種は *S. enf.*, *S. bed.*, *S. ser.*, (*pseudo-ser.* を含む) *S. rob.*, *S. min.*, *S. neg.*, *S. reg.*, *S. crassa* N-type, *Pt. draco*, *Kr. pac.* の 3 gen. 10 spp. 1 forma で *S. pseudo-ser.*, *S. neg.* を除く他は大部分の測点に, *S. enf.*, *S. crassa* N-type は全測点に出現する。Fig. 12 に各 sp. の体長分布及び成熟度を示す。

S. enf. は本海域で採集した Chaetognatha 総尾数の 91.5% を占め Chaetognatha の多い海域では本種が総量を支配し, 逆に総量の少ないところでは本種の総量に対する比率も少ない。即ち鳴門沖・吉野川口沖及び小松島の低温・低塩分海域は本種の増殖に不適で, ために Chaetognatha 総量も少く種別の組成比は *S. crassa* N-type が最高である。排卵直前の個体は見られなかったが, 一般に外洋侵入水系内には数量及び成熟個体比率が共に大きい。*S. crassa* N-type は総尾数の 2.6% で全測点に出現するが分布の中心は吉野川・紀伊川口沖及び小松島湾で, *S. enf.* と完全に相互排除の分布を示す。Fig. 13 に両種の測点毎の m^3 当

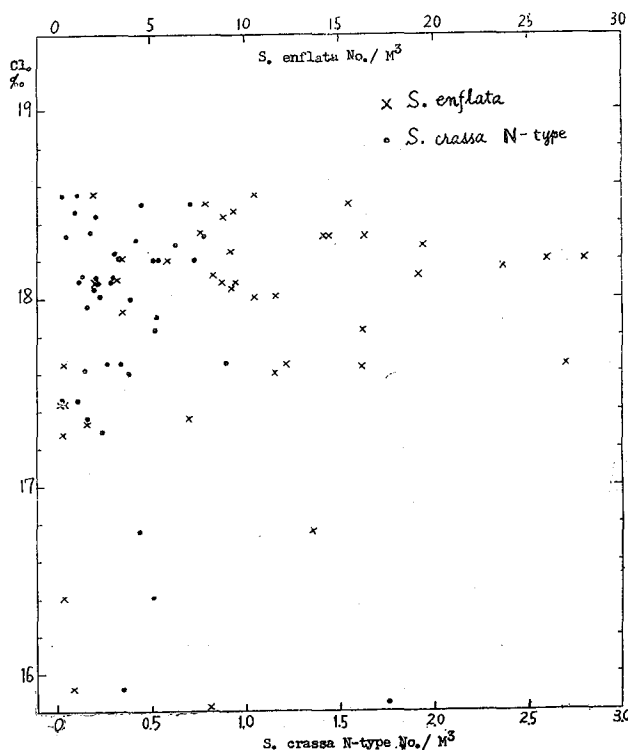


Fig. 13 Relations between chlorinities and the numbers of *S. enflata* and *S. crassa* N-type per m^3 in Kii-Suidō, Oct. ~Nov. '54.

りの尾数と塩素量との関係を示すが *S. enf.* が右上りの配置であるのに対し, N-type は対照的に左上りである。両種の棲み分けにとって塩分が重要な意義をもっていることが認められる。N-type の増殖の中心は尾数の多いこと, 体長組成が短小部に偏り完熟個体の比率も大きいこと等から考えて西部で小松島湾・橘湾, 東部で和歌浦湾と思われる。

S. bed. は総尾数の 2.3% を占め, 中央部及び伊島～日の御崎の線で比率が大きく ($>5\%$)。出現の中心は沼島南東沖である。増殖の中心域は高塩分海域内にある。*S. ser.* は総尾数の 1.9% で西部低塩分海域沿岸 ($Cl < 17.5\%$) には出現せず分布の中心は田倉崎南方の K 3 と沼島南東沖で, 特に K 3 は m^3 当り 4 尾で飛

び抜けて多い。完熟個体は友ヶ島水道に多く湯浅湾口では排卵直前個体1尾を採集した。 *f. pseudo-ser.* は K3 で12尾の他 K22, 23, 35, 44 で1~3尾ずつ採集された。 *S. min.* は総尾数の0.7%で *S. ser.* と似た分布を示し、吉野川口沖の低塩分海域には出現しない。友ヶ島水道・日の御崎沖の高塩分海域に多く塩分との相関は著しい。伊島~日の御崎には排卵直前個体が多く(各測点毎に総数の10~30%)、この海域が本種の増殖の中心と考えられる。Fig. 14に *S. bed.*, *S. ser.*, *S. min.* の測点毎の m^3 当りの尾数と塩素量との関係を示す。 < 18% では *S. min.* が最も尾数が少なく本種の棲息海域としては高塩分海域が適当であることを示してをり、これに対し *S. bed.* は17.6%でもかなりの尾数を示しこの程度の塩分にも適性を有していることがわかる。 *S. ser.* は両者の中間の性質を示しているが適塩素量は矢張り > 18% と思われる。

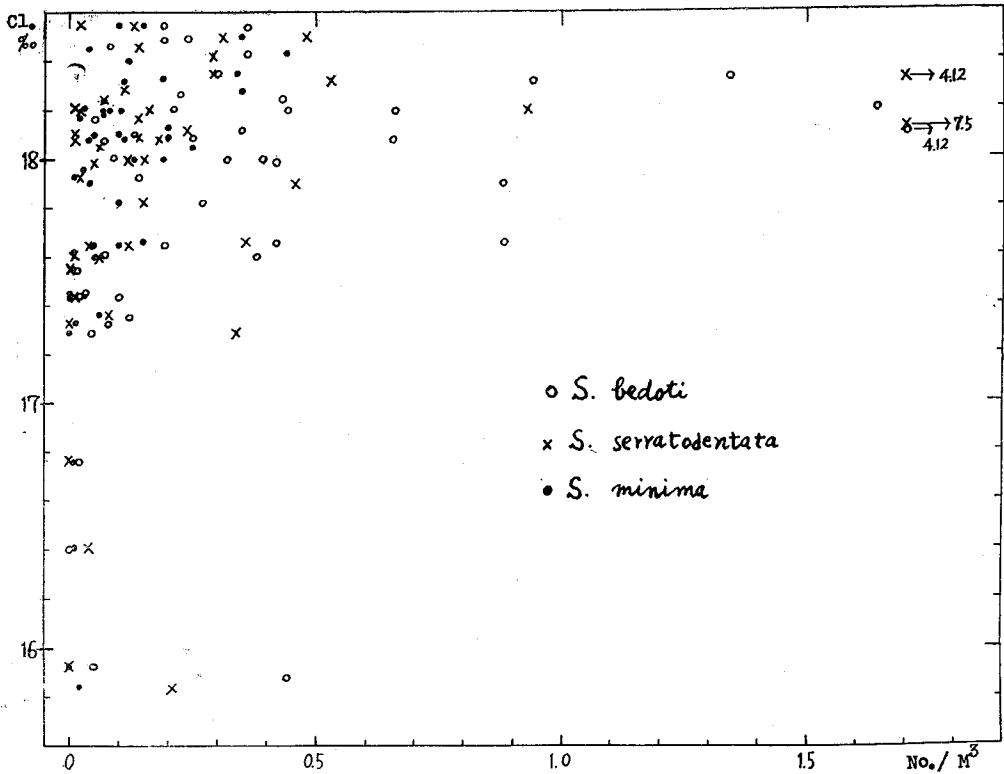


Fig. 14 Relations between chlorinities and the numbers of *S. bedoti*, *S. serratodentata* and *S. minima* per m^3 in Kii Suidō, Oct. ~Nov. '54.

Pt. draco は総尾数の0.6%で分布の中心は中央部東側で田倉崎・蒲生田崎沖にも多い。低塩分海域には現われない。*Kr. pac.* は総尾数の0.3%、他の外洋性種の分布と異り中心は中央部 K34~36 にあり測点毎の m^3 当りの尾数で > 0.1 の海域は沼島南東沖・田倉崎南方及び中央部海域となっている。この内中央部の西側は Cl. = 17.5~18.0% であり本種は外洋性種としては低塩分性種であると考えられる。北西部の低塩分海域と淡路島東端~宮ヶ崎には出現しない。排卵直前個体は7%で各種類を通じての最高を示す。湯浅湾沖の K36 が棲息の中心と思われる。Fig. 15 に *Pt. draco*, *Kr. pac.* の測点毎の m^3 当りの尾数と塩素量との関係を示す。前図の *S. min.*, *S. ser.* が Cl. = 18.0% を境に急激するのに対し、両種共 17.6% 位までは尾数に大きな変化がなく且つ *S. bed.* の如く > 18.0% で急増することもなく、17.6~18.6% の間では同様の尾数で、外洋性種としてはやや低塩分に対する適応が強いことを示している。両種の間では *Kr. pac.* の方がやや低塩分

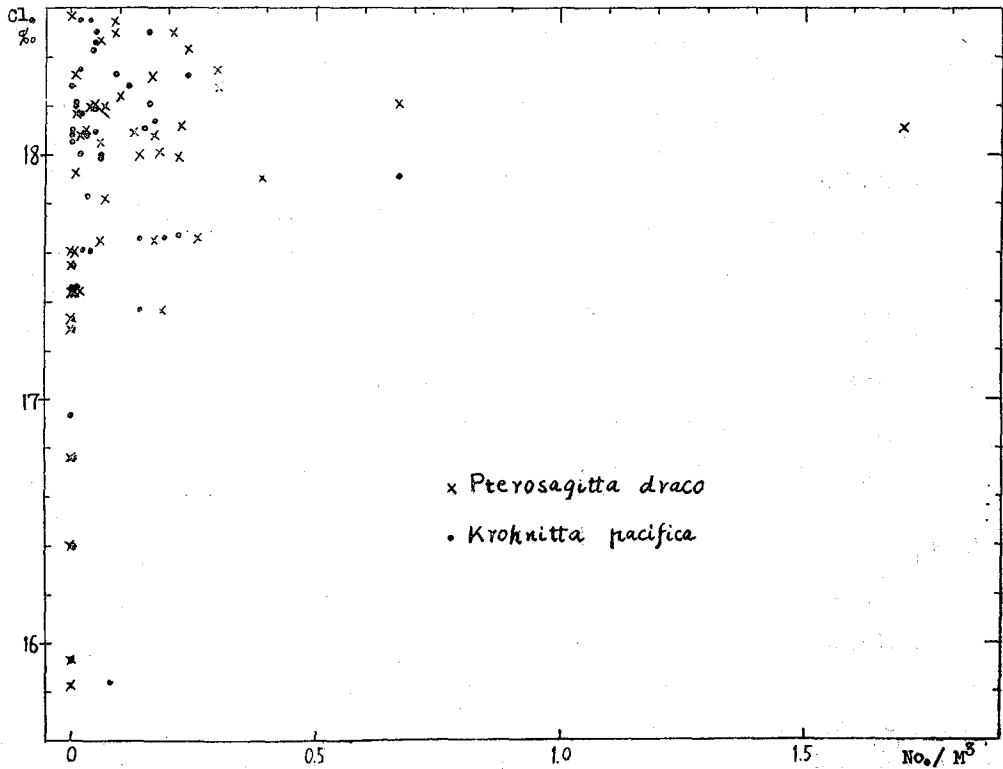


Fig. 15 Relations between chlorinities and the numbers of *Pt. draco* and *Kr. pacifica* per m^3 in Kii Suidō, Oct. ~Nov. '54.

性であることが認められる。

S. rob. は総尾数の0.2%, 分布の中心は田倉崎南方及び中央部海域で北西部低塩分海域と淡路島南東沖には出現しない。完熟個体は殆んどない。*S. reg.* は総尾数の0.2%, 高塩分海域のみに出現し分布の中心は調査海域の南東部, ごく少数の完熟個体が南部に出現。*S. neg.* は全採集尾数が7尾にすぎず中央部の5測点に散出したのみ。すべて成熟個体であった。

(2) 和歌山県調査(使用 net の網目の大きさによる組成の差)

1954年6月の和歌山水試の採集は㊤, ㊦, ㊧(網目一辺の長はそれぞれ480, 100, 330 μ) 3種の net を併用しているので net による採集物の差を検討する。

㊤と㊦ net による採集はWK 7で同時に行われ前者は30mまでの垂直曳網で0尾, 後者は50mまでの垂直曳網で *S. crassa* N-type 1尾 (0.4尾/ m^3) 体長5 m. m. の未熟個体をえている。

㊦と㊧ net はWK 3, 4で, いずれも50m垂直曳網で両者の採集物の共通種についてみると Table. 8の如き差がみられる。即ち採集尾数の差は明らかでないが体長組成には明瞭な差がみられ, ㊦ net は ㊧ net に比して大型部を欠き採集物の成熟度も ㊧ net の方が遙かに成熟個体の比率が大きい。上記の他 ㊦ net でのみ採集しえた種類はWK 4で *S. reg.* 1尾(6 m. m. 未熟)に対し ㊧ net では *S. min.* がWK 3で1尾(6 m. m. 成熟), WK 4で19尾(4~8 m. m. 未熟47%, 成熟11%, 完熟42%), *S. ser.* がWK 4で1尾(12 m. m. 完熟)と *Pt. draco* がWK 4で1尾(5 m. m. 未熟)となっている。

例数の少ない ㊦ net と ㊧ net とでは明瞭な差が見られぬが例数の多い ㊦ net と ㊧ net とでみると上記のように採集時刻・方法が同じでも網目の大きさにより採集物の種類, 体長・熟度組成には明らかな差が

Table. 8 The comparison of Chaetognaths sampled by ㊦ & ㊧ nets in Kii Suidō, June 1954.

		㊦ net Filtered water volume 2.3m ³			㊧ net Filtered water volume 8.0m ³		
		Number	B. L.	Maturity	Number	B. L.	Maturity
WK 3	No. /m ³	12.6			24.0		
	<i>S. bedoti</i>	8	4~7m. m.	immature 100%	189	3~21m. m.	immature 79% (3~9m. m.) mature 21% (6~21m. m.)
	<i>S. crassa</i> N-type	19	3~7m. m.	immature 95% (3~7m. m.) mature 5% (7m. m.)	1	6m. m.	immature 100%
WK 4	No. /m ³	13.4			12.5		
	<i>S. bedoti</i>	21	5~14m. m.	immature 53% (5~6m. m.) mature 47% (7~14m. m.)	68	5~18m. m.	immature 37% (5~8m. m.) mature 63% (7~18m. m.)
	<i>S. crassa</i> N-type	9	4~5m. m.	immature 100%	5	5~8m. m.	immature 20% (5m. m.) mature 80% (6~8m. m.)

認められ、Chaetognatha の採集可能な範囲内では網目の大きい net は濾過能率がよいため種類数、長大部の個体数従って成熟個体数が多い。但し短小部を逃すために棲息する Chaetognatha の体長組成の如何により数量的には一概にどちらが多いとはいえない。

第二項・和 泉 灘

1954年3月25, 26日, 兵庫水試の採集物に。㊦ net は10m垂直曳, ㊧ net は30mまで垂直曳及び5分間水平曳。Fig. 16に測点及び㊦ net の, Fig. 17に㊧ net のm³当りの採集尾数を, Fig. 18に㊦ net の, Fig. 19に㊧ net の類出した *S. crassa* I, N-types の出現比率を示す。海況は村上 ('58) に示す如く①北東部低塩分 ②大阪湾低温 ②' 同温暖 ③中央部侵入 ④南部流下 ④' 同沿岸の6水塊を区分しうる。Fig. 20に各水塊の配置を模式的に示す。

Chaetognatha 採集尾数のm³当りの総平均は㊦ net の11.5尾に対し㊧ net では0.8尾に過ぎない。また㊧ net の表面曳は30mまでの垂直曳に比べて16分の1量しか採集してなく、且つ垂直曳で採集尾数の少ない測点では表面曳で尾数が0となることが多い。即ち調査時刻の9~16時の如き日中の表層には棲息するChaetognatha の内極めて小部分しか存在しなかったことがわかる。

出現種は *S. bed.*, *S. min.*, *S. crassa* N, I, C-types で前2者はごく少数が、C-type は南部で散発したにすぎない。Fig. 12の下段に *S. min.*, N-type の体長・熟変組成を示す。N, I-types は全域に出るがやや N-type の方が多い。N-type は③, ④水塊内に分布の中心をもち一般に南部に大型個体が多い。大阪湾奥及び明石瀬戸南東部では>7m. m. の大型個体の、淡路島北部沿岸では3~7m. m. の小型個体の濃密群が存在しており、網目の大きさの異なる㊦, ㊧ 両種 net の採集結果を比較すると本種の数量分布に大きな差がみられる。

S. bed. は②, ②', ③, ④の各水塊内に存在し計8尾で、いずれも成熟個体で④水塊内のは体長21m. m. に達する。*S. min.* は②', ③の各水塊内に計6尾で出現状況は友ヶ島水道・明石海峡を来往する外部侵入水塊の影響範囲を指標していると考えられる。*S. crassa* C-type は③, ④' 水塊内に13~15m. m. の成熟個体3尾が出現。I-type は①以外の水塊内に出現し体長のmax. は20m. m., すべて成熟個体でこの内やや完

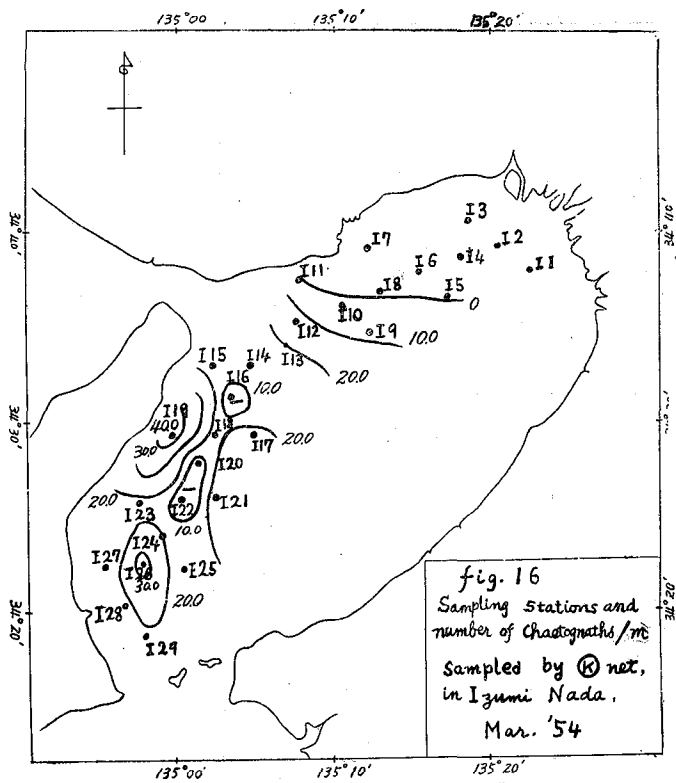


fig. 16
Sampling Stations and
number of Chaetognaths/m³
Sampled by ⊗ net,
in Izumi Nada,
Mar. '54

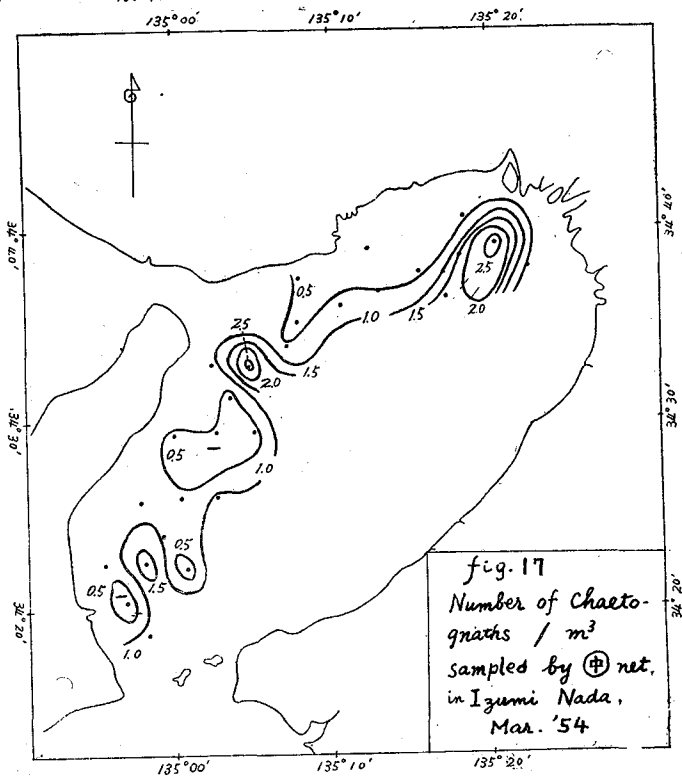
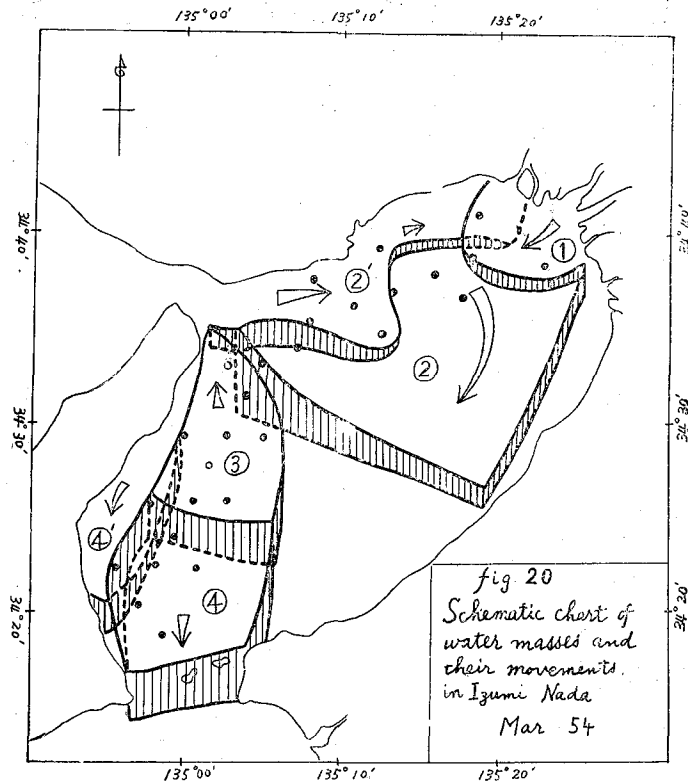


fig. 17
Number of Chaeto-
gnaths / m³
sampled by ⊕ net,
in Izumi Nada,
Mar. '54



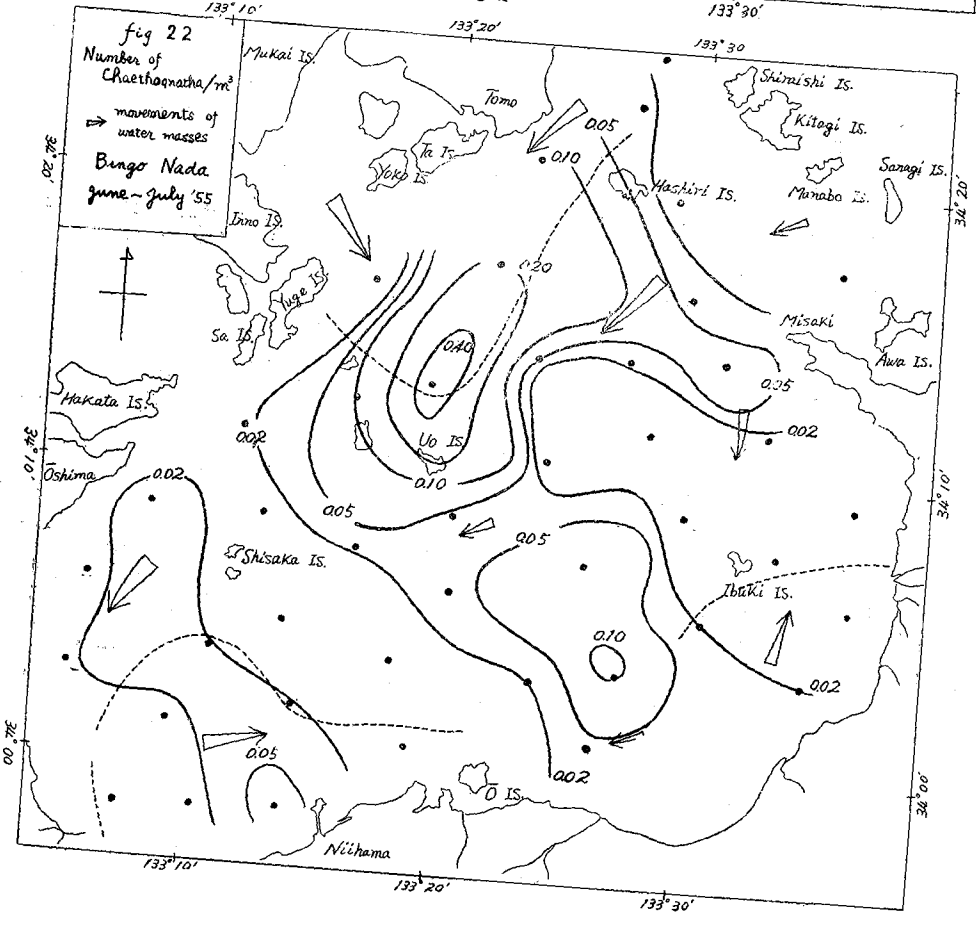
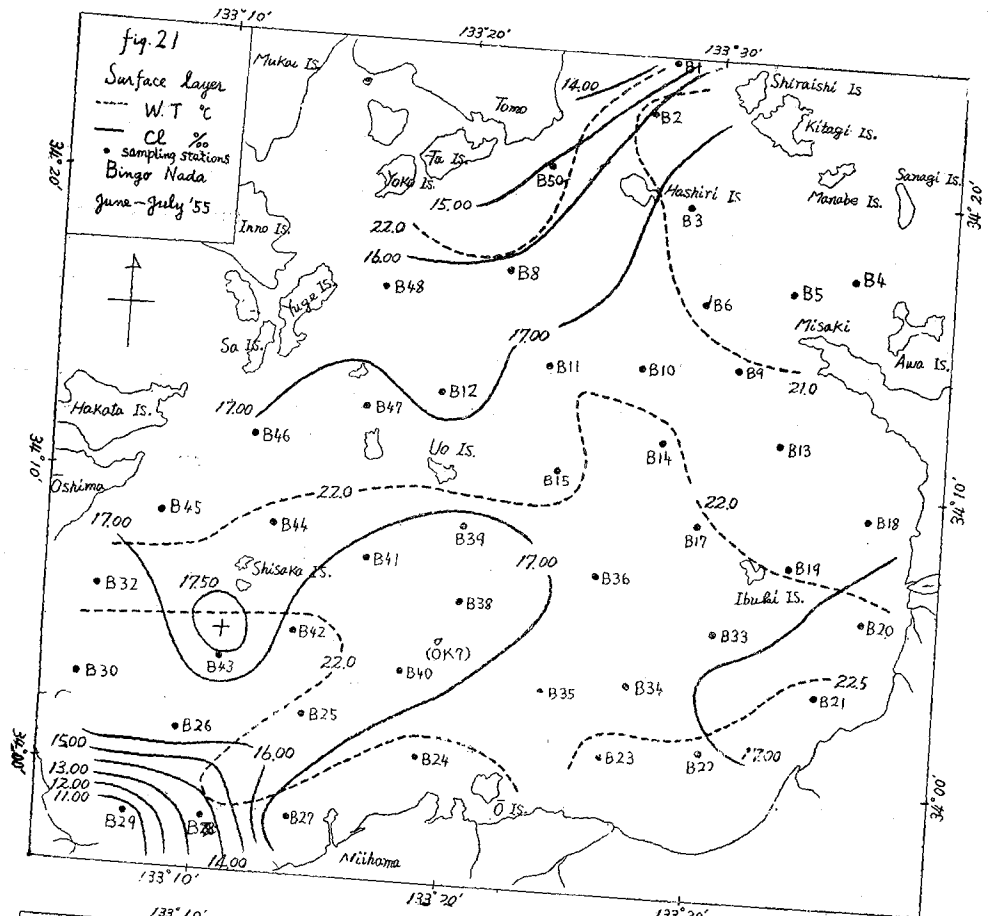
熟個体の方が多く、I 28では排卵直前個体 (12m. m.) が1尾出現した。

第三項・備 後 灘

1955年6月28日～7月1日、京大の採集物による。使用 net ㊦、2～3分の表面水平曳 (B 1のみ垂直曳) 濾過水量の算出に当っては2分間曳網は曳網距離44m、濾過水量 35m³ : 3分間曳網は74m、58m³として計算した。

Fig. 21に測点及びに表層水温・塩素量を、Fig. 22に Chaetognatha のm³当りの尾数の分布及び水塊流動を示す。調査海域は大部分水深20m前後で西南部来島海峡東口に30～50mの海域がある。本海区は瀬戸内海の中央部に当り東西両水系の離合するところで、ために季節及び潮時に伴う水塊の移動が烈しく且つ不定で、海況因子の測定結果を解釈するに当って水塊流動の状態を十分考慮する必要がある。北部笠岡湾口附近は特に東西両水系の動きの複雑な海域で筆者が先に豊後水道系水系が支配すると考えた海域である。(村上'54) 内海潮流図 (水路部'29) により観測時における各点の水の動きを考察すると Fig. 22に矢印で示した流向の如く北部は笠岡湾方面から、北西部は三原瀬戸方面から、南西部は来島海峡から移動しつつある水塊があり、南東部に北流、その北部に南流の海域がある他はすべて南西流 (来島海峡に向う) である。

海況因子の分布からみて、北東部、北部の透明度<7m、0～5m層の Cl. <17%の水塊は本洲沿岸からくる低塩分水でこの海域は底層も Cl. =17.4%で他より0.2%低い。南西部沿岸の東流海域には透明度<5m、表層 Cl. =10～16%の低塩分水があるが5m層以深の塩分は他と変わらず陸水の流入によるものと考えられる。南東部沿岸の北流海域は透明度8.5m表層 Cl. =16～17%で矢張り陸水の影響とみるべく、恐らく南西部の表層低塩分水塊の連続と思われる。その他の海域はすべて来島海峡に向う透明度8～11m Cl. =17.0～17.5%、表面水温 21～22°Cの同一水塊と考えられる。灘中央部の停滞個所の深層には6月下旬でもなお且つ12～15°Cの冷水域が存在している。



Chaetognatha は非常に貧弱で種類は *S. crassa* N-type のみで、半数の測点で採集尾数0であった。分布の中心は北西部の本州沿岸からの水塊内にあり、魚島北方のB12が0.5尾/m³で max. である。この水塊内の N-type は体長4~8 m. m., mode 6 m. m., 9割まで成熟個体で、他の測点では数量は約半分、体長は1 m. m. 短く成熟個体が7割となっている。

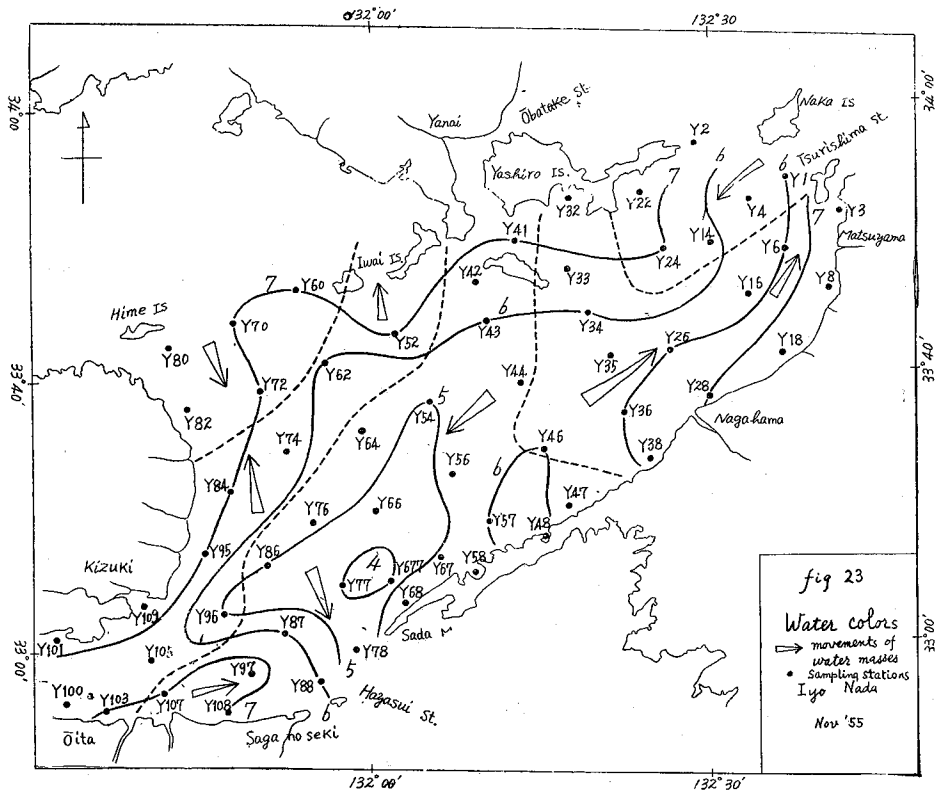
同年6月4日に岡山水試がOK1 (B3・B8の中間), OK7 (B38・B40の中間)の两点で採集しているが共に Chaetognatha は出現していない。

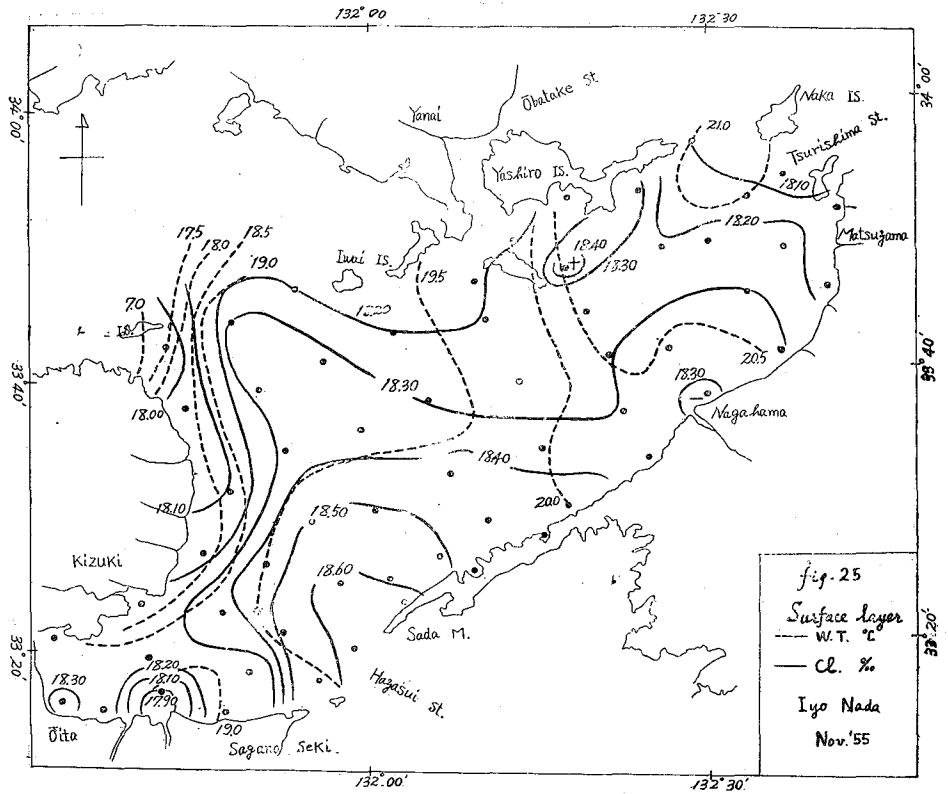
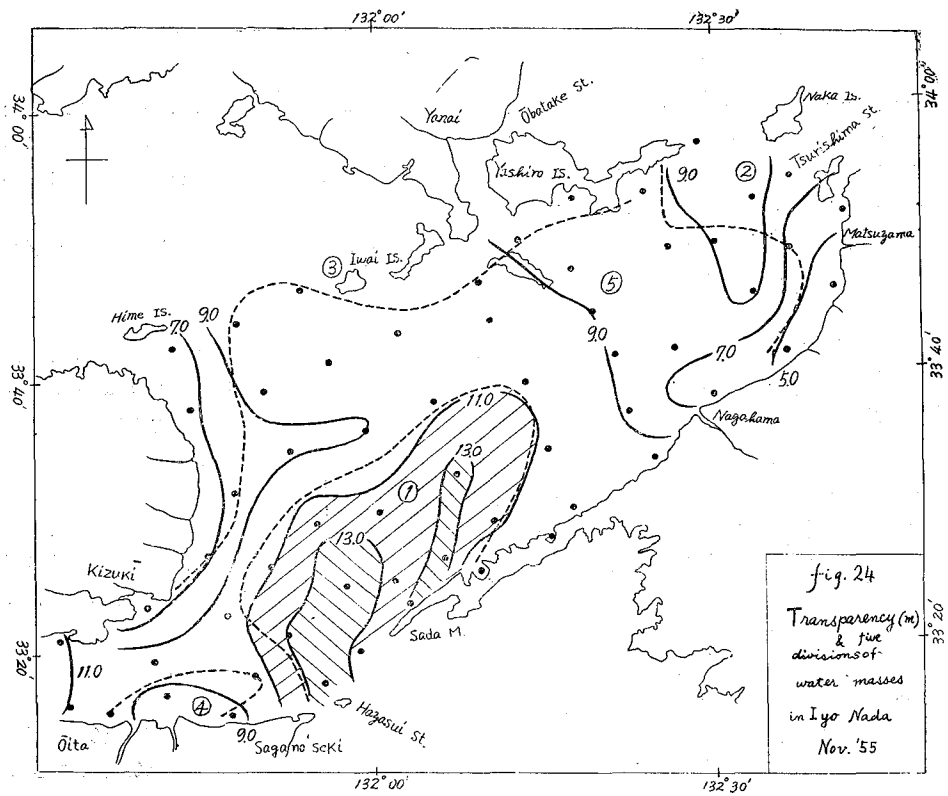
第四項・伊予灘

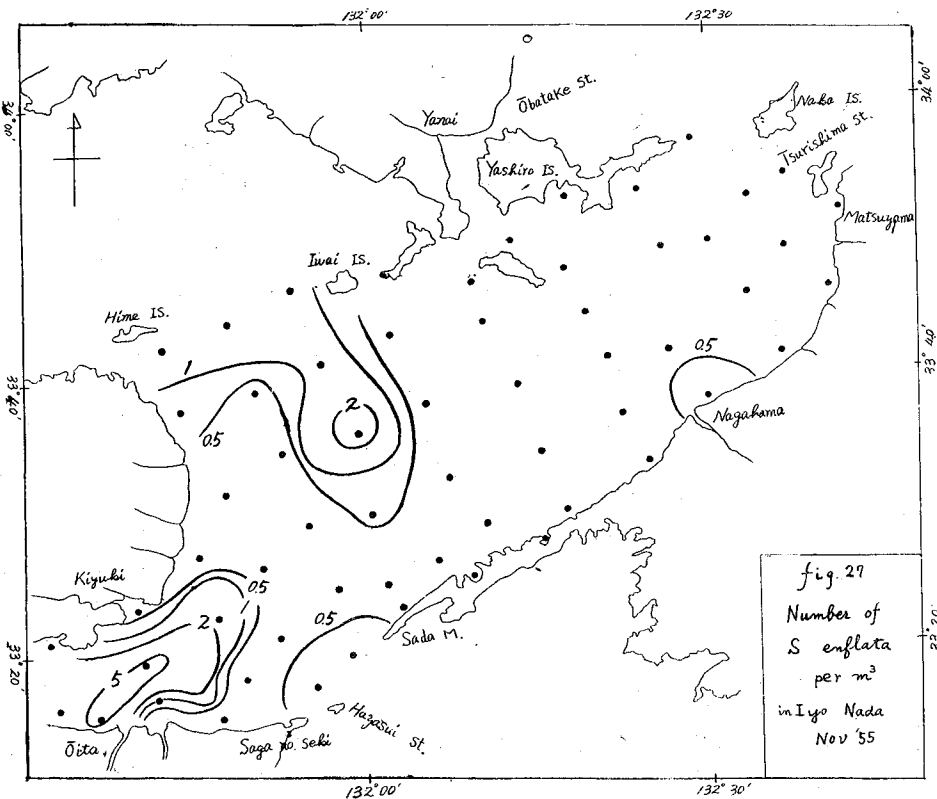
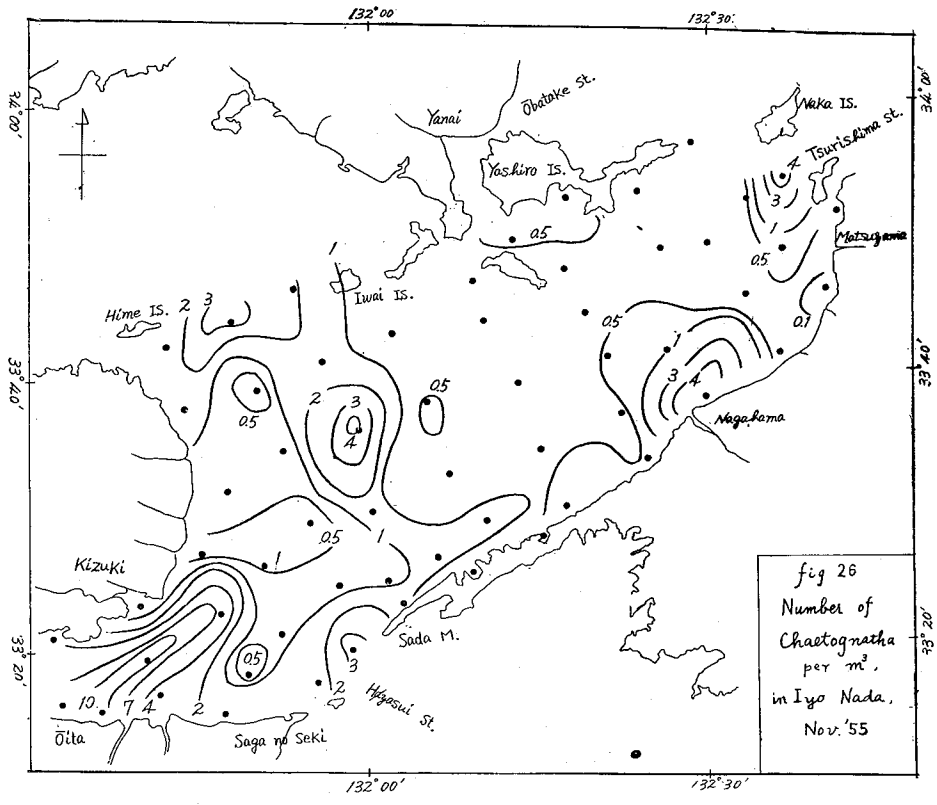
1955年11月1~14日京大の採集物による。使用 net ⑥, 5分間表面水平曳, 濾水量は濾水計による。Fig. 23に測点及び水色, Fig. 24に透明度, Fig. 25に表層水温・塩素量 Fig. 26に Chaetognatha のm³当りの採集尾数の分布図を示す。豊後水道系の水系の支配下にあり、調査時の水系の動きは Fig. 23 の矢印に示す如く北東部では安芸灘からの南西流海域とその南部に北東流海域があり、北西部では周防灘に接する部分は南流、その南方は北流し残りの中央部の海域は大体において速吸瀬戸に向かって流れていた。

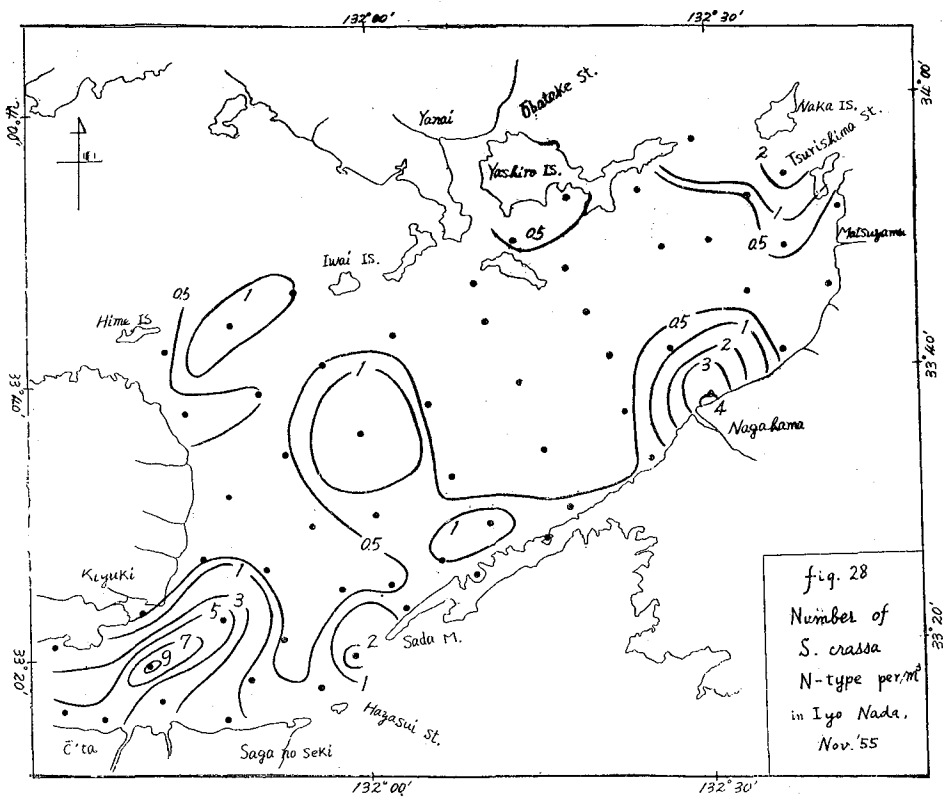
海況因子の分布をみると一般に垂直混合がよく発達し測点毎の水温・塩素量の垂直分布は殆んど不変で、上下を通じ一樣の水が各海域に割拠している。勿論観測時刻により潮相に差があるため各種の水塊が同一潮相の行動をとっているわけではないが、諸因子の構成状況より次の5つに区分しうると考えられる。この区分を最も端的に表わしているのは水色・透明度及び表面塩素量の分布である。

- ① 豊後水道高塩分水塊・速吸瀬戸より北東, 水色4~6, 透明度11~15m, 水温19~20°C, 塩素量18.4~18.6%, 流下
- ② 安芸灘水塊……釣島・クダコ水道西方, 6~8, 5~9m, 20.5~21.0°C, 18.1~18.2%, 流下
- ③ 周防灘低塩分水塊……本州・国東半島沿岸, 7, 6~10m, 18~20°C, 18.0~18.2%, 東部は北流, 西部









は南流

- ④ 別府湾低塩分水塊……湾南部川口沖合上層, 7, 9 m, 18~19°C, 18.0~18.2%, 東流
- ⑤ 伊予灘水塊……①~④以外のもの, 5~7, 9~10m, 19~20°C, 18.2~18.4%. 流向区々

これらの区分は Fig. 24 に点線で示す。

Chaetognatha 数量は全測点平均1.7尾/m³, 種類は *S. enf.* (37%), *S. crassa* N-type (63%) の他 *S. min.* (4尾), *S. bed.* (2尾) の4種である。Fig. 27に *S. enf.* の, Fig. 28に N-type のm³当りの尾数分布を示す。*S. enf.* は殆んどすべての測点に出現し別府湾及び周防灘との境界部に多い。Fig. 12下段に体長・熱度組示す。一般に個体数の少ない海域には>10m. m. の個体は出現しなかった。*S. crassa* N-type も殆んどすべての測点に出現し, 別府湾・佐田岬沖・長浜沖・釣島水道南口には尾数・比率共に多い。水塊としては②, ④に多く①, ⑤に少ない。*S. enf.* と比較すると別府湾は両種共多く特に湾の長軸部分が分布の中心をなしている。②水塊内には *S. enf.* が極めて少なく N-type が多い。全般的にみて N-type の多いところは川口沖合等の低塩分海域である場合が多い。

S. bed. は別府湾中央に2尾の体長14~15m. m. の成熟個体が出現した。*S. min.* はY47に2尾, 速吸瀬戸に1尾, 別府湾に1尾のいずれも6~8m. m. の成熟個体が出現した。本種の出現盛期は春~夏と考えられており今回の出現はごく少数に過ぎないから, この出現状況を以て高塩分水塊の指標としたり本種の出現限界を論じたりすることは出来ないが, 出現したのは①, ⑤の高塩分水塊であった。

以上を通覧すると別府湾中央部が種類・数量共最も多くこの季節の伊予灘の Chaetognatha 分布の中心をなしており, 周防灘の境界部・長浜川口沖及び②水塊の低塩分海域は N-type が多くて *S. enf.* が少なく, ⑥水塊は全般的に Chaetognatha が少なく, ①水塊は数量は少ないが *S. enf.*, *S. min.* 等の出現で特長づけられる, 等のことがいえる。

第四章 各種類の生態

第1節 総論

㊦ net 採集物を主として、体長・熟度の測定値に基づき、出現した14spp. の生態を考察する。種類により出現頻度に差があり採集尾数も1~2尾というものもあるので純外洋性種の如く極端に頻度や尾数の少ないものについては生態を論ずることが出来ない。純外洋性種以外のものは出現海域により生態を異にすることが考えられ、また *S. crassa* は、3 types それぞれの生態とこれの一つとしてみたときの双方を考える必要があるが第1部の data では測点が C-type の主産地である内湾海域に少ないため、詳しくは第2部にゆずる。

Table. 9 に種類毎に調査全期間にわたって各月平均した出現頻度(出現測点数/採集測点数, $\times 100\%$)と m^3 当りの尾数を示す。これは築磯調査を除く㊦ net 採集のすべて(総数20,155尾)によるものである。純外洋性種以外は全域についてと共に外部(TK, WK, EH 4~9)内部(OK, HS, FK, YG 3)及び中間(上記以外の測点)の3区にわけたものを掲げ、*S. crassa* は N, I, C 3 types 毎の外に、この3者を併せたものにつき各月毎の年間合計に対する出現頻度比、 m^3 当りの尾数、各月毎の3 types の比率をも併記した。

Fig. 29_{1~7} に各種類の月別・海域別体長組成と成熟度を示す。図中の数字は下記4種の成熟度の各個体数の比率を示す。

未熟個体……×印(グラフ中では白地)
成熟個体……○印(" 斜線)……卵粒を認め出してから
完熟個体……●印(" 交斜線)……大粒卵粒を認めるもの
排卵直前個体……⊕印(" 黒地)……輸卵管内に卵粒の入ったもの
各海区毎の各種類の最大体長、成熟・完熟下限体長は図示する如くである。

Table. 10 に各種 net の採集例により各種類の出現したときの水温・塩素量の範囲を示す。(採尾尾数のごく少ないもの、飛び離れた値及び例外的な出現の場合は除外した。)本表から①純外洋性種の出現塩素量下限は17.5%位、*S. enf.* は *S. bed.*, *S. min.* に比してやや下限が低く、*S. crassa* は更に低いこと、②純外洋性で低温期にも出現するものは *S. reg.*, *S. ser.*, *S. neg.*, *Pt. draco* でその下限は10°C。*S. crassa* C-type の上限は13°C位で、一般に低温期には高塩分であるために塩素量下限は他の type に比べ1%程高くなっていること。③ *S. enf.*, *S. crassa* N-type が最も広温・広塩分性で、*S. bip.*, *S. rob.*, *Kr. pac.* は狭(高)温・狭(高)塩分性であること等が認められる。

採集の時期及び測点の分布にある程度の偏りがあるため、これらの結果が各種類の生態の全貌を示していると断定することは出来ないが、採集例の多い3, 6, 9, 12月を中心として各月の量・熟度の変化を追求して行けば各種類の生態の一半を、また特に例数の多い種類については外洋・内湾を通じての生態を把握することが出来よう。資料として㊦ net 以外の data も併用した。

第二節 各論

第一項 *S. enflata*

4~5月に中間区・内部区に出現していないにも拘らず6~9月に体長<5 mm. の幼体が可成の比率で現われるから、少なくとも4~8月に掛けて内海に接する黒潮海域で産卵が行われていることが推定される。図示しなかったが最大体長は'56年9, 12月に紀伊水道南西部でえた28m. m. であった。^{※10)}

Fig. 30に卵巣・貯精囊の発育状態を模式的に示す。stage I は未熟の終り~成熟の初め、stage II は発達しつつある状態て成熟の中期にあたる。いずれも'56年12月TK5, 6で採集したものである。

(PL. 1)に排卵直前状態の体後半部を示す。'55年11月10日EH9で採集したもので体長12.6m. m. 卵巣長1.3

※10) 前報の本種の黒潮流域での出現記録によれば、5月に潮岬・大王崎沖・東京湾口で少量の出現が記録されている。また時岡('55)によれば5月下旬ビキニ島北方で相当量の *S. enf.* を採集している。

Table. 9 Monthly average of the occurring frequencies(number of occurred stations/number of the Seto Inland Sea, 1953~'57. (by ⑩ net)

Month	<i>S. enflata</i>				<i>S. bedoti</i>				<i>S. minima</i>													
	all area	outer	middle	inner	all	out.	mid.	in.	all	out.	mid.	in.										
1	33	0.9	0	0	31	1.1	37	0.7	0	0	0	0	4	0.7	0	0	6	0.7	0	0		
2	7	0.5	0	0	0	0	18	0.5	0	0	0	0	0	3	2.7	0	0	5	2.7	0	0	
3	11	0.3	36	0.2	2	0.4	0	0	50	0.5	43	0.6	5	0.3	9	0.5	26	0.5	2	0.2	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0.7	0	0	20	0.7	5	0.3	0	0	0	0	8	0.3
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	10	0.6	41	0.6	2	0.5	0	0	20	3.7	59	1.9	15	7.5	12	0.7	32	0.3	11	1.4	0	0
7	9	0.5	0	0	14	0.5	0	0	13	10.3	100	18.8	25	6.0	4	0.9	0	0	7	0.9	0	0
8	19	2.1	0	0	23	2.1	0	0	4	0.7	0	0	5	0.7	0	0	0	0	0	0	0	0
9	61	7.8	100	11.4	57	6.2	32	1.6	21	1.0	37	1.0	20	1.3	96	0.4	17	0.5	12	0.4	0	0
10	65	3.5	0	0	40	2.1	100	4.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	70	11.8	0	0	70	19.0	78	4.5	5	0.2	0	0	10	0.2	5	0.6	0	0	10	0.6	0	0
12	72	10.2	88	15.8	78	10.1	42	5.9	24	1.0	55	1.0	19	1.0	5	0.8	18	0.8	0	0	0	0
Average sampled number	30	3.1	22	2.3	26	3.5	26	1.5	12	1.5	24	1.9	10	1.5	12	0.6	8	0.2	4	0.6	0.1	0.02
		7662								1136						175						

Month	<i>S. crassa</i> N-type				<i>S. crassa</i> I-type				<i>S. crassa</i> C-type													
	all	out.	mid.	in.	all	out.	mid.	in.	all	mid.	in.											
1	75	3.6	0	0	75	4.6	75	1.7	0	0	0	0	0									
2	87	4.8	0	0	95	2.0	73	4.5	47	1.8	0	0	58	2.0	27	0.8			(43	7.5)	5	0.4
3	83	2.5	83	3.5	93	2.4	74	1.6	55	4.6	38	5.0	80	5.0	39	3.3	29	0.6	18	0.7		
4	77	10.8	0	0	100	15.6	58	5.9	18	2.8	0	0	20	3.7	17	1.8						
5	54	5.5	0	0	67	6.9	43	3.7	0	0	0	0	0	0	0	0						
6	69	6.2	55	3.1	76	8.6	70	3.6	2	1.4	0	0	4	1.4	0	0						
7	87	9.8	100	0.4	79	15.1	100	3.8	0	0	0	0	0	0	0	0						
8	96	34.0	0	0	96	40.2	100	2.1	0	0	0	0	0	0	0	0						
9	84	9.5	70	5.0	92	12.5	74	6.1	3	0.7	0	0	6	0.7	0	0						
10	47	6.2	0	0	40	7.0	57	5.4	0	0	0	0	0	0	0	0						
11	80	6.6	0	0	80	10.9	89	2.3	0	0	0	0	0	0	0	0						
12	71	4.2	36	1.4	72	4.6	87	4.9	6	2.0	0	0	2	3.5	13	0.5						
Average sampled number	76	8.6	29	1.1	80	10.8	75	3.8	11	1.0	3	0.4	14	1.4	8	0.5	2	0.05	2	0.06	0.4	0.03
		9444								1302								27				

notes : outer...TK, WK, EH4~9 inner...OK, HS, FK, YG 3 middle...the other stations
column of "crassa 3 types" % denote monthly/annual average of occurring frequencies
N, I, C denote % of each type to the sum of three types.

sampled stations × 100%) (left side), and the number of Chaetognatha per m³ (right side) in

<i>S. reg.</i>	<i>Kr. pac.</i>	<i>Pt. drac.</i>	<i>S. neg.</i>		<i>S. rob.</i>	<i>S. ser.</i>	<i>S. p-ser.</i>	<i>S. bip.</i>	<i>S. dec.</i>	<i>S. frx.</i>	<i>S. pul.</i>										
out.	out.	out.	out.	in.	out.	out.	out.	out.	out.	out.	out.										
7	0.1	5	0.2	3	0.6	7	0.9		2	0.3											
18	0.2	5	0.2	5	0.3	10	0.3	(5	0.1)	100	21.7										
53	0.8	10	0.2	27	0.4	17	0.4	7	0.2	23	0.2	3	0.7	20	0.4	3	0.2	3	0.3		
21	0.4	33	0.3	9	0.4	48	1.1	0.6	15	0.3	3	0.2									
8	0.1	1	0.03	6	0.1	1	0.1	2	0.1	7	0.2	tr	0.1	11	1.9	tr	tr	tr	tr	tr	tr
	39	7	52	7	11	162	11	116	2	1	1										

<i>S. crassa</i> three types														Number of times of net sampling			
all area			outer			middle			inner			inner	middle	outer	all area		
%	No./m ³	N I C	%	No./m ³	N I C	%	No./m ³	N I C	%	No./m ³	N I C						
7	3.6	100	0	0		7	4.6	100	7	1.7	100	8	16	0	24		
13	6.6	73 27	0	0		13	4.0	50 50	10	5.3	85 15	11	19	0	30		
16	8.7	29 53 18	30	8.5	41 59	17	8.1	29 62 9	12	5.3	30 62 8	39	55	42	136		
9	13.6	80 20	0	0		10	19.3	81 19	8	7.7	77 23	12	10	0	22		
5	5.5	100	0	0		6	6.9	100	4	3.7	100	7	6	0	13		
7	7.6	82 18	14	3.1	100	7	10.0	86 14	7	3.6	100	30	46	22	98		
8	9.8	100	26	0.4	100	7	15.1	100	10	3.8	100	8	14	1	23		
9	34.0	100	0	0		8	40.2	100	10	2.1	100	4	22	0	26		
8	10.2	94 6	20	5.0	100	8	13.2	95 5	7	6.1	100	34	51	30	115		
4	6.2	100	0	0		3	7.0	100	6	5.4	100	7	10	0	17		
8	6.6	100	0	0		7	10.9	100	9	2.3	100	9	10	1	20		
7	6.2	68 32	10	1.4	100	6	8.1	57 43	10	5.4	91 9	31	58	33	122		
	9.8	86 12 2	1.6	37	5 0	12.3	83	16 1	4.4	90	9 1						
	10,773																

Fig. 29 Monthly size and maturity compositions of each species of Chaetognaths in three regions in the Seto Inland Sea, 1953~'57.

note: the marks of maturity are the same as Fig. 12.

figures in parentheses denote No. /m³

abscissa: body length (m. m.)

ordinate: %

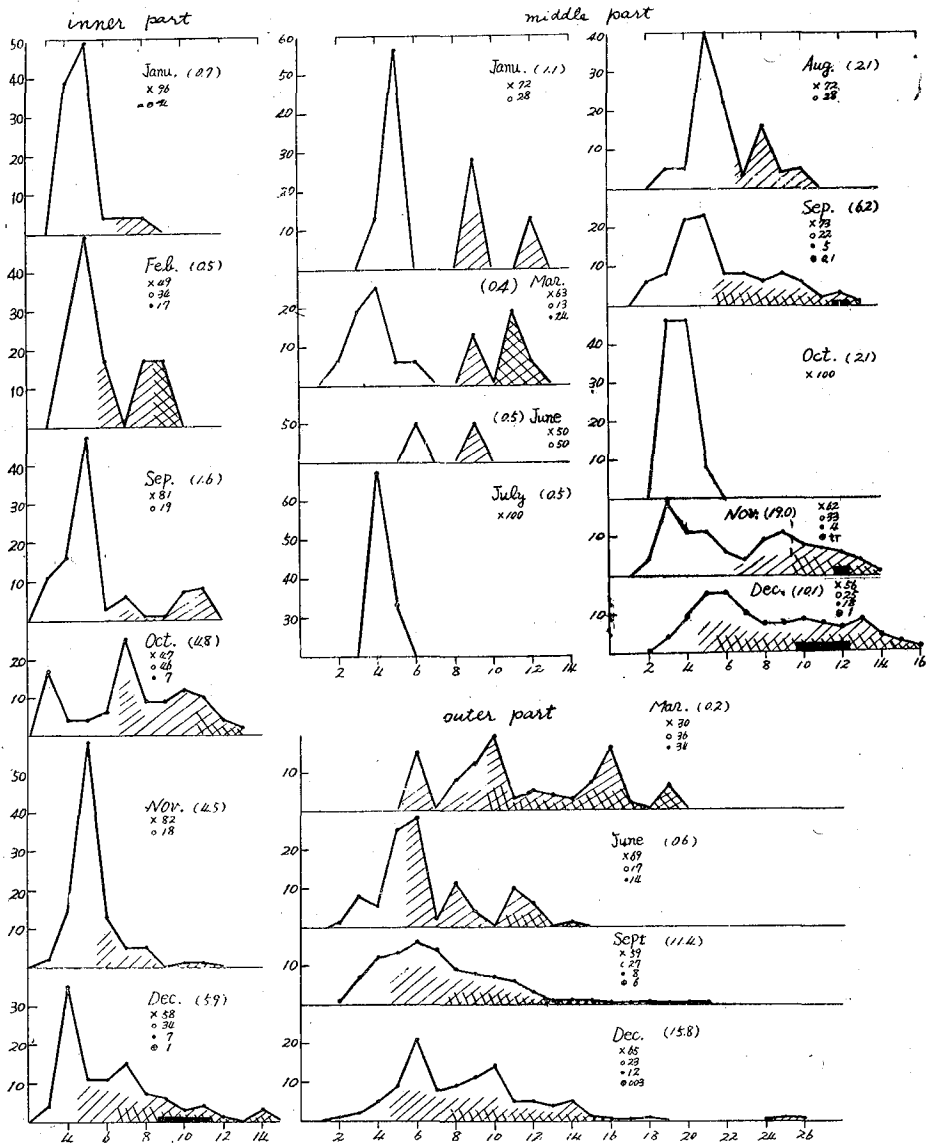


Fig. 29 — 1 *S. enflata*

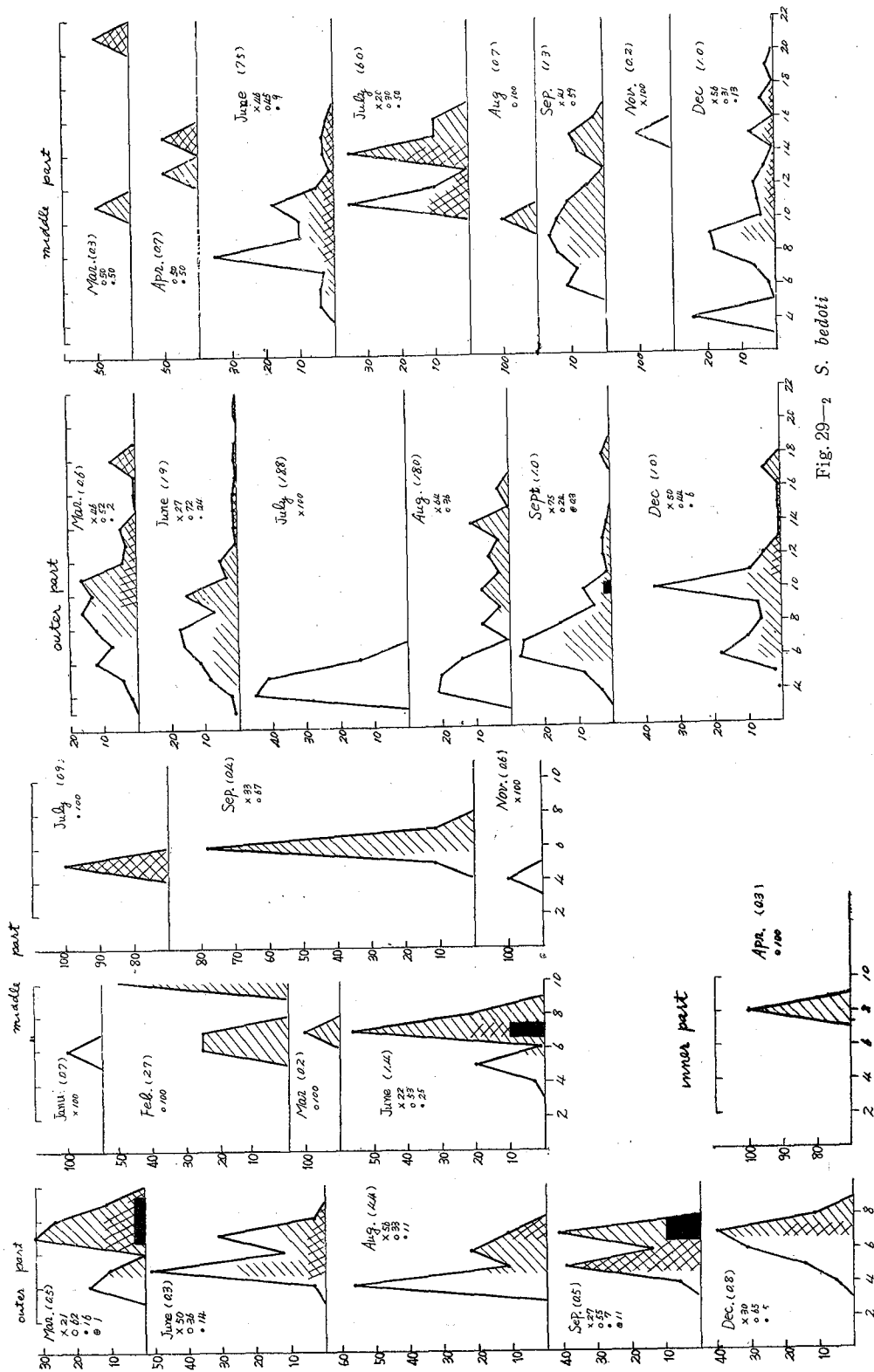


Fig. 29—2 S. bedoti

Fig. 29—3 S. minima

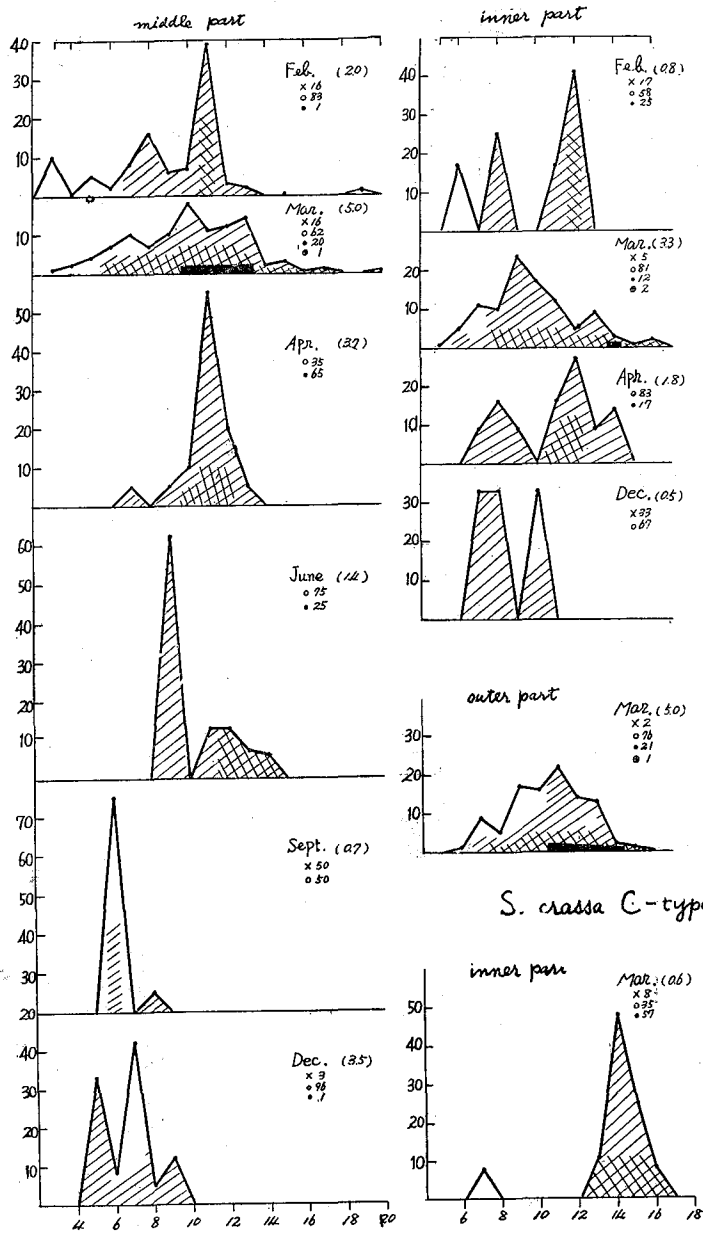


Fig. 29—4 S. crassa I-type (and C-type)

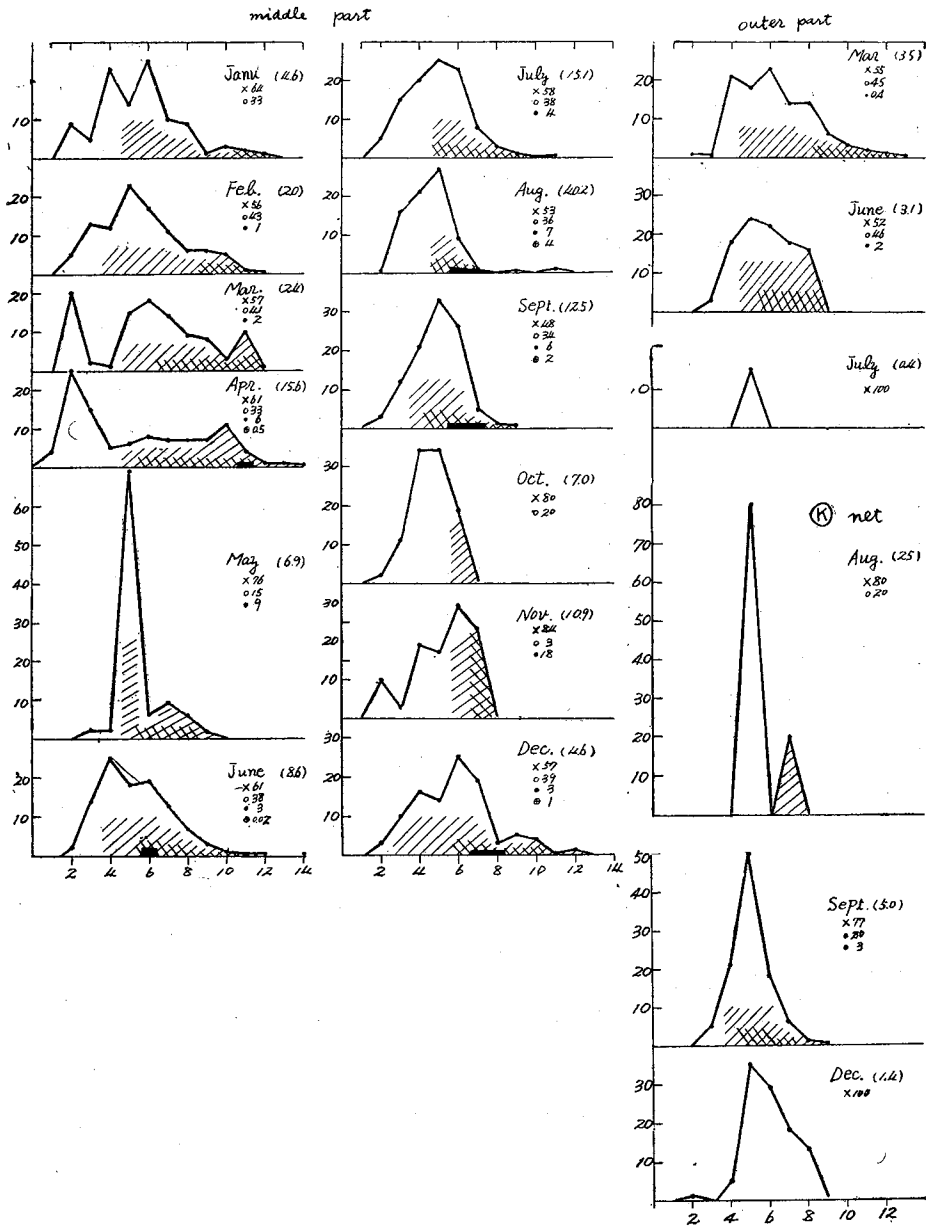


Fig. 23-5 S crassa N-type

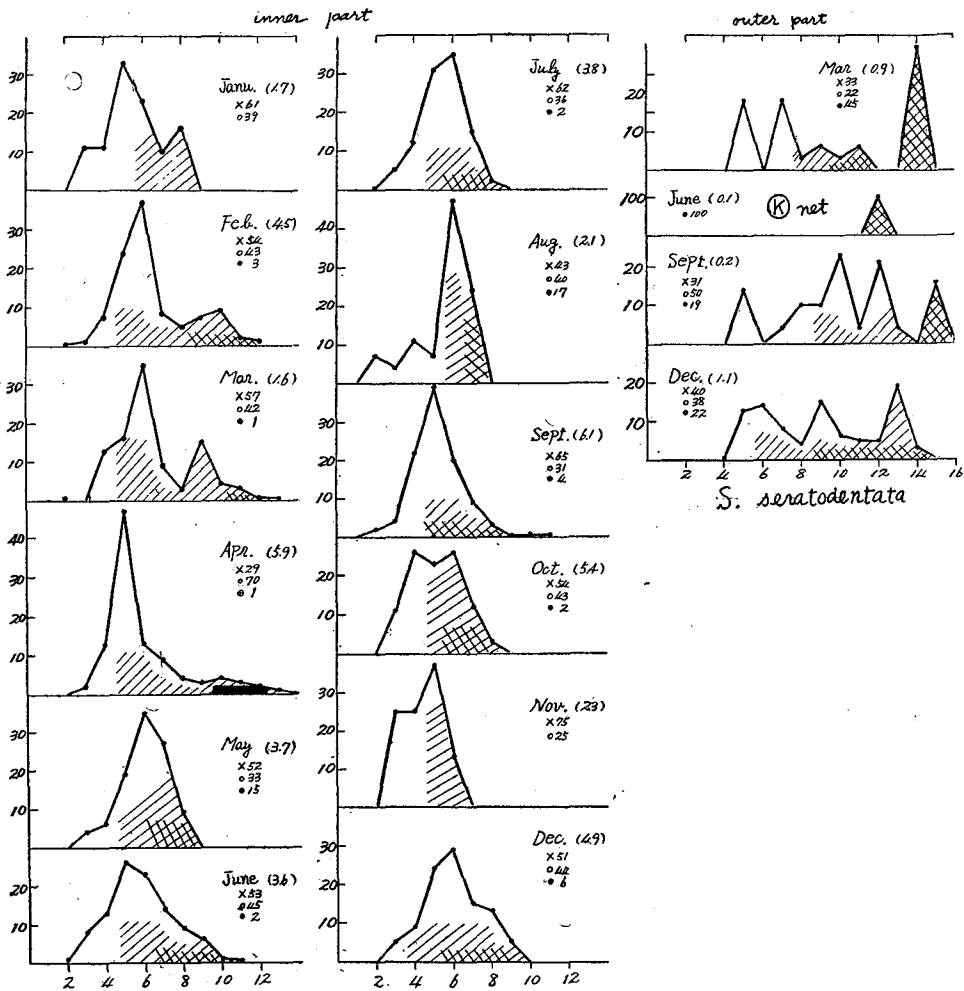


Fig. 29-6
S. crassa N-type (continued)
 & *S. serratodentata*

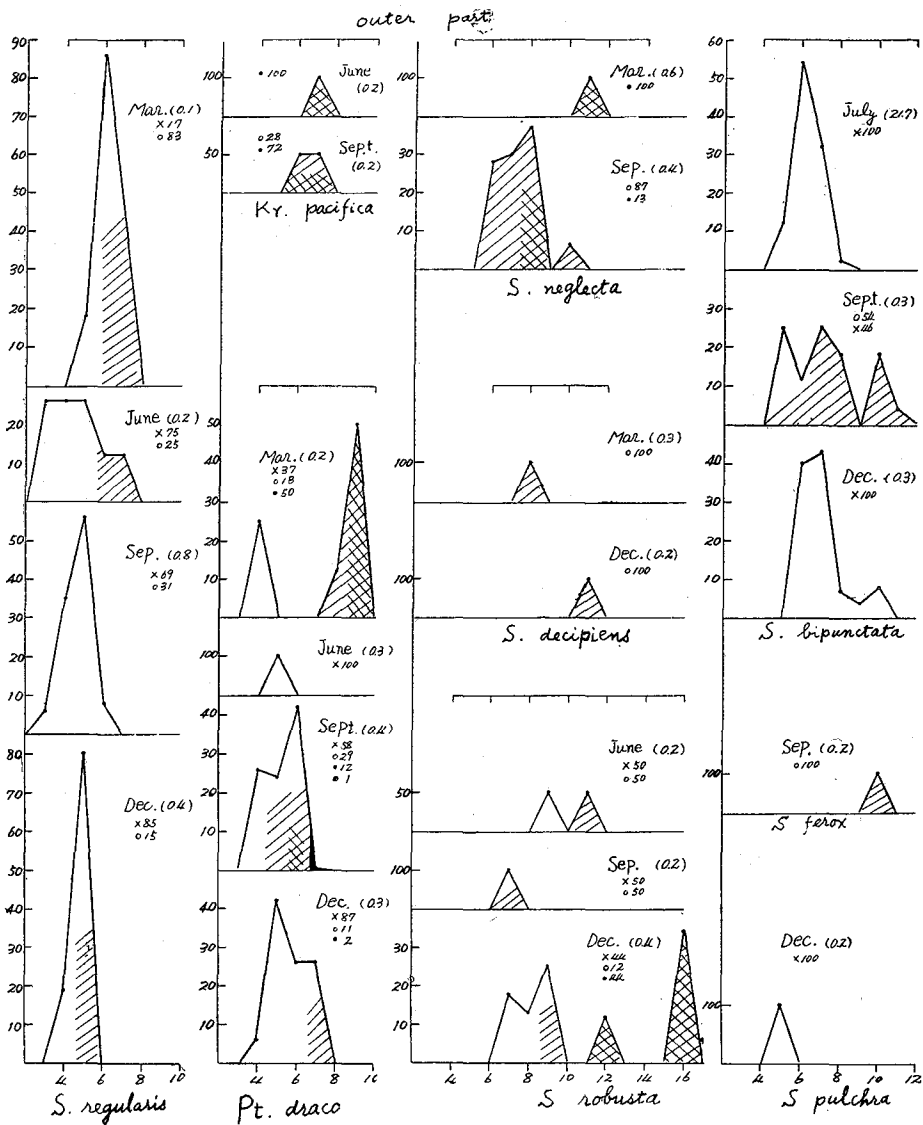


Fig. 29—Oceanic species

Table 10 The ranges of water temperature and chlorinity in which each species of Chaetognaths occurred in the Seto Inland Sea, 1953~'57.

	Water temp. °C	Chlorinity ‰		Water temp. °C	Chlorinity ‰
<i>S. enflata</i>	6.8~29.0	15.0~19.3	<i>S. serratodentata</i>	10.3~27.1	17.6~19.3
<i>S. bedoti</i>	7.6~27.8	15.4~19.3	<i>S. bipunctata</i>	17.1~27.8	16.9~19.1
<i>S. minima</i>	7.7~27.3	15.4~19.3	<i>S. neglecta</i>	9.8~27.6	17.5~19.1
<i>S. crassa</i>	6.0~29.8	14.3~19.3	<i>S. robusta</i>	19.0~27.5	17.4~19.2
N } type	6.0~29.8	14.3~19.3	<i>S. pseudo-ser.</i>	16.2~25.8	18.2~19.2
I } type	6.3~19.2	14.6~19.2	<i>Pterosagitta draco</i>	8.3~26.5	17.7~19.1
C } type	6.3~12.7	15.6~18.4	<i>Krohnittia pacifica</i>	19.0~26.0	17.6~19.1
<i>S. regularis</i>	9.9~27.1	17.4~19.3			

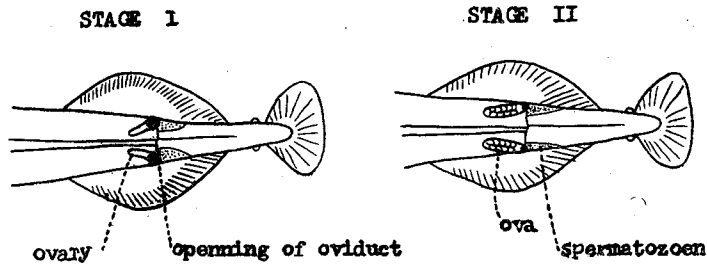


Fig. 30 Schematic chart of developing ovary and seminal vesicle of *S. enflata*.

+1.3m. m., 輸卵管内卵粒数 6 + 6, 貯精嚢は片側が破れ精子塊が出ている。

4月に瀬戸内海の本種は外部区の黒潮海域との接続海域を除いてすべて消滅し, stock は接続海域及び黒潮海域で増殖を続ける。内海における低塩分期を外部の高塩分海域で過した *S. enf.* は9月になると共に順次内海に移動し, 先ず外部区で盛んに増殖し体長も頗る大きくなり数も増し内部区にまで及びつつ12月まで増殖盛期が続く。1月に入り水温の低下と共に産卵も劣え数量も激減し, 外部区でも >20m. m. の大型個体は消滅し残余の少数個体が絶滅に向いつつ内海でも越冬する。春夏以外は年中産卵が行われるが, 秋が盛期で, 従来 *Chaetognatha* は「各個体については一回だけの産卵期をもち, 産卵後は死亡する」と考えられているが, Fig. 29.1の月別組成変動からもこの説の妥当性は認めれ寿命は1年以下と考えられる。内部・中間両区では外部区にみられたような長大個体は出現しないがこれに関しては第2部〔附〕で内湾海域における出現状況と併せて論ずる。

第二項・*S. bedoti*

採集尾数, m³当りの数量共 *S. enf.* に次いで第3位。外部区の方が大型個体が多い。成熟・完熟体長の min. は外部区及び夏季に小さい傾向がある。時岡 ('42b) が *f. minor* の存在を報告していることは前述したが, 今回の資料でも完熟体長は殆んどが >15m. m. であるにも拘らず '54年6月HG1で8m. m. の完熟個体を1尾, '56年3月TK2で10m. m. を1尾, '56年6月HG2で8m. m. を2尾, '55年9月TK9で10m. m. (排卵直前) を1尾えている。これ等は体の各部の計測値がないので *f. minor* と断定することは出来ないが, 少なくとも体長10m. m. で排卵直前の状態になった個体が夏季の紀伊水道に出現したことは内海における *f. minor* の出現を一応想定してもよいのではないかと思われる。

本種は春季黒潮海域で主産卵期を迎え, 幼体は6月頃から内海に入り中間区まで分布する。9月頃盛んに成育するが秋には数量も減り初冬まで少数が存在するが低温期には高塩分海域に移動する。内海々域でも周年ごく少数のものが産卵すると思われるが大部分は外で産れて運ばれて来たものである。低温期に一旦消滅することから考えると寿命は一年以下と思われる。

第三項・*S. minima*

本種は元来高塩分性種であるが, *S. bed.* に比べて棲息海域はより内部迄入り込んでいる。出現頻度は大して大きいものではなく内海では周年みられ毎月の量変動は少ない。外部区では産卵もする。時には内部区迄入りこみ分布範囲の広さの点では *S. enf.* と *S. bed.* の中間にある。特別の産卵盛期というものがなく年中産卵するが夏季は比較時増殖が盛んなようである。内海では特に大発生ということはみられない。数量

* 11) 以下移動という表現をしばしば使用するが勿論 planktonic *Chaetognatha* はそれ自身大きな移動力を有しているものではなく, stock が移動したことは①水塊移動による。②存在していた海域のある部分では死滅し他の部分では増殖が続いた場合見掛上は移動した如くにみえる。等の場合である。しかしこの他③短距離の移動の場合には自主的な運動力を有していると思われることがあり, これについては第2部第5章で述べる。

は特に多くはないが周年出現すること、体が頗る軟弱で査定が容易なこと、時には内部区迄も棲息海域を広げること、元来が高温・高塩分性で環境変化に対する適応性が *S. enf.* 程強くはないこと等の点から内海における指標種の一つとして使用しうる素質を有すると思われる。

第四項・*S. crassa*

出現頻度は80%で、すべての季節、すべての海区にわたって出現する。平均数量は9.8尾/m³・採集尾数は1万尾をこえ内海で最も出現度の高いものである。且つこの data は殆んど内湾海域をふくまぬためこれを加えれば更にm³当りの数量は増加するものと思われる。月別にみると数量的には夏季及び4月は>10尾/m³で特に8月は34尾/m³で最大となる。type 別には種の type と思われる N-type が総数の9割を占め、I-type は1割で C-type は測点の性質上ごく少なく0.2割にすぎない。

I-type の数量は3月が最大で1~4月に出現するが6、9月にも少数が現われる。海区別には全区にわたり、外部区でも3月の出現量は5尾/m³で中間区の値に等しい。N-type は数量的には3区を通じて4、7~9月に多い。前報及び本報第2部で述べる如く (Fig. 38, 39参照)、内湾海域では12~3月の大量出現につづき4~5月に年間の最低となるが Table. 9 では内部・中間区で数量的に4月がそれぞれ年間の第1、2位となる。このことはこの頃内湾部の N, I-types が内部区灘部及び中間区に移動したことを意味するものと考えられる。

第五項・純外洋性種

上記以外に出現種はすべて純外洋性種であるが、既述の如く data が不十分で生活史を推定しえないので一応の説明を加えるに止める。出現海域はすべて外部区で殆んど紀伊水道に限られる。

(1) *S. regularis*

完熟個体は10~11月に紀伊水道南部海域で2尾(体長6~10m. m.) 出現したのみ。本種は外洋で増殖し一部が紀伊水道に入り込むがここで産卵するのは藁かである。数量的には9月が max. であるが特に山というべき程ではなく産卵盛期も推定しがたい。

(2) *Pterosagitta draco*

3、9月に多く、9月は排卵直前個体(7m. m.)も1尾出現、特に産卵盛期というべきものはみられぬ。しばしば紀伊水道北部にも出現、*S. reg.* よりも内部まで侵入する程度が高い。

(3) *S. serratodentata* と *S. s. f. pseudo-serratodentata*

採集尾数は173尾で純外洋性種中最も多い。この内 *f. pseudo.* は11尾で9、12月に出現。*S. ser.* は既述紀伊水道調査の場合と同じく1測点で集中的に出現することがあり、'56年12月TK1では6尾/m³に及ぶ。各季節共出現し特別な産卵盛期はない。本種は紀伊水道でも周年増殖し、時にはある小海域で大増殖を行うことがあり純外洋性種としては数量が多い。

f. pseudo. は *S. ser.* とごく近縁ではあるが別種とされている。(時岡'40a) 出現は紀伊水道南部に限られ、必ず *S. ser.* に伴っている。時期的には9~12月に出現し低温期にはみられない。12月の出現は'56年TK2, 4, 10でそれぞれ1, 3, 1尾を採集しているが、このときの sample は全般的に固定保存がわるく *S. ser.* と *f. pseudo.* の区別が頗るつきにくかった。例えばTK2で明らかに *f. pseudo.* と断定しうるのは体長7m. m. の完熟1尾のみでこれは貯精囊の突出が明瞭であった。その他のものはすべて体長4~9m. m. の未熟個体で体柔軟で貯精囊は不明瞭、卵巣も認められぬものが多い。体長の点からは *S. ser.* の幼体とみられるべきで、(*f. pseudo.* の体長の max. は9m. m. 程度とされている)。体が軟弱なのは保存状態が悪かったためと思われる。(data としては *S. ser.* として取扱った) 本種は出現の稀なもので低温期以外に高塩分海域で時々 *S. ser.* に伴って出現する。

(4) *S. bipunctata*

1954年7月TK9で98尾(21.7尾/m³)の未熟個体(5~8m. m.)を大量採集した他は'56年9月、'54年9、12月に数尾ずついずれも紀伊水道南部に散発したのと、'53年9月伊予灘で不確実なもの1尾を採集したのみ。本種は成体の max. は15m. m. とされているが(時岡'40a)、内海では大型個体、完熟個体が出現せず専ら黒潮海域で増殖するものと思われる。

(5) *S. robusta*

低温期には採集されてない。総尾数11尾完熟個体は11, 12月にみられ、紀伊水道北部にも出現するから内海でも産卵していると考えられる。

(6) *S. neglecta*

本種は前報で述べた如く東京湾・浦賀水道部や笠岡湾内等にも出現するが、今回の調査でも内部区のFK 5 (早瀬瀬戸東口)に'54年3月完熟(11m. m.)1尾が出現。従来 *S. reg.* と同様の分布をされると考えられていたが *S. reg.* が完全な高塩分性種であるのに対し、*S. neg.* は稀には低塩分海域にも入り込む。

(7) *Krohnitta pacifica*

高温期のみ出現し紀伊水道京大調査では総尾数318で分布も全域に及び出現頻度も大きかったが、④ net の data では'53年6月豊後水道南部EH 9に完熟1尾(体長7.2m. m. 尾節比率32%, 卵巣長1.5m. m. 顎毛10歯17尾鱗長く貯精嚢は両嚢に接す)と'54年9月WK 7に完熟1尾(7m. m.), '55年9月TK 1, 3に完・成熟3尾(6~7m. m.)と'55年9月TK 1に未熟1尾(3m. m.)と成熟1尾(7m. m.)を得たのみである。既述の如く、外洋生種としてはやや低塩分性でこれらの海域でも産卵していると思われる。

(8) その他

稀種とされている *S. decipiens* 2尾と *S. pulchra* 1尾の他 *S. ferox* を1尾採集した。*S. dec.* は前報東京湾口の深層(>170m)で1尾採集しているが紀伊水道では'54年3月と12月にWK 1 (水深45m)で1尾ずつ採集。体長8.11m. m. のいずれも成熟個体で本種としては小型である。

S. pul. は'53年9月WK 7 (水深75m)で未熟1尾(5m. m.)を採集した。本測点の海況は0~25m層は27°C, 18%, 50m層23°C, 18.9%, 75m層20°C, 19.2%であった。幼体のため査定十分確実とはいえない。*S. ferox* は(時岡'40a)の *S. ai* を改名したものであるが(※2)参照,'56年9月TK 1で10m. m. の成体を1尾採集したのみである。

第六項・その他の観察結果

(1) 上記各 spp. の排卵直前個体につき輸卵管中に入った排卵直前の卵数を数えて Fig. 31の如き結果をえた。最も例数の多い *S. enf.* (160例)についてみると全般的に本長が着すにつれ卵数はふえる傾向がある。一般に左右の卵巣内の熟卵数には余り不同がみられない。図示していないが測定例中の最大体長である28m. m. ('56年9月TK 10)の個体は左右にそれぞれ130, 120粒の熟卵をもっていた。

S. min. (25例)は明らかに体長と卵粒数が直線関係にあり、左右合計5~10ヶのことが多い。大部分の場合左右の卵数のちがいがなかった。

他の種類は例数が少なく(*Pt. dr.* 7例, *Kr. pac.* 8例, *S. ser.* 1例, *S. crassa* N-type 9例, I-type 2例)卵数と体長との関係は明瞭ではないが卵数の合計はそれぞれ20~30, 10~20, 60, 5~15, 10~15粒で左右の差は極めて少ない。

種類により産卵数に多少の異同があるが、第2部で詳述するごとく1尾で大約100粒前後を数回にわけて排卵するものと思われる。

(2) 完熟卵の大きさは *S. crassa* N-typeでは'54年9月HG 7で採集した6m. m. の完熟個体について見ると卵数4ヶで卵径は200μであった。本種は高温期は小型の内に成熟するので成熟卵巣の長さは短かく一方卵径は低温期のものと余り変らぬので卵数が少ないことになる。これについては第2部で詳述する。また *S. enf.* で'54年9月WK 7で採集した体長10m. m. の排卵直前個体では輸卵管中の卵数20ヶで卵径は200×230μ程度であった。

(3) 成熟個体の卵巣長は *S. enf.* では外部区の長大個体では排卵直前で、'56年9月TK 10で体長28m. m. で6.5m. m., TK 7で体長24m. m. で6.5m. m. '56年12月TK 5で、体長28m. m. では4.8m. m. で体長に対する卵巣長比はそれぞれ23, 27, 17%となり、中間区の小型個体では矢張り排卵直前でも'55年11月EH 9で体長12.6m. m. で1.3m. m., 10%にすぎない。

S. bed. では'54年10~11月紀伊水道K 14で採集した完熟個体につき体長17m. m. で卵巣長5m. m., 18

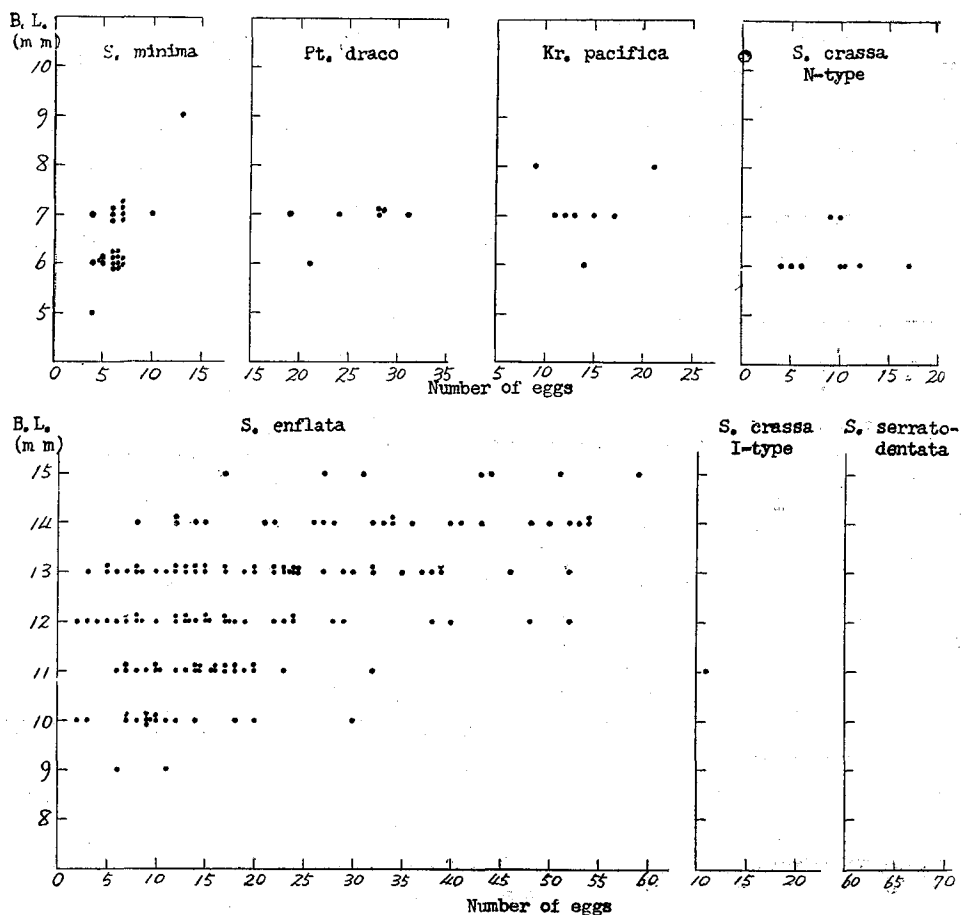


Fig. 31 Relations between the body length and the number of eggs in oviduct of the spawning Chaetognaths.

m. m. で5.5m. m. , 19m. m. で6.4m. m. であり卵巣長比は約30%となる。

(4) その他の特記事項としては

(a) 共喰い? K14で体長9 m. m. の *S. enf.* が8 m. m. の *S. crassa* N-type を首までのみこんでいたもの、K3で体長7 m. m. の *S. enf.* が体長7 m. m. の *S. ser.* を完全に消化管内に入れ *S. ser.* の尾部が *S. enf.* の肛門からはみ出していたものがあった。採集後の現象とも考えられるが、自然状態で共喰いすることも十分考えうる。

(b) 交尾? '56年3月HG1で採集した体長12m. m. と10m. m. の *S. crassa* I-typeの完熟2個体が(PL. 2.1)に示す如く寄り添って固定されており、それぞれ脊面・腹面の位置にあった。*Sagitta* の交尾については前報に述べた如く Ghirardelli ('53a) が *Spad. ceph.* で観察したものを報告しているのみで、このときは上下逆に互いに向き合って並んでいた。今回のものはPL. に示す如く大小の2個体が、小個体の貯精囊が大個体の輸卵管開口部に密着する位置で頭尾の方向を等しくして並んでいる。詳細に検討すると鱗同士がからみ合っているのみで口器その他で相手を確保している形跡はみられなかった。双方の輸卵管開口部は大きく開いており小個体の貯精囊の外側には sperm の塊が附着していた(PL. 2.2)。formalin 固定の sample であるから採集固定操作のために可成りの変形があったことが想像されるが、にも拘らず少々針で突いた位では離れない程密着しており、sperm の塊が体壁につき、この塊と相手の輸卵管開口部が至近距離にあり、

且つ開口部が拡大していて双方共完熟個体であり、採集時期からみても繁殖期にある等の点から精子の転送に関係のある2個体と考えられる。両者の相互位置については Ghirardelli の述べたような上下逆ではないが、採集固定操作の結果密着した儘で上下互いに逆向の2個体が上下入れ換わるとは考えられないから、矢張りこの相互位置で体を彎曲させて口器により相手を確保しつつ精子の転送を行っていたのではないかと想像される。転送が相互間に同時に行われるか否かはこの例からは断定しえないが、少くとも同時に行われねばならぬ必然性は考えられず、sperm が完熟して塊となって離れるようになった個体は、卵巣が成熟し受精可能となった個体を捕獲して頭尾の方向を同じくした姿勢で転送を行うと考える方が、Ghirardelli の観察を一般化して逆の位置で相互同時に転送すると考えることより無理がないように思われる。

第五章 水系及び海況の指標としての使用

第一節 概 論

Chaetognatha が水系及び海況の指標として有効であること、並びにその実例については前報に述べたが、瀬戸内海においても総括的にみて *S. regularis*, *Pt. draco*, *S. serrat.*, *Kr. pacif.* e. t. c. の近洋性種が特に紀伊水道海域における侵入水塊を、*S. crassa* I, C-types が内湾海域の低温水塊を、*S. bedoti*, *S. min.* が中間海域における高塩分水系を夫々指標することは上述の夫々の場所で述べた通りである。しかし瀬戸内海の如き小海域で出現状況を指標として使用する場合に、個々の事象を微細に取扱うためには、'54年3月早朝瀬戸東口における *S. neg.* の出現(第3章第1節第5項)の如く海況条件からみて十分説明のつく場合を除いては、その sp. の生態を熟知し、その出現が水系、海況を十分指標しうることを確かめた上でないで使用しえぬことが多い。また *S. enf.* の如く塩分に対する適応性の広い種類は適応域以下の塩分海域を含めた場合以外は、一般に単なる分布状態をもって水系を指標させるものとしては価値が低い。さらに内海各灘部は各潮相毎に水塊そのものが来往し水系の配置が異なるから、*S. bed.*, *S. min.* を中間区における水系の指標種として使用するためには採集時の潮相を十分考慮する必要がある、出現の有無が必ずしもその地点の海況条件をそのまま示すものでなく、あく迄採集を試みた瞬間にその地点に棲息に適する(または不適な)水塊が存在していたことを示すにすぎない。その意味において内海で *S. bed.*, *S. min.* を指標として使用する場合両種の生態と各水系の流動状況が詳細に解明されていない限りは危険性を伴うおそれがある。

第二節 各 論

第一項・紀伊水道南部

1954年5~6月の水路部調査(西田'55)によれば本海域には Fig. 32に示す如き恒流が存在し、塩分により水塊を分離すると、次の如くなる。

- ① 高温高塩分の外洋系水が南部40m層に深より流入北進し、沈降して西部の水深の浅い海域を除いて東部深層に厚く分布する。
- ② 中央部・東部一帯の0~15m層にはやや低塩分の東岸系沿岸水が①の上に重なって北進する。
- ③ 両者の中間にはこれらの混合水塊がある。
- ④ 南端東部では侵入水の反流として南流し、西部は西流する。
- ⑤ 友ヶ島水道一帯には比較的強い南流があり、これが反時計方向の環流の勢を強めている。②、④、⑥は同じ性質の水塊である。
- ⑥ 西部には播磨灘から南下する流れがあり吉野川等の陸水の影響を受けて塩分が低下している。

Fig. 32に33°50' N, 34° N, 34°10' Nに沿った3垂直断面をとり上記各水系の分布を模式的に示した。'54年10~11月の京大調査の際の海況も大体上記の水系分布と矛盾せず、本海域の水系とその動きとしては上記の如く北流する①水系、南流する⑥水系、中央部で左旋し北部及び南東部で南流し、南部で北流し、南西部で西流する②水系、北西部以外の中層を占める①、②の混合水系の4つを想定しうる。

水深50m迄曳網した ④ net と表面採集を行った ⑥ net の採集物を比較すると、後者には *S. pul.*, *S.*

bip., *S. ferox*, *S. decip.*, *S. crassa* I-type の5種を欠く。この内㊦ netに I-type が出現しないのは季節の関係で(㊦ netは10~11月), 表層性といわれている *S. pul.*, *S. bip.*, *S. ferox* が出現しないのは出現量の少ない *S. pul.*, *S. ferox* (各1尾)は採集の chance の問題と考えられるが, *S. bip.* は7, 9, 12月に各処で可成りの数量が出現していることからみて㊦ net 採集物にないのは, 本種が表層性とはいうものの表面には余り存在しないためではないかと考えられる。*S. decip.* は明らかに中~底層性である。

㊦, ㊦ 両 net 採集物の *Chaetognatha* 分布を総合すると出現測点, 塩分, 棲息深度, 頻度の諸点から上記各水系の指標種として次の各種が考えられるが, その優劣を比較すると下記の如くなる。

① 底層侵入水系

S. decip.……棲息深度の点から確実だが頻度少く実用性に乏しい。眼色素が非常に細長い特長をもつため査定は容易。

S. bip.……棲息深度やや不確実であるが出現頻度からみて *S. decip.* より優秀, 但し査定はやや困難。

② 東部沿岸水系

S. min.……水道部では周年出現し量的には特に大発生することはないが, 常に相当量存在し査定も頗る容易で馴れば肉限でも識別でき, 高塩分海域における指標種としては最も実用性に富む。

Pt. draco……すべての点で *S. min.* に次いで実用性がある。

Kr. pacif.……出現が高温期に限られる欠点がある。

③ 西部低塩分水系

S. crassa N-type……元来が低塩分性であるが高塩分域にも相当量出現し㊦ net 採集結果の場合 Fig. 12 に示す如く全海域に出現する。しかし総量に対する%をみると㊦水系内が>10%であるから出現のみでなくその比率を使用すればよいが, 東部の紀伊川口にも>10%の処があり本種は水系の指標というよりむしろ低塩分海域の指標として出現比率の大きいことを用うべきであろう。同様の意味で *S. enf.* の比率の大きいことが高塩分水系の指標として使用しうる場合もある。

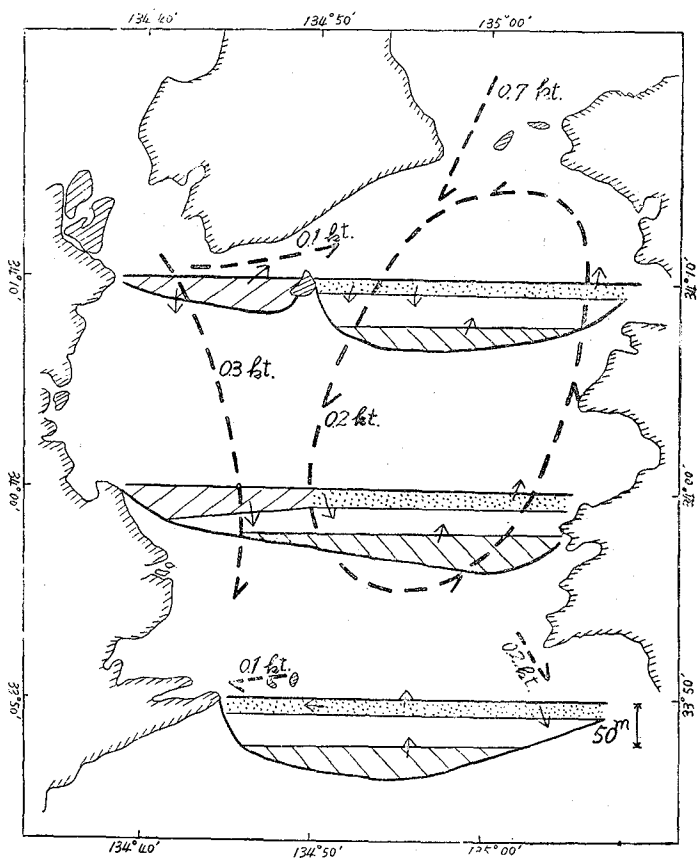


Fig. 32 Constant currents and vertical sections in Kii Suidō. (from Nishida '55)

note : constant current
 movement of water masses
 (1) bottom invading water
 (2) eastern littoral water
 (3) mixed water
 (6) western low chlorinity water

第二項・広島湾中央部

1953年6月～'57年3月におけるHS2の毎月の採集結果をみると *S. enf.* の出現は Table. 11に示す如く
いづれも秋・冬に限られずすべて未熟個体である。(この内 '53, '55, '56年は10月が欠測)

Table. 11 *Sagitta enflata* at (HS2), center of Hiroshima bay, June 1953～March '57

Year	Month	Total	No. /m ³	%	B.L.(m.m.)
'53	11	12	2.8	93	4～7
'54	2	1	0.3	17	5
'54	10	1	0.4	13	3
'56	1	1	0.2	17	5
'56	11	1	0.2	33	5
'56	12	2	0.4	7	3～4
'57	1	1	0.2	14	4

門('57a)によれば1951年11月～'52年12月の同海域で9～1月に *S. enf.* が出現しており、10, 11, 12月には>10m. m. の成体を含み、且つ10月は *S. bed.*, *S. min.* の幼体も出現しているし、Chaetognatha 以外にも外洋性の Copepoda, Tunicata, Diatom が秋に出現している。門はこの理由を広島湾で秋に黒潮の影響が最大になるためとしている。しかし村上('58)に述べた如く黒潮勢力の増大及び接岸は晩冬初春の頃であり、従って内海における黒潮勢力の影響が最大とみられるのは秋とは考えられ

ぬ。門の data で秋にのみ外洋性 macro-plankton の出現をみているのは、少なくとも Chaetognatha に関しては各種の生態の項で述べた如く、*S. bed.*, *S. min.* 共夏季に増殖が盛んでたまたま伊予灘で産れた幼体が広島湾に入り込んだものと解釈すべきものとする。

HS2の5m層のCl.の'51～'57年における10～1月の各月1回ずつの観測値の平均をとると

'51～'52年	'52～'53年	'53～'54年	'54～'55年	'55～'56年	'56～'57年
17.73%	17.69	17.34	17.34	17.80	17.70

となり各年の年平均直は'52年17.64%で以下順次17.59, 17.45, 17.63, 17.66%となり、'53, '54年は低塩分であったが'51, '52年が特に高塩分であったとは認められぬ。本報の data では安芸灘には *S. bed.*, *S. min.* が出現してないが'51～'57年の間に'51年10月にのみ両種が出現したことは、その数量が少なく且つ幼体のみであることから考えて、この海域に常時棲息しているとは考えられず、前述の如く伊予灘からの迷入と考うべきで、他の高塩分の年もこの海域を詳しく採集すれば恐らく少数の幼体を採集し得たものと思われるが、いづれにしても安芸灘を両種の本格的な棲息海域とみなしたり、最大勢力期の黒潮の影響で広島湾まで入りこんだものと考えたりすることは不適當と思われる。

S. enf. は内海内部では9～12月が増殖期であり、秋季は恒常的に安芸灘奥部まで出現するが、'53年以降は門の data にみる如き成体の出現記録がない。内海全域としては'53, '56両年の秋に *S. enf.* が多く('56

Table. 12 The sae conditions in Bungo Suidō, Iyo Nada and Aki Nada in September at 5 m layers, 1951～'56.

	Bungo Suidō			Iyo Nada			Aki Nada		
	W. T.	°C	Cl. %	W. T.	°C	Cl. %	W. T.	°C	Cl. %
'51	22.9～23.0		18.4～19.3	23.1～25.0		17.9～18.2	24.2～25.1		17.1～17.8
'52	24.9～25.0		18.5～18.7	24.2～25.9		17.7～18.3	24.2～25.7		17.1～17.9
'53	23.4～24.8		18.2～18.5	23.2～24.6		17.7～18.1	23.2～24.5		17.2～17.7
'54	22.3～24.6		18.1～18.5	21.5～25.4		17.3～17.9	24.5～26.3		16.9～17.4
'55	24.3～26.8		18.5～18.6	24.1～24.7		18.0～18.1	24.0～25.6		17.0～17.9
'56	22.6～26.4		17.8～18.8	23.7～25.6		17.3～18.1	23.6～25.5		17.3～18.1

年12月には周防灘で大增殖), 安芸灘における幼体の出現量もこの両年は他の年に比べて多い。一方豊後水道, 伊予灘, 安芸灘の9月の海況を5m層の水溫, 塩分で比較すると Table. 12の如くなる。

即ち '51, '52年は豊後水道では低溫高塩分で他の年に比べて黒潮の影響が大きかったことがわかる。この影響は伊予灘に及び, 前記 *S. bed.*, *S. min.* を含めた外洋性大型 plankton の出現となり, これが広島湾中部まで入り込み, 一方 *S. enf.* も伊予灘で盛んに増殖し一部の成体は安芸灘まで侵入したものと考えられるが, '51~'52年の *Chaetognatha* 分布の data が^{※12)}ないため断定は出来ない。

次にHS 2における *S. crassa* I-type の出現は Table. 13の通りである。

Table. 13 *Sagitta crassa* I-type at (HS 2) in Hiroshima bay, 1954~'56.

Year	Month	Total	No. /m ³	%	B. L.(m.m.)	Maturity %		
						Immat.	Mat.	Full grown
'54	3	9	0.2	100	6~10		33	67
'55	2	3	1.0	33	6~11	33	67	
'56	3	5	1.1	83	6~15		100	
'56	12	2	0.4	7	3~4	100		

HS 2における12月中旬の水溫は村上('58)に述べた如く'53~'56年の間で各年それぞれ16.5, 16.0, 15.0, 14.0°Cとなり'56年が最低である。笠岡における沿岸表面水溫の定時観測値でも12月中旬の平均水溫は, '56年は'53~'55年に比して3~4°C低く, 同じく年平均水溫も約1°C低く, '56年は年平均水溫, 12月中旬の水溫共に内海沿岸部では'53~'56年の間の最低であったと考えられる。I-type が'53年に出現せず, '54, '55年はそれぞれ2, 3月に出現し, '56年のみ幼体ながら他の年にさきかけて12月に出現したのは水溫の低下に対応するものと思われる。

上述のように広島湾中部における *S. min.*, *S. bed.*, *S. enf.*, *S. crassa* I-type の出現状況は海況の長年変動と関連しており, 長期間にわたるこれらの *Chaetognatha* の出現状況は海況の指標として使用しよう。

第三項・内海における年変動

全調査期間を通じ内海全域の *Chaetognatha* の出現状況が如何に海況と対応を示すか, 及びもし対応を示しているとすればこれを指標として如何に使用しうるかを論ずる。

data の最も揃った ⊕ net 採集により出現頻度の多い *S. crassa* (3 types の合計), *S. enf.*, *S. bed.*, *S. min.* の4 spp. につき採集頻度の多い3, 6, 9, 12月の各月毎に内海全域の平均m³当り出現數量を年度別に集計すると(例えば'53年度とは'53年6, 9, 12月と'54年3月の4回を平均する) Table. 14の如く

Table. 14 Annual number of *Sagitta enflata*, *S. bedoti*, *S. minima* and *S. crassa*

N, I, C-types in the Seto Inland Sea sampled by ⊕ net, 1953~'56. (No. /m³)

Year	<i>S. crassa</i> No. /m ³	<i>S. enf.</i> No. /m ³	<i>S. bed.</i> No. /m ³	<i>S. min.</i> No. /m ³	Total	<i>e. + b. + m.</i>
						<i>c.</i>
'53	4.5	5.1	0.9	0.1	10.6	1.36
'54	7.2	1.8	1.1	0.5	10.6	0.47
'55	6.8	3.7	1.0	0.4	11.9	0.75
'56	6.3	6.4	3.0	0.9	16.6	1.64

※12) 門('53)によれば'51年7~8月, 伊予灘に1測点平均4尾の *S. bed.* が出現している。

になる。4 spp. の合計は '56年度のみ他より約5割多いがこれは *S. enf.*, *S. bed.*, *S. min.* の高塩分性種の量が多かったためである。これら高塩分性3種の合計と低塩分性種 *S. crassa* との数量比をみると '56年度が最大で '54年度が最小である。4年度合計では *S. crassa* と他の3種の合計数量は全く等しい。

数量比を両塩分性種の内海における存在量、即ち増殖程度の比を現わすものと考えて増殖条件との対比を試みよう。もとより増殖条件は種々の因子の複雑な組合わせて、機構の詳細が不明しな限り数値として表現することは困難であるが、塩分に対する適応性が最も重要な因子であることから現在の段階としては各年度の内海の塩分と対比させることが最も合理的であろう。

塩分は村上 ('58) に示す如く '53~'56年度では '56, '55, '53, '54の順 (内部区笠岡湾では '56, '55が入れ換る) に低下する。塩分の高低順と両性種数量比の大小順とを対比させると '55年度の数量比が小さ過ぎることが目立ち両者の関係が一貫しているとすればこの値は '53, '56両年度の中間を占めている筈である。高塩分性種の大部分を占める *S. enf.* の年度毎の数量は *S. crassa* が各年度共割に一定した値を示すのに対してかなりの変動があり (一因として塩分に対する適応範囲の広狭が考えられる), 従って数量比を最も大きく左右するものは *S. enf.* の量であるといえよう。既述の如く '55年度の *S. enf.* 量は '55年12月の紀伊水道の欠測のために data としてはかなり少なく出ていていると考えられ、このことを考慮に入れると塩分と高低両塩分性種の数量比の年度別変化は極めてよく対応するといえよう。

このことは換言すれば瀬戸内海に及ぼす黒潮勢力の消長が *S. enf.* を主体とする外洋性 *Chaetognatha* の増殖に決定的な影響を及ぼすことを示しており、これを利用すれば *S. enf.* の存在量は黒潮の内海に対する影響度変化の指標として使用しえよう。

黒潮の影響力の消長は当然内海の漁況にも作用する筈である。1952~'56年の農林省統計調査部の漁獲統計によれば瀬戸内海区における主要漁獲物の内、各年の漁獲量が '56, '55, '53, '54年の順に大きいのはエソ・タチウオ・カレイ類・サザエ・ガザミで、その逆はブリ・ボラ・エビ類・カキである。この内 '54年が著しく凶漁なものはタチウオ・サザエで、豊漁なのはカキである。これらの現象は1, 2の例外を除いては高低両塩分性種の年間漁獲量とその年の塩分と対応して変動していることを示しており、内海全般を通じ上述の高低両塩分性 *Chaetognatha* の数量比がこれらの漁況を指標していることになる。

内海の最多漁獲魚種たるカタクチイワシ *Engraulis japonicus* ('52~'56年の平均年間漁獲量は1,800万貫) につき、'52~'56年の平均を100とする各年毎の指数を、内海総計と沿岸主要漁獲県別に出すと Table. 15の如くになり全般的にみて '54年を山とする漁況を示す。指数の年変動状況は徳島・香川、愛媛・山口の

Table. 15 Indexes of catch of *Engraulis japonicus* in the Seto Inland Sea, 1952~'56.

Prefecture	Year					Ratio of catch/Pref. %
	'52	'53	'54	'55	'56	
Hyōgo	59	45	184	107	140	17.6
Hiroshima	72	85	190	72	80	17.2
Ōsaka	28	84	142	110	138	13.4
Tokushima	108	74	108	98	112	12.9
Kagawa	114	83	102	96	107	12.1
Ehime	64	55	106	140	91	12.0
Yamaguchi	56	106	110	134	95	8.6
total	73	76	138	104	110	10.0

2組はそれぞれ極めてよく似ており、月別漁獲量が1万貫を超える月はこの順に6~9月・7~10月、5~10月・5~12月で、明らかにそれぞれ同一の stock を対象として漁獲していることがわかる。Table. 15に示した7県を紀伊水道系……兵庫・大阪・徳島・香川と豊後水道系……広島・愛媛・山口に分ち、両系の指

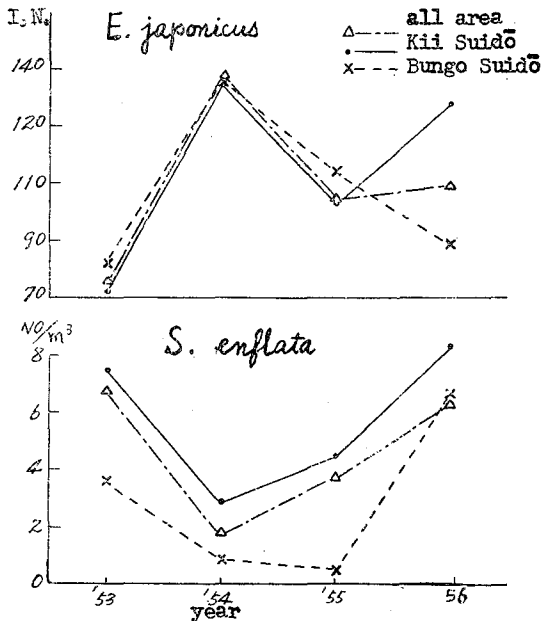


Fig. 33 Index number of annual catch of *Engraulis japonicus* and the number of *S. enflata* in the Seto Inland Sea, Kii Suidō and Bungo Suidō, 1953~'56.

の如く同じく広塩分性種といっても *S. crassa* の方がはるかに低塩分に対する適応力が強く年間の塩分変動に対し *S. enf.* が敏感に数量変化を示すのに対し *S. crassa* は各年共割に一定している。カタクチの漁況変動は低塩分年に豊漁の傾向を示し、少くとも変動要因の一つとして塩分が考えられるから、index として *S. crassa* を採用することは不適當である。またカタクチの盛漁期は8~9月で9月以降を増殖期とする *S. enf.* は漁況予想といった面では実用性に乏しい憾があるが、増殖量が多く増殖開始期の早い水道部では表層性で肉眼でも容易に認めうる *S. enf.* の存在量とカタクチ漁況の年変化が高度の逆相関を示すという事実は *Chaetognatha* の指標性を漁況の面に利用しうる例として、機構の論議は除外しても、その実用的価値を認めよう。

数の平均値及び内海総計の指数の3者の年変動を計算し、一方 *S. enf.* の ⊕ net による m^3 当りの尾数を紀伊水道・和泉灘・播磨灘と豊後水道・伊予灘・周防灘の両者及び内海全域におけるものと3者の3, 6, 9, 12月の平均値を年間数量としてその変動を出し、それぞれ対比すると Fig. 33の如くになり、カタクチ指数と *S. enf.* の数量の年変動は対称的であることがわかる。両水道系・全域の3者はそれぞれ同様な傾向を示すが、カタクチ指数で全域及び紀伊水道系が'56年に増加しており *S. enf.* 数量との対称を破っているのは兵庫・大阪における同年の好漁が原因である。

カタクチ漁況と *S. enf.* 数量が対称的な年変動を示す現象の機構は、もとより単なる飼料関係の如き単純さでは説明しえぬものでただ現象として利用するのみであるが、飼料面からみると第2部で述べる如く燧灘では *S. crassa* がカタクチの消化管の内容物中に大量に検出されており、且つ *S. enf.* は内海では9月以降12月を山として増殖するのに対し、*S. crassa* は8月に山があり且つ数量も *S. enf.* より多いが、既述

第二部 *Sagitta crassa* に関する研究

緒 言

時岡 ('52) は Indo-Pacific Chaetognatha を生態に依り oceanic, coastal or inlet-water, littoral の3つに分ち, coastal or inlet form として次の3区分をあげている。

- ① 北方寒流区……*S. tumida* e. t. c.
- ② 温 帯 区……*S. crassa*, *S. c. f. naikaiensis*, *S. delicata*
- ③ 熱 帯 区……*S. tropica*, *S. oceanica*, *S. bombayensis* e. t. c.

且、沿岸性種の詳細な研究、特に *S. crassa*, *S. tumida*, *S. c. f. naikai.*, *S. delicata* の所謂 *crassa* group の相互の関連性の研究の必要を力説した。この4者を時岡 ('40a) により比較すると Table. 16 の如くなる。新種として記載したのはいずれも時岡で、*S. tumida* は2尾の未熟個体についてのみの記載である。

Table. 16 Comparison between four species of *Sagitta crassa* group.
(from Tokioka '40)

	<i>S. crassa</i>	<i>S. crassa</i> f. <i>naikaiensis</i>	<i>S. tumida</i>	<i>S. delicata</i>
Original (Tokioka)	1938	1939 (b)	1939 (c)	1939 (b)
Sampled region	Shinmaiko (Ise bay)	Ōsaka bay e. t. c.	Nōtori-ko (Hokkaidō)	Tanabe bay (Kii Suidō)
B. L. of adult (m. m.)	22	10	4~5 (immature)	5~7
Collarette	whole body	neck	anterior fin	none
Corona ciliata Length (head Length ×)	2~2.5	1.5~2	1.5	1.5~2.5
No. of curves of Cor. cil.	several	2~3	1	1~2
Intestinal diverticula	indistinct	indistinct	distinct	distinct
Hook	8~11	7~9	7~9	7
Anterior teeth	7~14	6~8	1~3	4~5
Posterior teeth	20~35	14~20	3~5	8~14
Seminal vesicle	oval-shaped, front part projects forward obliquely	egg-shaped, front part projects		extended oval-shaped, front part swells a little

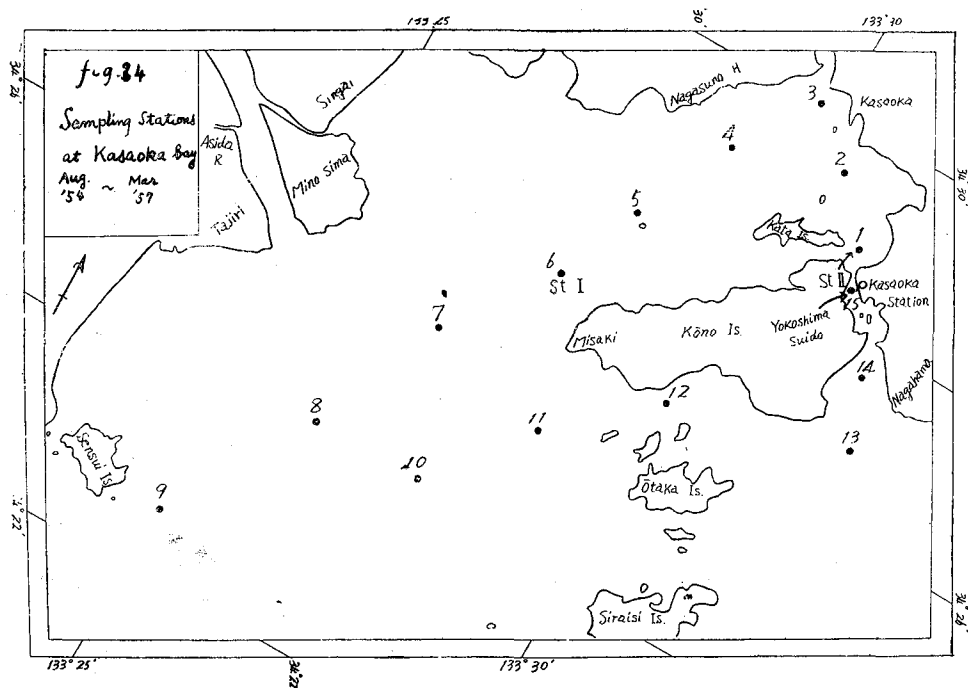
この内 *S. tumida* 以外の3者は瀬戸内海にも出現するが、*S. delicata* は第1部第1章に述べた如く、夏~秋季に直接外洋に面した湾にのみ出現し、瀬戸内海の各内湾の如く2次的な湾内では発見^{※13)}されていない。

※13) 瀬戸内海内部の内湾でも *S. crassa* の短小個体で泡状組織を欠くものがあり、Thomson & 時岡の検索表に依れば泡状組織の有無のみでは *S. delicata* と区別しえないが、本報で使用した sample では卵巣が発達して泡状組織を完全に欠くものは見出せなかった。

成体の調べられていない *S. tumida* は別として他の3者は Table. 16. に示す如く各項目で差がみられる。

(但し顎毛, 歯数及び貯精囊の形状は体長により変化するから厳密には表の記載事項は直接比較の資料たりえない。) 成体体長は高温期にのみ現われる *S. delicata* が最小で, 低温期にのみ現われる *S. crassa* が最大である。時岡は *S. crassa* を種の type とし, *S. c. f. naikai*. については各段階の中間型が発見されているから両者は完全に連絡していることを認めているが, 他の2つについては現在迄に *S. crassa* との中間型の存在が知られていない。

筆者は既述の如く *S. crassa f. naikaiensis* (N-type) が種の type であり *S. crassa* (C-type) はその低温期形ではないかと考えていたが, 笠岡湾海域における連続採集により各 type の遷移状況を知ることが出来, また飼育実験により間接的にこれを証明することが出来たので, ここに第2部として同海域における両 type 並びに中間型 I-type の相互の遷移を海況と対比しつつ論じ, 飼育により得られた結果を併用して *S. crassa* の生活史を明らかにし, 更に魚類の餌料及び内湾海域における海況の指標としての価値を実証したいと思う。



資料は Fig. 34 に示す如く笠岡湾の各点で採集したもの及び笠岡支所における飼育結果で内容は下記の通りである。測定した *S. crassa* 総数は約9万尾である。

- ① 横島水道における連日または一日おきの表面採集
 - (a) Ⅱ net によるもの '55年2月~'56年3月, '56年12月~'57年4月
 - (b) Ⅲ net によるもの '57年2月~'58年2月
- ② 湾口定点 (St. I) における週一回の採集
 - (a) 各層別定置採集 Ⅱ net '55年2月~'56年3月 表・中・底3層に夫々約15分間水平吊下げ
 - (b) 表面曳網 ④・Ⅱ net '54年8月~'56年3月 3分間表層水平曳網
- ③ 湾周辺採集
 - (a) 潮間採集 湾口定点 (St. I) 及び水道定点 (St. II) '56年10月, '57年3月6, 13日
Ⅱ net 約1.5時間毎に10回採集
 - (b) 横断採集 湾内外15測点 '57年3月10日, Ⅱ net 1~3分間斜曳網

④ 飼育実験

- (a) 室内飼育 '54年3月～5月, 8月～'55年4月, 6月～8月, '55年12月～'56年7月, 12月～'57年4月
- (b) 屋外飼育 '55年12月～'56年7月, 12月～'57年4月
- (c) 飼育諸実験 '55年2月～'57年4月

②, ③の採集物は第1部と同様の処理を行ったが, ①, ④ではすべて生体の儘で取扱った。

第一章 生物学的研究史概観

1844年 Krohn は *S. bip.* の一般構造と解剖につき詳細に研究し初めて神経系について記載し軟体動物の神経系との間に大きな類似のあることを発見した。ついで Busch (1851) の解剖と発生に関する報告が現われ1871年に到って Kowalevsky は Gastrulation, 原腸囊, 初期発生, 神経系に関して発表し, Bütschli (1873) はこれに胚の極く初期に前部体腔が原腸囊から離れて作られること及び生殖器官となるべき細胞が胚発生の最も早い時期に分離すること等を付け加えた。Hertwig (1880) は卵発生の第1分割から孵化後10日迄の記載をし, 性器官となる細胞は最初2ヶで後4ヶになるので Bütschli の報告した2又は4ヶは誤りであること, 成体の尾部縦隔膜は消化管と尾部の連続によって作られるのであって Kowalevsky のいう如く内臓性中胚葉の延びたものでないことを明らかにした。Grassi (1883) は Naples 湾の Chaetognatha を材料として特に頭筋, 腸, 鰓の構造及び精子形成をしらべた。Jourdain (1892) は中胚葉形成に関する従来の研究を綜述した。会田 (1897c. d.) は既述の如く卵細胞形成につき報告した。

20世紀に入り Doncaster (1902) は1900年10月より翌年6月にかけて Naples 湾及び Messina 附近で採集を行い, *S. bip.* と思われるものの多数の各発生段階の卵を曳網によりえた。又採集した *S. enf.* を生かしておき翌日多数の卵を採卵したが, 12～2月の低温期には放卵しないことを知り, 孵化後の幼体の飼育を試みたが, 孵化後15日間生かしておいたものが最長記録であった。生体及び切片により胚, 幼体の発生を詳細に研究し, larva は adult と構造が非常に異り孵化後数日間に起る急激な変化は変態にも匹敵すると述べている。この他 Chaetognatha の系統的位相について Annelida, Nematoda, Enteropneusta との類縁を論じ, 原始体腔動物 (Protocoelomata) から一方には Annelida が別れ他方に Nematoda が別れたがこれは寄生性の為に元の性質を多分に失ったのに対し, Chaetognatha は大した変化を受けずに根本的に浮游生活に適応したものとした。彼の研究は初めて Chaetognatha の初期発生及び幼体の成育を詳細適確に記述したものとして高く評価されるべきであろう。続いて Stevens ('03) は *S. bip.* を材料として卵・精子発生を研究し, 卵発生における減数分裂及び精核・卵核中の大型染色体と maturation spindle 中の小型染色体との間の関係を調べ受精機構を明らかにした。1909年から'13年にかけて Ritter-Zahony は解剖と分類に関して重要な論文を数多く発表し, 従来の *Krohnia* なる属名は他の動物群にもあるためにこれを *Eukrohnia* と改め一部を *Krohnitta* として独立させた。以後 Bucher, Elpatievsky, Bordas, Vasiljev, Tuzet e. t. c. の *S. bip.* や *Spad. ceph.* を材料とした卵・精子形成や受精に関する研究を経て, 1932年には John の *Spad. ceph.* に関する詳細且総合的な報告が発表された。

この研究は Russell の North Sea 及び英本土周辺海域における *S. elegans*, *S. setosa* についての研究と時・処を同じくしてなされたもので, Chaetognatha の研究史はここに到って Plymouth において初の黄金時代を迎えたものといえよう。頭初彼は Russell の扱っている兩種を材料とする積りでいた処, 採集後これを生かしておくことが困難であったため止むをえず tank の中や附近の tide pool に大量にみられる *Spad. ceph.* を使った。習性や外部構造・神経系・筋肉系・体腔・消化系・生殖系等に関する解剖学的な研究と発生についての組織学的な研究等を行い, 孵化後15日間の諸器官の形成状況を述べた。また *Sagitta* の larva は非常に透明で水面近くに止っており, 水を乱すと急激に運動するが, *Spadella* の larva では最初に卵が附着していた場所に附着して既にこの時代から附着性を示していることを指摘し, 精子転送については, Vasiljev ('25) が報告した2個体が貯精囊開口部を互いに他の個体の腔につける方法では転送が

交互的になされているものと思われるが、自分の多数の観察例中には交互転送の場合がみられたことがなく、即貯精囊の充満した個体A（交尾に当ってはこの個体の方が能動的に行動する）がA程受精囊が充満していない他の個体Bに近づき、Aの貯精囊がBの膣口に付くような位置をとる。Aから精子が塊となって放出されBの膣口につく。ついでAは体を丸くして頭がBの尾部に面するような姿勢で密着し、時々両者は頭を持ち上げ、このとき繊毛環同士が触れ合う。精子塊が受精囊に全部入る迄に1~2時間を要するがその間この姿勢を保つと述べている。その後 Ghirardelli ('53a) も *Spad. ceph.* の精子転送につき報告し、転送は交互的で、貯精囊の充満した2個体が互いに近づいて逆向きに並び、精子囊を相手の繊毛環の直後につける、囊は破れて精子は尾部隔壁に向かって急速に進み隔壁の近くで精子は2つに別れ受精囊に突入すると述べている。かくの如く転送が交互的か否かは観察者により結論が異なるが、第1部で述べた如き場合もあり交尾個体の成熟状態の差により両様の場合がみられるのではないかと考えられる。また Ghirardelli ('53b) は *Ptero. draco* の ovispermiduct は円筒状または立方体状の上皮から成る外壁と、多核質の内壁の2層から成るが、受精囊壁は多核質壁の一層から成ること、左右の卵巢には夫々100~150粒の卵をもち腺細胞から出るゼラチン状分泌物にとりまかれて排卵され egg-capsule として浮游すること等を報告した。更に *Spad. ceph.* の生殖細胞の遺伝子の構成物質について研究し、R. N. A. 及び Polysaccharide より成りこれ等は初期の卵割細胞の核の周辺に多く D. N. A. を含まぬこと等を報告した。('53c)

Parry ('44) は *Spad. ceph.* と *S. setosa* の消化管系の解剖、消化生理、採餌と光の関係を研究し、餌の消化には約5時間かかること、両種は餌・腸の構造・消化生理の点では極めてよく似ているが、習性・棲息場所は非常に異り、*Spad.* は不活発で餌が近寄る迄待っているため明処でも採餌するが、*S. setosa.* は暗処でなくては採餌せぬことを報告した。

生態・生活史については既述の Russell, Pierce, Fraser の他、Faure ('52) は北大西洋北阿沿岸における *S. friderici* および *S. bip.* の数量・外部形態・成熟度に関して報告し、*S. bip.* を体長<14m. m. で泡状組織が腹神経節に達せず貯精囊と後鰭の間の表皮が肥厚せず卵巢は後鰭前端を超えることのないA型と、これより大型で夫々の項目が逆であるB型 (Michael, Thomson が *S. californica* と命名せるもの) の2種にわけた。Furnestin ('53) は同海域で *S. ser.* の形態及び生態を研究し小型 (9 m. m. で成熟する) で卵巢が長く顎毛の鋸歯が発達し貯精囊に2ヶの三角形の突出をもつA型 (*S. ser. atlantica* f. *typica* と思われる) と大型 (13m. m.) で夫々の項目が逆のB型 (*S. ser. atl.* f. *tasmanica* と思われる) の2種があること、及びそれらの出現状況の変化や、地中海・欧洲大西洋産の *S. ser.* との比較について報告した。第2部の冒頭にも述べた如く *Chaetognatha* の各 spp. には種々の型をもつものが多くまた従来異種とされているものでも同一群に入れるべきと思われるものもあり分類法には幾多の改善の余地が残されているように考えられる。

Lebour ('16~'18) は *S. bip.* の寄生虫に関して報告しているがこの他各種の寄生虫に関する報告が数篇発表されている。

以上主として形態・解剖・発生・生理等の分野に関する研究史を略述したが、生態・生理方面を除いては少数の種類についてはあるが基礎的研究は一応揃っていると思われるが、従来材料として用いられたものは附着性の *Spad. ceph.* が主で浮游性のは高塩分性の *S. enf.* , *S. bip.* , *Pt. draco* 等にすぎず、量的に多い *S. eleg.* , *S. setosa* e. t. c. は John の述べている如く飼育の困難さから顧みられていない。且習性の異なる *Spad. ceph.* は別として planktonic *Chaetognatha* の生長・成熟や環境変化に応じて現われる生理的・形態的な反応についての知見はすべて現地採集の結果によって得られたもののみで、飼育によるものは殆んど見られない。然し第3章で述べる如く少くとも *S. crassa* の如き低塩分性種の成体の長期飼育は他の沿岸性 zoo-plankton 同様比較的容易で、本報では水温・塩分に対する抵抗性・泡状組織の分布範囲の変化等についての実験結果を述べるが、今後飼育法の改良によりこの分野の研究が数多く行われて現地採集で得られた生態的知識をより正確詳細なものたらしめ、更に各種の実験の験体としても活用される様になることを期待する。

第二章 笠岡灣における出現状況

第一節 総論

第一項 横島水道における採集

横島水道における採集は連日採集を原則としたが、最低週2回、最高6回である。(採集日時・潮時、定時観測の表面水温・塩素量、天候・降雨量については内水研資料参照) 採集時刻は主として9~10時であるが、潮時により水道の流向が異なるので流れに沿って船を漕ぎ、2ヶまたは1ヶの net で1 m層を約300m曳網した。従って厳密には定量採集とはいえないが毎回の曳網速度・距離は大体一定している。採集物は損傷を避けるためにバットに移し、この内から *S. crassa* を選り出したが他の種としては *S. enflata* が散出した。㊦ net 採集物は少ないときは全数を、多い時は50尾位を体長に偏りのないように抽出した。既述の如く㊦ net は短小個体(特に体長<3 m. m.)の採集能力が不十分で且つこの方法では定量的でないので、生活史の推定にとって最も重要な体長組成の季節的变化を追及するために'57年2月より㊧ net による定量採集(100mづつ3回往復曳網、4月23日以後は濾水計使用)を行い、且つ採集 *Chaetognatha* の全数を測定した。濾水計使用前の濾水量は曳網距離が一定でも流向流速に差があるため正確な濾水量の算定が困難であるが、同一方法による濾水計の回転数は例外的な場合を除いては100回転前後であったから、使用前の採集は100回転と仮定して計算した。

泡状組織及び卵巣を測定するには固定標本では不透明で困難であるから、デッキグラス上にごく少量の海水と共に生体をのせ、弱って不活発となったものを測定した。測定部位は体長・泡状組織分布範囲・卵巣及び貯精囊の状態の一部の個体については顎毛・歯の数を数えた。

第二項 湾口における採集

筆者はさき内湾の微細海況につき笠岡湾の調査結果を報告し(村上'54)、同湾の主要水塊として水島灘からの侵入水塊と湾奥の混合水塊等を区別したが、この2水塊の海況の年変化を追及するために'54年2月~'56年3月に週1回湾口定点(St. I)と水道北口定点(St. II)とにおいて有機態栄養塩類の定量、及び plankton 調査を含む観測を行った。この結果は未発表であるが、このとき St. I で㊦ net による表面水平曳及び上中下3層別に同時に水平定置採集を行い採集物中の *Chaetognatha* を第1部と同様に処理した。(採集日時・水深・潮時・各層水温、塩素量・水色・透明度・天候については内水研資料参照)

水平曳採集は'54年8月~10月は㊤ net、11月~'56年3月は㊦ net を用い、船を slow にして St. I の周囲を3分間表面曳網したものであり、層別定置採集は'55年2月~'56年3月に表、中(4~5 m)、底(7~10 m)3層にそれぞれ㊦ net を1ヶ宛同時に流れに逆って約15分間水平に吊し、Ekman-Merz 流速計により各層の流速を測定して濾過水量を定めた。採集した *Chaetognatha* は *S. crassa* の各 type が主で時に *S. enflata* が混在したが、水平曳採集では'54年8月に計19尾の *S. min.* を、8、12月に計3尾の *S. bed.* を得た。

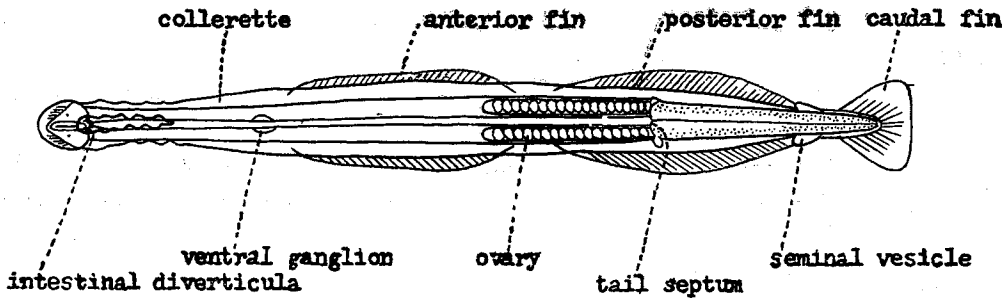
水平曳きと層別定置採集の採集物を比較すると、表層定置は水平曳と同時に同じ場所を同じ net で採集したわけであるが、 m^3 当りの数量はより少く、組成は短小な未熟個体が多い。これは水平曳の曳網速度が1 m/sec.(船の速度を2 knott と仮定)であるのに対し定置は採集時の流速が0.3~0.03 m/sec. であるので網と水との相対速度に3~30倍のひらきがあり、*Chaetognatha* の如き macro-plankton、特にその成体はこの位の流速では定置法によっては充分捕捉しえぬことを示しているものと思われる。しかし中・底層の定置と水平曳とを比べると棲息深度も関連し両者の関係は底層になるに従い逆転する。垂直曳は今回の如き水深10 m前後の浅海にあっては濾過水量が少なすぎ、航走中斜曳きすることは船の速度及び網を引揚げる速度が大きくなると手動では困難となる。従って浅海で移動力の大きい macro-plankton を net 採集する方法にはいづれも一長一短があるが、潮流が早い場所であれば今回試みた如き層別定置採集法は効果のあるものといえよう。熟練にしても第1部で述べた網目の問題と共に曳網方法による採集物組成の差は data 使用に当り充分考慮する必要がある。

App. 3に採集した *Chaetognatha* の一覧表を示す。

第三項 定 義

(1) 泡状組織 *S. crassa* は N-type が種の type であり、低温期に一部のものが C-type となりその前後に両者の中間型の I-type が現われることは以下説明する処であるが、これ等の 3 types は泡状組織の存在部位により分類したものである。以下分類の規準となる存在部位及び各 type の定義についてのべる。I-type は N→C-type の途中の段階にあるものの総称で I₁~I₇ の 7 段階に区分したが、これ等は変化の一段階であると共環境によってはその或段階に止まる個体も出現するわけである。Fig. 35に *S. crassa* の各部分の名称を示す。

Fig. 35 *Sagitta crassa* C-type



存在部位は次の11種に分類し各々に記号をつけたが、type との対応を示すと下記の如くなる。

type	存在部位
N	{ O 泡状組織なし (幼体のみ)
	{ N 頸部のみ
I ※14)	{ I ₁ 前鱗前半部まで
	{ I ₂ 前鱗後半部まで
	{ I ₃ 前鱗前半部までと前後鱗間
	{ I ₄ 後鱗前半部 (尾部横隔膜) まで
	{ I ₅ 後鱗後半部まで
	{ I ₆ 前鱗部まで及び貯精嚢部
	{ I ₇ 後鱗部まで及び貯精嚢部
C	{ C' 全身に分布するが処々に薄い個処あり
	{ C 完全に全身をおおう

PL.(31~4)にそれぞれ N, I₁, I₇, C-types の状態を示す。

(2) 成熟度

Chaetognatha の成熟度については Russell ('32), Pierce ('51), Faure ('52), Furnestin ('53) 等がそれぞれ stage を定めているが、いづれも大同小異で、主として尾腔内に遊離の精母細胞の循環がみられない未熟状態、精母細胞が循環し卵巣が成長しつつある成熟状態、卵巣の成熟が進み多数の大粒の完熟卵を有する完熟状態の3区分をしている。筆者は固定標本を用いた第1部及び第2部湾口定点・湾周辺採集物については第1部に述べた未熟・成熟・完熟・排卵直前の4区分をしたが、生体を測定した水道採集物及び飼育個体では卵巣が透明であるために精子転送により貯精管 (即ち輸卵管・Fig. 35 参照) 内に精子が入ったものはこの部分が黒褐色になっていることを認めることが出来たので、転送の有無による区別をも併用し

※14) I₁~I₇は頸部より各々の部位まで完全に連続しているとは限らず処々に欠損部が存在することがある。

た。但し *S. crassa* は勿論一般の Chaetognatha において精子転送から受精までの時間や、転送が同一個体に対し何回に行われるか等の詳細は未だ充分明らかになっていないので、貯精管の着色した個体が受精前か後か、または既に一度受精したものが再び転送されたものか、及び着色してない個体でも既に受精した経験があるか否かは判定出来ないが、観察例を総合すると貯精管の着色した個体の卵巣内には通例大型の熟卵をみることが出来、また完熟状態のものは転送を経験したものと見做しても大きな誤りはないように考えられる。輸卵管中に卵の入りこんだ状態は排卵直前の状態で (P.L. 4) 排卵後は輸卵管壁が密着して数日後再び受精卵が入りこんで排卵直前の状態となるから (第3章参照)、貯精管着色及び輸卵管中に卵の入った状態は現滅を繰返す可能性をもった (後者は明らかに繰返えず) もので、未・成・完熟の 3 stages と同列に考へべきものでなく完熟状態の一つの現象に過ぎない。しかしこれらの状態は受精・産卵を証拠立てるものであり、*S. crassa* の生態が正常に進行していることの証明となるから孵化直後の幼体の定量採集が困難であることを考えればこれ等の状態の確認及びその変動の追及は重要な意義をもつものと考えられる。

横島水道における採集では、㊸ net 採集物では完熟状態でないものはすべて未熟としたために、未熟状態には卵巣が全然認められぬものから、発達して中粒卵を含むものまで入るが、元来 ㊸ net では卵巣が認められぬような短小個体を採集することが少ないが、㊹ net ではこの部分も相当採集するので、完熟以外のものを第1部の如く未熟と成熟とにわけた。Russell と筆者の分類の相互の関係は次の如くである。

Russell ('32)		村上	
[Stage I]	尾腔内に遊離の精母細胞なし	[未 熟]	卵巣を認めず
[Stage II]	尾腔内に精母細胞充満、卵巣は成長しつつあり。 中粒卵あり	[成 熟]	卵巣内に卵粒あり
		[完 熟]	卵巣内に大粒卵あり (横島水道採集物で貯精管内に精子を認めたものは大体これに当る。)
[Stage III]	卵巣内に熟卵充実	[排卵直前]	(〔完熟〕の 内、輸卵管内に卵の入ったもの、及びその直前の状態)

第四項 固定による短縮

生体の儘と formalin 固定個体と両様の標本について体長測定を行ったので両者にどの程度の差を生ずるかを吟味するために、'57年3月7日~4月7日に体長4~18m. m. の *S. crassa* の生体を2m. m. おきに8尾とり、生時、固定直後 (10% formalin 1割を含む海水による。)、1時間後、1, 2日後、1, 2, 3週間後、1ヵ月後に全長 (尾鱗末端まで)、体長 (尾部末端まで)、尾部長、卵巣長を測定した。(0.1m. m. 単位)

Fig. 36 に各個体の初めの体長に対する体長短縮率の時間的経過を示す。体長3.5, 6.2, 14.3m. m. のものは1ヵ月後も短縮しなかった。図からわかるように大部分のものが固定操作により1ヵ月後の短縮率の半分以上の短縮を示し、1週間を経てもなお短縮の生ずるものは2例にすぎない。1ヵ月後の短縮率の最大は体長10.0m. m. の6%であるが、8例中0%が3例、1~2%が3例、5~6%が2例で平均2%となる。(体長17.9m. m. のものは sample 破損のため1ヵ月後の体長測定が不能となったので3週間後の測定値を代用)。従って C-type の大型個体たる体長約20m. m. のものでも1ヵ月後の短縮は0.4m. m. にすぎず、1m. m. 刻みの体長測定値に対しては重大な影響はないものと考えられる。卵巣長は体長8.5m. m. のものが2日後に4%、及び10.0m. m. のものが固定直後に4%、1ヵ月後に7%短縮したのみで他は変わらず、卵巣長の短縮は殆んどこの測定精度内では問題にならない。また卵巣長比 (卵巣長/体長×100%) の変化は卵巣長に比べて体長の方が短縮度が大きい時間と共に増加することになるが、1ヵ月後に2例だけ1%増加したのみでこれも問題にならぬ程度である。全長の変化は1ヵ月後に4例が体長短縮より0.1m. m. 余計に縮み、1例が体長が0.1m. m. 短縮したのに対し短縮0であった。全長と体長の差は尾先端部を含むか否かであるから、このことは尾鱗先端部の短縮または損傷が体部のそれに比べてその程度が大きいことを示しており、保存個体で尾鱗損傷個体が多くみられる事実と相俟って、測定部位として全長より体長を採用すべきことの一つの根拠とならう。

以上要するに formalin 固定による Chaetognatha の短縮率はその半量が固定直後にみられ、1ヶ月保

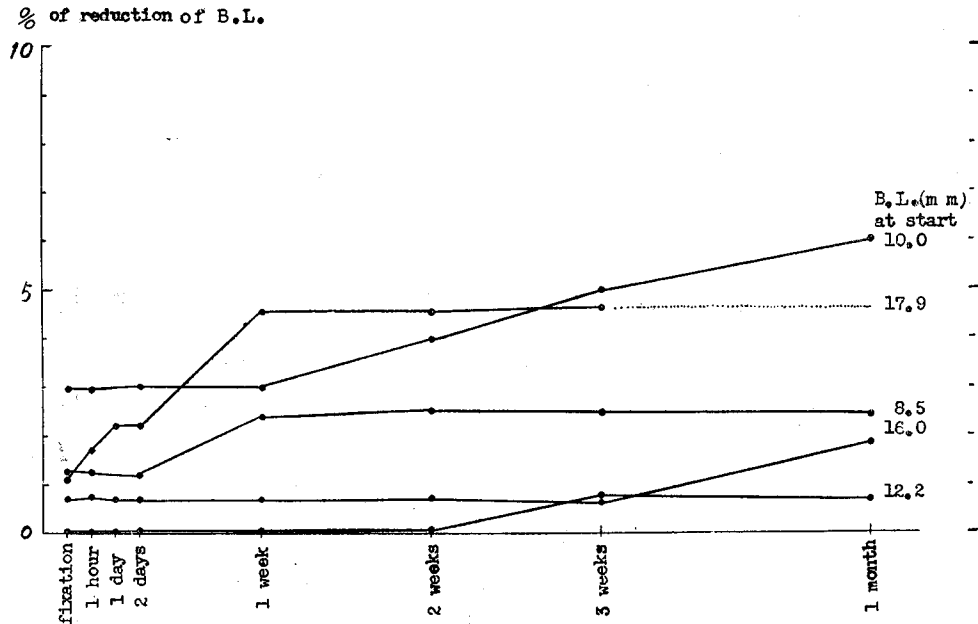


Fig. 36 The reduction of the body length of *S. crassa* conserved in formalin.

存しても短縮は大して進まず平均短縮率は2%にすぎない。但し例外的に5~6%に及ぶものがあるがこれは恐らく体の彎曲等の影響が加わったものと考えられる。従って採集固定後少くとも1カ月以内は測定部位として体長を採用する限りでは、体長及び卵巣長共固定操作及び保存による影響は、精度1 m. m. の測定にとっては体彎曲の場合を除いては測定の誤差範囲内であると考えられる。

第二節 外的変化

第一項 数量

Fig. 37 に定量採集を行った湾口㊦ net 水平曳, 層別定置(3層平均値)及び横島水道㊧ net 採集物の数量を示す。㊧ net の場合は(10月下旬及11月欠)全数の他に体長4 m. m. までの幼体(後章で述べる如く4 m. m. 位から食性が転換して小型甲殻類をとるようになるものと考えられる)の数量を示す。標示数量単位は水道採集の場合は濾水計1回転当りの尾数を、(濾水計使用以前は既述の如く100回転として概数を出した)湾口水平曳採集では3分間の曳網による採集尾数を、湾口定置採集では潮流計による測流値より1 m³ 当りの尾数を算出して用いた。㊦ net と㊧ net では網目の大きさ・採集期日等が異なるため数量を直接比較することは出来ないが、濾過水量からいえば㊧ net の採集尾数を2.5倍したものが㊦ net の採集尾数に匹敵することになる。短小個体の多い季節には㊧ net 採集物の方が、長大個体の多い季節には㊦ net 採集物の方が多い傾向があることは勿論であるが、全般的には数量は大体同様な値を示し、湾口部と水道部では特に目立った数量差は存在しない。

第二項 体長

横島水道における採集物の体長組成を1週間毎にまとめて、Fig. 38 に㊦ net によるものを、Fig. 39 に㊧ net によるものを示す。斜線を施した部分は排卵直前個体を含む体長を示す。Fig. 40の上・中段に各回の湾口㊦ net 採集物及び1週間毎にまとめた水道㊦ net 採集物の最大体長及び体長組成の mode の変化を示す。最大体長は3月が最高で18~17 m. m., 8月が最低で6~7 m. m. となる。4月中旬に15 m. m. から8 m. m. に急減することはC-typeの大型個体が産卵終了後この時期にすべて死亡し新たに小型のN-typeのものが育って行くことを示し、11月以降最大体長が7 m. m. から次第に増加して2月の17 m. m. になることは

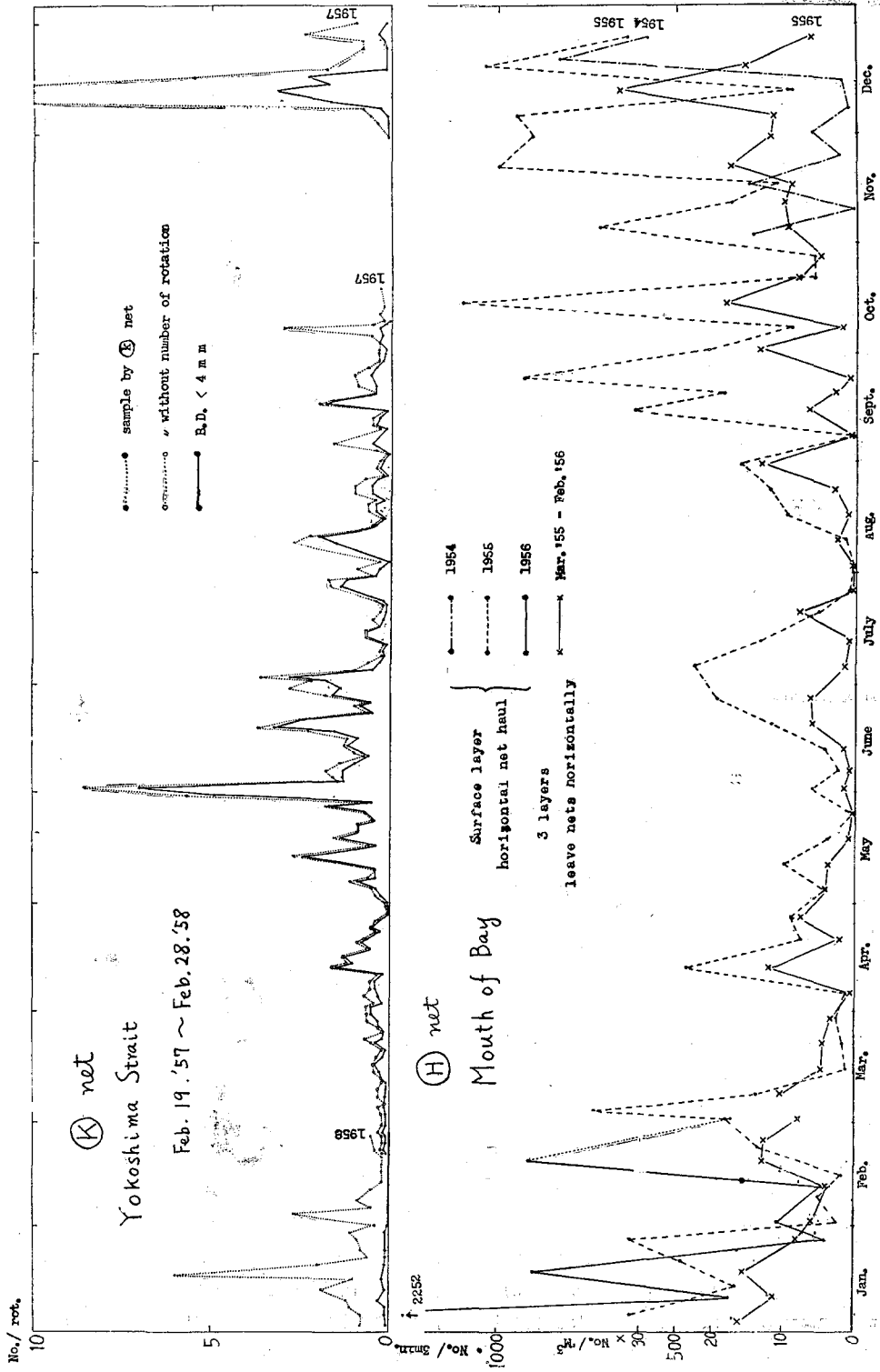


Fig. 37 The number of *S. crassa* in Kasaoka bay, 1954~'58.

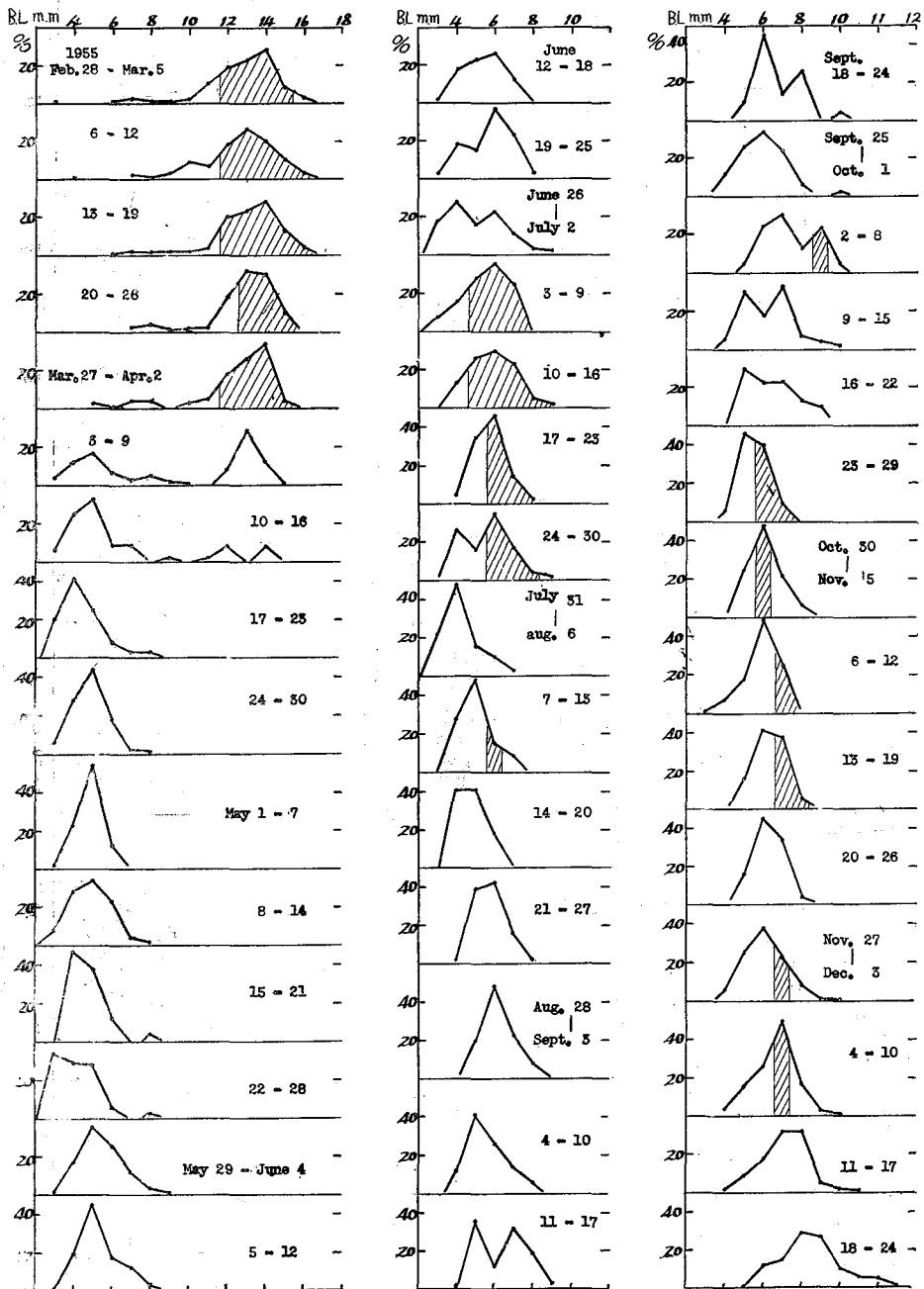
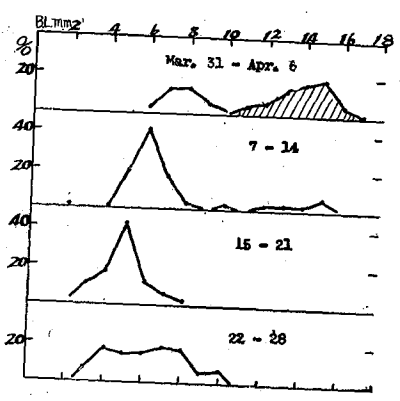
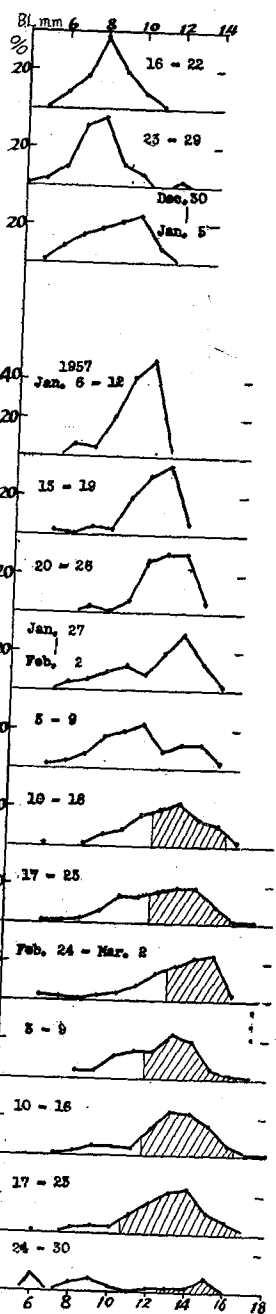
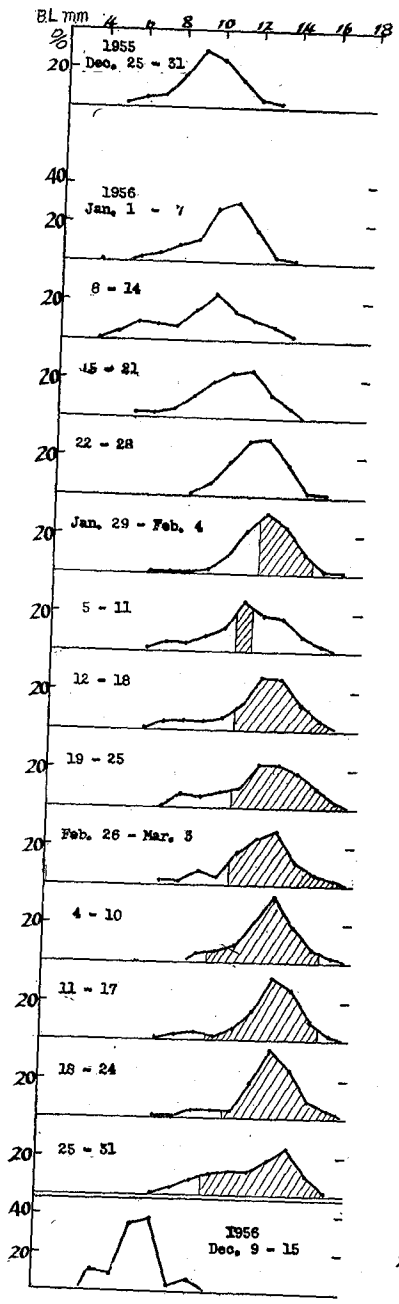


Fig. 38 Seasonal change of size composition of *S. crassa* sampled by
 (H) net at Yokoshima Strait, Feb. '55~Apr. '57.

note: abscissa-body length (m. m.), ordinate-%

hatching denotes the body length of the spawning individuals



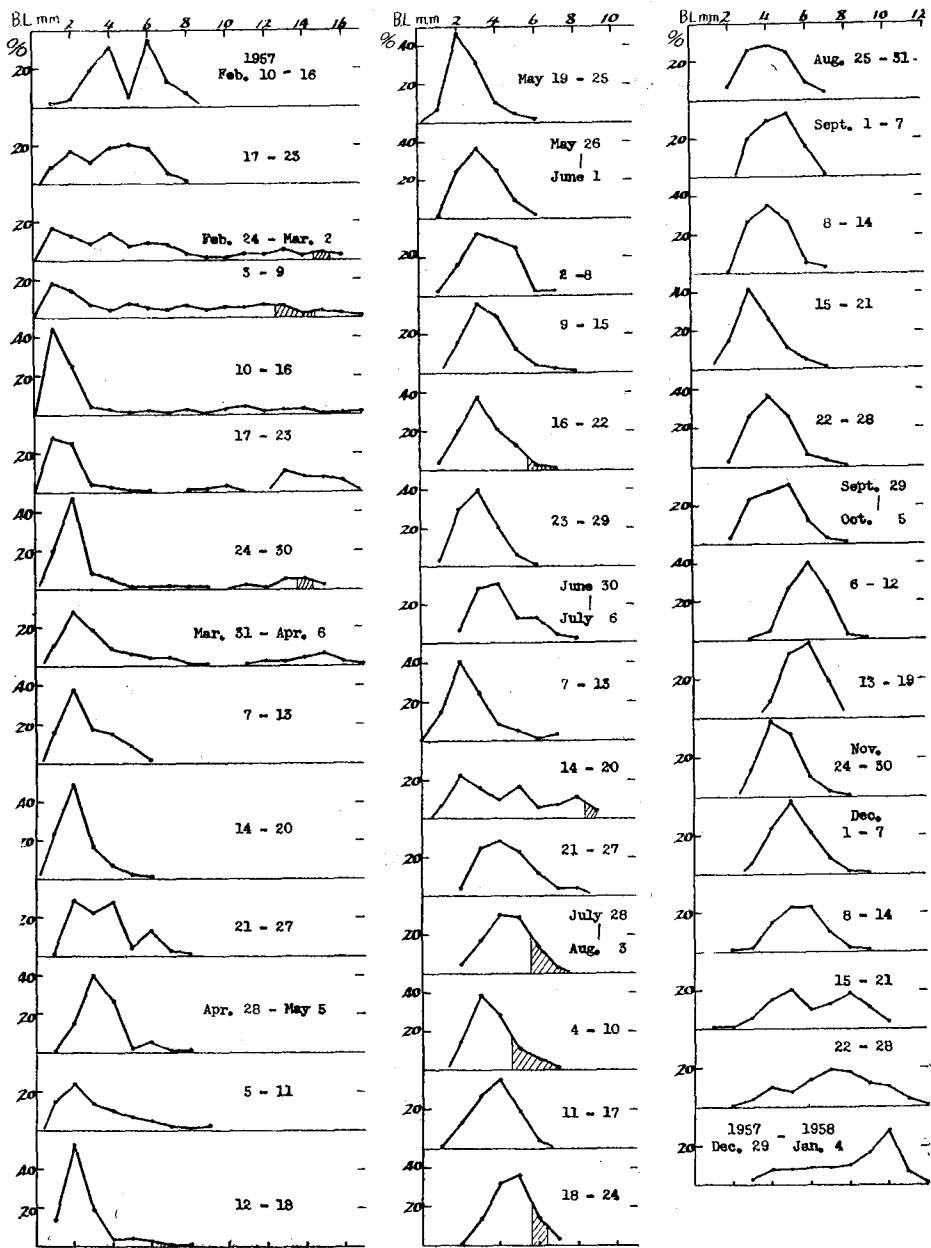


Fig. 39 Seasonal change of size composition of *S. crassa* sampled by
 ⊗ net at Yokoshima Strait, Feb. '57~Feb. '58.
 notes are the same as Fig. 38

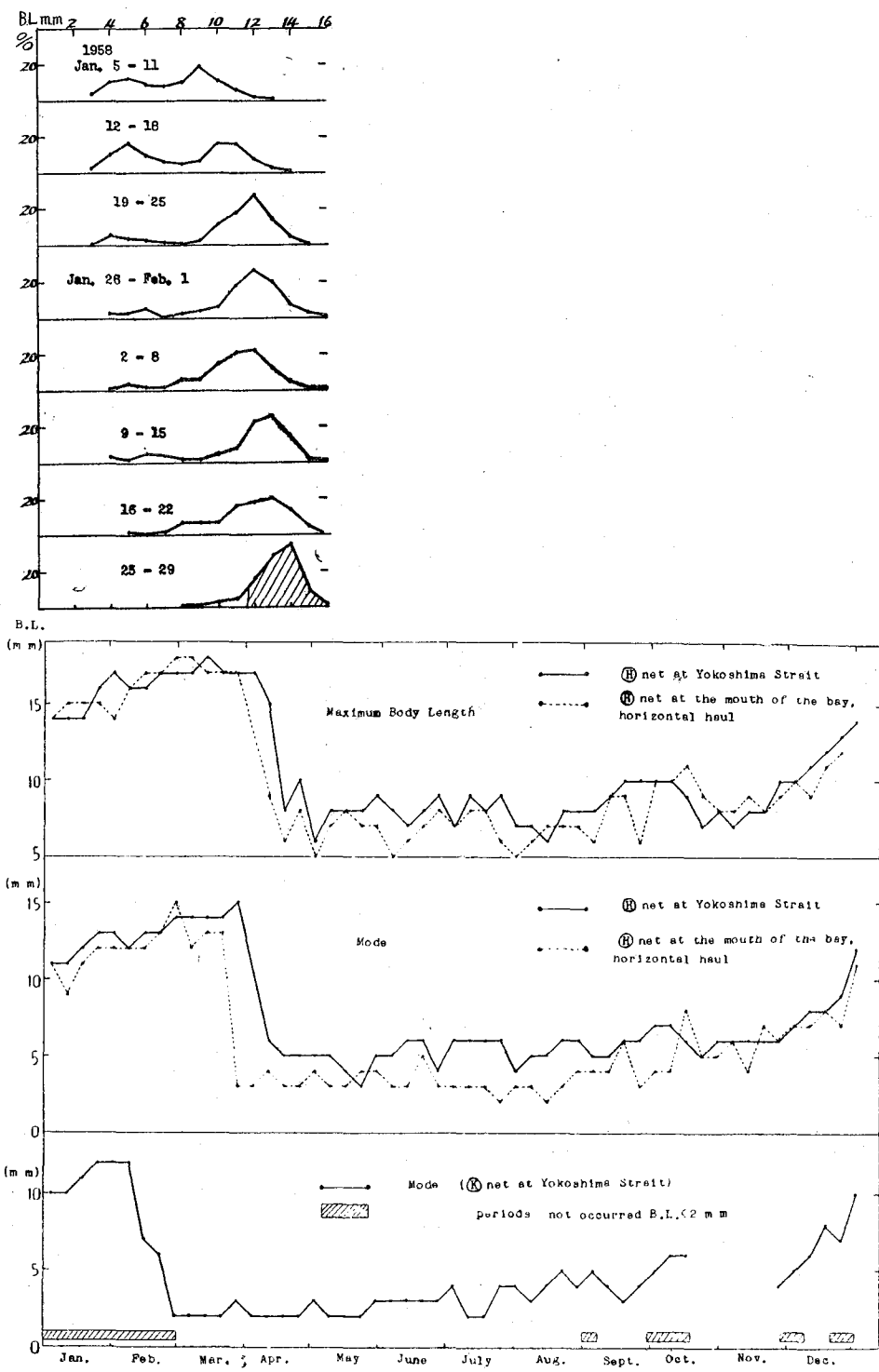


Fig. 40 Seasonal changes of the maximum body length and the mode of the size composition of *S. crassa*.

I → C-type へと成育が行われ大型化して行くことを示している。㊦ net 採集物の最大体長は㊦ net 採集物に比し1年を通じ1~2 m. m. 小さい。湾口 ㊦ net 採集物は水平採集に比べて定置による各層採集物の方が最大体長が1~2 m. m. 大きい場合が多く、長大個体が表層よりも中・底層に多く棲息することを示している。(第5章第1節参照) 湾口と水道を比較すると長大期には最大体長が大体同じであるが短小期には水道の方が1~2 m. m. 大きく、長大期に移る10~11月には湾口が1~2 m. m. 大きい。

mode と max. の差は通例3~4 m. m. である。短小期には水道が湾口より2~3 m. m. 大きい。幼体に関しては Fig. 37 に示した如く水道部の ㊦ net 採集結果を以てその出現状況を論ずべきで、Fig. 40の下段に水道 ㊦ net 採集物の体長組成の mode 及び体長 < 2 m. m. の個体が採集できなかった期間を示す。体長 < 2 m. m. の個体(後述の如く孵化後1カ月位までのものと思われる)が現われる期間には4 m. m. 以下の幼体が採集物の大部分を占め mode は2~4 m. m. となる。 < 2 m. m. の現われぬ期間は産卵期以外と考えられる。

第三項・type

Fig. 41 に水道における ㊦, ㊦ net 採集物の type 組成の季節変化を示す。㊦ net 採集結果をみると4月に N-type が現われ始め、11月下旬に I-type が現われるまではすべて N-type で、C-type は1月初旬に始めて現われ3月は殆んど C-type のみである。type の変遷は成体では季節的に移り変わるが、その他個体の成長段階に応じて泡状組織分布範囲が増加するために各個体について N → I → C-type と移り変わる。従って ㊦ net は小型個体の採集能力が ㊦ net より大きいからその採集物の type 組成は ㊦ net 採集物が N-type を欠く2~3月にも N-type (I, C-types の幼体) が可成りの比率で出現する。

N-type の出現期にも少数の I-type (I₁) が出現することが屢々あるが、これ等は N-type の泡状組織がやや後方で伸びたものである。第3章第3節で述べるように I, C-types の生き残りは4月以降はみられない。湾口では1月になって初めて I-type が出現する。

Table 17 に水道における11~4月の type 転換期に際して1週間毎にまとめた N → I₁ → I₇ → C-type への遷移状況 (type 組成) と、その週における最低水温(午前9~10時支所前観測の表面水温)を示す。'55~'56年は㊦, '56~'57年は㊦, ㊦, '57~'58年は㊦net によるものである。'57年2~4月の同一期間に行った両種 net の組成を比較すると、上述の如く ㊦net 採集物には圧倒的に N-type が多いこと、他、C-type が ㊦ net 採集物に比べて遙かにおくれて出現しその比率も少ないが、出現終了の期日は同じであることが認められる。I-type では I₁ の出現開始期日及び比率は大体同様であるが I₂~I₇ では ㊦ net 採集物の方が遅れて出現し比率も遙かに少ない。両種 net の性能の差による体長、従って type 組成の差が明瞭に見られる。

各 type の出現開始日とその水温を年度毎に比較すると Table 18 の如くなる。

なお湾口における C-type の出現開始期日は '54~'55年は1月6日9.6°C, '55~'56年は1月4日11.2°C である。水温は '55年11月上・中旬は他の2カ年に比べて2~3°C 低く以後12月下旬までは '56年が3~4°C 低く、'57年は11~12月を通じて常に3ヶ年の最高を示している。

各年の各 type の出現開始順も大体水温低下の順になっており、即ち11月上・中旬が低温であった '55年は I₁ の出現も早く順次 C-type までの出現開始日が早まり年内に C-type が出現している。これに対し '56年は11月末より低温となったにも拘らず各 type の出現は '55年よりおくれ C-type は6°C を切った12月下旬を経て再び昇温して8.2°C になった頃初めて出現している。'57年は ㊦net で採集したので大型部の採集能力が他の年に比べて劣るから C 及び C に近い I-type の出現開始は Table 18 に示すよりやや早いことも考えられるが、高温のために I₁ の出現は '55年より1週間おくれで以後順次各 type 共おけている。なお I₁ の出現から C-type の出現までは '55年は32日間、'57年は42日間を要しており、大体30~40日間かかるものと考えられる。'56年の I₁ 出現開始日は採集開始以前のため判らぬが C-type 出現期から逆算すると水温12°C に低下した11月27~28日頃と推定される。I₁ の体長下限は6~7 m. m. で11月下旬の出現開始期に現われる I₁-type は後述の10~11月産卵群から産れた幼体とは思われず、第8章に述べる生活史から考えて7月産卵群から生れたものの内の長期世代に当るものと考えられる。これが11月に入って水温が18°C 前後となってからの低下状況に応じ、低下度の大きい年は早く、小さい年は遅れて大体11月下旬水温12~14°C

Table. 17 Type changing of *Sagitta crassa* at Yokoshima strait in Kasaoka bay.
 note: data by ㊸ net are during Nov. '55~Apr. '56, ㊸ net during

Feb. '57~Feb. '58.

㊸ net

Year	Month	Day	Type %								W. T. °C min.	
			N	I ₁	I ₂	I ₃	I ₄	I ₅	I ₆	I ₇		C
'55	11	30~5	100									16.9
		6~12	100									13.2
		13~19	100									13.1
		20~26	87	13								13.3
		27~3	30	69				1	tr			12.6
	12	4~10	14	82			4					11.0
'56	1	11~17	1	79	2		17			1		9.6
		18~24		47	5		32	5		9	2	8.7
		25~31	3	38	18	10	6	16	1	11		8.0
		1~7	8	31	14	3	17	14		8	4	9.0
'56	2	8~14	5	45	15	2	10	6	4	7	9	5.9
		15~21	2	19	8		29	5	1	23	13	6.2
		22~23		2	1	1	26	12		22	36	5.8
		29~4		2			13	15	1	24	48	5.3
	3	5~11		6	5		19	19		4	43	6.0
		12~18		1	1		9	5		12	72	5.4
		19~25					3	6			91	5.7
		26~3			1		2	3			94	6.2
	3	4~10									100	6.8
		11~17					1				99	6.6
		18~24					1	1			98	9.8
		25~31		1	4		3	1			91	10.8
'56	12	9~15	16	84								7.2
		16~22	36	54	3	2		1	4			6.0
		23~29	16	72	3		7			2		5.2
'57	1	30~5	7	28	4	3	14	3	18	17	7	6.8
		6~12	6	59	9	5	4		8	5		5.8
		13~19	1	54	6	2	13		5	18	2	6.6
		20~26	7	30	1		14		3	32	12	5.6
		27~2	3	27	2	3	9	1	1	38	17	6.4
	2	3~9	5	23	2	5	7		10	37	11	6.8
		10~16	5	6	3	3	4		4	42	33	5.5
		17~23		7		1	1		13	47	31	5.6
		24~2			1	1	2		1	32	63	6.4
	3	3~9		1					1	1	33	6.4
		10~17							1	1	15	6.7
		18~24			1				1	3	10	8.4
25~30		9	2		2			3	10	74	9.3	
4	31~6	9	15	1	1		1	7	22	44	8.9	
	7~13	74	6	2	2				5	12	13.1	
	14~20	92	8								13.8	
	21~27	73	27								15.7	

Ⓚ net

Year	Month	Day	Type %								W. T. °C min.		
			N	I ₁	I ₂	I ₃	I ₄	I ₅	I ₆	I ₇		C	
'57	2	10~16	89	9			2						
		17~23	96	4									
		24~ 2	51	12			8	6			7	16	
	3	3~ 9	47	5			3	2	2	3	13	25	
		10~16	74	1					1		12	12	
		17~23	57	6						2	1	34	
		24~30	87	2	1			2			1	13	
	4	31~ 6	77	7							2	14	
		7~13	93	5							1	1	
		14~20	98	2									
		21~27	91	9									
	'57	11	24~30	99	1								13.7
12	1~ 7	98	2									12.6	
	8~14	96	4									11.4	
	15~21	88	11	2								9.5	
	22~28	42	44	9	3	1				1		8.7	
	29~ 4	19	53	3	15	3	3	1		3		5.8	
'58	1	5~11	25	46	1	12	6	1	1	7	1	6.7	
		12~18	6	47	4	9	12	4	1	14	3	6.5	
		19~25		23	5	6	16	3	1	30	16	5.7	
		26~ 1		12		4	8	12	1	36	26	5.8	
2	2~ 8		13	8	4	24	9	1	24	16	6.5		
	9~15		12	2	8	9	5		18	46	6.6		
	16~22		6	2	3	16	9		19	45	6.8		
	23~28				13	4	1		11	70	7.8		

Table 18 The first occurrence of each type of *Sagitta crassa* at Yokoshima strait in Kasaoka bay, 1955~'58.

Year	Net	I ₁		I ₂ ~I ₄		I ₅ ~I ₇		C		
		Date	W. T. °C	Date	W. T. °C	Date	W. T. °C	Date	W. T. °C	
'55~'56	Ⓜ	11-21	13.4	12- 3	12.6	12-17	9.6	12-21	10.3	①
'56~'57	Ⓜ			12-17	7.6	12-21	6.4	1- 4	8.2	②
'57~'58	Ⓚ	11-29	14.2	12-28	9.5	12-28	9.5	1-10	8.4	③

note: ① <10°C after Dec. 17, Minimum = 9.6°C in Dec. 18
 ② < 8°C after Dec. 11, Minimum = 5.2°C in Dec. 26
 ③ < 8°C after Dec. 31, Minimum = 5.8°C in Jan. 4

で I₁-type となり順次 type が進むが、最低水温が 8~9°C を切るような海域では途中の水温低下度には大して影響されずに 5 週間前後たって C-type が出現し、内海内湾海域でも最低水温が 8~9°C 以下とならぬ海域（海田湾・三原湾等）では I-type の各段階に止まる。10~11月に孵化したのもも長期世代におくられて順次この経過をたどり前者と併せて 2~3 月の 2ヶ月にわたる長期産卵群を形成するものと思われる。

I₁~I₇-types の内出現頻度は I₁, I₇, I₄, I₅, I₂, I₃, I₆の順に多く、I₁, I₇, I₄が安定性のある中間段階であるのに対し、I₂, I₃, I₆ は不安定な段階であることを示している。進行順序はこれらの不安定なものを除くと I₁, I₄, I₅, I₇ の順である。I₂は I₁から I₄ へ行く途中で必ず通過する段階であるにも拘らず出現頻度が少く且つ出現順位が必ずしも I₁と I₄ の間にないことは I₂ の段階（前鱗部全体に存在）が極めて短期間に経過されるものと考えられ、不安定な I₂, I₃, I₆の内 I₃, I₆ の如く例外的な段階であるものとは区別する必要がある。即ち泡状組織存在部位の増大順序は、基本的には体の前方から順次前鱗前部、前鱗後部、後鱗前部、後鱗後部、貯精嚢部まで、及び体表全面の順であり、これに時々前鱗前部の次に前後鱗の中間部や貯精嚢部に先に現われるものが加わるものといえよう。

第四項 顎毛及び前後歯

1957年3月~'58年2月の水道部 ㊦ net 各回の採集物の内各種体長のものにつき測定した結果について、Fig. 42 に顎毛及前歯数、Fig. 43 に後歯数の体長による変化を示す。'55年4月~'56年3月における水道部 ㊦ net 採集物による結果も同様の傾向を示す。㊦ net の方は10, 11月の資料が少ないので ㊦ net による結果を補充した。

2~4月, 7~8月, 10~11月は産卵盛期に当り最大体長の個体が出現するが、前述の如く type が異り顎毛・歯の数も type 特有の値を有する。それぞれの時期の最大値は下記の通り。

	顎毛	前歯	後歯	type	体長 m. m.
2~4月	10	14	30	C	17
7~8月	9	9	17	N	10
10~11月	9	9	21	N	10

時岡 ('40a) は *S. crassa* (I,C-types), *S. c. f. naikai*. (N-type) の顎毛及び前後歯の最大数をそれぞれ 11, 14, 35 と 9, 8, 20 とし、C-type の >20m. m. の個体で前歯16, 後歯43の例外値を示している。今回の資料では後歯数の最大は30であるが、これは C-type 出現期の最大体長が㊦, ㊦net 採集物共18m. m. であるため、第1部に示した中間海域に 2~3 月に出現する体長19~20m. m. の I-type のものには後歯数が30を超えるものがあるのではないと思われる。

門 ('54) は '50年1月~'52年12月における甯後灘向島周辺海域の *S. crassa* の体長 5 m. m. 以上のものにつき体長に対する顎毛・歯数の変化を示しているが、横島水道の値と比較すると、向島の方が前後歯共夏季多く秋季少ない傾向がある。採集回数、測定個体数の点からみて横島水道の方が遙かに多く両者を直接比較することは困難であるが、夏・秋季共双方の最大体長は一致している。秋季に向島の方が歯数が少ないことは或は測定数の不足に原因するとしても、(門・弘田の続報 ('57) では同海域の11~12月の歯数は横島水道の値と同範囲である) 夏季に成熟期に入った個体の歯数が向島の方に多いことは否定しえない。一方横島水道の夏季の値を ('40a) に示された *S. c. f. naikai*. の値と比較しても、各体長共歯数が少ない傾向がみられる。従ってこのことは内湾という特殊な海域における特性と見做しうる可能性も考えられるが、断定は今後の資料の充実にまつべきであろう。

幼体に関しては第4章で詳述するが、顎毛は既に体長 1 m. m. のときに大体生え揃い、2~3 m. m. では全部生えて以後は殆んど数が変わらぬ。原田 ('57) は *S. enf.*, *S. bed.* について顎毛は発育初期に一時的に数を増し、顎毛本来の機能をもつようになると再び減少し種独自の値を示すようになると述べているが、こ

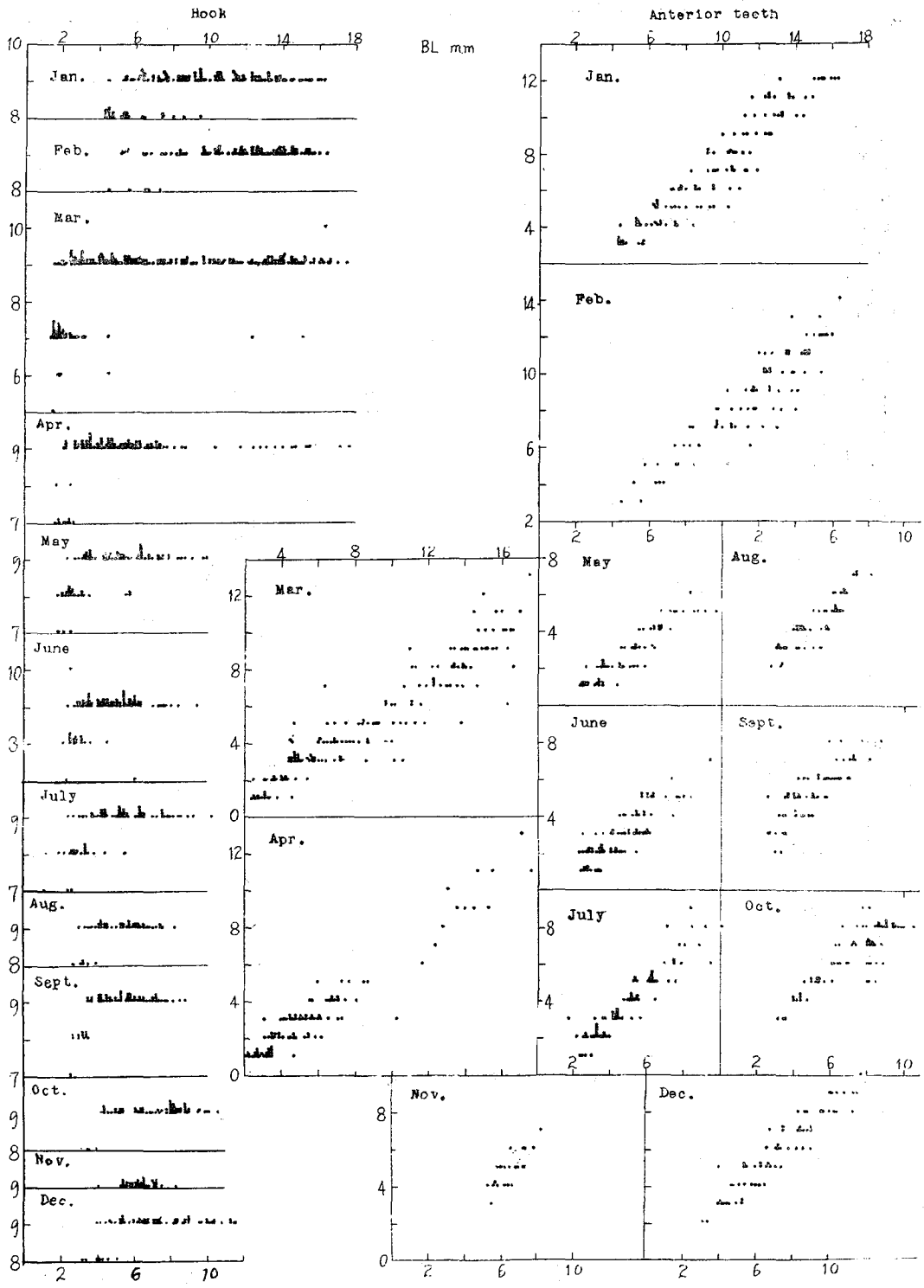


Fig. 42 Seasonal changes of the number of hooks and anterior teeth of *S. crassa*.
 note; abscissa...body length (m. m.) ordinate...number

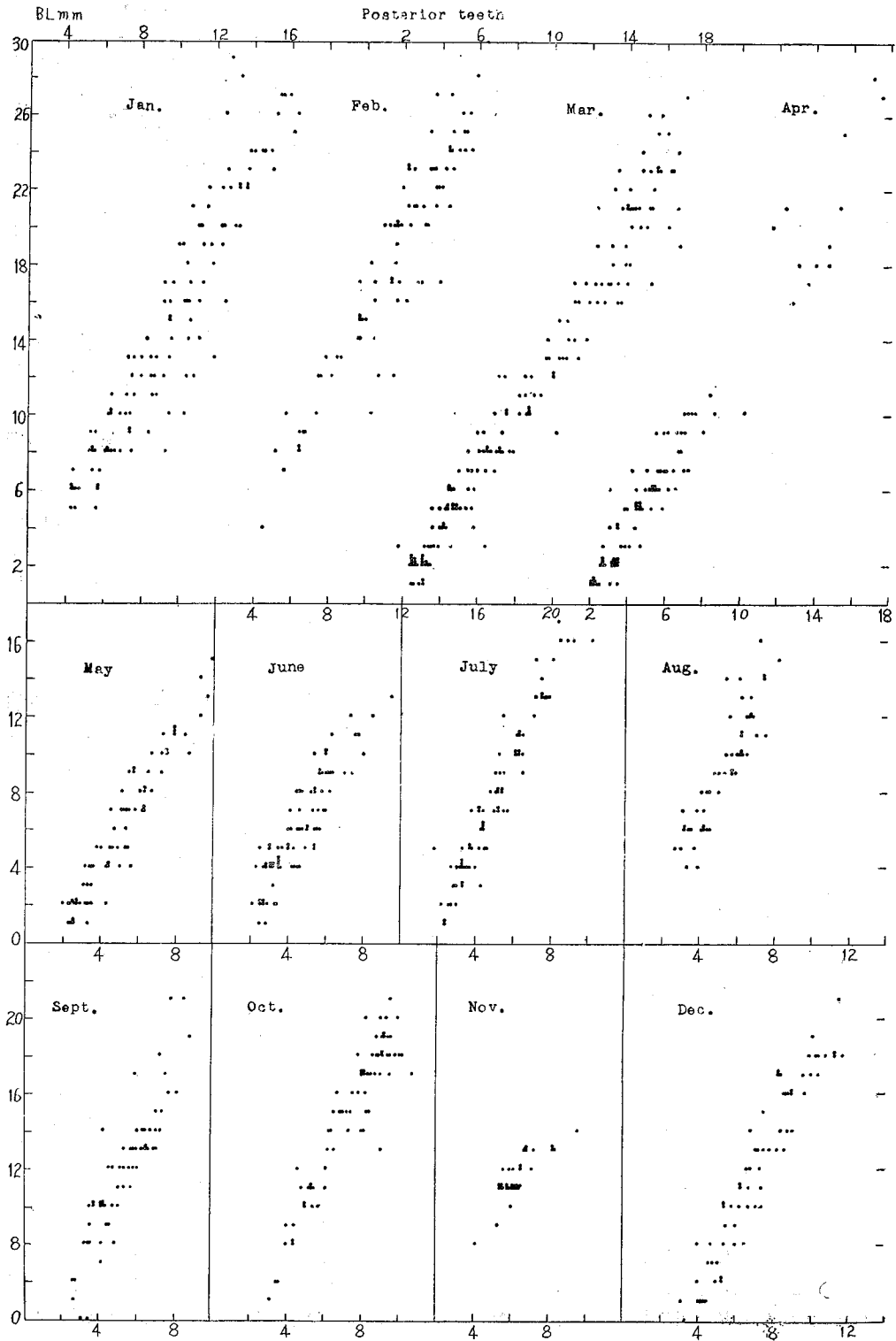


Fig. 43 Seasonal change of the number of posterior teeth of *S. crassa*.
 (notes are the same as Fig. 42)

の一時的に増加した顎毛が外観から認めうるものを指すかまたは内蔵されている原基を指すかの区別が明らかでないが、少なくとも *S. crassa* の場合には外観上からはかかる傾向は認められない。

歯は顎毛よりやや遅れて発生し一般に体長が 2 m. m. に達してからみられるようになり以後体長と共に数が増加して行く。原田 ('57) の述べるような発育初期における後歯数の顕著な増加は *S. crassa* でも明瞭に認められ、一般に体長 4~5 m. m. の後歯数上限の増加速度は他の体長段階の時のそれに比べて著しく大きい。第 3 章に述べる如く体長 4 m. m. 位に達して初めて Copepoda を捕食するようになるが、後歯数の顕著な増加はこの食性転換に対応した現象と考えられる。後述の如く夏季短期世代は寿命が短く従って幼体の発育速度が大きいものと考えられるが、6~9 月にかけては各体長段階における前後歯の上限は他の月より大きい。

Fig. 42, 43 から明らかな如く比較的に安定性がある顎毛は別としても、歯の数は季節及び体長による変異が大きく、更に同一の季節、体長でも変域が可成り広いから種の査定に利用する際はこれらのことを充分注意する必要がある。

第三節 内的変化

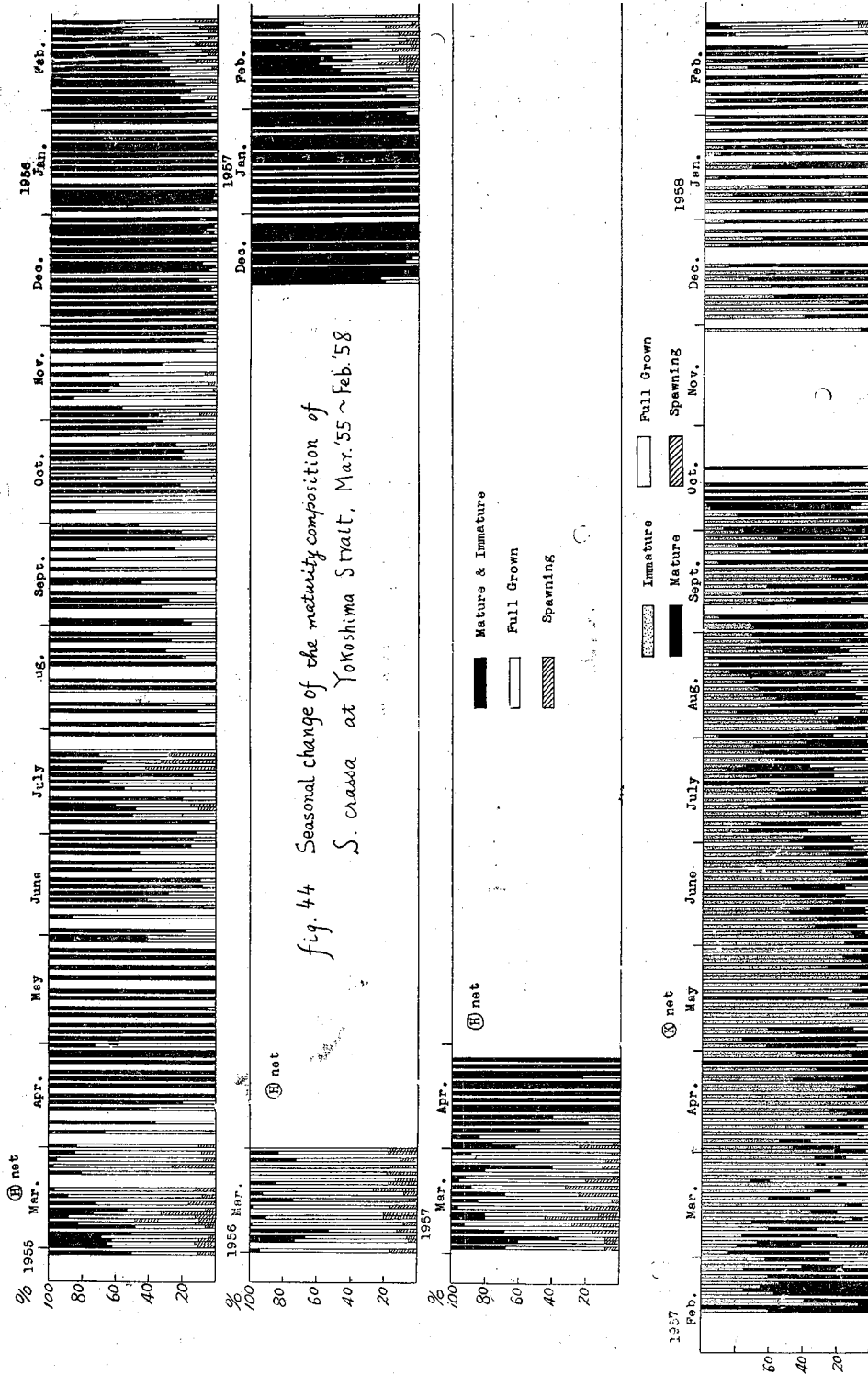
第一項 成熟度

Fig. 44 に横島水道における $\text{\textcircled{H}}$ 、 $\text{\textcircled{N}}$ net 採集物による成熟度の季節変化を示す。前述のように短小個体採集を目的とした $\text{\textcircled{N}}$ net 採集では卵巣が認められぬもの(未熟, Immature)と卵巣を認めだしてから小粒卵を含むまでのもの(成熟, Mature)の区別をしたが、成体を対象とした $\text{\textcircled{H}}$ net 採集では未熟個体の採集率が低い上に採集し得ても殆んど測定していないので両者の区別をしなかった。湾口での採集は $\text{\textcircled{H}}$ net を使用したが全数を測定したので未熟・成熟の区別をした。

横島水道では輸卵管内に卵が入ったものとその直前の状態のもの(図で直, Spawning としたものは 2~3 月, 7 月, 10 月下旬~11 月の 3 回現われる。熟卵をもったもの(完熟, Fullgrown)は 4, 5 月, 12, 1 月を除くすべての季節に存在するが, 3, 7, 9~11 月に多い。卵巣が認められぬもの及び軽うじて認められるもの(未熟, Immature)は 10 月下旬と 2 月下旬を除いて年中存在するが 3~6 月, 8 月, 12 月に多い。これ等のことから産卵は 4, 5 月, 12, 1 月を除いて年中行われているが 2, 3 月, 7 月, 10~11 月が主産卵期であると認められる。成長速度は季節(水温)により異なるが孵化後未熟個体となるには、夏季で 1 カ月以内、冬季で 1 ヶ月前後を、完熟個体となるには夏季で 1 ヶ月、冬季で 2 ヶ月以上を要するものと思われる。4~5 月, 12~1 月の両回に完熟個体が殆んど出現しないことは体長の項で考察した如く産卵後直ちに死亡することを示しており、第 3, 4 章で詳述するように完熟個体から進んで輸卵管に完熟卵が入り排卵直前個体となり、産卵後再び同様の経過を繰返すから、例えば冬季主産卵期の初期(2 月上旬)孵化した個体は 2 月末~3 月初を未熟個体で過し、4, 5 月は成長を続け、6 月に入って完熟し 7 月初め産卵し 2~3 回排卵して死亡するものと考えると寿命は 5 ヶ月となる。これに対し 7 月に孵化した短期世代は 10 月下旬産卵して死亡するから寿命は 3 ヶ月半となる。

湾口部では排卵直前の個体は表面水平曳きで 2 月 1 日に 1 尾と 4 月 26 日に 3 尾測定したのみであるが、これは採集頻度が水道に比べて少ないこと以外に固定の刺激により排卵直前状態のものが排卵して完熟状態に戻ったこと等も原因として考えられよう。水道と湾口を比較すると水道 $\text{\textcircled{H}}$ net 採集は上述の如く採集物の内体長 > 3 m. m. のものを測定したのに対し、湾口では全数を測定しており 1~2 m. m. のものの比率もかなり大きいため、完熟個体の比率は水道 $\text{\textcircled{H}}$ net 採集物の方が遙かに大きく出ている。また湾口定置採集の各層を比較すると完熟個体数の比率は年間を通じて表層: 中層: 底層が大約 1: 2: 3 の割になる。従って表層の水平採集結果は定置の 3 層合計に対し完熟個体の比率や出現頻度が共に少ないことになる。

以上のことから湾口・水道両海域の成熟度を比較するためには 1955 年 3 月~'56 年 2 月の 1 年間、水道 $\text{\textcircled{H}}$ net 採集と湾口定置採集 3 層合計の完熟個体出現期について行うべきであると考えられる。両海域共完熟個体の出現期及びその盛期はよく一致しており、僅かに 5 月に湾口でみられた出現が水道では 6 月に見られ、8 月には湾口には出現しない点等が異なる。5 月の湾口の完熟個体は体長 4~7 m. m. の N-type で、冬季の



C-type の生残りではない。従って夏季主産卵期は水道では7月～8月上旬に見られるのに対し湾口では早くなって5月中・下旬、7月の2回に別れてみられることになる。両海域の水温を比較すると1月は3°C、2月は1～2°C湾口が高く、4～5月は2～3°C、6月下旬～7月は3～5°C、8月は2～3°C湾口が低い。このために湾口部では水道部に比べて冬季主産卵期の初期に生れたものの発育はより早く、夏季主産卵期に生れたものの発育はより遅くなることが考えられる。即湾口では2月初旬に孵化したものは水道部よりやや早く5月中・下旬に産卵し、ここで孵化したものが10月の産卵群となり、3月に孵化したものは7月に産卵しここで孵化したものが11月の産卵群となるものと解釈しえよう。水道部の7～8月、湾口部の5、7月の孵化群に対しては10～11月に産卵する短期世代と、越年して2月に産卵する長期世代の両者を考える必要があるがこれに関しては第8章で詳論する。

排卵直前個体の体長の min. は (Fig. 38, 39 参照) 季節によって異なるが、冬季産卵群 11m. m. 夏季産卵群 5 m. m.、秋季産卵群 6 m. m. である。産卵後間もなく死亡するから max. は勿論各産卵群の体長の max. に一致し、各産卵群夫々 17, 9, 9 m. m. である。従って産卵群体長の巾は最大体長の約3分の1に当る。

第二項 貯精囊及び精子転送

貯精囊は最初は僅かなふくらみに過ぎないが、次第に大きくなって楕円形となり精子が入り込むようになると黄色に色づき、更に褐色→黒色と進み遂に突出した前部側面が破れて精子の塊を放出する。12, 1月を除いては常に大型の着色したものが見られる。雌性先熟で例えば冬の産卵盛期では1月下旬に黄色のものが現われ、2月に入って黒色のものが現われ1週間後に貯精囊の破れた個体が出現するのに対し、卵巣は2月に入って初めて完熟したものが現われ排卵直前の個体が2週間後に出現する。

(PL. 5) に1955年3月2日水道で採集した体長13.4m. m. 卵巣長1.1+1.1m. m. 輸卵管内に卵のない個体の輸卵管開口部に精子塊が侵入しつつある状態を示す。この個体の貯精囊には精子塊がみられず放出直後の如き有様を呈しており、第1章の精子転送の処で述べた如くこれが交互転送したものか否かは断定できないが、自家授精でないとなれば交互転送したもののよう考えられる。

第三項 卵 巢

(1) 卵巣長 体の成長につれ卵巣は大きくなって行くが卵巣長比の体長による変化は産卵期毎に異なる。Fig. 45 に水道における冬季産卵群 (成長期～産卵期は12～4月)、夏季産卵群 (5～8月)、秋季産卵群 (10～11月) の各々についての各期間内の体長と卵巣長比の関係を示す。なお点線で *S. elegans*, *S. setosa*, (Russell '32a, b) *S. friderci*, *S. bipunctata* (Faure '52) *S. serratodentata atlantica*, *S. s. tasmanica* (Furnestin '53)^{※15)} についての变化を併示した。

S. serrat. 以外のいずれの種類についても幼体期及び大型期には卵巣長比の増大の程度が弱まる。*S. setosa* について Russell は体長10～14m. m. では卵巣長比が一定でそれ以上になると急に増えると述べているが、本種は *S. crassa* と同様低塩分性種であり体長・熟度組成の年変化からも (Russell '32) 冬・夏・秋季に2～3の産卵盛期を認めうる。かつ冬季産卵群の体長の max. は17m. m. 成熟下限は12m. m. 夏～秋季は夫々14, 9m. m. となっており、*S. crassa* について試みた如く各産卵群毎にみればやはり同様に後述の如き傾向が見られるのではないと思われる。

各 sp. の内 *S. crassa*, *S. setosa*, *S. friderci* は沿岸性種であり、*S. serrato.*, *S. bip.* は沖合性種で、*S. eleg.* は寒海性種であるが、*S. enf.* と同様沿岸にも分布している。第1部第4章で *S. bed.*, *S. enf.* の卵巣長比にふれたが *S. bed.* では体長17～19m. m. で約30%であり、*S. bip.* に近い値を示す。以上の内 *S. crassa*, *S. enf.* 以外は絨毛環がB型であり、一般にB型の沿岸性種は卵巣長比の最大値が小さい傾向を示している。(例外として *S. bombayensis* の卵巣は腹神経節に達すといわれている。) *S. enf.* は第1部に述べた大型個体 (体長24～28m. m.) は17, 23, 27%等の値を示すが、水道採集物に10～12月に混入した小型個体についてみると体長6～14m. m. で3～4%に過ぎない。本種の完熟体長の min. が10m. m. 前後であ

※15) これ等の報文は体長として全長を採用しているから、本報及び Russell の data に比し卵巣長比は約1割小さく出でていることになる。

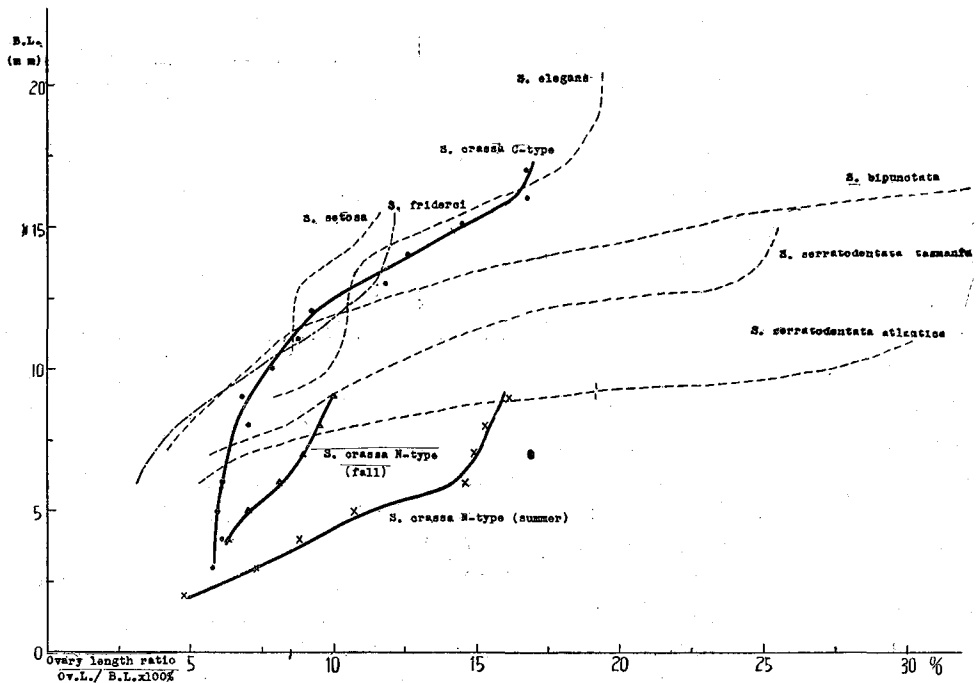


Fig. 45 The ovary-body length ratio of various species of *Sagitta*.

ることから考えて内湾部のものは外洋区のものに比して成熟体長・卵巣長比共小さいと考えられるが、これについては末尾の〔附〕で論ずる。

S. crassa C-type は体長10m. m. 前後から急激に卵巣が発達し最大体長 (16~17m. m.) で17%に達する。これに対し N-type の夏季産卵群では既に体長2 m. m. から卵巣が発達し初め6 m. m. までの体長に対する卵巣長比増大の割合は C-type のそれを上廻るが、以後最大体長8 m. m. までは余り増大せず16%が max. である。N-type 秋季産卵群は両者の中間の型を示し3 m. m. では殆んど卵巣を認めがたく以後7 m. m. まで急増し、更に最大体長の9 m. m. までは増大の程度が劣え最大体長では10%にすぎない。即C-type は漸増ではあるが、寿命が長いために卵巣は最も大きくなり、N-type 夏季産卵群は卵巣の発現期も増大速度も早く最大卵巣長比も C-type と余り変らぬが、秋季産卵群は3者の内最も卵巣発達の程度が悪くこの産卵群の増殖力が最も微弱であることがわかる。なお産卵個体の卵巣長比のmin. は夏季産卵群11%, 冬季産卵群9%, 秋季産卵群8%である。卵巣長比の最大は冬・夏季産卵群共30%, 秋季産卵群20%である。平均値でみると体長が大きい程卵巣長比が大きい、各個体毎にみると最大体長のものが必ずしも最大卵巣長比を示すわけではない。卵巣長比組成の季節的変遷は熟度組成のそれとよく一致した傾向を示している。

(2) 卵粒 卵巣内の完熟卵径は冬・夏季産卵群共150~200 μ で輸卵管に入ると押しつぶされて円筒形となり (P L. 4 参照) 排卵されると卵膜が膨潤して外径は約2倍となる。他の種類では *S. setosa* 130~190 μ , *S. elegans* 330~390 μ (Russell '32) *S. enf.* 150~200 μ であり, *Spad. ceph.* は John ('32) によると産卵後300 μ となっているから卵巣内ではこの半分位と思われるのでこれらの種類の内では *S. elegans* が飛び離れて大きい。卵巣内の卵粒は各段階の熟度のものが混在し完熟したものは輸卵管に入って行きある程度の個数に達すると排卵される。従って卵巣内卵粒数を数えることは困難であるが、第1部第4章でも触れた如く *S. crassa* 各季の卵径に大差がないとすると完熟個体の平均卵巣長は冬季産卵群2.3m. m. 夏季産卵群1.2m. m. 秋季産卵群0.9m. m. であるから産卵数が大いに異なることになる。

卵巣の長さに伴って輸卵管の長さも変るから排卵直前個体が輸卵管内にもつ卵数も各季産卵群により異

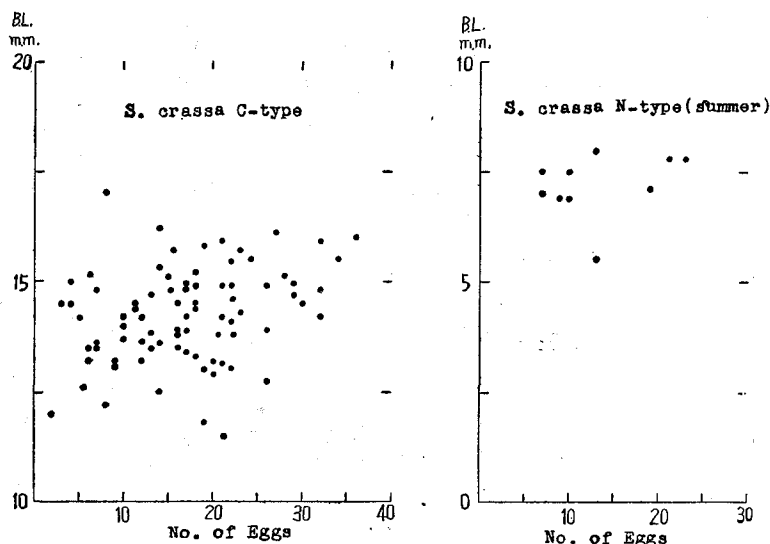


Fig. 46 The number of eggs in oviduct of various size of *S. crassa*.

る。かつこの卵数も同一個体でも排卵状態により変化が多いが、Fig. 46 に冬・夏季両産卵群の体長に対する左右の輸卵管内の卵数を示す。最高は冬季47ヶ、夏季23ヶである。例数の多い C-type を Fig. 31 の *S. enf.* と比較すると、同様に体長の増加につれ卵数が増加する傾向がみられるが、卵数は *S. enf.* の方が多い。

第四節 他海域との比較

第一項 数量

Fig. 47 の ㊸ net 採集結果により笠岡湾（湾口3層定置採集平均値）と瀬戸内海内部区、中間区（Table. 9より）における *S. crassa* の月別数量（尾/m³）、type の変化を示す。笠岡湾の type 組成は水道 ㊸net 採集による資料を一部参照した。全年平均値は夫々7.0, 4.4, 12.3尾/m³である。中間区の特長は前述の如く夏季の N-type の大增殖であるのに対し内湾部（笠岡湾）では N-type は夏季よりむしろ秋季に多く、更に冬季の I-type の大增殖がみられる。内部区は両者に比べると数量が非常に少く僅かに4月に小さな山が出るのみである。外部区は data を欠く月があるので全年を通じての様子は判然としませんが、3, 9月に山がある。これ等の事実から *S. crassa* の内海における海域的推移を考えると、夏季の N-type は8月の中間区を中心として、9月に外・内部区に拡がるが、秋季 N-type となると内湾部の増殖の方が旺盛になり、12月に入ると内湾低温域では I → C type となり1~2月に大增殖をする。この頃の外部・中間区にも I-type が出現するが量は極めて少ない。しかしこの群から生れたものの増殖は中間区が最も盛んで4~5月は内湾部には極めて少ない。即中間区を中心とする N-type 夏季群と、内湾部を中心とする秋季 N-type, 冬季 I, C-types 両群が交互に大增殖をくりかえしていることになる。

前報の東京湾内部（St. 1~21）では3, 5, 9, 12月の4回の data のみであるが、各回の数量は夫々35.6, 4.0, 3.8, 20.7尾/m³で3月のみ C, I-types が90%を占める。ここで大增殖の中心は木更津以北の千葉側で、この海域の *S. crassa* 増殖の型は明らかに笠岡湾型である。

次にやはり前報（村上 '57a）の海田湾（広島湾奥）と笠岡湾を比較する。海田湾は1950~'51年に ㊸net で毎月1回採集したものであるから笠岡湾でも水道部の ㊸net 採集結果を使用する。Fig. 48 に両海域の全個体及び体長 < 4 m. m. の短少個体の月別（海田湾は3月、笠岡湾は11月を欠く）数量（尾/m³）変化を示す。前報で述べた如く海田湾は C-type を欠くが、これは出現盛期である3月の採集がないから出現しな

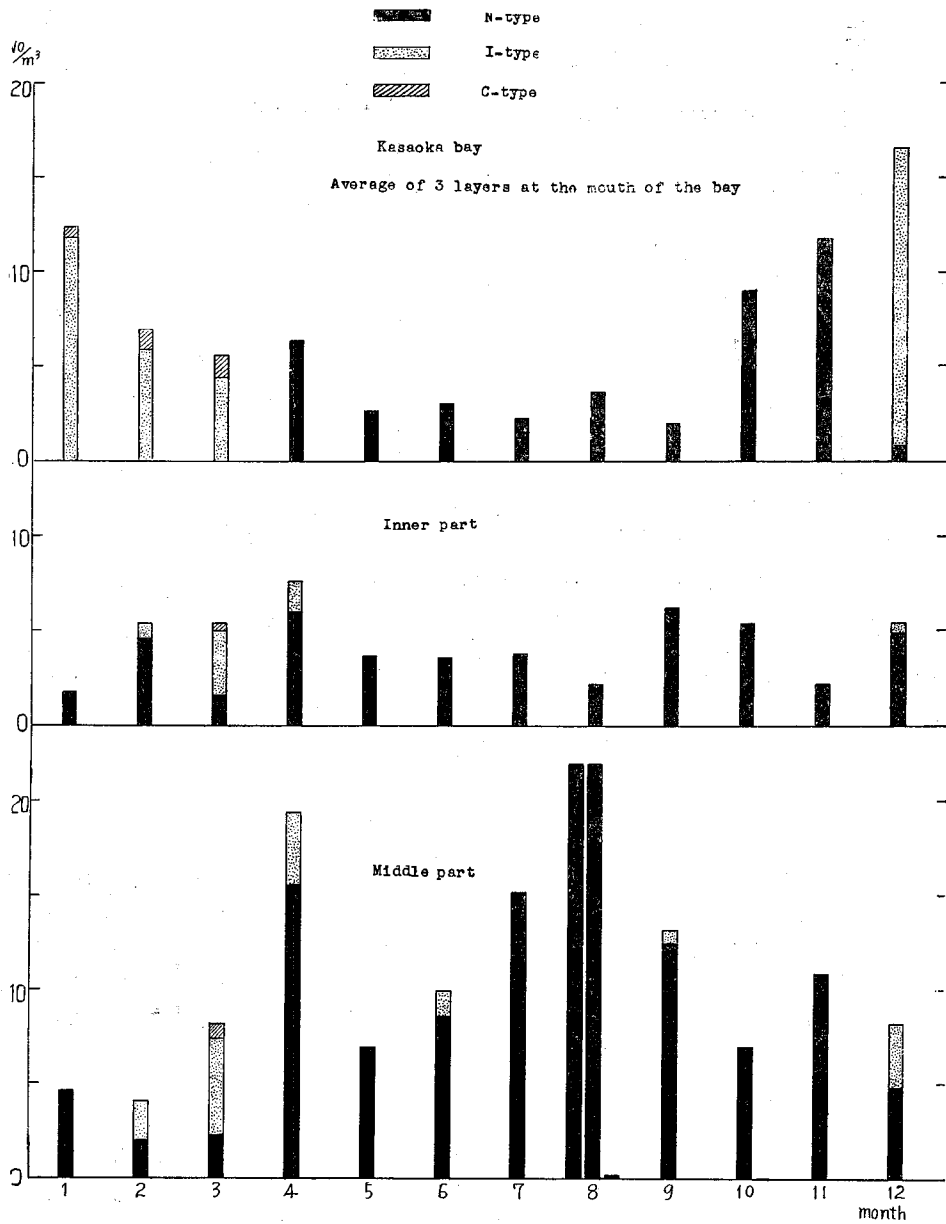


Fig. 47 Seasonal changes of the numbers and types of *S. crassa* sampled by \oplus net, in each region in the Seto Inland Sea, 1954~'57.

いと断定できないが、1、2月の体長の max. が11m. m. でありかつ第1部の data でも広島湾口部で冬季の max. が11m. m. であること、及び冬季の水温低下度から考えて C-type 出現の可能性は薄いものと思われる。海田湾は8月、12~2月に山があり内湾部型と中間区型を併せたような変化をする。笠岡湾は既述の如き変化を示すが海田湾に比べて夏の山が小さくまた6月に大部分短小個体からなる山がある。両湾で採集頻度に大きな差がありかつ横島水道は後述の如く採集時の潮相によっては湾外水塊を対象とすることもあり、両湾の数量を比較することは余り意味がないが、全年平均値は海田湾 66尾/m³ に対し笠岡湾 34尾/m³ となる。前報笠岡湾隔月1回の ㊸ net 採集結果では約100尾/m³ となる。また第1部第3章の大阪湾の *S. crassa* は ㊸ net 採集結果では約16尾/m³ となり、前報笠岡湾の ㊸ net 採集結果は33尾/m³ である。即ち低塩分海域では笠岡湾・海田湾の如き地形的に閉鎖型の内湾部の方が大阪湾の如き開放型のものより数量がやや多いように思われる。笠岡・海田両湾の数量の比較は厳密には出来にくい、夏季も大増殖する海田湾の方がやや多いのではないかと思われる。

以上各海域の数量の季節変化をまとめると下記の如くになり、*S. crassa* の棲息域として内湾部が最もすぐれ、中でも閉鎖型で冬季の降温が著しくない (C-type が出現しない) 海田湾の如き海域が夏冬共に大増殖をして最適と思われる、中間区は夏季に N-type が大増殖して内湾部に次ぎ、両海域の境となる内部区ではいずれの群も増殖力が弱くて特に盛期と言うべきものはないが、安定した生産量を示して恰も両海域の増殖型移行の通路の如き観を呈しており、外部区と共に余り適海域とは考えられない。

	瀬戸内海			内湾部			
	外部区	中間区	内部区	笠岡湾	海田湾	大阪湾	東京湾奥
冬季群	r	r	r	cc	c	±	cc
夏季群	r	cc	r	±	c	cc	±
秋季群	rr	±	r	±	±	±	±

第二項 t y p e

Table 19. に第1部の data による瀬戸内海各海域における I, C-types の出現状況及び水温を示す。豊後水道以外の各海域に I-type が出現することは前述の通りであるが、C-type は和泉灘東岸・播磨灘北岸・備後灘北岸・周防灘西岸のいずれも水深<20mの海域と、播磨灘南部の水深40mの海域に出現する。後者は水深は大きい、他の灘部海域に比べて冬季の水温低下が著しく常に同灘北岸と同様の低下を示す海域である。C'-type はこれに播磨灘東部・鳴門海峡・紀伊水道西岸が加わる。時間的に連続した採集ではないので

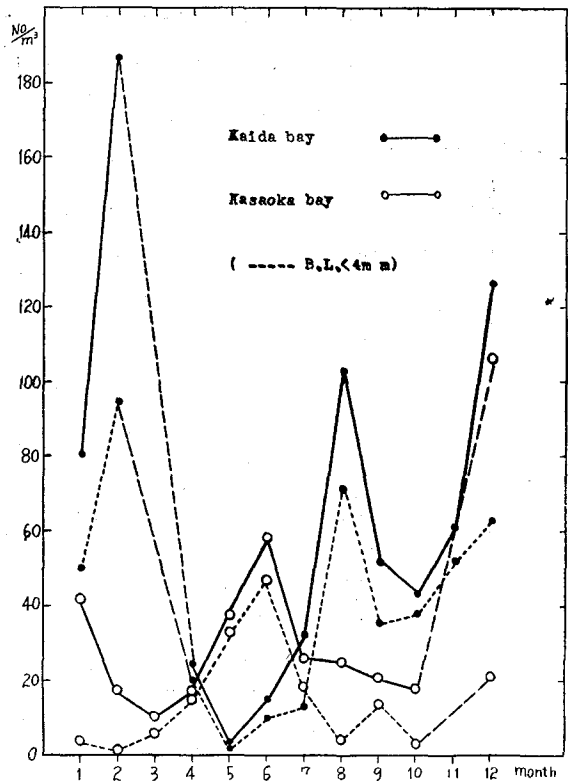


Fig. 48 Seasonal changes of the number of *S. crassa* in Kaida bay(1950~'51), and Kasaoka bay(1957~'58).

Table. 19 The occurrence of three types of *Sagitta crassa* and water temperatures in each region of the Seto Inland Sea, Oct. '54~Mar. '57.

Region	Date	Station	W. T. °C	<i>S. crassa</i>		Items of I-type %							Type %				
				Total No./m ³		I ₁	I ₂	I ₃	I ₄	I ₅	I ₆	I ₇	O, N	I ₁ ~I ₇	C', C		
Kii Suidō	'54	10	K 26	21~22	49	0.5	100								98	2	
	'55	3	TK 8	10	55	18.4	64	8		16	4	8			53	45	2
			TK 9	10	60	16.0	19	21		31	13	8	8		5	87	8
			TK 10	10~11	11	2.9	83		17						45	55	
	'56	3	TK 2	15	68	9.0	100								97	3	
			TK 4	10~11	59	7.9	100								47	53	
			TK 6	10~12	12	1.6	100								83	17	
			TK 7	9	22	2.9	75	25							64	36	
	'57	3	TK 8	8	29	7.8	72	14	7	7					52	48	
			TK 9	8~9	58	15.4	94		2	4					21	77	2
			TK 10	9	57	15.0	88	2	4	2	4				7	91	2
			TK 8'		26		100								42	58	
	Izumi Nada	'54	3	HG 5	10~11	7	0.9	100							71	29	
				'55	2	OS 1	9~10	14	9.4								79
		OS 2	8~9			7	4.7	100							86	14	
OS 3		9	4			2.7	50	50						50	50		
OS 4		9	3			2.0	100							67	33		
OS 5		9	10			6.7	33	67						70	30		
OS 6		9	18			12.0	87	13						55	45		
OS 7		9	18			12.0	67	33						67	33		
OS 8		9	6			4.0	100							84	17		
OS 9		10	21			14.0	80	20						76	24		
OS 10	10	5	3.3			100							60	40			
'56	3	OS 1	9	10	6.7	50	50						80	20			
		OS 2	9~10	15	10.0	100							73	20	7		
		OS 3	9	25	17.0	57	36			7			40	56	4		
		OS 4	9	15	10.0	72	14				14		53	47			
		OS 5	9	22	14.6	100							64	31	5		
		OS 7	9	35	23.3	35	52		13				34	66			
		OS 8	10	1	0.7								100				
		OS 9	10~11	29	19.3	18	58	14	5	5			14	76	10		
		OS 10	10~11	54	36.0	86	5		2		7		17	84	7		
		HG 3	9~10	23	8.5	79			14		7		39	61			
'57	3	OS 1	12	12	8.0	100						92	8				
		OS 2	12	21	14.0	100						52	48				
'56	2	OS 2	7	19	12.6							95	5				
		3	HG 1	8~9	24	5.3	82		6	6			29	71			
			HG 3	7	3	1.3	100						33	67			
			HG 4	7	19	8.5	64		27	9			42	58			
'57	3	HG 1	9	15	3.3	93		7				7	93				
		HG 2	8	2	0.7	50			50				100				

Region	Date	Station	W. T. °C	S. crassa		Items of I-type %							Type %			
				Total No./m ³		I ₁	I ₂	I ₃	I ₄	I ₅	I ₆	I ₇	O, N	I ₁ ~I ₇	C', C	
Harima Nada	'54	3	HG 6	10	4	5.3	100							75	25	
			HG 7	10	23	7.7	67		33					87	13	
			HG 9	10	4	0.7	100							25	75	
			HG 12	10	2	0.3					100			50	50	
			KG 1	9	2	0.4								50	50	
		6	KG 9	17~18	36	8.0	74	13		13			78	22		
		12	HG 16	17	11	2.0	50	17		33			45	55		
	'55	3	HG 7	9	19	6.3										
			HG 12	9	13	2.9	22	22		56				8	69	23
			HG 13	9	22	10.0		83		17				32	27	41
			HG 14	9	12	3.2	20	60			10	10		17	83	
			HG 15	9	15	4.2	78	11		11				27	60	13
			HG 16	9~10	11	2.5	13	25		12		50		9	73	18
	'55	9	KG 1	9	40	8.9	11	27		11		6	45	28	62	10
			KG 9	10	52	11.6	21	3		28		32	6	13	85	2
	Harima	9	KG 1	26	190	62.0	100							99	1	
			12	KG 1	15	193	46.2							92	8	
	Nada	'56	3	HG 6	7	8	1.8	100							75	25
HG 7				8	12	4.2	87			13			17	66	17	
HG 11				7	30	10.6	100						47	53		
HG 13				7	17	7.6	69	23				8		17	83	
HG 14				7~8	9	2.5	86			14				22	78	
HG 15		7	91	25.3	67		11	15		2	5	24	76			
HG 16		7	27	6.0	84			16				30	70			
KG 1		8	25	4.9	91					9		56	44			
KG 9		8	76	16.9	79		6	11		2	2	14	85	1		
		6	HG 13	16~21	129	50.1							98	2		
'56	9	HG 8	25~26	83	18.5	100						99	1			
		HG 11	8	10	12.6	100						90	10			
'57	3	HG 6	8	9	2.0	60				40			45	55		
		HG 8	8	4	0.9	100							75		25	
		HG 9	8	8	1.8	50	25	25					13	50	37	
		HG 11	8	11	6.1	37	38		25				19	72	9	
		HG 14	8~9	23	6.1	22	44	17	17				13	78	9	
		HG 16	8	6	1.4	80			20				83	83	17	
Iyo Nada	'53	12	EH 12	19	2	0.4							50	50		
	'54	3	YG 9	12	21	4.6							19	81		
Bingo Nada	'54	3	OK 1	9	6	1.9							17	83		
	'55	3	OK 1	10	5	1.7							20		80	
		12	OK 10	15	49	10.9	100						98	2		
	'56	3	OK 1	8	3	1.0	100							100		
		12	OK 7	14	22	7.0							95	5		
'57	3	OK 1	9	20	6.7	84		8	8			30	60	10		
Aki Nada	'53	6	HS 6	17	35	7.8							20	80		
	'54	3	HS 2	11	9	2.0								100		
		3	HS 2	11	9	3.0	100						67	33		
	'55	3	HS 6	11	30	6.9	100						97	3		
		3	HS 2	10	6	1.3	100						17	83		
	'56	3	HS 6	10	5	1.1	100							100		

Region	Date	Station	W. T. °C	S. crassa		Items of I-type %							Type %			
				Total No./m ³		I ₁	I ₂	I ₃	I ₄	I ₅	I ₆	I ₇	O, N	I ₁ ~I ₇	C, C	
Suhō	'54	3	FK 3	9	4	1.3								25	50	25
			YG 3	11	64	14.2								28	72	
	'55	3	YG 3	12	58	13.0	82				9			81	19	
			YG 3	9	16	3.6	50	25	25					75	25	
			FK 3	10	6	4.0	33	33		17					100	
'55	4	YG 3	12	16	3.6	50	33		17			62	38			
Nada	'56	2	FK 3	8	5	3.3							80	20		
			FK 5	8~9	1	0.7			100					100		
	'57	3	FK 5	9~10	23	15.4	25	20		30		15	10	4	87	9
			FK 5	8	12	8.0	100							58	42	
			FK 7	8	13	8.7		100						69	16	15

出現の限界水温は解らぬが、出現時の最高水温は I-type では例外的な高温期の出現の場合を除くと I₁, 14°C, I₂~I₄, 12°C, I₅~I₇, 11°Cで、C-type は 11°Cであり、Table. 18 に示す横島水道の出現最高水温とよく一致する。

I の各 type の出現をみると高温期の例外的出現は殆んど I₁ に限られ精々前鱗部まで (I₂, I₄) である。後鱗以後に及ぶもの (I₅~I₇) の出現は海域・水温限界共に C-type に等しい。結局泡状組織分布範囲の増大程度は次の4段階にわけて考えられ、各段階の出現する海域の性格は夫々次の如くなる。

1. 前鱗前半部まで (I₁) ……内海全域及び例外的な高温期出現
2. 後鱗以前まで (I₂~I₄) ……3. 4. の海域のやや沖合及び3, 4の各海域の中間海域
3. 後鱗以後まで (I₅~C) ……浅海及び水温低下のやや著しい海域
4. 全身 (C) ……水温低下の著しい内湾及び沿岸海域

内海における C-type の主産地は周防灘西部沿岸・笠岡湾・播磨灘北部沿岸・大阪湾沿岸で、播磨灘中南部海域の出現は沿岸に主産地をもっていてこれが流出したものか、灘部自体で生産されるのかは不明である。備後灘北岸の内湾としては笠岡湾のみであることと内海東部紀伊水道水系の支配下の海域に多いことは特長的な現象といえよう。

第三項 体長および成熟度

Table. 20 The maximum body length of spawning *Sagitta crassa* and the minimum of fully grown *Sagitta crassa* in three breeding seasons in various regions in the Seto Inland sea.

Breeding season		Kasaoka bay	※16)		Inland Sea					
			Kaida bay		inner		middle		outer	
summer	max. B. L. (m. m.)	9	7		11	12	8			
	mi n. B. L. (m. m.)	5	5		5	5	6			
autumn	max.	8	7		9	11	9			
	mi n.	5	6		5	6	5			
winter	type	I & C	I		N I & C	N I & C	N I & C			
	max. mi n.	17 8	11 7		13 9	16 8	14 9	20 8	13 9	15 8

※16) 海田湾は各月1回の採集である上に3月の data を欠き、また ⊗ net による採集物であるから体長の max. は他海域に比べてやや小さくなっている可能性があり、この数字は参考にすぎない。

笠岡湾における産卵群の最大体長および完熟個体の最小体長を瀬戸内海各海域と比較すると Table. 20の如くなる。

最大体長は各群を通じて中間区が最も大きく、ついで内部区・内湾部・外部区の順であるが、冬季 I, C-types では内湾部にも中間区につぐ長大個体が出現する。完熟個体の最小体長は N-type 5~6m. m. I, C-types 8m. m. であるが冬季の N-type は 9m. m. である。即高温期には成熟が早く大型個体にならぬ内に産卵を終了して死亡し、低温期には成熟がおそくて寿命が長く、長大個体が出現することはすべての海域を通じて例外なく *S. crassa* 各 type にみられる現象である。

第三章 飼育および飼育実験

第一節 概 論

従来 Chaetognatha の飼育は附着性の *Spadella* を除いては報告がなく、僅かに採集した完熟個体を生かしておいて産卵させ、孵化後 2 週間位迄の観察を行ったに止り飼育個体を用いた実験はその例を見ない。一般に plankton. の飼育培養は低温低塩分性種程容易であると思われるがこの意味では冬季内湾海域に大量に出現する *S. crassa* C-type は材料として最も適当であるといえよう。筆者の経験でも *S. enf.* より *S. crassa* が、*S. crassa* N-type より I, C-types が容易であった。*Sagitta* の体は骨格を欠き透明で外皮には殻も鱗もなく、5枚の大型繊細柔弱な鱗を持ち運動は活発で自然界では日光の直射をさけて極く表層には少く透明度 > 2 m の清澄な海域を好み、発達した口器を以て薄明時 Copepoda. e. t. c. を捕食し、体制は簡単で特別な泌尿器系統を有せず老廃物は体表からも直接排泄するものと考えられるから、飼育方法もこれ等の事項に対応して、用水の清澄なこと・明処を避けること・飼育水が流動更新すること・適度の運動可能な容積をもつこと・生き餌を与えること等が根本的に必要と考えられる。

飼育は 1954 年 3 月~'57 年 4 月にすべて笠岡支所において行ったが飼育実験を行いうる迄に方法が確立したのは '55 年 12 月 2 日~'56 年 1 月 5 日に飼育技術に関する種々の試みを行った結果、通気と攪拌のために大粒の気泡を吹き込む方法を採用してからである。この飼育技術に関する各種の試みはいずれも放養した個体が死(全身不透明となり動かなくなった時)に到る迄の歩留りを観察したもので飼育条件として試みたものの内主な項目は次の如くであった。

① 水の交換に関するもの。

- (a) 止水換水式・サイフォン滴下流水式……容器は 1 L 容ガラスシリンダー、5 L 容ガラス丸バット、0.5 L 容ガラス標本瓶
- (b) 海中吊下式……0.1 L 容ガラス管瓶の両端に net 地を張り海中に水平に吊下げる。

② 飼育水温および明るさに関するもの。

- (a) 恒温……孵卵器・15°C
- (b) 変温……室内放置および暗室内放置

③ 水の攪拌に関するもの。

- (a) 止水
- (b) 海中
- (c) 天秤式……片方に水滴に依る自動サイフォンを装置して飼育容器を上下せしめる。
- (d) モーター式……偏心プーリーを廻転させ飼育容器に前後・上下運動を同時に与える。
- (e) シーソー式……自動サイフォンで重さを増減させて 2 ヶの飼育容器を交互に上下させる。
- (f) 攪拌式……渦巻形のガラス棒を容器内で上下させる。
- (g) 気泡式……後述

④ 用水に関するもの。

- (a) 現場海水
- (b) 濾過海水……定性濾紙にて濾過および砂礫等より成る濾過槽で濾過。

一々の試みの結果を述べることは省略するが、総括すれば ①海中吊下式は net 地に浮泥がつまって水の流通を妨げる。②濾過せぬ水を用いると体表に浮泥が附着して弱らせる。③容器に振動を与えることは大して効果がない。④飼育水を攪拌することは渦流が生ずる為に験体を弱らせる。⑤容器の深さは少くとも水深 10c. m. 程度が必要である。⑥弱った個体および餌料 Copepoda は速かに除く。⑦採集に当っては個体を弱らせぬ様極力注意する。⑧光は暗室でも差支えないが薄明程度が最良である。⑨餌料は元気のよい Copepoda を大量に与えること等の基本的知見を得た。これに基き更に各種の改良を加え第 2 節に述べる様な飼育方法を得た。

以後下記の各種実験を行い、特に水温により泡状組織分布範囲の増大程度に差があることを確かめることが出来、*S. crassa* の各 type が水温による多形現象であるという結論を得て '57 年春を以て一応飼育を打切ったが、孵化後 3 週間以降体長約 5m. m. に到る期間の飼育に成功せず、原因は恐らく第 6 節で述べる如く餌料にあると考えられるが今後機会を得てこの期間の飼育方法を研究し完全飼育を可能たらしめたいと思つてゐる。従つて現在の段階では人工増殖ということは不可能であるが、C-type 成体の長期飼育は他の zooplankton に比して容易であるとい得るのではないかと考えられ、材料・餌料が簡単に入手しうる場所であれば plankton を用いた bio-assay の験体としての利用価値が大きいのと思われる。

第二節 飼 育 方 法

第一項 採 集

必要に応じ net を伝馬船で水平曳して採集したが底の閉じたコック式アイマーでは net 内の *Sagitta* が曳網中弱る率が大きいので、日下部式の稚魚採集用アイマー（円筒の中央に底のない小円筒があり一方に粗目の net 地を張ったもの。日下部 '53）を用いた処好結果をえた。採集後直ちにバットに移し日覆をして室内に運び元気のよいものを選び濾過水に放流した。又この sample から大型 Copepoda をとって餌とした。大降雨直後等で海水が濁ったときは採集できなかつた。又夏季直射日光の強いときは附近のアジ藻場を曳くとよく採集しえた。

第二項 用 水

棲息海域の水を砂・礫・木炭で濾過して使用した。水温・塩分の変化に対しては後述の如く可成りの適応力をもつが、濁りに対しては極めて敏感で、浮泥等が懸濁した水を用いるとすぐ弱る。このような水で飼育すると鱗に泥が附着して鱗の運動が不活発になるのが認められるが、また体表にも附着して排泄作用に影響を及ぼすことも考えられる。孵化および幼体の飼育には定性濾紙で濾過した水を用いた。水底に石・砂を入れることは好ましくない。

第三項 容 器

planktonic Chaetognatha は運動が活発で Copepoda 等に劣らぬ移動力を有している。飼育個体を観察すると後体部を烈しく振動させて急激に上昇し、その様子は体型と共に和名ヤムシの由来と思われるが、1 秒程の静止期間をおいてこれを繰り返す。静止しているときはやや沈下する。数回上昇運動を続けるとしばらく静止して垂直の姿勢でゆっくり器底に沈む。この他餌をとるとき等には垂直以外の方向にも突進する。この時は全身が波動し急速にうねって進む。かかる場合に静止すると体は水平位置のまま沈降する。Hardy 等の実験に依れば体長 1c. m. 余りの *S. elegans* で、上昇運動は継続時間 1 分間で（途中に短い静止状態をはさむものと思われるが）44c. m. 進み、26.4m/hour の速度であり、沈降は 2 分間に 30c. m., 9m/h. の場合と 15 分間に 117c. m., 4.7m/h. の場合とあった。（Hardy & Bainbridge '54）

従つて容器もかかる運動が或程度可能な大きさを必要とする。最も適当と思われたのは径 25~30c. m. 高さ 15~20c. m. のガラス製丸バットで、これに水を 8 分目程入れると水量も 6~10L となる。この他径 15c. m. 容積 1 L のガラス円筒も使用したがこの場合の収容尾数は 4 尾程度が max. で長期飼育には水量 1 L に 1 尾程度が好ましいようである。屋外では水深 50c. m. 程の 1 坪のコンクリート製水槽および 60×30×30c. m. のガラス水槽（水量 45L 位）をも用いたが、水量が多くなると観察に不便で先づ発見するために暗くしておいて電燈で集めねばならぬ等の手を要する。

飼育は流水式の場合はサイフォン式の水面一定装置を附し、注水通気のためのパイプはビニール製とし飼育水の汚濁を出来るだけ避けた。

幼体の飼育には発育段階に応じ径5~20c. m. の各種のシャーレを用いた。

第四項 換水・通気・攪拌

2~3日程度生かしておくには止水でも充分であるが長期に渉る場合は換水乃至通気が必要となる。孵化直後の幼体飼育の際は通水式にすると排水口に net 地を張っても尚幼体が漏れる恐れがあるため止水式とし毎日3分の1量位づつ換水したが、成体はすべて通水式とし必要に応じては一部換水も併用した。前記丸バットの場合1日20~40Lの通水量が適当であった。運動が烈しいため通気が必要であるが、微小な泡をつくと鱗や体表に附着して運動を妨げる恐れがあるので好ましくない。一方体表は常に新しい水に触れていることが必要であるから水が攪拌されることを要する。これも渦流を生ずるようでは弱らせてしまうので適度の強さの攪拌を起させるようにせねばならない。攪拌のためにプロペラ式・振動式等種々の方法を試みたがいづれも思わしくなく結局 spray を自動的に圧迫してコックで排気の強さを加減して器底より放出させる方法により気泡の大きさ(径5m. m. 位)と放出速度(1~2ヶ/秒)を調節して適当な攪拌を行い、同時に通気を兼ねさせる方法を採用した。

第五項 光

一般の plankton 飼育の場合と同じく直射日光は勿論禁物であるが、特に本種の場合は経験上普通の室内光度より暗い薄明程度を好むようであるので、飼育室はカーテンで暗黒にし一部より不透明な紙を透過させた光を入れ、屋外飼育の場合は地面に箱を埋め木の蓋をした。採餌の際も既述の如く薄明程度にしないと捕食しない。体が全く透明である為に明処でも飼育個体を発見することは困難で、丸バットで飼育している個体を観察する際には暗室で器底より蛍光灯を照らしこれを側方より見ると比較的容易に行えた。尚この方法は採集した sample を生きた儘選別する際にも効果的であった。

第六項 餌 料

採集個体では消化管に Copepoda が殆んど変形されずに入ったものがよく見受けられるが、Parry ('44)に依れば *Spad. ceph.* では2~3ヶの Copepoda を連続してとり、食い溜めをすと述べているが、これは動かずに餌の近づくのを待つ習性のためと思われる。本種では消化管の内の Copepoda の尾数は多くの場合1尾であった。肛門附近でも Copepoda は原型を保ち噛みくだかれた形跡はなく、捕食後速かに嚥下し、前後歯は顎毛で捕獲した餌を口から脱出せぬように確保するために用いられ咀嚼器としての機能は余りないように思われる。飼育の餌料としてはすべて生きた Copepoda を与えたが、*Centropages*, *Acartia*, *Paracalanus*, e. t. c. の体長 0.5~1.5m. m. 程度のを混ぜて残餌量に応じて適宜与え、死んだ Copepoda は毎日取り除いた。幼体の給餌に関しては後述する。

第七項 其 他

第4節で飼育個体の耐温耐塩分性について述べるが一般に *S. crassa* は水温・塩分の変化に対する適応性が強く通例の飼育の際は特に之等の調節を行なわなかった。恒温を必要とする実験の際には各段階の恒温実験には田内式恒温槽に円筒バットを漬けたが、単に飼育水の温度を一定に保つためには直接熱帯魚飼育用ヒーターまたは氷塊を入れたガラスシリンダーを入れた。幼体の場合は孵卵器を用いた。

飼育中の個体が弱ってくると器底に沈み次第に不透明となるが仲々死なない。この過程は第4節で詳述するが水の汚濁を防ぐため器底に沈んだ個体は不透明な部分が少しでも現われたら直ちに取除いた。これを除かずに放置すると間もなく腐り初める。

寄生虫特に線虫 (*Ascaris*) を含む個体が多く、游泳中のものを観察しても体内にいる線虫を認めうるが、之等の個体は体を内部から破かいされて死亡する。寄生虫の防禦には極力注意したが元来 Chaetognatha は自然状態でも各種の寄生虫を宿すことが多く、中間宿主としても重大な役割を果しているものと思われるが、飼育の材料として線虫の如く外部からも判別しうるものを含む個体は勿論発見の都度除き、用水も出来る限り濾紙で濾過したが、尚時に寄生虫に侵された個体を発見した。

(PL. 6) に飼育室内部を、Fig. 49 に飼育装置の図解を示す。

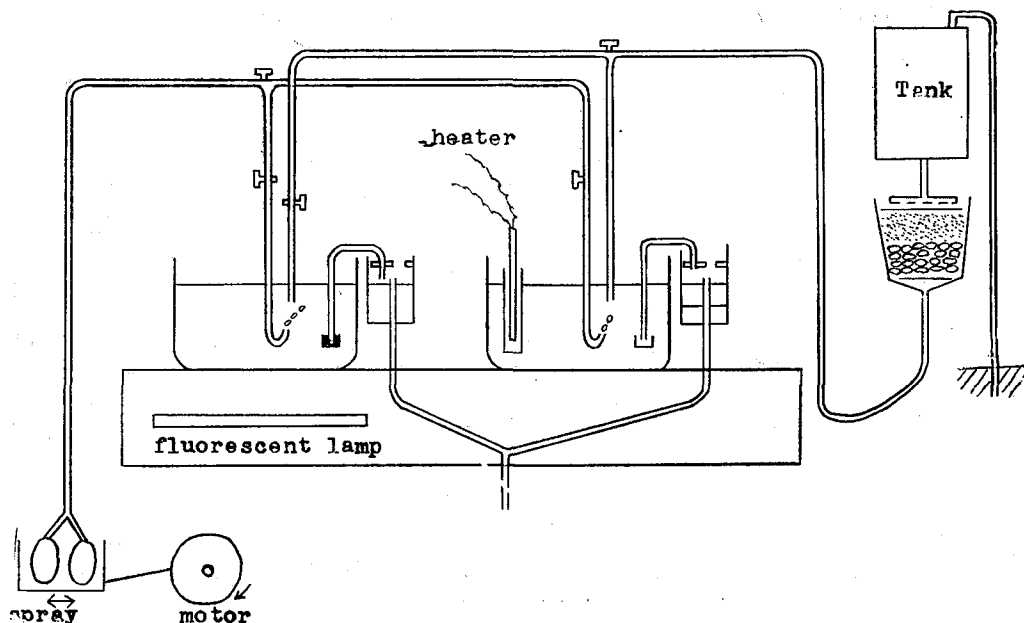


Fig. 49 The rearing apparatus of *S. crassa*.

第三節 飼育記録^{※17)}

第一項 生存日数

単に放養しただけの個体が生存した期間の最長は屋外コンクリート水槽に1956年1月20日に約200尾放養し、其後夜間電燈で集めて存否を確認することを続けた処、3月20日3尾以上、4月10日に2尾以上確認でき92日目の4月20日に到っても尚1尾の成体が存在することを認めた。その後4月25日迄存否を調べたが発見出来ないので打切ったが、他からの混入は考えられずまたこの間の水温が2~18°Cであること、および棲息環境が自然界に比べて餌料の点等で劣ること (Copepoda 給餌) 等より考えて放養個体から産れたものが成長したと解釈することは困難で、放養個体の生き残ったものと考えられる。この個体は検鏡しなかつたが同じ条件で '55年3月初旬より約50日経た4月27日に検鏡した2個体は下記の如くで、両者共肛門及び貯精囊附近が茶褐色であった。

体長m. m.	泡状組織	貯精囊	卵 巢	寄 生 虫	糞
12	全身 (C-type)	茶 色	0.8m. m. 大粒卵あり	前鰓後部の体腔内に線虫1尾	な し
13	"	片側破れ 片側黒褐色	0.5m. m. 発達途次	な し	腸の後半部に存在

これに対し直接管理をして連日観察を続けた飼育例では流水通気攪拌式で Table. 21 の如きものがある。最長は屋外では106日間、室内では34日間であるが一般に C-type では屋外2~3ヶ月、室内1ヶ月程度、N-type では屋外1ヶ月、室内20日位の飼育は容易であるといえよう。

飼育個体の死亡状況は放養後1週間位で数が激減し以後残ったものが長期間生存する。これは勿論放養時の各個体の健康状態に依るもので飼育初期に環境の激変に依り大部分のものが淘汰されてしまう。この期間を過ぎると死亡の最大原因は水温の急昇であると思われる。Fig. 50 に屋外飼育の場合の日々の水温の上下限と残存尾数の変化を2例示すが、個体数変化の安定期以後の減少は水温上昇期と一致している。他の例で

※ 17) 幼体に関することは第6節に述べる。

Table. 21 The rearing of *Sagitta crassa*, Mar. '56~Mar. '57.

Place	Period		Days	Type	Container glass	Water volume L	W. T. °C	No. of <i>S. crassa</i> (at start)	Note
	Y.M.D.	Y.M.D.							
out- door	'56 3. 8~	4. 23	46	C	aquarium	45	3. 8~18. 0	102	not measured
	3. 23~	5. 6	45	C	round butt	7	7. 6~19. 0	81	
	5. 15~	6. 21	>38	N	"	7	13. 5~26. 5	18	Ⓚnet, escaped during the period
	6. 16~	7. 12	27	N	"	7	19. 7~25. 7	15	not measured
	'56 12. 13~	'57 1. 10	28	C	"	7	3. 9~ 8. 5	30	measured at start
	12. 27~	2. 28	63	C	aquarium	45	2. 5~ 8. 7	50	
	12. 22~	2. 28	68	C	round butt	7	2. 1~ 9. 5	33	
	12. 27~	4. 11	106	C	china bottle	50	2. 5~16. 1	50	not measured
	'57 1. 19~	4. 11	81	C	round butt	7	2. 5~16. 1	100	
	in- door	'56 3. 17~	4. 9	21	C	round butt	20	9. 6~17. 3	50
4. 25~		5. 17	23	N	"	7	13. 0~21. 0	10	Ⓚnet, B.L. 3~6m.m. "
5. 23~		6. 11	20	N	"	7	18. 8~25. 7	4	" "
'57 2. 14~		3. 19	34	C	"	7	12. 8~17. 8	50	heated
2. 21~		3. 22	30	C	"	7	5. 0~12. 0	45	

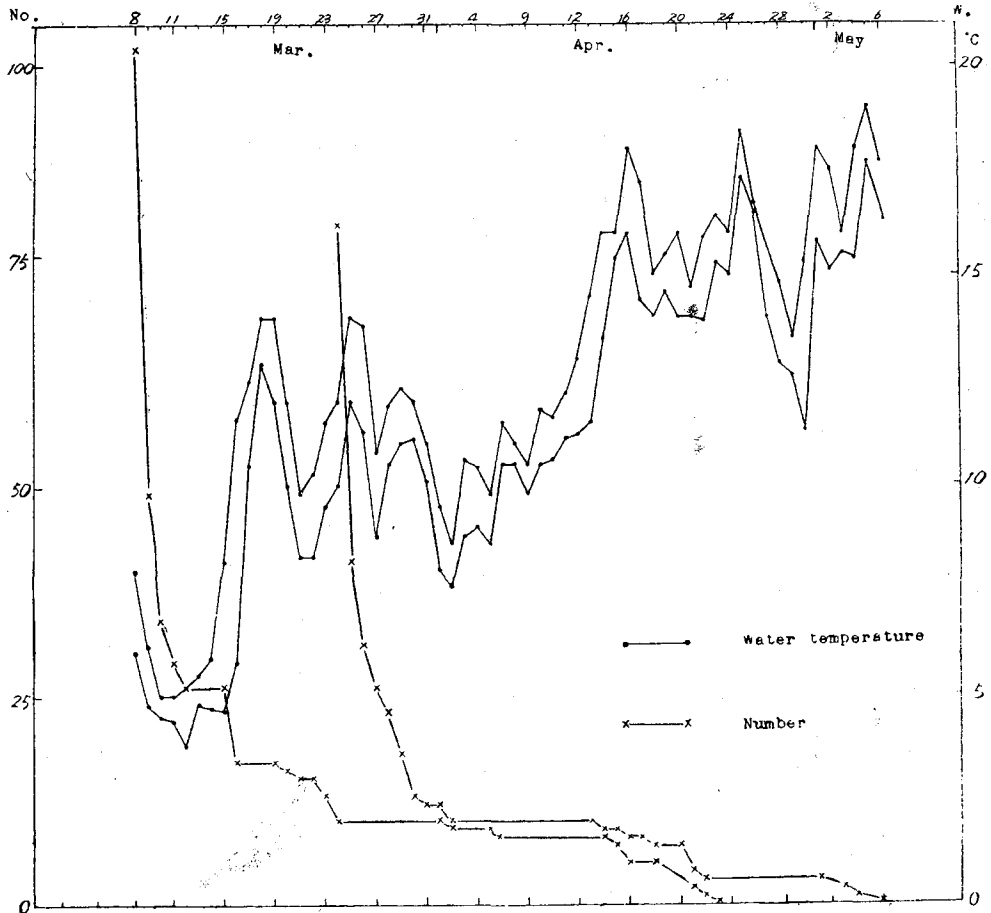


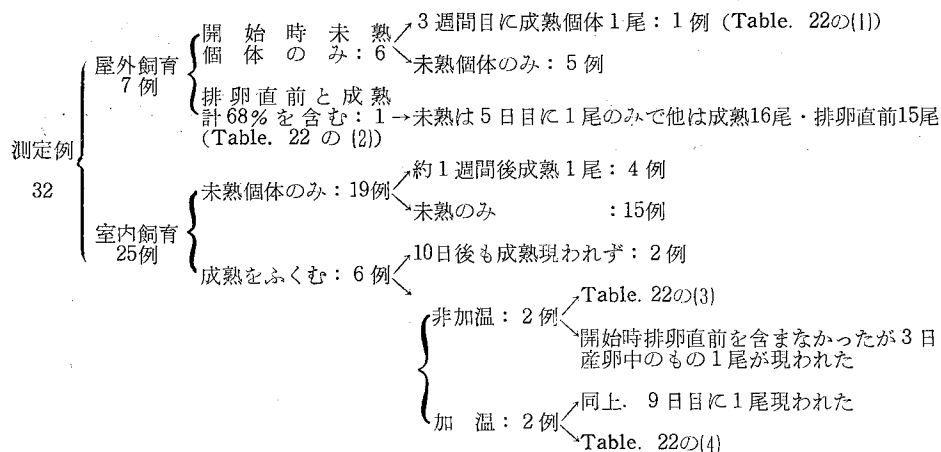
Fig. 50 The variation of the water temperature and the number of rearing *S. crassa*, Mar. ~May 1956.

もこの傾向が強く見られる。

第二項 飼育中の個体変化

飼育が長期に涉れば当然成長・成熟が行われる筈である。但し体長・成熟度・泡状組織分布範囲の拡大等の測定は外見から行うことは困難であるが、検鏡すると細心の注意を払っても尚その操作のために甚しく弱り以後の飼育に差支えるので、止むを得ず飼育開始に当って採集したものの一部を測定し、以後飼育個体が弱って来た場合その都度取上げて測定するようにした。泡状組織の変化については第5章で詳述するが、体長・熟度の変化については屋外飼育の長期と短期・室内飼育の変温と加温の場合の各1例宛を Table. 22 に示す。容器はすべて丸バットを用いた。

(1) 熟 度 飼育期間中熟度測定を行った32例の結果を表示すると下の如くなる。



以上の如く飼育中に未熟個体が成熟すること及び成熟個体が排卵直前個体になること、更に産卵中の個体が現われること等から卵巣が発達し産卵を行うことが確められた。貯精嚢も開始時は全然着色していなかったものが其後黄褐色→黒色と着色段階を進めたものや更に精子塊を放出して破れたもの等が見られ、飼育中の熟度の進行を明らかに認めえた。

室内飼育の場合加温したものとせぬものの熟度進行の差をみるために総数に対する排卵直前、成熟、未熟個体の比率を飼育開始時と飼育期間中とで比較すると Table. 23 の如くなる。即非加温の方には明らかに熟度の進行が認められるのに対し加温では余り明瞭でない。加温は自然棲息水温より6~7°C高く、非加温は短期間約4°C低かったことを除いては大体2°C前後自然水温より高いだけであった。異常高水温が卵巣の発達を阻害したものといえよう。

(2) 体 長 各飼育例につき開始時の採集物と飼育期間中に測定した総個体とについての体長組成を比較すると max., min., mode. 共に開始時より減少している傾向があり体長増加は認め難い。開始後1ヶ月以上を経た個体のみについてみてもすべて開始時の体長範囲内である。従って結果的には飼育中に体長の増加が認められぬのみか反って体が縮小したことになり不合理な結果となるがこの原因としては次のことが考えられよう。

- ① 弱った個体を測定する際は体の収縮・彎曲等のため測定時に体をよく伸して行っても尚採集直後の元気な個体を測定する場合に比して小さく測る。
- ② 採集個体内元気のよいもののみをとって放養するが、この際最大体長に達したものよりそれ以下の体長のものの方が元気が良い傾向がある。
- ③ 従って長期間の飼育では最初の1週間位は大型個体から死亡して行く傾向が認められる。飼育期間中の体長変化についての結論は将来の測定法の改善に俟つべきであろう。

Table. 22 The changes of *Sagitta crassa* in the rearing period.

Place	Date	Body length composition % (m. m.)															Maturity comp. %			No. of measured	Note		
		4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	Spawn.	Mat.	Imm.						
(1) out-door	'56 12 22					13	53	34									100	15	Sampling (W. T. 2.1~9.5° C)				
	25				59	33	8										100	12					
	26			13	37	25	25										100	16					
	27	50			50												100	2					
	'57 1 2					100											100	1					
	13							100								100	1	larva. non measured					
	2 28															100	1						
(2) out-door	'57 3 2			4	4			4	8	4	24	24	20	4	4	8	60	32	25	sampling (W. T. 4.5~9.5° C)			
	5										67	33					100		3				
	6									60	20	20					20	80	5				
	7									6	39	22	22	11			56	38	6	18	1 ind. obscure		
	9										25	25	25	25			100			4			
	10											33	33					67		2			
12												100					100		1				
(3) in-door	'57 2 21							17	25	17	8	4	21	4	4	8	21	71	24	sampling			
	22				6	11				22	17	22	22					39	18				
	23		12		25		25	13	13				12					12	88	8	(W. T. 5.0~12.0° C)		
	24										33			33	33			50	17	33		6	
	25											50	50						100	2			
	26												67	33				33	67	3			
	27													100					100	1			
	28														100				100	1			
	3 2																		100	1			
	4																		100	1			
5																	100			1	tail indistinct		
7						50		50										100		2			
22	100																	100		1			
(4) in-door	'57 2 14							8	12	8	24	32	16					24	36	40	25	sampling	
	15					6			7	20	20	27	20					7	15	78	15		
	16									7		7	50	36					28	72		14	
	17										11	22	23	22	11		11		11	33	56	9	2 inds. indistinct
	18																		33	33		3	
	19																		67	33		3	
	20																			100		2	
	22																		100			1	(W. T. 12.8~17.8° C)
	23																			100		1	
	24																		33			2	
	3 6																			100		1	parasited <i>Ascaris</i>
19																			100		1		

Table. 23 Ratios of spawning, mature and immature *Sagitta crassa* at the start of and through the period of rearing, heated with and unheated, Feb. ~Mar. 1957.

Rearing period		Spawning %	Mature %	Immature %	W. T. °C	
34 days from Feb. 14	start	24	36	40	} 11.4~17.8 heated	
	throughout	14	42	46		
9 days from Feb. 4	start	0	8	92		
	throughout	3	0	97		
31 days from Feb. 21	start	8	21	71		} 1.7~12.0 unheated
	throughout	15	27	58		
15 days from Feb. 4	start	0	8	92		
	throughout	3	10	87		

第三項 C, I-types の生き残り

長期間飼育した個体が4月以降に死亡した場合それらが泡状組織の存在部位からみて明らかに C-type であったことは既述したが、かかる記録を整理すると Table. 24 のようになる。体が不透明になって泡状組織を測定しえなかった例についても、いずれも成体であり C-type もしくはこれに近い I-type であると思われる、4月以降5月初旬(水温17°C)に到る迄 C-type が生存しうることを確かめた。

Table. 24 Examples those *Sagitta crassa* C-type survived after April.

Container	Date when of rearing	W. T. °C	Date when found	W. T. °C	B. L. (m. m.)	Collarette
cement tank	'55 3(early) 10	10	'55 4 27	14	{ 12	C-type
					{ 13	" "
aquarium	'56 1 20	7	'56 4 20	15	adult	not measured
glass butt	'56 3 8	7	'56 4 23	15	adult	not measured
glass butt	'56 3 23	9	{ '56 5 4	16	13	C-type
			{ '56 5 7		17	adult
glass butt	'57 1 19	6	'57 4 11	16	13	C-type
china bottle	'56 12 28	5	'57 4 11	16	adult	not measured

横島水道の採集例では C-type 出現の最終日は '55年は4月13日(16°C), '57年は4月10日(15°C)で、I-type 出現の最終日は '57年4月10日のI₃, I₇である。

瀬戸内海全域については播磨灘で '54年6月4日 KG 9 (17~18°C) でI₄を4尾, '56年6月5日HG 13 (15~20°C) でI (細分不明)を2尾発見した。9月にも I-type の出現例があるがこれ等は I₁が計4尾出たのみで、第1部で述べた如く I-type の生き残りとは困難である。

飼育例からみて水道で4月中旬に C, I₃, I₇-types が出現することは当然であり、瀬戸内海の例で6月4日に I₄が出現しているが、これは冬季生れた N-type の存在部位が増大したものとは到底考えられず、やはり I-type が生き残ったものと思われる、6月初旬迄の播磨灘の水温は表層を除くと<18°C であるから飼育例から考えて充分 I-type が生き残ったものであることの可能性があるとと思われる。

瀬戸内海および黒潮流域では少くとも水温20°C前後であれば I-type が生き残る場合があり、通例の C, I-types 出現期以外に例外的に採集されるものについては泡状組織が後鰓以後にわたるI₄~I₇の出現は低温

期の生き残りと解釈出来、I₁-type 等が極く高温期に出現するのはむしろ N-type のあるものの泡状組織がやや増大したものであると解釈すべきであろう。

第四節 成体の耐温・耐塩分性

C-type の成体を飼育する場合、如何なる水温・塩分範囲及びその変化に耐えうるかを知る為に実験を行った。

第一項 耐塩分性実験

実験は下記の3種類を行った。

- (1) '55年3月18日～22日 蒸溜水, Cl. =6～20%および現場濾過海水, 18日14.00 (14時0分, 以下同様) 採集, 15.25開始, 採集した海水は Cl. =16.96%, 採集物より成熟個体を選んでガラスシリンダーで一度洗い, 高さ9c. m. 径・2.2c. m. の管瓶に各濃度に調製した海水及び蒸溜水を20c. c. 宛入れ *S. crassa* を1尾ずつ放って軽くコルク栓をして実験室内の日蔭の机上に室温で放置し, 別に径11.5c. m., 高さ15c. m. のガラスシリンダーに海水を1L入れた中に3尾放流して同じ状態においた。使用海水はすべて採集時の現場海水を濾紙で濾過し, 粗製食塩と蒸溜水で塩素量を調節したものである。
- (2) 3月22日～25日 蒸溜水, 1～6%, 22日14.00採集, 14.40開始, 現場海水Cl. =17.15%, 同様の管瓶に各1尾宛とシリンダーに3尾放流。
- (3) 3月22日 蒸溜水, 5%, 22日14.00採集, 15.15にデッキグラス上に各液を1滴ずつおとしそれぞれに1尾宛入れて検鏡を始めた。5%のものは30分間検鏡後管瓶に移し(1), (2)と同様の観察を行った。

観察は瓶に入れた儘外観をみることに、デッキグラス上に取出して検鏡し再び瓶にもどすことを併用し次の各項目について行った。

外観上……游泳および浮沈状態, 瓶を振った時の反応, 体の彎曲および不透明化の度合, 体表への粘着物の附着状態。

検鏡……デッキグラス上で動くか否か, 精母細胞の流動状態, 輸卵管に卵が入るか(直)および放卵の有無(放), 針で軽く頭部を押えた場合の反応(口を烈しく動かす, 頭部全体を動かす, 顎毛のみを動かす e. t. c.)。

開始日には連続観察を行い, 以後3時間おきを原則とし必要に応じて回数を増した。顕微鏡下で針で押えても全然反応がなくなったものを死とした。泳いでいる内は管瓶は全量を, 円筒は3分の1量を1日1回連日換水した。Table. 25 に結果を示す。各項目毎の最長時間とその塩素量は, 泳ぐ……30時間(9.14%), 瓶を振れば泳ぐ……50時間(13.08%), 精母細胞流動す……65時間(10.14%), 頭部を押えれば反応する……100時間(12.08%), 死と判定される迄……101.5時間(12.08%)であった。

現場塩素量との差が+3～+1%の18～20%と-7～-10%の10～7%に入れた個体はすべて33時間以内に輸卵管に卵が入り放卵し, 特に10.14%のものは50時間迄に再度これを繰返した。これに対し現場塩素量に大体等しいものに入れた17.00%は44時間目に卵が入り50時間目に放卵し, 14.05%と現場海水に入れたものはいずれも卵は輸卵管に入ったが放卵せず, 16.00, 14.98, 13.08, 12.08, 11.09, 6.08, 0%は遂に卵が入ることもなかった。塩分に大差のある最後の2つは別として, これ等は死に到る迄の時間は他に比べるとむしろ長いものが多く, その間の状態も良かったことから考えると, 放卵した個体は塩分差に依る刺激で放卵を促進されたもので, 且同程度の塩分差の内では+の方が刺激作用が強いものと考えられる。

現場海水に入れたものと比較して-8～+3%に入れたものは1日間, -4%は2日間, -2～-3%は3日間同様な経過を辿ったが, +より-の方が少くとも-8%迄は対照に近い反応を示したことは低塩分性の本種が Cl. =10%前後の海域にも出現することと考え併せて低塩分に対し強い適応力を有していることを示すものといえよう。

実験(1)では蒸溜水に入れたもののみが19分後に死んだので臨界塩素量を知る為に実験(2)を行った。その結果0, 6%は(1)と同じ経過を辿り, 1～5%は投入直後は0%と同じく不透明となって沈み体が曲ったが死と判定される迄に1時間を要した。その間の状態を詳しく知るために実験(3)を行ったが5%のものは(2)の経

Table. 25 The rearing experiments on the salinity endurance of the adult of *sagitta crassa*.

Experiment (i)	Mar. 18, 1955~Mar. 22												Cylinder				
	Room temperature 10~16°C chlorinities																
hour (time)	20.00	18.86	18.07	17.00	16.00	14.98	14.05	13.08	12.08	11.09	10.14	9.14	8.05	7.04	6.03	0	16.96%
1/4 (15.35)	move when shake		swim	move when shake the bottle										not move when shake	opaque		
9 (00.20)	sink, but swim when shake, Spermatoocytes flow												swim				
20 (11.30)	spawning stage swim	not moved swim	move when shake	swim	not move	moving stage swim	move when shake	not move when shake	moving stage swim	not move when shake	moving stage swim	move when shake	not move when shake	Spermatoocytes not flow	sink, not move when shake, move when hold under Micro-scope	swim	
33 (00.30)	spawn sink, but move when shake body become dirty	move when shake										spawn spawn not move when shake	spawn spawning stage 1 indiv. Sper. flow				
44 (11.30)	move on the deck-glass												move on the deck-glass				
50 (17.30)	Sper. flow	spawn	not move when shake	move when shake	not move when shake	dirty shake	moving stage swim	not move when shake	not move when shake	not move when shake	not move when shake	not move when shake	not move when shake	not move when shake	not move when shake	not move when shake	move when shake
75 (18.03)	move on the deck-glass												move when hold				
dead	after 64.5 hours												64.5, 75				

Table. 25 (continued)

Experiment	Mar. 22, 1955~Mar. 25 R. T. 8~15°C						
	chlorinities %						
hour (time)	6.06	5.04	4.03	3.02	2.00	1.00	0
0 (14.40)	become opaque soon after the start sink, then bend						
1/4 (15.00)	mouth move become hard, not move when hold						
24 (14.25)	when hold move when hold Sp. not flow						
42 (09.15) (water exchange)	move when hold						
dead. (hr.)	64.5 after 1 hour						1/4

Experiment	Mar. 22, 1955~Mar. 24		Room temp.
	chlorinities %		
hour (time)	5.04	0	
1/15 (15.17)	Sper. flow mouth moves	Sper. not flow mouth moves	12°C
1/5 (15.25)	move when hold	not move when hold	
1/2 (15.43)	remove to glass tube		8~15°C
24 (14.25)	move when hold, Sper. not flow		
dead	48.5	1/2	

→沈む→体彎曲→後体部不透明化→頸以外が不透明化→死(検鏡して押えても反応なし)の順序であった。換水は1日1回行い開始後2日目に一度給餌した。結果を Table. 26 (実験1) に示す。各系列の3個体の平均および最長の游泳・生存時間と各個体間の差等の点について検討すると、開始時に4.5°C低い水温に入れた No. 1 に最長游泳・生存個体が1尾現われたが3個体間の偏差が少ないという点では+1°Cの温度差の No. 5 が最も安定していた。個体間の偏差は用いた個体の開始時の生理状態に依っても影響されるのでこれのみに依って判断し得ないが、室温放置の No. 10の個体偏差が少ないことから或程度の耐温性判定の目安になりうると考えられる。開始時に+8°Cの温度差を与えた No. 8 が時間の長短・偏差の大小のすべての点で最も劣り、次いで-1°C差の No. 3 と+4°C差の No. 7 であったが水温差+5°Cの No. 9 は対照 No. 10 に比べて反ってよい。これらの点から考えて、極度の水温上昇(+8°C)は明らかに悪影響をおよぼすが±5°C位の急変は大した影響はなく、水温上昇よりも下降の方にやや耐性が大きい傾向がみられる等のことがいえよう。

(2) 各段階の水温変化に繰返して遭遇させたもの。

前述の実験(1) では対照以外は各段階の水温共1~3°Cの偏差内で一定しており、開始時に夫々の水温変化

過とは異り30分経って瓶に移したところ Table. 25 に示したような経過をたどった。

結果をまとめて、蒸留水に入れたものは12~20分で死に、現場塩素量より13~16%低い水に入れたものは投入直後蒸留水に入れたものと同様体が不透明になるが1時間位生きている。現場より12%低い5%が臨界塩素量と考えられる。-10~+3%の差のものは放卵可能であるが、塩分差は放卵を促進する。現場海水を用いた対照と比較すると-8%程度迄の低塩分に強い適応を有している等のことがわかった。

第二項 耐温性実験

(1) 各段階の水温を持続させたもの

実験(1) 1956年2月16日~29日、10.00に採集したのから成熟個体を撰別して濾過海水に放養し室温(10°C)で1~3時間放養した後径3.5 c. m., 高さ12c. m. の管瓶に現場海水を濾過したもの100c. c. を入れたものに各3尾づつ放ち(No. 1, 4, 7, 10は11.30に, 他は14.00に), No. 1~No. 8は田内式恒温槽に, No. 9は孵卵器に入れ, No. 10は室温放置し1日4~5回づつ観察し死に到る迄の経過を調べた。通常の経過は游泳

Table.26 The rearing experiments on the temperature endurance of the adults of *Sagitta crassa*.

Exp. (1)	'56Feb. 16~29	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6	No. 7	No. 8	No. 9	No. 10	W. T. °C at Yokoshima str.(10.00)	
												Date	
W. T.	°C	4.5	7.0	8.5	9.5	11.5	13.0	14.0	19.0	15.0	room temp.	Feb.16	8.4
Range of W. T.	°C	3.6~ 6.4	5.6~ 8.3	7.6~ 9.6	8.3~ 10.8	10.2~ 12.4	11.9~ 14.0	13.0~ 15.6	18.2~ 20.2	15.0	2.9~ 10.2	17	6.6
Breadth of W. T.	°C	2.8	2.7	2.0	2.5	2.2	2.1	2.6	2.0	ca.1.0	7.3	18	6.2
Difference of W. T. when start.	°C	-4.5	-3	-1	0	+1	+3	+4	+8	+5	0	19	5.9
Living hours.	①	102	76	56	69	154	70	52	20	102	98	20	7.3
	②	125	123	76	102	176	261	72	36	166	102	21	6.3
	③	311	176	100	203	212	(>42)*	201	52	166	102	22	5.6
	Av.	179	125	77	125	181	166	108	36	145	101	23	5.8
Swimming hours	①	32	67	21	48	140	56	34	7	83	48	24	6.5
	②	102	72	67	81	140	190	58	23	145	83	25	6.7
	③	292	72	81	178	140	(>42)*	184	47	145	98	26	6.3
	Av.	142	70	58	102	140	123	92	26	124	76	27	6.2
Longest swimming period (days)		13	3	4	8	6	8	8	2	7	5	* escaped 1 ind.	

Exp. (2)	'56 Feb. 18~ Mar. 10	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6	No. 7	No. 8	No. 9	No. 10	No. 11	W. T. °C at Yokoshima str.(10.00)	
													Date	
Range of W. T.	°C	5~16	5~15	4~13	5~13	9~10	7~21	8~22	8~22	8~14	8~19	5~12	Feb.28	7.4
Breadth of W. T.	°C	11	10	9	8	1	14	14	14	6	11	7	29	6.6
Form of change decrease of W. T. increase	↔												Mar. 1	6.6
Living hours	①	167	190	263	190	127	270	190	167	72	154	220	2	7.0
	②	78	190	197	174	96	236	61	144	72	146	120	3	6.5
	③	72	51	73	—*	72	51	61	61	51	125	72	4	7.4
	Av.	106	144	178	182	98	186	104	124	65	132	137	5	8.1
Swimming hours	①	127	127	190	174	72	174	174	147	46	120	120	6	8.0
	②	29	102	78	95	72	174	61	144	31	95	51	7	8.1
	③	24	46	47	—*	46	46	46	46	25	95	46	8	7.5
	Av.	59	95	105	135	63	131	94	112	34	103	72	9	7.0
Longest swimming period. (day)		6	6	9	8	4	8	8	7	3	6	6	10	6.8
													* 2 individua- ls at start	

に遭遇したのみで以後は一定水温を保った。これはこの頃の水道部における各層水温の日変化の中が 1°C ^{※18)} 程度であることから考えて室温に放置した No. 10 が 7°C の偏差を示したことと比較すると水温に関する限り対照よりも遙かに自然状態に近かったことになる。飼育を行う場合室内室外共昼間の気温は水温より高くなるが、室温より低い温度を保たせることは高い温度を保たせることに比べて遙かに困難で、一般にはある程度の保温をした上で昇温設備を用いることが精一杯で降温設備をすることは先づないと言ってよいから飼育環境としては実験(1)の No. 10 の如き温度変化に遭遇することが多い。従って実験(2)として昇降温に繰返

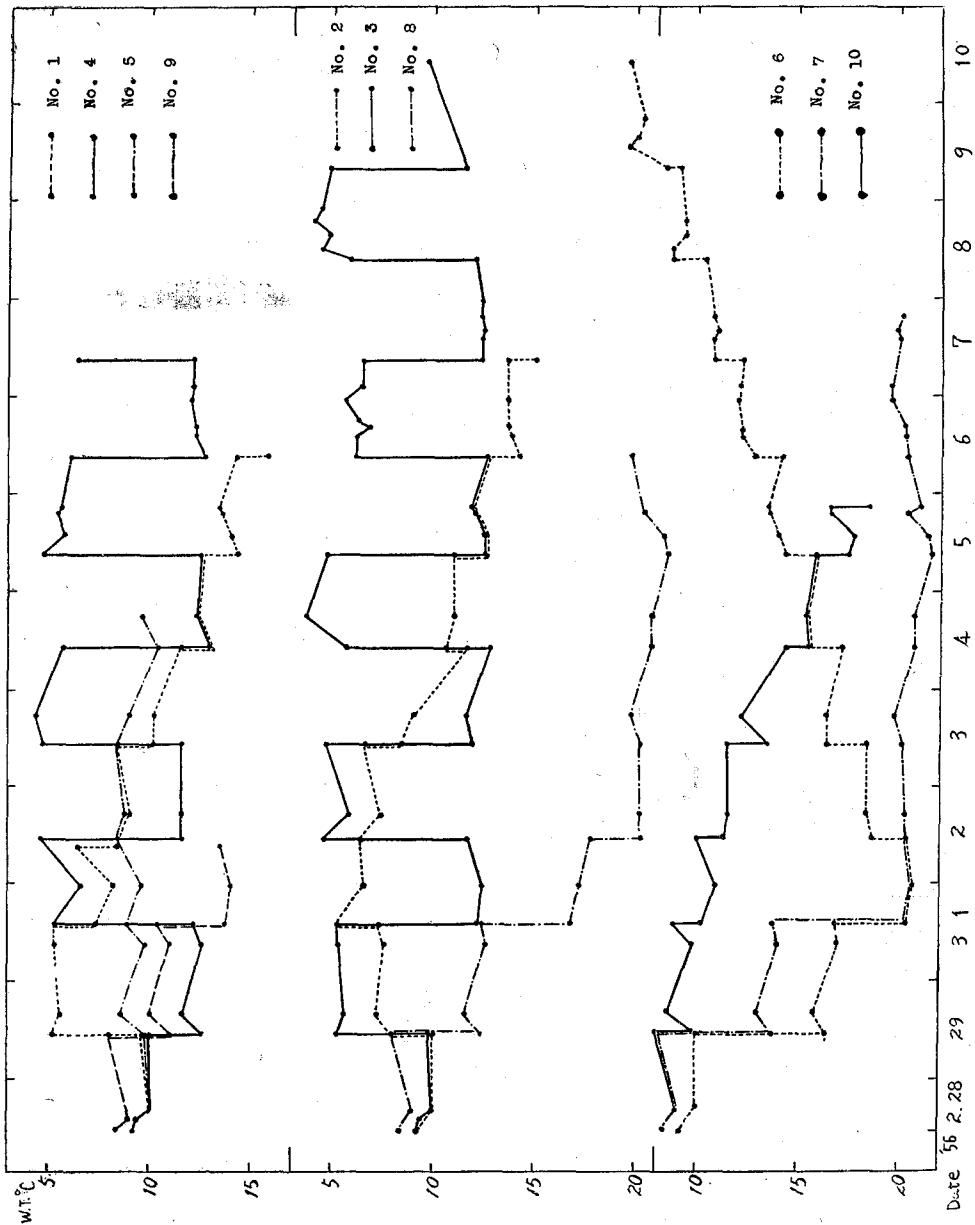


Fig. 51 The variation of the water temperature in the temperature endurance experiment of the adult *S. crassa*, Feb. 28~Mar. 10, '56.

※18) '57年3月6日 08.00~21.00における潮間観測値。(第5章参照)

して遭遇させた場合の耐温性を調べた。

実験(2) 1956年2月28日～3月10日, 09.30採集(現場水温7.4°C) 10.20田内式恒温槽に入れ8°Cに保ち11.00より(1)と同様の管瓶 No. 1～11にそれぞれ3尾宛(No. 4のみ2尾)入れ, No. 11は室温放置, 他は恒温槽の各仕切をそれぞれ一定水温に保ち毎日各仕切に入れ換え, Fig. 51に示す様な温度変化を与えた。開始時の水温は No. 1～6が9.2°C, No. 7～10が8.4°C, No. 11は8.0°Cであった。2日毎に換水し3月3, 5日に給餌。結果を Table. 26(実験2)に示す。

生存時間・游泳時間の最短のものは No. 9で, No. 5, 1がこれに次ぐ。この両者は共に温度変化が少く且急激な変化にも遭遇していない。No. 1, 2は変異の中は10～11°Cあるが各回の温度変化は±2°Cで+の変化の回数の方が遙かに多く生存・游泳時間の点では No. 5, 9に次いで悪い。No. 7, 8, 10は昇温のみで余り急激な変化には数多く遭遇していないが, 生存・游泳時間の長短では中位にある。生存・游泳時間の長いものは温度変化の中が9～8°C, 1回の変化が±6～7°Cの No. 3, 4と, 巾が14°Cで1回の変化が+7°Cの No. 6がある。実験期間中の現場水温は6～8°Cで開始時の水温は8°Cであるが期間を通じこれより11～14°C高い20°C前後の高温に遭遇した No. 6, 7, 8, 10は高温のために時間が短くなったということはなく, No. 7の1個体は20°Cになってからも尚5日間泳いでいた。これ等はいかかか的高温に到るまでに途中の段階に1～2日づつおかれており, 実験(1)の No. 8の如く最初から+8°Cの急変を受けたようなことはない。従って高温に馴らし乍ら昇温させて行けば棲息水温より15°Cも高温でも実験期間の範囲内では悪影響はなかったことになる。

これらの結果を考察すると, ①温度変化の少ないものは早く弱る。②繰返して急激な温度変化(±7°C)に遭遇させたものは結果が良い。③徐々に馴らせば棲息水温より>10°Cの高温でも悪影響はない。等のことがわかった。

第三項 結 論

以上の諸実験結果を総合すると *S. crassa* C-type の成体は冬季の内湾に棲息するための適性として強度な耐温・耐塩性を有することが実験的に証明されたことになり, 一般の低塩分性の plankton 同様飼育技術の面からみてむしろ容易な部類に属し, Chaetognatha の特性に対応して用水の清澄と攪拌に留意すれば, 極度の高温急変に遭遇せぬ限り水温・塩分の調節に特別に配慮することなく飼育しえ, 広範囲の水温・塩分の変化を避けられぬような bio-assay の験体として優れた性能を有していることがわかる。

第五節 泡状組織の変化に関する実験

第一項目 的※19)

S. crassa の泡状組織が季節と共に変化する様子については第2章で詳述したが, 夏・秋に N-type から生れた個体が成長して I→C-type となって行くこと, および泡状組織の分布範囲の増大に対し水温低下が大きな役割を果していることの証明として

実験(1)……飼育個体が水温の低下と共にその泡状組織の分布範囲を増大させるか。

実験(2)……高水温で飼育した場合の増大が室温で飼育した場合の増大と比較してどの程度抑制されるかの2項目に関して実験を行った。

既述の如く飼育した同一個体についての変化を追及して行くことは現在の飼育技術からは不可能であるが, 連日の採集個体について変化を調べただけでは同一群を追及していることの確証がない。この点飼育個体を用いて体長・熟度変化を追及したと同様に type の変化を追及すれば, 少くとも同一群に属するものの変化を知りうるわけで, 第2部冒頭で「間接的に *S. crassa* 各 type が水温による多形現象であることを証明しえた」と述べたのはこの意味においてである。

第二項 方法および結果

※19) 第3節第3項で4月以後に生き残った飼育個体が C-type であったことを述べたが, これは単に C-type が生き残ったことを示すに止り, 泡状組織の増大を証明するものではない。

Table. 27 The rearing experiments on the growth of collarette of *Sagitta crassa*.

Exp. 1	Date	Type composition %									No. of measured individuals	Note
		N	I ₁	I ₂	I ₃	I ₄	I ₅	I ₆	I ₇	C		
(1) out-door round butt	'56 12 5	21	79								14	sampling after 26d.
	12 25		100							2		
	'57 1 10								100	1		
	total of cult. period.		50						50			
(2) out-door round butt	'56 12 22	53	27					20			15	sampling after 68d.
	25	50	42	8						12		
	26	37	50	13						16		
	27		50	50						2		
	2				100					1		
'57 1 13									100	1		
total		48	44	12	3				3			
(3) out-door glass aquarium	'56 12 27	26	74								12	sampling after 63d.
	29	33	56					11		9		
	30	56	33		11					9		
	'57 1 4	100								1		
	2 24 28								100	1		
total		43	38		5			5	9			
(4) in-door round butt	'57 1 7	47	16	16				16	5		19	sampling after 12d.
	9	20	20					20	40		5	
	10	40	5		5			5	35	10	20	
	12		7		20			13	53	7	15	
	13	17			17	17			49		6	
	14								50	50	2	
	17								100		1	
	18								100		1	
	19								100		1	
	total		19	6		10	2	6	39	18		
(5) out-door round butt	'57 1 19	60		4	8			12	8	8	25	sampling after 81d.
	21	36	4	12	16				32		25	
	22	43			25			6	13	13	16	
	23	33			67						3	
	24	100									2	
	25								50	50	2	
	26									100	3	
	27								100		2	
	28								67	33	3	
	29								50	50	2	
	30				100						1	
	31			50					50		2	
	2 7									100	1	
	8									100	1	
	11									100	1	
18									100	1		
20									100	1		
4 11									100	1		
total		28	2	6	16		2	25	21			

Table. 27 (continued)

Exp. 2	Date			Type composition %								No. of measured individuals	Note
				N	I ₁	I ₂	I ₃	I ₄	I ₅	I ₆	I ₇		
(I)	'56	12	26	92			8				13	sampling	
not heated	'56	12	28	80	10		10				10	after 13d.	
			29	27	36		27	10			11		
			31		25			75			4		
	'57	1	1			33	33			33	3		
40 individuals			2	50		50					2		
			6			100					1		
			8							100	1		
	total			9	46	3	19	19		6			
heated (Tauchi's)	'56	12	28	100							2	after 9d.	
			29				100				1		
			30				100				1		
	'57	1	1			50				50	2		
8 ind.			4							100	1		
	total			29		42				29			
(II)	'56	12	27	26	74						12	sampling	
not heated	'56	12	28	14	72			14			7	after 9d.	
			29	27	40		13			20	15		
			30		64		24			12	8		
			31				33			33	3		
	'57	1	1							100	1		
			2	16	17		50				6		
			3							100	1		
			4				100				1		
54 ind.			5							100	1		
	total			11	44	2	11	11		2	19	2	
heated (Tauchi's)	'56	12	28	25	75						4	after 3d.	
			29	17	66			17			6		
			30		50		50				2		
			31										
13 ind.	total			17	67		8	8					
(III)	'57	1	5	36	5	11	11	11	11	15	19	sampling	
not heated	'57	1	7	10			10		20	50	10	after 9d.	
			8	25			12		13	37	13		
			9		50		33		17		6		
			10	29					14	43	14		
			12				75			25	4		
			13						50	50	2		
			14						50	50	2		
	total			13	8		18		15	36	10		
heated (Tauchi's)	'57	1	7				100				1	after 9d.	
			8							100	1		
			9				20			80	5		
			10							100	1		
			12					100			2		
22 ind.			14	33			33			33	3		
	total			8			23	15		46	8		

Table. 27 (continued)

Exp. 2	Date			Type composition %								No. of measured individuals	Note				
				N	I ₁	I ₂	I ₃	I ₄	I ₅	I ₆	I ₇			C			
III(cont.) heated (Tauchi's) 16 ind.	'57	1	7	20							80	5	after 9d.				
			8	50						50		2					
			9		100									1			
			10		100									1			
			12								100			1			
			14						50	50	2						
			total	17	17					49	17						
(IV)	'57	1	28	11	41			11		16	21	19	sampling				
not heated 40 ind.			29						14		86	7	after 7d.				
			30		50					50		4					
			31		50					38	6	16					
			1		100							1					
			2	33			33			33		3					
					33			33	33	3							
			3					50	50	2							
			4														
			total	3	31		3	3	3	49	8						
heated (heater) 20 ind.	'57	1	29		16			17			33	33	6	after 7d.			
			30		67					33		3					
			2		100							2					
			1							100		2					
			2							50	50	2					
			3			50			50	3							
			4			50											
			total	22	6	6		6		43	17						
(V)	'57	2	4	12	36		4	8		20	20	25	sampling				
not heated 40 ind.	'57	2	5		28		14				58	7	after 15d.				
			6		40		20	20		20		5					
			7		38	25				12	25	8					
			11		17	17		17		32	17	6					
			12					33		33	33	3					
			17								100	2					
			19								100	1					
						total	36	9	6	9		6		22	22		
			heated (heater) 40 ind.	'57	2	5	9	27						55	9	11	not meas. after 9d.
						6	11	22		11				56		9	
7										100		1					
8		33						67				3					
11												(4)					
12										100		1					
13											100		1				
						total	8	23		4	8		4	49	4		

Table. 27 (continued)

Exp. 2	Date	Type composition %									No. of measured individuals	Note		
		N	I ₁	I ₂	I ₃	I ₄	I ₅	I ₆	I ₇	C				
(VI) not heated 46 ind.	'57 2	21		4		4		4		17	50	21	24	sampling 1 ind. not measured not meas. after 31d.
		22		6						17	38	33	18	
		23		6							50	25	8	
		24		12							17	83	6	
		25									100		2	
		26									33	67	3	
		27										100	1	
		28									100		1	
		29	3									100	1	
		30										100	1	
		31										100	(1)	
		32										100	2	
		33		100									1	
		total			7	2					7	37	49	
heated (heater) 62 ind.	'57 2	14		4	12		4		4	40	36	25	sampling 1 ind. not meas. 2 ind. not meas. not meas. 1 ind. not meas. not meas. after 34d.	
		15		6		7	7			53	27	15		
		16					14			72	14	14		
		17				11			11	45	22	9		
		18									33	3		
		19								33		3		
		20									100	2		
		21										(1)		
		22								100		1		
		23								100		1		
		24									50	2		
		25										(1)		
		26	3								100	1		
		27									100	1		
total			2		4	6		2	59	29				

実験(1)については各種の飼育例について第3節第2項と同様に弱った個体を取上げて測定し、実験(2)については室温放置と加温(田内式恒温槽および熱帯魚飼育用ヒーター)を併行して行い(1)と同様に測定した。加温の場合は前節で述べた如く徐々に馴らせば棲息水温より $>10^{\circ}\text{C}$ の高温でも飼育するという結果に基づいて最初の日は棲息水温と余り変らぬ水温とし徐々に上昇させた。分布範囲の表示は第2章の通り。えられた結果をTable. 27に、期間中の水温変化をFig. 52に示す。

増大の順序は第2章第2節第3項で述べた自然界での増大の順序と一致している。実験(1)の結果が示す如く、開始時にN, I-typesのみのものでもCやCに近いI-typeを含むものでも、いずれも途中の変化および飼育期間中の通計を開始時と比較したものの双方で時と共に分布範囲が増大してC-typeとなる。一般に室内飼育は屋外飼育に比べて水温が $2\sim 4^{\circ}\text{C}$ 高いが水温変化の傾向は同様で12月中旬の $5\sim 7^{\circ}\text{C}$ から2月中旬の最低値 $2\sim 3^{\circ}\text{C}$ を経て3月下旬 10°C 前後、4月中旬 15°C となるが、この間低下を続けるのみではなく、また棲息海域の水温も同様な変化をする。従って泡状組織は水温低下と平行して増大するのではなく、最初の放養を行った12月下旬の棲息水温がC-typeの限界水温たる約 7°C を切っているの、一旦かかる低温を経験すると以後は時と共に泡状組織の増大が進行して行くものと考えられ、既述の水道部における増大状況とよく一致している。

実験(2)では(I~V)はすべて加温・非加温共同一採集物をもって初めたが、(VI)のみは異った採集物を

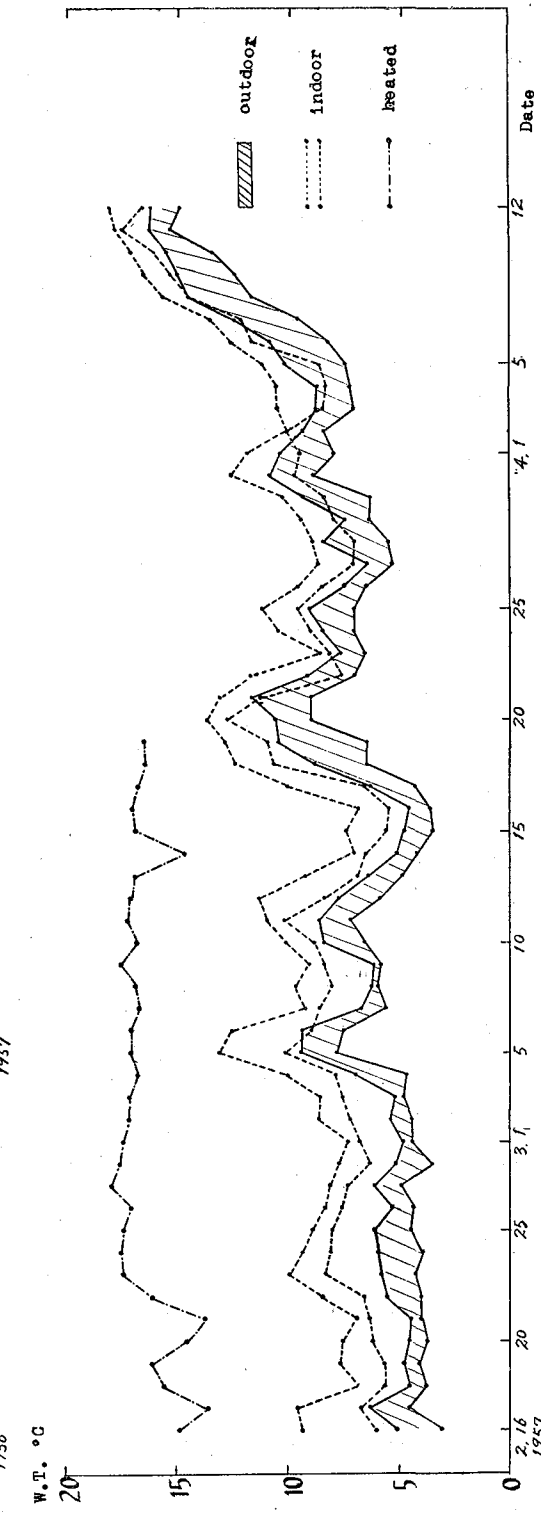
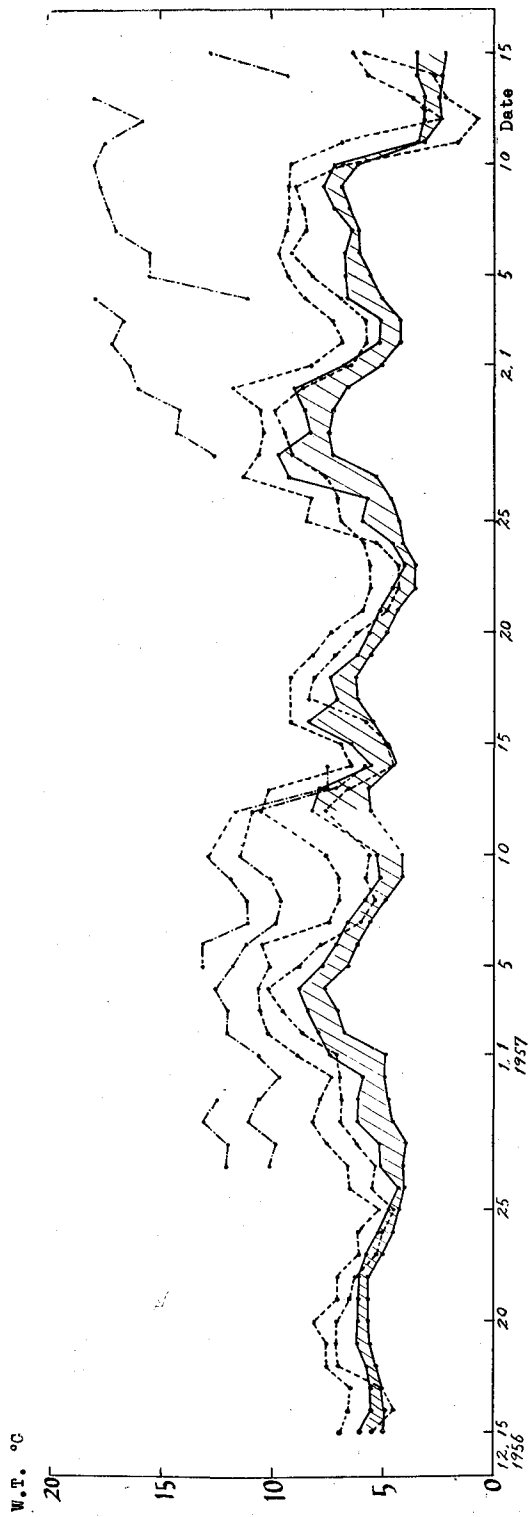


Fig. 52 The variation of the rearing water temperature during the experiment on the growth of collarete of *S. crassa*, Dec. 15, '56~Apr. 12, '57.

用いて異った日に始めた。但しこの場合でも type 組成は大體等しかった。(I~V)はいずれも短期間であったために開始時に比べて加温・非加温共増大しているが両者の差は明瞭でなく単にこの程度の加温をしても増大が進行することを示すに止まるが、(VI)では1ヶ月の長期にわたるため開始時と飼育中の通計とを比較すれば明らかに非加温の方が増大の程度が大であることが認められる。

増大速度は(I)では開始時I₁, I₄のみであったが6日目には加温・非加温共I₇が現われ、(II)ではN, I₁のみであったのが非加温では2日目にI₇が、6日目に C-type が現われているのに対し、加温では3日目にI₄が現わたに過ぎず(III)では開始時 C-type がなかったが非加温では2日目に、加温では3日目と7日目に C-type が現われている。勿論開始時に測定したものと同一個体を飼育したわけではないので、(III)の如きは開始時既に C-type が混入していたおそれもあるが、少くとも(I)の如きはそのおそれが極めて少ないと考えられる。従って各 type 間の変遷速度そのものは現実の速度を示すものではないとしても(第2章第2節第3項参照)、加温・非加温を比較した場合加温したものの方がこの速度がおそくになるといえる。

第三項 結 論

上述の如く同一個体についてはなかったが同一群に属する個体の飼育中の変化を観察することにより、一旦限界温度以下の低水温に遭遇した *S. crassa* の成体は次第に泡状組織を増大させて行くこと、および高水温はこの速度を抑制すること等がわかり *S. crassa* の3 types が水温による多形ではないかという仮説に対し或程度これを裏付けえたものと思われる。この仮説を完全に証明するためには完全飼育を行って飼育水温を選定することにより、N-type より生れた個体が低温では成長して I~C-types となり、I, C-types より生れた個体が高温では N-type になること、および夫々の逆の水温の場合は親の type となること等が立証される必要があるが、これは将来の飼育技術の進歩にまたねばならぬ。但しここに述べた実験的事実のみでもこれを第2章で述べた自然状態における type の変遷と併せて考えるとき、水温多形説は否定し難いものではないかと考えられる。

第六節 幼体の飼育

第一項 概 説

産卵直前の個体を飼育して産卵させたものを採卵し孵化させることは容易で詳細は次章に述べる。孵化したものは口器が発達して肛門を生ずるようになってから採餌し始めるが、1957年2月19日に採集した体長2.0m. m. の幼体を検鏡すると(PL. 13-1)に示す如く腸内で粒状の内容物が流動しており、これは主として Protozoa より成るものと推定され自然状態では採餌開始直後の幼体は恐らく Flagellata e. t. c. の小型原生動物を捕食するものと考えられる。Table. 21に net 採集の4~6m. m. の幼体の飼育例を4例示したが、この位の体長ものは小型 Copepoda を捕食し得るので飼育は成体同様に行いながら、これ以前の期間の飼育は Table. 28 に示す如く20日間以上は困難で、いずれも小型 Copepoda を捕食し得る迄に成長させることが出来なかった。孵化直後の幼体の飼育は用水の清澄と適度の攪拌に留意すれば成体に較べて特に困難な

Table. 28 The rearings of *Sagitta crassa* for three weeks after the hatch.

W. T.	Sampling of egg		Hatch		Rearing period	Container	W. T. °C
	Date	No. of egg	Date	indiv.	days	glass	
Room temp.	'56 2 2	13	'56 2 6		21	1 L cylinder	3~11
	2 14	12	2 17		15	100c. c. tube	3~11
	2 15	80	2 20		19	250. c. c beaker	4~11
Heated (incubator)	2 26	120	3 1	ca. 100	21	dia. 12c. m. disk	6~15
	2 28	50	3 3	20	19	"	6~15
	2 29	150	3 4	150	20	"	6~15

点はなく、問題は餌料に存すると思われ、第3項で述べるような各種の餌料を試用したが未だに満足すべき成果を得ていない。一般に魚類・甲殻類等では自然および飼育状態共に larval stage のある時期における歩減りが甚しいことはよく知られており、特に自然界にあってはこの期における食害や環境変化による減耗は産業上重大問題となっているが、魚類の如く産卵数が莫大であるものとは異り Chaetognatha は産卵数が少く、且成体が魚類等の餌料として大いに利用されているにも拘らず群として安定している点を考えると、魚類等にみられるような larval stage における大減耗はないものと思われる。また環境変動に対する適応性も他種のもの larva に比較すれば強くて、餌料も豊富であると思われるが、飼育に際しては Copepoda を採餌しようになる迄の期間を如何なる餌をどう順序で与えて過させるか、更に出来れば入手の容易な単一餌料を以てこの期間を飼い上げるかが今後に残された問題であろう。

第二項 孵化後の飼育記録

孵化後10日間位迄は特に注意しなくても殆んど死ぬようなことはない。例えば '56年4月6日に10尾孵化したものを定性濾紙で濾過した海水30c. c. を入れた深さ3c. m., 径6c. m. のシャーレに收容し、室温に放置し止水式として時々少量の換水を行い Protozoa を与えた処、12日には体長1.2m. m. となり13日9尾、14日7尾、15日2尾、18日1尾がそれぞれ生存し、19日にすべて死亡した。その他の例でも孵化後10日間前後迄は大量死亡はおきない。飼育密度は直径12c. m., 高さ3c. m. のシャーレに水量100c. c. 程度で100尾前後收容した例が多かった。Table. 28 に孵化後20日間前後生存した例を示す。いずれも止水で時々半量ずつ水換えをし餌は培養した *Monas* を与えた。

第三項 餌料

既述の如く成功した例がなく、種類・方法等につき結論を述べえないので、使用した種類とその結果を示すに止める。無生物としてはゆでた鶏卵黄、魚血液、介煮汁等を試みたが卵黄は粒が大きすぎ且沈降するので全く不適當である。血球・膠質物質等は飼育容器に入れれば水を悪化させるし給餌の度に容器を変えることは幼体を弱らせるので不可。採集した Copepoda の卵およびそれを孵化させてえた Nauplius, Rotifera を試みたがこれらは *Sagitta* の適当な发育段階においてのみ初めて利用しうるものと考えられ、これらのみでは成功しなかった。培養したものとしては *Navicula*, *Monas*, *Flagellata*(2 μ), *Ciliata*(40 μ)^{※20)} を試みたが Diatom は採集した幼体の胃の内容物の中にも検出されず、(PL. 13)に示す幼体の食道の大きさ等から考えても自然界では余り利用されず、専ら小型 Protozoa によっているのではないかと思われる。*Monas*, *Flagellata* は採餌開始直後の幼体がこれ等を捕食することを検鏡により確めた。試みた範囲内では *Monas* および *Flagellata*, *Ciliata* の混合物を与えた場合が最も良かった。

結局採餌開始直後は培養の容易な *Monas*, *Flagellata* 等の小型 Protozoa を与え、次第に大型の *Ciliata* に切換え更に *Rotifera*, *Nauplius* を経て小型 Copepoda に到るのが最良ではないかと考えられる。

第四章 発生および成長

第一節 産卵

第一項 産卵過程

1955年2月25日15.00採集した C-type の完熟個体5尾を濾過海水を満した丸バットに放養し(水温17°C)た処、丸2日後にその内の1尾が(PL. 4)に示すような排卵直前状態となった。(体長15.0m. m., 卵巣長2.0+2.3m. m., 輸卵管内の卵粒数8+10)卵巣内の完熟卵径は150 μ , 輸卵管内では径約250 μ 高さ約100 μ の円筒形(輸卵管の前後の部分のものは円錐形)である。間もなく排卵を開始したが3粒目が排卵された瞬間を(PL. 7)に示す。排卵時の輸卵管開口部が明瞭に認められる。産卵された直後の卵粒は第1次卵膜の径が250 μ でその周胚に厚さ30 μ の間隙をもって第2(or第3)次卵膜が形成され、^{※21)} 外径300 μ で体表に附着し

※20) *Flagellata*, *Ciliata* は東大大島研究室の御好意により分与されたものでここに謝意を表する。

※21) Doncaster('02)に依れば *S. bip.* の浮遊卵はしっかりした透明な殻(第2 or 第3次卵膜)に被われ内に液の入った腔所があり、この内に卵が浮んでいるが、*S. enf.* では腔所がなく密着しているという。

ている。約10分後には体から離れ両卵膜の相互位置は更に遠ざかり内径はやや収縮して外径は拡大して370 μ となるが以後孵化迄の間卵径は不変である。その他の例をあわせると卵径は320~400 μ となる。N-typeでは'55年7月8日09.30採集した完熟個体(体長6.9. m. m.)をシャーレに放置し(水温24~26°C)た処17.00排卵直前の状態となった。この個体は(PL. 3-1)に示したものであるが卵巣部を拡大して(PL. 8)に示す。翌日10.00には排卵しない内に死亡してしまった。輸卵管内には(4+5)ヶの卵粒があり、高さ150 μ 径170 μ の円筒形で両端の卵は円錐形であった。更に7月9日09.30に採集した7.5m. m.の排卵直前個体は(4+3)ヶの輸卵管内卵粒を有していたが7時間後4ヶ産卵して死んだ。(24~28°C)排卵直後は第1次卵膜の径170 μ 、周囲に20 μ の空隙をもって第2次卵膜が存在する。しばらくたつと卵径は外径320~390 μ 、内径170~200 μ となる。孵化迄卵径は変化しなかった。従って*S. crassa*の浮游卵は内外径共N-typeに比べてC-typeがやや大きいが外径350 μ 前後であるといえよう。

排卵時親は小刻みに体を震わせるがKCl溶液e. t. c.による化学的刺激や針の先で体を軽くつつく等の物理的刺激によつても排卵時間を短縮させることが出来た。

第二項 産卵後の卵巣変化

既述の如く一旦輸卵管内の卵を排卵し終った個体は輸卵管壁が密着し完熟状態に戻るが、再び熟卵が輸卵管に入って排卵直前の状態となる。この間の変化を'56年2月6日09.30に採集した個体について観察した処次の如き経過を示した。(水温5~11°C)

月	日	時	卵巣内	貯精囊(両側)
2	7	早 晩	27ヶ産卵	
		10.00	大粒卵なし	黒色
	8	09.30	大粒卵なし	破れて精子塊を出す
	9	10.50	11ヶ産卵	黒塊現わる
	10	10.00	体やや不透明化	黒色
	11	15.00	体不透明	黒色

即排卵後2日たって完熟卵を生じ、輸卵管内には1日以上は卵が滞留していない。排卵と共に放精もし、貯精囊の完熟、放精も繰返される。

尚精子転送方法を知るために飼育成熟個体の観察を続けたが交尾等の動作を認めえなかった。体が完全に透明であるので観察のためには相当の光度が必要で、これが動物に刺激となって転送動作を行うことを困難にしているのではないかと思われ、観察方法の研究が必要であると考えられる。

第二節 孵 化

第一項・発 生 経 過

*Sagitta*の卵は等黄卵で分割は全等割、胞胚は渦腔型である。既述の如くJohn('32)は*Spad. ceph.*で'30年夏及び'31年11月Plymouthで発生を研究したが、卵は直径約300 μ で、*Sagitta*の卵が浮游卵で卵黄粒が殆んどないのに対し*Spad.*の卵は沿岸生活に2次的に適應して他物附着性となり発生期間が延び卵黄を有するようになり微少な卵黄粒が細胞質内に均一に分布するようになったものであると述べている。さらに発生に関しては放卵は通例08.00~10.00に行われ孵化までに48時間を要するがその間の変化は2~3時間後胞胚期、7時間後囊胚期となるが以後変化は緩漫となり次のstageまでに原腸部に原始性細胞の分離、原腸腔の形成が行われるのみである。14時間後原腸腔の3つの部分が明瞭にみられるようになり性細胞は前部中央にあって両側に原腸壁の原基がある。16時間後に原口が完全に閉ぢ性細胞は分裂して4ヶとなる。24時間後に2つの襲の後端が附着して口は腸を包み中央部に狭い隙間を残した盲管となり、28時間後胚は成体と同じ層のものとなり、中胚葉は頭腔・軀幹腔に別れ、神経節細胞が形成される。35時間後頭被を生じ各系統を形成する細胞は分化を完了し、頭・軀幹・尾の3部が明瞭となる。やがて胚は卵膜内で動き出し48時間で孵化し、孵化直後は体長1,500 μ であると述べている。

1955年2月, 7月, '56年3月, '57年3月にC, N両typeについて発生経過を追及したが大要は次の通りである。先ず排卵直前個体をシャーレに入れて産卵直後の卵を採集し, 顕微鏡下で孵化まで検鏡し途中適宜撮影・固定を行った。固定には Bouin, formalin 等を用いた。切片の観察については別報する予定で本報では生体観察・固定標本検鏡結果についてのべる。

(P L. 9₁₋₁₈) に '55年2月27~28日に行った C-type の発生実験の孵化までの各段階におけるものを, (P L. 10) に孵化直後の幼体を示す。水温 16.0~18.6°C, 使用した濾過海水は Cl. = 17.00 %であった。

1時間後に2細胞期(P L. 9-₂), 1時間20分後4細胞期(P L. 9-₃), 1時間45分後16細胞期(P L. 9-₄)となり2時間後胞胚期で5時間半後には原口陥入が認められ(P L. 9-₆), 19時間15分後に胚が動き出し(P L. 9-₁₁), 23時間後には頭部, 尾部をしきりに動かし(P L. 9-₁₂), 24時間半で頭部, 尾部が離れ(P L. 9-₁₃), 24時間35分後第2次卵膜にひびが入り頭部は第1次卵膜を出た(P L. 9-₁₄)。3分後尾部も第1次卵膜を出(P L. 9-₁₅), 24時間40分後には尾部も第2次卵膜を出(P L. 9-₁₆), さらに2分後体の後半部が出た。(P L. 9-₁₇)はこの時の状態の背面観, (P L. 9-₁₈)は側面観である。かくして24時間47分後に孵化したが体長は700μであった。

同年7月23日に行った N-type では水温 26°C で産卵後35分で2細胞期, 40分後4細胞期, 1時間5分後8細胞期, 1時間半後16細胞期, 2時間後原口陥入が認められ13時間で孵化した。その他の例でも各stage毎の所要時間と温度の関係は大体上記の通りであった。

第二項・同一産卵卵粒の孵化所要時間

1955年3月4日09.35に採集したものが14.00に39粒排卵したがこれについて孵化所要時間の頻度分布を調べた。水温 13~16°C, 結果を Fig. 53に示す。孵化率82.5%で放卵後23~28.5時間内に孵化し, 27~27.5時間に52.5%が孵化している。

第三項・卵及び larva の耐塩分性実験

1955年3月11日~4月8日に各種の塩分の海水で孵化飼育した *S. crassa* の状況を調べた。10日15.00及び11日14.30に採集した排卵直前個体25尾から11日午後排卵されたものを排卵直後約150粒とり, 一まとめにして無作為に15粒づつにわけて, それぞれ次の如き各段階の塩分の海水に10分間ずつ漬けてから, 10~19.2% の11種に調製した濾過海水各30c.c.と共に高さ2.7c.m. 径6c.m.のシャーレ11ヶに入れて, 12日01.00に19°Cの孵卵器に收容した。

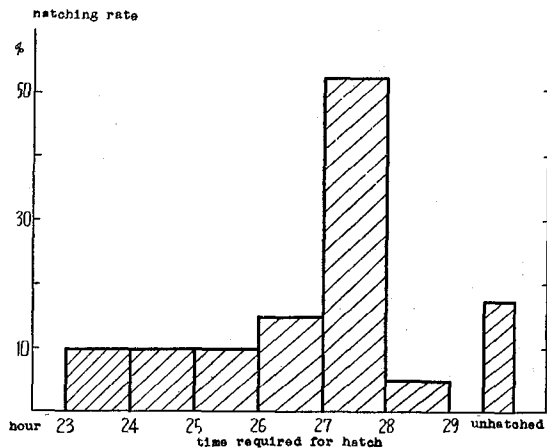
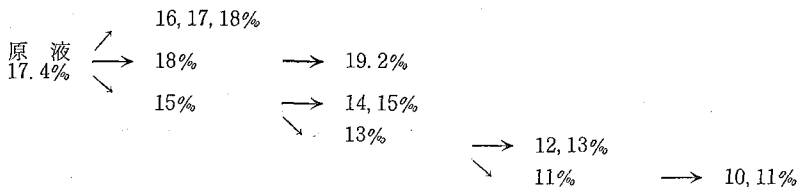


Fig. 53 Distribution of the time required for the hatch of *S. crassa*, Mar. '55 (13~16°C).



各種%の海水に移したとき卵膜分離は認められなかった。以後連日3分の1量づつ同温度同塩分の水で換水し孵化後は Copepoda 卵及び培養 *Navicula* を給餌した。

16日15.00に飼育水の塩分検定を行ったが次の如くであった。

標示値 %	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
検定値 %	9.97	11.02	12.20	12.94	14.00	15.00	15.88	16.91	18.07	18.86	19.70

a) 孵 化

10. 11 %…Protozoaがつき分割進まず、瓢箪形の奇形が現われた。孵卵器収容後48時間たっても孵化しなかった。

12 %…収容後20時間たつて2尾孵化したが間もなく死亡、35時間後3尾孵化したが器底に横たわり元気がなく50時間後死んだ。

13~20%…20時間前後で半数以上が孵化した。

b) 幼体生存日数

各塩分区の最長生存日数は次の通りであった。

塩分区 %	12	13	14	15	16	17	18	19	20
孵化後生存日数	1	6	9	6	11	7	15	8	7

最長日数の18%は4尾孵化した内2日後に1尾のみ元気な個体が残り、10日後に体が彎曲したが元気はよかつた。15日後には針で押しても反応せず死んだものと判定した。

以上の如く Cl. < 11%では孵化せず、12%では軽うじて孵化するが發育せず、13~20%では正常な孵化成育を行う。第3章第4節で述べた如く成体は臨界塩素量が5%で、7~20%では放卵し、>9%には強い適応性をもっているのに対し、卵及び larva の適塩素量下限は13%である。高塩分域では20%のものは19~34時間で11尾孵化し、幼体は体が彎曲したが放卵後6日目まで元気に泳ぎ、孵化後7日間生存した。(この時の塩分検定では Cl. = 19.92%)即ち低塩分海域に強い適応性をもつと思われる C-type ですら20%までの耐塩分性を示す。従つて一般に *S. crassa* の適塩素量は13~20%で17~18%が最適域といえよう。

第四項・環境による孵化所要時間の変化

(1) 水温・塩分を変化させた場合の孵化所要時間を知るために'55年3月22日~4月5日に実験を行った。放卵時刻を確認した卵を2~3ヶ宛径6c. m. のシャーレに各種塩分の濾過海水約100c. c. と共に入れ恒温槽・孵卵器に収容して各種定温(±0.5°C以内)に保ち測定した。

Table. 29に各区の最短所要時間及び使用海水の塩素量を示す。Cl. = 16~18%ではすべての温度で、W. T. = 22.5~17.5°Cではすべての塩分で孵化する。また各温度における最短時間は大体 Cl. = 16~18%のものに出る。11%は軽うじて22.5, 20.0, 17.5°Cのものが孵化したが所要時間は他の塩素量のものに比し飛びはなれて長い。各温度(θ °C)毎の最短時間(T時間)をとると $7.5 < \theta < 25.0$ では $T = 2,400\theta^{-1.6}$ となり $\theta > 25$ では $T = 15$ で一定となる。

即ち *S. crassa* は瀬戸内海内湾部の最高水温である30°Cまでは Cl. = 15~20%で孵化が可能で>25°Cでは15~16時間という最短所要時間を示す。また最低水温である7°Cまでは Cl. = 16~19%で約90時間で孵化する。従つて瀬戸内海における孵化所要時間は冬季孵化群で50~80時間、夏季群で15~16時間、秋季群で18~25時間と考えられる。

(2) 現場海水による各温度の孵化所要時間

C-type の孵化所要時間を詳しく知るために現場海水を用いて'56年3月5日~10日に実験を行った。支所前の定時観測値では3月1日~5日の塩素量は18.05~18.26%を示していた。3月5日15.00に採集した排卵直前個体から16.10~17.20の間に放卵したものを(1)と同じシャーレに5粒宛とり現場海水(Cl. = 18.2%)を入れて田内式恒温槽の各仕切に入れた。

Table. 30に結果を示すが、 $T = 3,760\theta^{-1.75}$ なる式が成立し前回の18%と大体同一の曲線になる。

この結果から笠岡湾で冬季に *S. crassa* の各水温による孵化所要時間は13°Cで2日間、10°Cで3日間、8°Cで4日間、7°Cで5日間を要するものと推定しうる。

Table. 29 Times required for the hatch of *Sagitta crassa* according to the variations of water temperature and chlorinity. Mar. 22~Apr. 5, 1955. note: datum in parentheses referred from other series

W.T. °C	30.0	27.5	25.0	22.5	20.0	17.5	15.0	12.5	10.0	7.5	
11	not-formed after 29.0 hours	head&tail not became clear after 26.5 hours	not hatched after 26.0 hours	(25.0)	(23.0)	34.0	not formed after 45.5 hours	uncleaved after 30.0 hrs.	not formed after 90.0 hours	not hatched after 134.0 hours	
12		16.0	21.0	20.5	30.5	(34.5)	51.5				
13		15.5	16.0	20.5	18.5	23.5	29.5	49.5	75.5		
14		15.5	17.5	17.5	20.0	25.0	29.5	50.0	73 ± 1	89.0	
15	15.0	(16.5)	15.0	16.0	18.5	25.0	27.5	45.5	73 ± 1	87.5	
16	15.0	15.5	16.0	16.0	18.5	25.5	28.5	46.5	(79.0)	not hatched after 134.0 hrs.	
17	16.0	14.5	16.0	18.0	19.5	26.0	(30.0)	46.5	64.5	88.5	
18	16.0	(17.0)	not hatched after 26.0 hours	18.0	20.0	26.5	35.0	49.0	69.0		
19	17.0	same as 11%		16.0	20.5	26.0	same as 11%	50.0	75 ± 1	same as 18%	
20	No. of exps.	2	3	1	3	2	1	2	1	1	1

Titrated chlorinities of rearing water

W. T. °C	Cl. (indicated) %				11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	30.0	27.5	15.0	7.5										
30.0	27.5	15.0	7.5	10.98	11.96	13.09	14.09	15.01	16.10	17.07	18.10	19.05	20.02	
20.0	17.5	12.5	10.0	"	"	"	"	"	"	17.05	18.03	19.04	20.01	
25.0	22.5			11.10	12.01	13.04	14.04	15.02	16.03	16.95	18.03	19.04	20.01	

Table. 30 Times required for the hatch of *Sagitta crassa* according to the variation of water temperature, Mar. 5~10, 1956.

W. T. °C	18.2	16.9	16.2	15.4	13.8	12.3	10.8	9.3	7.3
Breadth of W. T. °C	± 0.6	± 0.5	± 0.3	± 0.4	± 0.4	± 0.4	± 0.6	± 0.5	± 1.1
Time required hatch	23.0	28.5	32.0	33.0	37.5	53.0	65.0	78.0	113.0
No. of eggs	6	5	5	2	6	5	6	5	5
No. of hatched individuals	6 ①	1	1	2	6 ②	2	6	3	2

notes ① { 5 eggs required 23 hours
 ② { 1 " 28.5 "
 5 " 37.5 "
 1 " 45.5 "

第三節 幼体の成長

第一項 他種の例

Doncaster ('02) は 1900 年 11~12 月に Naples 湾で採集した *S. enflata* から採卵したものを孵化せしめ、換水式で 15 日間生かし (水温 16.5~18.5°C) その間の成育状況を調べた。孵化第 1 日は体長 1 m. m. で水の表面にじっとして浮いているが水を交ぜると急に泳ぐ。*S. bipunctata* では尾鰭のみが存在するが *S. enflata* では水平鰭の形成が始まっており尾鰭とつながっている。4 ケの性原細胞は体の中央脊面で内胚葉性隔壁と密着して中胚葉内に埋っている。第 3 日は鰭の形が整い長い鰭条が等間隔に現われ、筋肉帯は成体と同様に横の条線がみえる。第 4 日になると形に急激な変化を生じ成体に似てくる。頭部中胚葉内に腔所を生じ口腔が外部と通じる。頭被原基が形成されその下に 4~5 本の小顎毛ができ、眼が生じる。体両側に腔所を生じ食道原基が現われる。腹神経節は縮少し鰭は生殖細胞部を超えて伸長する。尾鰭、側鰭が分離し体腔が再び生じる。体中央に 2 ケ宛 2 列に並んでいた生殖細胞が数時間かかってゆっくり体腔を横切って体壁に移動する。尾部横隔膜が形成されるがこれを以て *larva* と *young* の境としている。以後第 8~9 日目に肛門、繊毛環原基を生じ腹神経節は縮少し体長の 2 分の 1 となるが 12 日目まで歯は生じない。飼育しえたのはこの頃まででこれより後のものは採集標本によっている。その最小体長は 2 m. m. でこれは 1 対の前鰭をもっていたが雌雄生殖器とも生殖管の根跡もなかった。

John ('32) は既述の如く Plymouth で夏季及び 10 月に *Spad. cephaloptera* を孵化飼育したが、期間は最長 15 日間であった。*S. enflata* との主な差は *Spad.* では孵化直後の *larva* は器底に沈み前端部で吸着して休止していることである。繊毛環原基は既に第 1 日から頭部脊面外皮内にみられるが、第 4 日には明らかに認められるようになる。第 5 日に食道に空所が出来また眼が現われる。第 7 日に大変化が起き肛門が出来体形は成体に似てくる。第 15 日に尾部横隔膜を生じ *young* となるが、本種では特に頭部吸着管と脊面吸着細胞が消滅し、尾部腹面前端に吸着細胞が発達してくることも *larva* と *young* の境として利用しうる。顎毛が揃い前歯は発達し小型の *Copepoda* を捕食するようになる。この他性原細胞及び横隔膜の出来方につき Doncaster との異同を詳しく論じている。John の報文には明確な水温の記載がなく成育速度は *S. enflata* と比較しえないが各種の点において *Sagitta* と *Spadella* の生態の差に関連した成育状況の差が認められる。

第二項 飼育個体による観察

(1) C-type 1956 年 3~4 月に採卵し水温 20°C、塩素量 18.3% で孵化させたものを室温で飼育し、各 stage 毎に formalin で固定した保存標本を鏡撮影した。保存が長期 (1 ケ年) に及んだので体長等の収縮は免れないと思われるが、体長は孵化直後 900 μ、1~3 日後 1,200 μ、5 日後 1,300 μ で、9 日後までの測定結果では 6~9 日間には目立った体長増加はみられなかった。(P.L. 11₁~16) に写真及びスケッチを示す。各 stage の状態は以下に記する通りである。

孵化後	孵化月日	飼育水温 °C	図版 P.L.	
4 時間	3 月 9 日	12~14	11.1	
1 日	4.5	9~12	11.2	} 尾鰭鰭条・尾腔正中線明瞭 } 歯及び顎毛なし
			11.3 尾部拡大	
2 日	"	"	11.4	} 腹神経節明瞭、側鰭鰭条やや明瞭高倍率 } では尾部横隔膜及び顎毛 (4 本?) 見える
3 日	4.6	9~12	11.5	} 顎毛 5 本、尾部横隔膜明瞭、鰭条明瞭、性 } 原細胞は体側に移動
			11.6 尾部横隔膜附近拡大	
			11.7 頭部側面拡大	
4 日	4.5	8~12	11.8	} 尾部横隔膜附近の体壁がふくれこの辺り } の鰭条が著しく目立って見える、 } 尾部比率縮少 } 性原細胞明瞭、腸管末端部見える } 顎毛 5 本頭被みえる。眼色素現わる
			11.9 尾部横隔膜附近拡大	
			11.10 頭部脊面拡大	

5日	4・5	8~13	11-11 Congo red 染色(以下同様)	} 纖毛環みえ出す※22) 顎毛5本、貯精囊現わる、これは体側で 頭から体長の1/2の個所をふくらみの中心 としている、このやや後方で側鱗と尾鱗 が別れる。尾部比率26% 纖毛環は顆粒の集りて同心円状に並ぶ
			11-12 纖毛環拡大	
7日	4・5	7~13	11-13 腹面	} 貯精囊部の表皮肥厚が著しく鱗条を欠く 6本目の顎毛が生え出す 後歯らしきもの3本をみとめる
			11-14 頭部腹面拡大	
9日	4・5	5~13	11-15 腹面	} 顎毛の6本目は他の半分の長さ、 尾部体表によく染まる点が多数ある
			11-16 頭部腹面拡大	

前述の *S. enflata* に較べ飼育水温が6~9°C 低いにも拘わらずすべての点で成長が早く、特に尾部横隔膜は3日目に入る頃既に見え出し Doncaster の定義に従えば larva の期間は孵化後2日間以後 young に入ることになる。肛門が何時開いたかは明瞭でなかったが恐らく4日後(PL. 11-9)のときではないかと思われる。

孵化後の体長を生体で測定した例としては'55年3月3日に孵化し、水温8~16°C で飼育したものを連日測定した例があるが、同一個体についてはではないこと、及び餌料の不相当等の原因で標準値とはいえない難いが、4~10日後までの間は1,400 μ 前後で増加の傾向は認められなかった。

(2) N-type. 夏季の N-type の larva 及び young について'57年7月14日採集したものから採卵し15日孵化させて飼育した(水温30°C) 例があるが高温のため飼育困難で孵化後4日間で死亡した。生体について観察した結果は孵化直後は体長800 μ で1日後顎毛は5本、尾鱗及び側鱗を有し2日後体長930 μ 、眼点が明瞭となり3日後1,030 μ となって肛門を生じた。C-type に比べて体長は小さいが(孵化直後の体長は両 type とも余り変らぬ) 成育速度は早い。

第三項 採集幼体の観察

'57年2月14日(水温5.7°C), @net で採集した体長4.0m. m. の幼体を(PL. 12-1)に示す。顎毛9, 前歯2, 後歯5, 泡状組織は頭部のみ(N-type), 尾部比率27% 卵巣長0.3m. m. であった。(PL. 12-2)に顎毛、前後歯の拡大図を示す。歯の最長のもの長さ40 μ , 径7 μ である。同じく2月19日(水温6.2°C)に採集した体長2.4m. m. のものは尾部比率26%で(PL. 13-1)に示す尾部横隔膜附近の拡大図の如く原始生殖細胞は極めて小さくて約20 μ にすぎない。腸管末端部では内容物が流動していた。(PL. 13-2)の頭部拡大図では腸分岐及び泡状組織共に明瞭に認められる。頭部の状態からみて孵化後少くとも20日以上経たものと推定されるが、卵巣はまだ全然未発達である。同じく2月20日には(PL. 14)に示す如き体長1,250 μ の larva を採集した。頭部、鱗条の有様から孵化後2~3日後のものとして推定される。

夏季の孵化群の例としては同年6月4~6日(水温20~21°C)に体長1,550~2,000 μ のものが数例あるが顎毛は殆んど全部が7本、前後歯は認められず纖毛環は円形であった。

以上から孵化後10日以後の成育状況をみると顎毛が急速に本数を増し体長2m. m. を超える頃には既に成体の本数に近い8本となるが、前後歯は増加速度がおそい。(第2章第2節第4項参照) 卵巣は發育開始が遅く C-type では体長<4m. m., N-type では<2m. m. のものはすべて卵巣長比は<5%である。尾部比率は C-type では体長2.5m. m. 位で既に親と同程度の比率を示すものがある。纖毛環は孵化後数日で生じるが N-type で体長2m. m. 位までは未だ円形である。

第五章 生 態

第一節 垂 直 分 布

一般に zoo-plankton は水中である特定の層に集る傾向がありこの層の深さは種類・成熟度・環境要因

※22) 4月18日に孵化したものでは4日後に(14~17°C) 既に纖毛環が明瞭で、下方の切れた馬蹄形をしていた。顎毛は6本で歯は認められなかった。

によって定められるとされているが、Chaetognatha の垂直分布について Russell ('33 b) は 1926 年 4 ~ 7 月 Plymouth 海域で体長 7 ~ 8 m. m. 以上の *S. elegans*, *S. setosa* につき各層採集の結果から照度と分布層の関係を論じ、*S. elegans* は 4 ~ 6 月には深層にいて最多層は等照度面と共に上下し > 20 k. m. c. (= $\times 10^3$ lux) の光を避けるが、特に 5 ~ 6 月になって大型個体が多くなると成長につれて光を避け最多層は < 5 k. m. c. となる。7 ~ 9 月には 10m 以浅の > 20 k. m. c. の処に多く、50k. m. c. の照度の処にも分布する。これは *Calanus finmarchicus* でも同様の傾向がある。*S. setosa* は *S. elegans* よりいくらか浅い層にあり、7 ~ 8 月は矢張り表層にくることを述べている。Moor ('55) は Florida 海流における *S. enflata*, *S. hexaptera*, *S. lyra*, *S. bipunctata*, *S. serratodentata*, *S. minima*, *S. decipiens*, *Pt. draco*, *Kr. subtilis* の垂直分布が照度及び温度に左右されることを報告している。

笠岡湾口の @net 定置採集による各層の結果をみると *S. crassa* でも層により数量・体長・熟度の差が明確に認められる。調査地点は湾口海溝部 (> 20 m) のへりに当り水深 10m 侵入水塊の主力の出入する処であるが、4 ~ 7 月が成層期で他の時期は水温・塩素量の上下の差は 0.5°C , 0.2% 以下にすぎない。採集は主として 09.00 ~ 11.00 に行われすべて上潮時乃至満潮時に当たっている。Fig. 54 に各層の m^3 当りの個体数を示す。

採集回数 52 回中表層が最も多かったものが 6 回 (5, 9 月), 中層 19 回 (主として 4, 6, 8, 10, 11 月), 底層 27 回で、表層が底層より多かったのは 4 回 (4, 10, 11 月でいづれも中層が最多), 表層が中層より多かったのは 1 回 (7 月, 底層が最多) である。各層の数量の大小の順位は天候とは特に関係が認められない。大体において底層ほど数量が多いが夏 ~ 秋には底層には少ない。4 ~ 11 月はすべて N-type で体長 < 8 m. m. であるが、5, 7 月を除いては殆んど未熟個体である。Russell も言う如く未熟個体が光に対して成体より鈍感であるために成熟個体の多い他の月ほど底層に集中しないためと思われる。さらにこの頃の透明度が低く (8 ~ 9 月 2 ~ 3 m, 10 ~ 11 月 3 ~ 4 m) 冬 ~ 春の 5 m 前後の季節ほど底層、中層の照度の差が著しくないということも原因の一つと考えられる。(第 3 節第 1 項参照)

Fig. 55 に各層毎の体長組織を示すが、一般に底へ行くほど長大部が多い。従って成熟度も底ほど成・完熟個体の比率が大きく表層に完熟個体がみられるのは殆んど 3 月のみである。既述の如く成層期は 4 ~ 7 月に限られているから水温、塩分が垂直分布を左右しているとは考えられない。結局水深 10m 前後の浅海にあっては少くとも日中における *S. crassa* の垂直分布を左右する主な要因は体長、従って成熟度の相異による光に対する感受性の差であるといえよう。

第二節 水平分布

第一項 笠岡湾周辺

笠岡湾の海況は村上 ('54) の示す如く、本湾を構成する水塊は豊後水道系のものと考えられ、主として湾の主要開口部たる神島・箕島間(本湾の開口部をこの線と考えることについては後述)の中央部以東の中層以深を通過して水島灘(備後灘北東部)より侵入する水塊に支配され、横島水道は主開口部の約 4% の水量が出入するにすぎず、且つ転流時は 3 時間ずれる。湾内の海水は一潮でその約 6 ~ 7 割に当る量が出入する。湾内を西・中・東部の 3 水塊に分けて考えられるが湾西部には芦田川の影響をうけた独自性の強い水塊があり、中央部は水島灘からの侵入水塊に強く支配され、東部には横島水道からの流入に幾分左右されるが侵入水塊の変形した水塊があり冬季西風の強い時は著しく混濁する。湾口・湾央・湾東・湾西部の順に所謂内湾性が強くなり湾全体としては黒潮勢力の季節的消長に影響されることが大きい。Chaetognatha の分布は前報(村上 '57 a) に示す如く出現種は *S. crassa* N, I, C-types (周年), *S. enflata* (9 ~ 12 月) が主で、まれに *S. neglecta* (夏季), *S. bedoti* (8, 12 月), *S. minima* (8 月) が出現する。^{*23)} 数量は *S. crassa* が圧倒的に多い。一般に湾東部に少なく湾口・湾西部に多い。

1956 年 10 月 26 日に湾央・湾東部の海況を調査したがこの時の湾口定点(上潮初期の終り)における 8 m 層の塩素量 17.24% を侵入水塊として各海域の淡水混合比率を出し、観測時の潮相を考慮に入れ、さらに水温・塩分・流向・流速・濁り等の data から調査時の水塊流動を想定すると Fig. 56 の如くなる。実線は湾外

*23) *S. bedoti*, *S. minima* の出現については後述〔附〕参照

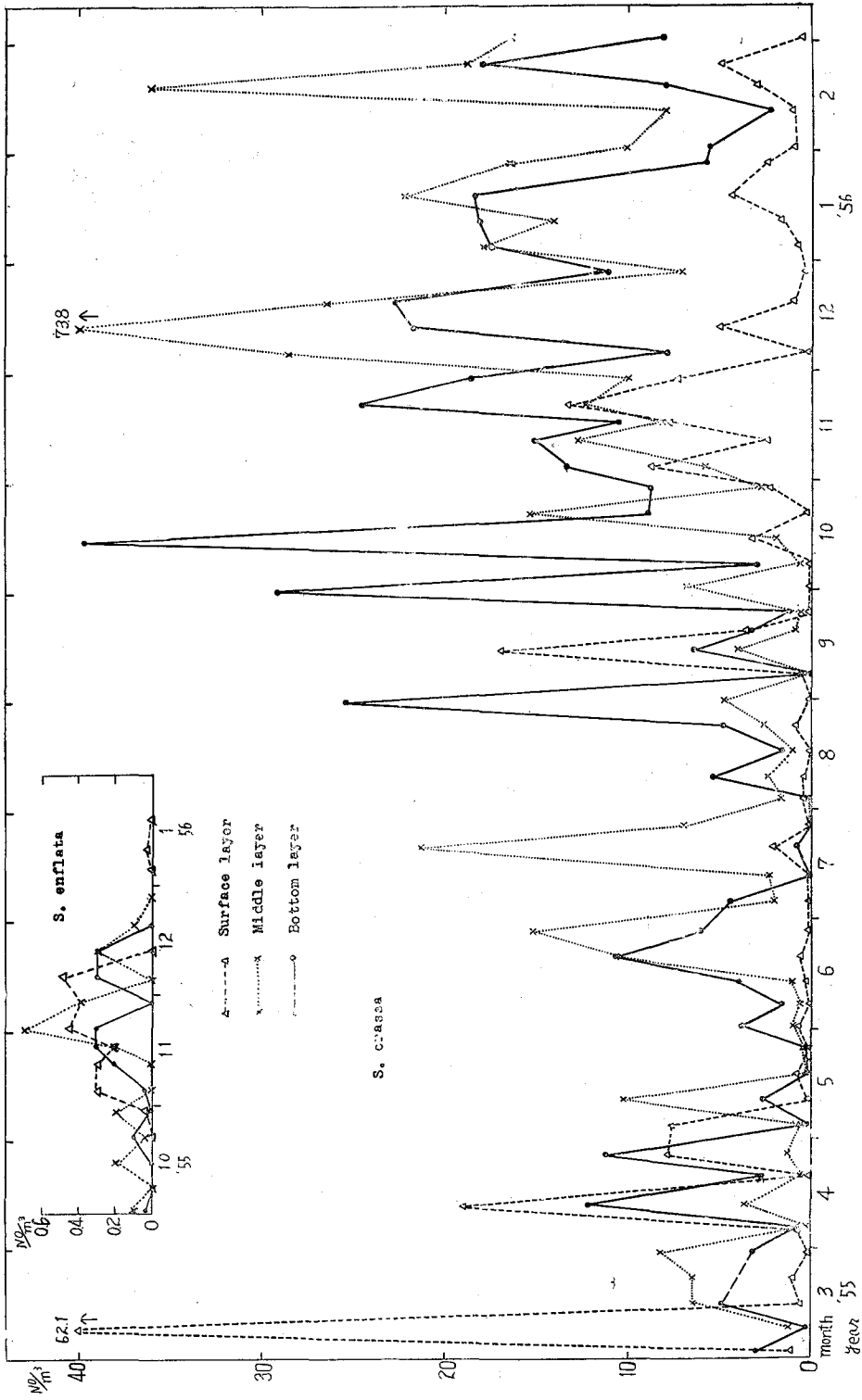


Fig. 54 Seasonal changes of the number of Chaetognaths sampled by \oplus nets in three layers at the mouth of Kasaoka bay, Mar. '55~Feb. '56.

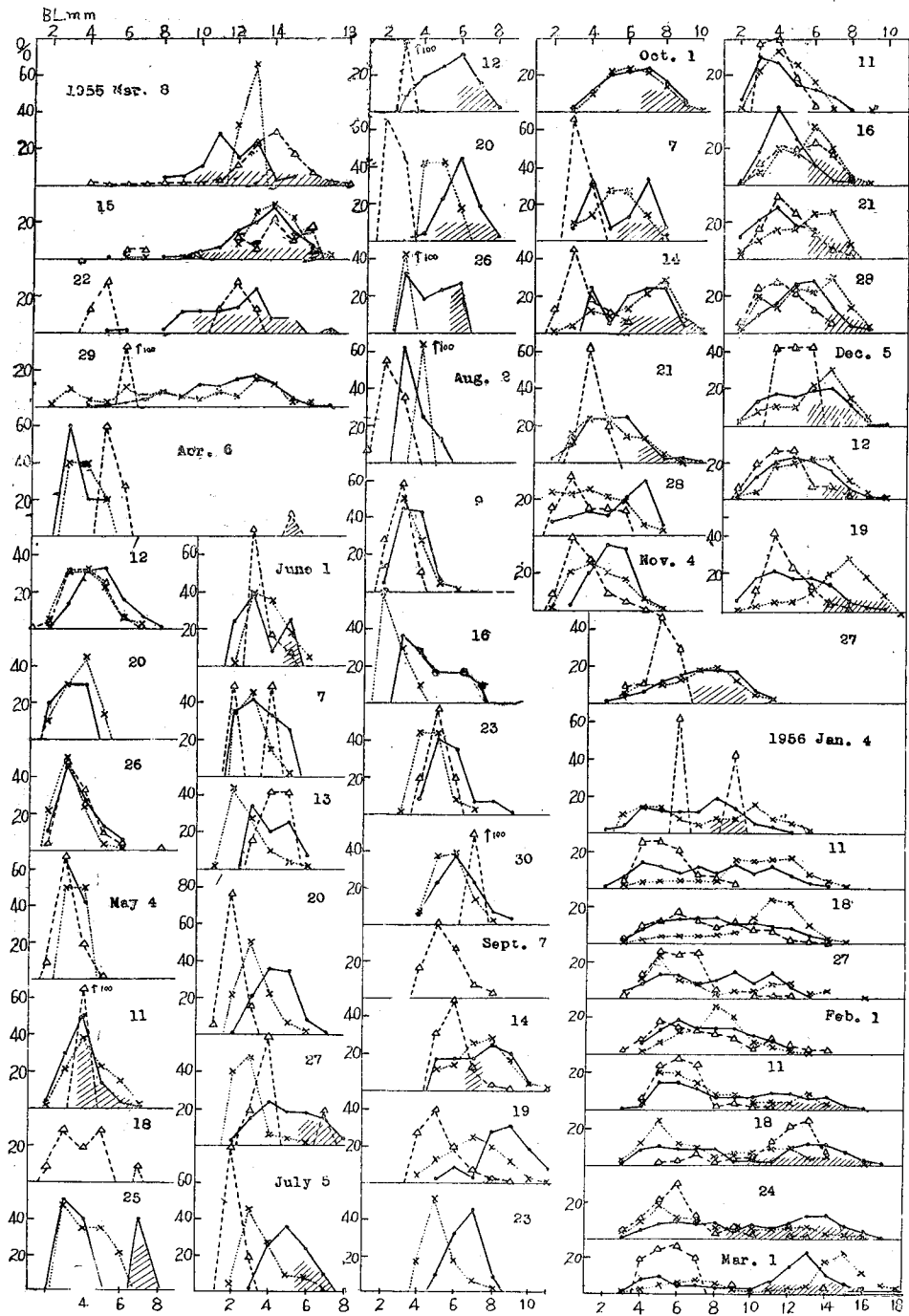


Fig. 55 Seasonal changes of size compositions of *S. crassa* sampled by ④ net in three layers at the mouth of Kasaoka bay, Mar. '55~Mar. '56.

note: \triangle \triangle surface layer
 \times \times middle layer
 \bullet \bullet bottom layer
 hatching denotes "full grown"

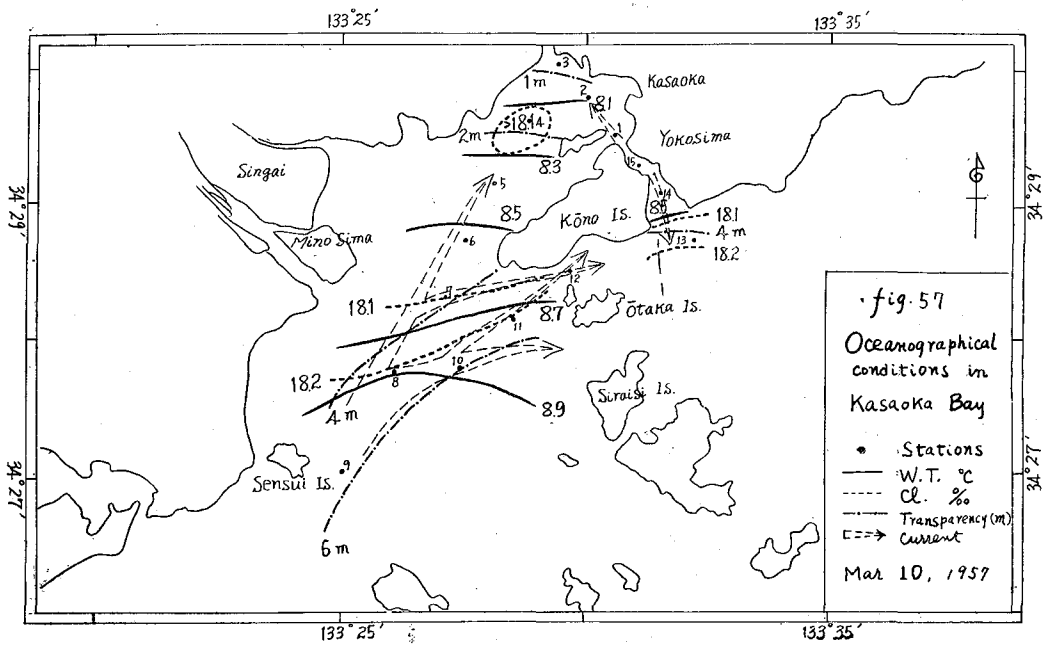
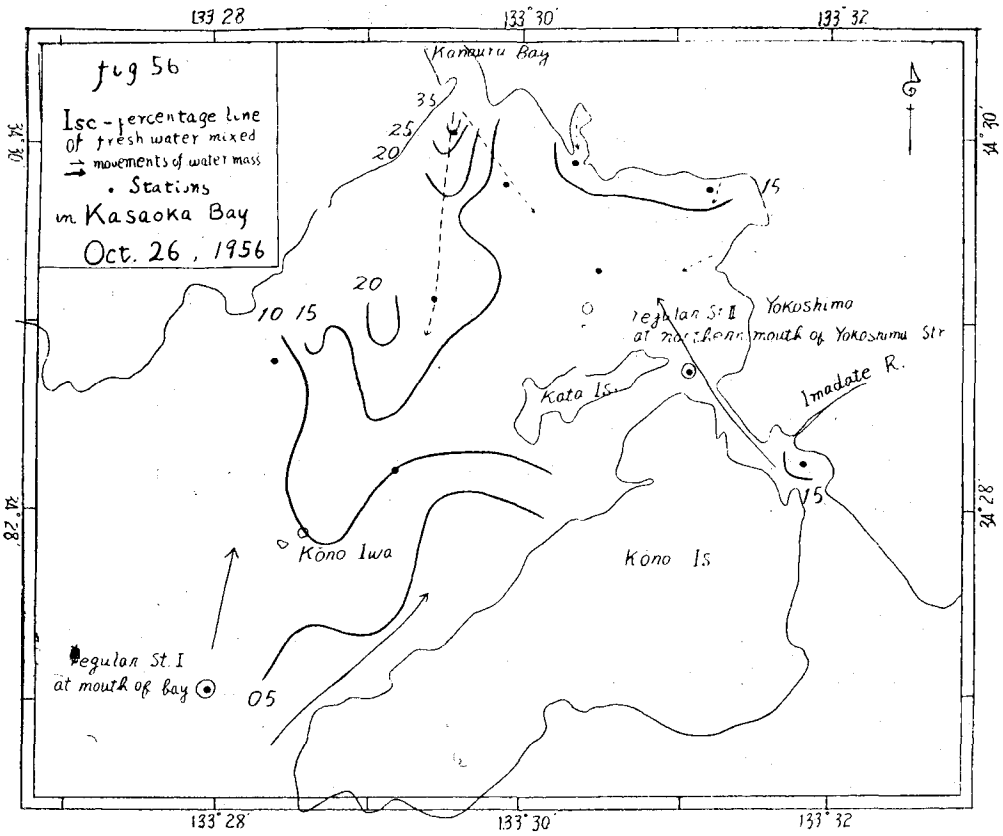


Table 31. Oceanographical conditions in Kasaoka bay, Mar. 10, 1957.

St.	Time	Tidal phase	Depth (m)	Water color	Transp. (m)	①net haul (min.)	<i>S. crassa</i>		other zoo-plankton		
							Sampl. No.	No. / min.	Copepoda	No. / min.	others
1	1110~ 25	L-1.5	7.4	7.5	2.0	1.5	31	21	<i>Cent. ab.</i>	190	<i>Noctiluca</i>
2	1134~ 42	L-1.0	3.0	8	1.2	3	23	8	"	205	"
3	1148~ 56	L. T.	2.5	9	0.9	3	52	17	"	423	
4	1205~ 16	H-5.0	4.6	7.5	1.9	3	1216	405	"	383	
5	1227~ 36	H-5.0	6.0	8	2.9	1.5	800	532	"	196	
6	1249~1300	H-4.5	9.3	7	3.4	1	424	424	"	231	
7	1315~1330	H-4.0	9.3	7	3.3	1	19	19	<i>Acar. cl.</i>	326	
8	1343~ 53	H-3.5	11.1	7	4.3	1	13	13	<i>Cent. ab.</i>	367	
9	1412~ 27	H-3.0	16.5	6	5.9	1	1	1	"	93	
9'	"	"	"	"	"	3.5	1	0.3	"	45	
10	1448~1502	H-2.5	13.8	6	6.2	1	1	1	"	144	
11	1517~ 20	H-2.0	12.0	7	4.8	1	7	7	<i>Cal. sp.</i>	114	
12	1545~1611	H-1.5	29.0	6	4.5	1	38	38	"	169	
13	1629~ 40	H-1.0	11.3	7	4.8	1	50	50	<i>Cent. ab.</i>	210	
14	1649~ 59	H-0.5	5.0	8	2.0	1	42	42	"	243	<i>Noctiluca</i>
15	1710~ 23	H. T.	7.9	8	2.0	1	40	40	"	323	"

Note. { *Cent. ab.* : *Centropages abdominalis*

① { *Acar. cl.* : *Acartia clausi*

{ *Cal. sp.* : *Calanus* sp.

② Tidal phase(L-1.5):1.5 hours before Low Tide.

より侵入する高塩分水塊を、破線は湾奥より流出する低塩分水を示す。図に示した等混合比率線は表層の値であるが垂直的には湾口定点を除いては殆んど変化しない。過去2週間にわたって著しい降雨がなく、この水塊配置は湾央部(上潮初期)、湾東部(下潮末期)における秋の定常状態を示すものといえよう。

また'57年3月10日に笠岡湾内外15測点で *Chaetognatha* の分布調査を行った。Table 31 に海況要素及採集した zoo-plankton を示す。①net を30m/min. の速度で1~3分間斜曳網しているから表て示した曳網1分間当りの数量は No./m³ の4.5倍に当る。調査時の潮相は水道北口(St. 1)~金浦湾口(St. 3)は下潮末期、仙酔島(St. 9)までは上潮前半、以後上潮後半期に当る。Fig. 57 に測点及び海況の模式図を示す。湾外部では水島灘の水塊が東進し一部が北進して湾内に入る。湾東部は横島水道北流期に当り流入水塊が侵入水塊に押付けられている。横島水道は南流期に当り湾東部の水が流下している。

Chaetognatha はすべて *S. crassa* で、Table 32 に各測点毎の体長・type・熟度組成を示す。既述の如く3月初旬は横島水道(今回のSt. 15に当る)では殆んど C-type の完熟個体で最大体長は17m. m. に達し、湾口定点(今回の St. 6に当る)では C, I-types が半々で未・成・完熟が各3分の1ずつを占め最大体長は18m. m. を示す時期に当たっている。今回の分布をみると数量は湾央が最大で、湾口・湾奥に向かって減少し湾外部では湾内の10分の1以下に激減し、St. 9, 10では採集直後既に体が不透明で検鏡した処破損していた個体が

Table. 32 Size, type, maturity compositions of *Sagitta crassa* in Kasaoka bay. Mar. 10, 1957.

St.	Body length(m. m.)composition %																Type composition %							Maturity composition %			B.L. of spawning m. m.			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	N	I ₁	I ₂	I ₃	I ₄	I ₆	I ₇	C'	C		Imm-ature.	Ma-ture.	Spaw-ning.
1					3	6	6	10	6	6	13	3	24		13	10	3	15		6				15	3	58	48	43	9	12~15
2			4		4	13	17	17	36	9							13	31		4		26	22	4		100				
3			2	2	4	25	32	21	4	2	2	4		2			4	40	2	4		15	35			98	2			
4			1	2	1	tr	tr	tr	tr	2	5	27	29	19	9	4	1	4			1		3	26	19	47	6	52	42	11~17
5					2	1	1	tr	1	1	7	11	25	28	15	7	3	tr		tr	tr	tr	14	9	74	8	57	35	11~16	
6		1	2			2	1	2	3	2	6	18	36	17	8	2	6	7			4	14	30	4	35	13	78	9	11~14	
7		6	12	20	12	12	20	6	6	6							56					44				94		6	8	
8			8	23	30	8		8	15			8					62	8				15	15			100				
9									100													100				100				
9'						100																100				100				
10							100										100									100				
11			14			14	44	14			14						71					29				72	14	14	11	
12			3	3	11	18	17	17	6	8	11		3	3			36	17	3			33	8	3		69	17	14	9~14	
13	2		2	2	9	15	11	22	17	8	2	4	4	2			21	4				61	7	7		65	28	7	8~12	
14			5	5		7	7	2	5	13	5	7	21	16	7		7	15				2	24	5	47	37	36	27	10~16	
15			2		5	5	2	2	5	5	5	18	26	8	15	2	2			3		23	10	62	26	68	6	12~15		

1尾ずつ(体長はそれぞれ9, 7 m. m. で共に I₆-typeの未熟個体)を得たのみで、St. 9では再度3分半曳網してみたが6 m. m. の I₆-type の未熟な生体を1尾得たのみであった。第1部の data で水島灘の OK 1 では '54~'57年の3月には2尾/m³ ('57年のみ6.7尾/m³) 程度の *S. crassa* のみが出現 (I-type が大部分) しているに過ぎず、一般に備後灘は12月に N, I 両 type の10尾/m³ 前後の出現を年間のmax. とする極めて *Chaetognatha* に乏しい海減であるが、笠岡湾でも湾口以南は St. 7, 8, 11にみるようにm³当りに換算すれば2~3尾の N, I-types となり、現にこの辺は *Chaetognatha* 出現状況からみて備後灘と一致している。一方湾内は既述の如く全年を通じて湾口・湾西部に多いが、今回の調査でも湾の東部沿岸は少い。また湾西部は調査しなかったが恐らく湾中部程度の数量が存在することが予想される。

今、St. 1~6, 14, 15を湾内部、それ以外を湾外部とし '57年3月5~7日の OK 1, 7, 10を備後灘とし、それぞれの測点を合計して3者を比較すると次の如くなる。

* 24) 使用 net は毎回少くとも3回ずつゆすいで sample をとり、なおもう1回ゆすぐようにしているから前の測点の採集物が残っている怖れは少ないと思われるが、仮に残っていたとしても St. 8から St. 9までの時間は30分に過ぎず、冬季この位の時間で濡れた net 地に附着した個体が不透明となることは考えられないから自然死した直後の個体を採集したのではないと思われる、*Sagitta* の如く軟弱な体をもち死後分解の早いものでは大生産地のごく近くであり乍ら極めて存在量の少ないこれらの測点における採集の場合にのみ目に止り得るごくまれな現象例であるといえよう。

	数	量	最大体長	完熟体長下限	Type組成				熟度組成		
	No.	/m ³	m. m.	m. m.	(N)	(I ₁ ~I ₃)	(I ₄ ~I ₇)	(C)	(未・成熟)	(完熟)	(排卵直前)
湾内部	42.5		17	10	3	3	30	64	11	60	29
湾外部	4.7		14	8	38	9	50	3	75	17	8
備後灘	3.5		14	10	33	52	5	10	57	38	5

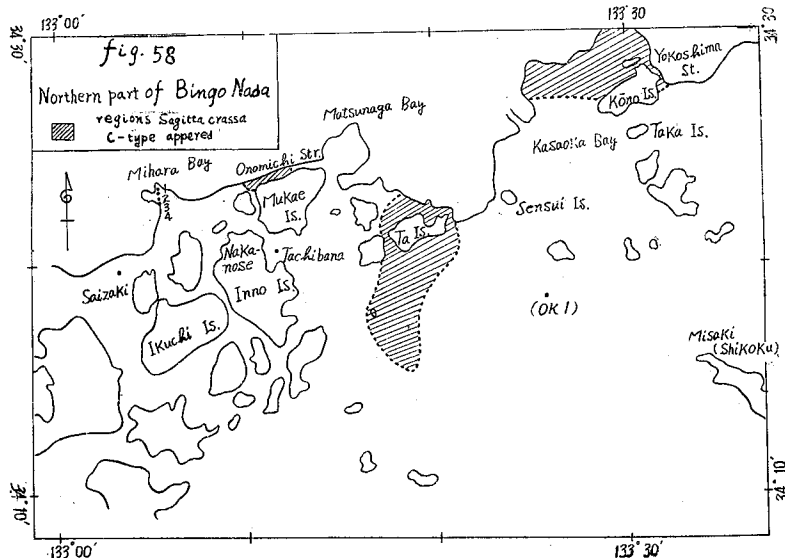
かくの如く種々の点で湾外部は備後灘と共通で湾内部はこの両者とは明らかに異なる。

即ち笠岡湾における *S. crassa* (特に C-type) は神島・箕島を結ぶ線以北の湾内東岸を除く海域で湾中央部を中心として生産され冬の増殖期における数量は湾口以南の備後灘の数十倍に達することすらある。また水温・塩分・水色・透明度等の分布からみても神島・箕島線以南はこの頃のOK1と殆んど変わらずこの線以北は急変している。従って笠岡湾の境界は地形的には仙酔島・神島を結ぶ線以北となろうが、海洋生物学的には神島・箕島を結ぶ線を採るべきであろう。(同様のことは内海の両水道についても言えることで、第1部で述べたように外洋性種は外部区たる両水道にのみ出現するから、Chaetognatha 分布からみれば内海の境界は友ヶ島水道及び豊予海峡と考えられる。)

横島水道は体長・type・熟度組成とも極めて湾中央部に類似し、第6章で述べる如く湾内水塊の一部がこの水道を直接来往するので湾内で生産された *S. crassa* の一部がこの水塊と共に水道に出現するものと思われる。今回の調査の如き水道南流期にはこの一部はさらに水道以南にも流出して St. 13, 14にまで影響を及ぼし、ために両測点では他の湾外部と異って C-type の大型個体が出現する。従って前表の湾外部の値はこの両測点を除くと一層備後灘の値に似てくる。

第二項・備後灘北岸

C-type の生産は上述のように湾内部に限られるが、第2章第4節第3項に述べたことをさらに詳しく備後灘北岸における C-type の出現について調べてみる。Fig. 58 に備後灘北部を示す。



門・弘田 ('57) は '53年11月~'54年3月の向島周辺の採集で、3月に $<10^{\circ}\text{C}$ の海域では *S. crassa* の大型個体が出現することを報じている。且つ繊毛環の型と泡状組織の存在部位を組合せて12型としその内8型が採集されたと述べているが、本報でいう C-type に相当するものは3月に出現する体長14~17m. m. のものと思われる。この型の出現測点については触れていないが各測点における各月の、体長 $>10\text{m. m.}$ の個体

Table. 33 *Sagitta crassa* at northern parts in Bingo Nada, Feb~Mar. 1957.

Date	Location	W. T. °C	Cl. %	S. crassa No. of sampled	Body length(m.m.)composition %															
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	13	14	15	16		
2 26	Nakanose	9.5	18.34	14				7	21	14	58									
"	Saizaki	10.1	18.39	5					20	60		20								
"	Tachibana	9.2	18.41	34					32	18	12	15	6	12	5					
3 19	Onomichi str.	6.4~8.4	18.00	25	24	16	8	8	4			4				20	4	8	4	
"	Mihara bay																			
"	st. 1	10.0	18.30	79	6	49	25	15	4	1										
"	st. 2	10.0	18.19	164	1	17	41	28	10	1	1	1								
"	st. 3	10.0	18.17	91	2	26	38	21	12		1									
"	st. 4	10.0	18.09	213	2	18	41	23	10	4	1	1								

Date	Type %						Maturity %			Note
	O	N	I ₁	I ₃	I ₆	C	I mm.	Mat.	Spaw.	
2 26		86			7	7		100		Ⓜ net 3 mim. haul.
"		80	20					100		
"		82	15	3			91	6	3	
3 19		56	8			36	64	36		Ⓚ net
"	30	70					100			
"	29	71					99	1		
"	27	73					99	1		
"	29	2	69				100			

の出現状況からみて田島周辺 (Fig. 58の斜線部) には少なくとも3月にC-type が出現するものと判断される。

Table. 33 に Ⓜ net により '57年2月26日立花沖・中之瀬・幸崎沖の3測点で表層を3分間曳網した結果と、'57年3月19日三原湾内 (面積は笠岡湾の数分の1で湾全体が頗る浅い) 南部水深10m 以浅の海域 (透明度2m位) を上潮時3~5m層を斜曳きしたもの及び同日尾道瀬戸における採集結果を示す。^{※25)} 2月の採集は立花沖にのみ体長10m. m. 程度の完熟個体が出現した他はいづれも4~6m. m. 程度の未熟個体であった。3月の採集は三原湾では殆んど O, N-types の未熟個体で特に体長<3m. m. の幼体が6~8割を占め数量も大約40尾/m³ で非常に多かった。同じ時の尾道瀬戸では13~16m. m. の C-type の完熟個体が40%出現し、他は<5m. m. の N-type の未熟個体で中間の体長を欠いていた。

これらの結果を総合すると ①備後灘北部沿岸では冬季<10°Cとなる笠岡湾内及び向島周辺海域 (Fig. 58斜線部) では C-type が出現すること。②備後灘海域では前記以外には C-type が出現する可能性が少なく、冬季の数量も極度に少ないこと。③三原湾は完熟個体は少ないが周辺海域で生産された幼体の集積場

※25) いずれも内水研尾道試験地の採集したもの。記して謝意を表す。測点位置は Fig. 58参照

所となること。④三原湾と同様な条件の松永湾も恐らく三原湾と同様な役割を果していると想像されること、等となり C-type の棲息条件としてはある程度の面積（笠岡湾位）と水深（10m位）をもった低塩分の沿岸海域で最低水温が 10°C 以下であることが必要であり棲息海域に近接する浅くて狭い内湾は larva の集積地となるといえよう。

第三節 日 変 化

第一項・垂直分布の日変化

1956年11月1日、13日、19日に湾口定点（St. 1）において20分毎に表・中・底3層の水温・塩分・流速・流向・水色・透明度の測定及び気象観測を、1時間毎に照度測定を、2時間毎に① net 3層定置による

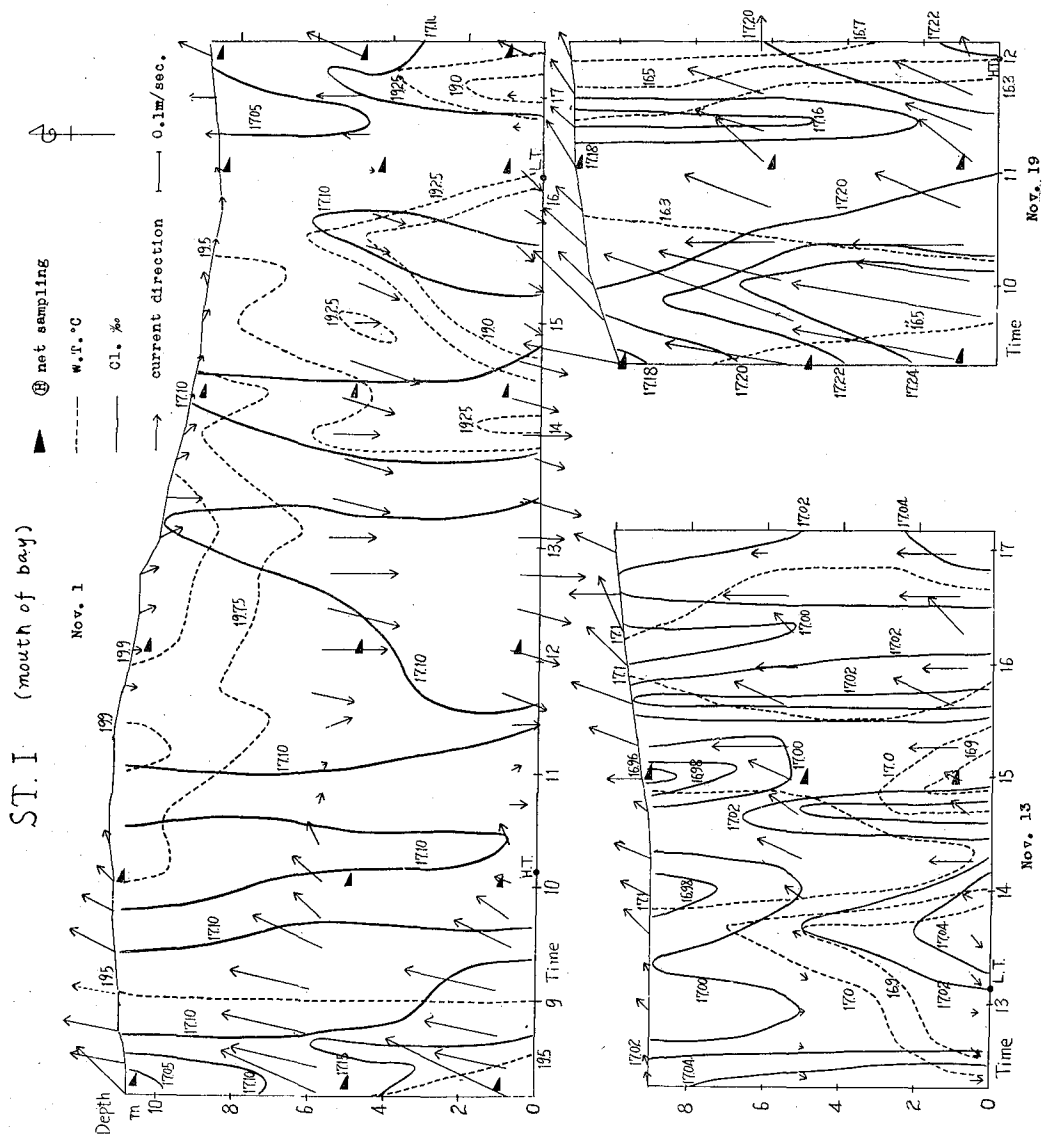


Fig. 59 Diurnal changes of oceanographical conditions at the mouth of Kasaoka bay, Nov. 1, 13, 19, '56.

plankton 採集を行った。Fig. 59に海況の時間的変化を示す。^{※26)}潮相は11月1日(08.00)H-110(満潮前110分、以下同様)から17.30(L+65), 11月13日12.15(L-55)から17.00(H-160), 11月19日09.20(H-155)から12.00(H+5)までで、11月1日の日出は06.20, 日没は17.15である。

Table. 34に各回各層の照度(lux), Chaetognatha量及び*S. crassa*の体長, 熟度組成等を示す。採集したChaetognathaはすべて*S. crassa* N-type及び*S. enflata*で後者は総数の1割に過ぎない。

水温は干潮前後2時間に底層が約0.5°C低くなり, また日中表層が約0.3°C上昇するのみで他は殆んど変わらない。塩分は満潮前1時間及び干潮後1時間の表~中層に1%前後低い水が来る他は上下層間の差は殆んどなく, この他1~2時間を週期として全層にわたって常に0.5%前後の差の高低両塩分水が交替する。それら両種塩分の海水の流向には相互間の差がないから, 異種水塊が水平的に併存していて測点が時間により両水塊のいずれかに占有される結果とは考えられず, この海域を水島灘と往来する水塊そのものが表層から底層までを通じて進行方向に直角な高低両塩分水の縞目構造をもっているものと考えられる。透明度は2~3m, 水色は概ね8~9で共に変化が少ない。11月1日の下潮時における水深の差は2.8m, 流向の逆転は殆んど干満潮時と一致する。流速は上下潮共中期が最大である。

要するに湾口定点では上下潮を通じて各層共同一水塊が規則正しく出入するのみで, 潮相により極端な異種水塊が往来するようなことはなかったものと考えられる。

*S. crassa*の出現状況を見ると各層を合計した場合, 下潮末期には他の潮相の7分の1~10分の1の数量しかなく, 組成も大部分は体長<5m. m.の幼体である。この潮相で測点を占める水塊は他の潮相では湾内にあるものであるから, 秋季増殖群は湾内より湾外に総量及び大型個体の数量共多いものと思われる。各層別にみると各回を合計した場合表層は他の2倍の数量を示すが短小個体の比率が多い。第1節に述べたような「夏~秋には底層の量が少ない」傾向はここでも明瞭に認められ, 底層は量も最少で>8m. m.の大型個体は出現しない。

各層各回別の数量及び体長組成の変化は下潮末期の成層にのみ大型個体が現われること以外は概して海況の差よりも照度の差に対応した変化を示し, 日中照度最高とき(11月1日12.05~12.16)底層には他層の3倍近くの量が集中し体長組成も他より大型部の比率が多かった。(Table. 34に示す照度はこの回は可成り低いがこれは測定時雲にさえぎられたためである。)朝夕の照度の低いときは特に表層が総量及び大型個体の数量が多い。照度は表面で日中の最高が30,000 lux以下で透明度が低いために深さによる減少が著しく中層で500 lux, 底層で100 lux前後となる。即ち成体が負の趨光性を示したと思われるのは日中照度が最高時のみで, 他は既述の如く透明度が低くて中・底層間の照度に著しい差がないことと相俟って, 特に底層を選ぶような傾向はみられない。このことは④ net採集物(Chaetognatha以外はCopepodaが主)全般についても, また*S. enfiata*の量及び体長組成(後述〔附〕参照)についても同様である。

一方 phyto-plankton→小型 Crustacea→Chaetognatha という食物連鎖を考えると, 植物は日中は当然補償光度以上の照度の層に存在するから連鎖の順に餌の豊富な層に集ることが考えられ, 従って昼間の垂直分布を規制する最大の要因たる光の適域内では餌料生物の棲息深度が第2の要因として考えられる。今回の調査の dataのみではこのことに対する断定は不十分と思われるから結論はなお今後の資料の充実に俟つべきであろう。

第二項・潮時による出現状況の差

1957年3月, 前節第1項に述べた湾内外調査と前後して横島水道支所前(3月6日)及び湾口定点(3月13日)で08.00~21.00(日没は18.10)にわたり1.5時間おきに水温・塩分・流速の測定及び底~表層の④ net斜曳きを行った。Fig. 60に両測点の海況の時間的変化を, Table. 35に両測点における*S. crassa*の数量, 体長・type・熟度組成を示す。採集したChaetognathaはすべて*S. crassa* N, I, C-typesであった。(湾内外の分布に関しては前節第1項参照)

(I) 水道測点: 横島水道は上潮後半~下潮前半に流出(南東流)し, 下潮後半~上潮前半に流入(北西流)

※ 26) Fig. 59, 60の縦軸は海底から測った深さ(m)。

Table. 34 Surface light intensities and size and maturity compositions of *Sagitta crassa* at the mouth of Kasaka bay, Nov. 1956.

Sampled layer	Date	Time	Tidal phase (hour)	Sampled depth (m)	Light intensity (lux)	Filtered water volume (m ³)	Chaet. sampled number	S. crassa Sampled No./number	Body length(m. m.) composition %											Maturity comp. %			B.L. of Spaw. ning
									2	3	4	5	6	7	8	11	Imm.	Mat.	Spaw.				
Surface	11 1	0813~20	H-2.0	Surface	12500	12.8	157	121	9.5	15	41	26	16	79	12	9	5						
				"	25000	6.6	15	12	1.8	17	17	25	41	58	34	8	6						
				"	18000	3.0	9	7	2.3	14	44	14	14	86	14								
				"	9500	0.5	3	2	4.0	100				100									
				"	4000	0.9	2	1	1.1	100				100									
				"	90	9.0	112	97	10.8	1	14	30	27	22	5	1	73	13	14	6			
	11 13	1456~1512	H-4.5	"	8000	14.4	71	68	4.7	13	50	24	10	3	89	7	4	6					
				"	17000	28.8	250	203	7.1	8	29	38	23	2	64	16	20	5					
Middle	11 1	0813~20	H-2.0	5.8	170	17.8	19	19	1.1	5	16	27	26	58	26	16	6						
				6.2	490	12.5	74	74	5.9	9	22	25	31	12	1	50	36	14	6				
				5.8	440	18.2	55	55	3.0	13	20	40	23	4	75	18	7	6					
				4.3	850	11.2	2	1	0.1	100					100								
				4.3	240	0.9	3	2	2.2	50	50	6	31	19	31	37	13	50	5				
				3.9	8	14.8	18	16	1.1														
	11 13	1456~1512	H-4.5	4.3	440	19.3	47	38	2.0	13	32	26	21	5	3	88	8	6					
				5.1	370	47.0	105	95	2.0	5	15	40	38	2	2	56	24	20	5				
Bottom	11 1	0813~20	H-2.0	9.8	82	23.1	15	15	0.6	13	20	33	12	7	100	3	3	6					
				10.2	97	5.9	29	27	4.6	8	33	26	22	11	6	94	18	6	6				
				9.8	77	13.6	115	115	8.5	8	30	29	27	14	14	64	18	14	7				
				8.3	90	10.2	7	7	0.6	29	14	43	50	50	20	72	14	14	7				
				7.6	48	7.6	2	2	0.3	20	40	20	20	20	80	50	50	20	6				
				7.8	4	9.0	5	5	0.6														
	11 13	1456~1512	H-4.5	8.3	55	9.4	12	9	1.0	33	34	33	100										
				9.1	69	48.9	77	75	1.5	1	15	35	43	6	63	25	12	6					
	11 19	0917~33	H-2.5	10.2	57	12.0	40	37	3.1	3	24	38	32	89	11								

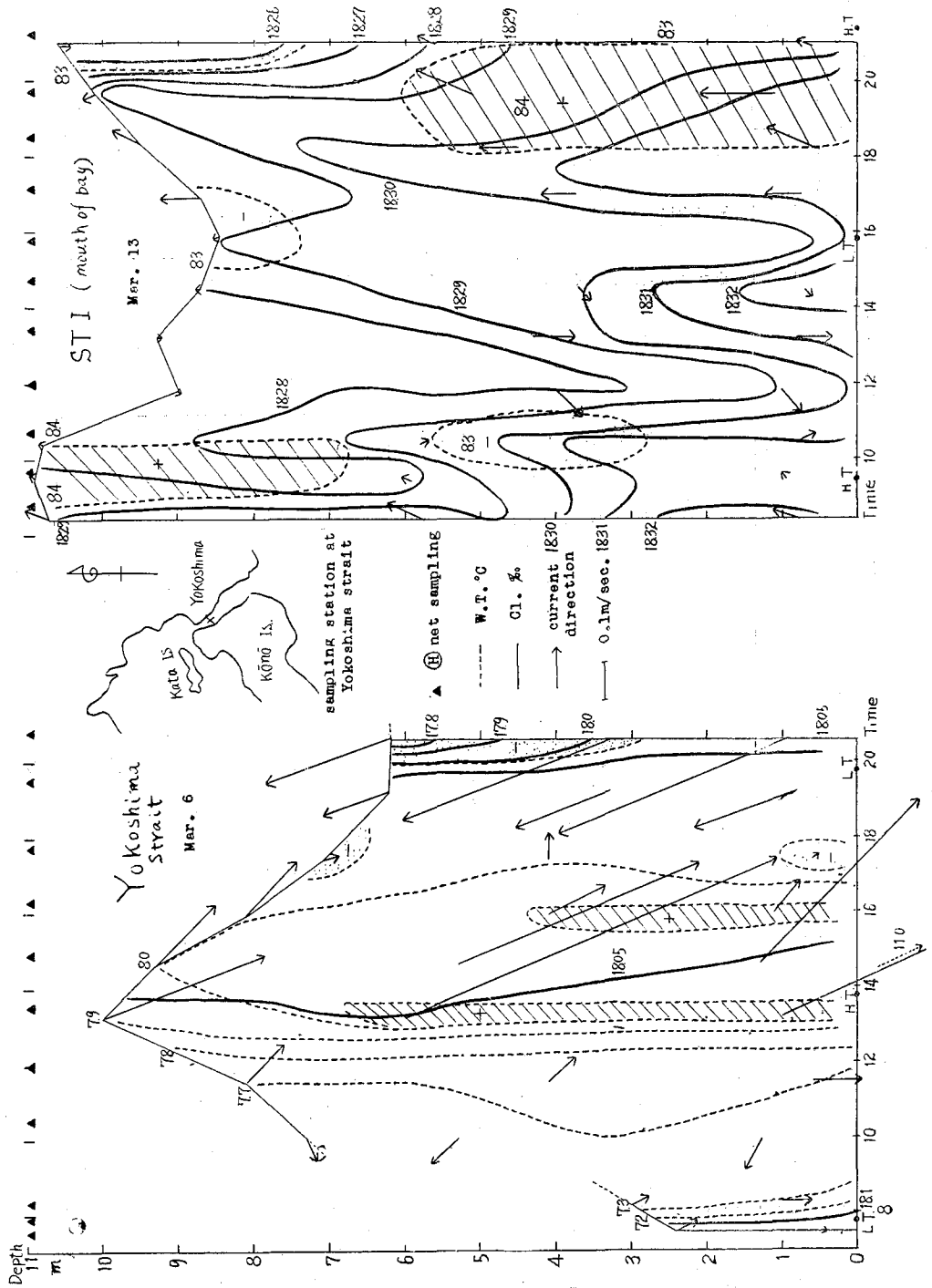


Fig. 60 Diurnal changes of oceanographical conditions at Yokoshima strait and the mouth of Kasaoka bay, Mar, '57.

し、転流時の前後はしばらく憩流する。(村上 '54) 調査時の転流時は北西→南東流は干満潮時の中央で、南東→北西流はH+4(満潮後4時間、以下同様)で流出期の方が流入期より2時間ほど長かった。測点は水道中央部に当るが07.30, 08.15の両回は東岸寄りの反流域内であったため流向は本流と逆になっている。水温は7.1~8.1°Cで上下の差に乏しいが日変化は認められる。塩分は最終回流入盛期の表層に今立川からの低塩分水を混じた(塩素量が0.3%低い)水が現われる他は18.0~18.1%で著しい変化は認められない。流速の最大は満潮時に当る流出盛期の中~底層で1 m/sec. に達する。これは湾口の最大値(流入盛期の中~底層)の約5倍に及ぶ。

3月10日の湾内外調査の際の同一測点(St.15)と今回の同一潮相時13.30(H.T.)(流出最強時に当る)を比較すると、塩素量等の海況要素は殆んど変わらないが流速は今回の方が前回の3~4倍に及ぶが潮差の相違によるものであろう。両回の*S. crassa*組成を比較すると今回の方は体長4~5 m. m. の幼体と14~16 m. m. のC-type成熟個体を欠いている。

07.30, 07.50, 08.16の3回は反流域内の採集で、本流の値に比べて数量が多いが長大個体は少ない。即ち水道部の岸寄り(水深3m前後・流速小)と本流(水深6~10m流速大)とでは、長大個体は本流に集中し岸寄りには短小群が多数集るといふ棲み別けが行われており、照度・流速がその主因と考えられる。

各回の出現状況を水塊流動と対比すると、上潮初期の外部侵入水の流入盛期(08.16)には体長は5~13 m. m. で成熟の程度も低いが、中期の北西→南東転流期(10.26, 12.00)には大型個体もふえ熟度も進んだものとなる。(この間の変化には前記棲み別けの影響も含まれる)上潮末期~下潮初期(13.30, 14.50)に湾奥東部の水が流出してくる頃になると数量は次第に減少しtypeはCがへりN及びNに近いIがふえ、体長も小さくなり殆んど未熟個体のみとなる。この組成は3月10日の際の湾奥東部の組成と全く同じである。南東→北西転流時近くの下潮中期には(16.10, 17.40)塩分も高くなり未熟個体はへり、前の転流時の組成に似てくる。転流後外部侵入水が来るようになると(19.25, 20.45)数はへる。

即ち本測点における出現状況には測点を往来する各種水塊のorigin海域における組成を順次現出する有様が明らかに認められる。

(2) 湾口定点:水温は8.2~8.5°C, 塩素量は18.25~18.33%で殆んど変化がないが下潮末期及び上潮中・末期の中~底層にやや高塩分の水が見られる。3月10日の調査の同一測点(St.6)と同じ潮相時(H-4.5)とを比較すると今回の方が塩素量で0.2%, 透明度で0.6m, 水色で1高く流速はやや大きい。*Chaetognatha*はすべて*S. crassa* N, I, C-typesであった。前回のSt.6の組成と比べると今回の同一潮相時H-4.5(17.08)よりむしろL.T.(15.50)の方がよく似ており、両回共C及びCに近いI-typeの完熟長大群が総数の7割以上を占めている。17.08の場合はこの群が5割に過ぎない。前回のSt.6と今回の15.50は共に下潮後半期で流出した湾中央部水塊が上潮に転じて再び流入して来たものであるのに対し、17.08は月令が進んで潮差が大きくなったために前回の同期より流速が大となり既にある程度湾外の水が加わったものが引返して来たことになり、従って*S. crassa*も湾外部のものが加わったために小型未熟群の比率が増大したものと解釈される。

各回の組成の変化をみると下潮時の方が大型のC及びCに近いI-typeの成熟群の比率が大きく、上潮時は体長<5 m. m. のN-typeの幼体が多い。

日没時以後の3回は上潮後半期にも拘らず総数・大型群の比率共に増加しているが、これは湾外の水がくるようになってから総数及び大型群が増加したことになり既述水平分布の項で述べた「湾内は数量大で大型群の比率が大きく湾外はその逆である」という配置と矛盾する。採集は底層から表層までを斜め曳きしているから日没による上下分布の差によるとも考えられない。一方第3章で述べた如く*S. crassa*は(他のものも同様と思われるが)暗処では灯火に集る性質がありその時の移動力は可成り大きい。湾口定点の調査は常に調査船を灯浮標に繫留して行っており、且つ日没後は船にも点火するから測定流速値の<0.2m/sec.程度の弱い流れだとこれに抗しても周囲から灯火に集ってくる程度の移動力は充分有するものと思われる。これに対し(1)の水道測点の場合は日没後でも特にこういった現象は認められないが、これは船に点火せずに観測したこと、兩岸に民家があって海面全体が明るいこと、流速が>0.3m/sec.でこれに抗う程の移動力がない

こと等のためではないかと思われる。さらに 13.25 の場合は下潮末期の湾内水塊の流下期にも拘らずこの回のみが他の流下期に比べて数量が著しく少なく殆んど小型の未熟群のみであった。この回の海況等は他に比べて特別の変化はみられない。一方丁度この回の観測時に繫船していた灯浮標の入替作業がありその直後に同一場所で採集したのであるが、海中を攪拌されたために移動力の大きい大型群が大部分逃げてしまっていた結果ではないかと思われる。

これらの事例を考え併せると既述の如くある測点における *S. crassa* の組成はその測点をその瞬間に占有する水塊の origin 海域と同一の組成を示すことからわかるように広範囲に考えれば水塊内に含まれて他動的に移動するが、小範囲には少なくともその成体は Copepoda 等を上廻るかなりの強さの自主的移動力を有していることになる。このことは他の浮遊生 Chaetognatha にも共通の現象と想像される。従って一般に planktonic Chaetognatha は移動能力の点からみれば純粹の plankton というよりむしろ nekto-plankton とも称すべき存在であると言ひ得よう。

第四節 水道部における流向及び天候との関係

第一項・水塊と量及び組成

横島水道は既述の如き流動を示し潮相により湾内水塊と水島灘水塊の両水塊が存在する。勿論狭い海域で且つ流速が早いから攪拌が盛んで純然たる両種の水塊としてではなくいづれか一方がより多く混じたものとなる。水道で定量採集を行った ㊸ net 採集結果につき m³ 当りの尾数を採集時の潮相により下の如く 3 組に別けてそれぞれの量の平均値を出し各期の量的比率を年間を通じてとると、流出期 0.9, 流入期 0.8, 憩流期 1.1 となる。(なお Fig. 37 に示した '57 年 12 月 9, 12, 14 日の数量は瀘水計回転数に疑問があり計算に当っては除外した。)

S. crassa の数量は第 2 章第 4 節及び第 5 章第 2 節で述べた如く 各季毎の産卵群によって湾の内外での数

Table. 36 The size composition of *Sagitta crassa* in outflow and inflow periods at Yokoshima strait in Kasaoka bay, in winter and summer, Feb. '55~Mar. '57

Season	Net	Tidal phase	Individuals	Body length(m. m.) composition %																	
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
winter	㊸	outflow	37			tr	1	2	4	7	8	8	7	9	12	15	13	9	3	1	tr
		inflow	27				tr	tr	2	5	7	9	13	16	15	15	12	4	1	tr	
summer	㊸	outflow	11	10	27	19	23	11	9	1											
		inflow	13	5	22	22	18	17	8	3	4	1									

			Type composition %											Maturity composition %			
			O	N	I ₁	I ₂	I ₃	I ₄	I ₅	I ₆	I ₇	Ĉ	C	Immat.	Mat.	F. gr.	Spaw.
winter	㊸	outflow		5	20	3	1	5	3	1	8	3	51		62	33	5
		inflow		6	24	4	2	10	4	5	18	6	21		76	21	3
summer	㊸	outflow	31	69	tr									57	36	6	1
		inflow	17	81	2									53	33	13	1

量比が異なるから冬季産卵群を12月1日～4月8日、夏季産卵群を4月10日～8月31日として群毎に出すと冬季では湾内水の混合比率が最大である流出最強期と、湾外水の混合比率が最大である流入最強期の比は3:2となり、夏季では3:4となる。さらに各潮相による体長・type・熟度組成の差をみるために、冬季群では流入最強期に比べて流出最強期の例数が少なく比較できないから双方の例数の多い'55年2～4月、'55年12月～'56年3月、'56年12月～'57年3月の⑩ net 採集物を用い、夏季群では⑧ net 採集物を用いて比較すると Table. 36の如くなる。(各回の比率を平均したものを示す。)

即ち冬季は流出盛期の方が数量がより多く体長組成は大型部に偏り type も C-type がより多く熟度もより進んでおり、夏季は流入盛期の方が数量がより多く大型部に偏り N, I₁-types がより多く熟度がより進んでいる。

既述の冬季群は湾内で、夏季群は湾外でよりよく増殖するという事実が、それ等を含む両水塊の各々が水道部に存在しているときの採集結果として現われたものと解釈され、第6章で述べる如く水塊の指標として利用しうる現象といえよう。

第二項・天候と出現状況

一般に zoo-plankton は強い光をさける傾向があるが、*S. crassa* も上記種々の項で触れたように特に成体は強い背光性をもっている。水道⑧ net 採集で採集時の天候と採集物の組成の関係をみると、採集時が晴(雲量<3)の場合と、採集時より48時間以内にて>10m. m. の降雨があった場合(いづれも支所における定時観測値)の数量比は全年を通じ8:13であり、雨の少ない冬季群の出現期間のみについては2:3、雨の多い夏季群のそれは6:7となる。日光の強い季節に出現する夏季群の値の方が周年及び冬季群の値より晴天の方が相対的数量が多いがこれは後述の如く夏季には光に対し鋭敏さのすくない幼体がより多いためと思われる。

同様に体長組成と天候との関係を調べると、冬季は体長14～17m. m. の範囲内では晴の方がやや多く、夏季は7～9m. m. の範囲内では雨の方がやや多い。冬季は日射が弱く水道部のように透明度の低い(<2m)海域では成体といえども光を避ける傾向がないことを示すものであろう。さらにこの点を明瞭にするために日射の強い7～9月に採集時の雲量<3の場合と雨天の場合の組成比率の平均をとると次の如くなり、明らかに晴天の場合は大型個体が表層に存在しないことがわかる。

		体長 (m. m.) ・平均組成 %							
		(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
晴	天	5	32	30	23	9	1		
雨	天	8	25	28	18	10	5	5	1

また夏季日射の強い場合大型完熟個体は岸寄りのアジ藻場の内で採集できた。即ち沿岸部では日光直射の強い時には藻場が *Sagitta*, Copepoda 等の大型 zoo-plankton の避光場所となっており、さらにこれを追って小型魚が集まることも考えられ、このことは藻場保護の理由の一つとして数えられよう。

第五節 餌料生物との関係

湾口定点及び水道北口定点における'54年4月～'56年3月の⑩ net 曳網及びポンプ採集による Copepoda 量の季節変化をみると、1, 3, 4, 6, 8, 10月に多い。これらの季節はいづれも *S. crassa* の産卵盛期及びその1～2ヶ月後に当り、両者の季節的変動は Chaetognatha が浮游性小型甲殻類を主要餌料としている事実によく合致している。

種類は'55年9月～'57年2月の湾口定点における、⑩ net 週1回の表層3分間水平曳によれば最も量が多いのは *Acartia erythroa* で、*Calanus* sp., *Tortanus* sp., *Centropages abdominalis* がこれにつき、以下 *Calanopia thompsoni*, *Paracalanus parvus*, *Acartia clausi*, *Corycaeus* sp., *Centropages yamadai*,

Labidocera bipinnata の順となる。この他季節を限って *Eucalanus subcrassus* (10~12月), *Pontellopsis tenuicauda* (10, 11月) が出現し, またごく少量の *Pontellina plumata*, *Centropages orsinii* が散出した。^{※27)} これ等は冬季増殖型の *Paracal. parvus*, *Cal. sp.*, *Acartia clausi*, *Pseudodiap. marinus*, *Centropag. abdom.* と夏~秋季増殖型の *Acart. eryth.*, *Tort. sp.*, *Centrop. yam.* 及び秋季増殖型のその他の *sp.* とに別けられる。この内夏~秋に増殖するものには小型種が多く, 冬に増殖するものには大型種が多い。

湾周辺の水平分布については第2節に示した'57年3月10日の data があるのみであるが, 其他の季節も数量・棲息域から推定すると, *S. crassa* 各群の主要餌料としては冬季群は大型種 (体長>2.0m. m. に達す) の *Centrop. abdom.*, *Calanus sp.* と小型種 (1m. m. 前後迄) の *Acart. clausi*, *Paracal. parvus* を, 夏季群は中型種 (1.5m. m. 前後) の *Acart. eryth.*, *Tortanus* sp. を, 秋季群はこの両者と *Calanopia thomp.* 等を利用しているものと思われる。増殖の盛んな冬季群の成育時には Copepoda の量が多く, 貧弱な秋季群の成育期には少ないことは興味深いことである。

第六章 指標値

第一節 使用例

村上 ('57 a) は東京湾で低塩分水塊の indicator としての *S. crassa* について ①黒潮勢力の弱い夏~秋に湾口部にも N-type が現われ, 勢力の強い冬~春は分布の南限が北上して浦賀水道海域となること。②11月浦賀水道東側の水塊流動の日変化の indicator として湾内低塩分水塊に対しては N-type を, 湾外高塩分水塊に対しては *S. bedoti*, *S. enflata* を使用しうること。③5月の湾口部の垂直成層に対し表層の低塩分水塊の indicator として N-type が使用しうること等を述べた。

笠岡湾に於ても先に概説した如く (村上 '57 b) 前章第2~4節の場合において各 type の出現状況は内湾海域における湾内低塩分水塊を indicate するものとして利用しうること。本海域における湾内外水の流動は Fig. 57 に示す如く湾外の水島灘の水 (以下 outside water と称す) は仙酔島沖を白石島方面に向って東進し, その分派が上潮時湾内に侵入し湾西部と湾奥東部に独自の強い水塊を残して一部は横島水道からも流出する。神島瀬戸と横島水道は下潮末期~上潮初期に湾外主流 (東流) の反流で夫々西流・北流するが, 上潮中期に転流して上潮末期~下潮初期にはこの逆に流れる。湾内水 (以下 inside water と称す) では湾中部は湾西・湾奥東部に比べると塩素量からみて独立性に乏しく, 1潮で湾の短径に当る位の距離を移動する。outside, inside 両 water は比較的混合が悪く, inside water は東流する outside water と神島瀬戸の一定潮相におけるその反流とによつて横島水道を安全弁として湾口部を来往する。(村上 '54)

'56年11月の湾口定点における垂直分布の日変化結果では上潮時には *S. crassa* N-type および *S. enflata* が多く, 且大型完熟個体 (体長 max. は夫々 11, 13m. m.) の比率も多いが, 下潮時はこの逆で11月の本海域では outside water に対しては *S. crassa* N-type, *S. enflata* の多量の大型成熟個体の存在を, inside water に対しては両者の少量の小型未熟個体の存在を indicator として使用しうること。

'57年3月10日の湾内外水水平分布調査の結果では湾央および横島水道は C-type (体長の max. は 17m. m., mode は 13m. m.) の完熟個体が多いのに対し, 湾外部は N-type (max. 14m. m., mode 7~9m. m.) で完熟個体の比率が少ない。横島水道は inside water 流出期の採集であるが組成は湾央部の St. 4, 5 のそれに一致し, 水道南口の St. 13は湾内・湾外両測点の組成の混合組成を示す。神島瀬戸の St. 12は組成が St. 13と殆んど変わらないが, この測点の採集時は下潮末期 (西流期) で横島水道の流出最盛期に当り, 塩素量の低下からみても inside water の影響はこの測点に迄影響をおよぼしていることが認められる。以上のことから本海域の3月には, 低温・低塩分の inside water に対しては C-type の大型完熟個体が大量に存在することを, 高温・高塩分の outside water に対してはこれを欠いて N-type の小型未熟個体のみが少数存

※27) Copepoda の種の査定に当っては京大瀬戸臨海実験所山路勇・布施慎一郎, 両氏の御教示をえた。記して謝意を表す。なお網目の関係で小型種は余り採集されていない。

在する事を indicator として使用しうると考えられる。

第5章第3節第2項にのべた3月の湾口・水道两点における日変化調査は、*S. crassa* の組成がこの様に両水塊の indicator と考えられるならば潮汐による両水塊の移動をどの程度迄 indicate しているかを追及するために行われたものである。即ち夫々の箇處で述べた如く水道測点では inside, outside 両 water は潮時により交互に移動し下潮末期～上潮初期に湾奥東部の低塩分水が加わるが各潮相で測点を占有する水塊の性質とその時の *S. crassa* の組成はよく対応し、湾口測点では水道測点の場合程明瞭ではないが inside water が測点を占めると思われる時期には大型のCおよびCに近い I-type 成熟個体の比率が大きくなっている。

また第4節に述べた如く年間を通じての水道採集物の潮相による組成の変化をみると夏・冬季の各々について outside, inside 両 water で占められる時期の採集結果は数量、体長・type・熟度組成の点で明らかに両者の特長を示している。

以上のことから笠岡湾海域における *S. crassa* の出現状況は各季群毎に次の如く outside, inside 両 water の相対的な indicator として使用することが出来ると言えよう。

	夏 季 群	秋 季 群	冬 季 群
outside water	多数の N-type 大型成熟個体	多数の N-type 及び <i>S. enflata</i> の大型成熟個体	少数の N および N に近い I-type の小型未熟個体
inside water	少数の O, N-types 小型未熟個体	兩種共少数の小型未熟個体	多数の C および C に近い I-type の大型成熟個体

第二節 内湾海域の indicator としての *S. crassa*.

内湾海域は海況の単純な外洋と異り、水塊の組成が複雑で海況の時間的・空間的変化も烈しく、影響を与える要因も多種多様であるから、これらの indicator も幾多の例外的な場合に遭遇することは止むを得ないが、それだけに通例の biological indicator の概念の如く少数の調査例を通じてある種類がある時期にある海域で採集したか否かを集計して indicator を定める方法では海況の変化に充分対応せしめることは出来ない。本報冒頭で述べた如く indicator として使用するためには単に存否のみならず、その生物の生態に対し生物的・無生物的環境諸要因が如何に影響した結果としてその出現状況が主じたかを詳細に検討して、環境と生態との間の関係を明白に見極める必要がある。従って採択した生物の生態・生活史を熟知せねばならぬことは勿論であるが、指標として採用する現象がその生物の個体および群衆生態上如何なる意義を有するものであるかを明らかにする必要がある。

この意味で *S. crassa* を内湾海域における indicator として使用する場合を考えると、本種を従来如く *S. crassa* とその forma の *naikaiensis* とに別けてその間の連続性を認め乍らも同一 population に属さぬものとして扱うならば、(時岡 '40 a e. t. c.) 兩種の採集時の海況を比較して水温・塩分の差から直ちに兩種の棲息好適範囲を定めたり、ひいては indicator として誤用する怖れなしとしない。例えば夏季の N-type (*S. c. f. naikai.*) は内湾より内海中間区に多く、冬季は N-type が湾外、C-type (*S. crassa*) が湾内に多いから季節毎にみれば N-type の方が高塩分性ということになる。一方内湾海域を年間を通じてみると黒潮流域は黒潮自体の季節的消長の影響をうけて C-type 出現期の冬～早春が塩分が最も高く、N-type 出現期の夏～秋は梅雨・台風等の影響も加わって塩分が年間の最低となるために一見 C-type の方が逆に高塩分性の如くに見える。従ってこういう data を基にして高低両塩分水塊の指標として使用すれば混乱を招くことは当然で、従来低塩分海域における biological indicator の使用の困難さは単に海況が複雑であるということの他に、こういった指標生物そのものの生態の複雑さも原因の一つとして存在していたものと思われる。然し本報で明らかにした如く両 type は完全に同一種であり、N-type のあるものが低温期の低塩分海域で C-type となるにすぎないことを知れば、指標として使用する季節・海域、現象を規定することにより、困難とされていた内湾海域における指標生物としても充分その任に耐えうるということがわかる。

Sagitta に匹敵する指標生物としては従来から屢々 Copepoda が使用されているが、笠岡湾における Copepoda の指標価値を検討し、*Sagitta* との比較を試みると次の如くなる。data の豊富な3月上旬について湾口定点の毎週1回採集の結果をみると、'55年3月8日(上潮初期)は *Calanus* sp., *Centropages abdominalis*, *Acartia clausi* の順に多く、15日(上潮中期)は *Cal.* sp. を欠いている。'57年3月10日の湾内外観測では湾口定点は上潮初期で *Cent. abdom.* が多く、*Cal.* sp. は神島瀬戸に多かった。同年3月13日の湾口定点潮流観測では下潮末期にのみ *Cal.* sp. が最多種となるのみで他の潮相ではすべて *Cent. abdom.* が最多種であった。これらの出現状況をみると例えば *Cal.* sp. は湾内外調査では明らかに湾外部に多かったが他の調査例では水塊流動から考えて湾口定点に当然多量に現われると思われる季節・潮相でも出現しなかったり、湾口定点に湾外水が来ているとは考えられぬ潮相の採集に最多種となったりしている。また湾内外調査では *Cent. abdom.* が湾内外を問わず様に最多種となっており、少くとも本海域ではこれ等の Copepoda の各種には *S. crassa* 両 type 間にみられる如き inside, outside 両 water 間の確然たる棲み別けがみられない。

勿論 *S. crassa* に比べればここで使用した Copepoda については調査例が少く生態も充分把握されていないから、この結果を以て直ちに両者の指標生物としての優劣を論ずるわけには行かぬが、少くとも筆者の知る限りでは内湾海域における Copepoda の生態に基いて異種水塊間の棲み別けを明らかにした研究例に乏しいという現状や、体型の小さいこと、査定に高度の専門的知識を要すること、内湾の Copepoda calendar は Chaetognatha に比べて複雑であること等の基本的性格からみて両者の優劣は自ら明らかであろう。

内湾海域における *S. crassa* の生態が或程度明らかになった現在、大型表層性で船上からでも容易に認められ、年間を通じて出現種が単調で量が多く査定も容易である等の幾多の特性をもった本種は内湾海域の biological indicator として優れたものであると結論されよう。

第七章 餌料価値

Sagitta は体が大型柔軟であり屢々大量発生をするから他の生物、特に小型魚類の餌料として重要な役割を果していることは想像に難くない。特に内海・内湾海域にあっては年間を通じての *S. crassa* の、および秋季の *S. enflata* の異常ともいべき大発生期には各種の魚類の消化管の内容物からこれを検出することができる。但し体が柔軟で骨格等の残骸として残る部分が極めて少ないために消化管内に入ってから短時間で形を失うから捕食後直ちに固定された標本によるか、或は後述の如く唯一の硬質部たる顎毛を検出する必要がある。魚類の消化管の内容物の中に *Sagitta* を発見した例を列記すると下記の通りである。

① ススキ *Lateolabrax japonicus*

1953年6月24日笠岡湾奥アジ藻場で稚魚網により京大海洋生物研究グループの採集したもので体長5~6 c. m., 1個体当たり100尾前後の *Sagitta* を含みこの他は Amphipoda, Copepoda, えび (mysis), Megalopa, Podon, fish larva, Alima larva で内容物の全個体数中 *Sagitta* は90%以上を占めていた。夜間採集したススキにも同様に含まれていた。

② ニクハゼ *Chaenogobius heptacanthus*

同年3月27日夜横島水道南口アジ藻場で稚魚網により採集したもので体長6c. m., *S. crassa* 4尾と *Oithona* 2個体を含んでいた。

③ タチウオ *Trichiurus japonicus*

1957年4月2日朝備後灘北東部のバッチ網で採集されたもの、体長21.3c. m. のものに *S. crassa*(?) 2尾(卵巣以後の部分欠く、体長15m. m. 程度と推定)、23.3c. m. のものに *S. crassa* 4尾(完全な個体で14 m. m. 1尾、15m. m. 2尾、16m. m. 1尾)を含んでいた。この他 *Ascaris*, fish larva が含まれていた。

④ カタグチイワシ *Engraulis japonicus*

1956年5月29日~7月9日備後灘南西部伊吹島周辺の巾着網で内・水・研資源部が採集したもので体長7~10c. m. の多数のものの消化管の内容物から大量の顎毛を検出した。顎毛の長さは0.3m. m. で、その形状および採集時期、海域から判断して *S. crassa* N-type のものと断定される。本数は、多いものでは1個体で

100本以上存在し(即 *S. crassa* 5尾以上分)産卵期を控えたカタクチイワシが大量の *S. crassa* を餌料として利用していることがわかる。

⑤ イカナゴ *Ammodytes personatus*

すべて内水研・尾道試験地の採集物による。(位置は Fig. 58参照)

(a) 1955年3月5日尾道附近, 体長不明, 1個体中に *S. crassa* 15尾(体長12~14m. m. 成熟個体が多く

Table. 37 Food habit of *Ammodytes personatus* at Nakanose (north western shore of Bingo Nada) in the Seto Inland Sea.

Date	No. of <i>Ammodytes</i>	Utilization %							No. of <i>S. crassa</i> / I ind. of <i>Amm.</i>
		<i>Paracalanus</i> sp.	<i>Calanus</i> sp.	Shrimp	Fish larva	Crab	<i>Caprella</i>	<i>S. crassa</i>	
4 27	168	100	47	11				14	1.1
28	72	97	33	4		15		18	1.9
5 3	179	70	28	16				32	8.7
14	84	95	70	54		2	1	74	19.8
18	102	99	68	59	2	24	12	82	26.0
25	130	100	85	68		38	2	92	14.8
6 8	89	54	45	46	24		1	53	30.5
16	70	96	76	94	59	1	1	86	21.0
25	97	83	63	31	9		3	70	10.0

Date	Size composition (c. m.) of <i>Ammodytes</i> %										
	3.5~	4.0~	4.5~	5.0~	5.5~	6.0~	6.5~	7.0~	7.5~	8.0~	8.5~
4 27			6	16	28	34	13	2	1		
28	1	3	14	22	21	19	13	6	1		
5 3			1	11	31	43	12	2			
14				2	13	49	31	4	1		
18					10	44	31	12	3		
25					3	48	38	9	2		
6 8						5	34	41	19	1	
16							19	39	37	4	1
25							33	56	10	1	

Date	Size composition (c. m.) of <i>Ammodytes</i> ate <i>S. crassa</i> %										
	3.5~	4.0~	4.5~	5.0~	5.5~	6.0~	6.5~	7.0~	7.5~	8.0~	8.5~
4 27				16	25	34	21	4			
28			23	23	23	16	15				
5 3			2	12	24	47	12	3			
14				3	11	53	23	5	5		
18					10	40	35	13	2		
25					3	44	41	10	2		
6 8							30	49	21		
16							12	42	39	5	2
25							43	51	4	2	

7~10m. m. の未熟個体が少数存在) *Sagitta* 以外は Copepoda が多い。

(b) 1957年5月16日立花沖、体長7.8c. m. のものに *S. crassa* 2尾、いづれも N-type (体長4.0m. m. の未熟個体と8m. m. の成熟個体) と体長7.5c. m. のものに *S. crassa* 3尾、いづれも N-type (体長5m. m. の未熟個体1尾と6m. m. の成熟個体2尾)

(c) 1954年4~6月中之瀬、すべて *S. crassa* N-type. Table. 37^{※28)} に各種の餌料毎に夫々を消化管内容物として含むイカナゴの尾数の総尾数に対する比率(利用率%)と *Sagitta* を捕食したイカナゴ1尾当りの消化管内容物中の *Sagitta* 数、および採集イカナゴおよび *Sagitta* を捕食したイカナゴ両者の体長組成の時間的変化を示す。*S. crassa* はすべて N-type のものと思われるが、餌料利用率では *Paracalanus* sp. に次いで第2位を占める。5月中旬イカナゴが成長して体長>5c. m. となる頃急に利用率がふえ1尾当り>20尾が消化管から検出されるようになるが、これはイカナゴが *S. crassa* を捕食しうる迄に成長したことで、*S. crassa* N-type が5月に入って急激に数がふえる (Fig. 37 参照) ことによるものと思われる。体長>4.5c. m. のイカナゴはどの体長のものも万遍なく *S. crassa* を捕食している体長組成は5月下旬以後急激に大型部に移っているが、利用率・捕食 *Sagitta* 数の急増と時期を同じくすることからみて、*S. crassa* が体長>5c. m. のイカナゴの成長にとって餌料として主要な役割を果たしていることがわかる。

上記①~⑥の内カタクチイワシ以外の data は *Sagitta* の形態を検出した場合のみの数字であるが、カタクチイワシの場合の如く顎毛のみが残って検出されなかった場合も当然予測され、これ等も加えれば魚類の餌料として予想外の比重を有しているのではないかと推定される。

⑥ ホシガレイ *Verasper variegatus* (飼育個体)

1956年2月25日~29日に採集した全長1.8c. m. と1.6c. m. の larva をガラスバットに入れ毎日 *S. crassa* C-type の成体を餌として共に放養して週1回換水した。4月5日2尾のカレイの体長は共に2倍になった。4月中旬以後 *Sagitta* の減少によりゴカイを給餌したが N-type がふえるに従って両者を混ぜて与えた。7月18日小さい方が9c. m. に達して死に、7月27日に大きい方が10c. m. に達して死んだ。成長速度は自然のものにはおよばないが C-type の増殖期には1日に数尾を飽食しこれのみにてよく成長した。生き餌を必要とするものの飼育の場合の餌料として使用しうることの1例である。

以上の如く *S. crassa* は冬~春に C-type がアジ藻場に棲息する幼魚に対し、春~夏に N-type が成長期のイカナゴ、カタクチイワシ等に対し天然餌料として大いに利用されている。底棲魚類に対してはホシガレイの飼育例はあるが天然では1952年2月18日笠岡湾内の稚魚網採集物でハゼ・ネズボ・カレイ・ヨウジウオ等の消化管からは検出されなかったことからみて、底魚の餌料としては余り利用されていないのではないかとと思われる。

尚上記と逆に *Sagitta* が他のものの larva を食害する例もあり、新谷・大槻('55)は宮崎県都井岬沖の採集から *S. inflata* 等が1.4~2.6m. m. のイカの larva を食べていることを報告しているが、笠岡湾の採集物には稚魚その他の larva を食害している例はみられなかった。

第八章 生活史

第一節 概 論

zoo-plankton の生活史は多くのものについて研究されているが Marshall & Orr ('55) は *Calanus finmarchicus* について詳細に述べている。本種は水温-2~22°C、塩素量16.0~19.4%の広範囲に分布し北方寒海に普遍的に出現する。生活史は海域により異り、北欧では分布北限の East Greenland (1~5月は水温-1.5°C、6月0°C) では年間1世代で12~1月に交尾し5~6月に卵が熟し7月に産卵して9月に死ぬ。(小数のものはその夏に成熟せず越年する) これに対し Clyde Sea (3月7°C、7月16°C) では2月~4.5月~7月~2月の3世代があり、7月に産れたものは大部分が越年するが中の一部は年内に産卵し

※28) 本表の data は尾道試験地より借用したものである。記して謝意を表する。

(後述の短期世代に当る),これから孵化したものが越冬群に加わる。即寿命 life span は水温・季節で異り最長は北方海域の雌で1年2ヶ月(雄は7ヶ月以上), 温海では越冬群が7~8ヶ月, 最短は2.5ヶ月となる。飼育実験では Nicholl ('33)によれば6~8月(14~15°C)にピーカー内で流水式によって飼育した個体での最短は27日間であったという。

短期世代は各種の生物に認められるが, 安田('57)は瀬戸内海産エビ類の多くの種類が之を有することを述べ, 中でも Caridea の *Crago* では5月に孵化したものが休眠期を過ぎて成長が進むと11~12月に一部のもが従来の親よりも遙かに小型の内に成熟産卵し, これから孵化したものが短期世代を作り, 元の長期世代(冬~春に産卵)の産卵期と幾分重なってそれよりやや後まで産卵を続ける。これ以外のもの(アカエビ・サルエビ・アキアミ・ヒラツノモエビ等)では長期世代の産卵期が *Crago* の如く途中で中断することなく, 初期に産卵されたものは短期世代となり引続きそれ以後生れたものが長期世代になることを示している。

Chaetognatha に関しては Russell ('32a, b, '33a, b) Pierce('41) が英本国近海で *S. elegans*, *S. setosa* に就いて研究しているが, Russell は英国海峡における週1回の採集から *S. elegans* については2, 4~5, 6~7, 9月の4回の, *S. setosa* については2, 5, 6, 7, 8, 9月の6回の主産卵期を認め, Pierce は Liverpool 湾では *S. setosa* は4~6, 8~9月の2回の主産卵期があると述べている。両氏共短期・長期世代にはふれず, 相次ぐ主産卵期の間を夫々1世代とし, Russell は「総個体数は兩種共5~6月に最も少く, *S. elegans* は1年4世代, *S. setosa* は5~6世代があり各群により親は種々の体長に育つが4~5月の親が最も大型で, 高温期には成熟個体の体長は減少する」と述べている。この採集は週1回である上に体長<4 m. m. の短小個体を含まぬため主産卵期数の認定が不確実で彼自身も「*S. setosa* の5月の産卵群は前年10月孵化したものと, その年の2月に孵化したものが混っていることが考えられ, 5月に未熟個体がとれていないのは採集法の不備によるのではないかと述べ短小個体の調査の必要性を認めている。然し *S. elegans* の体長組成の季節変化をみると, 3月になって急に体長15~18 m. m. の大型部が出現しており, 之は明らかに前年10月以前に孵化したものと認められ, 4~5月の親は体長14~22 m. m. で, これすら2月に孵化したものが育つたものと考えられるには後述する *S. crassa* の成育速度から考えて妥当性を欠くものと思われ, 9~10月に孵化した世代は2月に産卵死亡する短期世代と4~5月に産卵死亡する長期世代の2つに分けて考うべきではないかと思われる。

第二節 内湾における生活史

Fig. 61 に横島水道における @net 採集物の未熟・成熟・完熟個体の数量(濾水計1回転当りの尾数)と排卵直前個体の総数に対する比率の季節変化を smoothing して示す。採集の欠けた10月下旬~11月および排卵直前個体に関しては @net 採集結果を参照して補った。Fig. 62 に季節による各 stage の体長の上・下限(未熟個体は上限のみ)と, '55年3月~'58年2月の定置観測による水温の旬別平均値の3ヶ年平均値を示す。

第1部でも触れた如く *Sagitta* は生物自体の移動力によってはそう広範囲に移動しえず, 又水塊によって運ばれたとしても内湾海域の *S. crassa* については第2部第6章で述べた如く, 異った環境内では正常の成育をしえない^{※29)}。従って数量・体長・熟度組成を考える場合他海域との交流は考慮する必要がないものと考えられる。

Fig. 61 から主産卵期は2~3月, 7~8月, 10~11月の3回が明確に認められ, 且4月には stock が殆んど消滅する。従って *S. crassa* は寿命が1年以下で産卵後すぐ死亡するものと思われ, 世代としては1年, 約3分の2年, 約3分の1年の3種が考えられ, 年間を通じてそれらの世代の組合せが cycle していることになるが以下各世代の実在性を検討する。

※29) 第3章第4節で述べた如く個体としてはかなりの水温・塩分の急変に対しても適応性を示すが, これはあくまで飼育の場合における短期間内のことであって, ここでのべているのは第5, 6章で明らかにしたように群としての正常な生活が阻害されるという意味である。

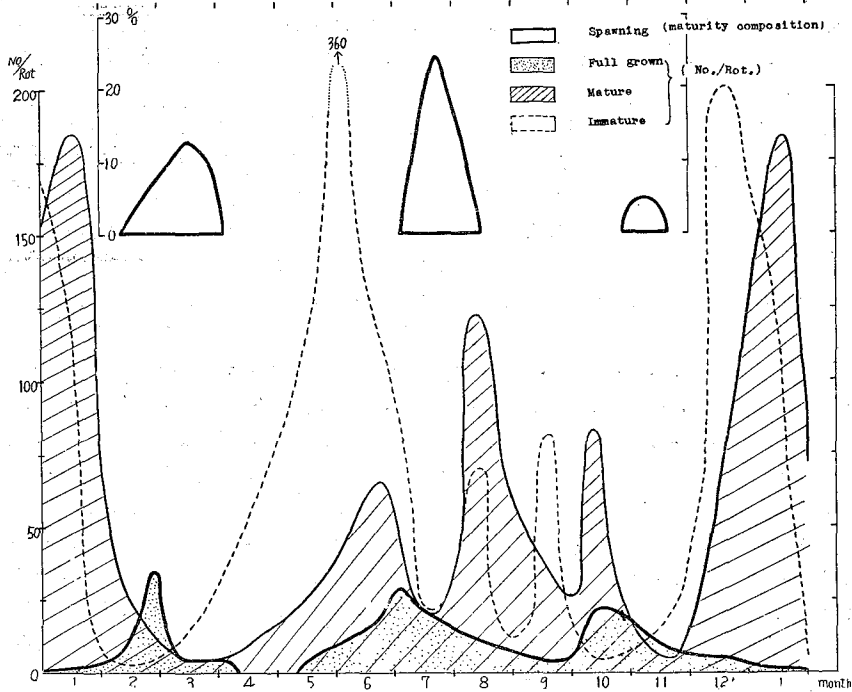


Fig. 61 Seasonal changes of each number of *S. crassa* in four stages of maturity at Yokoshima strait.

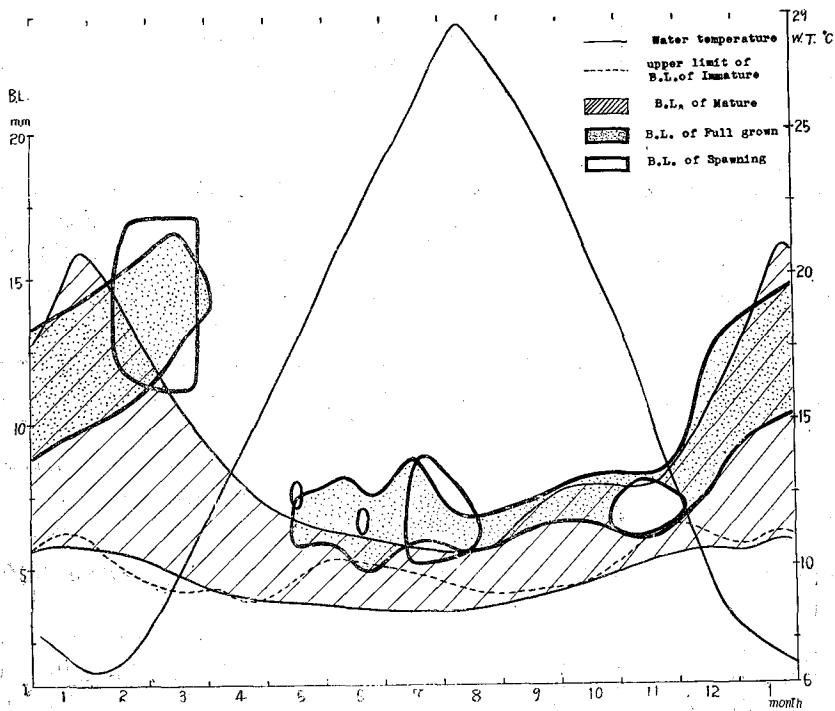


Fig. 62 Seasonal changes of the water temperature and the body length of *S. crassa* in four stages of maturity.

未熟・成熟の山は年間4回、完熟・排卵直前の山は3回存在し、9月の未熟、10月の成熟の山以外は夫々孵化→幼体→成育→完熟→産卵の過程が順を追って迎い得るから各産卵期間の3ヶの3分の1年世代(夫々春夏、夏秋、秋冬世代と称す)は存在が考えうる。4月に完熟個体の切れ目があり $>4\text{ m. m.}$ の個体が極めて少ないから1年世代については、この期間を幼体乃至成育中の状態で過すこととなり、2~3月に孵化したもの(冬冬世代と仮称)以外は考えられない。3分の2年世代については冬に産れてその年の秋に産卵すると仮定されるものは寿命が8ヶ月の計算となり且成育期間が高温期であるにも拘らず現実の秋の産卵群の体長 max. はFig. 62 に示した如く 8 m. m. にすぎず年間の各 max. 体長の内では最低である。一方夏産れて冬産卵する(本世代は後で証明する如く実在する)ものは寿命が7ヶ月で且前者より低温期に成育し乍ら産卵群の体長の max. は 17 m. m. に達している。従って前者は後者に比べて高温にも拘らず極度に成長がおそいことになり到底実在性を認めることはできない。次に秋産れ夏産卵と仮定されるものは4月に大型完熟個体が消滅することからみても存在の根拠がない。

夏産れて冬産卵するものは下記①~④の理由により実在を証明しうる(夏冬長期世代と称す)と共に、夏季産卵期の初期に産れたものが前述の夏・秋世代に当り秋に産卵し(これを特に夏秋短期世代と称す)、後期に産れたものが越年して冬産卵するものと考えられる。

① 既述の9月の未熟の山・10月の成熟の山は夏孵化した世代のものと考えられるが、これが秋に産卵すると寿命は3ヶ月となり特に成熟・完熟の山が共に10月中旬になり、夏秋短期世代が8月成熟・10月完熟($20\sim 29^{\circ}\text{C}$)でこの間2ヶ月を要しているのに比べて、 20°C 前後であり乍ら10日間位で成熟→完熟すると考えることは無理な想定といえよう。

② 8月の未熟・成熟の山が夏季産卵期の初期(7月)に産れたもので、9月未熟・10月成熟の山が後期(8月)に産れたものと仮定しても両者を10月完熟・11月産卵とすると秋季産卵群はもっと大量でなければならぬ。

①、②から9月の未熟・10月の成熟の山は夏季産卵期の後期に生れたものであり越年して2月の完熟、および産卵群につながると考えれば矛盾がない。

③ 12月に小量乍ら存在する完熟個体は夏産れ冬産卵する世代(若くは既述の冬冬世代)を認めなければ説明がつかない。

④ 冬季産卵群は数量が多く、期間も長く貧弱な秋冬世代のみでは到底まかない切れなれないと思われる。

夏冬長期世代に属するものは冬の産卵期の初め(2月)に産卵すると思われるが、量的には夏秋短期世代に比べて少く、エビの場合の如く短期世代が附加物であったのとは逆に長期世代が附加物で、夏におそく産れて偶々育ち損ったものが越年して翌冬産卵すると解すべきであると考えられる。

寿命1年の冬冬世代は各種の data について検討しても一応矛盾する点がなく、従ってその存在を否定する根拠がない。然し仮りに C, N 両 type が同一種の多形ではなく別のものと考え、I, C-types とした *S. crassa* が冬冬世代に、N-type とした *S. c. f. naikaiensis* が夏夏世代に当り、秋期産卵群は両者のいずれかの短期世代であるとする次の矛盾が生じ、この仮定は否定される。① Fig. 61 の各 stage の量的変化が説明できない。② type の転換については初冬の N→I→C-type 変遷と初春の C, I→N-type 変遷とを考えねばならず、後者は明らかに無理な想定である。③ 冬冬世代が4月を net で採集不能な幼体で過すとしても、夏夏世代が存在するなら net で採集しうるものがこの期間に存在していなければならず、4月に総数が激減し且大型個体が存在しないという事実と相反する。以上の如く数量・体長・type・熟度組成の年変化に関するすべての data は冬冬世代を除く既述4世代のみによって矛盾なく解釈しうるから、冬冬世代については積極的に肯定する根拠を得る迄は論議の輻轡を避けるためにも除外して考へべきであると思う。

各世代の番号 (Fig. 63 参照) 名称・特性・産卵群との対応は次の如くなる。

Fig. 63 に以上のことがらに基いて横島水道における *S. crassa* の生活史を模式的に図解して示す。季節(水温)による各 stage 毎の体長および期間は図に示す如くである。勿論これは '55年2月~'58年2月における調査期間の平均状態を示したもので年により時間的にも体長の面も幾分のずれが生じている。春~夏には魚類に捕食されるために stock は減少し、餌料である Copepoda の増殖盛期の1~4月、8~10月に

	世代名	type	親のtype	寿命(月)	産卵群名
①	春夏世代	N→N	C, I	5	夏季産卵群
②	夏秋短期世代	N→N	N	3.5	秋季 "
③	夏冬長期世代	N→I, C	N	7	} 冬季 "
④	秋冬世代	N→I, C	N	5	

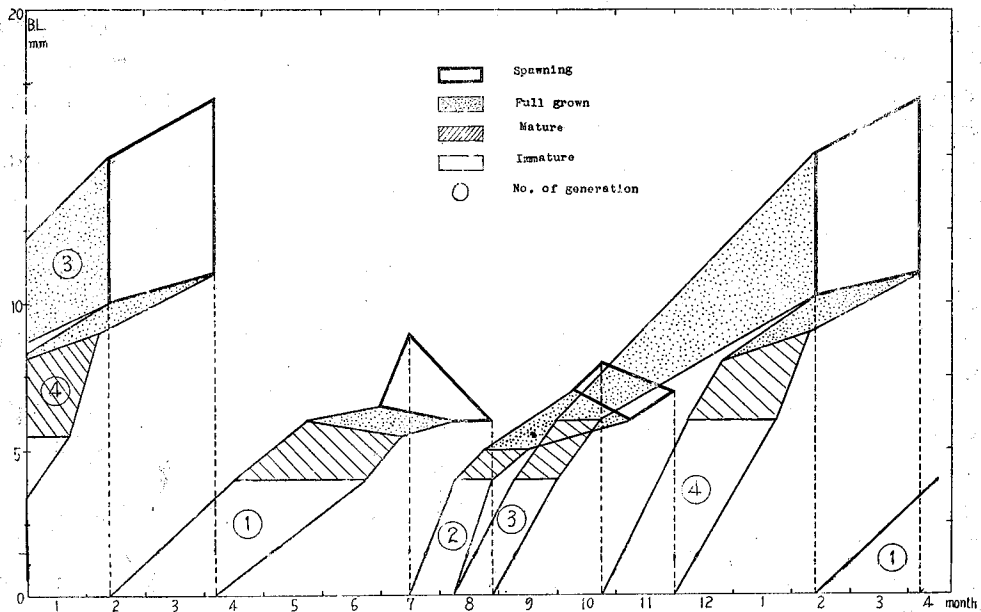


Fig. 63 Schematic chart of the life history of *S. crassa* in inlet water.

は夫々大産卵群が現われている。

結論として本海域における *S. crassa* は各産卵期間の3世代が cycle をなしこれに夏産れたものの一部が越冬し冬産卵する1世代が加わり、越冬するものは低温期に type が変わり、寿命の最短は夏秋短期世代の3.5ヶ月、最長は夏冬長期世代の7ヶ月で、高温期には成熟速度が成長速度を上廻るために親の体長は少なく、低温期にはこの逆で充分成長して大型となるものと言えよう。

第三節 内海における生活史

既述 *Cal. finm.* における如く同一種でも環境によって大いにその生活史が異なるが、*S. crassa* の場合は瀬戸内海のような小海域内でも各海域により生活様態が幾分相異なる。type 変遷の差もその1例であるが笠岡湾口においてすら第2章第3節で述べた如く夏の産卵期が5月と7月に別れて存在し、産卵期は年間4回の盛期をもつ様になるが、5~7月は1世代とするには短かすぎ、既述の如く2→5→11→2月と3→7→3月の両 cycle が併存するものと考えられ、世代数は1つふえて5つとなる。即湾口部では水道部における長短2世代が完全に分離し且春夏世代に初期と後期の2種類が存在することになる。

瀬戸内海各海域でも data の少ない外部区を除いては基本的には笠岡湾口に等しいが、夏の産卵期が内部区では湾口よりややおくれで8月となるのに対し、中間区では更におくれで湾口の5月産卵期が6月に、7月のものが8~9月になる。更に秋の産卵期はいずれもやや遅れて12月となる。前述の如く内部区より中間区が圧倒的に数量が多いが秋、冬の2産卵期は内湾部に比べて両区共少く、夏の産卵期は中間区が著しく多い。type は両区共低温期に I-type が出現するが、内部区では総数の1割に過ぎないのに対し、中間区では半分を占める。

内海全般を通じて考えると内湾から外部に向うに従って産卵期が少しづつ遅れる傾向があり、夏と冬の産卵群の大きさが逆転し N-type が生活史の主体を占めるようになる。従って *S. crassa* は元来温暖なやや低塩分の近海々域に生活するもので、種の type は *f. naikaiensis* とされていた N-type であり、冬季には泡状組織が増大したものが現われるが、冬季降温の激しい内湾浅海海域に近づくに従い低温期形の I, C-types (*S. crassa* とされていたもの) が生活史中で大きな比重を占めるようになり、恰も C-type が種の type の如く解釈されていたものであると考えられる。

〔附〕笠岡湾に出現した他の種について。

本海域において *S. crassa* 以外に出現した *Chaetognatha* は次の如くである。

種名	年月日	尾数	体長 m. m.	熟度	海域	水温 °C	塩素量 %	備考
<i>S. neglecta</i>	'52. 5. 7	8	4~7	成体	湾中央	17~27	16.5~17.7	村上 ('57a)
<i>S. minima</i>	'54. 8	9	3~6	未熟	湾口定点	24~27	16.0~16.8	表層
<i>S. bedoti</i>	'54. 8	2	5~7	未熟	"	27	16.7	"
	12	1	6	未熟	"	12	17.1	"
<i>S. enflata</i>	'55. 9. 1	1	11	成体	横島水道	26	17.3	出現例頗る多し
	'52~'58 9~1	多数	1~14	未熟~完熟	湾口・湾中央・水道			

S. enflata 以外の3種は第1部第4章で述べた如く内部区に出現することは稀である。特に *S. bedoti* の成体が横島水道に出現したことは内湾内部運り込んだ稀な例であるが、この時の水道は流入→流出の転流時に当り、湾外水に含まれていたものが運ばれたものと思われる。

S. enflata は増殖期の秋から冬にかけて笠岡湾各海域に多数出現する。水道部では *Chaetognatha* 総数の4%、湾口部では1~4%を占める。'54年と'55年とを比較すると湾口表層採集では、'54年は11~12月は体長4~7 m. m. の未熟および成熟個体が総数の1%出現したのに対し、'55年は同じく11~12月に体長4~13 m. m. で完熟個体を23%含んでいた。両年の塩素量を比較すると横島水道の定置観測結果によれば右表となり、また第1部で述べた如く内海全体としても'55年は'54年より遙かに高塩分であった。即既述の高塩分年に *S. enflata* の増殖が盛んである傾向は本海域でも認められる。

Cl. %	11月平均	12月平均	年間平均
1954年	16.38	16.52	16.30
1955年	17.39	17.69	17.15

1955年湾口部における出現状況は10月初めに体長14 m. m.

迄の完熟個体を含むものが出現し始め、中旬より11月初旬にかけて<7 m. m. の未熟個体のみとなり数量もやや減少するが、以後12月初旬迄数量は再びふえて(0.2~0.5尾/m³)体長も15 m. m. に達し完熟個体も20%程混る様になる。その後数量は激減し大型個体は次第に姿を消し、最終出現は年を越した1月11日の5 m. m. の幼体1尾である。内海各海域を通じてみた場合、体長>17 m. m. の大型個体は紀伊水道に秋季出現するのみで、中間区以内での最大体長は16 m. m. である。即増殖盛期に高塩分海域にのみ大型個体が出現することになる。完熟および排卵直前個体の体長の min. は内部海域程小さい傾向がみられるが、外部区でも体長10 m. m. で排卵直前状態になっているものが出現した。従って外部区には小型と大型の2種類が併存するものと考えられる。元来本種は高塩分性で外洋に棲息するものであるが、広塩分性のため低塩分の内海・内湾の奥深く迄棲息海域を拡げている。大小両種の海域的分布は低塩分海域になる程小型化し、内海中間区以内には大型種は侵入せず、外部区は外洋との境であるために両種が併存しているものであろう。

短小個体の歯式は体長5 m. m. で顎毛9, 前歯3, 後歯4; 7 m. m. で夫々9, 4, 6; 10 m. m. で9, 3, 8となっている。卵巣長比は体長7~14 m. m. で<5%, 12月出現する体長>10 m. m. の中粒卵をもつものでも卵巣長は0.2~0.4 m. m. に過ぎない。第1部で排卵直前個体は大型種で17~27%であるのに対し小型種では10%であ

ることを述べたが、小型種にあっては体が或程度發育を遂げてから急速に卵巣が発達したが、産卵群でも大型種に比べ卵巣長比は遙かに小さく増殖力の弱さを思わせる。

Table. 38 および既出の Fig. 54 に湾口定点における定置採集結果を示すが、これ等から垂直分布をみると出現期の '55年10月~'56年1月に数量は表層0.3, 中層0.2, 底層0.2尾/m³で、総数に対する比率は表層のみ4%で他は1%に過ぎぬが、表層は小型部が多く10m. m. 以上のものが出現したのは13回中3回のみである。大型部は中層に多く最大体長のものは常に中層に出現しており、*S. crassa* と同様に体長に依る上下の棲み別けが認められる。

Table. 39 に '56年11月湾口定点で行った潮流観測の際の表・中・底3層別定置採集結果を示す。これから出現状況の日変化をみると、1日に採集した上潮時3回、下潮時3回の data を平均して比較すると、前者は最大体長13m. m. 完熟個体は4%あり数量は0.5尾/m³ であるのに対し、後者は<6 m. m. の未熟個体が表層に現われたのみで数量は5分の1にすぎない。即 *S. enflata* は outside water に棲息しているもので、inside water には表層に少数の幼体が存在するのみであることがわかる。秋~冬の出現期には内湾海域においても水塊の indicator として *S. crassa* に劣らぬ指標値を有するものと言えよう。

Table. 38 *Sagitta crassa* sampled by ⊕ net in three layers at the mouth of Kasaoka bay, Oct. '55~Jan. '56.

	Date	Sam-pled No.	No./m ³	Body length(m. m.) composition %															Maturity comp. %		
				3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Imm.	Mat.	Full grown		
Surface layer	'55 10 28	1	0.04		100													100			
	11 4	12	0.3																		
	11 10	10	0.3																		
	16 8	8	0.2																		
	21 22	22	0.5																		
	28 8	8	0.4																		
	12 5	14	0.5																		
1 11	1	0.03		100													100				
Middle layer	'55 10 1	5	0.1			40				20	20	20					60		40		
	14 7	7	0.2			14		14		14	14		14	30			29	14	57		
	21 2	2	0.03			50		50									100				
	28 4	4	0.2	25	25	25				25							100				
	11 16	10	0.2		10	20				20	10	10	20	10			40	20	40		
	21 35	7	0.7		3	11	17	9	11	23	11	9		3	3		51	32	17		
	28 10	4	0.4		30	20	30	10	10								90	10			
12 12	10	0.3		10	10	10	10	10	40	20						50	50				
19 5	5	0.1				40				60						40	60				
Bottom layer	'55 10 1	1	0.03								100							100			
	21 5	5	0.1			20	40	40									100				
	11 4	1	0.03					100									100				
	11 4	4	0.2	25	25		50										100				
	16 8	8	0.3		13	50	24		13								100				
	21 11	11	0.3		28	9	18	18	18		9						91	9			
	12 5	7	0.3				14	30			14	14	14	14			43		57		
12 7	7	0.3			29	29	14	14					14			71	29				

Table. 39 *Sagitta crassa* sampled by \oplus net in three layers at the mouth of Kasaoka bay, Nov. 1956.

	Date	Time	Tidal phase (hour)	Sampled No.	No./m ³	Body length(m. m.) composition %												Maturity comp. %		
						3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Imat.	Mat.	Full grown		
Surface layer	'56 11 1	0820	H-2	36	0.6	25	22	20	11	3	6						71	6	3	
		1000	H. T.	3	0.5		67					33					100			
		1200	H+2	2	0.7		50		50								100			
		1420	L-2	1	2.0				100								100			
		1620	L. T.	1	1.0			100									100			
		1720	L+1	14	1.6	7	43	29		14				7			86	7	7	
	11 13	1500	H-4.5	3	0.2			67	33							100				
	11 19	0920	H-2.5	47	1.6	4	17	15	26	15	15	4	2		2		70	19	11	
1100		H-1	8	0.6		62	25	13								100				
Middle layer	11 1	0820		0																
		1000		5	0.4			67		33						100				
		1200		0																
		1420		1	0.1			100									100			
		1620	"	0																
		1720		2	0.1								50	50					100	
	11 13	1500		9	0.5		33	45	11	11						100				
	11 19	0920		10	0.2		20	20	20	10	20		10			60	20	20		
1100			9	0.5			45	11	11	11	11		11		56	33	11.			
Bottom layer	11 1	0820		0																
		1000		2	0.1		50		50							100				
		1200		0																
		1420		0																
		1620	"	0																
		1720		0																
	11 13	1500		3	0.3		33	67								100				
	11 19	0920		2	0.1							100					100			
1100			3	0.3					33	33		33			33	33	33			

結 論

黒潮支配下にある瀬戸内海に出現する *Chaetognatha* は Indo-Pacific 海域に固有な11種を含めて3属14種におよび、本邦黒潮流域に出現する種類の大部分を含み瀬戸内海に固有な種はない。即 *Chaetognatha* 分布の面からみると瀬戸内海の独自性は余り著しいものではないといえよう。内部的には種組成からみて海域的に3区分しうるが、この区分は外洋との親疎や塩分等による海域区分とも一致する。尚出現から考えて瀬戸内海々域の境界として友ヶ島水道・豊予海峡をとることが適当と思われる。

東京湾と比較した場合両海域の海洋学的性状の地域的变化度の緩急の差が *Chaetognatha* の生態的分布の面に明らかに現われ、又 *Sagitta crassa* の内湾海域における出現状況も湾内外両水系配置と密接な対応を示し、これらのことから一般に *Chaetognatha* 分布は海況特に塩分によって著しく規制されていることが認められる。更に分布の面のみならず生産量も塩分に支配されることが多い。これらの性質により従来からも水系の指標生物として North Sea を始め世界の各海域で重要視されているが、瀬戸内海においても海況のみならず漁況の指標としても有効であることが認められる。

各種類の生態・生活史を調べた結果多くの種類について棲息海域による体長・産卵期・寿命等の相異が認められ、分類、特に species 以下については従来に如く主として形態のみによるばかりでなく生活史を考慮に入れて再考すべき点が多いように思われる。例えば *S. enflata* は瀬戸内海内でも高低両塩分海域によって成熟体長に著しい差が認められ、また *S. crassa* は水温により N, C の両 type (従来の *S. crassa* とその forma の *naikaiensis*) が交互に現われ、更にその中間の I-type も季節・海域的に両者の移行型として多量に存在する。これ等の分類上の位置を如何に定めるかは今後に残された問題であろうが、*S. crassa* の如きは各 type の移行を完全に明らかにせぬ限り海況の指標として使用することは甚だ危険である。本種の内湾における長年の出現状況と飼育実験による type 変換の研究により、従来複雑さのため余り顧みられなかった内湾海域の水系の指標生物として本種が好適であることがわかったが、生物指標の問題は出現と被指標現象の両者を機械的に対比するのみでなく、更に深く追及して生態と現象機構に立脚せねばならぬと思われる。

S. crassa の type の区分は泡状組織の存在部位によつたが、これが水温に密接に関係する原因は未だ明らかでない。泡状組織の増大が果して低温のみによるか否かは組織の機能が明らかにされていない現在結論すべくもないが、増大が浮力を増加して低比重に対処するものであるという説に対しては、C-type が年間で塩分が最大である冬のみ出現すること、および同程度の低塩分の内湾でも降温が著しくない海域には出現せぬこと等から考えて、にわかに贅意を表すわけにはいかない。泡状組織の発達が著しい種類としてはこの他 *S. regularis*, *Pterosagitta draco* 等があるがこれ等は高塩分性で高温期に多く、C-type と全く逆の生態を示す。全 *Chaetognatha* 中泡状組織の顕著な種類が対象的な生態をもっていることは興味深いことで、この点から考えても単に水温・塩分等のみにより説明しうるものとは思えない。泡状組織の機能および存在の意義の解明は今後に残された大きな問題であろう。

飼育に関しては、従来附着性の *Spadella cephaloptera* を除いて長期飼育に成功しなかったが、この最大の原因は動物体表における飼育水の更新即ち適度の攪拌と換水がえられにくかった点にあったものと思われる。流水式として器底より気泡を適当に放出させることにより、少くとも沿岸性低温期型の *S. crassa* C-type は比較的容易に長期間飼育しえ、これにより初期発生、環境に対する適応性其他採集によってはえられにくい種々の生態を知ることが出来たが、採餌開始後 Copepoda を捕食しうるに到る迄の期間の飼育の点で成功せず、今後の飼育技法の研究が望まれる。

本種は zoo-plankton としては最大の自主的移動力を有し、各処で例示したように採集法の相異により組成に著しい差を生じる。従って macro-plankton 中でも特に *Chaetognatha* は目的により採集法を選び出現の資料は採集法を考慮して使用せねばならない。また光に対しても顕著な反応を示し飼育の際の照明上の注意と共に光による分布の偏りは採集およびその結果の解析に当って充分念頭に置く必要がある。

Chaetognatha は魚類の餌料としても重要なものである。魚類の消化管内容物を調べて餌料を研究する際従来は兎角 Diatom, Crustacea 等の形骸の残りうるもののみが重視され、naked Protozoa, *Chaetognatha*

等の如く形の残らぬもの若くは残っても検出の困難なものは等閑に附され勝であった。元来これらのものは分解消化吸収が容易で海中に大量に存在するから天然餌料として利用されていないとは到底考えられない。カタクテイワシに対する *S. crassa* の場合について述べたように両者の生態・生活史が充分把握されていさえすれば、唯一の硬質部たる顎毛を検出することにより、その被利用度が莫大であることは直ちに納得される処であろう。従って捕食関係の研究に当てこれらの未知の prey を除いては正しい結論をえられぬことは明らかである。

S. crassa の生活史の研究に当っては一定の場所で週数回の採集を長期間くりかえしたが、一般に内湾海域における生物は外洋にくらべて環境の複雑さと相俟って生活史の複雑なものが多く、時間・空間的の採集頻度は出来るだけ増すことが望ましい。勿論各種の条件によって自ら頻度は制約されようが、にも拘らず出現状況の出来るだけ詳細且正確な把握が生活史解明の第一歩であることが痛感される。

今後 planktology が mass-ecology としての本来の立場に立ってより一層の進展をとげることを期待すると共に、本研究がこの意味で Chaetognatha の海洋生物学的研究の 1 例として水産学上何らかの役に立つことがあるとすれば筆者の喜びはこれに過ぎるものはない。

要 約

第 I 部 出現及び生態に関する研究

1. 分布及び生態

1953~'57年に瀬戸内海の約 100 測点で 50m 層以浅を総計 940 例垂直採集した。出現種は *Sagitta enf.*, *S. bed.*, *S. rob.*, *S. bip.*, *S. ser.*, *S. pul.*, *S. frx.*, *S. p-ser.*, *S. min.*, *S. reg.*, *S. neg.*, *S. dec.*, *S. crassa* (*f. naikaiensis* 及び両者の中間型をふくむ), *Pterosagitta draco*, *Krohnitta pacifica* で、本邦近海の出現種の大部分を含み本海域は本邦黒潮流域の縮図的組成を有している。優占種は *S. crassa*, *S. enf.*, *S. bed.*, *S. min.* である。量的には採集例の総平均は 9 尾/m³ で最大密度は '55年 8 月大阪湾の 196 尾/m³ である。出現量の年変化は主として *S. enf.* 量に左右され一般に高塩分年ほど本種の増殖が盛んである。

出現状況から瀬戸内海を外洋性種のみで種類・量共最大の紀伊・豊後両水道(外部区)と、*S. crassa*, *S. enf.* のみで量的にも最小の周防・安芸・備後灘(内部区……内湾部を除く)と、これに亜外洋性種の *S. min.*, *S. bed.* の加わった和泉・播磨・伊予灘(中間区)の 3 つに分けられる。各海域毎に海況と出現状況との関係を論じ、海域別・月別の数量、体長・熟度組成と出現時の水温・塩素量を示した。

各種類毎の生態を述べたが、外洋性種出現の水温・塩素量下限は 10°C, 17.5% でありこの内半数の種類は内海でも産卵する。*S. enf.* は広塩分性で 9 月になると順次内海内部にも出現し増殖期は 9~12 月で、大小 2 型があり大型種は高塩分海域のみに棲息する。亜外洋性 2 種はよく似た分布を示し、低塩分性の *S. crassa* は 3 types を併せて考えると内海全域としては 4, 8, 11 月に量的な山がある。

2. 指標生物

指標としての使用例を示したが、例えば紀伊水道では *S. bip.* は底層を通過して外洋から侵入する高塩分水系に、*S. min.* はその上に存在する低塩分の沿岸水系に、*S. crassa* は内海内部から流入してくるものと河川水の混合した低塩分水系に対し指標生物として実用的に勝れた価値を有する。

高塩分性の *S. enf.*, *S. bed.*, *S. min.* の合計と低塩分性の *S. crassa* の数量比の年変化は等塩素量線分布の年変化とよく対応し、瀬戸内海に及ぼす黒潮勢力の年変化は *S. enf.* の出現量の年変化を以て指標しうる。また瀬戸内海における *S. enf.* 出現量の年変動は高低両塩分性魚種の年間漁獲量の年変動とそれぞれ正・逆の相関を有し、内海全域及び東西両半分のそれぞれについてカタクテイワシ漁獲量の年変動と逆相関を有している。

従って Chaetognatha は海況のみならず、漁況の指標生物としても有効である。

3. その他

使用した net の網目の大きさにより採集物の種類・体長・熟度組成に大きな差を生ずることを例示した。各種類について完熟卵が輸卵管内に入り込んだ排卵直前状態を示した。

S. crassa の交尾個体と思われるものを示したが、その相互位置は従来の説と異り頭尾の方向を逆にして
いると考えられる。

第Ⅱ部 *Sagitta crassa* に関する研究

1. 生活史

1954~'58年に備後灘北岸の笠岡湾々口で週1回の表面曳網及び表・中・底3層別定置採集、湾東小開口部たる横島水道で週2~6回の表面曳網、数回の湾内外及び定点潮間採集と飼育発生実験を行った。泡状組織の存在部位により11ヶの type に別けたが、この内 C, C'-types は *S. crassa* に、O, N-types はその *f. naikaiensis* に、I₁~I₇-types は両者の中間型に当る。

数量、体長・熟度・type 組成の変化等を詳細に調べると、内湾海域での生活史は春産れて夏産卵する寿命5カ月の春夏世代と、3.5カ月の夏秋短期世代と、5ヶ月の秋冬世代の3者が年間の cycle を形成し、これに夏産れたものの一部が越年して冬産卵する寿命7ヶ月の夏冬長期世代が加わることになる。また幼体の出現状況に長期世代の考えを導入して幼体・成体・産卵群の数量変化を説明した。

type の変遷は夏冬長期及び秋冬世代のものが11月下旬 12~14°C で I₁-type となり、最低水温が 8~9°C 以下となる海域では約1カ月後 C-type となりその他の海域では I-type の各段階に止まる。高温期は小型の内に産卵死亡し低温期には長大個体が現われる。

2. 海域差

瀬戸内海の如き小海域内でも各海域により生活史は多少時期的にづれ、例えば内湾から外部区に向うにつれて産卵期が遅れまた生活史中で占める各世代の比重が異なる。各海域の出現状況と飼育実験結果とによれば本種は元来温暖でやや低塩分の近海産のものであり、出現期間・海域の規模からみて従来 forma とされていた *naikaiensis* 即ち N-type が種の type でありその本来の棲息海域である沿岸部では春夏世代の増殖力が最大で年間 cycle の主体をなすが、内湾部に近づくにつれ低温期型の C, I-types の比重が大きくなり秋冬世代の増殖力が最大となる。C-type の主産地は低塩分の沿岸浅海部の内冬季水温低下の著しい海域で、瀬戸内海では周防灘西部・備後灘北部・播磨灘北部及び大阪湾沿岸等である。飼育すれば C-type は5月初旬(17°C)まで生存しうる。I-type は低温期には内海全域に出現するが高温期でも例外的に出現し、黒潮海域では20°C前後までは存在しうると考えられる。

内海における本種の棲息域としては冬季の降温程度が著しくなく従って C-type が出現しない内湾部では夏冬共増殖が盛んであり、夏季大増殖する中間区がこれに次ぎ、内部区はいつれの世代も増殖力が弱く外部区と共に最も不適である。内湾部でも笠岡湾のように降温が著しくて C-type が出現する処では夏季の増殖力が比較的弱い。

3. 飼育及び発生

飼育水の清澄、低照度、新鮮な Copepoda 給餌及び器底より径5 m. m. 位の気泡を毎秒1~2ヶ宛放出させて攪拌通気を行う方法等により、成体で C-type 3ヶ月、N-type 1ヶ月に及び長期飼育に成功し、種々の飼育実験結果をえて採集結果の解釈を裏付けた。

成体は蒸溜水中では約10分で死亡し、生存の塩素量下限は5%で、水温は徐々に変化させれば10°C以上の温度差にも耐えるが急激な上昇には弱い。一般に水温・塩分の変化には適応力が強く飼育も比較的容易であるから験体生物としても充分使用にたえうる。

水温と泡状組織増大の関係は一旦限界温度(約7°C)以下の低温に遭遇すると以後次第に増大するが、加温すればその速度が抑制される。これにより3つの type が水温による多型であることを或程度証明しえた。

排卵放精とも数日おいて2度以上繰返えされる。各 type の発生を追跡し各 stage に到るまでの所要時間を求めその stage の状態を図示した。孵化所要時間の水温・塩分による変化は最短は15時間(>27°C)であった。海中では夏季1日、冬季2~4日で孵化するものと思われる。卵径は350μ前後、孵化直後の幼体体長は800μ前後で、20°Cで3日目に尾部横隔膜を生じ4日後肛門が開く。13~20%では孵化發育は順調

に行われる。成体の耐塩分性実験結果と併せて考えると本種の最適塩素量は17~18%である。

幼体飼育の最長期間は孵化後3週間で餌料の点から完全飼育には成功しなかった。

4. 形態及び生態

各世代を通じて顎毛・前後歯数の体長による変化を示したが、食性転換期には後歯数が急増する。歯の数は季節・体長による変異が著しい、その他産卵群体長・卵巣長比・産卵数の変化を示した。

浅海では日中の上下分布を支配するのは海況よりも成長度による光に対する感受性の差であることを初め光に対する種々の反応を示した。

plankton としては最大に属する自主的移動力をもっておりむしろ nekto-plankton とでも称すべきであると考えられる。

5. 指標及び餌料価値

内湾海域の指標生物使用の条件を例証し、笠岡湾の湾内外水系に対し各季毎に本種を指標として使用する方法を述べた。例えば冬季では湾内水には多数のC及びCに近いI-typeの大型完熟個体、湾外水には少数のN及びNに近いI-typeの小型個体の存在を指標としうる。水塊流動の烈しい内湾諸地点での本種の組成は採集時の地点にあった水塊の根源水塊のもつ組成に一致し水塊流動の生物指標としても使用しうる。指標生物としてはCopepodaにくらべて遙かに実用的価値に富む。

本種はイカナゴを初め各種魚類の消化管内容物中に多数発見され、特にカタクチイワシの消化管内に残留した多数の顎毛はその形態、捕食魚の出現した海域、季節からみてN-typeのものと断定しえた。本種は春には藻場稚魚の、夏にかけては各種魚類の重要な餌料である。

6. その他

formalin 固定による体長縮少は1ヶ月間に最大0.4m. m. にすぎずm. m. 単位の体長測定値としては特に考慮の必要はない。

笠岡湾では冬季群は *Centropages*, *Calanus* 等の大型種と *Acartia clausi*, *Paracalanus* 等の小型種を、夏季群は *A. erythraea*, *Tortanus* 等の中型Copepodaを餌料としている。

笠岡湾には *S. crassa* 以外に少数の *S. neg.*, *S. min.*, *S. bed.* と多数の *S. enf.* が出現するが、*S. enf.* は秋~冬に限られ、小型種のみで、内湾海域の水系の指標として使用しうる。

参 考 文 献

- Aida, T.
 1897(a) Chaetognaths of Misaki harbour. Annot. Zool. Jap., Vol. 1
 (b) Chaetognatha の分類 動・雑, Vol. 9
 (c) On the growth of the ovarian ovo in Chaetognaths. Annot. Zool. Jap., Vol. 1
 (d) Chaetognatha の卵の発生 動・雑, Vol. 9
- Asano, H.
 1912 Chaetognatha について 漁業基本調査報告, Vol. 1
- Busch, W.
 1851 Beob. über Anat. und Entwick. einiger wirbellosen Seetiere. Chaetognatha. Berlin
- Bütchli
 1873 Zur Entwicklungsgeschichte der *Sagitta*. Zeit. Wiss. Zool., Bd. 23
- Chiba, T. & A. Tsuruta
 1955 スンダ列島西岸海域の plankton について Jour. Shimonoseki coll. Fish., Vol. 4, No. 1
- Chiba, T. et. al.
 1957 北インド洋中部のマグロ漁場の海況ならびに plankton について *Ibid.*, Vol. 6, No. 3
- Doncaster, L.
 1902 On the development of *Sagitta*, with notes on the anatomy of the adult.
 Quart. Jour. Micros. Soc., Vol. 46
- Faure, M. L.
 1952 Contribution à l'étude morphologique et biologique de deux chaetognathes des eaux atlantique du Maroc: *Sagitta friderici* Ritter-Zahony et *S. bipunctata* Quoy et Gaimard. Vie et Milieu, Tom. III, Fasc. 1
- Furneston, M. L.
 1953 Contribution à l'étude morphologique, biologique et systématique de *Sagitta serrato-dentata* Krohn des eaux atlantiques du Maroc. Bull. l'Inst. Océanogr. Monaco, No. 1025
- Ghirardelli, E.
 1953(a) L'accoppiamento in *Spadella cephaloptera* Busch. Pub. Staz. Zool. Napoli, Vol. 24, Fasc. 3
 (b) Appunti sulla morfologia dell'apparecchio riproduttore femminile e sulla biologia della riproduzione in "*Pterosagitta draco*" Krohn. Monito. Zool. Ital., Vol. LXI, Nos. 2~3
 (c) Osservazioni sul determinante germinale(d. g.) e su altre formazioni citoplasmatiche nelle uova di *Spadella cephaloptera* Busch. Pub. Staz. Zool. Napoli, Vol. 24, Fasc. 3
- Grassi, B.
 1883 Chaetognathen. Fauna & Flora d. Golfes v. Neapel.
- Harada, I.
 1957 *Sagitta* の發育に伴う顎毛・歯の数的変化, 動・離, Vol. 66, No. 2, 3
- Hardy, A. C. & R. Bainbridge
 1954 Experimental observations on the vertical migrations of plankton animals.
 J. M. B. A., Vol. 33
- Heinrich, A. K.
 1956 Dimensional composition of Chaetognatha and terms of their propagation in the western regions of Bering Sea. ソ連科学アカデミー報告, Vol. 110, No. 6

- Hertwig, O.
1880 Die Chaetognathen. Jenaische Zeitschrift, Bd. 14
- Hyōgo Pref. Fish. Exp. St.
1955 築磯調査報告 兵庫水試
- John, C. C.
1932~'33 Habits, structure and development of *Spadella cephaloptera*.
Quart. Jour. Micros. Soc., Vol. 75
- Jourdain
1892 Sur l'embryogéuie de *Sagitta*. Comptes rend. Acad. Sci. Paris
- Kado, Y,
1953 瀬戸内海の Chaetognatha Fauna, 特に *Sagitta enflata* と *S. crassa* の分布について.
Zool. Mag., Vol. 62 No. 10
1954 Notes on the seasonal variation of *Sagitta crassa*. Annot. Zool. Jap., Vol. 27, No. 1
1957 The seasonal change of the chaetognath and pelagic copepod fauna of Hiroshima bay in the Inland sea of Japan, with special references of oceanic species.
Jour. Sci. Hiroshima Univ. Ser. B, Div. 1, Vol. 17, Art. 19
- Kado, Y & R. Hirota,
1957 Further studies on seasonal variation of *Sagitta crassa*. *Ibid.*, Vol. 17, Art. 9
- Kōbe Mar. obs.
1929 紀伊水道海洋観測報告 (2) 神戸海洋気象台海洋時報, Vol. 1, No. 2
1937 瀬戸内海冬季海洋観測報告 *Ibid.*, Vol. 10, No. 1
1938 大阪湾紀伊水道定期海洋観測報告 *Ibid.*, Vol. 11, No. 2
1943 瀬戸内海定期海洋観測報告 *Ibid.*, Vol. 13, No. 4
1951 紀伊水道・神戸海洋気象台浮游生物速報, Vol. 5
1952 *Idem. Ibid.*, Vol. 7
- Kowalevsky,
1871 Embriologische Studien an Würmern und Arthropoden. "Entwicklung der *Sagitta*."
Mem. Acad. Petersburg, 7th. Ser. Tom. 16
- Kusakabe, D.
1953 稚魚の採集と染色の一新法 日・水・会・誌., Vol. 19, No. 4
- Lebour, M. V.
1916~'18 Some parasites of *Sagitta bipunctata*. J. M. B. A., Vol. 11
- Marshall, S. M. & A. P. Orr
1955 The biology of a marien copepoda, *Calanus finmarchicus* Gunnerus.
Oliver & Boyd, London
- Moore, H. B.
1955 Variations in temperature and light respons within a plankton population.
Biol. Bull., Vol. 108, No. 2
- Murakami, A.
1954 笠岡湾海洋調査報告 内・水・研報告, Vol. 6
1957(a) 内湾・内海における浮游性毛顎類の出現 (1)東京湾及び瀬戸内海中・西部海域における出現状況 水産学集成 東大出版会 東京
(b) 低塩分浮游性毛顎類の指標種としての価値 プ・連・協議会報, Vol. 5
1958 瀬戸内海諸海域の海況について 瀬戸内海水産連絡調査要報 Vol. 23 内・水・研

Naikai. Reg. Fish. Res. Lab.

1951~'57 瀬戸内海水産連絡調査要報 Ser. A, 内・水・研, Vol. 2~20

Nakai, Z.

1957 An outline of biological survey and distribution of wet weight of macro-prankton in the "Kuroshio" area south of Honshū. May. 1955.
Rec. Ocean. works Jap., N. S. Special No.

Nishida, K.

1955 1954年5月における紀伊水道北半の海況について 水路要報, 増. Vol. 17

Parry, D. A.

1944 Structure and function of the gut in *Spadella cephaloptera* and *Sagitta setosa*.
J. M. B. A., Vol. 26

Pierce, E. L.

1941 The occurrence and breeding of *Sagitta elegans* Verrill and *S. setosa* J. Müller in parts of the Irish sea. J. M. B. A., Vol. 25

1951 The Chaetognaths of the west coast of Florida. Biol. Bull., Vol. 100, No. 3

Russell, F. S.

1932(a) On the biology of *Sagitta*. I. The breeding and growth of *S. elegans* Verrill in the Plymouth area, 1930~'31. J. M. B. A., Vol. 18

(b) *Idem*. II. The breeding and growth of *S. setosa* J. Müller in the Plymouth area, 1930~'31, with the comparison with that of *S. elegans* Verrill. *Ibid.*,

1933(a) *Idem*. III. A further observation on the growth and breeding of *S. setosa* J. Müller in the Plymouth area. *Ibid.*

(b) *Idem*. IV. Observations on the natural history of *S. elegans* Verrill and *S. setosa* J. Müller in the Plymouth area. *Ibid.*

Saisho, T.

1956 東経130°線で採集された plankton の分布について
Mem. Fac. Fish. Kagoshima Univ., Vol. 5

Shinya, H. & T. Ōtsuki.

1955 イカ稚仔の矢虫による食害について 北海道水産報告, Vol. 12

Stevens, N. M.

1903 On the ovogenesis and spermatogenesis of *Sagitta bipunctata*.
Zool. Jahrb., Abt. F, Bd. 18

Suirobu

1929 内海潮流図 海. No. 6025, 水路部

1954 広島湾の潮流 水路要報, Vol. 1 六・管・保安本部

Tokioka, T.

1938 A new Chaetognath *Sagitta crassa* n. sp. from Ise bay. 動・雑, Vol. 50, No. 6

1939(a) Chaetognaths collected chiefly from the bay of Sagami and Suruga, with some notes on the shape and structure of the seminal vesicle.
Rec. Ocean. works Jap., Vol. 10, No. 2

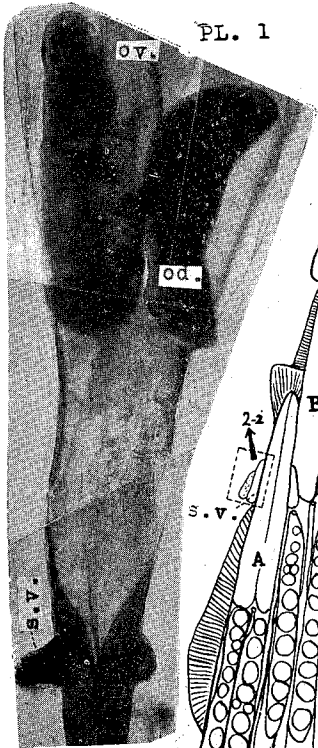
(b) Three new Chaetognaths from Japanese waters. Mem. Imp. Mar. Obs., Vol. 7, No. 1

(c) A new brackish water Chaetognath. Annot. Zool. Jap., Vol. 18, No. 4

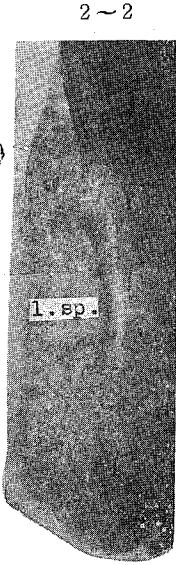
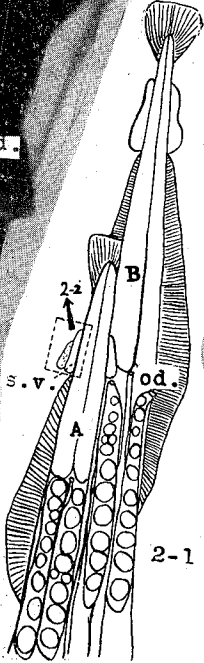
(d) 大坂湾における矢虫類及び浮游性皮囊類の観察 海と空, Vol. 19, No. 6

1940(a) 日本動物分類・毛顎動物門, 三省堂. 東京

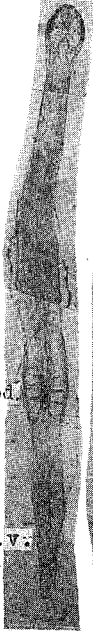
- (b) The chaetognath fauna of the waters of western Japan.
 Rec. Ocean. works Jap., Vol. 12, No. 1
- 1942(a) Systematic studies of the plankton organisms occurring in Iwayama bay, Palao.
 III. Chaetognaths from the bay and adjacent waters.
 Palao Trop. Biol. St. Studies, Vol. 2, No. 3
- 1950 深海動物の限の問題と矢虫類 自然と文化, Vol. 1
- 1951 Pelagic Tunicates and Chaetognaths collected during the cruises to the new Yamato
 Bank in the sea of Japan. Pub. Seto. Mar. Biol. Lab., Vol. 2, No. 1
- 1952 Chaetognaths of the Indo-Pacific. Annot. Zool. Jap., Vol. 25, Nos. 1, 2.
- 1954 Droplets from the plankton net. Ⅲ. Emergence of a dense patch of Chaetognaths near
 the Laboratory. Pub. Seto Mar. Biol. Lab., Vol. 3, No. 3
- 1955 On some plankton animals collected by the Shunkotsu-maru in May~June, 1954.
Ibid., Vol. 4 Nos. 2~3
- 1956 On Chaetognaths and Appendicularians collected by Mr. Z. Sagara in the Arafura
 Sea in May~Aug. 1955. Pub. Seto. Mar. Biol. Lab., Vol. V No. 2
- 1957 Chaetognaths collected by the Sōyō-Maru in the years 1934 and 1937 ~ '39.
Ibid., Vol. 6 No. 2
- Tokioka, T & I. Yamazi,
 1950 英虞湾の真珠漁場に関する研究(Ⅰ)~Ⅱ, Ⅲ. 京大生理・生態研究, Nos. 69~72
- Vasiljev, A.
 1925 La fécondation chez *Spadella cephaloptera* Lgrhs. et l'origine du corps déterminant
 la voie germinative. Biologia Generalis, Vol. 1
- Yamazi, I.
 1950~'55 Plankton investigation in the inlet waters along the coast of Japan, Ⅲ~Ⅺ, Ⅻ~XⅧ.
 Pub. Seto Mar. Biol. Lab., Vol. 2, No. 2; Vol. 3; Nos. 1, 3; Vol. 4, Nos. 1, 2, 2~3. & Special
 Pub. Jap. Sea Reg. Fish. Res. Lab. on the 3rd. Anniv. of its founding.
- Yasuda, Z.
 1957 内湾における蝦類の資源生物学的研究 I. 水産学集成. 東大出版会. 東京
- Yoshii, N & T. Tokioka
 1939 Notes on Japanese *Spadella*. Annot. Zool. Jap., Vol. 18, No. 4



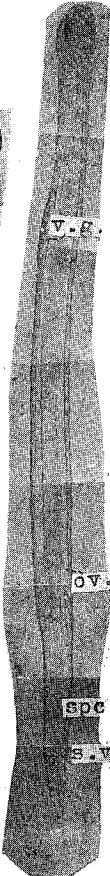
PL. 1



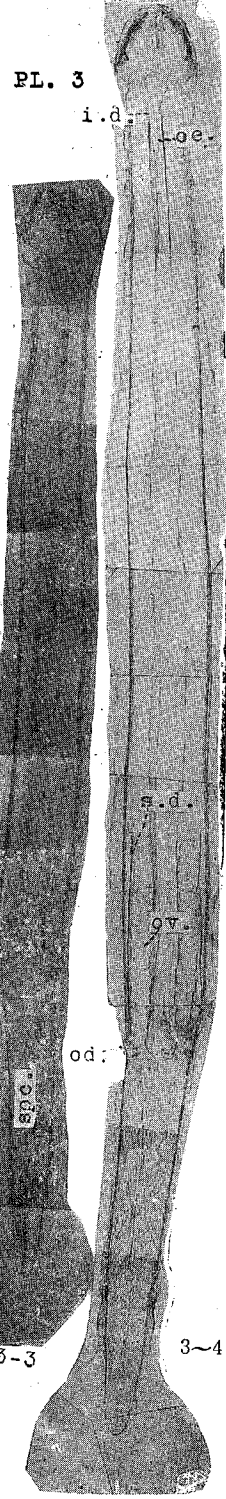
PL. 2



3-1



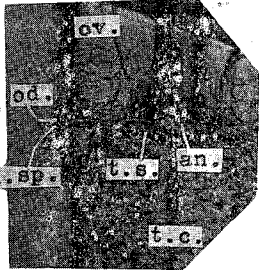
3-2



PL. 3



PL. 4



PL. 5



PL. 6

3-3

3-4

Explanations of Plates

Abbreviations

an.	=	anus	oe.	=	oesophagus
a. t.	=	anterior tooth	ov.	=	ovary
c. c.	=	corona ciliata	p. f.	=	posterior fin
co.	=	collarette	p. g. c.	=	primary generative cell
f. r.	=	fin ray	p. t.	=	posterior tooth
hd.	=	hood	s. d.	=	sperm duct
hk.	=	hook	sp.	=	sperm
i. d.	=	intestinal diverticula	spc.	=	spermatocyte
in.	=	intestine	s. v.	=	seminal vesicle
l. f.	=	lateral fin	t. c.	=	tail coelum
l. sp.	=	lump of sperm	th.	=	tooth
m. l.	=	median line	t. s.	=	tail septum
od.	=	oviduct	v. g.	=	ventral ganglion

PL. 1 ovary and seminal vesicle of spawning *Sagitta enflata* (preserved) × 29
 opening of oviduct swelled; ovary with riped eggs; left side seminal vesicle bursted
 away and lump of sperm blowed out :

PL. 2 copulating *Sagitta crassa*

2 -1 situation of two individuals
 A : individual A, B : individual B

2 -2 serminal vesicle of individual A × 220

PL. 3 various types of *Sagitta crassa* × 12

No.	date of sampled	body length m. m.	type	collarette extends	maturity
3 -1	'55-VI-8	7.6	N	at neck	spawning
3 -2	'57-I-22	8.8	I ₁	to v. g.	immature
3 -3	'57-I-22	12.3	I ₇	to behind of p. f.	immature [†]
3 -4	'57-II-1	15.3	C	to end of tail	mature

PL. 4 spawning *Sagitta crassa* C-type (cf. Fig. 35) × 43

body length : 15.0m. ovary length : 2.0+2.3m. m.

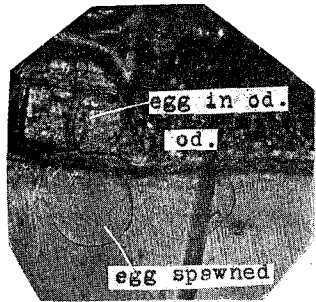
number of eggs in oviduct : 8+10

spermatocytes flowing in tail coelum

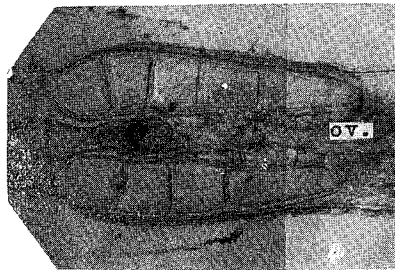
PL. 5 opening of oviduct of *Sagitta crassa* C-type × 43

lump of sperm entering into oviduct

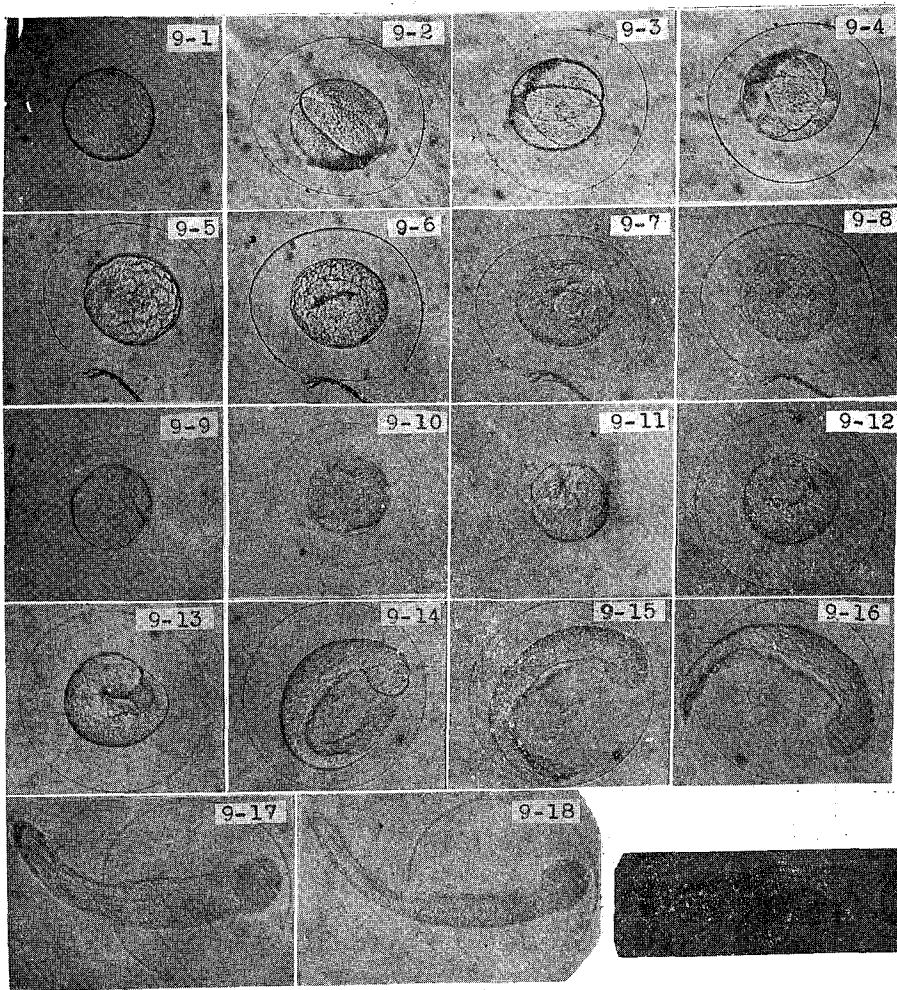
PL. 6 rearing apparatus of *Sagitta crassa*



PL. 7



PL. 8

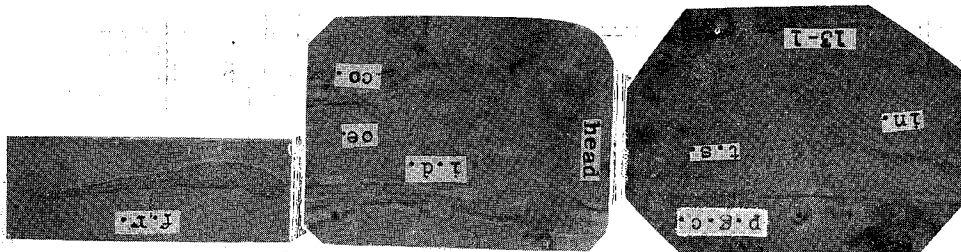


PL. 9

PL. 10

- PL. 7 eggs of *Sagitta crassa* C-type just spawned × 43
- PL. 8 spawning *Sagitta crassa* N-type × 46
 body length : 7.6m. m. ovary length : 0.9 + 0.8m. m.
 number of eggs in oviduct 5 + 4
- PL. 9 cleavage of *Sagitta crassa* C-type × 58
 W. T. = 16. 0~18. 6°C Cl. = 17%
- | | | |
|-------|---------------------------|---|
| 9 -1 | 10 minutes after spawning | egg-membrane swelled |
| 9 -2 | 1 hour | " two cell stage |
| 9 -3 | 1 hr. 20min. | " four cell stage |
| 9 -4 | 1 hr. 45min. | " sixteen cell stage |
| 9 -5 | 3 hr. 30min. | " |
| 9 -6 | 5 hr. 30min. | " blastopore invaginated |
| 9 -7 | 8 hr. 30min. | " blastopore |
| 9 -8 | 10 hr. | " |
| 9 -9 | 15 hr. | " |
| 9 -10 | 17 hr. 45min. | " |
| 9 -11 | 19 hr. 15min. | " blastopore germ moved |
| 9 -12 | 23 hr. | " head and tail moved continually |
| 9 -13 | 24 hr. 30min. | " head separated from tail |
| 9 -14 | 24 hr. 35min. | " head got out from primary egg-membrane,
second egg-membrane cracked |
| 9 -15 | 24 hr. 38min. | " tail got out from primary egg-membrane |
| 9 -16 | 24 hr. 40min. | " tail got out from secondary egg-membrane |
| 9 -17 | 24 hr. 42min. | " (dorsal view) posterior half of body got out
from secondary egg-membrane |
| 9 -18 | " | " (lateral view) |
- PL. 10 larva of *Sagitta crassa* just hatched out × 58
 24 hr. 47min. after spawning

13-2



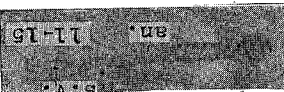
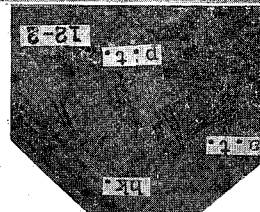
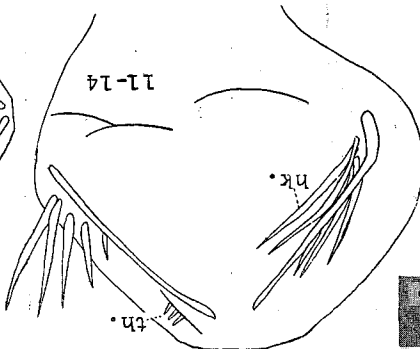
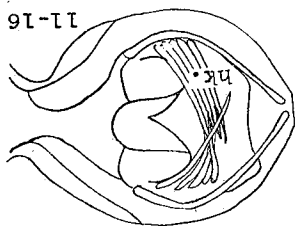
12-1

PL. 12



PL. 11

11-16



11-12

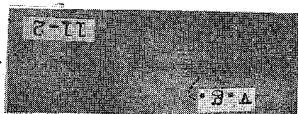
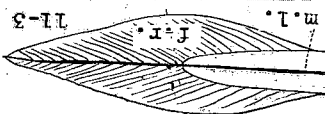
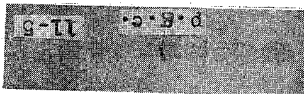
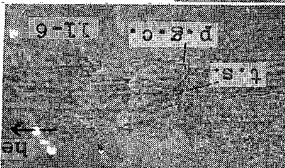
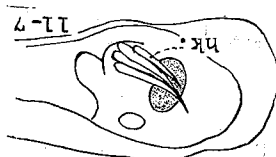
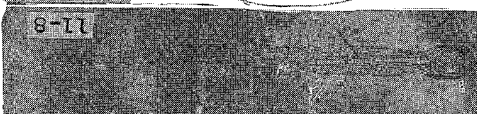
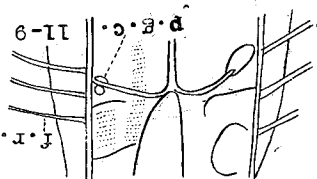
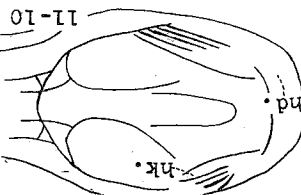
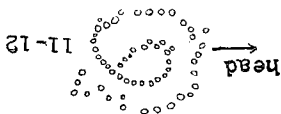


Table.22 The changes of *Sagitta crassa* in the rearing period.

Place	Date	Body length composition % (m. m.)															Maturity comp. %			No. of measured	Note		
		4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	Spawn.	Mat.	Imm.						
(1) out-door	'56 12 22							13	53	34								100	15	Sampling (W. T. 2.1~9.5° C)			
	25							59	33	8								100	12				
	26							13	37	25	25							100	16				
	27	50							50									100	2				
	'57 1 2																	100	1				
	13																100	1	larva non measured				
	2 28																100	1					
(2) out-door	'57 3 2				4	4		4	8	4	24	24	20	4	4			8	60	32	25	sampling (W. T. 4.5~9.5° C)	
	5																		100		3		
	6																	20	80		5		
	7																	56	38	6	18		
	9																	100			4		
	10																		67		2		
	12																	100		1	1 ind. obscure		
(3) in-door	'57 2 21																	8	21	71	24	sampling (W. T. 5.0~12.0° C)	
	22																			39	18		
	23																	12		88	8		
	24																	50	17	33	6		
	25																			100	2		
	26																		33	67	3		
	27																			100	1		
	28																			100	1		
	3 2																		100		1		
	4																			100	1		
5																	100			1	tail indistinct		
7																			100	2			
22	100																		100	1			
(4) in-door	'57 2 14																		24	36	40	25	sampling 2 inds. indistinct (W. T. 12.8~17.8° C)
	15																		7	15	78	15	
	16																		28	72		14	
	17																		11	33	56	9	
	18																		33	33		3	
	19																			67	33	3	
	20																			100		2	
	22																			100		1	
	23																			100		1	
	24																			33		2	
3 6																				100	1		
19																				100	1	parasited <i>Ascaris</i>	

Table. 23 Ratios of spawning, mature and immature *Sagitta crassa* at the start of and through the period of rearing, heated with and unheated, Feb. ~Mar. 1957.

Rearing period		Spawning %	Mature %	Immature %	W. T. °C	
34 days from Feb. 14	start	24	36	40	} 11.4~17.8 heated	
	throughout	14	42	46		
9 days from Feb. 4	start	0	8	92		
	throughout	3	0	97		
31 days from Feb. 21	start	8	21	71		} 1.7~12.0 unheated
	throughout	15	27	58		
15 days from Feb. 4	start	0	8	92		
	throughout	3	10	87		

第三項 C, I-types の生き残り

長期間飼育した個体が4月以降に死亡した場合それらが泡状組織の存在部位からみて明らかに C-type であったことは既述したが、かかる記録を整理すると Table. 24 のようになる。体が不透明になって泡状組織を測定しえなかった例についても、いずれも成体であり C-type もしくはこれに近い I-type であると思われ、4月以降5月初旬(水温17°C)に到る迄 C-type が生存しうることを確かめた。

Table. 24 Examples those *Sagitta crassa* C-type survived after April.

Container	Date when of rearing	W. T. °C	Date when found	W. T. °C	B. L. (m. m.)	Collarette
cement tank	'55 3(early) 10	10	'55 4 27	14	12	C-type
					13	
aquarium	'56 1 20	7	'56 4 20	15	adult	not measured
glass butt	'56 3 8	7	'56 4 23	15	adult	not measured
glass butt	'56 3 23	9	'56 5 4	16	13	C-type
			'56 5 7	17	adult	
glass butt	'57 1 19	6	'57 4 11	16	13	C-type
china bottle	'56 12 28	5	'57 4 11	16	adult	not measured

横島水道の採集例では C-type 出現の最終日は '55年は4月13日(16°C), '57年は4月10日(15°C)で、I-type 出現の最終日は '57年4月10日のI₃, I₇である。

瀬戸内海全域については播磨灘で '54年6月4日 KG 9 (17~18°C) でI₄を4尾, '56年6月5日HG 13 (15~20°C) でI (細分不明)を2尾発見した。9月にも I-type の出現例があるがこれ等は I₁が計4尾出たのみで、第1部で述べた如く I-type の生き残りとは困難である。

飼育例からみて水道で4月中旬に C, I₃, I₇-types が出現することは当然であり、瀬戸内海の例で6月4日に I₄ が出現しているが、これは冬季生れた N-type の存在部位が増大したものとは到底考えられず、やはり I-type が生き残ったものと思われ、6月初旬迄の播磨灘の水温は表層を除くと<18°C であるから飼育例から考えて充分 I-type が生き残ったものであることの可能性があるとと思われる。

瀬戸内海および黒潮流域では少くとも水温20°C前後であれば I-type が生き残る場合があり、通例の C, I-types 出現期以外に例外的に採集されるものについては泡状組織が後鰭以後にわたるI₄~I₇の出現は低温

期の生き残りと解積出来、I₁-type 等が極く高温期に出現するのはむしろ N-type のあるものの泡状組織がやや増大したものであると解釈すべきであろう。

第四節 成体の耐温・耐塩分性

C-type の成体を飼育する場合、如何なる水温・塩分範囲及びその変化に耐えうるかを知る為実験を行った。

第一項 耐塩分性実験

実験は下記の3種類を行った。

- (1) '55年3月18日～22日 蒸溜水、Cl. =6～20%および現場濾過海水、18日14.00 (14時0分、以下同様) 採集、15.25開始、採集した海水は Cl. =16.96%、採集物より成熟個体を選んでガラスシリンダーで一度洗い、高さ9c. m. 径・2.2c. m. の管瓶に各濃度に調製した海水及び蒸溜水を20c. c. 宛入れ *S. crassa* を1尾ずつ放って軽くコルク栓をして実験室内の日蔭の机上に室温で放置し、別に径11.5c. m.、高さ15c. m. のガラスシリンダーに海水を1L入れた中に3尾放流して同じ状態においた。使用海水はすべて採集時の現場海水を濾紙で濾過し、粗製食塩と蒸溜水で塩素量を調節したものである。
- (2) 3月22日～25日 蒸溜水、1～6%、22日14.00採集、14.40開始、現場海水Cl. =17.15%、同様の管瓶に各1尾宛とシリンダーに3尾放流。
- (3) 3月22日 蒸溜水、5%、22日14.00採集、15.15にデッキグラス上に各液を1滴ずつおとしそれぞれに1尾宛入れて検鏡を始めた。5%のものは30分間検鏡後管瓶に移し(1)、(2)と同様の観察を行った。

観察は瓶に入れた儘外観をみることに、デッキグラス上に取り出して検鏡し再び瓶にもどすことを併用し次の各項目について行った。

外観上……游泳および浮沈状態、瓶を振った時の反応、体の彎曲および不透明化の度合、体表への粘着物の附着状態。

検鏡……デッキグラス上で動くか否か、精母細胞の流動状態、輸卵管に卵が入るか(直)および放卵の有無(放)、針で軽く頭部を押えた場合の反応(口を烈しく動かす、頭部全体を動かす、顎毛のみを動かす e. t. c.)。

開始日には連続観察を行い、以後3時間おきを原則とし必要に応じて回数を増した。顕微鏡下で針で押えても全然反応がなくなったものを死とした。泳いでいる内は管瓶は全量を、円筒は3分の1量を1日1回連日換水した。Table. 25 に結果を示す。各項目毎の最長時間とその塩素量は、泳ぐ……30時間(9.14%)、瓶を振れば泳ぐ……50時間(13.08%)、精母細胞流動す……65時間(10.14%)、頭部を押えれば反応する……100時間(12.08%)、死と判定される迄……101.5時間(12.08%)であった。

現場塩素量との差が+3～+1%の18～20%と-7～-10%の10～7%に入れた個体はすべて33時間以内に輸卵管に卵が入り放卵し、特に10.14%のものは50時間迄に再度これを繰返した。これに対し現場塩素量に大体等しいものに入れた17.00%は44時間目に卵が入り50時間目に放卵し、14.05%と現場海水に入れたものはいずれも卵は輸卵管に入ったが放卵せず、16.00、14.98、13.08、12.08、11.09、6.08、0%は遂に卵が入ることもなかった。塩分に大差のある最後の2つは別として、これ等は死に到る迄の時間は他に比べるとむしろ長いものが多く、その間の状態も良かったことから考えると、放卵した個体は塩分差に依る刺激で放卵を促進されたもので、且同程度の塩分差の内では+の方が刺激作用が強いものと考えられる。

現場海水に入れたものと比較して-8～+3%に入れたものは1日間、-4%は2日間、-2～-3%は3日間同様な経過を辿ったが、+より-の方が少くとも-8%迄は対照に近い反応を示したことは低塩分性の本種が Cl. =10%前後の海域にも出現することと考え併せて低塩分に対し強い適応力を有していることを示すものといえよう。

実験(1)では蒸溜水に入れたもののみが19分後に死んだので臨界塩素量を知る為実験(2)を行った。その結果0、6%は(1)と同じ経過を辿り、1～5%は投入直後は0%と同じく不透明となって沈み体が曲ったが死と判定される迄に1時間を要した。その間の状態を詳しく知るために実験(3)を行ったが5%のものは(2)の経

Table. 25 (continued)

Experiment (ii)	Mar. 22, 1955~Mar. 25 R. T. 8~15°C					
	chlorinities %					
hour (time)	6.06	5.04	4.03	3.02	2.00	1.00 0
0 (14.40)	become opaque soon after the start sink, then bend					
1/8 (15.00)	mouth move become hard, not move when hold when hold					
24 (14.25)	move when hold Sp. not flow					
42 (09.15) (water exchange)	move when hold					
dead. (hr.)	64.5 after 1 hour					1/4

Experiment (iii)	Mar. 22, 1955~Mar. 24		Room temp.
	chlorinities %		
hour (time)	5.04	0	
1/15 (15.17)	Sper. flow mouth moves	Sper. not flow mouth moves	12°C
1/8 (15.25)	move when hold	not move when hold	
1/2 (15.43)	remove to glass tube		8~15°C
24 (14.25)	move when hold, Sper. not flow		
dead	48.5	1/8	

→沈む→体彎曲→後体部不透明化→頸以外が不透明化→死(検鏡して押えても反応なし)の順序であった。換水は1日1回行い開始後2日目に一度給餌した。結果を Table. 26 (実験1) に示す。各系列の3個体の平均および最長の游泳・生存時間と各個体間の差等の点について検討すると、開始時に4.5°C低い水温に入れた No. 1 に最長游泳・生存個体が1尾現われたが3個体間の偏差が少ないという点では+1°Cの温度差の No. 5 が最も安定していた。個体間の偏差は用いた個体の開始時の生理状態に依っても影響されるのでこれのみに依って判断し得ないが、室温放置の No. 10の個体偏差が少ないことから或程度の耐温性判定の目安になりうると考えられる。開始時に+8°Cの温度差を与えた No. 8 が時間の長短・偏差の大小のすべての点で最も劣り、次いで-1°C差の No. 3 と+4°C差の No. 7 であったが水温差+5°Cの No. 9 は対照 No. 10 に比べて反ってよい。これらの点から考えて、極度の水温上昇(+8°C)は明らかに悪影響をおよぼすが±5°C位の急変は大した影響はなく、水温上昇よりも下降の方にやや耐性が大きい傾向がみられる等のごとがいえよう。

(2) 各段階の水温変化に繰返して遭遇させたもの。

前述の実験(1) では対照以外は各段階の水温共1~3°Cの偏差内で一定しており、開始時に夫々の水温変化

過とは異り30分経って瓶に移したところ Table. 25 に示したような経過をたどった。

結果をまとめて、蒸留水に入れたものは12~20分で死に、現場塩素量より13~16%低い水に入れたものは投入直後蒸留水に入れたものと同様体が不透明になるが1時間位生きている。現場より12%低い5%が臨界塩素量と考えられる。-10~+3%の差のものは放卵可能であるが、塩分差は放卵を促進する。現場海水を用いた対照と比較すると-8%程度迄の低塩分に強い適応を有している等のごとがわかった。

第二項 耐温性実験

(1) 各段階の水温を持続させたもの

実験(1) 1956年2月16日~29日、10.00 に採集したのから成熟個体を撰別して濾過海水に放養し室温(10°C)で1~3時間放養した後径3.5 c. m., 高さ12c. m. の管瓶に現場海水を濾過したもの100c. c. を入れたものに各3尾づつ放ち (No. 1, 4, 7, 10)は11.30に、他は14.00に、No. 1~No. 8 は田内式恒温槽に、No. 9 は孵卵器に入れ、No. 10 は室温放置し1日4~5回づつ観察し死に到る迄の経過を調べた。通常の経過は游泳

に遭遇したのみで以後は一定水温を保った。これはこの頃の水道部における各層水温の日変化の中が 1°C ^{※18)} 程度であることから考えて室温に放置した No. 10 が 7°C の偏差を示したとと比較すると水温に関する限り対照よりも遙かに自然状態に近かったことになる。飼育を行う場合室内室外共屋間の気温は水温より高くなるが、室温より低い温度を保たせることは高い温度を保たせることに比べて遙かに困難で、一般にはある程度の保温をした上で昇温設備を用いることが精一杯で降温設備をすることは先づないと言ってよいから飼育環境としては実験(1)の No. 10 の如き温度変化に遭遇することが多い。従って実験(2)として昇降温に繰返

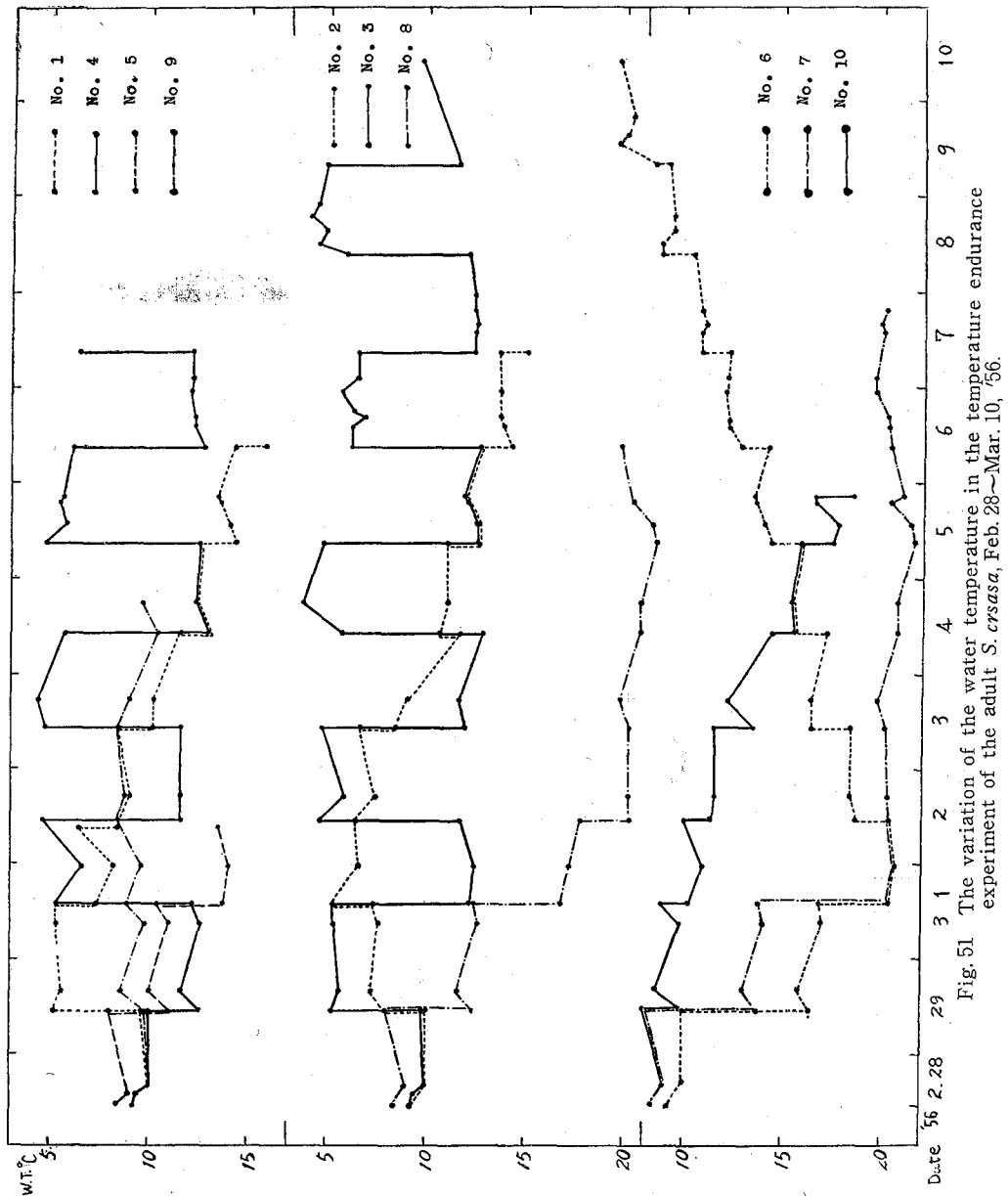


Fig. 51 The variation of the water temperature in the temperature endurance experiment of the adult *S. cysasa*, Feb. 28-Mar. 10, '56.

※18) '57年3月6日 08.00~21.00における潮間観測値。(第5章参照)

して遭遇させた場合の耐温性を調べた。

実験(2) 1956年2月28日～3月10日, 09.30採集(現場水温7.4°C) 10.20田内式恒温槽に入れ8°Cに保ち11.00より(1)と同様の管瓶 No. 1～11にそれぞれ3尾宛(No. 4のみ2尾)入れ, No. 11は室温放置, 他は恒温槽の各仕切をそれぞれ一定水温に保ち毎日各仕切に入れ換え, Fig. 51に示す様な温度変化を与えた。開始時の水温は No. 1～6が9.2°C, No. 7～10が8.4°C, No. 11は8.0°Cであった。2日毎に換水し3月3, 5日に給餌。結果を Table. 26(実験2)に示す。

生存時間・游泳時間の最短のものは No. 9で, No. 5, 1がこれに次ぐ。この両者は共に温度変化が少なく且急激な変化にも遭遇していない。No. 1, 2は変異の中は10～11°Cあるが各回の温度変化は±2°Cで+の変化の回数の方が遙かに多く生存・游泳時間の点では No. 5, 9に次いで悪い。No. 7, 8, 10は昇温のみで余り急激な変化には数多く遭遇していないが, 生存・游泳時間の長短では中位にある。生存・游泳時間の長いものは温度変化の中が9～8°C, 1回の変化が±6～7°Cの No. 3, 4と, 巾が14°Cで1回の変化が+7°CのNo. 6がある。実験期間中の現場水温は6～8°Cで開始時の水温は8°Cであるが期間を通じこれより11～14°C高い20°C前後の高温に遭遇した No. 6, 7, 8, 10は高温のために時間が短くなったということではなく, No. 7の1個体は20°Cになってからも尚5日間泳いでいた。これ等はかかる高温に到るまでに途中の段階に1～2日づつおかれており, 実験(1)のNo. 8の如く最初から+8°Cの急変を受けたようなことはない。従って高温に馴らし乍ら昇温させて行けば棲息水温より15°Cも高温でも実験期間の範囲内では悪影響はなかったことになる。

これらの結果を考察すると, ①温度変化の少ないものは早く弱る。②繰返して急激な温度変化(±7°C)に遭遇させたものは結果が良い。③徐々に馴らせば棲息水温より>10°Cの高温でも悪影響はない。等のことがわかった。

第三項 結 論

以上の諸実験結果を総合すると *S. crassa* C-type の成体は冬季の内湾に棲息するための適性として強度な耐温・耐塩分性を有することが実験的に証明されたことになり, 一般の低塩分性の plankton 同様飼育技術の面からみてむしろ容易な部類に属し, Chaetognatha の特性に対応して用水の清澄と攪拌に留意すれば, 極度の高温急変に遭遇せぬ限り水温・塩分の調節に特別に配慮することなく飼育しえ, 広範囲の水温・塩分の変化を避けられぬような bio-assay の験体として優れた性能を有していることがわかる。

第五節 泡状組織の変化に関する実験

第一項目 的^{※19)}

S. crassa の泡状組織が季節と共に変化する様子については第2章で詳述したが, 夏・秋に N-type から生れた個体が成長して I→C-type となって行くこと, および泡状組織の分布範囲の増大に対し水温低下が大きな役割を果していることの証明として

実験(1)……飼育個体が水温の低下と共にその泡状組織の分布範囲を増大させるか。

実験(2)……高水温で飼育した場合の増大が室温で飼育した場合の増大と比較してどの程度抑制されるか。の2項目に関して実験を行った。

既述の如く飼育した同一個体についての変化を追及して行くことは現在の飼育技術からは不可能であるが, 連日の採集個体について変化を調べただけでは同一群を追及していることの確証がない。この点飼育個体を用いて体長・熱度変化を追及したと同様にして type の変化を追及すれば, 少なくとも同一群に属するものの変化を知りうるわけで, 第2部冒頭で「間接的乍ら *S. crassa* 各 type が水温による多形現象であることを証明しえた」と述べたのはこの意味においてである。

第二項 方法および結果

※19) 第3節第3項で4月以後に生き残った飼育個体が C-type であったことを述べたが, これは単に C-type が生き残ったことを示すに止り, 泡状組織の増大を証明するものではない。

Table 27 The rearing experiments on the growth of collarette of *Sagitta crassa*.

Exp. 1	Date			Type composition %							No. of measured individuals	Note			
				N	I ₁	I ₂	I ₃	I ₄	I ₅	I ₆			I ₇	C	
(1) out-door round butt	'56	12	5	21	79							14	sampling after 26d.		
			12	25	100							2			
	'57	1	10								100	1			
			total of cult. period.				50							50	
(2) out-door round butt	'56	12	22	53	27					20		15	sampling after 68d.		
			25	50	42	8						12			
			26	37	50	13								16	
	'57	1	27	50	50							2			
			2			100						1			
			13								100	1			
total			48	44	12	3					3				
(3) out-door glass aquarium	'56	12	27	26	74							12	sampling after 63d.		
			29	33	56					11		9			
			30	56	33									9	
	'57	1	4	100								1			
			2	24							100	1			
total			43	38		5			5		9				
(4) in-door round butt	'57	1	7	47	16	16				16	5		19	sampling after 12d.	
			9	20	20						20	40	5		
			10	40	5		5				5	35	10		
			12		7		20				13	53	7		
			13	17			17	17				49			6
			14									50	50		2
			17									100			1
			18									100			1
			19									100			1
			total			19	6		10	2	6	39	18		
(5) out-door round butt	'57	1	19	60		4	8		12	8	8	25	sampling after 81d.		
			21	36	4	12	16			32		25			
			22	43			25			6	13	13		16	
			23	33			67							3	
			24	100										2	
			25								50	50		2	
			26									100		3	
			27								100			2	
			28								67	33		3	
			29								50	50		2	
			30					100						1	
			31				50				50			2	
			2	7								100		1	
			8									100		1	
			11									100		1	
			18									100		1	
			20									100		1	
4	11								100	1					
total			28	2	6	16		2	25	21					

Table. 27 (continued)

Exp. 2	Date	Type composition %										No. of measured individuals	Note	
		N	I ₁	I ₂	I ₃	I ₄	I ₅	I ₆	I ₇	C				
(I)	'56 12 26		92			8						13	sampling	
not heated	'56 12 28		80	10		10						10	after 13d.	
	29	27	36		27	10						11		
	31		25			75						4		
	'57 1 1				33	33			33			3		
40 individuals	2		50		50							2		
	6				100							1		
	8								100			1		
	total		9	46	3	19	19		6					
heated (Tauchi's)	'56 12 28		100									2	after 9d.	
	29					100						1		
	30					100						1		
8 ind.	'57 1 1					50			50			2		
	4								100			1		
	total		29		42				29					
(II)	'56 12 27	26	74									12	sampling	
not heated	'56 12 28	14	72			14						7	after 9d.	
	29	27	40		13				20			15		
	30		64		24				12			8		
	31				33			33	33			3		
	'57 1 1								100			1		
	2		16	17		50			17			6		
54 ind.	3								100			1		
	4					100						1		
	5								100			1		
	total	11	44	2	11	11		2	19	2				
heated (Tauchi's)	'56 12 28	25	75									4	after 3d.	
	29	17	66			17						6		
	30		50		50							2		
13 ind.	total	17	67		8	8								
(III)	'57 1 5		36	5	11	11	11	11	15			19	sampling	
not heated	'57 1 7		10			10		20	50	10		10	after 9d.	
	8		25			12		13	37	13		8		
heated	9			50		33		17				6		
	10		29					14	43	14		7		
61 ind.	12					75			25			4		
	13							50	50			2		
	14							50	50	50		2		
	total		13	8		18		15	36	10				
heated (Tauchi's)	'57 1 7					100						1		after 9d.
	8									100		1		
	9					20			80			5		
	10								100			1		
	12					100						2		
22 ind.	14		33			33			33			3		
	total		8			23	15		46	8				

Table. 27 (continued)

Exp. 2	Date	Type composition %									No. of measured individuals	Note		
		N	I ₁	I ₂	I ₃	I ₄	I ₅	I ₆	I ₇	C				
III(cont.) heated (Tauchi's) 16 ind.	'57 1	7	20						80		5	after 9d.		
		8	50					50		2				
		9		100						1				
		10		100						1				
		12							100	1				
14							50	50	2					
total			17	17				49	17					
(IV)	'57 1 28	11	41			11			16	21	19	sampling		
not heated 40 ind.		29						14	86		7	after 7d.		
		30	50					50		4				
		31	50					38	6	16				
		1	100							1				
		2	33			33		33		3				
3				33		33	33	3						
4						50	50	2						
total		3	31		3	3	3	49	8					
heated (heater) 20 ind.	'57 1 29	30	67	16		17			33	33	6	after 7d.		
		1	100						33		3			
		2						100		2				
		3						50	50	2				
		4		50				50		3				
total		22	6	6		6		43	17					
(V)	'57 2 4	12	36		4	8			20	20	25	sampling		
not heated 40 ind.	'57 2	5	28		14				58		7	after 15d.		
		6	40		20	20			20		5			
		7	38	25				12		25	8			
		11	17	17		17			32	17	6			
		12				33		33		33	3			
		17							100		2			
		19							100		1			
		total		36	9	6	9		6	22	22			
		heated (heater) 40 ind.	'57 2	5	9	27					55		9	11
6	11			22		11			56		9			
7									100		1			
8				33		67					3			
11											(4)			
12								100			1			
13									100		1			
total				8	23		4	8		4	49	4		

Table. 27 (continued)

Exp. 2	Date			Type composition %							No. of measured individuals	Note		
				N	I ₁	I ₂	I ₃	I ₄	I ₅	I ₆			I ₇	C
(VI) not heated 46 ind.	'57	2	21	4		4	4		17	50	21	24	sampling 1 ind. not measured not meas. after 31d.	
			22		6					17	38	33		18
			23	6							50	25		8
			24	12							17	83		6
			25								100			2
			26								33	67		3
			27									100		1
			28								100			1
			2									100		1
			4									100		1
			5											(1)
			7									100		2
			20	100										1
total			7	2				7	37	49				
heated (heater) 62 ind.	'57	2	14	4	12		4		4	40	36	25	sampling 1 ind. not meas. 2 ind. not meas. not meas. 1 ind. not meas. not meas. after 34d.	
			15	6		7				53	27	15		
			16				14				72	14		14
			17			11				11	45	22		9
			18									33		3
			19								33			3
			20									100		2
			21											(1)
			22								100			1
			23								100			1
			24									50		2
			26											(1)
			3									100		1
19									100	1				
total			2		4	6		2	59	29				

実験(1)については各種の飼育例について第3節第2項と同様に弱った個体を取上げて測定し、実験(2)については室温放置と加温（田内式恒温槽および熱帯魚飼育用ヒーター）を併行して行い(1)と同様に測定した。加温の場合は前節で述べた如く徐々に馴らせば棲息水温より $>10^{\circ}\text{C}$ の高温でも飼育するという結果に基づいて最初の日は棲息水温と余り変らぬ水温とし徐々に上昇させた。分布範囲の表示は第2章の通り。えられた結果を Table. 27 に、期間中の水温変化を Fig. 52 に示す。

増大の順序は第2章第2節第3項で述べた自然界での増大の順序と一致している。実験(1)の結果が示す如く、開始時に N, I-types のみのものでも C や C に近い I-type を含むものでも、いずれも途中の変化および飼育期間中の通計を開始時と比較したものの双方で時と共に分布範囲が増大して C-type となる。一般に室内飼育は屋外飼育に比べて水温が $2\sim4^{\circ}\text{C}$ 高いが水温変化の傾向は同様で12月中旬の $5\sim7^{\circ}\text{C}$ から2月中旬の最低値 $2\sim3^{\circ}\text{C}$ を経て3月下旬 10°C 前後、4月中旬 15°C となるが、この間低下を続けるのみではなく、また棲息海域の水温も同様な変化をする。従って泡状組織は水温低下と平行して増大するのではなく、最初の放養を行った12月下旬の棲息水温が C-type の限界水温たる約 7°C を切っているため、一旦かかる低温を経験すると以後は時と共に泡状組織の増大が進行して行くものと考えられ、既述の水道部における増大状況とよく一致している。

実験(2)では (I~V) はすべて加温・非加温共同採集物をもって初めたが、(VI)のみは異った採集物を

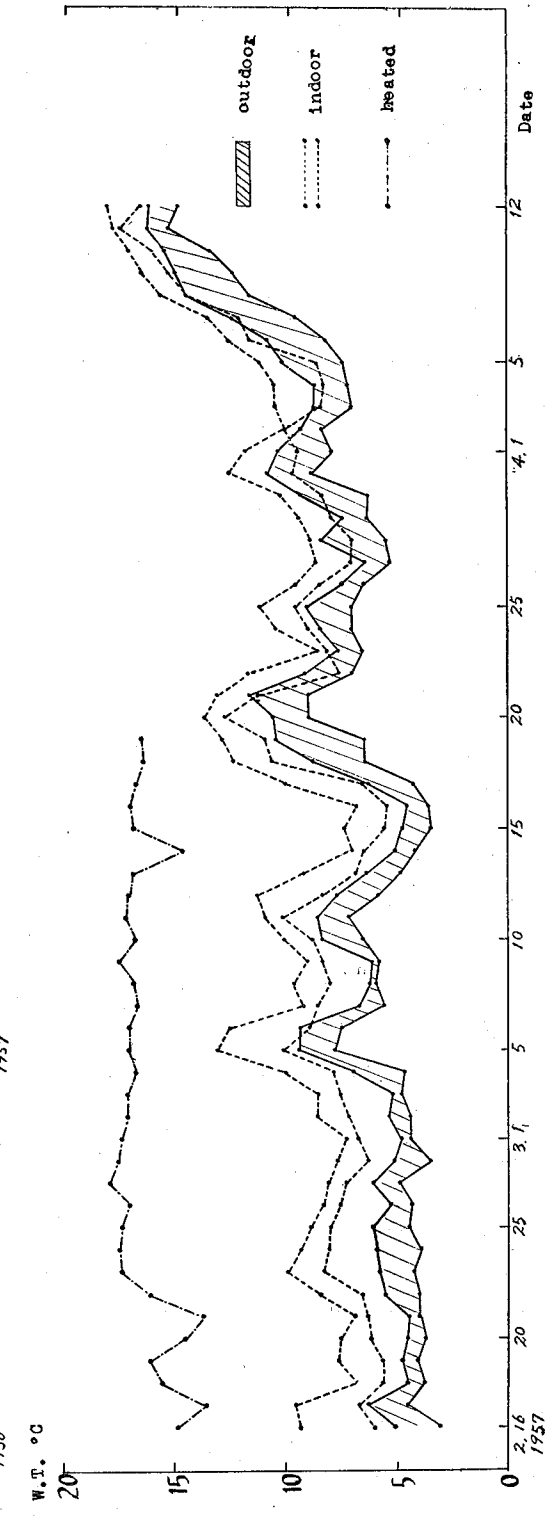
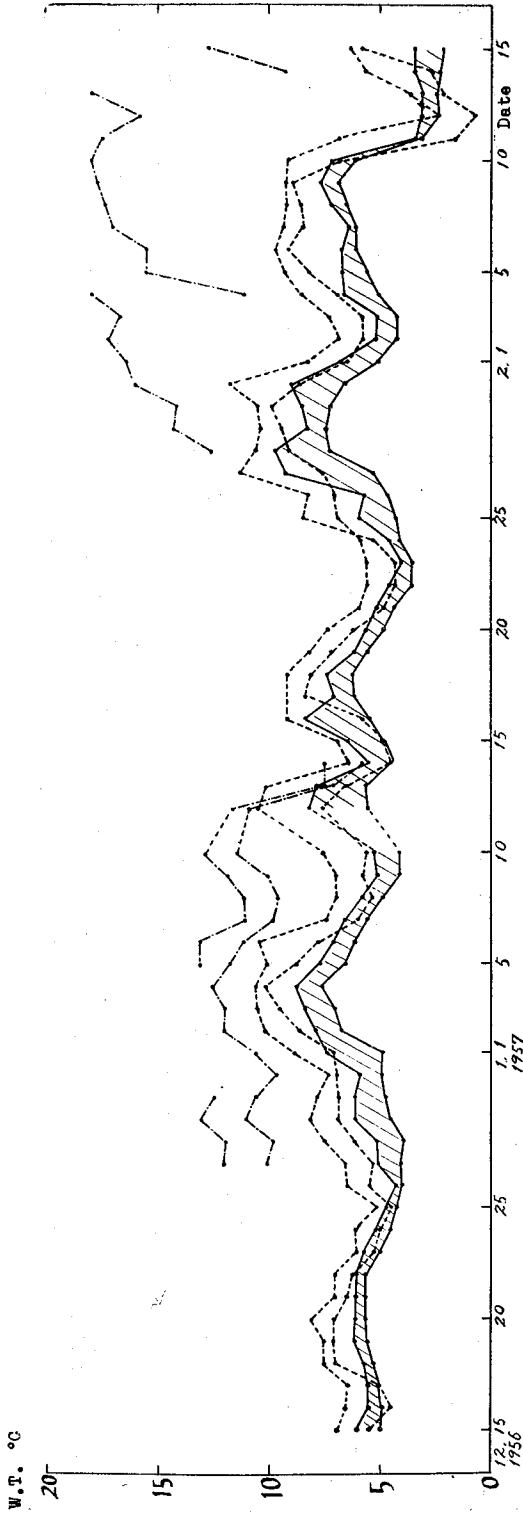


Fig. 52 The variation of the rearing water temperature during the experiment on the growth of collarette of *S. crassa*, Dec. 15, '56~Apr. 12, '57.

用いて異った日に始めた。但しこの場合でも type 組成は大体等しかった。(I~V) はいずれも短期間であったために開始時に比べて加温・非加温共増大しているが両者の差は明瞭でなく単にこの程度の加温をしても増大が進行することを示すに止まるが、(VI) では1ヶ月の長期にわたるため開始時と飼育中の通計とを比較すれば明らかに非加温の方が増大の程度が大であることが認められる。

増大速度は(I)では開始時 I_1, I_4 のみであったが6日目には加温・非加温共 I_7 が現われ、(II)では N, I_1 のみであったのが非加温では2日目に I_7 が、6日目に C-type が現われているのに対し、加温では3日目に I_4 が現わたに過ぎず(III)では開始時 C-type がなかったが非加温では2日目に、加温では3日目と7日目に C-type が現われている。勿論開始時に測定したものと同一個体を飼育したわけではないので、(III)の如きは開始時既に C-type が混入していたおそれもあるが、少くとも(I)の如きはそのおそれが極めて少ないと考えられる。従って各 type 間の変遷速度そのものは現実の速度を示すものではないとしても(第2章第2節第3項参照)、加温・非加温を比較した場合加温したものの方がこの速度がおそくなるといえよう。

第三項 結 論

上述の如く同一個体についてはなかったが同一群に属する個体の飼育中の変化を観察することにより、一旦限界温度以下の低水温に遭遇した *S. crassa* の成体は次第に泡状組織を増大させて行くこと、および高水温はこの速度を抑制すること等がわかり *S. crassa* の3 types が水温による多形ではないかという仮説に対し或程度これを裏付けえたものと思われる。この仮説を完全に証明するためには完全飼育を行って飼育水温を選定することにより、N-type より生れた個体が低温では成長して I~C-types となり、I, C-types より生れた個体が高温では N-type になること、および夫々の逆の水温の場合は親の type となること等が立証される必要があるが、これは将来の飼育技術の進歩にまたねばならぬ。但しここに述べた実験の事実のみでもこれを第2章で述べた自然状態における type の変遷と併せて考えるとき、水温多形説は否定し難いものではないかと考えられる。

第六節 幼体の飼育

第一項 概 説

産卵直前の個体を飼育して産卵させたものを採卵し孵化させることは容易で詳細は次章に述べる。孵化したものは口器が発達して肛門を生ずるようになってから採餌し始めるが、1957年2月19日に採集した体長2.0m. m. の幼体を検鏡すると(PL. 13-1)に示す如く腸内で粒状の内容物が流動しており、これは主として Protozoa より成るものと推定され自然状態では採餌開始直後の幼体は恐らく Flagellata e. t. c. の小型原生動物を捕食するものと考えられる。Table. 21に net 採集の4~6m. m. の幼体の飼育例を4例示したが、この位の体長のものは小型 Copepoda を捕食し得るので飼育は成体同様に行いながら、これ以前の期間の飼育は Table. 28 に示す如く20日間以上は困難で、いずれも小型 Copepoda を捕食し得る迄に成長させることが出来なかった。孵化直後の幼体の飼育は用水の清澄と適度の攪拌に留意すれば成体に較べて特に困難な

Table. 28 The rearings of *Sagitta crassa* for three weeks after the hatch.

W. T.	Sampling of egg			Hatch		Rearing period days	Container glass	W. T. °C
	Date	No. of egg		Date	indiv.			
Room temp.	'56 2 2	13		'56 2 6		21	1 L. cylinder	3~11
	2 14	12		2 17		15	100c. c. tube	3~11
	2 15	80		2 20		19	250. c. c beaker	4~11
Heated (incubator)	2 26	120		3 1	ca. 100	21	dia. 12c. m. disk	6~15
	2 28	50		3 3	20	19	"	6~15
	2 29	150		3 4	150	20	"	6~15

点はなく、問題は餌料に存すると思われ、第3項で述べるような各種の餌料を試用したが未だに満足すべき成果を得ていない。一般に魚類・甲殻類等では自然および飼育状態共に larval stage のある時期における歩減りが甚しいことはよく知られており、特に自然界にあってはこの期における食害や環境変化による減耗は産業上重大問題となっているが、魚類の如く産卵数が莫大であるものとは異り Chaetognatha は産卵数が少く、且成体が魚類等の餌料として大いに利用されているにも拘らず群として安定している点を考えると、魚類等にみられるような larval stage における大減耗はないものと思われる。また環境変動に対する適応性も他種のものの larva に比較すれば強くて、餌料も豊富であると思われるが、飼育に際しては Copepoda を採餌しうようになる迄の期間を如何なる餌をどういふ順序で与えて過ぎさせるか、更に出来うれば入手の容易な単一餌料を以てこの期間を飼い上げるかが今後に残された問題であろう。

第二項 孵化後の飼育記録

孵化後10日間位迄は特に注意しなくても殆んど死ぬようなことはない。例えば '56年4月6日に10尾孵化したものを定性濾紙で濾過した海水30c. c. を入れた深さ3c. m., 径6c. m. のシャーレに収容し、室温に放置し止水式として時々少量の換水を行い Protozoa を与えた処、12日には体長1.2m. m. となり13日9尾、14日7尾、15日2尾、18日1尾がそれぞれ生存し、19日にすべて死亡した。その他の例でも孵化後10日間前後迄は大量死亡はおきない。飼育密度は直径12c. m., 高さ3c. m. のシャーレに水量100c. c. 程度で100尾前後収容した例が多かった。Table. 28 に孵化後20日間前後生存した例を示す。いずれも止水で時々半量ずつ水換えをし餌は培養した *Monas* を与えた。

第三項 餌 料

既述の如く成功した例がなく、種類・方法等につき結論を述べないで、使用した種類とその結果を示すに止める。無生物としてはゆでた鶏卵黄、魚血液、介煮汁等を試みたが卵黄は粒が大きすぎ且沈降するので全く不適當である。血球・膠質物質等は飼育容器に入れば水を悪化させるし給餌の度に容器を変えることは幼体を弱らせるので不可。採集した Copepoda の卵およびそれを孵化させてえた Nauplius, Rotifera を試みたがこれらは *Sagitta* の適当な発育段階においてのみ初めて利用しうるものと考えられ、これらのみでは成功しなかった。培養したものとしては *Navicula*, *Monas*, *Flagellata*(2 μ), *Ciliata*(40 μ)^{※20)} を試みたが Diatom は採集した幼体の胃の内容物の中にも検出されず、(PL. 13)に示す幼体の食道の大きさ等から考えても自然界では余り利用されず、専ら小型 Protozoa によっているのではないかと思われる。*Monas*, *Flagellata* は採餌開始直後の幼体がこれ等を捕食することを検鏡により確めえた。試みた範囲内では *Monas* および *Flagellata*, *Ciliata* の混合物を与えた場合が最も良かった。

結局採餌開始直後は培養の容易な *Monas*, *Flagellata* 等の小型 Protozoa を与え、次第に大型の *Ciliata* に切換え更に *Rotifera*, *Nauplius* を経て小型 Copepoda に到るのが最良ではないかと考えられる。

第四章 養生および成長

第一節 産 卵

第一項 産 卵 過 程

1955年2月25日15.00採集した C-type の完熟個体5尾を濾過海水を満たした丸バットに放養し(水温17°C)た処、丸2日後にその内の1尾が(PL. 4)に示すような排卵直前状態となった。(体長15.0m. m., 卵巢長2.0+2.3m. m., 輸卵管内の卵粒数8+10)卵巢内の完熟卵径は150 μ , 輸卵管内では径約250 μ 高さ約100 μ の円筒形(輸卵管の前後の部分のものは円錐形)である。間もなく排卵を開始したが3粒目が排卵された瞬間を(PL. 7)に示す。排卵時の輸卵管開口部が明瞭に認められる。産卵された直後の卵粒は第1次卵膜の径が250 μ でその周囲に厚さ30 μ の間隙をもって第2(or第3)次卵膜が形成され、^{※21)} 外径300 μ で体表に附着し

※20) *Flagellata*, *Ciliata* は東大大島研究室の御好意により分与されたものでここに謝意を表する。

※21) *Doncaster* ('02)に依れば *S. bip.* の浮游卵はしっかりした透明な殻(第2 or 第3次卵膜)に被われ内液の入った腔所があり、この内に卵が浮んでいるが、*S. enf.* では腔所がなく密着しているという。

ている。約10分後には体から離れ両卵膜の相互位置は更に遠ざかり内径はやや収縮して外径は拡大して370 μ となるが以後孵化迄の間卵径は不変である。その他の例をあわせると卵径は320~400 μ となる。N-typeでは'55年7月8日09.30採集した完熟個体(体長6.9. m. m.)をシャーレに放養し(水温24~26°C)た処17.00排卵直前の状態となった。この個体は(PL. 3-1)に示したものであるが卵巣部を拡大して(PL. 8)に示す。翌日10.00には排卵しない内に死亡してしまった。輸卵管内には(4+5)ヶの卵粒があり、高さ150 μ 径170 μ の円筒形で両端の卵は円錐形であった。更に7月9日09.30に採集した7.5m. m.の排卵直前個体は(4+3)ヶの輸卵管内卵粒を有していたが7時間後4ヶ産卵して死んだ。(24~28°C)排卵直後は第1次卵膜の径170 μ 、周囲に20 μ の空隙をもって第2次卵膜が存在する。しばらくたつと卵径は外径320~390 μ 、内径170~200 μ となる。孵化迄卵径は変化しなかった。従って*S. crassa*の浮游卵は内外径共N-typeに比べてC-typeがやや大きいが外径350 μ 前後であるといえよう。

排卵時親は小刻みに体を震わせるがKCl溶液 e. t. c. による化学的刺戟や針の先で体を軽くつつく等の物理的刺戟によつても排卵時間を短縮させることが出来た。

第二項 産卵後の卵巣変化

既述の如く一旦輸卵管内の卵を排卵し終った個体は輸卵管壁が密着し完熟状態に戻るが、再び熟卵が輸卵管に入って排卵直前の状態となる。この間の変化を'56年2月6日09.30に採集した個体について観察した処次の如き経過を示した。(水温5~11°C)

月 日 時	卵巣内	貯精囊(両側)
2 7 早 曉	27ヶ産卵	
10.00	大粒卵なし	黒色
8 09.30	大粒卵なし	破れて精子塊を出す
9 10.50	11ヶ産卵	黒塊現わる
10 10.00	体やや不透明化	黒色
11 15.00	体不透明	黒色

即排卵後2日たつて完熟卵を生じ、輸卵管内には1日以上は卵が滞留していない。排卵と共に放精もし、貯精囊の完熟、放精も繰返される。

尚精子転送方法を知るために飼育成熟個体の観察を続けたが交尾等の動作を認めえなかった。体が完全に透明であるので観察のためには相当の光度が必要で、これが動物に刺戟となって転送動作を行うことを困難にしているのではないかと思われ、観察方法の研究が必要であると考えられる。

第二節 孵 化

第一項・発 生 経 過

*Sagitta*の卵は等黄卵で分割は全等割、胞胚は渦腔型である。既述の如くJohn('32)は*Spad. ceph.*で'30年夏及び'31年11月Plymouthで発生を研究したが、卵は直径約300 μ で、*Sagitta*の卵が浮游卵で卵黄粒が殆んどないのに対し*Spad.*の卵は沿岸生活に2次的に適應して他物附着性となり発生期間が延び卵黄を有するようになり微少な卵黄粒が細胞質内に均一に分布するようになったものであると述べている。さらに発生に関しては放卵は通例08.00~10.00に行われ孵化までに48時間を要するがその間の変化は2~3時間後胞胚期、7時間後囊胚期となるが以後変化は緩漫となり次のstageまでに原腸部に原始性細胞の分離、原腸腔の形成が行われるのみである。14時間後原腸腔の3つの部分が明瞭にみられるようになり性細胞は前部中央にあって両側に原腸壁の原基がある。16時間後に原口が完全に閉ぢ性細胞は分裂して4ヶとなる。24時間後に2つの襲の後端が附着して口は腸を包み中央部に狭い隙間を残した盲管となり、28時間後胚は成体と同じ層のものとなり、中胚葉は頭腔・軀幹腔に別れ、神経節細胞が形成される。35時間後頭を生子各系統を形成する細胞は分化を完了し、頭・軀幹・尾の3部が明瞭となる。やがて胚は卵膜内で動き出し48時間で孵化し、孵化直後は体長1,500 μ であると述べている。

1955年2月, 7月, '56年3月, '57年3月にC, N両typeについて発生経過を追及したが大要は次の通りである。まず排卵直前個体をシャーレに入れて産卵直後の卵を採集し, 顕微鏡下で孵化まで検鏡し途中適宜撮影・固定を行った。固定には Bouin, formalin 等を用いた。切片の観察については別報する予定で本報では生体観察・固定標本検鏡結果についてのべる。

(P L. 9₁₋₁₈) に '55年2月27~28日に行った C-type の発生実験の孵化までの各段階におけるものを, (P L. 10) に孵化直後の幼体を示す。水温 16.0~18.6°C; 使用した濾過海水は Cl. = 17.00 %であった。

1時間後に2細胞期(P L. 9₂), 1時間20分後4細胞期(P L. 9₃), 1時間45分後16細胞期(P L. 9₄)となり2時間後胞胚期で5時間半後には原口陥入が認められ(P L. 9₆), 19時間15分後に胚が動き出し(P L. 9₁₁), 23時間後には頭部, 尾部をしきりに動かし(P L. 9₁₂), 24時間半で頭部, 尾部が離れ(P L. 9₁₃), 24時間35分後第2次卵膜にひびが入り頭部は第1次卵膜を出た(P L. 9₁₄)。3分後尾部も第1次卵膜を出(P L. 9₁₅), 24時間40分後には尾部も第2次卵膜を出(P L. 9₁₆), さらに2分後体の後半部が出た。(P L. 9₁₇)はこの時の状態の脊面観, (P L. 9₁₈)は側面観である。かくして24時間47分後に孵化したが体長は700μであった。

同年7月23日に行った N-type では水温 26°C で産卵後35分で2細胞期, 40分後4細胞期, 1時間5分後8細胞期, 1時間半後16細胞期, 2時間後原口陥入が認められ13時間で孵化した。その他の例でも各stage毎の所要時間と温度の関係は大体上記の通りであった。

第二項・同一産卵卵粒の孵化所要時間

1955年3月4日09.35に採集したものが14.00に39粒排卵したがこれについて孵化所要時間の頻度分布を調べた。水温 13~16°C, 結果を Fig. 53に示す。孵化率82.5%で放卵後23~28.5時間内に孵化し, 27~27.5時間に52.5%が孵化している。

第三項・卵及び larva の耐塩分性実験

1955年3月11日~4月8日に各種の塩分の海水で孵化飼育した *S. crassa* の状況を調べた。10日15.00及び11日14.30に採集した排卵直前個体25尾から11日午後排卵されたものを排卵直後約150粒とり, 一まとめにして無作為に15粒づつにわけて, それぞれ次の如き各段階の塩分の海水に10分間ずつ漬けてから, 10~19.2%の11種に調製した濾過海水各30c.c.と共に高さ2.7c.m.径6c.m.のシャーレ11ヶに入れて, 12日01.00に19°Cの孵卵器に収容した。

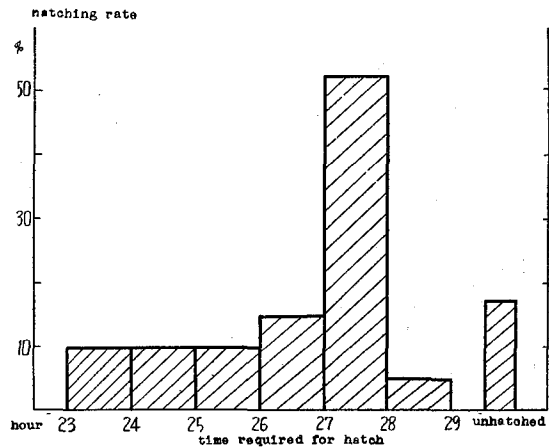
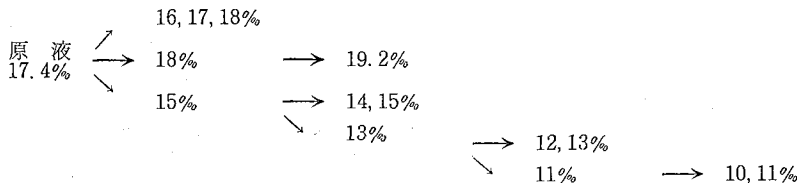


Fig. 53 Distribution of the time required for the hatch of *S. crassa*, Mar. '55 (13~16°C).



各種%の海水に移したとき卵膜分離は認められなかった。以後連日3分の1量づつ同温度同塩分の水で換水し孵化後は Copepoda 卵及び培養 *Navicula* を給餌した。

16日15.00に飼育水の塩分検定を行ったが次の如くであった。

標示値 %	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
検定値 %	9.97	11.02	12.20	12.94	14.00	15.00	15.88	16.91	18.07	18.86	19.70

a) 孵 化

10. 11 %…Protozoaがつき分割進まず、瓢箪形の奇形が現われた。孵卵器収容後48時間たっても孵化しなかった。

12 %…収容後20時間たって2尾孵化したが間もなく死亡、35時間後3尾孵化したが器底に横たわり元気がなく50時間後死んだ。

13~20%…20時間前後で半数以上が孵化した。

b) 幼体生存日数

各塩分区分の最長生存日数は次の通りであった。

塩分区分 %	12	13	14	15	16	17	18	19	20
孵化後生存日数	1	6	9	6	11	7	15	8	7

最長日数の18%は4尾孵化した内2日後に1尾のみ元気な個体が残し、10日後に体が彎曲したが元気はよかった。15日後には針で押しても反応せず死んだものと判定した。

以上の如く Cl. <11%では孵化せず、12%では軽うじて孵化するが発育せず、13~20%では正常な孵化成育を行う。第3章第4節で述べた如く成体は臨界塩素量が5%で、7~20%では放卵し、>9%には強い適応性をもっているのに対し、卵及び larva の適塩素量下限は13%である。高塩分域では20%のものは19~34時間で11尾孵化し、幼体は体が彎曲したが放卵後6日目まで元気に泳ぎ、孵化後7日間生存した。(この時の塩分検定では Cl. =19.92%)即ち低塩分海域に強い適応性をもつと思われる C-type ですら20%までの耐塩分性を示す。従って一般に *S. crassa* の適塩素量は13~20%で17~18%が最適域といえよう。

第四項・環境による孵化所要時間の変化

(1) 水温・塩分を変化させた場合の孵化所要時間を知るために'55年3月22日~4月5日に実験を行った。放卵時刻を確認した卵を2~3ヶ宛径6c. m. のシャーレに各種塩分の濾過海水約100c. c. と共に入れ恒温槽・孵卵器に収容して各種定温(±0.5°C以内)に保ち測定した。

Table. 29に各区の最短所要時間及び使用海水の塩素量を示す。Cl. =16~18%ではすべての温度で、W. T. =22.5~17.5°Cではすべての塩分で孵化する。また各温度における最短時間は大体 Cl. =16~18%のものに出る。11%は軽うじて22.5, 20.0, 17.5°Cのものが孵化したが所要時間は他の塩素量のものに比し飛びはなれて長い。各温度(θ °C)毎の最短時間(T時間)をとると $7.5 < \theta < 25.0$ では $T = 2,400\theta^{-1.6}$ となり $\theta > 25$ では $T = 15$ で一定となる。

即ち *S. crassa* は瀬戸内海内湾部の最高水温である30°Cまでは Cl. =15~20%で孵化が可能で>25°Cでは15~16時間という最短所要時間を示す。また最低水温である7°Cまでは Cl. =16~19%で約90時間で孵化する。従って瀬戸内海における孵化所要時間は冬季孵化群で50~80時間、夏季群で15~16時間、秋季群で18~25時間と考えられる。

(2) 現場海水による各温度の孵化所要時間

C-typeの孵化所要時間を詳しく知るために現場海水を用いて'56年3月5日~10日に実験を行った。支所前の定時観測値では3月1日~5日の塩素量は18.05~18.26%を示していた。3月5日15.00に採集した排卵直前個体から16.10~17.20の間に放卵したものを(1)と同じシャーレに5粒宛とり現場海水(Cl. =18.2%)を入れて田内式恒温槽の各仕切に入れた。

Table. 30に結果を示すが、 $T = 3,760\theta^{-1.75}$ なる式が成立し前回の18%と大体同一の曲線になる。

この結果から笠岡湾で冬季に *S. crassa* の各水温による孵化所要時間は13°Cで2日間、10°Cで3日間、8°Cで4日間、7°Cで5日間を要するものと推定しうる。

Table. 29 Times required for the hatch of *Sagitta crassa* according to the variations of water temperature and chlorinity. Mar. 22~Apr. 5, 1955. note: datum in parentheses referred from other series

W.T. °C	30.0	27.5	25.0	22.5	20.0	17.5	15.0	12.5	10.0	7.5				
11	not-formed after 29.0 hours	head&tail not became clear after 26.5 hours	not hatched after 26.0 hours	(25.0)	(23.0)	34.0	not formed after 45.5 hours	uncleaved after 30.0 hrs.	not formed after 90.0 hours	not hatched after 134.0 hours				
12				21.0	20.5	30.5	(34.5)	51.5						
13				19.0	20.0	25.0	32.0	51.5						
14				16.0	20.5	18.5	23.5	29.5	49.5		75.5			
15				17.5	17.5	20.0	25.0	29.5	50.0		73 ± 1	89.0		
16				15.0	(16.5)	15.0	16.0	18.5	25.0		27.5	45.5	73 ± 1	87.5
17				15.0	15.5	16.0	16.0	18.5	25.5		28.5	46.5	(79.0)	not hatched after 134.0 hrs.
18				16.0	14.5	16.0	18.0	19.5	26.0		(30.0)	46.5	64.5	88.5
19				16.0	(17.0)	not hatched after 26.0 hours	18.0	20.0	26.5		35.0	49.0	69.0	
20				17.0	same as 11%		16.0	20.5	26.0		same as 11%	50.0	75 ± 1	same as 18%
No. of exps.	2	3	1	3	2	1	2	1	1	1				

Titrated chlorinities of rearing water

Cl. (indicated) %		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
30.0	27.5	15.0	7.5	10.98	11.96	13.09	14.09	15.01	16.10	17.07	18.10	19.05	20.02
20.0	17.5	12.5	10.0	"	"	"	"	"	17.05	18.03	19.04	20.01	
25.0	22.5			11.10	12.01	13.04	14.04	15.02	16.03	16.95	18.03	19.04	20.01

Table. 30 Times required for the hatch of *Sagitta crassa* according to the variation of water temperature, Mar. 5~10, 1956.

W. T. °C	18.2	16.9	16.2	15.4	13.8	12.3	10.8	9.3	7.3
Breadth of W. T. °C	± 0.6	± 0.5	± 0.3	± 0.4	± 0.4	± 0.4	± 0.6	± 0.5	± 1.1
Time required hatch	23.0	28.5	32.0	33.0	37.5	53.0	65.0	78.0	113.0
No. of eggs	6	5	5	2	6	5	6	5	5
No. of hatched individuals	6 ①	1	1	2	6 ②	2	6	3	2

notes ① { 5 eggs required 23 hours
 ② { 1 " 28.5 "
 5 " 37.5 "
 1 " 45.5 "

第三節 幼体の成長

第一項・他種の例

Doncaster ('02) は 1900 年 11~12 月に Naples 湾で採集した *S. enflata* から採卵したものを孵化せしめ、換水式で 15 日間生かし(水温 16.5~18.5°C)その間の成育状況を調べた。孵化第 1 日は体長 1 m. m. で水の表面にじっとして浮いているが水を交ぜると急に泳ぐ。*S. bipunctata* では尾鰭のみが存在するが *S. enflata* では水平鰭の形成が始まっており尾鰭とつながっている。4 ケの性原細胞は体の中央脊面で内胚葉性隔壁と密着して中胚葉内に埋っている。第 3 日は鰭の形が整い長い鰭条が等間隔に現われ、筋肉帯は成体と同様に横の条線がみえる。第 4 日になると形に急激な変化を生じ成体に似てくる。頭部中胚葉内に腔所を生じ口腔が外部と通じる。頭被原基が形成されその下に 4~5 本の小顎毛ができ、眼が生じる。体両側に腔所を生じ食道原基が現われる。腹神経節は縮少し鰭は生殖細胞部を超えて伸長する。尾鰭、側鰭が分離し体腔が再び生じる。体中央に 2 ケ宛 2 列に並んでいた生殖細胞が数時間かかってゆっくり体腔を横切って体壁に移動する。尾部横隔膜が形成されるがこれを以て *lavra* と *young* の境としている。以後第 8~9 日目に肛門、繊毛環原基を生じ腹神経節は縮少して体長の 2 分の 1 となるが 12 日目まで歯は生じない。飼育しえたのはこの頃まででこれより後のものは採集標本によっている。その最小体長は 2 m. m. でこれは 1 対の前鰭をもっていたが雌雄生殖器とも生殖管の根跡もなかった。

John ('32) は既述の如く Plymouth で夏季及び 10 月に *Spad. cephaloptera* を孵化飼育したが、期間は最長 15 日間であった。*S. enflata* との主な差は *Spad.* では孵化直後の *larva* は器底に沈み前端部で吸着して休止していることである。繊毛環原基は既に第 1 日から頭部脊面外皮内にみられるが、第 4 日には明らかに認められるようになる。第 5 日に食道に空所が出来また眼が現われる。第 7 日に大変化が起き肛門が出来体形は成体に似てくる。第 15 日に尾部横隔膜を生じ *young* となるが、本種では特に頭部吸着管と脊面吸着細胞が消滅し、尾部腹面前端に吸着細胞が発達してくることも *larva* と *young* の境として利用しうる。顎毛が揃い前歯は発達し小型の Copepoda を捕食するようになる。この他性原細胞及び横隔膜の出来方につき Doncaster との異同を詳しく論じている。John の報文には明確な水温の記載がなく成育速度は *S. enflata* と比較しえないが各種の点において *Sagitta* と *Spadella* の生態の差に関連した成育状況の差が認められる。

第二項・飼育個体による観察

(1) C-type 1956 年 3~4 月に採卵し水温 20°C、塩素量 18.3% で孵化させたものを室温で飼育し、各 stage 毎に formalin で固定した保存標本を鏡撮影した。保存が長期(1 ケ年)に及んだので体長等の収縮は免れないと思われるが、体長は孵化直後 900 μ, 1~3 日後 1,200 μ, 5 日後 1,300 μ で、9 日後までの測定結果では 6~9 日間には目立った体長増加はみられなかった。(P.L. 11₁~16) に写真及びスケッチを示す。各 stage の状態は以下に記する通りである。

孵化後	孵化月日	飼育水温 C	図版 P.L.		
4 時間	3 月 9 日	12~14	11.1		
1 日	4.5	9~12	11.2	} 尾鰭鰭条・尾腔正中線明瞭 } 歯及び顎毛なし	
			11.3		尾部拡大
2 日	"	"	11.4	} 腹神経節明瞭、側鰭鰭条やや明瞭高倍率 } では尾部横隔膜及び顎毛(4 本?)見える	
3 日	4.6	9~12	11.5		
			11.6	} 顎毛 5 本、尾部横隔膜明瞭、鰭条明瞭、性 } 原細胞は体側に移動	
			11.7		尾部横隔膜附近拡大
			11.7		頭部側面拡大
4 日	4.5	8~12	11.8	} 尾部横隔膜附近の体壁がふくれこの辺り } の鰭条が著しく目立って見える、 } 尾部比率縮少 } 性原細胞明瞭、腸管末端部見える } 顎毛 5 本頭被みえる。眼色素現わる	
			11.9		尾部横隔膜附近拡大
			11.10		頭部脊面拡大

5日	4・5	8~13	11-11 Congo red 染色（以下同様）	} 纖毛環みえ出す※22) 顎毛5本、貯精嚢現わる、これは体側で 頭から体長の $\frac{1}{4}$ の個所をふくらみの中心 としている、このやや後方で側鰭と尾鰭 が別れる。尾部比率26% 纖毛環は顆粒の集りで同心円状に並ぶ。
			11-12 纖毛環拡大	
7日	4・5	7~13	11-13 腹面	} 貯精嚢の表皮肥厚が著しく鰭条を欠く 6本目の顎毛が生え出す 後歯らしきもの3本をみとめる
			11-14 頭部腹面拡大	
9日	4・5	5~13	11-15 腹面	} 顎毛の6本目は他の半分の長さ、 尾部体表によく染まる点が多数ある。
			11-16 頭部腹面拡大	

前述の *S. enflata* に較べ飼育水温が6~9°C 低いにも拘わらずすべての点で成長が早く、特に尾部横隔膜は3日目に入る頃既に見え出し Doncaster の定義に従えば larva の期間は孵化後2日間で以後 young に入ることになる。肛門が何時開いたかは明瞭でなかったが恐らく4日後 (P.L. 11-9) のときではないかと思われる。

孵化後の体長を生体で測定した例としては '55年3月3日に孵化し、水温8~16°C で飼育したものを連日測定した例があるが、同一個体についてはないこと、及び餌料の不相当等の原因で標準値とはいえないが、4~10日後までの間は1,400 μ 前後で増加の傾向は認められなかった。

(2) N-type. 夏季の N-type の larva 及び young について '57年7月14日採集したものから採卵し15日孵化させて飼育した (水温30°C) 例があるが高温のため飼育困難で孵化後4日間で死亡した。生体について観察した結果は孵化直後は体長800 μ で1日後顎毛は5本、尾鰭及び側鰭を有し2日後体長930 μ 、眼点が明瞭となり3日後1,030 μ となって肛門を生じた。C-type に比べて体長は小さいが (孵化直後の体長は両 type とも余り変らぬ) 成育速度は早い。

第三項 採集幼体の観察

'57年2月14日 (水温5.7°C), \otimes net で採集した体長4.0m. m. の幼体を (P.L. 12-1) に示す。顎毛9, 前歯2, 後歯5, 泡状組織は頭部のみ (N-type), 尾部比率27% 卵巣長0.3m. m. であった。(P.L. 12-2) に顎毛, 前後歯の拡大図を示す。歯の最長ものは長さ40 μ , 径7 μ である。同じく2月19日 (水温6.2°C) に採集した体長2.4m. m. のものは尾部比率26%で (P.L. 13-1) に示す尾部横隔膜附近の拡大図の如く原始生殖細胞は極めて小さくて約20 μ にすぎない。腸管末端部では内容物が流動していた。(P.L. 13-2) の頭部拡大図では腸分岐及び泡状組織共に明瞭に認められる。頭部の状態からみて孵化後少くとも20日以上経たものと推定されるが、卵巣はまだ全然未発達である。同じく2月20日には (P.L. 14) に示す如き体長1,250 μ の larva を採集した。頭部、鰭条の有様から孵化後2~3日後のものと推定される。

夏季の孵化群の例としては同年6月4~6日 (水温20~21°C) に体長1,550~2,000 μ のものが数例あるが顎毛は殆んど全部が7本、前後歯は認められず纖毛環は円形であった。

以上から孵化後10日以後の成育状況を見ると顎毛が急速に本数を増し体長2m. m. を超える頃には既に成体の本数に近い8本となるが、前後歯は増加速度がおそい。(第2章第2節第4項参照) 卵巣は発育開始が遅く C-type では体長<4m. m., N-type では<2m. m. のものはすべて卵巣長比は<5%である。尾部比率は C-type では体長2.5m. m. 位で既に親と同程度の比率を示すものがある。纖毛環は孵化後数日で生じるが N-type で体長2m. m. 位までは未だ円形である。

第五章 生 態

第一節 垂直分布

一般に zoo-plankton は水中である特定の層に集る傾向がありこの層の深さは種類・成熟度・環境要因

*22) 4月18日に孵化したものでは4日後に (14~17°C) 既に纖毛環が明瞭で、下方の切れた馬蹄形をしていた。顎毛は6本で歯は認められなかった。

によって定められるとされているが、Chaetognatha の垂直分布について Russell ('33 b) は1926年4～7月 Plymouth 海域で体長7～8 m. m. 以上の*S. elegans*, *S. setosa* につき各層採集の結果から照度と分布層の関係を論じ、*S. elegans* は4～6月には深層にいて最多層は等照度面と共に上下し > 20 k. m. c. (= $\times 10^3$ lux) の光を避けるが、特に5～6月になって大型個体が多くなると成長につれて光を避け最多層は < 5 k. m. c となる。7～9月には10m以浅の > 20 k. m. c の処に多く、50k. m. c の照度の処にも分布する。これは *Calanus finmarchicus* でも同様の傾向がある。*S. setosa* は *S. elegans* よりいくらか浅い層にあり、7～8月は矢張り表層にくることを述べている。Moor ('55) は Florida 海流における *S. enflata*, *S. hexaptera*, *S. Lyra*, *S. bipunctata*, *S. serratodentata*, *S. minima*, *S. decipiens*, *Pt. draco*, *Kr. subtilis* の垂直分布が照度及び温度に左右されることを報告している。

笠岡湾口の@net設置採集による各層の結果をみると*S. crassa*でも層により数量・体長・熟度の差が明瞭に認められる。調査地点は湾口海溝部(> 20 m)のへりに当り水深10m侵入水塊の主力の出入する処であるが、4～7月が成層期で他の時期は水温・塩素量の上下の差は 0.5°C , 0.2% 以下にすぎない。採集は主として09.00～11.00に行われすべて上潮時乃至満潮時に当たっている。Fig. 54に各層の m^3 当りの個体数を示す。

採集回数52回中表層が最も多かったものが6回(5, 9月), 中層19回(主として4, 6, 8, 10, 11月), 底層27回で、表層が底層より多かったのは4回(4, 10, 11月でいづれも中層が最多), 表層が中層より多かったのは1回(7月, 底層が最多)である。各層の数量の大小の順位は天候とは特に関係が認められない。大体において底層ほど数量が多いが夏～秋には底層には少ない。4～11月はすべてN-typeで体長 < 8 m. m. であるが、5, 7月を除いては殆んど未熟個体である。Russell も言う如く未熟個体が光に対して成体より鈍感であるために成熟個体の多い他の月ほど底層に集中しないためと思われる。さらにこの頃の透明度が低く(8～9月2～3 m, 10～11月3～4 m) 冬～春の5 m前後の季節ほど底, 中層の照度の差が著しくないとすることも原因の一つと考えられる。(第3節第1項参照)

Fig. 55に各層毎の体長組織を示すが、一般に底へ行くほど長大部が多い。従って成熟度も底ほど成・完熟個体の比率が大きく表層に完熟個体がみられるのは殆んど3月のみである。既述の如く成層期は4～7月に限られているから水温、塩分が垂直分布を左右しているとは考えられない。結局水深10m前後の浅海にあっては少くとも日中における *S. crassa* の垂直分布を左右する主要因は体長、従って成熟度の相異による光に対する感受性の差であるといえよう。

第二節 水平分布

第一項・笠岡湾周辺

笠岡湾の海況は村上 ('54) の示す如く、本湾を構成する水塊は豊後水道系のものと考えられ、主として湾の主要開口部たる神島・箕島間(本湾の開口部をこの線と考えることについては後述)の中央部以東の中層以深を通して水島灘(備後灘北東部)より侵入する水塊に支配され、横島水道は主開口部の約4%の水量が出入するにすぎず、且つ転流時は3時間ずれる。湾内の海水は一潮でその約6～7割に当る量が出入する。湾内を西・中・東部の3水塊に分けて考えられるが湾西部には芦田川の影響をうけた独自の強い水塊があり、中央部は水島灘からの侵入水塊に強く支配され、東部には横島水道からの流入に幾分左右されるが侵入水塊の変形した水塊があり冬季西風の強い時は著しく混濁する。湾口・湾央・湾東・湾西部の順に所謂内湾性が強くなり湾全体としては黒潮勢力の季節的消長に影響されることが大きい。Chaetognatha の分布は前報(村上 '57 a) に示す如く出現種は *S. crassa* N, I, C-types (周年), *S. enflata* (9～12月) が主で、まれに *S. neglecta* (夏季), *S. bedoti* (8, 12月), *S. minima* (8月) が出現する。^{*23)} 数量は *S. crassa* が圧倒的に多い。一般に湾東部に少なく湾口・湾西部に多い。

1956年10月26日に湾央・湾東部の海況を調査したがこの時の湾口定点(上潮初期の終り)における8 m層の塩素量17.24%を侵入水塊として各海域の淡水混合比率を出し、観測時の潮相を考慮に入れ、さらに水温・塩分・流向・流速・濁り等の data から調査時の水塊流動を想定するとFig. 56の如くなる。実線は湾外

*23) *S. bedoti*, *S. minima* の出現については後述〔附〕参照

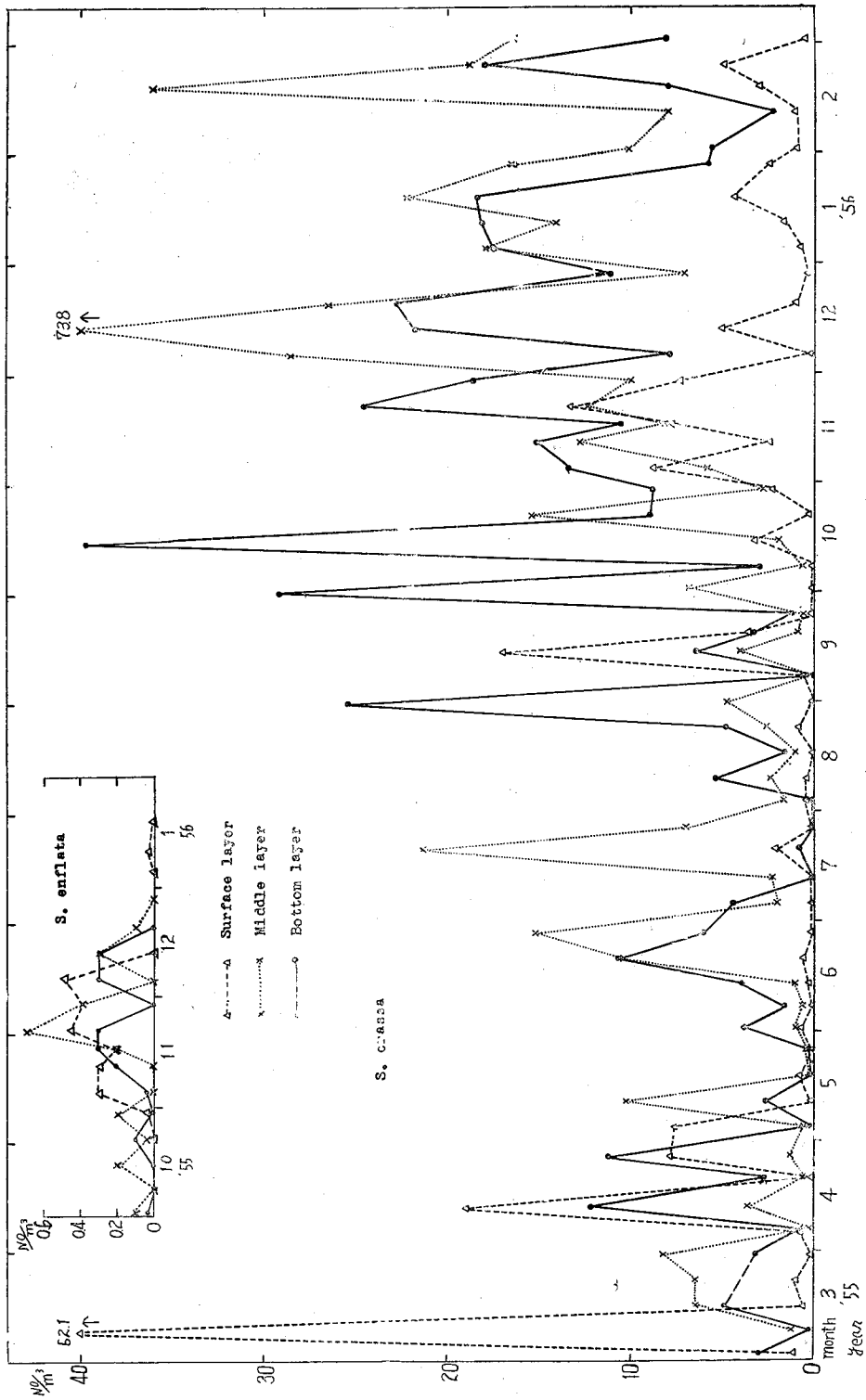


Fig. 54 Seasonal changes of the number of Chaetognaths sampled by ② nets in three layers at the mouth of Kasaoka bay, Mar. '55~Feb. '56.

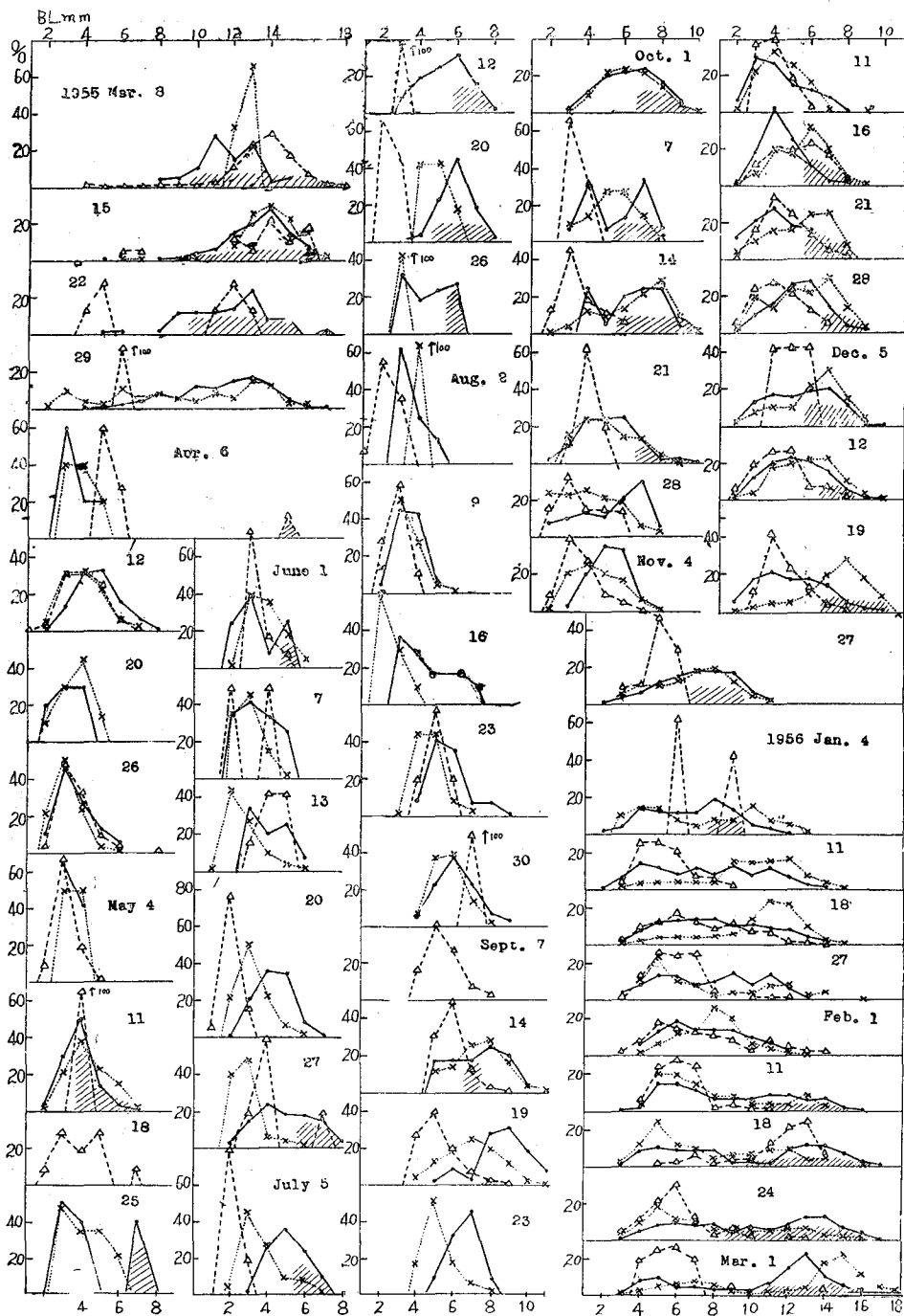


Fig. 55 Seasonal changes of size compositions of *S. crassa* sampled by ① net in three layers at the mouth of Kasaoka bay, Mar. '55~Mar. '56.

note: $\triangle \cdots \triangle$ surface layer
 $\times \cdots \times$ middle layer
 $\bullet \cdots \bullet$ bottom layer
 hatching denotes "full grown"

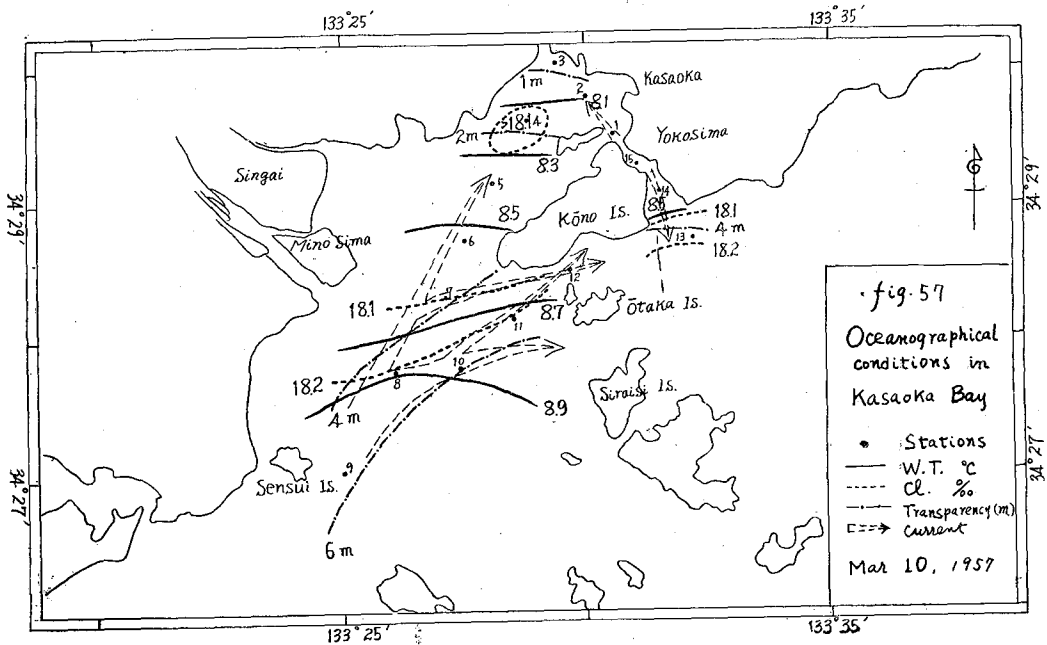
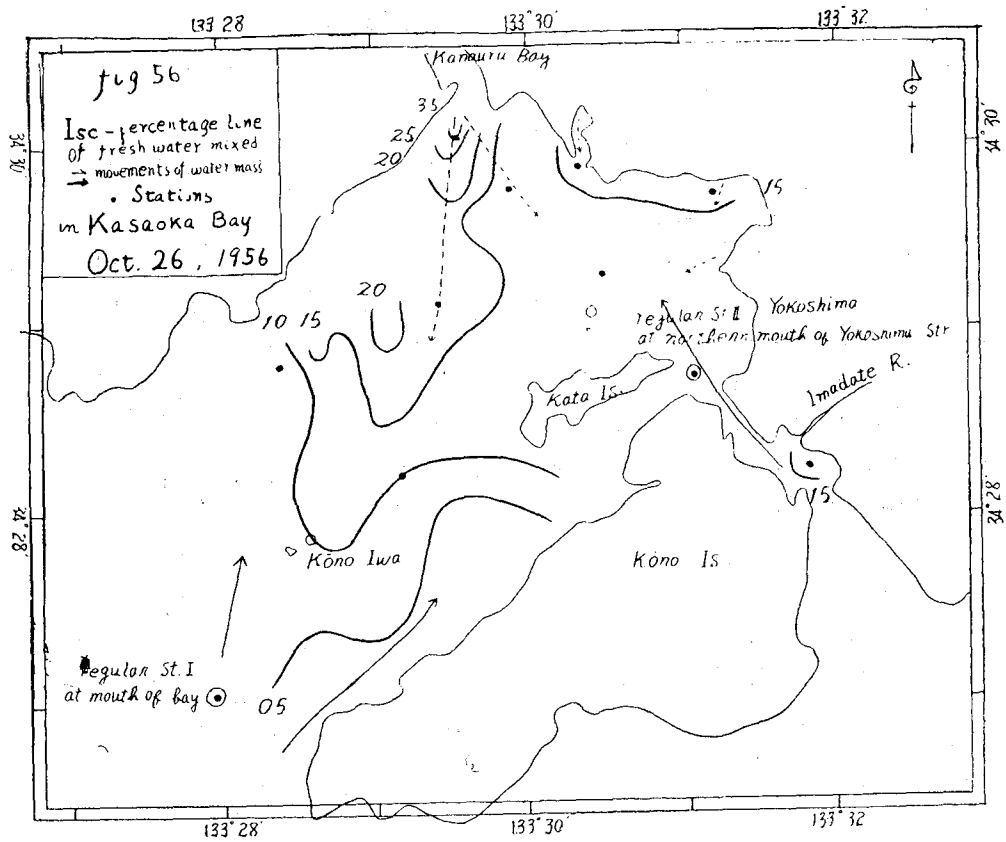


Table 31. Oceanographical conditions in Kasaoka bay, Mar. 10, 1957.

St.	Time	Tidal phase	Depth (m)	Water color	Transp. (m)	①net haul (min.)	<i>S. crassa</i>		other zoo-plankton		
							Sampl. ed No.	No. / min.	Copepo- da	No. / min.	others
1	1110~ 25	L-1.5	7.4	7.5	2.0	1.5	31	21	<i>Cent. ab.</i>	190	<i>Noctilu- ca</i>
2	1134~ 42	L-1.0	3.0	8	1.2	3	23	8	"	205	"
3	1148~ 56	L. T.	2.5	9	0.9	3	52	17	"	423	
4	1205~ 16	H-5.0	4.6	7.5	1.9	3	1216	405	"	383	
5	1227~ 36	H-5.0	6.0	8	2.9	1.5	800	532	"	196	
6	1249~1300	H-4.5	9.3	7	3.4	1	424	424	"	231	
7	1315~1330	H-4.0	9.3	7	3.3	1	19	19	<i>Acar. cl.</i>	326	
8	1343~ 53	H-3.5	11.1	7	4.3	1	13	13	<i>Cent. ab.</i>	367	
9	1412~ 27	H-3.0	16.5	6	5.9	1	1	1	"	93	
9'	"	"	"	"	"	3.5	1	0.3	"	45	
10	1448~1502	H-2.5	13.8	6	6.2	1	1	1	"	144	
11	1517~ 20	H-2.0	12.0	7	4.8	1	7	7	<i>Cal. sp.</i>	114	
12	1545~1611	H-1.5	29.0	6	4.5	1	38	38	"	169	
13	1629~ 40	H-1.0	11.3	7	4.8	1	50	50	<i>Cent. ab.</i>	210	
14	1649~ 59	H-0.5	5.0	8	2.0	1	42	42	"	243	<i>Noctilu- ca</i>
15	1710~ 23	H. T.	7.9	8	2.0	1	40	40	"	323	"

Note. { *Cent. ab.* : *Centropages abdominalis*

① { *Acar. cl.* : *Acartia clausi*

{ *Cal. sp.* : *Calanus sp.*

② Tidal phase(L-1.5):1.5 hours before Low Tide.

より侵入する高塩分水塊を、破線は湾奥より流出する低塩分水を示す。図に示した等混合比率線は表層の値であるが垂直的には湾口定点を除いては殆んど変化しない。過去2週間にわたって著しい降雨がなく、この水塊配置は湾中部(上潮初期)、湾東部(下潮末期)における秋の定常状態を示すものといえよう。

また'57年3月10日に笠岡湾内外15測点で *Chaetognatha* の分布調査を行った。Table 31 に海況要素及採集した zoo-plankton を示す。①net を30m/min. の速度で1~3分間斜曳網しているから表に示した曳網1分間当りの数量は No./m³ の4.5倍に当る。調査時の潮相は水道北口(St. 1)~金浦湾口(St. 3)は下潮末期、仙酔島(St. 9)までは上潮前半、以後上潮後半期に当る。Fig. 57 に測点及び海況の模式図を示す。湾外部では水島灘の水塊が東進し一部が北進して湾内に入る。湾東部は横島水道北流期に当り流入水塊が侵入水塊に押付けられている。横島水道は南流期に当り湾東部の水が流下している。

Chaetognatha はすべて *S. crassa* で、Table 32 に各測点毎の体長・type・熟度組成を示す。既述の如く3月初旬は横島水道(今回のSt. 15に当る)では殆んど C-type の完熟個体で最大体長は17m. m. に達し、湾口定点(今回の St. 6に当る)では C, I-types が半々で未・成・完熟が各3分の1ずつを占め最大体長は18m. m. を示す時期に当たっている。今回の分布をみると数量は湾央が最大で、湾口・湾奥に向かって減少し湾外部では湾内の10分の1以下に激減し、St. 9, 10では採集直後既に体が不透明で検鏡した処破損していた個体が

Table. 32 Size, type, maturity compositions of *Sagitta crassa* in Kasaoka bay. Mar. 10, 1957.

St.	Body length(m. m.) composition %																Type composition %							Maturity composition %			B.L. of spawning m. m.				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	N	I ₁	I ₂	I ₃	I ₄	I ₆	I ₇	C'	C		Imm-ature.	Ma-ature.	Spaw-ning.	
1					3	6	6	10	6	6	13	3	24	13	10		3	15		6			15	3	58	48	43	9	12~15		
2			4		4	13	17	17	36	9							13	31		4		26	22	4		100					
3			2	2	4	25	32	21	4	2	2	4		2			4	40	2	4		15	35			98	2				
4			1	2	1	tr	tr	tr	tr	2	5	27	29	19	9	4	1	4			1	3	26	19	47	6	52	42	11~17		
5					2	1	1	tr	1	1	7	11	25	28	15	7		3	tr		tr	tr	14	9	74	8	57	35	11~16		
6		1	2			2	1	2	3	2	6	18	36	17	8	2		6	7			4	14	30	4	35	13	78	9	11~14	
7		6	12	20	12	12	20	6	6	6								56					44			94		6	8		
8			8	23	30	8		8	15			8						62	8				15	15		100					
9									100														100			100					
9'						100																	100			100					
10							100											100								100					
11			14			14	44	14			14							71					29			72	14	14	11		
12			3	3	11	18	17	17	6	8	11		3	3				36	17	3			33	8	3	69	17	14	9~14		
13	2		2	2	9	15	11	22	17	8	2	4	4	2				21	4				61	7	7	65	28	7	8~12		
14			5	5		7	7	2	5	13	5	7	21	16	7			7	15				2	24	5	47	37	36	27	10~16	
15			2		5	5	2	2	5	5	5	18	26	8	15	2		2				3		23	10	62	26	68	6	12~15	

※24) 1尾ずつ(体長はそれぞれ9, 7 m. m. で共に I₆-typeの未熟個体)を得たのみで, St. 9 では再度3分半曳網してみたが6 m. m. の I₆-type の未熟な生体を1尾得たのみであった。第1部の data で水島灘のOK 1 では '54~'57年の3月には2尾/m³ ('57年のみ6.7尾/m³) 程度の *S. crassa* のみが出現 (I-type が大部分) しているに過ぎず, 一般に備後灘は12月に N, I 両 type の10尾/m³ 前後の出現を年間のmax. とする極めて *Chaetognatha* に乏しい海域であるが, 笠岡湾でも湾口以南は St. 7, 8, 11にみるようにm³当りに換算すれば2~3尾の N, I-types となり, 現にこの辺は *Chaetognatha* 出現状況からみて備後灘と一致している。一方湾内は既述の如く全年を通じて湾口・湾西部に多いが, 今回の調査でも湾の東部沿岸は少い。また湾西部は調査しなかったが恐らく湾中部程度の数量が存在することが予想される。

今, St. 1~6, 14, 15を湾内部, それ以外を湾外部とし '57年3月5~7日のOK 1, 7, 10を備後灘とし, それぞれの測点を合計して3者を比較すると次の如くなる。

※ 24) 使用 net は毎回少くとも3回ずつゆすいで sample をとり, なおもう1回ゆすぐようにしているから前の測点の採集物が残っている怖れは少ないと思われるが, 仮に残っていたとしても St. 8 から St. 9 までの時間は30分に過ぎず, 冬季この位の時間で濡れた net 地に附着した個体が不透明となることは考えられないから自然死した直後の個体を採集したのではないかと思われ, *Sagitta* の如く軟弱な体をもち死後分解の早いものでは大生産地のごく近くであり乍ら極めて存在量の少ないこれらの測点における採集の場合にのみ目に止り得るごくまれな現象例であるといえよう。

	数 量	最大体長	完熟体長下限	Type 組 成				熟度組成		
	No. / m ³	m. m.	m. m.	(N)	(I ₁ ~I ₃)	(I ₄ ~I ₇)	(C)	(未・成熟)	(完熟)	(排卵直前)
湾内部	42.5	17	10	3	3	30	64	11	60	29
湾外部	4.7	14	8	38	9	50	3	75	17	8
備後灘	3.5	14	10	33	52	5	10	57	38	5

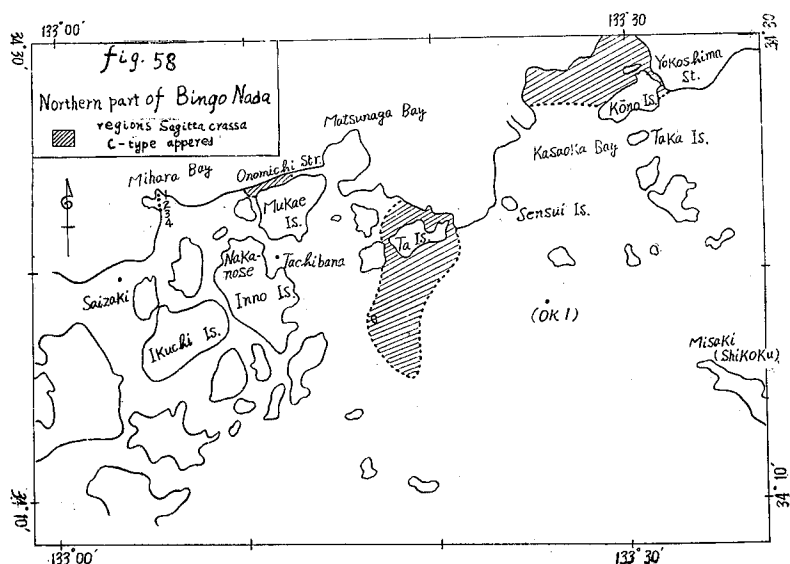
かくの如く種々の点で湾外部は備後灘と共通で湾内部はこの両者とは明らかに異なる。

即ち笠岡湾における *S. crassa* (特に C-type) は神島・箕島を結ぶ線以北の湾内東岸を除く海域で湾中央部を中心として生産され冬の増殖期における数量は湾口以南の備後灘の数十倍に達することすらある。また水温・塩分・水色・透明度等の分布からみても神島・箕島線以南はこの頃のOK1と殆んど変わらずこの線以北は急変している。従って笠岡湾の境界は地形的には仙酔島・神島を結ぶ線以北となろうが、海洋生物学的には神島・箕島を結ぶ線を探るべきであろう。(同様のことは内海の両水道についても言えることで、第1部で述べたように外洋性種は外部区たる両水道にのみ出現するから、Chaetognatha 分布からみれば内海の境界は友ヶ島水道及び豊予海峡と考えられる。)

横島水道は体長・type・熟度組成とも極めて湾中央部に類似し、第6章で述べる如く湾内水塊の一部がこの水道を直接来往するので湾内で生産された *S. crassa* の一部がこの水塊と共に水道に出現するものと思われる。今回の調査の如き水道南流期にはこの一部はさらに水道以南にも流出して St. 13, 14にまで影響を及ぼし、ために両測点では他の湾外部と異って C-type の大型個体が出現する。従って前表の湾外部の値はこの両測点を除くと一層備後灘の値に似てくる。

第二項・備後灘北岸

C-type の生産は上述のように湾内部に限られるが、第2章第4節第3項に述べたことをさらに詳しく備後灘北岸における C-type の出現について調べてみる。Fig. 58 に備後灘北部を示す。



門・弘田 ('57) は '53年11月~'54年3月の向島周辺の採集で、3月に $<10^{\circ}\text{C}$ の海域では *S. crassa* の大型個体が出現することを報じている。且つ繊毛環の型と泡状組織の存在部位を組合せて12型としその内8型が採集されたと述べているが、本報でいう C-type に相当するものは3月に出現する体長14~17m. m.のものと思われる。この型の出現測点については触れていないが各測点における各月の、体長 $>10\text{m. m.}$ の個体

Table. 33 *Sagitta crassa* at northern parts in Bingo Nada, Feb~Mar. 1957.

Date	Location	W. T. °C	Cl. %	<i>S. crassa</i> No. of sampled	Body length(m.m.)composition %															
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	13	14	15	16		
2 26	Nakanose	9.5	18.34	14				7	21	14	58									
"	Saizaki	10.1	18.39	5					20	60			20							
"	Tachibana	9.2	18.41	34					32	18	12	15	6	12	5					
3 19	Onomichi str.	6.4~8.4	18.00	25	24	16	8	8	4				4				20	4	8	4
"	Mihara bay st. 1	10.0	18.30	79	6	49	25	15	4	1										
"	st. 2	10.0	18.19	164	1	17	41	28	10	1	1	1								
"	st. 3	10.0	18.17	91	2	26	38	21	12		1									
"	st. 4	10.0	18.09	213	2	18	41	23	10	4	1	1								

Date	Type %						Maturity %			Note
	O	N	I ₁	I ₃	I ₆	C	I mm.	Mat.	Spaw.	
2 26		86		7	7		100			Ⓜ net 3 mim. haul.
"		80	20				100			
"		82	15	3			91	6	3	
3 19		56	8			36	64	36		Ⓚ net
"		30	70				100			
"		29	71				99	1		
"		27	73				99	1		
"		29	2	69			100			

の出現状況からみて田島周辺 (Fig. 58の斜線部) には少なくとも3月にC-type が出現するものと判断される。

Table. 33 に Ⓚ net により '57年2月26日立花沖・中之瀬・幸崎沖の3測点で表層を3分間曳網した結果と、'57年3月19日三原湾内 (面積は笠岡湾の数分の1で湾全体が頗る浅い) 南部水深10m以浅の海域 (透明度2m位) を上潮時3~5m層を斜曳きしたもの及び同日尾道瀬戸における採集結果を示す。^{※25)} 2月の採集は立花沖にのみ体長10m. m. 程度の完熟個体が出現した他はいずれも4~6m. m. 程度の未熟個体であった。3月の採集は三原湾では殆んどO, N-types の未熟個体で特に体長<3m. m. の幼体が6~8割を占め数量も大よ40尾/m³で非常に多かった。同じ時の尾道瀬戸では13~16m. m. のC-type の完熟個体が40%出現し、他は<5m. m. のN-type の未熟個体で中間の体長を欠いていた。

これらの結果を総合すると ①備後灘北部沿岸では冬季<10°Cとなる笠岡湾内及び向島周辺海域 (Fig. 58斜線部) ではC-type が出現すること。②備後灘海域では前記以外にはC-type が出現する可能性が少なく、冬季の数量も極度に少ないこと。③三原湾は完熟個体は少ないが周辺海域で生産された幼体の集積場

※25) いずれも内水研尾道試験地の採集したもの。記して謝意を表す。測点位置は Fig. 58参照

所となること。④三原湾と同様な条件の松永湾も恐らく三原湾と同様な役割を果していると思像されること、等となり C-type の棲息条件としてはある程度の面積（笠岡湾位）と水深（10m位）をもった低塩分の沿岸海域で最低水温が10°C以下であることが必要であり棲息海域に近接する浅くて狭い内湾は larva の集積地となるといえよう。

第三節 日 変 化

第一項・垂直分布の日変化

1956年11月1日、13日、19日に湾口定点（St. 1）において20分毎に表・中・底3層の水温・塩分・流速・流向・水色・透明度の測定及び気象観測を、1時間毎に照度測定を、2時間毎に④ net 3層定置による

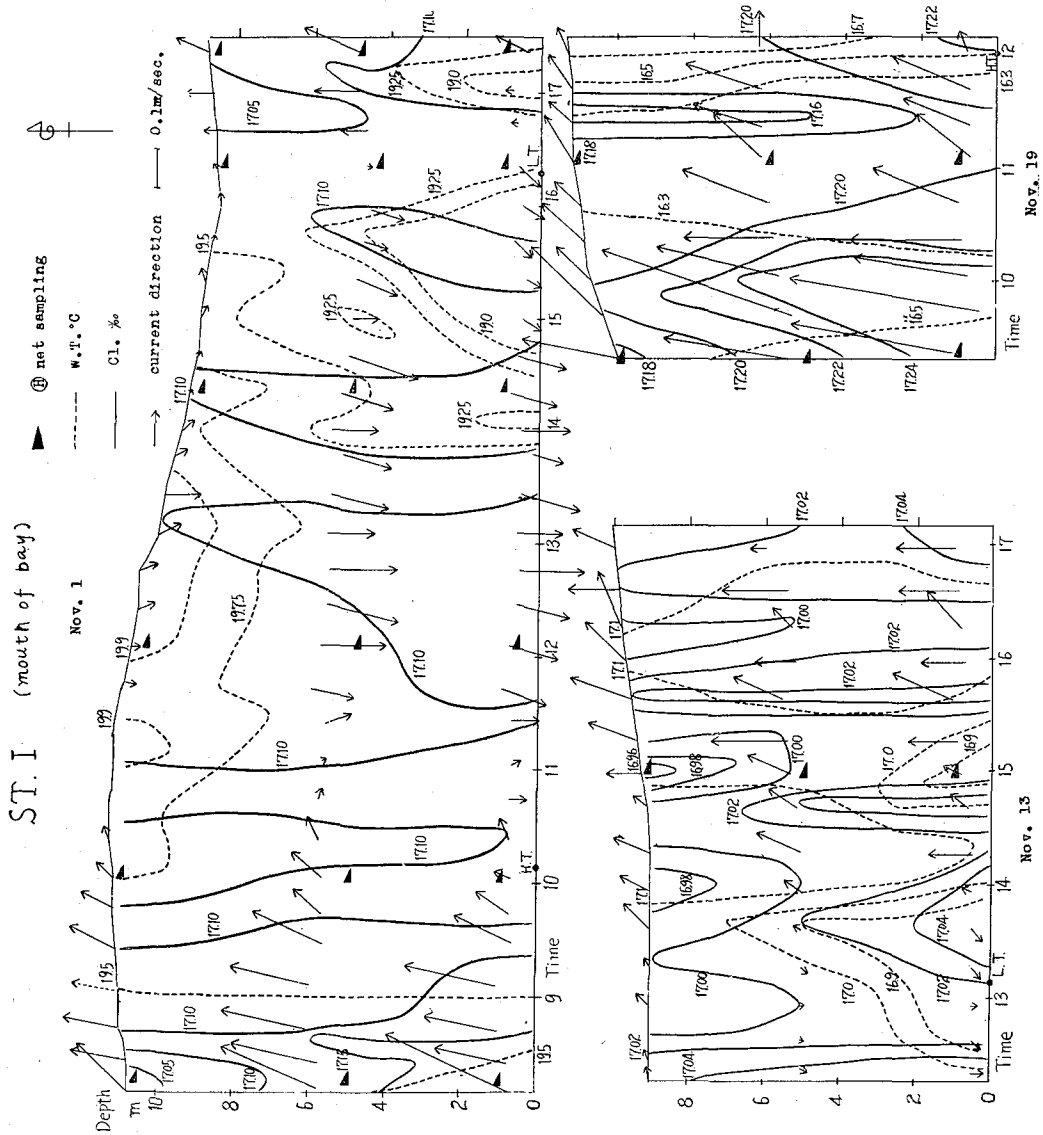


Fig. 59 Diurnal changes of oceanographical conditions at the mouth of Kasaoka bay, Nov. 1, 13, 19, '56.

plankton 採集を行った。Fig. 59に海況の時間的変化を示す。^{※26)}潮相は11月1日(08.00)H-110(満潮前110分、以下同様)から17.30(L+65), 11月13日12.15(L-55)から17.00(H-160), 11月19日09.20(H-155)から12.00(H+5)までで、11月1日の日出は06.20, 日没は17.15である。

Table. 34に各回各層の照度(lux), Chaetognatha量及び*S. crassa*の体長、熟度組成等を示す。採集した Chaetognatha はすべて *S. crassa* N-type 及び *S. enflata* で後者は総数の1割に過ぎない。

水温は干潮前後2時間に底層が約0.5°C低くなり、また日中表層が約0.3°C上昇するのみで他は殆んど変わらない。塩分は満潮前1時間及び干潮後1時間の表~中層に1%前後低い水が来る他は上下層間の差は殆んどなく、この他1~2時間を週期として全層にわたって常に0.5%前後の差の高低両塩分水が交替する。それら兩種塩分の海水の流向には相互間の差がないから、異種水塊が水平的に併存していて測点が時間により両水塊のいずれかに占有される結果とは考えられず、この海域を水島灘と往来する水塊そのものが表層から底層までを通じて進行方向に直角な高低両塩分水の縞目構造をもっているものと考えられる。透明度は2~3m, 水色は概ね8~9で共に変化が小さい。11月1日の下潮時における水深の差は2.8m, 流向の逆転は殆んど干満潮時と一致する。流速は上下潮共中期が最大である。

要するに湾口定点では上下潮を通じて各層共同一水塊が規則正しく出入するのみで、潮相により極端な異種水塊が往来するようなことはなかったものと考えられる。

S. crassa の出現状況を見ると各層を合計した場合、下潮末期には他の潮相の7分の1~10分の1の数量しかなく、組成も大部分は体長<5m.m.の幼体である。この潮相で測点を占める水塊は他の潮相では湾内にあるものであるから、秋季増殖群は湾内より湾外に総量及び大型個体の数量共多いものと思われる。各層別にみると各回を合計した場合表層は他の2倍の数量を示すが短小個体の比率が多い。第1節に述べたような「夏~秋には底層の量が少ない」傾向はここでも明瞭に認められ、底層は量も最少で>8m.m.の大型個体は出現しない。

各層各回別の数量及び体長組成の変化は下潮末期の成層にのみ大型個体が現われること以外は概して海況の差よりも照度の差に対応した変化を示し、日中照度最高とき(11月1日12.05~12.16)底層には他層の3倍近くの量が集中し体長組成も他より大型部の比率が多かった。(Table. 34に示す照度はこの回は可成り低いこれは測定時雲にさえぎられたためである。)朝夕の照度の低いときは特に表層が総量及び大型個体の数量が多い。照度は表面で日中の最高が30,000lux以下で透明度が低いために深さによる減少が著しく中層で500lux, 底層で100lux前後となる。即ち成体が負の趨光性を示したと思われるのは日中照度が最高の時のみで、他は既述の如く透明度が低くて中・底層間の照度に著しい差がないことと相俟って、特に底層を選ぶような傾向はみられない。このことは⊕net採集物(Chaetognatha以外はCopepodaが主)全般についても、また*S. enflata*の量及び体長組成(後述〔附〕参照)についても同様である。

一方 phyto-plankton→小型 Crustacea→Chaetognatha という食物連鎖を考えると、植物は日中は当然補償光度以上の照度の層に存在するから連鎖の順に餌の豊富な層に集ることが考えられ、従って昼間の垂直分布を規制する最大の要因たる光の適域内では餌料生物の棲息深度が第2の要因として考えられる。今回の調査の data のみではこのことに対する断定は不充分と思われるから結論はなお今後の資料の充実に俟て置きであらう。

第二項・潮時による出現状況の差

1957年3月、前節第1項に述べた湾内外調査と前後して横島水道支所前(3月6日)及び湾口定点(3月13日)で08.00~21.00(日没は18.10)にわたり1.5時間おきに水温・塩分・流速の測定及び底~表層の⊕net斜曳きを行った。Fig. 60に両測点の海況の時間的変化を、Table. 35に両測点における*S. crassa*の数量、体長・type・熟度組成を示す。採集した Chaetognatha はすべて *S. crassa* N, I, C-typesであった。(湾内外の分布に関しては前節第1項参照)

(1) 水道測点：横島水道は上潮後半~下潮前半に流出(南東流)し、下潮後半~上潮前半に流入(北西流)

※ 26) Fig. 59, 60の縦軸は海底から測った深さ(m)。

Table. 34 Surface light intensities and size and maturity compositions of *Sagittia crassa* at the mouth of Kasaoka bay, Nov. 1956.

Sampled layer	Date	Time	Tidal phase (hour)	Sampled depth (m)	Light intensity (lux)	Filtered water volume (m ³)	Chaet. sampled number	S. crassa Sampled number	S. crassa No./m ³	Body length(m.m.) composition %											Maturity comp. %			B.L. of Spawning
										2	3	4	5	6	7	8	11	Imm.	Mat.	Spaw.				
Surface	11 1	0813~20	H-2.0	Surface	12500	12.8	157	121	9.5	15	41	26	16	79	12	9	5							
		1002~15	H.T.	"	25000	6.6	15	12	1.8	17	17	25	41	58	34	8	6							
		1205~16	H+2.0	"	18000	3.0	9	7	2.3	14	44	14	14	86	14									
		1419~28	L-2.0	"	9500	0.5	3	2	4.0	100				100										
		1621~31	L.T.	"	4000	0.9	2	1	1.1	100				100										
		1719~32	L+1.0	"	90	9.0	112	97	10.8	1	14	30	27	22	73	13	14	6						
	11 13	1456~1512	H-4.5	"	8000	14.4	71	68	4.7	13	50	24	10	89	7	4	6							
	11 19	0917~33	H-2.5	"	17000	28.8	250	203	7.1	8	29	38	23	64	16	20	5							
		1102~13	H-1.0	"	21000	13.8	47	39	2.8	17	52	28		97	3									
Middle	11 1	0813~20	H-2.0	5.8	170	17.8	19	19	1.1	5	16	27	26	58	26	16	6							
		1002~15	H.T.	6.2	490	12.5	74	74	5.9	9	22	25	31	50	36	14	6							
		1205~16	H+2.0	5.8	440	18.2	55	55	3.0	13	20	40	23	75	18	7	6							
		1419~28	L-2.0	4.3	850	11.2	2	1	0.1	100				100										
		1621~31	L.T.	4.3	240	0.9	3	2	2.2	50	50			100										
		1719~32	L+1.0	3.9	8	14.8	18	16	1.1	6	31	19	31	37	13	50	5							
	11 13	1456~1512	H-4.5	4.3	440	19.3	47	38	2.0	13	32	26	21	88	8	8	6							
	11 19	0917~33	H-2.5	5.1	370	47.0	105	95	2.0	5	15	40	38	56	24	20	5							
		1102~13	H-1.0	5.2	390	17.0	79	70	4.1	7	34	38	17	67	19	14	5							
Bottom	11 1	0813~20	H-2.0	9.8	82	23.1	15	15	0.6	13	20	33	12	100										
		1002~15	H.T.	10.2	97	5.9	29	27	4.6	8	33	26	22	94	3	3	6							
		1205~16	H+2.0	9.8	77	13.6	115	115	8.5	8	30	29	27	64	18	18	6							
		1419~28	L-2.0	8.3	90	10.2	7	7	0.6	29	14	43	14	72	14	14	7							
		1621~31	L.T.	7.6	48	7.6	2	2	0.3			50	50	50	50	50	50	7						
		1719~32	L+1.0	7.8	4	9.0	5	5	0.6	20	40	20	20	80		20	6							
	11 13	1456~1512	H-4.5	8.3	55	9.4	12	9	1.0	33	34	33		100										
	11 19	0917~33	H-2.5	9.1	69	48.9	77	75	1.5	1	15	35	43	63	25	12	6							
		1102~13	H-1.0	10.2	57	12.0	40	37	3.1	3	24	38	32	89	11									

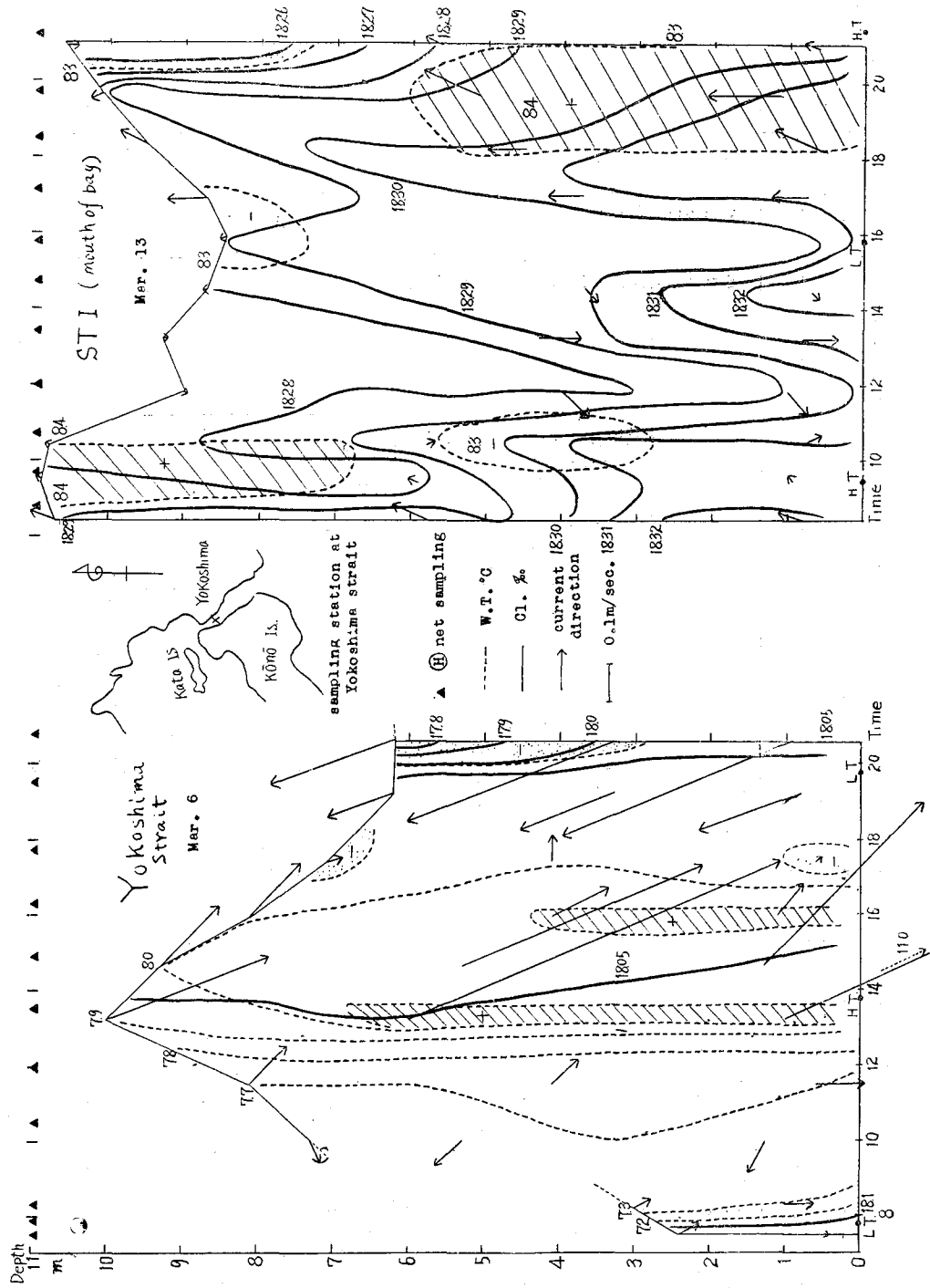


Fig. 60 Diurnal changes of oceanographical conditions at Yokoshima strait and the mouth of Kasaoka bay, Mar, '57.

し、転流時の前後はしばらく憩流する。(村上 '54) 調査時の転流時は北西→南東流は干満潮時の中央で、南東→北西流はH+4(満潮後4時間、以下同様)で流出期の方が流入期より2時間ほど長かった。測点は水道中央部に当るが07.30, 08.15の両回は東岸寄りの反流域内であったため流向は本流と逆になっている。水温は7.1~8.1°Cで上下の差に乏しいが日変化は認められる。塩分は最終回流入盛期の表層に今立川からの低塩分水を混じた(塩素量が0.3%低い)水が現われる他は18.0~18.1%で著しい変化は認められない。流速の最大は満潮時に当る流出盛期の中~底層で1 m/sec. に達する。これは湾口の最大値(流入盛期の中~底層)の約5倍に及ぶ。

3月10日の湾内外調査の際の同一測点(St. 15)と今回の同一潮相時13.30(H. T.)(流出最強時に当る)を比較すると、塩素量等の海況要素は殆んど変わらないが流速は今回の方が前回の3~4倍に及ぶが潮差の相違によるものであろう。両回の *S. crassa* 組成を比較すると今回の方は体長4~5 m. m. の幼体と14~16 m. m. の C-type 成熟個体を欠いている。

07.30, 07.50, 08.16の3回は反流域内の採集で、本流の値に比べて数量が多いが長大個体は少ない。即ち水道部の岸寄り(水深3m前後・流速小)と本流(水深6~10m流速大)とでは、長大個体は本流に集中し岸寄りには短小群が多数集るといふ棲み別けが行われており、照度・流速がその主因と考えられる。

各回の出現状況を水塊流動と対比すると、上潮初期の外部侵入水の流入盛期(08.16)には体長は5~13 m. m. で成熟の程度も低いが、中期の北西→南東転流期(10.26, 12.00)には大型個体もふえ成熟度も進んだものとなる。(この間の変化には前記棲み別けの影響も含まれる)上潮末期~下潮初期(13.30, 14.50)に湾奥東部の水が流出してくる頃になると数量は次第に減少し type はCがへりN及びNに近いIがふえ、体長も小さくなり殆んど未熟個体のみとなる。この組成は3月10日の際の湾奥東部の組成と全く同じである。南東→北西転流時近くの下潮中期には(16.10, 17.40)塩分も高くなり未熟個体はへり、前の転流時の組成に似てくる。転流後外部侵入水が来るようになると(19.25, 20.45)数はへる。

即ち本測点における出現状況には測点を往来する各種水塊の origin 海域における組成を順次現出する有様が明らかに認められる。

(2) 湾口定点: 水温は8.2~8.5°C, 塩素量は18.25~18.33%で殆んど変化がないが下潮末期及び上潮中・末期の中~底層にやや高塩分の水が現われる。3月10日の調査の同一測点(St. 6)と同じ潮相時(H-4.5)とを比較すると今回の方が塩素量で0.2%, 透明度で0.6m, 水色で1高く流速はやや大きい。*Chaetognatha* はすべて *S. crassa* N, I, C-types であった。前回の St. 6の組成と比べると今回の同一潮相時H-4.5(17.08)よりむしろL. T. (15.50)の方がよく似ており、両回共C及びCに近いI-typeの完熟長大群が総数の7割以上を占めている。17.08の場合はこの群が5割に過ぎない。前回の St. 6と今回の15.50は共に下潮後半期で流出した湾奥部水塊が上潮に転じて再び流入して来たものであるのに対し、17.08は月令が進んで潮差が大きくなったために前回の同期より流速が大となり既にある程度湾外の水が加わったものが引返して来たことになり、従って *S. crassa* も湾外部のものが加わったために小型未熟群の比率が増大したものと解釈される。

各回の組成の変化をみると下潮時の方が大型のC及びCに近いI-typeの成熟群の比率が大きく、上潮時は体長<5 m. m. のN-typeの幼体が多い。

日没以後の3回は上潮後半期にも拘らず総数・大型群の比率共に増加しているが、これは湾外の水がくるようになってから総数及び大型群が増加したことになり既述水平分布の項で述べた「湾内は数量大で大型群の比率が大きく湾外はその逆である」という配置と矛盾する。採集は底層から表層までを斜め曳きしているから日没による上下分布の差によるとも考えられない。一方第3章で述べた如く *S. crassa* は(他のものも同様と思われるが)暗処では灯火に集る性質がありその時の移動力は可成り大きい。湾口定点の調査は常に調査船を灯浮標に繫留して行っており、且つ日没後は船にも点火するから測定流速値の<0.2m/sec.程度の弱い流れだとこれに抗っても周囲から灯火に集ってくる程度の移動力は充分有するものと思われる。これに対し(1)の水道測点の場合は日没後でも特にこういった現象は認められないが、これは船に点火せずに観測したこと、兩岸に民家があって海面全体が明るいこと、流速が>0.3m/sec. でこれに抗う程の移動力がない

こと等のためではないかと思われる。さらに 13.25 の場合は下潮末期の湾内水塊の流下期にも拘らずこの回のみが他の流下期に比べて数量が著しく少なく殆んど小型の未熟群のみであった。この回の高況等は他に比べて特別の変化はみられない。一方丁度この回の観測時に繫船していた灯浮標の入替作業がありその直後に同一場所で採集したのであるが、海中を攪拌されたために移動力の大きい大型群が大部分逃げ去ってしまった結果ではないかと思われる。

これらの事例を考え併せると既述の如くある測点における *S. crassa* の組成はその測点をその瞬間に占有する水塊の origin 海域と同一の組成を示すことからわかるように広範囲に考えれば水塊内に含まれて他動的に移動するが、小範囲には少なくともその成体は Copepoda 等を上廻るかなりの強さの自主的移動力を有していることになる。このことは他の浮游性 Chaetognatha にも共通の現象と想像される。従って一般に planktonic Chaetognatha は移動能力の点からみれば純粹の plankton というよりむしろ nekto-plankton 中でも称すべき存在であると言い得よう。

第四節 水道部における流向及び天候との関係

第一項 水塊と量及び組成

横島水道は既述の如き流動を示し潮相により湾内水塊と水島灘水塊の両水塊が存在する。勿論狭い海域で且つ流速が早いから攪拌が盛んで純然たる兩種の水塊としてではなくいづれか一方がより多く混じたものとなる。水道で定量採集を行った ㊸ net 採集結果につき m^3 当りの尾数を採集時の潮相により下の如く 3 組に別けてそれぞれの量の平均値を出し各期の量的比率を年間を通じてとると、流出期 0.9, 流入期 0.8, 憩流期 1.1 となる。(なお Fig. 37 に示した '57 年 12 月 9, 12, 14 日の数量は濾水計回転数に疑問があり計算に当っては除外した。)

S. crassa の数量は第 2 章第 4 節及び第 5 章第 2 節で述べた如く各季毎の産卵群によって湾の内外での数

Table. 36 The size composition of *Sagitta crassa* in outflow and inflow periods at Yokoshima strait in Kasaoka bay, in winter and summer, Feb. '55~Mar. '57

Season	Net	Tidal phase	Individuals	Body length(m. m.)composition %																	
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
winter	㊸	outflow	37			tr	1	2	4	7	8	8	7	9	12	15	13	9	3	1	tr
		inflow	27				tr	tr	2	5	7	9	13	16	15	15	12	4	1		tr
summer	㊸	outflow	11	10	27	19	23	11	9	1											
		inflow	13	5	22	22	18	17	8	3	4	1									

			Type composition %											Maturity composition %			
			O	N	I ₁	I ₂	I ₃	I ₄	I ₅	I ₆	I ₇	C	C	Immat.	Mat.	F. gr.	Spaw.
winter	㊸	outflow		5	20	3	1	5	3	1	8	3	51		62	33	5
		inflow		6	24	4	2	10	4	5	18	6	21		76	21	3
summer	㊸	outflow	31	69	tr									57	36	6	1
		inflow	17	81	2									53	33	13	1

量比が異なるから冬季産卵群を12月1日～4月8日、夏季産卵群を4月10日～8月31日として群毎に出すと冬季では湾内水の混合比率が最大である流出最強期と、湾外水の混合比率が最大である流入最強期の比は3:2となり、夏季では3:4となる。さらに各潮相による体長・type・熟度組成の差をみるために、冬季群では流入最強期に比べて流出最強期の例数が少なく比較できないから双方の例数の多い'55年2～4月、'55年12月～'56年3月、'56年12月～'57年3月の④ net 採集物を用い、夏季群では⑥ net 採集物を用いて比較すると Table. 36の如くなる。(各回の比率を平均したものを示す。)

即ち冬季は流出盛期の方が数量がより多く体長組成は大型部に偏り type も C-type がより多く熟度もより進んでおり、夏季は流入盛期の方が数量がより多く大型部に偏り N, I₁-types がより多く熟度がより進んでいる。

既述の冬季群は湾内で、夏季群は湾外でよりよく増殖するという事実が、それ等を含む両水塊の各々が水道部に存在しているときの採集結果として現われたものと解釈され、第6章で述べる如く水塊の指標として利用しうる現象といえよう。

第二項・天候と出現状況

一般に zoo-plankton は強い光をさける傾向があるが、*S. crassa* も上記種々の項で触れたように特に成体は強い背光性をもっている。水道④ net 採集で採集時の天候と採集物の組成の関係をみると、採集時が晴(雲量<3)の場合、採集時より48時間以内内に>10m. m. の降雨があった場合(いづれも支所における定時観測値)の数量比は全年を通じ8:13であり、雨の少ない冬季群の出現期間のみについては2:3、雨の多い夏季群のそれは6:7となる。日光の強い季節に出現する夏季群の値の方が周年及び冬季群の値より晴天の方が相対的数量が多いがこれは後述の如く夏季には光に対し鋭敏さのすくない幼体がより多いためと思われる。

同様に体長組成と天候との関係を調べると、冬季は体長14～17m. m. の範囲内では晴の方がやや多く、夏季は7～9m. m. の範囲内では雨の方がやや多い。冬季は日射が弱く水道部のように透明度の低い(<2m)海域では成体といえども光を避ける傾向がないことを示すものであろう。さらにこの点を明瞭にするために日射の強い7～9月に採集時の雲量<3の場合と雨天の場合の組成比率の平均をとると次の如くなり、明らかに晴天の場合は大型個体が表層に存在しないことがわかる。

		体長 (m. m.) ・ 平均組成 %							
		(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
晴	天	5	32	30	23	9	1		
雨	天	8	25	28	18	10	5	5	1

また夏季日射の強い場合大型完熟個体は岸寄りのアソ藻場の内で採集できた。即ち沿岸部では日光直射の強い時には藻場が *Sagitta*, *Copepoda* 等の大型 zoo-plankton の避光場所となっており、さらにこれを追って小型魚が集まることも考えられ、このことは藻場保護の理由の一つとして数えられよう。

第五節 餌料生物との関係

湾口定点及び水道北口定点における'54年4月～'56年3月の④ net 曳網及びポンプ採集による *Copepoda* 量の季節変化をみると、1, 3, 4, 6, 8, 10月に多い。これらの季節はいづれも *S. crassa* の産卵盛期及びその1～2ヶ月後に当り、両者の季節的変動は *Chaetognatha* が浮游性小型甲殻類を主要餌料としている事実によく合致している。

種類は'55年9月～'57年2月の湾口定点における④ net 週1回の表層3分間水平曳によれば最も量が多いのは *Acartia erythraea* で、*Calanus* sp., *Tortanus* sp., *Centropages abdominalis* がこれにつき、以下 *Calanopia thompsoni*, *Paracalanus parvus*, *Acartia clausi*, *Corycaeus* sp., *Centropages yamadai*,

Labidocera bipinnata の順となる。この他季節を限って *Eucalanus subcrassus* (10~12月), *Pontellopsis tenuicauda* (10, 11月) が出現し、またごく少量の *Pontellina plumata*, *Centropages orsinii* が散出した。^{※27)} これ等は冬季増殖型の *Paracal. parvus*, *Cal. sp.*, *Acartia clausi*, *Pseudodiap. marinus*, *Centropag. abdom.* と夏~秋季増殖型の *Acart. eryth.*, *Tort. sp.*, *Centrop. yam.* 及び秋季増殖型のその他の *sp.* とに別けられる。この内夏~秋に増殖するものには小型種が多く、冬に増殖するものには大型種が多い。

湾周辺の水平分布については第2節に示した '57年3月10日の data があるのみであるが、他の季節も数量・棲息域から推定すると、*S. crassa* 各群の主要餌料としては冬季群は大型種 (体長>2.0m. m. に達す) の *Centrop. abdom.*, *Calanus sp.* と小型種 (1m. m. 前後迄) の *Acart. clausi*, *Paracal. parvus* を、夏季群は中型種 (1.5m. m. 前後) の *Acart. eryth.*, *Tortanus sp.* を、秋季群はこの両者と *Calanopia thomp.* 等を利用しているものと思われる。増殖の盛んな冬季群の成育時には Copepoda の量が多く、貧弱な秋季群の成育期には少ないことは興味深いことである。

第六章 指標価値

第一節 使用例

村上 ('57 a) は東京湾で低塩分水塊の indicator としての *S. crassa* について ①黒潮勢力の弱い夏~秋に湾口部にも N-type が現われ、勢力の強い冬~春は分布の南限が北上して浦賀水道海域となること。②11月浦賀水道東側の水塊流動の日変化の indicator として湾内低塩分水塊に対しては N-type を、湾外高塩分水塊に対しては *S. bedoti*, *S. enflata* を使用しうること。③5月の湾口部の垂直成層に対し表層の低塩分水塊の indicator として N-type が使用しうること等を述べた。

笠岡湾に於ても先に概説した如く (村上 '57 b). 前章第2~4節の場合において各 type の出現状況は内湾海域における湾内低塩分水塊を indicate するものとして利用しうる。本海域における湾内外水の流動は Fig. 57 に示す如く湾外の水島灘の水 (以下 outside water と称す) は仙酔島沖を白石島方面に向って東進し、その分派が上潮時湾内に侵入し湾西部と湾奥東部に独自の強い水塊を残して一部は横島水道からも流出する。神島瀬戸と横島水道は下潮末期~上潮初期に湾外主流 (東流) の反流で夫々西流・北流するが、上潮中期に転流して上潮末期~下潮初期にはこの逆に流れる。湾内水 (以下 inside water と称す) では湾央部は湾西・湾奥東部に比べると塩素量からみて独立性に乏しく、1潮で湾の短径に当る位の距離を移動する。outside, inside 両 water は比較的混合が悪く、inside water は東流する outside water と神島瀬戸の一定潮相におけるその反流とによつて横島水道を安全弁として湾口部を来往する。(村上 '54)

'56年11月の湾口定点における垂直分布の日変化結果では上潮時には *S. crassa* N-type および *S. enflata* が多く、且大型完熟個体 (体長 max. は夫々 11, 13m. m.) の比率も多いが、下潮時はこの逆で11月の本海域では outside water に対しては *S. crassa* N-type, *S. enflata* の多量の大形成熟個体の存在を、inside water に対しては両者の少量の小型未熟個体の存在を indicator として使用しうる。

'57年3月10日の湾内外水平分布調査の結果では湾央および横島水道は C-type (体長の max. は 17m. m., mode は 13m. m.) の完熟個体が多いのに対し、湾外部は N-type (max. 14m. m., mode 7~9m. m.) で完熟個体の比率が少ない。横島水道は inside water 流出期の採集であるが組成は湾央部の St. 4, 5 のそれに一致し、水道南口の St. 13は湾内・湾外両測点の組成の混合組成を示す。神島瀬戸の St. 12は組成が St. 13と殆んど変わらないが、この測点の採集時は下潮末期 (西流期) で横島水道の流出最盛期に当り、塩素量の低下からみても inside water の影響はこの測点に迄影響をおよぼしていることが認められる。以上のことから本海域の3月には、低温・低塩分の inside water に対しては C-type の大型完熟個体が大量に存在することを、高温・高塩分の outside water に対してはこれを欠いて N-type の小型未熟個体のみが少数存

※ 27) Copepoda の種の査定に当っては京大瀬戸臨海実験所山路勇・布施慎一郎、両氏の御教示をえた。記して謝意を表す。なお網目の関係で小型種は余り採集されていない。

在する事を indicator として使用しようと考えられる。

第5章第3節第2項にのべた3月の湾口・水道両点における日変化調査は、*S. crassa* の組成がこの様に両水塊の indicator と考えられるならば潮汐による両水塊の移動をどの程度迄 indicate しているかを追及するために行われたものである。即ち夫々の箇処で述べた如く水道測点では inside, outside 両 water は潮時により交互に移動し下潮末期～上潮初期に湾奥東部の低塩分水が加わるが各潮相で測点を占有する水塊の性質とその時の *S. crassa* の組成はよく対応し、湾口測点では水道測点の場合程明瞭ではないが inside water が測点を占めると思われる時期には大型のCおよびCに近い I-type 成熟個体の比率が大きくなって

いる。
また第4節に述べた如く年間を通じての水道採集物の潮相による組成の変化をみると夏・冬季の各々について outside, inside 両 water で占められる時期の採集結果は数量、体長・type・熟度組成の点で明らかに両者の特長を示している。

以上のことから笠岡湾海域における *S. crassa* の出現状況は各季群毎に次の如く outside, inside 両 water の相対的な indicator として使用することが出来ると言えよう。

	夏 季 群	秋 季 群	冬 季 群
outside water	多数の N-type 大型成熟個体	多数の N-type 及び <i>S. inflata</i> の大型成熟個体	少数の N および N に近い I-type の小型未熟個体
inside water	少数の O, N-types 小型未熟個体	両種共少数の小型未熟個体	多数の C および C に近い I-type の大型成熟個体

第二節 内湾海域の indicator としての *S. crassa*.

内湾海域は海況の単純な外洋と異り、水塊の組成が複雑で海況の時間的・空間的変化も烈しく、影響を与える要因も多種多様であるから、これらの indicator も幾多の例外的な場合に遭遇することは止むを得ないが、それだけに通例の biological indicator の概念の如く少数の調査例を通じてある種類がある時期にある海域で採集したか否かを集計して indicator を定める方法では海況の変化に充分対応せしめることは出来ない。本報冒頭で述べた如く indicator として使用するためには単に存否のみならず、その生物の生態に対し生物的・無生物的環境諸要因が如何に影響した結果としてその出現状況が主じたかを詳細に検討して、環境と生態との間の関係を明白に見極める必要がある。従って採集した生物の生態・生活史を熟知せねばならぬことは勿論であるが、指標として採用する現象がその生物の個体および群衆生態上如何なる意義を有するものであるかを明らかにする必要がある。

この意味で *S. crassa* を内湾海域における indicator として使用する場合を考えると、本種を従来如く *S. crassa* とその forma の *naikaiensis* とに別けてその間の連続性を認め乍らも同一 population に属さぬものとして扱うならば、(時岡 '40 a. e. t. c.) 両種の採集時の海況を比較して水温・塩分の差から直ちに両種の棲息好適範囲を定めたり、ひいては indicator として誤用する怖れなしとしない。例えば夏季の N-type (*S. c. f. naikai.*) は内湾より内海中間区に多く、冬季は N-type が湾外、C-type (*S. crassa*) が湾内に多いから季節毎にみれば N-type の方が高塩分性ということになる。一方内湾海域を年間を通じてみると黒潮流域は黒潮自体の季節的消長の影響をうけて C-type 出現期の冬～早春が塩分が最も高く、N-type 出現期の夏～秋は梅雨・台風等の影響も加わって塩分が年間の最低となるために一見 C-type の方が逆に高塩分性の如くに見える。従ってこういう data を基にして高低両塩分水塊の指標として使用すれば混乱を招くことは当然で、従来低塩分海域における biological indicator の使用の困難さは単に海況が複雑であるということの他に、こういった指標生物そのものの生態の複雑さも原因の一つとして存在していたものと思われる。然し本報で明らかにした如く両 type は完全に同一種であり、N-type のあるものが低塩期の低塩分海域で C-type となるにすぎないことを知れば、指標として使用する季節・海域、現象を規定することにより、困難とされていた内湾海域における指標生物としても充分その任に耐えうる事がわかる。

Sagitta に匹敵する指標生物としては従来から屢々 Copepoda が使用されているが、笠岡湾における Copepoda の指標価値を検討し、*Sagitta* との比較を試みると次の如くなる。data の豊富な3月上旬について湾口定点の毎週1回採集の結果をみると、'55年3月8日(上潮初期)は *Calanus* sp., *Centropages abdominalis*, *Acartia clausi* の順に多く、15日(上潮中期)は *Cal.* sp. を欠いている。'57年3月10日の湾内外観測では湾口定点は上潮初期で *Cent. abdom.* が多く、*Cal.* sp. は神島瀬戸に多かった。同年3月13日の湾口定点潮流観測では下潮末期にのみ *Cal.* sp. が最多種となるのみで他の潮相ではすべて *Cent. abdom.* が最多種であった。これらの出現状況をみると例えば *Cal.* sp. は湾内外調査では明らかに湾外部に多かったが他の調査例では水塊流動から考えて湾口定点に当然多量に現われると思われる季節・潮相でも出現しなかったり、湾口定点に湾外水が来ているとは考えられぬ潮相の採集に最多種となったりしている。また湾内外調査では *Cent. abdom.* が湾内外を問わず様に最多種となっており、少くとも本海域ではこれ等の Copepoda の各種には *S. crassa* 両 type 間にみられる如き inside, outside 両 water 間の確然たる棲み別けがみられない。

勿論 *S. crassa* に比べればここで使用した Copepoda については調査例が少く生態も充分把握されていないから、この結果を以て直ちに両者の指標生物としての優劣を論ずるわけには行かぬが、少くとも筆者の知る限りでは内湾海域における Copepoda の生態に基いて異種水塊間の棲み別けを明らかにした研究例に乏しいという現状や、体型の小さいこと、査定に高度の専門的知識を要すること、内湾の Copepoda calendar は Chaetognatha に比べて複雑であること等の基本的性格からみて両者の優劣は自ら明らかであろう。

内湾海域における *S. crassa* の生態が或程度明らかになった現在、大型表層性で船上からでも容易に認められ、年間を通じて出現種が単調で量が多く査定も容易である等の幾多の特性をもった本種は内湾海域の biological indicator として優れたものであると結論されよう。

第七章 餌料価値

Sagitta は体が大型柔軟であり屢々大量発生をするから他の生物、特に小型魚類の餌料として重要な役割を果たしていることは想像に難くない。特に内海・内湾海域にあっては年間を通じての *S. crassa* の、および秋季の *S. enflata* の異常ともいべき大発生期には各種の魚類の消化管の内容物からこれを検出することができる。但し体が柔軟で骨格等の残骸として残る部分が極めて少ないために消化管内に入ってから短時間で形を失うから捕食後直ちに固定された標本によるか、或は後述の如く唯一の硬質部たる顎毛を検出する必要がある。魚類の消化管の内容物の中に *Sagitta* を発見した例を列記すると下記の通りである。

① ススキ *Lateolabrax japonicus*

1953年6月24日笠岡湾奥アヅ藻場で稚魚網により京大海洋生物研究グループの採集したもので体長5~6 c. m., 1個体当たり100尾前後の *Sagitta* を含みこの他は Amphipoda, Copepoda, えび (mysis), Megalopa, Podon, fish larva, Alima larva で内容物の全個体数中 *Sagitta* は90%以上を占めていた。夜間採集したススキにも同様に含まれていた。

② ニクハゼ *Chaenogobius heptacanthus*

同年3月27日夜横島水道南口アヅ藻場で稚魚網により採集したもので体長6c. m., *S. crassa* 4尾と *Oithona* 2個体を含んでいた。

③ タチウオ *Trichiurus japonicus*

1957年4月2日朝備後灘北東部のバッチ網で採集されたもの、体長21.3c. m. のものに *S. crassa*(?) 2尾(卵巣以後の部分の欠く、体長15m. m. 程度と推定)、23.3c. m. のものに *S. crassa* 4尾(完全な個体で14 m. m. 1尾、15m. m. 2尾、16m. m. 1尾)を含んでいた。この他 *Ascaris*, fish larva が含まれていた。

④ カタグチイワシ *Engraulis japonicus*

1956年5月29日~7月9日備後灘南西部伊吹島周辺の巾着網で内・水・研資源部が採集したもので体長7~10c. m. の多数のものの消化管の内容物から大量の顎毛を検出した。顎毛の長さは0.3m. m. で、その形状および採集時期、海域から判断して *S. crassa* N-type のものと断定される。本数は、多いものでは1個体で

100本以上存在し (即 *S. crassa* 5尾以上分) 産卵期を控えたカタクチイワシが大量の *S. crassa* を餌料として利用していることがわかる。

⑤ イカナゴ *Ammodytes personatus*

すべて内水研・尾道試験地の採集物による。(位置は Fig. 58参照)

(a) 1955年3月5日尾道附近, 体長不明, 1個体中に *S. crassa* 15尾 (体長12~14m. 成熟個体が多く

Table. 37 Food habit of *Ammodytes personatus* at Nakanose (north western shore of Bingo Nada) in the Seto Inland Sea.

Date	No. of <i>Ammodytes</i>	Utilization %							No. of <i>S. crassa</i> / I ind. of <i>Amm.</i>
		<i>Paracalanus</i> sp.	<i>Calanus</i> sp.	Shrimp	Fish larva	Crab	<i>Caprella</i>	<i>S. crassa</i>	
4 27	168	100	47	11				14	1.1
28	72	97	33	4		15		18	1.9
5 3	179	70	28	16				32	8.7
14	84	95	70	54		2	1	74	19.8
18	102	99	68	59	2	24	12	82	26.0
25	130	100	85	68		38	2	92	14.8
6 8	89	54	45	46	24		1	53	30.5
16	70	96	76	94	59	1	1	86	21.0
25	97	83	63	31	9		3	70	10.0

Date	Size composition (c. m.) of <i>Ammodytes</i> %										
	3.5~	4.0~	4.5~	5.0~	5.5~	6.0~	6.5~	7.0~	7.5~	8.0~	8.5~
4 27			6	16	28	34	13	2	1		
28	1	3	14	22	21	19	13	6	1		
5 3			1	11	31	43	12	2			
14				2	13	49	31	4	1		
18					10	44	31	12	3		
25					3	48	38	9	2		
6 8						5	34	41	19	1	
16							19	39	37	4	1
25							33	56	10	1	

Date	Size composition (c. m.) of <i>Ammodytes</i> ate <i>S. crassa</i> %										
	3.5~	4.0~	4.5~	5.0~	5.5~	6.0~	6.5~	7.0~	7.5~	8.0~	8.5~
4 27				16	25	34	21	4			
28			23	23	23	16	15				
5 3			2	12	24	47	12	3			
14				3	11	53	23	5	5		
18					10	40	35	13	2		
25					3	44	41	10	2		
6 8							30	49	21		
16							12	42	39	5	2
25							43	51	4	2	

7~10m. m. の未熟個体が少数存在) *Sagitta* 以外は Copepoda が多い。

(b) 1957年5月16日立花沖、体長7.8c. m. のものに *S. crassa* 2尾、いづれも N-type (体長4.0m. m. の未熟個体と8m. m. の成熟個体) と体長7.5c. m. のものに *S. crassa* 3尾、いづれも N-type (体長5m. m. の未熟個体1尾と6m. m. の成熟個体2尾)

(c) 1954年4~6月中之瀬、すべて *S. crassa* N-type. Table. 37^{※25)} に各種の餌料毎に夫々を消化管内容物として含むイカナゴの尾数の総尾数に対する比率(利用率%)と *Sagitta* を捕食したイカナゴ1尾当りの消化管内容物中の *Sagitta* 数、および採集イカナゴおよび *Sagitta* を捕食したイカナゴ両者の体長組成の時間的変化を示す。*S. crassa* はすべて N-type のものと思われるが、餌料利用率では *Paracalanus* sp. に次いで第2位を占める。5月中旬イカナゴが成長して体長>5c. m. となる頃急に利用率がふえ1尾当り>20尾が消化管から検出されるようになるが、これはイカナゴが *S. crassa* を捕食しうる迄に成長したことと、*S. crassa* N-type が5月に入って急激に数がふえる (Fig. 37 参照) ことによるものと思われる。体長>4.5c. m. のイカナゴはどの体長のものも万遍なく *S. crassa* を捕食している体長組成は5月下旬以後急激に大型部に移っているが、利用率・捕食 *Sagitta* 数の急増と時期を同じくすることからみて、*S. crassa* が体長>5c. m. のイカナゴの成長にとって餌料として主要な役割を果たしていることがわかる。

上記①~⑤の内カタクチイワシ以外のdataは *Sagitta* の形態を検出した場合のみの数字であるが、カタクチイワシの場合の如く顎毛のみが残って検出されなかった場合も当然予測され、これ等も加えれば魚類の餌料として予想外の比重を有しているのではないかと推定される。

⑥ ホシガレイ *Verasper variegatus* (飼育個体)

1956年2月25日~29日に採集した全長1.8c. m. と1.6c. m. の larva をガラスバットに入れ毎日 *S. crassa* C-type の成体を餌として共に放養して週1回換水した。4月5日2尾のカレイの体長は共に2倍になった。4月中旬以後 *Sagitta* の減少によりゴカイを給餌したが N-type がふえるに従って両者を混ぜて与えた。7月18日小さい方が9c. m. に達して死に、7月27日に大きい方が10c. m. に達して死んだ。成長速度は自然のものにはおよばないが C-type の増殖期には1日に数尾を飽食しこれのみにてよく成長した。生き餌を必要とするものの飼育の場合の餌料として使用しうることの1例である。

以上の如く *S. crassa* は冬~春に C-type がアソ藻場に棲息する幼魚に対し、春~夏に N-type が成長期のイカナゴ、カタクチイワシ等に対し天然餌料として大いに利用されている。底棲魚類に対してはホシガレイの飼育例はあるが天然では1952年2月18日笠岡湾内の稚魚網採集物でハゼ・ネズボ・カレイ・ヨウジウオ等の消化管からは検出されなかったことからみて、底魚の餌料としては余り利用されていないと思われる。

尚上記と逆に *Sagitta* が他のものの larva を食害する例もあり、新谷・大槻('55)は宮崎県都井岬沖の採集から *S. enflata* 等が1.4~2.6m. m. のイカの larva を食べていることを報告しているが、笠岡湾の採集物には稚魚その他の larva を食害している例はみられなかった。

第八章 生活史

第一節 概 論

zoo-plankton の生活史は多くのものについて研究されているが Marshall & Orr ('55) は *Calanus finmarchicus* について詳細に述べている。本種は水温-2~22°C、塩素量16.0~19.4%の広範囲に分布し北方寒海に普遍的に出現する。生活史は海域により異り、北欧では分布北限の East Greenland (1~5月は水温-1.5°C、6月0°C) では年間1世代で12~1月に交尾し5~6月に卵が熟し7月に産卵して9月に死ぬ。(小数のものはその夏に成熟せず越年する) これに対し Clyde Sea (3月7°C、7月16°C) では2月~4.5月~7月~2月の3世代があり、7月に産れたものは大部分が越年するが中の一部は年内に産卵し

※28) 本表のdataは尾道試験地より借用したものである。記して謝意を表する。

(後述の短期世代に当る),これから孵化したものが越冬群に加わる。即寿命 life span は水温・季節で異り最長は北方海域の雌で1年2ヶ月(雄は7ヶ月以上),温海では越冬群が7~8ヶ月,最短は2.5ヶ月となる。飼育実験では Nicholl ('33)によれば6~8月(14~15°C)にピーカー内で流水式によって飼育した個体での最短は27日間であったという。

短期世代は各種の生物に認められるが,安田('57)は瀬戸内海産エビ類の多くの種類が之を有することを述べ,中でも Caridea の *Crago* では5月に孵化したものが休眠期を過ぎて成長が進むと11~12月に一部のもが従来の親よりも遙かに小型の内に成熟産卵し,これから孵化したものが短期世代を作り,元の長期世代(冬~春に産卵)の産卵期と幾分重なってそれよりやや後まで産卵を続ける。これ以外のもの(アカエビ・サルエビ・アキアミ・ヒラツノモエビ等)では長期世代の産卵期が *Crago* の如く途中で中断することなく,初期に産卵されたものは短期世代となり引続きそれ以後生れたものが長期世代になることを示している。

Chaetognatha に関しては Russell ('32a, b, '33a, b) Pierce('41) が英本国近海で *S. elegans*, *S. setosa* に就いて研究しているが, Russell は英国海峡における週1回の採集から *S. elegans* については2,4~5,6~7,9月の4回の,*S. setosa* については2,5,6,7,8,9月の6回の主産卵期を認め, Pierce は Liverpool 湾では *S. setosa* は4~6,8~9月の2回の主産卵期があると述べている。両氏共短期・長期世代にはふれず,相次ぐ主産卵期の間を夫々1世代とし, Russell は「総個体数は両種共5~6月に最も少く,*S. elegans* は1年4世代,*S. setosa* は5~6世代があり各群により親は種々の体長に育つが4~5月の親が最も大型で,高温期には成熟個体の体長は減少する」と述べている。この採集は週1回である上に体長<4 m. m. の短小個体を含まぬため主産卵期数の認定が不確実で彼自身も「*S. setosa* の5月の産卵群は前年10月孵化したものと,その年の2月に孵化したものが混っていることが考えられ,5月に未熟個体がとれていないのは採集法の不備によるのではないかと述べ短小個体の調査の必要性を認めている。然し *S. elegans* の体長組成の季節変化をみると,3月になって急に体長15~18 m. m. の大型部が出現しており,之は明らかに前年10月以前に孵化したものと認められ,4~5月の親は体長14~22 m. m. で,これすら2月に孵化したものが育ったものと考えするには後述する *S. crassa* の成育速度から考えて妥当性を欠くものと思われ,9~10月に孵化した世代は2月に産卵死亡する短期世代と4~5月に産卵死亡する長期世代の2つに分けて考うべきではないかと思われる。

第二節 内湾における生活史

Fig. 61 に横島水道における net 採集物の未熟・成熟・完熟個体の数量(濾水計1回転当りの尾数)と排卵直前個体の総数に対する比率の季節変化を smoothing して示す。採集の欠けた10月下旬~11月および排卵直前個体に関しては net 採集結果を参照して補った。Fig. 62 に季節による各 stage の体長の上・下限(未熟個体は上限のみ)と, '55年3月~'58年2月の定置観測による水温の旬別平均値の3ヶ年平均値を示す。

第1部でも触れた如く *Sagitta* は生物自体の移動力によってはそう広範囲に移動しえず,又水塊によって運ばれたとしても内湾海域の *S. crassa* については第2部第6章で述べた如く,異った環境内では正常の成育をしえない^{※29)}。従って数量・体長・熟度組成を考える場合他海域との交流は考慮する必要がないものと考えられる。

Fig. 61 から主産卵期は2~3月,7~8月,10~11月の3回が明確に認められ,且4月には stock が殆んど消滅する。従って *S. crassa* は寿命が1年以下で産卵後すぐ死亡するものと思われ,世代としては1年,約3分の2年,約3分の1年の3種が考えられ,年間を通じてそれらの世代の組合せが cycle していることになるが以下各世代の実在性を検討する。

※29) 第3章第4節で述べた如く個体としてはかなりの水温・塩分の急変に対しても適応性を示すが,これはあくまで飼育の場合における短期間内のことであって,ここでのべているのは第5,6章で明らかにしたように群としての正常な生活が阻害されるという意味である。

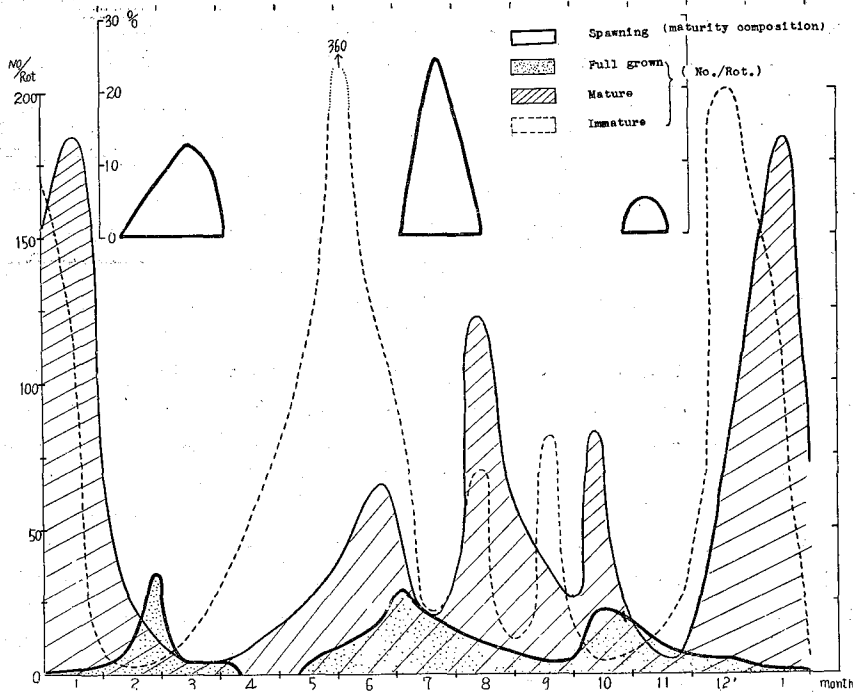


Fig. 61 Seasonal changes of each number of *S. crassa* in four stages of maturity at Yokoshima strait.

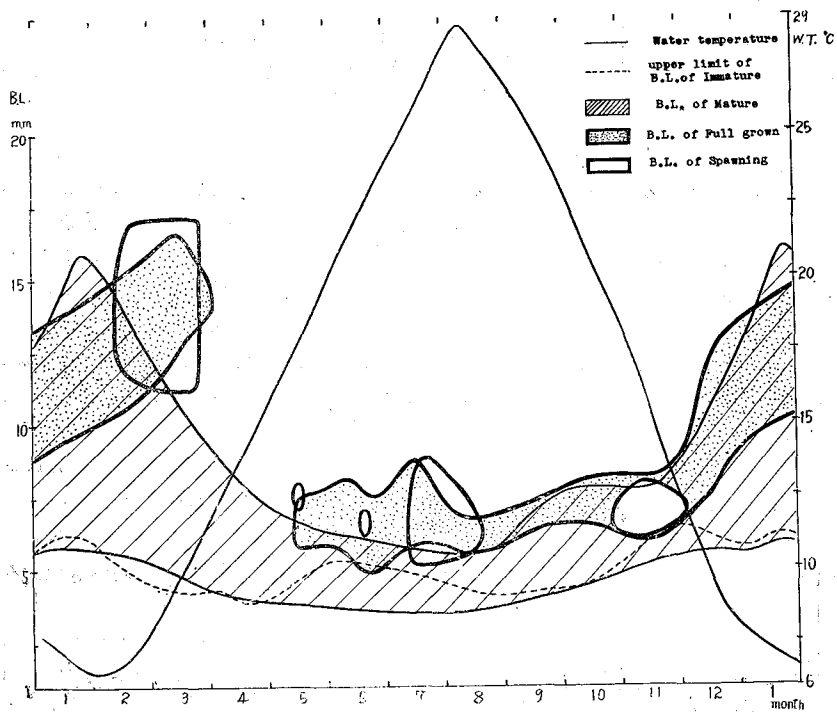


Fig. 62 Seasonal changes of the water temperature and the body length of *S. crassa* in four stages of maturity.

未熟・成熟の山は年間4回、完熟・排卵直前の山は3回存在し、9月の未熟、10月の成熟の山以外は夫々孵化→幼体→成育→成熟→産卵の過程が順を追って辿り得るから各産卵期間の3ヶの3分の1年世代（夫々春夏、夏秋、秋冬世代と称す）は存在が考えうる。4月に完熟個体の切れ目があり >4 m. m. の個体が極めて少ないから1年世代については、この期間を幼体乃至成育中の状態で過すこととなり、2~3月に孵化したのも（冬冬世代と仮称）以外は考えられない。3分の2年世代については冬に産れてその年の秋に産卵すると仮定されるものは寿命が8ヶ月の計算となり且成育期間が高温期であるにも拘らず現実の秋の産卵群の体長 max. は Fig. 62 に示した如く 8 m. m. にすぎず年間の各 max. 体長の内では最低である。一方夏産れて冬産卵する（本世代は後で証明する如く実在する）ものは寿命が7ヶ月で且前者より低温期に成育し乍ら産卵群の体長の max. は 17 m. m. に達している。従って前者は後者に比べて高温にも拘らず極度に成長がおそいことになり到底実在性を認めることはできない。次に秋産れ夏産卵と仮定されるものは4月に大型完熟個体が消滅することからみても存在の根拠がない。

夏産れて冬産卵するものは下記①~④の理由により実在を証明しうる（夏冬長期世代と称す）と共に、夏季産卵期の初期に産れたものが前述の夏・秋世代に当り秋に産卵し（これを特に夏秋短期世代と称す）、後期に産れたものが越年して冬産卵するものと考えられる。

① 既述の9月の未熟の山・10月の成熟の山は夏孵化した世代のものと考えられるが、これが秋に産卵すると寿命は3ヶ月となり特に成熟・完熟の山が共に10月中旬になり、夏秋短期世代が8月成熟・10月完熟（ $20\sim 29^{\circ}\text{C}$ ）でこの間2ヶ月を要しているのに比べて、 20°C 前後であり乍ら10日間位で成熟→完熟すると考えることは無理な想定といえよう。

② 8月の未熟・成熟の山が夏季産卵期の初期（7月）に産れたもので、9月未熟・10月成熟の山が後期（8月）に産れたものと仮定しても両者を10月完熟・11月産卵とすると秋季産卵群はもっと大量でなければならぬ。

①、②から9月の未熟・10月の成熟の山は夏季産卵期の後期に生れたものであり越年して2月の完熟、および産卵群につながると考えれば矛盾がない。

③ 12月に少量乍ら存在する完熟個体は夏産れ冬産卵する世代（若くは既述の冬冬世代）を認めなければ説明がつかない。

④ 冬季産卵群は数量が多く、期間も長く貧弱な秋冬世代のみでは到底まかない切れなれないと思われる。

夏冬長期世代に属するものは冬の産卵期の初め（2月）に産卵すると思われるが、量的には夏秋短期世代に比べて少く、エビの場合の如く短期世代が附加物であったのとは逆に長期世代が附加物で、夏におそく産れて偶々育ち損ったものが越年して翌冬産卵すると解すべきであると考えられる。

寿命1年の冬冬世代は各種の data について検討しても一応矛盾する点がなく、従ってその存在を否定する根拠がない。然し仮りに C, N 両 type が同一種の多形ではなく別のものと考え、I, C-types とした *S. crassa* が冬冬世代に、N-type とした *S. c. f. naikaiensis* が夏夏世代に当り、秋期産卵群は両者のいずれかの短期世代であるとする次の矛盾が生じ、この仮定は否定される。① Fig. 61 の各 stage の量的変化が説明できない。② type の転換については初冬の N→I→C-type 変遷と初春の C, I→N-type 変遷とを考えねばならず、後者は明らかに無理な想定である。③ 冬冬世代が4月を net で採集不能な幼体で過すとしても、夏夏世代が存在するなら net で採集しうるものがこの期間に存在していなければならず、4月に総数が激減し且大型個体が存在しないという事実と相反する。以上の如く数量・体長・type・熟度組成の年変化に関するすべての data は冬冬世代を除く既述4世代のみによって矛盾なく解釈しうるから、冬冬世代については積極的に肯定する根拠を得る迄は論議の輻輳を避けるためにも除外して考うべきであると思う。

各世代の番号（Fig. 63 参照）名称・特性・産卵群との対応は次の如くなる。

Fig. 63 に以上のことがらに基いて横島水道における *S. crassa* の生活史を模式的に図解して示す。季節（水温）による各 stage 毎の体長および期間は図に示す如くである。勿論これは '55年2月~'58年2月における調査期間の平均状態を示したもので年により時間的にも体長の面も幾分のずれが生じている。春~夏には魚類に捕食されるために stock は減少し、餌料である Copepoda の増殖盛期の1~4月、8~10月に

	世代名	type	親のtype	寿命(月)	産卵群名
①	春夏世代	N→N	C, I	5	夏季産卵群
②	夏秋短期世代	N→N	N	3.5	秋季 "
③	夏冬長期世代	N→I, C	N	7	} 冬季 "
④	秋冬世代	N→I, C	N	5	

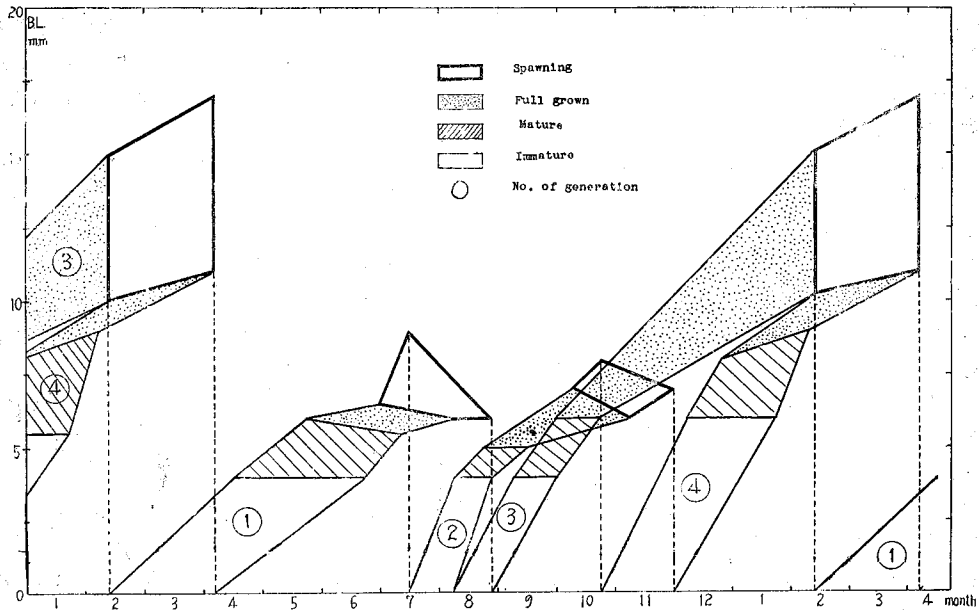


Fig. 63 Schematic chart of the life history of *S. crassa* in inlet water.

は夫々大産卵群が見われている。

結論として本海域における *S. crassa* は各産卵期の間の3世代が cycle をなしこれに夏産れたものの一部が越冬し冬産卵する1世代が加わり、越冬するものは低温期に type が変わり、寿命の最短は夏秋短期世代の3.5ヶ月、最長は夏冬長期世代の7ヶ月で、高温期には成熟速度が成長速度を上廻るために親の体長は少なく、低温期にはこの逆で充分成長して大型となるものと言えよう。

第三節 内海における生活史

既述 *Cal. finm.* における如く同一種でも環境によって大いにその生活史が異なるが、*S. crassa* の場合は瀬戸内海のような小海域内でも各海域により生活様態が幾分相異なる。type 変遷の差もその1例であるが笠岡湾口においてすら第2章第3節で述べた如の夏の産卵期が5月と7月に別れて存在し、産卵期は年間4回の盛期をもつ様になるが、5~7月は1世代とするには短かすぎ、既述の如く2→5→11→2月と3→7→3月の両 cycle が併存するものと考えられ、世代数は1つふえて5つとなる。即湾口部では水道部における長短2世代が完全に分離し且春夏世代に初期と後期の2種類が存在することになる。

瀬戸内海各海域でも data の少ない外部区を除いては基本的には笠岡湾口に等しいが、夏の産卵期が内部区では湾口よりややおくれて8月となるのに対し、中間区では更におくれて湾口の5月産卵期が6月に、7月のものが8~9月になる。更に秋の産卵期はいずれもやや遅れて12月となる。前述の如く内部区より中間区が圧倒的に数量が多いが秋、冬の2産卵期は内湾部に比べて両区共少く、夏の産卵期は中間区が著しく多い。type は両区共低温期に I-type が出現するが、内部区では総数の1割に過ぎないのに対し、中間区では半分を占める。

内海全般を通じて考えると内湾から外部に向うに従って産卵期が少しづつ遅れる傾向があり、夏と冬の産卵群の大きさが逆転し N-type が生活史の主体を占めるようになる。従って *S. crassa* は元来温暖なやや低塩分の近海々域に生活するもので、種の type は *f. naikaiensis* とされていた N-type であり、冬季には泡状組織が増大したのも現われるが、冬季降温の激しい内湾浅海海域に近づくに従い低温期形の I, C-types (*S. crassa* とされていたもの) が生活史中で大きな比重を占めるようになり、恰も C-type が種の type の如く解釈されていたものであると考えられる。

〔附〕 笠岡湾に出現した他の種について。

本海域において *S. crassa* 以外に出現した *Chaetognatha* は次の如くである。

種名	年月日	尾数	体長 m. m.	熟度	海域	水温 °C	塩素量 %	備考
<i>S. neglecta</i>	'52. 5. 7	8	4~7	成体	湾中央	17~27	16.5~17.7	村上 ('57a)
<i>S. minima</i>	'54. 8	9	3~6	未熟	湾口定点	24~27	16.0~16.8	表層
<i>S. bedoti</i>	'54. 8	2	5~7	未熟	"	27	16.7	"
	12	1	6	未熟	"	12	17.1	"
<i>S. enflata</i>	'55. 9. 1	1	11	成体	横島水道	26	17.3	出現例頗る多し
	'52~'58 9~1	多数	1~14	未熟~完熟	湾口・湾中央・水道			

S. enflata 以外の3種は第1部第4章で述べた如く内部区に出現することは稀である。特に *S. bedoti* の成体が横島水道に出現したことは内湾内部迄入り込んだ稀な例であるが、この時の水道は流入→流出の転流時に当り、湾外水に含まれていたものが運ばれたものと思われる。

S. enflata は増殖期の秋から冬にかけて笠岡湾各海域に多数出現する。水道部では *Chaetognatha* 総数の4%、湾口部では1~4%を占める。'54年と'55年とを比較すると湾口表層採集では、'54年は11~12月は体長4~7 m. m. の未熟および成熟個体が総数の1%出現したのに対し、'55年は同じく11~12月に体長4~13 m. m. で完熟個体を23%含んでいた。両年の塩素量を比較すると横島水道の定置観測結果によれば右表となり、また第1部で述べた如く内海全体としても'55年は'54年より遙かに高塩分であった。即既述の高塩分年に *S. enflata* の増殖が盛んである傾向は本海域でも認められる。

Cl. %	11月平均	12月平均	年間平均
1954年	16.38	16.52	16.30
1955年	17.39	17.69	17.15

1955年湾口部における出現状況は10月初めに体長14 m. m.

迄の完熟個体を含むものが出現し始め、中旬より11月初旬にかけて<7 m. m. の未熟個体のみとなり数量もやや減少するが、以後12月初旬迄数量は再びふえて(0.2~0.5尾/m³)体長も15 m. m. に達し完熟個体も20%程混る様になる。その後数量は激減し大型個体は次第に姿を消し、最終出現は年を越した1月11日の5 m. m. の幼体1尾である。内海各海域を通じてみた場合、体長>17 m. m. の大型個体は紀伊水道に秋季出現するのみで、中間区以内での最大体長は16 m. m. である。即増殖盛期に高塩分海域にのみ大型個体が出現することになる。完熟および排卵直前個体の体長の min. は内部海域程小さい傾向がみられるが、外部区でも体長10 m. m. で排卵直前状態になっているものが出現した。従って外部区には小型と大型の2種類が併存するものと考えられる。元来本種は高塩分性で外洋に棲息するものであるが、広塩分性のため低塩分の内海・内湾の奥深く迄棲息海域を拡げている。大小両種の海域的分布は低塩分海域になる程小型化し、内海中間区以内には大型種は侵入せず、外部区は外洋との境であるために両種が併存しているものであろう。

短小個体の歯式は体長5 m. m. で顎毛9, 前歯3, 後歯4; 7 m. m. で夫々9, 4, 6; 10 m. m. で9, 3, 8となっている。卵巣長比は体長7~14 m. m. で<5%, 12月出現する体長>10 m. m. の中粒卵をもつものでも卵巣長は0.2~0.4 m. m. に過ぎない。第1部で排卵直前個体は大型種で17~27%であるのに対し小型種では10%であ

ることを述べたが、小型種にあっては体が或程度发育を遂げてから急速に卵巣が発達したが、産卵群でも大型種に比べ卵巣長比は遙かに小さく増殖力の弱さを思わせる。

Table. 38 および既出の Fig. 54 に湾口定点における定置採集結果を示すが、これ等から垂直分布をみると出現期の '55年10月~'56年1月に数量は表層0.3, 中層0.2, 底層0.2尾/m³で、総数に対する比率は表層のみ4%で他は1%に過ぎぬが、表層は小型部が多く10m. m. 以上のものが出現したのは13回中3回のみである。大型部は中層に多く最大体長のものは常に中層に出現しており、*S. crassa* と同様に体長に依る上下の棲み別けが認められる。

Table. 39 に '56年11月湾口定点で行った潮流観測の際の表・中・底3層別定置採集結果を示す。これから出現状況の日変化をみると、1日に採集した上潮時3回, 下潮時3回の data を平均して比較すると、前者は最大体長13m. m. 完熟個体は4%あり数量は0.5尾/m³であるのに対し、後者はく6m. m. の未熟個体が表層に現われたのみで数量は5分の1にすぎない。即 *S. enflata* は outside water に棲息しているもので、inside water には表層に少数の幼体が存在するのみであることがわかる。秋~冬の出現期には内湾海域においても水塊の indicator として *S. crassa* に劣らぬ指標価値を有するものと言えよう。

Table. 38 *Sagitta crassa* sampled by ⊕ net in three layers at the mouth of Kasaoka bay, Oct. '55~Jan. '56.

	Date	Sam-pled No.	No./m ³	Body length(m. m.) composition %															Maturity comp. %		
				3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Imm.	Mat.	Full grown		
Surface layer	'55 10 28	1	0.04		100													100			
	11 4	12	0.3																		
	11 10	3	0.3																		
	16 8	8	0.2																		
	21 22	22	0.5																		
	28 8	8	0.4																		
	12 5	14	0.5																		
1 11	1	0.03			100													100			
Middle layer	'55 10 1	5	0.1				40				20	20	20					60		40	
	14 7	7	0.2			14		14	14		14		14	30				29	14	57	
	21 2	2	0.03			50		50										100			
	28 4	4	0.2	25	25	25			25									100			
	11 16	10	0.2		10	20				20	10	10	20	10				40	20	40	
	21 35	7	0.7		3	11	17	9	11	23	11	9		3	3			51	32	17	
	28 10	4	0.4		30	20	30	10	10									90	10		
12 12	10	0.3		10		10	10	10	40	20							50	50			
19 5	5	0.1				40				60							40	60			
Bottom layer	'55 10 1	1	0.03									100							100		
	21 5	5	0.1			20	40	40										100			
	11 4	1	0.03					100										100			
	11 4	4	0.2	25	25		50											100			
	16 8	8	0.3		13	50	24		13									100			
	21 11	11	0.3		28	9	18	18	18		9							91	9		
	12 5	7	0.3				14	30			14	14	14	14				43		57	
12 7	7	0.3			29	29	14	14									71	29			

Table. 39 *Sagitta crassa* sampled by \oplus net in three layers at the mouth of Kasaoka bay, Nov. 1956.

	Date	Time	Tidal phase (hour)	Sampled No.	No./m ³	Body length(m. m.) composition %												Maturity comp. %		
						3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Imat.	Mat.	Full grown		
Surface layer	'56 11 1	0820	H-2	36	0.6	25	22	20	11	3	6						71	6	3	
		1000	H. T.	3	0.5		67					33						100		
		1200	H+2	2	0.7		50		50									100		
		1420	L-2	1	2.0				100									100		
		1620	L. T.	1	1.0			100										100		
		1720	L+1	14	1.6	7	43	29		14			7					86	7	7
	11 13	1500	H-4.5	3	0.2			67	33								100			
	11 19	0920	H-2.5	47	1.6	4	17	15	26	15	15	4	2	2			70	19	11	
1100		H-1	8	0.6		62	25	13								100				
Middle layer	11 1	0820		0																
		1000		5	0.4			67		33							100			
		1200		0																
		1420		1	0.1			100										100		
		1620	"	0																
	1720		2	0.1							50	50							100	
	11 13	1500		9	0.5	33	45	11	11								100			
	11 19	0920		10	0.2	20	20	20		10	20		10				60	20	20	
1100			9	0.5		45	11	11	11	11		11				56	33	11		
Bottom layer	11 1	0820		0																
		1000		2	0.1		50		50								100			
		1200		0																
		1420		0																
		1620	"	0																
	1720		0																	
	11 13	1500		3	0.3	33	67									100				
	11 19	0920		2	0.1							100						100		
1100			3	0.3				33		33		33				33	33	33		

結 論

黒潮支配下にある瀬戸内海に出現する *Chaetognatha* は Indo-Pacific 海域に固有な11種を含めて3属14種におよび、本邦黒潮流域に出現する種類の大部分を含み瀬戸内海に固有な種はない。即 *Chaetognatha* 分布の面からみると瀬戸内海の独自性は余り著しいものではないといえよう。内部的には種組成からみて海域的に3区分しうるが、この区分は外洋との親疎や塩分等による海域区分とも一致する。尚出現から考えて瀬戸内海々々の境界として友ヶ島水道・豊予海峡をとることが適当と思われる。

東京湾と比較した場合両海域の海洋学的性状の地域的変化度の緩急の差が *Chaetognatha* の生態的分布の面に明らかに現われ、又 *Sagitta crassa* の内湾海域における出現状況も湾内外両水系配置と密接な対応を示し、これらのことから一般に *Chaetognatha* 分布は海況特に塩分によって著しく規制されていることが認められる。更に分布の面のみならず生産量も塩分に支配されることが多い。これらの性質により従来からも水系の指標生物として North Sea を始め世界の各海域で重要視されているが、瀬戸内海においても海況のみならず漁況の指標としても有効であることが認められる。

各種類の生態・生活史を調べた結果多くの種類について棲息海域による体長・産卵期・寿命等の相異が認められ、分類、特に species 以下については従来の如く主として形態のみによるばかりでなく生活史を考慮に入れて再考すべき点が多いように思われる。例えば *S. enflata* は瀬戸内海内でも高低両塩分海域によって成熟体長に著しい差が認められ、また *S. crassa* は水温により N, Cの両 type (従来 *S. crassa* とその forma の *naihaiensis*) が交互に現われ、更にその中間の I-type も季節・海域的に両者の移行型として多量に存在する。これ等の分類上の位置を如何に定めるかは今後に残された問題であろうが、*S. crassa* の如きは各 type の移行を完全に明らかにせぬ限り海況の指標として使用することは甚だ危険である。本種の内湾における長年の出現状況と飼育実験による type 変換の研究により、従来複雑さのため余り顧みられなかった内湾海域の水系の指標生物として本種が好適であることがわかったが、生物指標の問題は出現と被指標現象の両者を機械的に対比するのみでなく、更に深く追及して生態と現象機構に立脚せねばならぬと思われる。

S. crassa の type の区分は泡状組織の存在部位によつたが、これが水温に密接に関係する原因は未だ明らかでない。泡状組織の増大が果して低温のみによるか否かは組織の機能が明らかにされていない現在結論すべくもないが、増大が浮力を増加して低比重に対処するものであるという説に対しては、C-type が年間で塩分が最大である冬のみ出現すること、および同程度の低塩分の内湾でも降温が著しくない海域には出現せぬこと等から考えて、にわかに贅意を表すわけにはいかない。泡状組織の発達著しい種類としてはこの他 *S. regularis*, *Pterosagitta draco* 等があるがこれ等は高塩分性で高温期に多く、C-type と全く逆の生態を示す。全 *Chaetognatha* 中泡状組織の顕著な種類が対象的な生態をもっていることは興味深いことで、この点から考えても単に水温・塩分等のみにより説明しうるものとは思えない。泡状組織の機能および存在の意義の解明は今後に残された大きな問題であろう。

飼育に関しては、従来附着性の *Spadella cephaloptera* を除いて長期飼育に成功しなかったが、この最大の原因は動物体表における飼育水の更新即ち適度の攪拌と換水がえられにくかった点にあったものと思われる。流水式として器底より気泡を適当に放出させることにより、少なくとも沿岸性低温期型の *S. crassa* C-type は比較的容易に長期間飼育しえ、これにより初期発生、環境に対する適応性其他採集によってはえられにくい種々の生態を知ることが出来たが、採餌開始後 Copepoda を捕食しうるに到る迄の期間の飼育の点で成功せず、今後の飼育技法の研究が望まれる。

本種は zoo-plankton としては最大の自主的移動力を有し、各処で例示したように採集法の相異により組成に著しい差を生じる。従って macro-plankton 中でも特に *Chaetognatha* は目的により採集法を選び出現の資料は採集法を考慮して使用せねばならない。また光に対しても顕著な反応を示し飼育の際の照明上の注意と共に光による分布の偏りは採集およびその結果の解析に当って充分念頭に置く必要があろう。

Chaetognatha は魚類の餌料としても重要なものである。魚類の消化管内容物を調べて餌料を研究する際従来は兎角 Diatom, Crustacea 等の形骸の残りうるもののみが重視され、naked Protozoa, *Chaetognatha*

等の如く形の残らぬもの若くは残っても検出の困難なものは等閑に附され勝であった。元来これらのものは分解消化吸収が容易で海中に大量に存在するから天然餌料として利用されていないとは到底考えられない。カタクチイワシに対する *S. crassa* の場合について述べたように両者の生態・生活史が充分把握されていさえすれば、唯一の硬質部たる顎毛を検出することにより、その被利用度が莫大であることは直ちに納得される処であろう。従って捕食関係の研究に当てこれらの未知の prey を除いては正しい結論をえられぬことは明らかである。

S. crassa の生活史の研究に当っては一定の場所で週数回の採集を長期間くりかえしたが、一般に内湾海域における生物は外洋にくらべて環境の複雑さと相俟って生活史の複雑なものが多く、時間・空間的の採集頻度は出来るだけ増すことが望ましい。勿論各種の条件によって自ら頻度は制約されようが、にも拘らず出現状況の出来るだけ詳細且正確な把握が生活史解明の第一歩であることが痛感される。

今後 planktology が mass-ecology としての本来の立場に立ってより一層の進展をとげることを期待すると共に、本研究がこの意味で Chaetognatha の海洋生物学的研究の 1 例として水産学上何らかの役に立つことがあるとすれば筆者の喜びはこれに過ぎるものはない。

要 約

第 I 部 出現及び生態に関する研究

1. 分布及び生態

1953~'57年に瀬戸内海の約 100 測点で 50m 層以浅を総計 940 例垂直採集した。出現種は *Sagitta enf.*, *S. bed.*, *S. rob.*, *S. bip.*, *S. ser.*, *S. pul.*, *S. frx.*, *S. p-ser.*, *S. min.*, *S. reg.*, *S. neg.*, *S. dec.*, *S. crassa* (*f. naikaiensis* 及び両者の中間型をふくむ), *Pterosagitta draco*, *Krohnitta pacifica* で、本邦近海の出現種の大部分を含み本海域は本邦黒潮流域の縮図的組成を有している。優占種は *S. crassa*, *S. enf.*, *S. bed.*, *S. min.* である。量的には採集例の総平均は 9 尾/m³ で最大密度は '55年 8 月大阪湾の 196 尾/m³ である。出現量の年変化は主として *S. enf.* 量に左右され一般に高塩分年ほど本種の増殖が盛んである。

出現状況から瀬戸内海を外洋性種のみで種類・量共最大の紀伊・豊後両水道(外部区)と、*S. crassa*, *S. enf.* のみで量的にも最小の周防・安芸・備後灘(内部区……内湾部を除く)と、これに亜外洋性種の *S. min.*, *S. bed.* の加わった和泉・播磨・伊予灘(中間区)の 3 つに分けられる。各海域毎に海況と出現状況との関係を論じ、海域別・月別の数量、体長・熱度組成と出現時の水温・塩素量を示した。

各種類毎の生態を述べたが、外洋性種出現の水温・塩素量下限は 10°C, 17.5% でありこの内半数の種類は内海でも産卵する。*S. enf.* は広塩分性で 9 月になると順次内海内部にも出現し増殖期は 9~12 月で、大小 2 型があり大型種は高塩分海域のみに棲息する。亜外洋性 2 種はよく似た分布を示し、低塩分性の *S. crassa* は 3 types を併せて考えると内海全域としては 4, 8, 11 月に量的な山がある。

2. 指標生物

指標としての使用例を示したが、例えば紀伊水道では *S. bip.* は底層を通過して外洋から侵入する高塩分水系に、*S. min.* はその上に存在する低塩分の沿岸水系に、*S. crassa* は内海内部から流入してくるものと河川水の混合した低塩分水系に対し指標生物として実用的に勝れた価値を有する。

高塩分性の *S. enf.*, *S. bed.*, *S. min.* の合計と低塩分性の *S. crassa* の数量比の年変化は等塩素量線分布の年変化とよく対応し、瀬戸内海に及ぼす黒潮勢力の年変化は *S. enf.* の出現量の年変化を以て指標しうる。また瀬戸内海における *S. enf.* 出現量の年変動は高低両塩分性魚種の年間漁獲量の年変動とそれぞれ正・逆の相関を有し、内海全域及び東西両半分のそれぞれについてカタクチイワシ漁獲量の年変動と逆相関を有している。

従って Chaetognatha は海況のみならず、漁況の指標生物としても有効である。

3. その他

使用した net の網目の大きさにより採集物の種類・体長・熱度組成に大きな差を生ずることを例示した。各種類について完熟卵が輸卵管内に入り込んだ排卵直前状態を示した。

S. crassa の交尾個体と思われるものを示したが、その相互位置は従来の説と異り頭尾の方向を逆にしていると考えられる。

第Ⅱ部 *Sagitta crassa* に関する研究

1. 生活史

1954~'58年に備後灘北岸の笠岡湾々口で週1回の表面曳網及び表・中・底3層別定置採集、湾東小開口部たる横島水道で週2~6回の表面曳網、数回の湾内外及び定点潮間採集と飼育発生実験を行った。泡状組織の存在部位により11ヶの type に別けたが、この内 C, C'-types は *S. crassa* に、O, N-types はその *f. naikaiensis* に、I₁~I₇-types は両者の中間型に当る。

数量、体長・熟度・type 組成の変化等を詳細に調べると、内湾海域での生活史は春産れて夏産卵する寿命5カ月の春夏世代と、3.5カ月の夏秋短期世代と、5ヶ月の秋冬世代の3者が年間の cycle を形成し、これに夏産れたものの一部が越年して冬産卵する寿命7ヶ月の夏冬長期世代が加わることになる。また幼体の出現状況に長期世代の考えを導入して幼体・成体・産卵群の数量変化を説明した。

type の変遷は夏冬長期及び秋冬世代のものが11月下旬 12~14°C で I₁-type となり、最低水温が8~9°C 以下となる海域では約1カ月後 C-type となりその他の海域では I-type の各段階に止まる。高温期は小型の内に産卵死亡し低温期には長大個体が現われる。

2. 海域差

瀬戸内海の如き小海域内でも各海域により生活史は多少時期的につれ、例えば内湾から外部区に向うにつれて産卵期が遅れまた生活史中で占める各世代の比重が異なる。各海域の出現状況と飼育実験結果とによれば本種は元来温暖でやや低塩分の近海産のものであり、出現期間・海域の規模からみて従来 forma とされていた *naikaiensis* 即ち N-type が種の type でありその本来の棲息海域である沿岸部では春夏世代の増殖力が最大で年間 cycle の主体をなすが、内湾部に近づくにつれ低温期型の C, I-types の比重が大きくなり秋冬世代の増殖力が最大となる。C-type の主産地は低塩分の沿岸浅海部の内冬季水温低下の著しい海域で、瀬戸内海では周防灘西部・備後灘北部・播磨灘北部及び大阪湾沿岸等である。飼育すれば C-type は5月初旬(17°C)まで生存しうる。I-typeは低温期には内海全域に出現するが高温期でも例外的に出現し、黒潮海域では20°C前後までは存在しうると考えられる。

内海における本種の棲息域としては冬季の降温程度が著しくなく従って C-type が出現しない内湾部では夏冬共増殖が盛んであり、夏季大增殖する中間区がこれに次ぎ、内部区はいつれの世代も増殖力が弱く外部区と共に最も不適である。内湾部でも笠岡湾のように降温が著しくて C-type が出現する処では夏季の増殖力が比較的弱い。

3. 飼育及び発生

飼育水の清澄、低照度、新鮮な Copepoda 給餌及び器底より径5 m. m. 位の気泡を毎秒1~2ヶ宛放出させて攪拌通気を行う方法等により、成体で C-type 3ヶ月、N-type 1ヶ月に及ぶ長期飼育に成功し、種々の飼育実験結果をえて採集結果の解釈を裏付けた。

成体は蒸溜水中では約10分で死亡し、生存の塩素量下限は5%で、水温は徐々に変化させれば10°C以上の温度差にも耐えるが急激な上昇には弱い。一般に水温・塩分の変化には適応力が強く飼育も比較的容易であるから験体生物としても充分使用にたえうる。

水温と泡状組織増大の関係は一旦限界温度(約7°C)以下の低温に遭遇すると以後次第に増大するが、加温すればその速度が抑制される。これにより3つの type が水温による多型であることを或程度証明した。

排卵放精とも数日おいて2度以上繰返えされる。各 type の発生を追跡し各 stage に到るまでの所要時間を求めその stage の状態を図示した。孵化所要時間の水温・塩分による変化は最短は15時間(>27°C)であった。海中では夏季1日、冬季2~4日で孵化するものと思われる。卵径は350μ前後、孵化直後の幼体体長は800μ前後で、20°Cで3日目に尾部横隔膜を生じ4日後肛門が開く。13~20%では孵化発育は順調

に行われる。成体の耐塩分性実験結果と併せて考えると本種の最適塩素量は17~18%である。

幼体飼育の最長期間は孵化後3週間で餌料の点から完全飼育には成功しなかった。

4. 形態及び生態

各世代を通じて顎毛・前後歯数の体長による変化を示したが、食性転換期には後歯数が急増する。歯の数は季節・体長による変異が著しい、その他産卵群体長・卵巣長比・産卵数の変化を示した。

浅海では日中の上下分布を支配するのは海況よりも成長度による光に対する感受性の差であることを初め光に対する種々の反応を示した。

plankton としては最大に属する自主的移動力をもってありむしろ nekto-plankton とでも称すべきであると考えられる。

5. 指標及び餌料価値

内湾海域の指標生物使用の条件を例証し、笠岡湾の湾内外水系に対し各季毎に本種を指標として使用する方法を述べた。例えば冬季では湾内水には多数のC及びCに近いI-typeの大型完熟個体、湾外水には少数のN及びNに近いI-typeの小型個体の存在を指標としうる。水塊流動の烈しい内湾諸地点での本種の組成は採集時の地点にあった水塊の根源水塊のもつ組成に一致し水塊流動の生物指標としても使用しうる。指標生物としてはCopepodaにくらべて遙かに実用的価値に富む。

本種はイカナゴを初め各種魚類の消化管内容物中に多数発見され、特にカタクテイワシの消化管内に残留した多数の顎毛はその形態、捕食魚の出現した海域、季節からみてN-typeのものと断定しえた。本種は春には藻場稚魚の、夏にかけては各種魚類の重要な餌料である。

6. その他

formalin 固定による体長縮少は1ヶ月間に最大0.4m. m. にすぎずm. m. 単位の体長測定値としては特に考慮の必要はない。

笠岡湾では冬季群は *Centropages*, *Calanus* 等の大型種と *Acartia clausi*, *Paracalanus* 等の小型種を、夏季群は *A. erythraea*, *Tortanus* 等の中型Copepodaを餌料としている。

笠岡湾には *S. crassa* 以外に少数の *S. neg.*, *S. min.*, *S. bed.* と多数の *S. enf.* が出現するが、*S. enf.* は秋~冬に限られ、小型種のみで、内湾海域の水系の指標として使用しうる。

参 考 文 献

- Aida, T.
 1897(a) Chaetognaths of Misaki harbour. Annot. Zool Jap., Vol. 1
 (b) Chaetognatha の分類 動・雑, Vol. 9
 (c) On the growth of the ovarian ovo in Chaetognaths. Annot. Zool. Jap., Vol. 1
 (d) Chaetognatha の卵の発生 動・雑, Vol. 9
- Asano, H.
 1912 Chaetognatha について 漁業基本調査報告, Vol. 1
- Busch, W.
 1851 Beob. über Anat. und Entwick. einiger wirbellosen Seetiere. Chaetognatha. Berlin
- Bütchli
 1873 Zur Entwicklungsgeschichte der *Sagitta*. Zeit. Wiss. Zool., Bd. 23
- Chiba, T. & A. Tsuruta
 1955 スンダ列島西岸海域の plankton について Jour. Shimonoseki coll. Fish., Vol. 4, No. 1
- Chiba, T. *et. al.*
 1957 北インド洋中部のマグロ漁場の海況ならびに plankton について *Ibid.*, Vol. 6, No. 3
- Doncaster, L.
 1902 On the development of *Sagitta*, with notes on the anatomy of the adult.
 Quart. Jour. Micros. Soc., Vol. 46
- Faure, M. L.
 1952 Contribution à l'étude morphologique et biologique de deux chaetognathes des eaux atlantique du Maroc: *Sagitta friderci* Ritter-Zahony et *S. bipunctata* Quoy et Gaimard. Vie et Milieu, Tom. III, Fasc. 1
- Furnestin, M. L.
 1953 Contribution à l'étude morphologique, biologique et systématique de *Sagitta serrato-dentata* Krohn des eaux atlantiques du Maroc. Bull. l'Inst. Océanogr. Monaco, No. 1025
- Ghirardelli, E.
 1953(a) L'accoppiamento in *Spadella cephaloptera* Busch. Pub. Staz. Zool. Napoli, Vol. 24, Fasc. 3
 (b) Appunti sulla morfologia dell'apparecchio riproduttore femminile e sulla biologia della riproduzione in "*Pterosagitta draco*" Krohn. Monito. Zool. Ital., Vol. LXI, Nos. 2~3
 (c) Osservazioni sul determinante germinale(d. g.) e su altre formazioni citoplasmatiche nelle uova di *Spadella cephaloptera* Busch. Pub. Staz. Zool. Napoli, Vol. 24, Fasc. 3
- Grassi, B.
 1883 Chaetognathen. Fauna & Flora d. Golfes v. Neapel.
- Harada, I.
 1957 *Sagitta* の發育に伴う顎毛・齒の数的変化, 動・離, Vol. 66, No. 2, 3
- Hardy, A. C. & R. Bainbridge
 1954 Experimental observations on the vertical migrations of plankton animals.
 J. M. B. A., Vol. 33
- Heinrich, A. K.
 1956 Dimensional composition of Chaetognatha and terms of their propagation in the western regions of Bering Sea. ソ連科学アカデミー報告, Vol. 110, No. 6

- Hertwig, O.
 1880 Die Chaetognathen. Jenaische Zeitschrift, Bd. 14
- Hyōgo Pref. Fish. Exp. St.
 1955 築磯調査報告 兵庫水試
- John, C. C.
 1932~'33 Habits, structure and development of *Spadella cephaloptera*.
 Quart. Jour. Micros. Soc., Vol. 75
- Jourdain
 1892 Sur l'embryogéuie de *Sagitta*. Comptes rend. Acad. Sci. Paris
- Kado, Y;
 1953 瀬戸内海の Chaetognatha Fauna, 特に *Sagitta enflata* と *S. crassa* の分布について.
 Zool. Mag., Vol. 62 No. 10
 1954 Notes on the seasonal variation of *Sagitta crassa*. Annot. Zool. Jap., Vol. 27, No. 1
 1957 The seasonal change of the chaetognath and pelagic copepod fauna of Hiroshima bay in the Inland sea of Japan, with special references of oceanic species.
 Jour. Sci. Hiroshima Univ. Ser. B, Div. 1, Vol. 17, Art. 19
- Kado, Y & R. Hirota,
 1957 Further studies on seasonal variation of *Sagitta crassa*. *Ibid.*, Vol. 17, Art. 9
- Kōbe Mar. obs.
 1929 紀伊水道海洋観測報告 (2) 神戸海洋気象台海洋時報, Vol. 1, No. 2
 1937 瀬戸内海冬季海洋観測報告 *Ibid.*, Vol. 10, No. 1
 1938 大阪湾紀伊水道定期海洋観測報告 *Ibid.*, Vol. 11, No. 2
 1943 瀬戸内海定期海洋観測報告 *Ibid.*, Vol. 13, No. 4
 1951 紀伊水道・神戸海洋気象台浮游生物速報, Vol. 5
 1952 *Idem. Ibid.*, Vol. 7
- Kowalevsky,
 1871 Embriologische Studien an Würmern und Arthropoden. "Entwicklung der *Sagitta*."
 Mem. Acad. Petersburg, 7th. Ser. Tom. 16
- Kusakabe, D.
 1953 稚魚の採集と染色の一新法 日・水・会・誌., Vol. 19, No. 4
- Lebour, M. V.
 1916~'18 Some parasites of *Sagitta bipunctata*. J. M. B. A., Vol. 11
- Marshall, S. M. & A. P. Orr
 1955 The biology of a marien copepoda, *Calanus finmarchicus* Gunnerus.
 Oliver & Boyd, London
- Moore, H. B.
 1955 Variations in temperature and light respons within a plankton population.
 Biol. Bull., Vol. 108, No. 2
- Murakami, A.
 1954 笠岡湾海洋調査報告 内・水・研報告, Vol. 6
 1957(a) 内湾・内海における浮游性毛顎類の出現 (1)東京湾及び瀬戸内海中・西部海域における出現状況 水産学集成 東大出版会 東京
 (b) 低塩分浮游性毛顎類の指標種としての価値 フ・連・協議会報, Vol. 5
 1958 瀬戸内海諸海域の海況について 瀬戸内海水産連絡調査要報 Vol. 23 内・水・研

Naikai. Reg. Fish. Res. Lab.

1951~'57 瀬戸内海水産連絡調査要報 Ser. A, 内・水・研, Vol. 2~20

Nakai, Z.

1957 An outline of biological survey and distribution of wet weight of macro-prankton in the "Kuroshio" area south of Honshū. May. 1955.
Rce. Ocean. works Jap., N. S. Special No.

Nishida, K.

1955 1954年5月における紀伊水道北半の海況について 水路要報, 増. Vol. 17

Parry, D. A.

1944 Structure and function of the gut in *Spadella cephaloptera* and *Sagitta setosa*.
J. M. B. A., Vol. 26

Pierce, E. L.

1941 The occurrence and breeding of *Sagitta elegans* Verrill and *S. setosa* J. Müller in parts of the Irish sea. J. M. B. A., Vol. 25

1951 The Chaetognaths of the west coast of Florida. Biol. Bull., Vol. 100, No. 3

Russell, F. S.

1932(a) On the biology of *Sagitta*. I. The breeding and growth of *S. elegans* Verrill in the Plymouth area, 1930~'31. J. M. B. A., Vol. 18

(b) *Idem.* II. The breeding and growth of *S. setosa* J. Müller in the Plymouth area, 1930~'31, with the comparison with that of *S. elegans* Verrill. *Ibid.*,

1933(a) *Idem.* III. A further observation on the growth and breeding of *S. setosa* J. Müller in the Plymouth area. *Ibid.*

(b) *Idem.* IV. Observations on the natural history of *S. elegans* Verrill and *S. setosa* J. Müller in the Plymouth area. *Ibid.*

Saisho, T.

1956 東経130°線で採集された plankton の分布について
Mem. Fac. Fish. Kagoshima Univ., Vol. 5

Shinya, H. & T. Ōtsuki.

1955 イカ稚仔の矢虫による食害について 北海道水産報告, Vol. 12

Stevens, N. M.

1903 On the ovogenesis and spermatogenesis of *Sagitta bipunctata*.
Zool. Jahrb., Abt. F, Bd. 18

Suirobu

1929 内海潮流図 海. No. 6025, 水路部

1954 広島湾の潮流 水路要報, Vol. 1 六・管・保安本部

Tokioka, T.

1938 A new Chaetognath *Sagitta crassa* n. sp. from Ise bay. 動・雑, Vol. 50, No. 6

1939(a) Chaetognaths collected chiefly from the bay of Sagami and Suruga, with some notes on the shape and structure of the seminal vesicle.

Rec. Ocean. works Jap., Vol. 10, No. 2

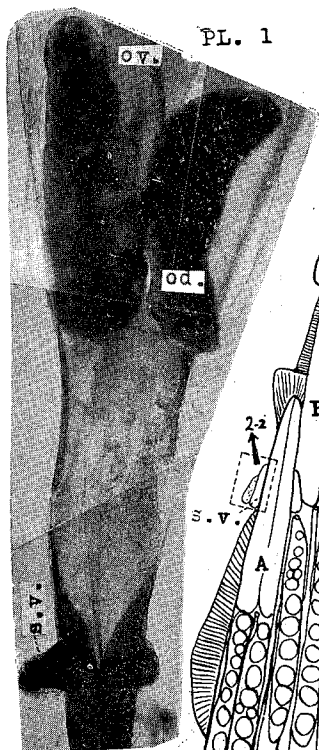
(b) Three new Chaetognaths from Japanese waters. Mem. Imp. Mar. Obs., Vol. 7, No. 1

(c) A new brackish water Chaetognath. Annot. Zool. Jap., Vol. 18, No. 4

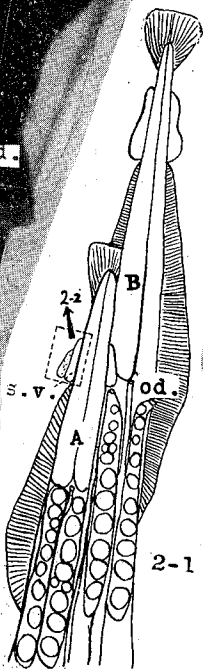
(d) 大阪湾における矢虫類及び浮游性皮囊類の観察 海と空, Vol. 19, No. 6

1940(a) 日本動物分類・毛類動物門, 三省堂. 東京

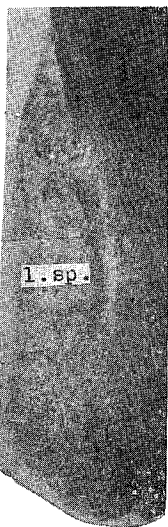
- (b) The chaetognath fauna of the waters of western Japan.
 Rec. Ocean. works Jap., Vol. 12, No. 1
- 1942(a) Systematic studies of the plankton organisms occurring in Iwayama bay, Palao.
 III. Chaetognaths from the bay and adjacent waters.
 Palao Trop. Biol. St. Studies, Vol. 2, No. 3
- 1950 深海動物の眼の問題と矢虫類 自然と文化, Vol. 1
- 1951 Pelagic Tunicates and Chaetognaths collected during the cruises to the new Yamato
 Bank in the sea of Japan. Pub. Seto. Mar. Biol. Lab., Vol. 2, No. 1
- 1952 Chaetognaths of the Indo-Pacific. Annot. Zool. Jap., Vol. 25, Nos. 1, 2.
- 1954 Droplets from the plankton net. Ⅲ. Emergence of a dense patch of Chaetognaths near
 the Laboratory. Pub. Seto Mar. Biol. Lab., Vol. 3, No. 3
- 1955 On some plankton animals collected by the Shunkotsu-maru in May~June, 1954.
Ibid., Vol. 4 Nos. 2~3
- 1956 On Chaetognaths and Appendicularians collected by Mr. Z. Sagara in the Arafura
 Sea in May~Aug. 1955. Pub. Seto. Mar. Biol. Lab., Vol. V No. 2
- 1957 Chaetognaths collected by the Sōyō-Maru in the years 1934 and 1937 ~'39.
Ibid., Vol. 6 No. 2
- Tokioka, T & I. Yamazi,
 1950 英虞湾の真珠漁場に関する研究(一)~Ⅱ, Ⅲ. 京大生理・生態研究, Nos. 69~72
- Vasiljev, A.
 1925 La fécondation chez *Spadella cephaloptera* Lgrhs. et l'origine du corps déterminant
 la voie germinative. Biologia Generalis, Vol. 1
- Yamazi, I.
 1950~'55 Plankton investigation in the inlet waters along the coast of Japan, III~IX, XII~XVIII.
 Pub. Seto Mar. Biol. Lab., Vol. 2, No. 2; Vol. 3; Nos. 1, 3; Vol. 4, Nos. 1, 2, 2~3. & Special
 Pub. Jap. Sea Reg. Fish. Res. Lab. on the 3rd. Anniv. of its founding.
- Yasuda, Z.
 1957 内湾における蝦類の資源生物学的研究 I. 水産学集成. 東大出版会. 東京
- Yoshii, N & T. Tokioka
 1939 Notes on Japanese *Spadella*. Annot. Zool. Jap., Vol. 18, No. 4



PL. 1



2~2

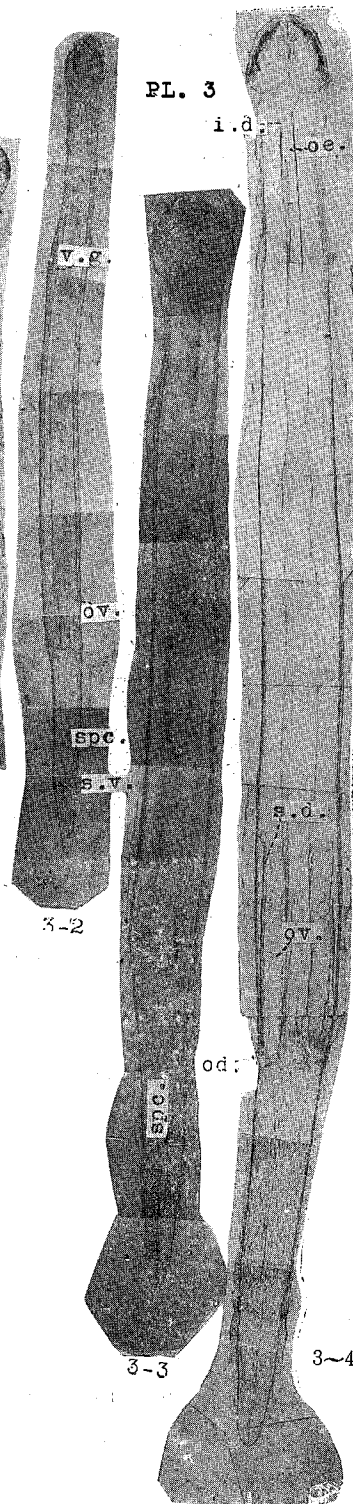


PL. 2



3-1

PL. 3

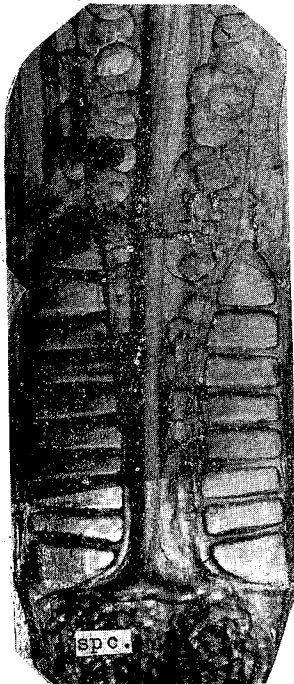


3-2

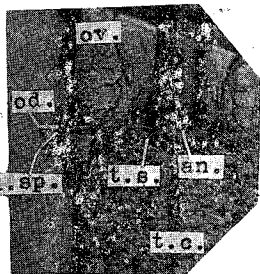
3-3

3~4

PL. 4



PL. 5



PL. 6

Explanations of Plates

Abbreviations

an. = anus	oe. = oesophagus
a. t. = anterior tooth	ov. = ovary
c. c. = corona ciliata	p. f. = posterior fin
co. = collarette	p. g. c. = primary generative cell
f. r. = fin ray	p. t. = posterior tooth
hd. = hood	s. d. = sperm duct
hk. = hook	sp. = sperm
i. d. = intestinal diverticula	spc. = spermatocyte
in. = intestine	s. v. = seminal vesicle
l. f. = lateral fin	t. c. = tail coelum
l. sp. = lump of sperm	th. = tooth
m. l. = median line	t. s. = tail septum
od. = oviduct	v. g. = ventral ganglion

PL. 1 ovary and seminal vesicle of spawning *Sagitta enflata* (preserved) × 29
 opening of oviduct swelled; ovary with riped eggs; left side seminal vesicle bursted
 away and lump of sperm blowed out :

PL. 2 copulating *Sagitta crassa*

2 -1 situation of two individuals

A : individual A, B : individual B

2 -2 serminal vesicle of individual A × 220

PL. 3 various types of *Sagitta crassa* × 12

No.	date of sampled	body length m. m.	type	collarette extends	maturity
3 -1	'55-VI-8	7.6	N	at neck	spawning
3 -2	'57-I-22	8.8	I ₁	to v. g.	immature
3 -3	'57-I-22	12.3	I ₇	to behind of p. f.	immature*
3 -4	'57-II-1	15.3	C	to end of tail	mature

PL. 4 spawning *Sagitta crassa* C-type (cf. Fig. 35) × 43

body length : 15.0m. m. ovary length : 2.0+2.3m. m.

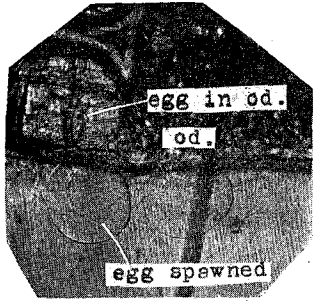
number of eggs in oviduct : 8+10

spermatocytes flowing in tail coelum

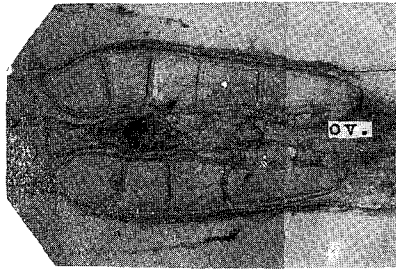
PL. 5 opening of oviduct of *Sagitta crassa* C-type × 43

lump of sperm entering into oviduct

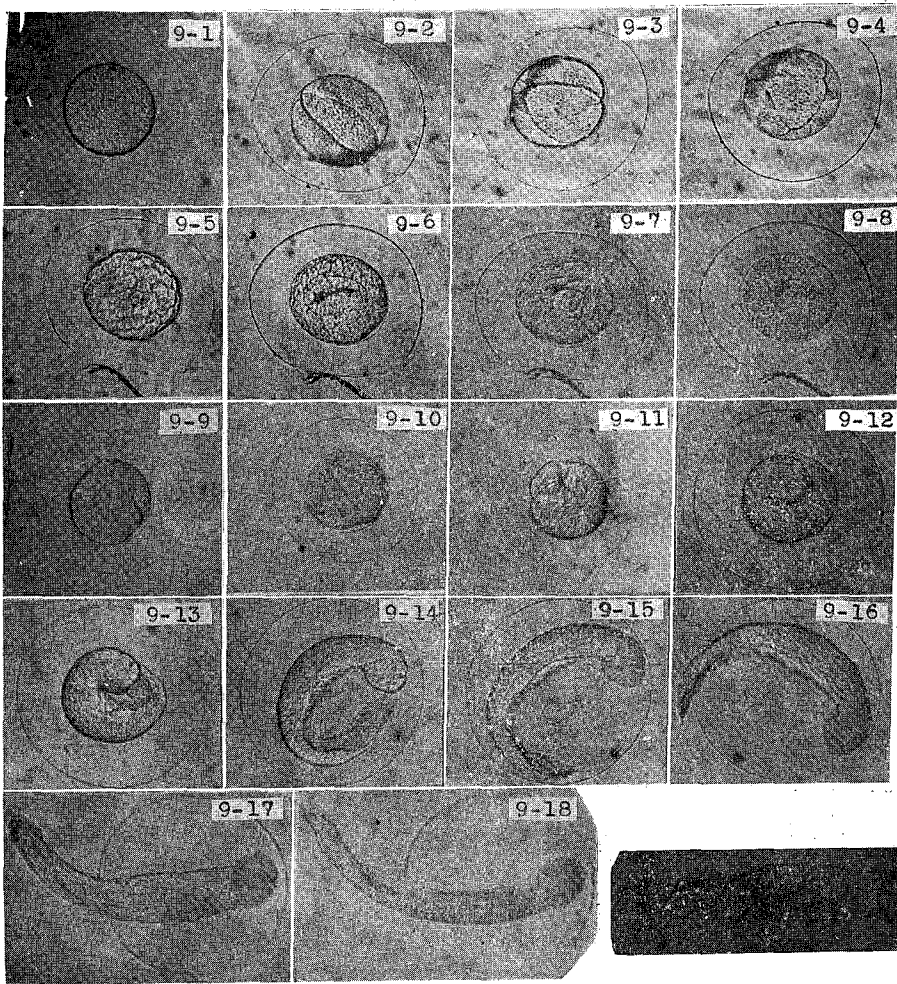
PL. 6 rearing apparatus of *Sagitta crassa*



PL. 7



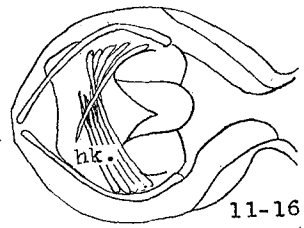
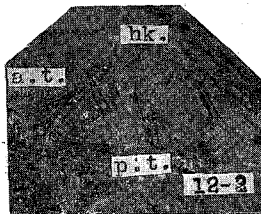
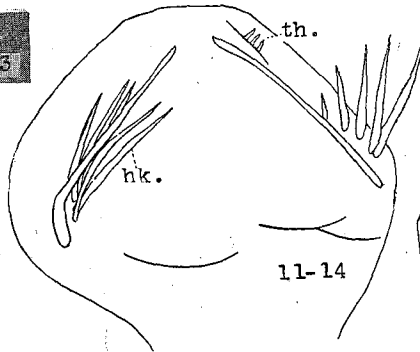
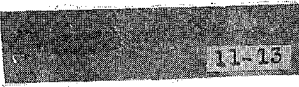
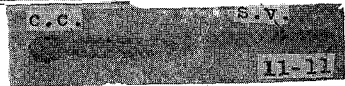
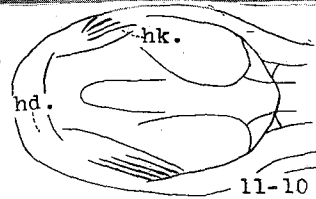
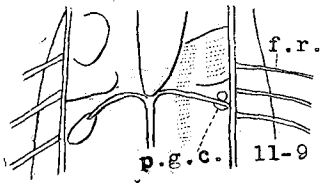
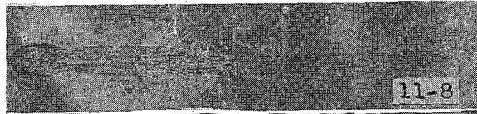
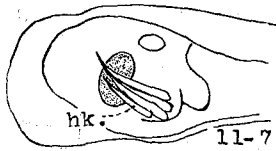
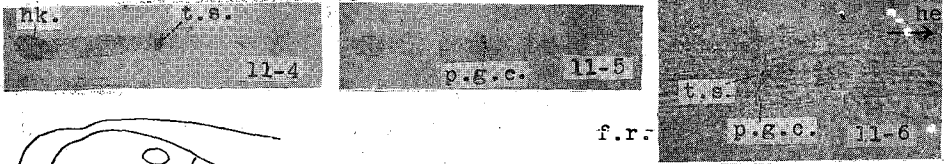
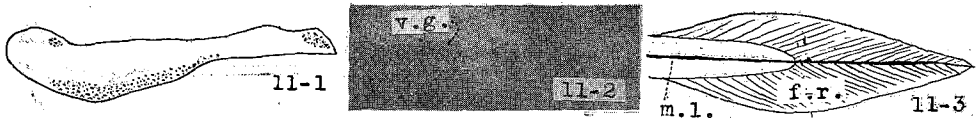
PL. 8



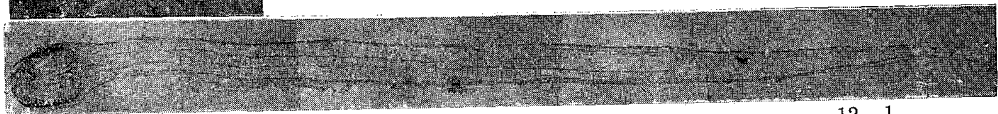
PL. 9

PL. 10

- PL. 7 eggs of *Sagitta crassa* C-type just spawned × 43
- PL. 8 spawning *Sagitta crassa* N-type × 46
 body length : 7.6m. m. ovary length : 0.9 +0.8m. m.
 number of eggs in oviduct 5 + 4
- PL. 9 cleavage of *Sagitta crassa* C-type × 58
 W. T. =16.0~18.6°C Cl. =17%
- | | | |
|-------|---------------------------|---|
| 9 -1 | 10 minutes after spawning | egg-membrane swelled |
| 9 -2 | 1 hour | " two cell stage |
| 9 -3 | 1 hr. 20min. | " four cell stage |
| 9 -4 | 1 hr. 45min. | " sixteen cell stage |
| 9 -5 | 3 hr. 30min. | " |
| 9 -6 | 5 hr. 30min. | " blastopore invaginated |
| 9 -7 | 8 hr. 30min. | " blastopore |
| 9 -8 | 10 hr. | " |
| 9 -9 | 15 hr. | " |
| 9 -10 | 17 hr. 45min. | " |
| 9 -11 | 19 hr. 15min. | " blastopore germ moved |
| 9 -12 | 23 hr. | " head and tail moved continually |
| 9 -13 | 24 hr. 30min. | " head separated from tail |
| 9 -14 | 24 hr. 35min. | " head got out from primary egg-membrane,
second egg-membrane cracked |
| 9 -15 | 24 hr. 38min. | " tail got out from primary egg-membrane |
| 9 -16 | 24 hr. 40min. | " tail got out from secondary egg-membrane |
| 9 -17 | 24 hr. 42min. | " (dorsal view) posterior half of body got out
from secondary egg-membrane |
| 9 -18 | " | " (lateral view) |
- PL. 10 larva of *Sagitta crassa* just hatched out × 58
 24 hr. 47min. after spawning

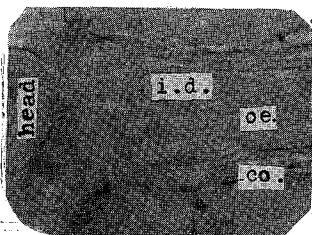
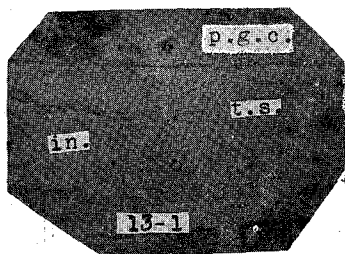


PL. 11



PL. 12

12-1



13-2

PL. 11 Growth of larva of *Sagitta crassa* (conserved)

11-1	4 hr. after hatch	× 43
11-2	1 day "	× 29
11-3	the caudal fin of 11-2	×217
11-4	2 days after hatch	× 29
11-5	3 days "	× 29
11-6	the tail septum of 11-5	×217
11-7	lateral view of the head of 11-5	×217
11-8	4 days after hatch	× 43
11-9	near the tail septum of 11-8	×405
11-10	dorsal view of the head of 11-8	×224
11-11	5 days after hatch (stained)	× 29
11-12	the corona ciliata of 11-11 (enlarged)	
11-13	7 days after hatch (ventral view) (stained)	× 29
11-14	dorsal view of the head of 11-13	×224
11-15	9 days after hatch (ventral view) (stained)	× 29
	many well stained points on the tail	
11-16	dorsal view of the head of 11-15	×224

PL. 12 larva of *Sagitta crassa*

sampled on '57- II -14

12-1	body length : 4.0m. m.	× 29
12-2	the head	×224

PL. 13 larva of *Sagitta crassa*

sampled on '57- II -19

body length : 2.4m. m.

13-1	near the tail septum	
	contents of intestine	
13-2	near the neck	

PL. 14 larva of *Sagitta crassa* just hatched out

sampled on '57- II -27

fin rays are distinct

× 29

Appendix 1 The positions of sampling stations in the Seto Inland Sea, 1953~'57.

S t.	N	E	Dep.(m)	Prefectures	Regions	S t.	N	E	Dep.(m)	Pref.	Regions
WK 1	34° 03' 17"	135° 03' 06"	46	Wakayama	Kii S.	HG 9	34° 27' 54"	134° 33' 00"	41	Hyōgo	Harima N.
WK 2	34 14 06	135 03 02	28	"	"	HG 10(KG9)	34 21 12	134 35 16	40	"	"
WK 3	34 15 36	134 59 06	84~63	"	"	HG 11	34 35 00	134 45 00	22~4	"	"
WK 4	34 07 54	134 56 06	66	"	"	HG 12	34 15 15	134 38 06	80~34	"	"
WK 5	33 59 42	134 52 42	65	"	"	HG 13	34 42 48	134 40 00	23~16	"	"
WK 6	33 51 06	134 51 12	62	"	"	HG 14	34 32 48	134 40 00	25	"	"
WK 7	33 51 48	134 56 12	82~72	"	"	HG 15	34 23 00	134 40 00	33~19	"	"
WK 8	33 52 24	135 01 12	45	"	"	HG 16	34 30 48	134 48 00	37~19	"	"
WK 9	33 45 06	135 13 00	43	"	"	T 1	34 43 10	134 47 55	9	"	"
WK A	33 57 06	135 03 06	(60)	"	"	T 6	34 38 46	134 54 37	8	"	"
WK B	34 01 36	135 04 54	(45)	"	"	KG 1	34 23 00	134 14 24	37.5~27.2	Kagawa	Harima N.
WK C	34 10 54	135 03 24	(45)	"	"	KG 4	34 25 33	134 24 08	40	"	"
WK D	34 11 18	135 06 42	(40)	"	"	KG 9	34 21 12	134 35 16	34	"	"
TK 1	33 25 25	134 16 50	390	Tokushima	Kii S.	OK 1	34 19 04	133 25 24	23	Okayama	Bingo N.
TK 2	33 32 30	134 27 30	123	"	"	OK 7	34 04 30	133 19 00	29~21	"	"
TK 3	33 39 40	134 39 40	105	"	"	OK 10	34 24 07	133 55 27	54	"	"
TK 4	33 45 00	134 44 25	(80)	"	"	HS 2	34 10 36	132 20 30	45~23	Hiroshima	Aki N.
TK 5	33 50 30	134 50 15	75	"	"	HS 6	34 06 12	132 46 06	54~35	"	"
TK 6	34 00 00	134 57 47	50	"	"	HS 10	34 13 04	132 47 12	37.5~28	"	"
TK 7	34 08 35	134 48 40	50	"	"	YG 3	33 49 35	131 37 48	45~35	Yamaguchi	Suho N.
TK 8	34 09 50	134 41 00	25~19	"	"	YG 9	33 38 18	131 55 08	53	"	Iyo N.
TK 9	34 03 20	134 44 00	40~25	"	"	FK 3	33 46 06	131 14 04	127.5~14	Fukuoka	Suho N.
TK 10	33 57 10	134 47 05	54~46	"	"	FK 5	33 56 00	131 05 00	14~9	"	"
OS 1	34 39 15	135 22 20	10	Osaka	Izumi N.	FK 7	33 45 05	131 04 02	11	"	"
OS 2	34 37 00	135 19 00	15	"	"	EH 1	33 17 48	131 38 47	55.1	Ehime	Iyo N.
OS 3	34 36 00	135 23 00	10	"	"	EH 2	33 21 42	131 51 00	65.4	"	"
OS 4	34 32 10	135 23 00	10	"	"	EH 3	33 24 20	131 59 06	96	"	"
OS 5	34 32 00	135 19 00	15	"	"	EH 4	33 09 50	132 03 00	120	"	Bungo S.
OS 6	34 29 00	135 21 00	10	"	"	EH 5	33 10 00	132 12 50	106.2	"	"
OS 7	34 27 00	135 16 00	15	"	"	EH 6	33 16 25	132 20 00	83.5	"	"
OS 8	34 25 10	135 18 00	10	"	"	EH 7	33 08 00	132 23 12	88~75	"	"
OS 9	34 23 00	135 11 00	15	"	"	EH 8	33 00 00	132 20 00	100	"	"
OS 10	34 20 30	135 10 30	10	"	"	EH 9	32 49 00	132 16 00	115	"	"
HG 1	34 17 16	135 00 30	70~46	Hyōgo	Izumi N.	EH 10	33 31 48	131 53 36	57.5	"	Iyo N.
HG 2	34 22 40	135 01 18	44	"	"	EH 11	33 35 10	132 13 20	62	"	"
HG 3	34 28 20	135 15 36	18	"	"	EH 12	33 46 00	132 24 20	64.5	"	"
HG 4	34 35 40	135 18 30	18	"	"	EH 13	33 49 30	132 32 30	56.5	"	"
HG 5	34 32 36	135 03 24	65	"	"						
HG 6	34 37 30	134 56 48	128	"	Harima N.						
HG 7	34 41 43	134 27 33	20	"	"						
HG 8	34 35 36	134 30 00	37	"	"						

St.	N	E	Dep.(m)	Pref.	Regions	S t.	N	E	Dep.(m)	Pref.	Regions
I	34° 38' 02"	135° 22' 33"	13	Hvōgo	Izumi N.	Y	33° 41' 00"	132° 21' 00"	58	Kyōto U.	Iyo N.
I	34° 39' 27"	135° 20' 31"	(13)	"	"	Y	33 36 00	132 22 18	54	"	"
I	34° 40' 42"	135° 18' 36"	13	"	"	Y	33 34 18	132 24 30	(46)	"	"
I	34° 38' 36"	135° 18' 04"	(13)	"	"	Y	33 50 00	132 12 42	(57)	"	"
I	34° 36' 36"	135° 17' 36"	18	"	"	Y	33 46 48	132 09 00	54	"	"
I	34° 37' 46"	135° 15' 48"	(18)	"	"	Y	33 43 42	132 10 00	46	"	"
I	34° 39' 04"	135° 13' 18"	14	"	"	Y	33 39 30	132 13 00	65	"	"
I	34° 36' 50"	135° 13' 06"	(17)	"	"	Y	33 30 00	132 17 12	54	"	"
I	34° 34' 44"	135° 12' 24"	19	"	"	Y	33 30 00	132 15 00	45	"	"
I	34° 36' 00"	135° 10' 35"	(19)	"	"	Y	33 43 00	132 01 48	54	"	"
I	34° 37' 12"	135° 08' 45"	16	"	"	Y	33 33 00	132 05 00	62	"	"
I	34° 35' 04"	135° 08' 00"	(41)	"	"	Y	33 32 30	132 06 36	67	"	"
I	34° 33' 45"	135° 07' 18"	50	"	"	Y	33 29 00	132 10 00	67	"	"
I	34° 32' 54"	135° 04' 57"	(47)	"	"	Y	33 25 00	132 08 42	18	"	"
I	34° 32' 52"	135° 02' 32"	58	"	"	Y	33 46 00	131 53 24	50	"	"
I	34° 31' 06"	135° 03' 48"	(60)	"	"	Y	33 40 30	131 55 36	53	"	"
I	34° 29' 22"	135° 05' 02"	55	"	"	Y	33 35 48	131 59 00	60	"	"
I	34° 29' 18"	135° 02' 44"	(57)	"	"	Y	33 30 00	132 00 00	88	"	"
I	34° 29' 10"	135° 00' 12"	62	"	"	Y	33 26 12	132 05 42	100	"	"
I	34° 27' 38"	135° 01' 38"	(53)	"	"	Y	33 24 36	132 01 30	88	"	"
I	34° 25' 50"	135° 02' 52"	45	"	"	Y	33 23 00	132 02 36	66	"	"
I	34° 25' 48"	135° 00' 36"	(45)	"	"	Y	33 43 42	131 47 30	49	"	"
I	34° 23' 56"	134° 59' 22"	(43)	"	"	Y	33 39 00	131 52 06	51	"	"
I	34° 22' 10"	135° 00' 48"	58	"	"	Y	33 29 00	131 54 18	79	"	"
I	34° 22' 24"	134° 58' 16"	(45)	"	"	Y	33 24 18	131 57 00	115	"	"
I	34° 22' 04"	134° 55' 54"	40	"	"	Y	33 19 12	131 58 00	426	"	"
I	34° 20' 15"	134° 57' 10"	(43)	"	"	Y	33 42 00	131 42 00	31	"	"
I	34° 18' 33"	134° 58' 30"	68	"	"	Y	33 37 00	131 43 30	34	"	"
Y	33° 54' 12"	132° 37' 12"	55	Kyōto U.	Iyo N.	Y	33 31 06	131 47 18	32	"	"
Y	33° 52' 00"	132° 42' 06"	20	"	"	Y	33 27 48	131 05 30	64	"	"
Y	33° 52' 48"	132° 33' 54"	46	"	"	Y	33 21 00	131 52 00	66	"	"
Y	33° 50' 00"	132° 37' 12"	38	"	"	Y	33 17 00	131 55 00	115	"	"
Y	33° 46' 00"	132° 41' 00"	12	"	"	Y	33 26 00	131 45 00	18	"	"
Y	33° 45' 30"	132° 33' 54"	46	"	"	Y	33 22 00	131 46 30	49	"	"
Y	33° 41' 06"	132° 36' 24"	27	"	"	Y	33 18 00	131 49 00	29	"	"
Y	33° 53' 18"	132° 24' 00"	56	"	"	Y	33 16 00	131 32 00	70	"	"
Y	33° 49' 00"	132° 25' 48"	64	"	"	Y	33 20 00	131 33 00	38	"	"
Y	33° 41' 30"	132° 26' 12"	47	"	"	Y	33 15 00	131 36 00	43	"	"
Y	33° 38' 00"	132° 29' 36"	14	"	"	Y	33 18 54	131 40 12	28	"	"
Y	33° 52' 54"	132° 17' 30"	26	"	"	Y	33 16 12	131 41 00	28	"	"
Y	33° 47' 36"	132° 17' 30"	55	"	"	Y	33 15 00	131 47 18	22	"	"
Y	33° 44' 12"	132° 19' 00"	63	"	"	Y	33 23 00	131 40 00	10	"	"

S t.	N	E	Dep.(m)	Pref.	Regions	S t.	N	E	Dep.(m)	Pref.	Regions
K	34° 15' 00"	134° 58' 48"	88	Kyōto U.	Kii S.	1	34° 25' 06"	133° 28' 06"	12	Kyōto U.	Bingo N.
K	34 15 00	135 02 12	33	"	"	2	34 22 48	133 27 12	17	"	"
K	34 14 12	135 06 06	15	"	"	3	34 19 42	133 29 00	20	"	"
K	34 10 12	134 42 30	23	"	"	4	34 17 24	133 35 48	22	"	"
K	34 11 12	134 48 48	26	"	"	5	34 16 42	133 33 06	28	"	"
K	34 11 12	134 52 00	61	"	"	6	34 16 24	133 29 36	27	"	"
K	34 11 12	134 56 12	62	"	"	8	34 17 18	133 21 42	23	"	"
K	34 11 12	134 59 18	55	"	"	9	34 14 06	133 31 06	29	"	"
K	34 11 12	135 03 18	52	"	"	10	34 14 06	133 27 12	26	"	"
K	34 11 12	135 07 42	28	"	"	11	34 14 06	133 23 24	22	"	"
K	34 07 12	134 38 00	13	"	"	12	34 13 00	133 19 06	21	"	"
K	34 06 48	134 42 30	23	"	"	13	34 11 42	133 33 00	27	"	"
K	34 07 12	134 47 24	49	"	"	14	34 11 42	133 28 12	22	"	"
K	34 07 12	134 51 18	62	"	"	15	34 10 30	133 23 54	19	"	"
K	34 07 42	134 56 36	70	"	"	17	34 09 00	133 29 48	22	"	"
K	34 06 30	135 01 18	62	"	"	18	34 09 18	133 36 42	24	"	"
K	34 08 00	135 06 30	34	"	"	19	34 07 42	133 33 42	21	"	"
K	34 09 12	135 10 18	12	"	"	20	34 06 00	133 36 42	17	"	"
K	34 03 12	134 37 18	19	"	"	21	34 03 30	133 35 00	22	"	"
K	34 02 30	134 43 06	39	"	"	22	34 01 24	133 30 24	21	"	"
K	34 03 12	134 46 12	48	"	"	23	34 01 00	133 26 12	21	"	"
K	34 03 12	134 50 00	56	"	"	24	34 00 42	133 19 00	20	"	"
K	34 03 12	134 54 00	60	"	"	25	34 02 00	133 14 06	23	"	"
K	34 03 12	134 57 18	73	"	"	26	34 01 12	133 09 00	19	"	"
K	34 02 12	135 02 00	67	"	"	27	33 58 24	133 13 36	12	"	"
K	34 02 12	135 06 42	36	"	"	28	33 58 24	133 10 12	14	"	"
K	34 00 30	134 37 18	11	"	"	29	33 58 24	133 07 00	12	"	"
K	33 59 06	134 42 30	39	"	"	30	34 06 00	133 05 30	32	"	"
K	33 59 06	134 50 30	67	"	"	32	34 05 24	133 30 36	25	"	"
K	33 59 06	134 55 00	73	"	"	33	34 03 30	133 27 18	20	"	"
K	33 59 30	134 58 54	73	"	"	34	34 03 12	133 23 54	24	"	"
K	33 59 30	135 04 24	37	"	"	35	34 07 06	133 25 54	20	"	"
K	33 54 48	134 44 18	45	"	"	36	34 06 06	133 20 18	24	"	"
K	33 54 48	134 49 00	64	"	"	38	34 06 06	133 20 24	21	"	"
K	33 54 48	134 53 00	72	"	"	39	34 08 42	133 18 06	28	"	"
K	33 54 48	134 57 12	77	"	"	40	34 03 36	133 18 06	27	"	"
K	33 55 30	135 01 48	48	"	"	41	34 07 30	133 16 24	27	"	"
K	33 55 30	135 05 18	19	"	"	42	34 04 48	133 13 42	33	"	"
K	33 52 12	134 41 12	17	"	"	43	34 03 48	133 10 30	23	"	"
K	33 51 48	134 46 12	52	"	"	44	34 08 24	133 12 30	23	"	"
K	33 51 48	134 51 00	70	"	"	45	34 08 36	133 07 48	16	"	"
K	33 51 12	134 55 00	86	"	"	46	34 11 18	133 11 24	25	"	"
K	33 51 12	134 58 54	54	"	"	47	34 12 30	133 16 12	21	"	"
K	33 51 12	135 03 00	48	"	"	48	34 16 36	133 16 36	17	"	"
K	33 51 12	135 03 00	48	"	"	50	34 20 54	133 23 06	18	"	"

notes: S.....Suidō, N.....Nada, U.....University, (Dep.).....assumed

Appendix. 2 The numbers of each species of Chaetognatha in the Seto Inland Sea, 1953~57.
 note: •including uncertainly classified specimen by bad preserving

Date	St.	Sagitta					Other genus.	?	Total number	No. /m ³	Note
		A (enf.)	B (bed.)	C (min.)	LC(<i>crassa</i>)						
					N	I					
1953											
Feb. 3	T 2				10	{ (C) 7		18	51.5	Ⓚ	
10	T 1					11		11	31.5	"	
10	T 2			reg. 1		8		9	25.7	"	
17	T 1					{ (C) 2		7	21.9	"	
17	T 6					5		8	32.0	"	
26	T 1			reg. 1		1		3	9.4	"	
26	T 6					{ (C) 1		3	8.6	"	
Mar. 4	T 1					4		4	14.3	"	
4	T 6					2		2	7.2	"	
12	T 1							0	0	"	
12	T 6					1		1	3.6	"	
17	T 1					2		2	7.2	"	
17	T 6					1		1	3.6	"	
24	T 1					2		2	6.3	"	
24	T 6							0	0	"	
31	T 6					1		1	3.6	"	
Apr. 7	T 1				60			60	21.4	"	
7	T 6							0	0	"	
14	T 1				18			18	25.0	"	
21	T 1				14			14	43.8	"	
28	T 1				15			15	46.9	"	
28	T 6	16			19		1	36	128.0	"	
May 19	T 1							0	0	"	
19	T 6				1			1	4.0	"	
June 2	T 1				1			1	2.9	"	
2	T 6							0	0	"	
9	TK 2	5	25	{ reg. 2			8	42	9.4	Ⓜ	
6	TK 9	2		1			7	10	2.2	"	
16	T 1				27			27	84.3	Ⓚ	
16	T 6				15			15	47.0	"	
4	OK 1				19			19	6.3	Ⓜ	
4	OK 7				5			5	1.7	"	
12	HS 2				14			14	3.1	"	
10	HS 6				7	28		35	7.8	"	
9	HS 10				6			6	1.4	"	
3	YG 3				59			59	13.1	"	
4	YG 9		2		2			4	0.9	"	
2	EH 1						1	1	0.2	"	
3	EH 9	7	1				5	14	3.1	"	
30	T 6				30			30	142.5	Ⓚ	
July 14	T 1				55			55	172.0	"	
30	T 6	1			40		2	43	172.0	"	
1	YG 3				52			52	11.6	Ⓜ	
Aug. 18	T 1	1			10			11	31.3	"	
18	T 6	2			73			75	250.0	"	
Sept. 15	WK 1	38		neg. 1				39	8.7	Ⓜ	
16	WK 7	101	{ ser. 1 rob. 1 pul. 1				1	105	23.4	"	

Date	St.	Sagitta					Other genus.	?	Total number	No. /m ³	Note
		A (enf.)	B (bed.)	C (min.)	LC(<i>crassa</i>)						
					N	I					
Sept. 8	T 1	13			69			82	256.0	Ⓚ	
8	T 6	14			17			31	110.5	"	
22	T 1	19						19	59.4	"	
22	T 6	27			7			34	121.5	"	
9	TK 2	46	rob. 3	reg. 2				51	11.3	Ⓜ	
7	TK 9	37						37	8.2	"	
11	KG 1	21			42			63	14.0	"	
11	KG 4	66			1			68	15.1	"	
11	OK 1	2			1		1	4	1.3	"	
11	OK 7				4			4	1.3	"	
11	HS 2				17			17	4.9	"	
10	HS 6				26			26	7.0	"	
9	HS 10				49			49	15.3	"	
3	YG 3	3			25			28	6.2	"	
4	YG 9							0	0	"	
7	EH 1							0	0	"	
8	EH 12	5	bip. 1		15			21	4.7	"	
Nov. 21	HS 2	12			1			13	2.9	"	
2	YG 3	19			2			21	4.7	"	
Dec. 3	WK 1							0	0	"	
3	WK 2	112	2					114	27.2	"	
3	WK 3	12						12	2.8	"	
2	WK 4	11						11	2.5	"	
2	WK 5	65	ser. 3					69	15.3	"	
2	WK 6	149	{ ser. 4 ser. 1				Pt. 1	156	34.7	"	
2	WK 7	33		reg. 1	1			35	7.8	"	
2	WK 8	47	{ ser. 2 ser. 3 rob. 1 ser. 2		2		Pt. 1	57	12.6	"	
3	WK 9	24			4			32	7.1	"	
9	HG 1							0	0	"	
9	HG 2	44	1					45	10.0	"	
9	HG 3	9			1			10	3.7	"	
9	HG 4	75	4		3			82	34.1	"	
10	HG 5	21						21	4.7	"	
13	HG 6	20			2			22	4.9	"	
14	HG 7	5						5	1.9	"	
14	HG 8	19			1			20	4.5	"	
14	HG 9	39						39	8.7	"	
14	HG 10	36						36	8.0	"	
13	HG 11	8			2			10	3.9	"	
14	HG 12	6						6	1.3	"	
15	KG 4	72						73	16.2	"	
8	OK 1	10			50			62	20.7	"	
7	OK 7				19			19	6.3	"	
15	HS 2							0	0	"	
1	YG 9	62			14			76	16.9	"	
16	FK 3	28			28			56	18.7	"	
16	FK 5	17			31			48	32.0	"	
1	EH 1	21			49			70	15.6	"	
2	EH 12	14			1	1		18	4.0	"	
1954 Jan. 14	HS 2				6			6	1.3	"	
Feb. 10	HS 2	1			5			6	2.0	"	

Date	St.	Sagitta				Other genus.	?	Total number	No./m ³	Note	
		A (enf.)	B (bed.)	C (min.)	LC(<i>crassa</i>)						
					N						I
Feb. 8	YG 3	3			22			26	5.8	⊕	
Mar. 14	WK 1	1	ser. 6	dec. 1	4			12	3.5	"	
15	WK 7							0	0	" m	
3	HG 1				3			3	0.4	" 45	
3	HG 2				4			4	0.6	" 42	
3	HG 3				8			8	3.1	"	
4	HG 4							0	0	"	
3	HG 5				5	2		7	0.9	" 50	
1	HG 6				3	1		4	5.3	" 50	
1	HG 7				20	3		23	7.7	"	
1	HG 8				5			5	1.0	" 34	
2	HG 9				1	3		4	0.7	" 41	
1	HG 11				1			1	0.5	"	
2	HG 12				1	1		2	0.3	" 50	
1	KG 1				1	1		2	0.4	"	
1	KG 4				1			1	0.2	"	
12	OK 1				1	5		7	2.2	"	
25	OK 7							0	0	"	
6	HS 2							0	0	"	
5	HS 6							0	0	"	
4	HS 10				1			1	0.2	"	
3	YG 3				18	46		64	14.2	"	
6	YG 9	3			4	17		24	5.3	"	
16	FK 3				1	2		4	1.3	"	
16	FK 5			neg. 1	6	1		9	6.0	"	
17	HS 2					9		9	2.0	"	
Apr. 16	HS 2				27			27	6.0	"	
1	YG 3			1	47	11		59	13.1	"	
21	FK 3				22			22	7.3	"	
21	FK 5							0	0	"	
May 18	HS 2							0	0	"	
June 8	WK 1	2	16		38			56	12.4	"	
9	WK 7							0	0	"	
8	WK 1	2	36		16			57	28.5	⊕ 44	
9	WK 2		3		33			39	35.5	"	
9	WK 3		8		19			29	12.6	" 50	
9	WK 4		21	reg. 1	9			31	13.4	" 50	
9	WK 6							0	0	" 50	
9	WK 7				1			1	0.4	" 50	
9	WK 9							0	0	" 45	
9	WK 3		189	1	1			192	24.0	⊕ 50	
9	WK 4	1	68	19	5		Pt. 1	100	12.5	" 50	
9	WK 5		{ ser. 1					0	0	" 50	
9	WK 6							0	0	" 50	
9	WK 8							0	0	" 43	
9	WK 9							0	0	" 45	
8	WKA	1	22	8	1			33	4.7	" 43	
8	WKB	3	71	17	3			99	12.4	" 50	
11	TK 2		1					1	0.2	⊕	
9	TK 9		2		25			27	6.0	"	
4	HG 1		15	4	32			54	12.0	"	
5	HG 2				91			92	13.3	" 46	
4	HG 4				11			12	5.2	"	

Date	St.	Sagitta				Other genus.	?	Total number	No. /m ³	Note	
		A (enf.)	B (bed.)	C (min.)	LC(<i>crassa</i>)						
					N						I
June	5 HG 5			2	10			12	2.7	Ⓔ	
	1 HG 14				19			19	5.1	"	
	1 HG 15				5			5	1.9	"	
	4 OK 1							0	0	"	
	4 OK 7							0	0	"	
	3 OK 10				3			3	0.7	"	
	8 HS 2							0	0	"	
	9 HS 6							0	0	"	
	9 HS 10							0	0	"	
	1 YG 3				33			33	7.3	"	
	3 YG 9							0	0	"	
	21 FK 3							0	0	"	
	3 KG 1				45			45	10.0	"	
	4 KG 9				28	8		36	8.0	"	
July	6 TK 9		{ bip. 85 98		1		4	188	41.9	"	
	8 OS 1				17			17	11.4	"	
	8 OS 2				3			3	1.3	"	
	8 OS 3	1			3			4	2.7	"	
	8 OS 4							0	0	"	
	8 OS 5							0	0	"	
	13 OS 6							0	0	"	
	13 OS 7				20		1	21	14.0	"	
	13 OS 8				13			13	5.8	"	
	13 OS 9		2	2	35			39	17.3	"	
	13 OS 10				2			2	1.3	"	
	15 HS 2				1			1	0.2	"	
	1 YG 3				2			2	0.4	"	
	8 KG 1		5		4			9	20.0	"	
9 KG 9				20			20	44.5	"		
Aug.	4 WK 1		36	9	5		13	63	31.5	Ⓔ44	
	2 OS 1		1		4			5	3.3	Ⓔ	
	2 OS 2							0	0	"	
	2 OS 3				24			24	16.0	"	
	2 OS 4				4			4	2.7	"	
	2 OS 5				4			4	2.7	"	
	3 OS 6				4			4	2.7	"	
	3 OS 7				5			5	3.3	"	
	3 OS 8				43			43	28.6	"	
	3 OS 9				3			3	2.0	"	
	3 OS 10		1		18		2	21	14.0	"	
Sept.	9 WK 1	38	1		50			89	19.8	"	
	10 WK 7	6	{ bip. 3 4				1	15	3.3	"	
	9 WK 1	5	3		10		10	28	14.0	Ⓔ40	
	10 WK 3	13	5	3	32		70	123	53.5	"50	
	10 WK 5	8	{ rob. 3 1	reg. 1	5		3	21	9.1	"50	
	10 WK 6	10			1		4	15	6.5	"50	
	10 WK 7	16	1	reg. 1	5			23	10.0	"50	
	10 WK 8	15		1	1		5	21	10.5	"45	
	9 WKA	24	{ neg. 1 reg. 1		3		31	60	30.0	"45	
	9 WKC	16			3		123	142	71.0	"45	
	9 WKD	14	{ rob. 4 2		33		74	127	106.0	"	
	6 OS 1				4			4	2.7	Ⓔ	

Date	St.	Sagitta				Other genus.	?	Total number	No. /m ³	Note	
		A (enf.)	B (bed.)	C (min.)	LC(<i>crassa</i>)						
					N						I
Sept.	6 OS 2				27			27	18.0	Ⓜ	
	6 OS 3				14			14	9.4	"	
	6 OS 4				5			5	3.3	"	
	6 OS 5	2	1		54			57	38.0	"	
	6 OS 6				20			20	13.4	"	
	7 OS 7	2			47			49	26.0	"	
	7 OS 8		2		20			22	14.6	"	
	7 OS 9				59			59	39.3	"	
	7 OS 10				4			4	2.7	"	
	5 HG 1				14			14	3.1	"	
	4 HG 5	2			47			49	10.9	"	
	2 HG 6				27			27	6.0	"	
	3 HG 7				35			35	11.6	"	
	2 HG 11	2	1		59			62	18.8	"	
	2 HG 13				2		1	3	1.3	"	
	2 HG 14				28			28	7.5	"	
	2 HG 15							0	0	"	
	2 HG 16	1			14			15	5.6	"	
	16 OK 1							0	0	"	
	17 OK 7							0	0	"	
7 HS 2							0	0	"		
8 HS 6							0	0	"		
8 HS 10							0	0	"		
20 FK 3	2			11			13	4.3	"		
20 FK 5				3			3	2.0	"		
1 YG 3	1			39			40	8.9	"		
3 YG 9			1	7			8	1.8	"		
Oct.	14 HS 2	1			7		8	2.7	"		
	1 YG 3	7			9		16	3.6	"		
	29 FK 3	6					6	2.7	"		
	29 FK 5	7					7	4.7	"		
Nov.	13 OS 1				1		1	0.7	"		
	13 OS 2	5			1		6	4.0	"		
	12 OS 3	1			4		5	3.3	"		
	12 OS 4						0	0	"		
	12 OS 5	9			4		13	8.7	"		
	12 OS 8				2		2	1.3	"		
	12 OS 9	14		1	70		85	56.8	"		
	12 OS 10	38			44		82	54.6	"		
	15 HS 2				3		3	1.0	"		
	25 FK 3	23			2		25	11.1	"		
25 FK 5	2			1		3	2.0	"			
Dec.	5 WK 1	4	2		14		20	4.6	"		
	6 WK 7	6	1	reg.	1		15	3.6	"		
	10 TK 1	3	1				3	14	(1.9)	"	
	10 TK 3	15	1	reg.	3		3	34	(4.5)	"	
	7 TK 4	31	5				6	44	(5.9)	"	
	9 TK 5	26	2		6		10	68	(9.1)	"	
	9 TK 6	40	6		5		6	57	(7.6)	"	
			13								
			2								
			2								

Date	St.	Sagitta				Other genus.	?	Total number	No. /m ³	Note	
		A (enf.)	B (bed.)	C (min.)	LC(<i>crassa</i>)						
					N						I
Dec.	9 TK 8	40			2		1	43	(15.9)	⊕	
	7 TK 9	24	{ ser.	5	4		6	40	10.6	"	
				1							
				1							
	8 OS 1				35			36	24.0	"	
	8 OS 2				4			4	2.7	"	
	8 OS 3				14			14	9.4	"	
	8 OS 4				2			2	1.3	"	
	6 OS 5	9			3			12	8.0	"	
	6 OS 6	1			6			7	4.7	"	
	6 OS 7	8			2			10	6.7	"	
	6 OS 8				5			5	3.3	"	
	6 OS 9	3			4			7	4.7	"	
	6 OS 10				9			9	6.0	"	
	6 HG 1	4			12			16	3.6	"	
	6 HG 2	6			20			26	5.8	"	
	6 HG 4							0	0	"	
	6 HG 5	4			3			7	15.6	"	
	3 HG 6	12			12			24	5.3	"	
	4 HG 7	136			10			146	48.7	"	
	5 HG 11	10			5			15	6.3	"	
	3 HG 14	30			8			38	10.0	"	
	4 HG 15	13			5			18	4.6	"	
	5 HG 16				5	6		11	2.4	"	
	13 OK 1				20			20	6.7	"	
	14 OK 7				4			4	1.3	"	
	8 OK 10							0	0	"	
	8 HS 2				1			1	0.2	"	
	9 HS 6				1			1	0.3	"	
	9 HS 10				17			17	5.3	"	
	5 YG 3	24			7			31	6.9	"	
	6 YG 9	8			21			29	6.5	"	
	21 FK 3							0	0	"	
	21 FK 5	1						1	0.7	"	
	8 EH 1							0	0	"	
	8 EH 2							0	0	"	
	9 EH 3							0	0	"	
	6 EH 4							0	0	"	
	6 EH 5	4		3				7	1.6	"	
	6 EH 7			1				1	0.2	"	
8 EH 10	3		1				4	0.9	"		
9 EH 12	14			5			19	4.2	"		
9 EH 13				1			1	0.2	"		
1955											
Jan.	13 OS 1				22			22	14.6	"	
	13 OS 3				9			9	6.0	"	
	12 OS 4			1				1	0.7	"	
	12 OS 5				7			7	4.7	"	
	12 OS 6							0	0	"	
	12 OS 7				2			2	1.3	"	
	12 OS 8				2			2	1.3	"	
	12 OS 9							0	0	"	
	12 OS 10	1			2			3	2.0	"	
	18 HS 2							0	0	"	
	7 FK 5				4			4	3.3	"	
Feb.	2 OS 1				11	3		14	9.4	"	

Date	St.	Sagitta					Other genus.	?	Total number	No. /m ³	Note
		A (enf.)	B (bed.)	C (min.)	LC(<i>crassa</i>)						
					N	I					
Feb. 2	OS 2				6	1			7	4.7	Ⓜ
2	OS 3				2	2			4	2.7	"
1	OS 4				2	1			3	2.0	"
1	OS 5				7	3			10	6.7	"
1	OS 6				10	8			18	12.0	"
1	OS 7				12	6			18	12.0	"
1	OS 8				5	1			6	4.0	"
1	OS 9				16	5			21	14.0	"
1	OS 10				3	2			5	3.3	"
15	HS 2				6	3			9	3.0	"
16	FK 3								0	0	"
16	FK 5				2				2	1.3	"
Mar. 11	TK 1			1					1	(0.1)	"
11	TK 2		2	1					3	(0.4)	"
11	TK 3	1	3		1				5	(0.7)	"
8	TK 4		rob. 1						1	(0.1)	"
10	TK 5	1	2		4				7	(0.9)	"
10	TK 6		4						4	(0.5)	"
10	TK 7	1	2				3		6	(0.8)	"
9	TK 8				29	26			55	(18.4)	"
8	TK 9		1		3	57	19		80	21.3	"
8	TK 10			1	5	6			12	(3.2)	"
7	OS 1				8	2			10	6.7	"
7	OS 2				11	3			15	10.0	"
7	OS 3		1		10	{(C) 15			26	17.3	"
7	OS 4				8	7			15	10.0	"
7	OS 5				14	8			22	14.6	"
8	OS 7				12	23			35	23.3	"
8	OS 8				1				1	0.7	"
8	OS 9				4	24			29	19.3	"
8	OS 10				9	{(C) 44			54	36.0	"
4	HG 3				9	{(C) 14			23	8.5	"
1	HG 7				10	9			19	6.3	"
2	HG 12				1	12			13	2.9	"
1	HG 13				7	11			22	10.0	"
1	HG 14				2	{(C) 10			12	3.2	"
2	HG 15				4	11			15	4.2	"
2	HG 16				1	10			11	2.5	"
16	KG 1				11	25			40	8.9	"
17	KG 9		1		7	{(C) 44			53	11.8	"
3	OK 1				1	{(C) 1			5	1.7	"
2	OK 7					{(C) 3			0	0	"
4	OK 10					{(C) 1			0	0	"
9	HS 2				1				1	0.3	"
10	HS 6				29	1			30	6.7	"
10	HS 10				1				1	0.4	"
15	HS 2								0	0	"
1	YG 3				12	4			16	3.6	"
3	YG 9				1				1	0.2	"
25	FK 3					6			6	4.0	"
25	FK 5				1				1	0.7	"
3	EH 1				5				5	1.1	"

Date	St.	Sagitta					Other genus.	?	Total number	No. /m ³	Note
		A (enf.)	B (bed.)	C (min.)	LC(<i>crassa</i>)						
					N	I					
Mar. 1	EH 7						1	1	0.2	• (H)	
4	EH 12						3	3	0.7	• "	
Apr. 2	OS 1				11	1		12	8.0	"	
2	OS 2				11	10		21	14.0	"	
2	OS 3				10			10	6.7	"	
1	OS 4				10			10	6.7	"	
1	OS 5		1		12			13	8.7	"	
1	OS 6				2			2	1.3	"	
1	OS 7				9			9	6.0	"	
1	OS 8		1		87			88	58.7	• "	
1	CS 9				12			12	8.0	"	
1	OS 10				69			69	46.0	• "	
18	HS 2							0	0	"	
1	YG 3				10	6		16	3.6	"	
20	FK 3				2			2	1.3	"	
20	FK 5				1			1	0.7	"	
May 10	OS 1							0	0	"	
10	OS 2							0	0	"	
10	OS 3				8			8	5.3	"	
9	OS 4				6			6	4.0	"	
9	OS 6				18			18	12.0	"	
9	OS 8				9			9	6.0	"	
19	HS 2							0	0	"	
2	YG 3				15			15	3.3	• "	
16	FK 3							0	0	"	
16	FK 5							0	0	"	
June 3	WK 1		{rob. (B)	4				5	1.1	• "	
4	WK 7			1				1	0.2	"	
8	TK 1	1						1	0.3	" 50	
8	TK 2							0	0	" 50	
8	TK 3	1	1	reg.	1		2	5	0.7	" 50	
6	TK 4			{reg.	1		9	14	1.9	" 50	
6	TK 5		30		5	21	30	86	11.4	" 50	
6	TK 6		38		3	16	7	64	8.5	" 50	
6	TK 7		11		1	7	1	20	2.7	" 50	
6	TK 8					2		2	0.5	"	
7	TK 9	1	1			2	9	13	3.5	"	
7	TK 10	1	1			8	7	17	5.7	"	
7	OS 1					14		14	9.4	"	
7	OS 2					11		11	6.7	"	
7	OS 3					11		11	6.7	"	
6	OS 6					2		2	1.3	"	
6	OS 7					9		9	6.0	"	
6	OS 8					12		12	8.0	"	
6	OS 9					1		1	0.7	"	
6	OS 10					8		8	5.3	"	
9	HG 1							0	0	"	
9	HG 2					11		11	2.5	"	
10	HG 3		1			14		15	6.7	"	
10	HG 4							0	0	"	
9	HG 5							0	0	"	
7	HG 7					5		5	1.8	"	
7	HG 13					7		7	3.3	"	

Date	St.	Sagitta				Other gen.	?	Total number	No. /m ³	Note	
		A (enf.)	B (bed.)	C (min.)	LC(<i>crassa</i>)						
					N						I
June	7	HG 14		1		9		10	3.3	⊕	
	8	HG 15				9		9	2.7	"	
	8	HG 16						0	0	"	
	1	KG 1					72	72	16.5	"	
	2	KG 9						0	0	"	
	6	OK 1				6		6	2.0	"	
	7	OK 7				16		16	5.3	"	
	8	OK 10				4		4	0.9	"	
	7	HS 2				1		1	0.2	"	
	8	HS 6				35		35	7.8	"	
	8	HS 10				9		9	2.4	"	
	16	HS 2				4		4	2.7	"	
	2	YG 3				38		38	8.5	"	
	4	YG 9				21		21	4.7	"	
	21	FK 3						0	0	"	
	3	EH 1						0	0	"	
	2	EH 9						0	0	"	
	4	EH 12				3		3	0.7	"	
	July	6	KG 1	1			44		45	13.2	"
		7	KG 9				169		169	49.1	"
		1	YG 3				12		12	2.7	"
19		FK 3				7		7	4.7	"	
19		FK 5				5		5	3.3	"	
15		HS 2				1		1	0.5	"	
Aug.	3	OS 1				16		16	1.1	"	
	3	OS 2				29		29	19.3	"	
	3	OS 3				93		93	61.0	"	
	3	OS 4				128		128	85.5	"	
	2	OS 5	1			294		295	196.3	"	
	2	OS 6	2			256		258	172.2	"	
	2	OS 7	6			84		90	60.0	"	
	2	OS 8	5			95		100	66.8	"	
	2	OS 9				73		75	50.0	"	
	2	OS 10	2			33		33	22.0	"	
	4	KG 1				142		142	39.5	"	
	5	KG 9				33		33	8.2	"	
	16	HS 2				5		5	2.2	"	
	10	FK 3				5		5	3.3	"	
	10	FK 5				3		3	2.0	"	
	Sept.	5	WK 1	1					2	0.5	"
6		WK 7	5		1			14	3.1	"	
8		TK 1	63	{ rob. 1	reg. 10	14		93	12.4	" 50	
8		TK 2	26			3		29	3.9	" 50	
8		TK 3	135		reg. 8	11		165	22.0	" 50	
7		TK 4	150		5	4		193	25.8	" 50	
					{ neg. 1						
					{ reg. 19						
6		TK 5	18		reg. 14	21		73	9.7	" 50	
				{ ser. 1							
				{ p-ser. 6							
6		TK 6	76			5		128	17.1	" 50	
					{ reg. 1	22					
6	TK 7	19		reg. 6	60		88	11.7	" 50		
6	TK 8	13			150		169	56.3	"		
7	TK 9	134		11	2		179	47.8	"		
				{ reg. 8	19						

Date	St.	Sagitta				Other genus.	?	Total number	No. /m ³	Note	
		A (enf.)	B (bed.)	C (min.)	LC(<i>crassa</i>)						
					N						I
Sept.	7 TK 10	68	5	reg. 11	5		Pt. 2	5	96	25.6	Ⓜ
	6 OS 1	5			13				18	12.0	"
	6 OS 2	5			37				42	28.0	"
	6 OS 3				3				3	2.0	"
	5 OS 4				18				18	12.0	"
	5 OS 5	2			24				26	17.3	"
	5 OS 6	2			17				19	12.6	"
	5 OS 7	1			18				19	12.6	"
	5 OS 8	2			17				19	12.6	"
	5 OS 9	1			51				52	34.6	"
	5 OS 10							2	2	1.3	"
	8 KG 1		13		188	2			203	67.7	"
	6 OK 1				5				5	1.7	"
	7 OK 7				3				3	1.0	"
	8 OK 10				24				24	5.3	"
	1 HS 2				11				11	4.8	"
	2 HS 6				51				51	22.2	"
	2 HS 10				56				56	15.1	"
	16 HS 2								0	0	"
	2 YG 3	2			26				28	6.2	"
6 YG 9				7				7	1.6	"	
5 FK 3								0	0	"	
5 FK 5				16				16	10.6	"	
Oct.	18 OS 1	2			11				13	8.7	"
	18 OS 2	1			5				6	4.0	"
	18 OS 3								0	0	"
	17 OS 4	3			14				17	11.4	"
	17 OS 5								0	0	"
	17 OS 6								0	0	"
	17 OS 7								0	0	"
	17 OS 8								0	0	"
	17 OS 9	1			12				13	8.7	"
	17 OS 10								0	0	"
	16 YG 3	7			35				42	9.4	"
	19 FK 3	6							6	4.0	"
	19 FK 5	7			14				21	14.0	"
Nov.	8 KG 1	19	1						20	4.4	"
	10 KG 9	387			11				398	87.5	"
	17 HS 2				7				7	2.3	"
	10 FK 3	16			19				35	23.3	"
	10 FK 5	3							3	2.0	"
	30 EH 8								0	0	"
Dec.	6 WK 1	2	bip. 1	dec. 1				2	6	1.3	"
	7 WK 7	2	ser. 1					2	6	1.4	"
	5 KG 1	12	ser. 1								
	6 KG 9	164	3		177	16			208	49.7	"
	5 OK 1				2				166	36.9	"
	7 OK 7				19				19	6.3	"
	9 OK 10	4	(B) 1		27				27	9.0	"
	8 HS 2				48	1			54	12.0	"
	9 HS 6				1			1	2	0.4	"
	9 HS 10				6			1	6	1.3	"
15 HS 2				10				11	3.0	"	
1 YG 3	5			7				7	1.6	"	
				13				18	6.0	"	

Date	St.	Sagitta					Other genus.	?	Total number	No. /m ³	Note
		A (enf.)	B (bed.)	C (min.)	LC(<i>crassa</i>)						
					N	I					
Dec. 3	YG 9		2			1		3	1.0	Ⓜ	
12	FK 3					3		3	2.0	"	
12	FK 5	2				1		3	2.0	"	
1956											
Jan. 12	OS 1					3		3	2.0	"	
12	OS 2	4				7		11	7.3	"	
12	OS 4	1				1		1	0.7	"	
12	OS 5					1		1	0.7	"	
11	OS 7	1				9		10	6.7	"	
11	OS 9	1				15		16	10.6	"	
11	OS 10					3		3	2.0	"	
16	HS 2	1				5		6	1.3	"	
11	FK 3					1		1	0.7	"	
11	FK 5							0	0	"	
Feb. 7	OS 1					10		10	6.7	"	
7	OS 2					18	1	19	12.6	"	
7	OS 3					3		3	2.0	"	
7	OS 5					5		5	3.3	"	
6	OS 6					2		2	1.3	"	
6	OS 7					2		2	1.3	"	
6	OS 8							0	0	"	
6	OS 9			4		13		17	11.4	"	
6	OS 10					6		6	4.0	"	
14	HS 2					5		5	1.1	"	
1	YG 3					63		63	21.0	"	
6	FK 3					4	1	5	3.3	"	
6	FK 5						1	1	0.7	"	
Mar. 14	WK 1					10		10	2.2	"	
15	WK 7					1		1	0.2	"	
7	TK 1	4	{ ser. 6	2		25		38	5.1	" 50	
7	TK 2	3	{ ser. 4	{ reg. 17		66	2	97	12.9	" 50	
7	TK 3	1		{ reg. 4		32		49	6.5	" 50	
6	TK 4	1	3	{ reg. 1		28	31	63	8.4	" 50	
5	TK 5					1		1	0.1	" 50	
5	TK 6			1		10	2	13	1.7	" 50	
5	TK 7					14	8	22	2.9	" 50	
5	TK 8					15	14	29	7.8	"	
6	TK 9					12	46	58	15.4	"	
6	TK 10		1			4	53	58	15.4	"	
	TK 8'					11	15	26	x	"	
7	HG 1					7	17	24	5.3	"	
9	HG 3					1	2	3	1.3	"	
9	HG 4					8	11	19	8.5	"	
5	HG 6					6	2	8	1.8	"	
5	HG 7					2	{ (C) 8	12	4.2	"	
6	HG 11					14	{ (C) 2	30	10.6	"	
5	HG 13					3	14	17	7.6	"	
5	HG 14					2	7	9	2.5	"	
6	HG 15					22	69	91	25.3	"	
6	HG 16					8	19	27	6.0	"	
14	KG 1					14	11	25	4.9	" 34	
14	KG 9					11	{ (C) 64	76	16.9	"	

Date	St.	Sagitta					Other genus.	?	Total number	No. /m ³	Note
		A (enf.)	B (bed.)	C (min.)	LC(<i>crassa</i>)						
					N	I					
Mar. 5	OK 1					3		3	1.0	Ⓜ	
6	OK 7				2			2	0.5	"	
7	OK 10				9			9	2.0	"	
1	HS 2				2			2	0.4	"	
2	HS 6				1	4		5	1.1	"	
2	HS 10				1			1	0.2	"	
15	HS 2				1	5		6	1.3	"	
2	YG 3				26		4	40	8.9	"	
27	FK 3				1			1	0.7	"	
27	FK 5				1	22		23	15.4	"	
1	EH 5	1		1	38			40	8.9	"	
1	EH 6				11			11	2.4	"	
1	EH 7				12			12	2.7	"	
2	EH 8	2			18			20	4.4	"	
2	EH 9				2			2	0.4	"	
Apr. 19	HS 2							0	0	"	
June 2	WK 1	5	{ rob.	1	2	12	Pt. 1	16	38	8.5	"
1	WK 7		{	1	reg. 2	4		1	8	1.8	"
6	HG 1				18			18	4.0	"	
6	HG 2			4	2	369		375	83.2	"	
4	HG 6				3			3	0.7	"	
4	HG 8				3			3	0.7	"	
4	HG 9							0	0	"	
5	HG 13			117	7	127	2	253	99.2	"	
4	HG 14							0	0	"	
4	HG 15	2		6	1	104		113	28.0	"	
4	HG 16					12		12	2.7	"	
6	OK 1				8			8	2.7	"	
7	OK 7				2			2	0.7	"	
8	OK 10				8			8	1.8	"	
14	HS 2				7			7	1.6	"	
1	YG 3				10			10	3.3	"	
4	YG 9				1			1	0.3	"	
21	FK 3							0	0	"	
21	FK 5							0	0	"	
July 2	YG 3					31		31	6.9	"	
Aug. 4	YG 3					3		3	0.7	"	
Sept. 1	WK 1	5				17		22	4.9	"	
2	WK 7	5		reg. 1	2						
21	TK 1	37	{ bip. ser. frx.	1 3 1	{ neg. reg.	3 4	{ Pt. 2 Kr. 3	2	8 57	1.8 7.6	" # 50
21	TK 2	18	{ bip. ser.	1 3	{ neg. reg.	4 6		4	40	5.4	" # 50
21	TK 3	11	bip.	2	reg.	2	Pt. 3	18	2.4	" # 50	
	TK 4	27	ser.	1	reg.	3	Pt. 1	34	4.5	" # 50	
20	TK 5	293	{ bip. ser.	6 1	{ reg.	3 22	Pt. 11	2	369	49.3	" # 50
19	TK 6	189	rob.	1	{ neg. reg.	6 2	Pt. 2	3	260	34.7	" # 50
19	TK 7	224		2		10		3	239	31.9	" # 50
19	TK 8	7				43		50	17.5	"	

Date	St.	Sagitta					Other genus.	?	Total number	No. /m ³	Note			
		A (enf.)	B (bed.)	C (min.)	LC(<i>crassa</i>)									
					N	I								
Sept.	19 TK 9	159			3		Pt. 1	2	164	36.7	⊕			
	20 TK 10	70	ser. 1		2				74	9.9	"			
	7 HG 1	76	1	1	35				113	25.1	"			
	6 HG 2	311			38				349	77.5	"			
	6 HG 5	23	3		110				136	30.3	"			
	3 HG 6	5			11				16	3.6	"			
	3 HG 7	18			43				61	25.4	"			
	4 HG 8	17	3	1	82	1			104	23.1	"			
	4 HG 9	26	1		30				57	12.6	"			
	4 HG 10	40			30				70	15.6	"			
	5 HG 11	5			9	1			15	18.8	"			
	3 HG 13	14	2	1	35				52	17.3	"			
	3 HG 14	16	1		23				40	10.2	"			
	4 HG 15	25			20				45	11.6	"			
	5 HG 16	5			83				88	19.6	"			
	3 OK 1				7				7	2.3	"			
	4 OK 7								0	0	"			
	5 OK 10								0	0	"			
	3 HS 2				14				14	3.1	"			
	4 HS 6	1			38				39	8.7	"			
	4 HS 10				28				28	6.2	"			
	3 YG 3	4			6				10	2.2	"			
	5 YG 9	12			16				28	6.2	"			
	29 FK 3	8							8	5.3	"			
	29 FK 5	5			4				9	6.0	"			
	29 FK 7	3			2				5	3.3	"			
	Nov.	15 HS 2	1			2				3	0.7	"		
	Dec.	6 TK 1	45	ser. 43						Pt. 6	1	95	12.6	" 50
		6 TK 2	6	{ ser. 14 p-ser. 1 rob. 3 ser. 14						Pt. 2		26	3.5	" 50
6 TK 3									14	1.9	" 50			
3 TK 4		75	{ ser. 1 ser. 23 p-ser. 3				Pt. 2	1	105	14.0	" 50			
4 TK 5		374	39	reg. 1	9			2	432	57.7	" 50			
4 TK 6		303	{ ser. 17 ser. 3 ser. 6	{ reg. 2 reg. 3 reg. 5	7		Pt. 4	1	340	45.4	" 50			
4 TK 7		147	{ ser. 6 ser. 1	{ reg. 2 reg. 1	7		Pt. 3	1	177	23.6	" 50			
4 TK 8		121	1		18				141	37.6	"			
3 TK 9		139	4	{ reg. 5 reg. 1	9			2	160	42.7	"			
3 TK 10		222	{ ser. 6 p-ser. 1	reg. 1	3				234	62.5	"			
6 HG 1		11			1				12	2.7	"			
6 HG 2		50	3		2				55	12.2	"			
6 HG 5		42			3				45	10.0	"			
3 HG 6		31							31	6.9	"			
3 HG 7		3							3	0.7	"			
4 HG 8		84							84	18.6	"			
4 HG 9	65	2		5				72	16.0	"				
4 HG 11	63	5		3				71	27.8	"				
3 HG 13	70			2				72	20.8	"				
3 HG 14	79	2		5				86	22.9	"				
4 HG 15	123	2		1				126	29.0	"				

Date	St.	Sagitta				Other genus.	?	Total number	No./m ³	Note	
		A	B.	C	LC(<i>crassa</i>)						
		(<i>enf.</i>)	(<i>bed.</i>)	(<i>min.</i>)	N						I
Dec. 4	HG 16	42			4			46	10.2	⊕	
4	OK 1	6			26			32	9.7	"	
6	OK 7	8			21	1		30	9.5	"	
7	OK 10	2			5			7	1.6	"	
19	HS 2	2			25	1		28	6.2	"	
18	HS 6				1			1	0.2	"	
17	HS 10				15			15	3.3	"	
3	YG 3	168			2			170	37.8	"	
6	YG 9	43						43	9.6	"	
1957											
Jan. 11	HS 2	1			6			7	1.6	"	
4	YG 3	7			15			22	4.9	"	
Feb. 16	HS 2				8			8	1.8	"	
4	YG 3							0	0	"	
Mar. 14	TK 1		1		1			3	5	0.7	" 50
14	TK 2	2	3	2	13			3	23	3.1	" 50
14	TK 3		3	1	10			4	18	2.4	" 50
14	TK 4	1			6			1	8	1.1	" 50
13	TK 5	3	11	reg. 2	44	16		7	83	11.1	" 50
13	TK 6	1	{ ser. 3 2		27	8			41	5.5	" 50
13	TK 7				9	1			10	1.3	" 50
13	TK 8				27	13			44	11.8	"
11	TK 9		6		43	33	Pt. 1		82	21.8	"
11	TK 10	1		1	66	75			143	19.1	" 50
10	HG 1				1	14			15	3.3	"
10	HG 2			1		2			3	0.7	"
10	HG 5								0	0	"
4	HG 6				4	5			9	2.0	"
5	HG 8					4			4	0.9	"
5	HG 9				1	{ (C) 2 5 9 20 5 1 14			8	1.8	"
7	HG 11				2				11	6.1	"
4	HG 14				3				23	6.1	"
7	HG 16		1			{ (C) 1			7	1.6	"
5	OK 1				6				20	6.7	"
6	OK 7								0	0	"
7	OK 10				1				1	0.2	"
7	HS 2				1				1	0.2	"
5	HS 6				5				5	1.1	"
5	HS 10				3				3	0.7	"
22	HS 2				2				2	0.4	"
15	FK 3				3				3	2.0	"
15	FK 5				7	5			12	8.0	"
15	FK 7				9	4			13	8.7	"
Apr. 16	FK 3				2				2	1.3	"
16	FK 5								0	0	"
16	FK 7								0	0	"
May 6	OK 1				13				13	4.6	"
6	OK 7				9				9	3.2	"
June 10	KG 1				14				14	3.1	"
11	KG 9								0	0	"
1954											
Mar. 25	I 1								0	0	⊕ Vertical

Date	St.	Sagitta				Other genus.	?	Total num.ber	No. /m ³	Note	
		A (enf.)	B (bed.)	C (min.)	LC(<i>crassa</i>)						
					N						I
1954 Mar. 25	I 2			1	7			8	0	⊕ Vertical	
	I 3							0	0	"	
	I 4				3	3		6	0	"	
	I 5		1			7		8	1.8	"	
	I 6							0	0	"	
	I 7				1			1	0.3	"	
	I 8				1	1		2	0	"	
	I 9		1			7		8	1.7	"	
	I 10				3			3	0	"	
	I 11				1			1	0.3	"	
	I 12						2	2	0	"	
	I 13						4	4	0.5	"	
	26	I 14		1		14	5	3	23	0	"
	I 15					2	4		6	0.7	"
	I 16					2			2	0	"
	I 17						1		1	0.1	"
	I 18					1	3		4	0	"
	I 19					1	2		3	0.4	"
	I 20					1			1	0	"
	I 21					2	8		10	1.2	"
	I 22					4	2		6	0	"
	I 23					2	5		7	0.8	"
	I 24			1		3	2		6	0	"
	I 25					1	1		2	0.2	"
	I 26			2		7	5		14	0	"
	I 27					4	1		5	0.6	"
	I 28					1			1	0	"
	I 29					3	8		11	1.3	"
	1954 Mar. 25	I 1				1			1	×	⊕ Horiz. 5min.
I 2					1			1	×	"	
I 3								0	0	"	
I 4					1			1	×	"	
I 5								0	0	"	
I 6						4		4	×	"	
I 7					1			1	×	"	
I 8			1					1	×	"	
I 9						1		1	×	"	
I 10								0	0	"	
I 11								0	0	"	
I 12					1			1	×	"	
I 13								0	0	"	
26	I 14				6			6	×	"	
I 15					8	16		25	×	"	
I 16					1			2	×	"	
I 17								0	0	"	
I 18								0	0	"	
I 19								0	0	"	
I 20					1	1		2	×	"	
I 21						2		2	×	"	
I 22					4			4	×	"	
I 23								0	0	"	
I 24					3	2		6	×	"	
I 25				1	4	5		10	×	"	

Date	St.	Sagitta				Other genus.	?	Total number	No./m ³	Note	
		A (enf.)	B (bed.)	C (min.)	LC(<i>crassa</i>)						
					N						I
1954 Mar. 25	I 26				10			10	×	Ⓢ Horiz. 5min.	
	I 27			1	2	{ 5 (C) 1		9	×	"	
	I 28				15	{ 10 (C) 1		26	×	"	
	I 29				9	{ 2 (C) 1	1	12	×	"	
	I 1							0	0	Ⓚ Ver.	
	I 3							0	0	"	
	I 4							0	0	"	
	I 5							0	0	"	
	I 6							0	0	"	
	I 7							0	0	"	
	I 8							0	0	"	
I 9						3	3	8.6	"		
I 10				1			1	2.9	"		
I 11							0	0	"		
I 12				4		1	5	14.3	"		
I 13		1	1	3		2	7	20.0	"		
26	I 14				6		6	17.1	"		
	I 15				3	3	6	17.1	"		
	I 16				1		1	2.9	"		
	I 17				7	3	10	28.6	"		
	I 18				3	3	6	17.1	"		
	I 19				10	6	16	45.8	"		
	I 20				3		3	8.6	"		
	I 21				9		9	25.7	"		
	I 22				1		2	5.7	"		
	I 23			1	3	{ 1 (C) 1	1	6	17.1	"	
	I 24						7	7	20.0	"	
I 25				2		2	4	11.4	"		
I 26				7		5	12	34.3	"		
I 27			1	2		1	4	11.4	"		
I 28				1		4	5	14.3	"		
I 29				3		3	6	17.1	"		
1955 Nov.	Y 1	5			217			222	4.4	Ⓢ	
	Y 3				14			14	0.3	"	
	Y 4	1			26			27	0.4	"	
	Y 6				13			13	0.9	"	
	Y 8	2			2			4	0.05	"	
	Y 16	2			9			11	0.2	"	
	Y 18	6			30			36	0.3	"	
	Y 22	3			6			9	0.1	"	
	Y 24	2			6			8	0.1	"	
	Y 26	5			124			129	0.9	"	
	Y 28	68			336			404	5.0	"	
	Y 32	23			60			83	0.8	"	
	Y 33	4			6			10	0.1	"	
	Y 34	2			11			13	0.1	"	
	Y 35	23			32			55	0.6	"	
	Y 36	4			31			35	0.4	"	
	Y 38	2			38			40	0.5	"	
Y 41	17			46			63	0.8	"		
Y 42	1						1	tr	"		
Y 43	18						18	0.2	"		

Date	St.	Sagitta				Other genus.	?	Total number	No. /m ³	Note	
		A (enf.)	B (bed.)	C (min.)	LC(<i>crassa</i>)						
					N						I
Nov. 7	Y 46	11			9		20	0.1	• ⊕		
7	Y 47	21		2	54		77	0.8	"		
7	Y 48	8			25		33	0.3	"		
10	Y 52	1			1		2	tr	"		
10	Y 54	58			10		68	0.5	"		
10	Y 56	15			15		30	0.3	"		
10	Y 57	16			112		128	1.4	"		
12	Y 58	10			11		21	(0.2)	• "		
11	Y 60	97			74		171	2.0	"		
10	Y 62	151			59		210	1.5	"		
10	Y 64	287			229		516	4.1	"		
12	Y 66	49			58		107	1.2	"		
12	Y 67	28			87		115	1.3	"		
12	Y 677	5			13		18	0.4	"		
13	Y 68	18			60		78	1.0	"		
11	Y 70	132			111		243	3.3	"		
11	Y 72	9			38		47	0.6	"		
11	Y 74	7			19		26	0.3	"		
12	Y 76	21			17		38	0.6	"		
12	Y 77	1					1	tr	"		
13	Y 78	62			158		220	3.1	"		
11	Y 80	135			30		165	1.7	"		
11	Y 82	50			58		108	1.4	"		
11	Y 84	3			7		10	0.1	"		
12	Y 86	16			40		56	0.6	"		
13	Y 87	2			3		5	0.05	"		
13	Y 88	67		1	52		120	1.5	"		
11	Y 95	18			44		62	(0.6)	"		
12	Y 96	179			551		730	7.1	"		
13	Y 97	3			36		39	0.7	"		
14	Y 100	145			314		459	7.7	"		
14	Y 101	129			116		245	4.1	"		
13	Y 103	510			409		919	12.2	"		
13	Y 105	469	2	1	872		1345	14.4	"		
13	Y 107	6			294		300	3.6	"		
13	Y 108	14			74		88	1.4	"		
11	Y 109	1			2		3	(tr)	• "		
1955											
June 28	B 1						0	0	"		
28	B 2				1		1	0.03	"		
28	B 3						0	0	"		
28	B 4						0	0	"		
28	B 6				2		2	0.04	"		
July 1	B 8				13		13	0.2	"		
June 28	B 9				4		4	0.07	"		
29	B 10						0	0	"		
29	B 11				1		1	0.02	"		
July 1	B 12				16		16	0.5	"		
28	B 13						0	0	"		
29	B 14						0	0	"		
29	B 15						0	0	"		
29	B 17						0	0	"		
29	B 19						0	0	"		
29	B 20						0	0	"		

Date	St.	Sagitta					Other genus.	?	Total number	No. /m ³	Note
		A (enf.)	B (bed.)	C (min.)	LC(<i>crassa</i>)						
					N	I					
July 29	B 21				1			1	0.02	⊕	
29	B 22				1			1	0.02	"	
29	B 23				2			2	0.04	"	
29	B 24							0	0	"	
30	B 25				1			1	0.02	"	
30	B 26							0	0	"	
29	B 27				4			4	0.07	"	
30	B 28							0	0	"	
30	B 29							0	0	"	
30	B 30				1			1	0.02	"	
30	B 32							0	0	"	
29	B 33				1			1	0.02	"	
29	B 34				6			6	0.1	"	
29	B 35							0	0	"	
29	B 36				4			4	0.07	"	
30	B 38				2			2	0.04	"	
30	B 39							0	0	"	
30	B 40							0	0	"	
30	B 41				1			1	0.02	"	
30	B 42							0	0	"	
30	B 43				1			1	0.02	"	
30	B 44							0	0	"	
30	B 45				3			3	0.05	"	
30	B 46				1			1	0.02	"	
1	B 47				8			8	0.1	"	
1	B 48							0	0	"	
1954 Oct. 29	K 1	1142	{ ser. 11 7	31	23		Pt. 7	2	1223	9.9	"
29	K 2	1379	{ ser. 32 22 rob. 3	31	40		{ Pt. 20 Kr. 8		1535	9.8	"
29	K 3	2000	{ ser. 132 578 rob. 66 p-ser. 12	reg. 6	15 61		{ Pt. 24 Kr. 34		2928	20.9	"
29	K 4	162	{ ser. 8 36	1	6			1	178	1.8	"
29	K 5	935	{ ser. 14 rob. 1	17	17		{ Pt. 13 Kr. 2		1035	11.4	"
29	K 6	2126	{ ser. 41 75 rob. 8	reg. 4	11 23		{ Pt. 17 Kr. 16		2246	20.4	"
30	K 7	309	{ ser. 12 3	{ reg. 1 4	12		Pt. 1		342	3.9	"
30	K 8	270	{ ser. 9 2		5 18		Pt. 2		306	2.4	"
30	K 9	423	{ ser. 15 rob. 1	{ reg. 7 1	18		Pt. 4		471	3.5	"
30	K 10	1001	{ ser. 43 26	3	221		Kr. 5		1299	10.4	"
30	K 11	106	{ ser. 6 4		42				154	1.3	"
30	K 12	31	{ ser. 36 39		27				98	0.9	"
30	K 13	2365	{ ser. 22 rob. 2	{ reg. 14 4	76		{ Pt. 10 Kr. 6		2538	17.4	"
30	K 14	3348	{ ser. 199 113 rob. 7	{ neg. 14 2 reg. 8	82		{ Pt. 14 Kr. 19		3806	31.5	"

Date	St.	Sagitta					Other genus.	?	Total number	No. /m ³	Note
		A (enf.)	B (bed.)	C (min.)	LC(<i>crassa</i>)						
					N	I					
Oct. 30	K 15	2376	193 { ser. 77 rob. 16	{ 27 reg. 2	109		{ Pt. 2 Kr. 11	2812	19.4	⊗	
Nov. 1	K 16	2563	31 { ser. 14 rob. 5	46	89		Pt. 33	2781	21.1	"	
Oct. 29	K 17	3372	57 { ser. 15 rob. 1	9	58		{ Pt. 5 Kr. 6	3523	27.1	"	
	29 K 18	2799	6 { ser. 16 rob. 1	3	50		{ Pt. 1 Kr. 2	2878	24.4	"	
Nov. 29	K 21	1788	3	1	48			1840	14.1	"	
	29 K 22	41	2		3			48	0.5	"	
	1 K 23	49	{ p-ser. 2 4 ser. 1 rob. 1 p-ser. 2		16			73	0.5	"	
	1 K 24	45	8 { ser. 1 rob. 2	1	17		Kr. 4	78	0.7	"	
	1 K 25	358	22 { ser. 1 rob. 9	{ 3 reg. 1	31		{ Pt. 5 Kr. 1	431	4.1	"	
	1 K 26	571	64 { ser. 2 rob. 13	{ 7 reg. 1	49		{ Pt. 7 Kr. 1	715	7.4	"	
	2 K 27	829	39 { ser. 6 rob. 2	{ 6 reg. 5	29		{ Pt. 10 Kr. 11	938	10.4	"	
	2 K 29	785	7 { ser. 12 rob. 1	{ 3 neg. 1 reg. 2	7		{ Pt. 5 Kr. 4	830	9.9	"	
	2 K 31	54	ser. 5	1	63			123	9.9	"	
	2 K 32	(4670)	1		15			(4700)	(47)	"	
	2 K 33	(7040)	11	3	18		Pt. 2	(7100)	(67)	"	
	2 K 34	2396	79 { ser. 32 rob. 6	{ 13 neg. 2 reg. 20	78		{ Pt. 23 Kr. 20	2669	29.9	"	
	2 K 35	829	39 { ser. 27 rob. 3 p-ser. 3	{ 2 neg. 1 reg. 5	34		{ Pt. 26 Kr. 19	988	9.9	"	
	2 K 36	1933	72 { ser. 38 rob. 7	{ 3 reg. 18	45		{ Pt. 32 Kr. 55	2203	26.9	"	
	2 K 37	722	29 { ser. 28 rob. 1	{ 33 reg. 3	21		{ Pt. 29 Kr. 2	868	9.0	"	
	2 K 41	1828	22 { ser. 5 rob. 11	{ 6 reg. 2	47		{ Pt. 7 Kr. 21	1944	17.2	"	
	2 K 42	1079	37 { ser. 11 rob. 4	{ 8 reg. 3	20		{ Pt. 15 Kr. 13	1192	13.4	"	
	2 K 43	1038	29 { ser. 11 rob. 3	{ 12 reg. 12	32		{ Pt. 16 Kr. 5	1158	12.9	"	
	3 K 44	884	36 { ser. 29 rob. 3 p-ser. 1	{ 54 reg. 6	20		{ Pt. 24 Kr. 4	1061	10.6	"	

Date	St.	Sagitta					Other genus.	?	Total number	No. /m ³	Note
		A (enf.)	B (bed.)	C (min.)	LC(<i>crassa</i>)						
					N	I					
Nov. 3	K 45	1018	{ ser. 25	{ reg. 15	55		{ Pt. 12	1175	9.1	⑤	
			{ ser. 40	{ reg. 4			{ Kr. 6				
3	K 46	1360	{ ser. 21	{ reg. 31	71		{ Pt. 18	1567	17.8	"	
			{ ser. 42	{ reg. 10			{ Kr. 14				
3	K 51	(1640)	{ ser. 33	{ reg. 2	62		{ Pt. 18	(1800)	(23)	"	
			{ ser. 4	{ reg. 2			{ Kr. 5				
			{ rob. 1								
3	K 52	750	{ ser. 15	{ reg. 6	17		{ Pt. 22	834	7.9	"	
			{ ser. 8				{ Kr. 15				
			{ rob. 1								
4	K 53	776	{ ser. 25	{ reg. 3	25		{ Pt. 1	841	12.8	"	
			{ ser. 4	{ reg. 1			{ Kr. 2				
			{ rob. 4								
4	K 54	707	{ ser. 49	{ neg. 8	17		{ Pt. 13	816	10.9	"	
			{ ser. 8	{ neg. 1			{ Kr. 2				
			{ rob. 3	{ reg. 7							
4	K 55	1324	{ ser. 46	{ reg. 19	18		{ Pt. 12	1448	11.4	"	
			{ ser. 17	{ reg. 5			{ Kr. 2				
			{ rob. 1								
4	K 56	271	{ ser. 17	{ reg. 9	3		{ Pt. 1	306	3.4	"	
			{ ser. 2				{ Kr. 3				

Appendix. 3 Sampled Chaetognatha at the mouth of Kasaoka bay by ① net 1954~'56
 App. 3—1 Surface layer 3 minutes horizontal sampling.

Date	Total No. of Chaet.	S. enf.	S. bed.	S. min.	S. crassa.	?	Date	Total No. of Chaet.	S. enf.	S. bed.	S. min.	S. crassa.	?
'54							6 7	43				43	
8 25	18			1	17		13	86				86	
31	380		2	16	315	47	20	235				235	
9 6	98				92	6	27	387				387	
20	18				18		7 5	451				451	
29	0						12	264				264	
10 4	2				2		20	51				51	
11	2				2		26	17				17	
11 2	292	2			290		8 2	6				6	
9	5				5		9	29				29	
16	302				302		16	189				189	
24	50				50		23	24C				24C	
30	126	1			125		30	319				319	
12 7	26				26		9 7	0					
14	45				44	1	14	616				616	
21	834	4			830		19	365				365	
27	583		1		582		23	928				928	
'55							10 1	407				407	
1 6	626				626		7	182				182	
14	328				328		14	1098				1098	
21	481				481		21	118	1			117	
27	624				624		28	111				111	
2 1	44				44		11 4	719	28			691	
8	95				95		11	351	22			329	
14	29				29		16	222	4			218	
22	255				255		21	1004				1004	
3 1	370				370		28	907	27			880	
2	725				725		12 5	951	28			923	
8	274				274		12	177	6			171	
15	21				21		19	1166	6			1160	
22	31				31		27	637	4			633	
29	49				49		'56						
4 6	26				26		1 4	2252				2252	
12	469				469		11	349				349	
20	151				151		18	884				884	
26	179				179		27	86				86	
5 4	77				77		2 1	216				216	
11	192				192		11	88				88	
18	57				57		18	808				808	
25	4				4		24	×					
6 1	122				122		3 1	347				347	

App. 3—2 Net fixed horizontaey at three layers in the sea.

Surface layer Middle layer Bottom layer

Surface layer					Middle layer					Bottom layer				
Date	Total No. of Chaet.	S. enf.	S. bed.	S. min. crassa	Date	Total No. of Chaet.	S. enf.	S. bed.	S. min. crassa	Date	Total No. of Chaet.	S. enf.	S. bed.	S. min. crassa
'55					'55					'55				
2	22	21			2	22	92			2	22	144		144
3	2	15			3	2	28			3	2	71		71
	8	926				8	3				8	39		39
	15	15		926		15	147				15	192		192
	22	7				7	0				22	65		65
	29	1				29	115				29	188		188
4	6	15			4	6	20				4	5		5
	12	451		451		12	450				12	88		88
	20	0		0		20	54				20	4		4
	26	387		387		26	615				26	54		54
5	4	318		318	5	4	2			5	4	3		3
	11	3		3		11	253				11	449		449
	18	10		10		18	0				18	0		0
	25	0				25	8				25	10		10
6	1	11			6	1	42			6	1	12		12
	7	2				7	81				7	12		12
	13	12		12		13	131				13	33		33
	20	31		31		20	433				20	155		155
	27	5		5		27	122				27	282		282
7	5	5			7	5	70			7	5	34		34
	12	1				12	0				12	55		55
	20	42		42		20	29				20	639		639
	26	0				26	1				26	22		22
8	2	25			8	2	3			8	2	8		8
	9	17		17		9	251				9	88		88
	16	0				16	42				16	14		14
	23	29		29		23	207				23	95		95
	30	1		1		30	815				30	111		111
9	7	24			9	7	0			9	7	0		0
	14	68		68		14	128				14	60		60
	19	163		163		19	166				19	36		36
	23	0				23	31				23	9		9
10	1	0			10	1	1291	5		10	1	206	1	205
	7	3		3		7	195				7	15		15
	14	75		75		14	1226	7			14	37		37
	21	14		14		21	518	2			21	774	5	769
	28	59	1	58		28	207	4			28	53		53
11	4	363	12	351	11	4	605			11	4	205	1	204
	11	112	10	102		11	424				11	244	4	240
	16	407	8	399		16	538	10			16	259	8	251
	21	630	22	608		21	1314	35			21	471	11	460
	28	152	8	144		28	536	10			28	403		403
12	5	17	14	3	12	5	223			12	5	706	7	699
	12	133		133		12	623	10			12	1919	7	1912
	19	42		42		19	1088	5			19	676		676
	27	10		10		27	285				27	152		152
'56					'56					'56				
1	4	3		3	1	4	352			1	4	347		347
	11	55	1	54		11	585				11	309		309
	18	198		198		18	1228				18	1091		1091
	27	88		88		27	207				27	542		542
2	1	53		53	2	1	461			2	1	781		781
	11	42		42		11	111				11	384		384
	18	69		69		18	195				18	563		563
	24	99		99		24	317				24	392		392
3	1	20		20	3	1	283			3	1	573		573

正 誤 表

内海区水産研究所業績第86号正誤表

頁	行	誤	正
32	下カラ3行目	急激する	急減する
34	Table. 8 標題	byⒶ& nets	byⒶ&Ⓢnets
"	同 第2段目	Fitered	Filtered
52	下カラ7行目	消滅	消滅
60	Table. 15 最右欄 最下段	10.0	93.8
69	上カラ2行目	何回に行われるか	何回行われるか
70	最下行	ものが育って	ものが育って
92	Table. 20 最左欄 第1段	Bsreeding	Breeding
117	Table. 29 最右欄	(下記の如く訂正)	not hatched
"	"	Cl. 11~15,18,20%	after 134.0 hours
"	"	16%	89.0
"	"	17%	87.5
"	"	19%	88.5
124	Table. 31 左カラ3欄目	pharse	phase
129	上カラ22行目	成層	底層
130	Table. 34左カラ7欄目第1段	Fitered	Filtered
134	下カラ5行目	次の如く	次頁の如く
144	上カラ4~5行目	少なく	小さく
"	下カラ10行目	述べた如の	述べた如く
145	下カラ19行目	右表となり	左表となり
146	Table. 38 標題	<i>Sagitta crassa</i>	<i>Sagitta enflata</i>
147	Table. 39 標題	<i>Sagitta crassa</i>	<i>Sagitta enflata</i>
179	右カラ3欄目 第2段	number	number
186	標題	horizontaeeey	horizontally
194	14行目	摂餌料	摂餌量
196	32行目~33行目	アヒアナハゼ	アサヒアナハゼ
"	33行目~34行目	捕食すする	捕食する
216	Fig. 2 縦軸の説明	(Mesh 150V)	(Mesh 150>)

頁※	行	誤	正
3	第2図		桃木鼻とヒガキ鼻を入れかえる
6	下から2	$U = \frac{2.3}{D} (\log IX - \log I)$	$\mu = \frac{2.3}{D} (\log I_x - \log I_{x+D})$
"	" 1	$I \times, I_{x+D}$	I_x, I_{x+D}
8	上から1	$I_{a, w}$	$I_{b, w}$
"	" 15	懸濁質係数なものを	懸濁質係数なるものを
"	" 17	$I_T = I_{0e} \times p (-aT^b)$	$I_T = I_{0e} \times p (-aT^b)$
"	" 18	I_0, I_T	I_0, I_T
9	第2表4段目	18. 59 (c)	18. 59 (d)
11	第4表	時 間 12h 23n	時 間 12h 23m
16	上から2	以上となっている宮潟浦は	以上となっている。宮潟浦は
20	" 9	結果についてみる	結果についてみる。
"	" 11	高密度となる	高密度となる。
"	" 13	ヒガキ鼻	桃木鼻
"	" 29	桃木鼻	ヒガキ鼻
33	下から6	渡野鹿島	渡鹿野島