

# 獨立生活橈脚類のノープリウスに関する研究\*

花 岡 資

Study on free-living Copepoda-Nauplius

Tasuku Hanaoka

Observing the metamorphosis of already known free living Copepoda-Nauplii, species names of which are in table, the author showed that there are certain differences in the types of growth and forms of body and appendages according to their ecological type of life, creeping, pelaging or intermadiating, and their forms are explainable from ecological points of view.

1) There are two types of growth represented respectively by following equations

$$i) B = bS^a,$$

$$ii) B = \beta e^{as},$$

where B is length of body, S is the number of stage, and a, b,  $\alpha$  and  $\beta$  are constants.

Pelaging Nauplii belong to the first type. And coastal, benthic and freshwater species belong to the second. This second type is recognised generally in crustacea as the law of Brooks, but here, even in other species but Copepoda, not a few Larval forms of pelagic life were shown to take this type in growth,

2) Growth of appendages is also represented by similar equations.

3) The original form of the 1st Antenna has three segments, but the 2nd has frequently a Subdivision. This develops more in pelager type of animals and not in creeping one. Number of setae on this appendage are also more numerous in pelager.

4) Exo- as well as Endopodite on the 2nd Antenna develop more as locomotive organs in more pelaging animals and have 7-8 segments on Exopodite. It also functions as feeding organ as well as a locomotive one in not so pelaging or creeping species, with a molar process on Coxopodite and fewer segmentations of Exopodite. In the true creeper there are only four segments on it, and Endopodite develops to a feeding organ of large arm with a movable knife on the tip.

5) In the pelager, the form of Mandible resembles to that of the 2nd Antenna, but has a molar process on Coxopodite which is similar to that on the 2nd Antenna of the creeper. Namely, it can be said that Mandible of pelager has a similar function to the 2nd Antenna of the creeper.

In Nauplius nearer to the creeper in nature, Mandible takes a special form as a pure feeding organ.

These relations are represented very well by the form of Masticatory process on inside surface of Endopodite of Mandible: the pelager has only 5 setae as original form, and the more strengthened the creeping nature is, the more it transforms and develops, making larger one or two setae and projecting the process with other setae retroceding or degenerating on it. Calanina and Diaptomidae have the original form, Acartia has two special spines, and Temoridae is said to

\*内海区水産研究所業績第1号

(本研究は著者が元水産試験場在任中に成つたものであるが、諸種の事情により印刷が遅れていたのを此処に報告する)

be an intermediate. Those of Para- and Pseudocalanina as well as Eucalanina resemble to original form but one seta becomes comparatively larger. This characteristic progresses gradually to Centropagidae and Pontellidae and till Suborder Podoplea, in which it changes to a feeding organ. Two types are seen in this Suborder, one of which has a long fork-form setae and it is thought to develop again till the type of the pelager such as Oithona and Oncaea. In the other type it varies more to that of the true creeper, such as Harpacticidae, on which Endopodite degenerates perfectly, and process itself develops and projects leaving only a few setae and with a scissors or Knife on the tip. On the divide of these two types stands Cyclopina.

Differing from other species of Harpacticidae, Longipedian Nauplius is a extreme pelager and its form of body and appendages resembles to that of pelager Centropagidae, though the adult of Longipedia is a true creeper.

6) From the point of view above mentioned, the author discussed the forms of Nauplii phylogenetically and compared them with the usual classification in adults.

7) The similarities and differences of the forms between other Crustacean and Copepoda-Nauplius are discussed.

8) Key to the already known Copepod-Nauplii is given.

## 目 次

### 緒 言

第1章 Copepoda-Nauplius研究の歴史

第2章 本論に用いた材料

第3章 成 長

第1節 体の伸長率

第2節 未観察幼形期の数並びにその体長の予想

第3節 各附属肢の伸長

第4章 形 態

第1節 各科(亜科)の特徴

第2節 各変態期の査定

第3節 GymnopleaとPodoplea-Naupliusの比較

第4節 各附属肢の形態

第5章 系統発生学的考察

第1節 各科Nauplius間の類縁性

第2節 成体に於ける分類との比較

第6章 他種族Naupliusとの比較

第7章 検 索 表

総 括

参考文献

### 緒 言

Copepodaは海洋、湖水の最も重要な動物プランクトンとして、従来凡ての海洋調査に於て詳細に検討され、その成体に就ては殆ど残る隅なく分類され、又海洋の各水塊に就ての指標種が挙げられている。然るにその幼生である Nauplius に関してはまだ分類が試みられたことなく、海洋調査のプランクトン定量、定性の記録にも全て Nauplius larva として一括して報告されているに過ぎず、之を質的に取扱つたものはない。之は Copepoda Nauplius がその形態が特異で、成体を之から想像することが全く不可能である上に、特に浮游性のもものでは卵は個々に放出され浮漂して後孵化し、又之を人工的に養育することも甚だ困難である爲

にその種(Species)を明かにすることが出来ないことによるものである。Naupliusに就いて種名を明かにすることが出来るならば、海洋生物学上多くの貢献を齎すことであろうと考えられる。例えば OBERG<sup>(36)</sup>の研究に依れば、Kieler Buchtでは *Calanus finmarchicus*, *Acartia discardata*, *Thaumaleus Thompsonii* の Nauplius と思はれるものは 1, 2 を稀に見るに過ぎず、極くたまに北海から入ってくる珍客であるらしく、*Eurytemora hirundot* は成体は可成り遠く迄 Fjord 内に分布し、その雌は卵嚢を携行して Nauplius の第 1 stage のものは Plankton-net 中に採集されるが、後期 Nauplius は見られない。之は本種が元来汽水性のものである為に、Nauplius は川口から遠く離れると成長を止め、且高塩分の爲に軀て死ぬことに原因すると思はれる。又 *Paracalanus parvus* は矢張り成体は広く分布するが、上の種類とは逆に初期の 3 ケ stage が Fjord 内に見られない。即ち之は外界から入ってくるが、幼いものは死に、後期のものは発育を停止する爲である。*Pseudocalanus elongatus*, *Temora longicornis*, *Centropages hamatus*, *Acartia longiremis*, *A. bifilosa*, *Oithona similis* 等は全 Stage に亘り常に見られる種類で、即ち之等は本来の湾内種である。斯のように Nauplius が成体に比べてその環境に対して鋭敏であることから、採集した Nauplius を質的に分析することに依つてその海区の水塊の組成をよりよく知ることが出来ると思はれるのである。

生物の形態はその生態と密接な關係を有つものであるが、特に浮游と言う特殊生活を営むものに於ては、その形態は環境の比重と不可分の関連を持ち、沖合、沿岸、汽水、淡水等の差によつて形態に変化を生ずるのは考えられる所である。又表層性生活から底棲性生活への各種段階でも当然その生活様式に應じて形態に変化を来している筈である。

以上のような見地から Nauplius の分類標準が考察されたならば、生物海洋学に於てその Nauplius の種名を明かにしないで、その種類が如何なる生活様式のものであるかを直ちに知り、海況の推論に根拠を与へる上に便宜となるであろうと思はれる。

Copepoda Nauplius は従来 *Gymnoplea* と *Podoplea* とでは体形其他附屬物の形態に於て一見可成りの相違のあることが認められていた。例えば前者は後者に比し体形が豆形で且側扁され、附屬肢は長大で且之に多くの羽状毛 (Plumosed setae) をつけている。之等の形質を觀察すれば前者のものは全て Pelagic の生活に都合のよい形態であることが判る。而して成体で *Gymnoplea* と *Podoplea* とを比較すると前者は殆ど例外なく Pelagic life を営むものであり、後者は沿岸性或は匏匏性のものが多い。此の 2 種の生活様式でその形態に甚大な影響をうけると考えられる部分は、浮游形態乃至游泳器官と攝餌器官であろう。前者はもとより当然であり、後者も浮游状態に於けると匏匏状態に於けるとでは攝餌機構が異なるのは必然である。Nauplius では浮游乃至游泳に使はれるのは主として第 1 及び第 2 触角で、攝餌には Mandible が主として用いられる。而して事実之等の附屬肢には多くの変形が認められるのである。

本論は以上の趣旨に依つて現在迄に知られた Copepoda Nauplius について、その生態によつて、体形並びにその伸長の様式に差のあることを証明し、又上記の三附屬肢に重点を置いて、形態を觀察し、生態によつてその形態を数個の群に分つことが出来ることを示し、更に各科の分類と系統發生を考察し、終りに他種甲殼類 Nauplius の形態と比較してその異同及び特長を求めたものである。

本研究に当り恩師雨宮先生に種々御指導御忠告を辱うしたことを深く御礼申上げる。

## 第 1 章 Copepoda Nauplius 研究の歴史

Copepoda Nauplius は 1712 年に LEEUENHUCK, 1783 年に KARL DE GEER に依つて *Cyclops* の幼生として発見されたが、この知識は中絶して F. MÜLLER は 1785 年既に之を独立の属として *Nauplius* 及 *Amymon* と命名し、8 種に分けた。35 年後 L. JURINE は始めて、その変態と發生に就いて述べ (1820), H. RATHKE は更に之を發展さし (1833), 次で C. CLAUDIUS の一連の研究 (1858—1892) によつて此の方面の科学的基礎が確立され、1905 年 OBERG の Kieler Bucht に於ける優れた觀察に至つて形態的、發生的の一貫した系統的研究に嚆が齎されたと言える。

其後も多数の人々に依つて各種の Nauplius に就いてその生態、変態が追求されてきた、しかし何れも

夫々断片的に1種乃至数種について観察をしたに止り未だ之等を綜述し分類したものはない。勿論成体の種の多数に比べれば観察された Nauplius の数は数十に過ぎず分類の試みは現時期尚早として人々の敢えてなさない所でもあろうが、又従来観察された種類に付いてその記載を見ると、研究者に依つて重大な形質について極めて大きな相違が報告されて居て、何れが正しいかについて取捨に迷うものがあるのも一原因かとも思はれる。例えば DIETRICH の *Cyclops* の観察に於て<sup>(2)</sup> 又 FRASER の *Tigriopus* の研究に於て<sup>(6)</sup> 何れも変態の Stage 数を5とし、従つて *Gymnoplea* では *Orthonauplius* 2 期を有するに反して、*Podoplea* では唯1 期を持つに過ぎず、ここに変態の進化的簡易化が行われて全 Stage 数に於て *Gymnoplea* が 6 stage であるに対して *Podoplea* は 5 であると言つている。しかし其他の人々の *Podoplea* の観察では何れも Stage は 6 であるとし、又 *Cyclops* では同種を<sup>(15)</sup>、*Tigriopus* では極く近縁種を観察<sup>(14)</sup>した著者の結果は何れも 6 個の Stage を有することを見た。之に關しては以下に述べる通り、形態からも、又脱皮成長の際の体の伸長の様式からの推定<sup>(16)</sup>からも以上の人々の観察に誤りがあり、独立生活の Copepoda-Nauplius は全ての種類を通じて Stage 数は 6 個であると著者は確信する。

## 第2章 本論に用いた材料

本報告でその形態を生態学的見地から綜括比較した種類は今日迄に知られた次のような種類についてである。

(本分類法に關しては第5章第2節本観点からの分類と成体に於ける従来との比較の項参照)(以下( ) 中は観察者名とその年代)

### Suborder *Gymnoplea*

#### Tribe *Calanoidea*

#### Family *Calanidae*

##### Subfamily *Calanina*

*Calanus finmarchicus* (1916 LEBOUR,<sup>(28)</sup> 1933 GIBBONS<sup>(12)</sup>)

*Calanus tonsus* (1934 CAMPBELL<sup>(1)</sup>)

##### Subfamily *Paracalanina*

*Paracalanus parvus* (1905 OBERG<sup>(36)</sup>)

##### Subfamily *Pseudocalanina*

*Pseudocalanus elongatus* (1905 OBERG<sup>(36)</sup>)

##### Subfamily *Euchaetina*

*Euchaeta japonica* (1934 CAMPBELL<sup>(1)</sup>)

##### Subfamily *Eucalanina*

*Rhincalanus nasutus* (1934 GURNEY<sup>(10)</sup>)

*R. cornutus* (1934 GURNEY<sup>(10)</sup>)

#### Family *Centropagidae*

*Centropages hamatus* (1905 OBERG<sup>(36)</sup>)

*Brunella attenuata* (1945 FAIRBRIDGE<sup>(4)</sup>)

*Boeckella opaqua* (1945 FAIRBRIDGE<sup>(1)</sup>)

#### Family *Diaptomidae*

*Diaptomus gracilis* (1927 DIETRICH<sup>(2)</sup> 1932 ELSTER<sup>(3)</sup>)

*D. vulgaris* (1927 DIETRICH<sup>(2)</sup>)

*D. chaffanjoii* (1929 洞沢<sup>(20)</sup>)

*Heterocope weismanni* (1932 ELSTER<sup>(3)</sup>)

#### Family *Temoridae*

*Temora longicornis* (1905 OBERG<sup>(36)</sup>)

- Eurytemora Hirundo* (1905 OBERG)<sup>(56)</sup>
- Family *Pontellidae*
- Epilabidocera amphitrites* (1934 JOHNSON)<sup>(34)</sup>
- Tortanus discaudatus* (1934 JOHNSON)<sup>(24)</sup>
- Family *Acartiidae*
- Acartia bifilosa* (1905 OBERG)<sup>(36)</sup>
- A. longremis* (1905 OBERG)<sup>(36)</sup>
- Suborder *Podoplea*
- Tribe *Cyclopoida*
- Family *Cyclopidae*
- Subfamily *Cyclopina*
- Cyclops Leuckartii* (1942 花岡)<sup>(15)</sup>
- C. strenuus* (1942 花岡)<sup>(15)</sup>
- C. fuscus* (1942 花岡)<sup>(15)</sup>
- C. serrulatus* (1942 花岡, 1927 DIETRICH)<sup>(15) (2)</sup>
- Subfamily *Oithonina*
- Oithona spirostris* (1932 GIBBONS 及 OGILVIE)<sup>(11)</sup>
- O. similis* (1905 OBERG, 1932 GIBB. 及 OGILVIE)<sup>(32) (11)</sup>
- Family *Oncacidae*
- Oncaea mediterranea* (花岡)<sup>(17)</sup>
- Family *Corycaeidae*
- Corycaeus* sp (花岡)<sup>(17)</sup>
- Tribe *Harpacticoida*
- Family *Harpacticidae*
- Tigriopus fulvus* (1935 FRASER)<sup>(6)</sup>
- T. japonicus* (1939 花岡)<sup>(14)</sup>
- Idya furcata* (1939 花岡)<sup>(14)</sup>
- Canthocamptus staphylinus* (1927 DIETRICH)<sup>(2)</sup>
- Metis jousseaumei* (1941 NICHOLLS)<sup>(34)</sup>
- Family *Longipediidae*
- Longipedia coronata* (1935 NICHOLLS)<sup>(33)</sup>
- L. Scotti* (1935 NICHOLLS)<sup>(33)</sup>
- L. Minor* (1935 NICHOLLS)<sup>(33)</sup>

### 第3章 成 長

#### 第1節 体の伸長率<sup>(16)</sup>

Naupliusが脱皮して成長するにつれて体長が如何に変化するか、即ち今或るStageに留る時間は考えずに脱皮から脱皮に至る期間を一単位齡と見て体長とStageの番数との間の関係を見ると、全Naupliusを2群に分つことが出来る。

第1群は、 $B$ を体長とし、 $S$ をStage数とすると

$$B = bS^a \quad (1)$$

の形で表はし得るものである。茲に  $a$ ,  $b$  は種類に依つて異り、 $a$ は成長の速さに関係し、 $b$ は成長の速さ及Naupliusの大きさに関係する常数である。

(1)式は即ち

$$\log B = \log b + a \log S$$

体長の対数とStage数の対数が直線関係にあり、且つ

$$\frac{1}{B} \frac{dB}{dS} = \frac{a}{S} \quad (1)$$

成長率(脱皮による体長変化とその時の体長との比、所謂Growth factor)はStage数に逆比例するのであつて、第1表上段第1群の種類が之に属する。(第1図)

Fig. 1 Growth Curve of Nauplius

- |                    |                   |
|--------------------|-------------------|
| 1 Rhincala. nasut. | 4 Longip. coron.  |
| 2 Cala. finmar.    | 5 Torta. disc.    |
| 3 Epilab. amph.    | 6 Temora. longic. |

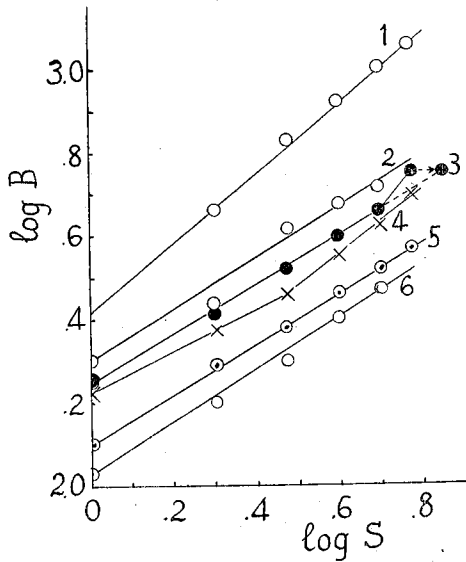
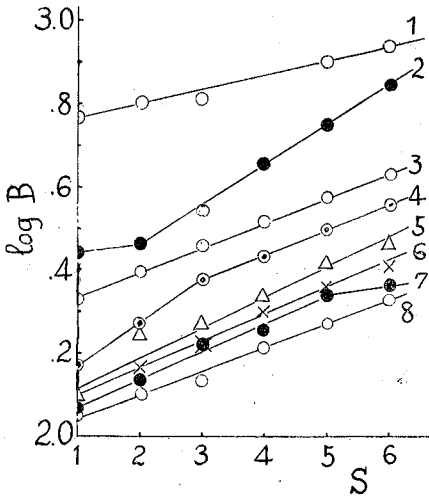


Fig. 2—1 Growth curve of Nauplius

- |                  |                 |
|------------------|-----------------|
| 1 Euch. jap.     | 5 Longip. minor |
| 2 Cala. tons.    | 6 Oith. similis |
| 3 Heteroc. weis. | 7 Tigri. jap.   |
| 4 Longip. Scot.  | 8 Oith. helgol. |



第2群は

$$B = \beta e^{aS} \quad (2)$$

で表はしうるもので、(a, βは(1)式a, bに相当する或る常数)  $\log B = \log \beta + \mu \cdot a \cdot S$  即ち又

$$\frac{1}{B} \frac{dB}{dS} = a \quad (2')$$

各Stageの成長率は一定である。第1表下段第2群が此の型を示す(2図1, 2)

各群に属する種類を見ると、第1群の方は大体に於て沖合又は表層性プランクトンに現われるものと見られる。このうち唯一のPodopleaである *Longipedia coronata* のNaupliusは親が底棲性であるに反し、之は表層性でsurface filmに多く居り、器中で培養する際、酸素を追い出した水を循環させても第1Copepodite stage迄変態することが出来るという。<sup>(33)</sup>

Fig. 2—2

- |                    |                |
|--------------------|----------------|
| 1 Cycl. Stren.     | 5 Cycl. Leuck. |
| 2 Diapt. chaff.    | 及 Cycl. serr.  |
| 3 Centrop. ha-mat. | 6 Idya. furc   |
| 4 Acart. longic.   |                |

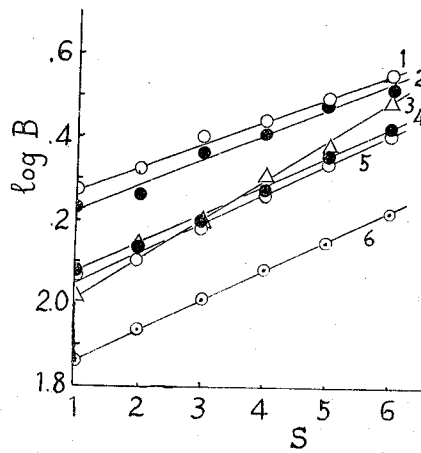


Table 1A B; Body length ( $\mu$ ), A: 1st Antenna ( $\mu$ ), S: stage number

Species	Observer	Relation between B and S	a or $\alpha$	b or $\beta$	Relation between A and B	Relation between A and S	d	c	ad or $\alpha d$	A/B in 1st Stage			
<i>Rhincalanus nasutus</i>	Gurney	B = bS <sup>u</sup>	0.88	251		A = CbS <sup>ad</sup>	0.57	0.51	0.50	0.45			
<i>Temora longicornis</i>	Oberg		0.64	107			0.96	0.54	0.62	52			
<i>Eurytemora velox</i>	Gurney		0.61	105									
<i>Epilabidocera amphitrites</i>	Johnson		0.61	168			0.76	0.64	0.46	58			
<i>Calanus finmarchicus</i> (1)	Lebour		0.60	204			0.96	0.63	0.58	52			
<i>Tortanus discaudatus</i>	Johnson		0.59	129			"	0.65	0.57	65			
<i>Longipedia coronata</i> I ~ III III ~ VI	Nicholls		0.48 0.77	171 123			"	0.43	0.46 0.74	35			
<i>Oncaea mediterranea</i>	Hanaoka	B = $\beta$ eas	0.20	70	A = CB <sup>u</sup>	A = C $\beta$ eas							
<i>Calanus finmarchicus</i> (2) I ~ IV IV ~ VI	Gibbous		0.15 0.27	201 160									
<i>Centropages hamatus</i>	Oberg		0.22	85			0.96	0.68	0.20	59			
<i>Canthocamptus staphylinus</i>	Dietrich		0.18	76			"	0.59	0.18	54			
<i>Metis jousseaumei</i>	Nicholls		0.20	71									
<i>Pseudocalanus parvus</i>	Oberg		0.17	153			"	0.63	0.17	54			
<i>Longipedia scotti</i> I ~ III III ~ VI	Nicholls		0.43 0.16	118 145									
<i>Cyclops Leuckarti</i>	Hanaoka		0.17	96			"	0.54	0.16	54			
<i>Cyclops serrulatus</i>	"		0.17	96			0.55	0.45	0.16	40			
<i>Acartia longiremis</i>	Oberg		0.16	100			0.96		0.16	52			
<i>A. bifilosa</i>	"		0.16	100			"		0.16	52			
<i>Longipedia minor</i>	Nicholls		0.16	115									
<i>Idya furcata</i>	Hanaoka		0.16	65			"	0.31	0.16	37			
<i>Boeckella opaquata</i>	Fairbridge		0.16	138			0.60	0.74	0.10	60			
<i>Tigriopus japonicus</i>	Hanaoka		0.15	103			0.55	0.23	0.08	22			
<i>Tigriopus fulvus</i>	Fraser		0.13	113						20			
<i>Diaptomus vulgaris</i> (1)	Dietrich		0.15	143			0.96	0.70	0.16	74			
" (2)	Gurney		0.15	148									
<i>Diaptomus chafsanjoni</i>	Horasawa		0.15	141			0.45	0.73	0.07	61			
<i>Oithona spinirostris</i>	Gibbons & Ogilvie		0.14	115			0.96	0.51	0.13	40			
<i>Heterocope weismanni</i>	Elster		0.14	185			0.57	0.93	0.08	89			
<i>Cyclops strenuus</i> (2)	Dietrich		0.14	141									
" (1)	Hanaoka		0.13	166			0.70	1.02	0.09	56			
<i>Bremella subattenuata</i>	Fairbridge		0.13	118			0.70	0.64	0.09	63			
<i>Oithona similis</i>	Oberg		0.12	99			0.96	0.51	0.11	43			
<i>Calanus tonsus</i>	Campbell		0.22	178			No relation is seen						
<i>Oithona helgolandica</i>	Gibb. & Ogil.		0.13	100									
<i>Cyclops fuscus</i>	Hanaoka		0.12	150									
<i>Euchaeta japonica</i>	Campbell	0.07	557										

Table 1B Length of Body and Appendages of various Coppod-Nauplius

	<i>Rhincalanus nasutus</i>		<i>Temora longicornis</i>		<i>Eurytemora velox</i>	<i>E pilabidocera amphitrite</i>			<i>Calanus finmarchicus</i> (1)			<i>Calanus finmarchicus</i> (2)	<i>Tortanus discoidalis</i>		
	B. L.	1. A.	B. L.	1. A.	B. L.	B. L.	1. A.	2. A.	B. L.	1. A.	2. A.	B. L.	B. L.	1. A.	2. A.
I			110	57		187	108	93	210	108	103	240	130	84	74
II	450	208	160	75	162	263	133	119	270	135	97	270	195	125	119
III	575	223	200	74	208	337	173	143	420	212	98	320	245	166	144
IV	855		258	99	243	306	200	157	480	226	137	360	300	186	161
V	1000	271	300	124	283	465	187	168	510	252	128	480	330	798	169
VI	1160	350	370	164	358-322	558	234	179				810	360	234	177

	<i>Longipedia coronota</i>				<i>Centropages hamatus</i>		<i>Canthocamptus staphylinus</i>		<i>Pseudocalanus parvus</i>		<i>Longipedia scotti</i>	<i>Cyclops leuckarti</i>				<i>Cyclops scerrulatus</i>		
	B. L.	1. A.	2. A.	Maxille	B. L.	1. A.	B. L.	1. A.	B. L.	1. A.	B. L.	B. L.	1. A.	2. A.	Maxille	B. L.	1. A.	2. A.
I	172	60	94		105	62	88	48	182	98	150	118	63	76		112	43	65
II	243	83	125		145	83	119	57			190	130	59	75	220	130	38	78
III	294	107	142		160	90	135	62	260	114	240	155	69	78	256	155	42	78
IV	364	121	159	43	210	118	157	78	315	152	270	190	87	99	244	185	44	78
V	430	140	178	52	250	135	233	110	380	195	320	220	89	102	313	250	49	103
VI	500	135	194	57	317	149			420	200	370	260	100	100	230	267	55	110

	<i>Acartia bifilosa &amp; longiremis minor</i>		<i>Idya furcata</i>			<i>Tigriopus japonicus</i>			<i>Tigriopus fulvulus</i> (1)			<i>Diaptomus vulgaris</i> (2)	<i>Diaptomus chaffanjonii</i>			<i>Oithona spinirostris</i>			
	B. L.	1. A.	B. L.	B. L.	1. A.	Maxille	B. L.	1. A.	Maxille	B. L.	B. L.	1. A.	B. L.	B. L.	1. A.	2. A.	B. L.	1. A.	Maxille
I	120	63	130	74	27		121	36		120	157	116	175	170	110	83	130	56	14.7
II	140	73	180	88	30	2.0	138	29		148	195	115	205	180	110	90	150	64	18.0
III	160	91	190	103	26	2.9	171	31	4.2	170	236	131	230	230	105	85	170	79	50.5
IV	190	93	220	120	31	5.8	188	33	6.3	221	264	146	280	260	128	114	200	88	52.7
V	230	125	270	141	35	7.5	224	37	7.8	250	297	169	322	320	140	111	233	94	55.5
VI	274	133	300	168	43	10.7	234	42	9.7		362	183	370	380	160	110	267	95	

	<i>Heterocope weismanni</i>				<i>Cyclops strenuus</i> (1)		<i>Cyclops strenuus</i> (2)		<i>Oithona similis</i>		<i>Calanus tonsus</i>				<i>Oithona helgolandica</i>			<i>Cyclops fuscus</i>				<i>Euchaeta japonica</i>		
	B. L.	1. A.	2. A.	Maxille	B. L.	B. L.	B. L.	1. A.	B. L.	1. A.	2. A.	Maxille	B. L.	1. A.	Maxille	B. L.	1. A.	2. A.	Maxille	B. L.	1. A.	2. A.		
I	210	187	147		187	167	110	53	290	209	174		115	50		173	50	92		590	211	234		
II	250	224	150		217	213	130	58	300	230	230		150	64	12.3	190	71	110	45	640	231	235		
III	297	219	145		230	233	140	59	350	305	291	50	140	76	18.5	211	77	110	36	655	220	241		
IV	328	233	165	92	277	269	155	65	460	316	217	87	165	82	48.5	240	78	119	103	690	212	205		
V	379	242	171	161	323	309	175	74	560	320	249	117	190	88	54.0	255	79	127	106	800	222	244		
VI	434	287	185	218	362		115	87	700	446	349	178	215	86	51.0					800	248	232		

(B. L. : Body Length., 1. A. : 1st Antenna, )  
(2. A. : 2nd Antenna.)



第2群には沿岸性、湾内性乃至底棲性及び淡水のものが属する。而して大体 Pelagic の性質の強いもの程  $\alpha$  の値が大きい。即ち体の伸長が速いと言つてよいようである。

このうち *Oithona similis* のよりの Pelagic の性質のもので  $\alpha$  の値小さいもの。又 *Cyclops serratus* のように池沼性で  $\alpha$  の比較的大きいものがあるが、之等は後述の第1触角の成長率を見ると、前者は大きく、後者は小さくなつてゐる。

脱皮変態による体の成長率については、多くの甲殻類で成長率が一定であると言ふことが FOWLER に依つて BROOKS での法則として提唱され Ostracoda, Zoea, Krabbe 其他に適用されることが証明されている。この法則は(2)式の条件を満足するもので、第2群の成長型であることを示すものである。種々の Data によつて當つてみても、この法則が色々の種類で可成り適用されることが認められる。(第2表)

Table 2. Growth Coefficients in various Crustaceans but Copepoda, which follow the Law of Brooks.

Species	Stage	observer	value of $\alpha$
<i>Gladocera</i>			
<i>Daphnia magna</i>	I~IV	Przibram	0.28
<i>Ostracoda</i>			
<i>Conchoecia imbricata</i>		Fowler	0.56
" <i>ametra</i> ♀		"	0.50
" <i>ametra</i> ♂		"	0.40
" <i>hyalophyllum</i> ♀		"	0.48
" <i>hyalophyllum</i> ♂		"	0.40
" <i>elegans</i>		"	0.32
<i>Halocypris globosa</i>		"	0.62
<i>Macrura</i>			
<i>Panulirus</i> Phyllosoma Form E	I~VII VII~XI	Y. Oshima "	0.392 0.167
<i>Homarus europaeus</i>	After scissors begin to grow	Przibram	0.27
" "		"	0.12
" <i>americanus</i>	I~XI	Herrick	0.167
<i>Penaeopsis monoceros</i>	Nauplius I~VI	Fujinaga	0.060
" <i>affinis</i>	" I~VI	"	0.092
<i>Palaemonetes varians</i>	II~VI	Gurney	0.115
<i>Atyaephyra desmaresti</i>	I~VI	Gauthier	0.088
<i>Anomura</i>			
<i>Paralithodes camtschatica</i>	Zoea I~IV (Length of carapace)	Marukawa	0.173
<i>Brachyura</i>			
<i>Carcinus maenas</i>	Zoea II~IV	Williamson	0.23
" "	Krabbe I~IX	Brook	0.25
<i>Cancer pagrus</i>		Przibram	0.24
<i>Portunus trituberculatus</i>	Zoea I~IV (Breadth of carapace)	N. Oshima	0.207
<i>Brachyuran zoeas</i>		Aikawa	0.276~0.41
<i>Amphipoda</i>			
<i>Gammarus chevreuxi</i>	I~VIII	Sexton	0.214
<i>Xiphosura</i>			
<i>Tachypleus tridentatus</i>	I~VIII	Asano	0.323
" "	VIII~XIX	"	0.152

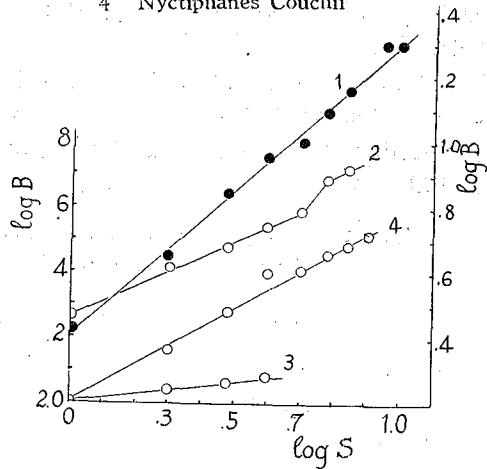
Naupliusでも上記のように、此の法則に合うものが多いが、又第1群のあることが認められるのである。

大きな変態がなく、大体相似形のまま成長の最大点に近づく場合と異り、Naupliusの場合はその成長過程の初期の或る特定期間丈を問題にしているのであるから一般の成長型に比べると特殊の場合と言はねばならないが、Cepepoda以外でも数種のもので第1群に属するものが見られる。上述のようにBROOKSの法則に従うのは沿岸性乃至底棲性のものに多く、従来この法則の証明に用いられたものは底棲のものが多かつたのであるが、上記のようにPelagicのものの中には之に当てはまらず別の型式(1)に従うものがあることが認められるのである。

(第3図並同附表)

Fig 3 Growth Curve of Nauplius

- 1 Panulirus vulgaris
- 2 Balanus amphitrite hawaiiensis
- 3 Leander Serratus
- 4 Nyctiphanes Couchii



	<i>Panulirus vulgaris</i>	<i>Balanus amphitrite hawaiiensis</i>	<i>Leander serratus</i>	<i>Nyctiphanes couchii</i>
	B. L.	B. L.	Growth factor	Growth factor
I	3mm	190 $\mu$	(100)	(100)
II	4-5	260	1.10(110)	1.46(146)
III	6-8	300	1.05(115.5)	1.33(194)
IV	9	350	1.04(121)	1.30(252)
V	10	390		1.02(257)
VI	12-13	490		1.13(291)
VII	14-15	530		1.05(308)
VIII				1.08(333)
IX	20-21			
X	20-21			1.06
Observer	Bouvier	Fujinaga & Kasahara <sup>(19)</sup>	Gurney <sup>(7)</sup>	Lebour <sup>(20)</sup>

(Data of Fig 3)

第1表中の a の値の最小の *Euchaeta japonica* と *Cyclops fuscus* は共に体内に多くの yolk を有している。<sup>(1)</sup> *Euchaeta* はその孵化は 200~400m の深層で行われ、後期 Nauplius も 100m 以浅には見られないもので Labrum も退化して居て、その栄養は殆ど全部が体内の yolk に依存していると考えられ、NICHOLLS は *Euchaeta norvegica* で全く同様のことを観察している。<sup>(33)</sup>

*Cyclops fuscus* は池沼性で群集を作らぬ種類で、Labrum は相当発達し、体幅も大体体長と同程度の伸長を示すが、yolk は第5 stage でも尙その痕跡を残している。<sup>(15)</sup>

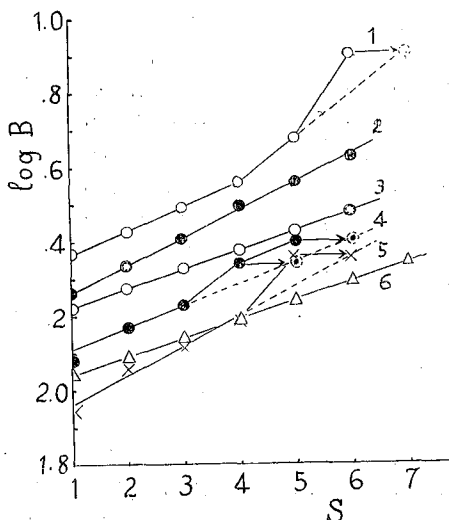
*Calanus finmarchicus* は両群に現われているが第1群のはLEBOURがPlymouth実験所内の大水槽に培養したもので、<sup>(28)</sup> 第2群のはGIBBONSが北海北西部の材料について観察したものである。<sup>(12)</sup> 之は第4 Stage で成長率に差が生じているが、沿岸又はBank附近で孵化したものが、後期 Nauplius 期に Oceanic life に移る生態上の変化と関連して考えられよう。

DAMAS は *Calanus finmarchicus* で 8 ケの Nauplius stage を発見したと言ったそうであるが、<sup>(36)</sup> 之は其後独立生活の Copepoda では 6 以上の Nauplius Stage を有する種が発見されない点から全く無視されて来た。

しかしCirripediaが7~8ケのNauplius Stageを有することから見て一応再検討の必要があるかも知れない。寄生性のCopepodaではNauplius Stageは1~2に減じているものがある。従つて上記のこともStageを見落したと云うわけでもなくStageが短縮されたと考える場合に一つの参考となつとも考えられるのである。GIBBONSの*CALANUS*に就いての第6 Stageの体長の値を図上に於て第7の位置に持つてくと第4, 第5 Stageの値と直線をなすことは何かを意味するものであるかも知れない(第4図)。又OBERGの*Oithona*

Fig 4 Growth Curve of Nauplius

- 1 *Cala. finmar.*
- 2 *Pseudocala. Parv.*
- 3 *Cyc. fuscus.*
- 4 *Tigri. fulvus.*
- 5 *Cantho. Staph.*
- 6 *Oith. similis.*



又*Diaptomus vulgaris*に就ては Nauplius

期は(2)式に依つて

$$B = 148e^{0.658S}$$

Copepodite期は  $B = 7.25S^{2.20}$

雄は第3 Copepodite Stage以後雌より稍成長が遅れるが之も  $B = 15.1S^{1.85}$

という(1)式で完全に表はすことが出来る。

同様に*Diaptomus wierzejskii*のCopepoditeも第2 Stageの値が少しはづれるが

$$\text{雌は } B = 5.49S^{2.28}$$

$$\text{雄は } B = 2.46S^{1.6}$$

で表はすことが出来る(第5図並びに附表)

## 第2節 未観察幼形期の数並びにその体長の豫想

以上のようにその成長が(1)又は(2)式で表はし得るとすれば、或る種類の幼形の幾つかのStageのうち、未観察のもの大きさ、或は未観察のStageが幾つあるかの予想が可能になる。即ち

*similis*の第6 Stage及び*Centropages hamatus*の夫々大形の(34)もの、JOHNSONの*E pilabidocera*の第6 Stage、或はGURNEYの(7)観察した*Eurytemora velox*の第6 Stageで雌雄による大小の差が生ずると言うのも、何れもその大形者を第7 Stageの位置に持つてくと直線上に乗ることは面白い(第4図、第5図)。即ち丁度2回分の変態に相当する体長変化をするわけである。

GURNEYは数種のCopepodaの変態に於ける体長変化をNauplius, Copepodite兩者を通じて観察し、その成長率(Growth factor)は一定ならず、BROOKSの法則に合はぬのは勿論何等法則性を認めることは出来ないと言つてゐる。

しかし今之を(1)及び(2)式に当てはめて試みると*Eurytemora velox*はNauplius, Copepoditeを通じて共に(1)式に依つて示すことが出来る

$$\text{Naupliusの時代は } B = 105S^{0.613}$$

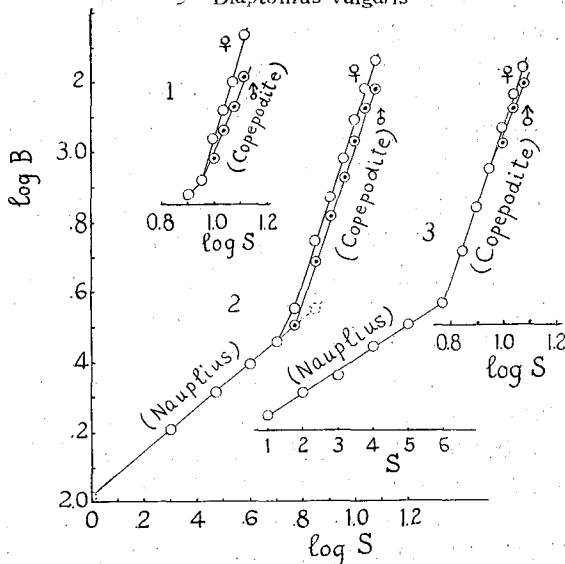
$$\text{Copepodite期は雌は } B = 6.32S^{2.28}$$

$$\text{雄は } B = 5.56S^{2.28}$$

で夫々完全に表はすことが出来る。

Fig 5 Growth curve of Nauplius

- 1 *Diaptomus wierzej.*
- 2 *Eurytemora velox*
- 3 *Diaptomus vulgaris*



		<i>Eurytemora velox</i>		<i>Diaptomus vulgaris</i>		<i>Diaptomus wierzejskii</i>	
		B. I.		B. I.		B. I.	
Nauplius	I			175			
	II	162		205			
	III	208		230			
	IV	243		280			
	V	283		322			
	VI	358	322	370			
Copepodite	I	560	490	520			
	II	746	667	690		760	
	III	953	850	890		818	
	IV	1240	1070	1150	1050	1090	960
	V	1517	1350	1440	1320	1303	1160
	VI	1808	1497	1720	1550	1590	1338
	VII	♀	♂	♀	♂	2150	1635
					♀	♂	

Data of Fig5 (Observed by Gurney)<sup>(7)</sup>

$$(1) \text{式より } \frac{1}{B} \frac{dB}{dS} \cdot S = a$$

$$(2) \text{式より } \frac{1}{B} \cdot \frac{dB}{dS} = a$$

であるから各Stageの脱皮による成長率が一定の場合は第2群であり、成長率とStage数の積が一定の場合は第1群である。今観察した相隣るStageの幼形の成長率から、第1群か第2群か何れかの成長様式をなすものであることを知れば、それ等の間に介在する未観察のもの数は第1図又は第2図のような、 $\log B$ と $\log S$ 又は $S$ との関係図の上に或る $\log S$ 又は $S$ の値に対応する点として求めることが出来る。

例えば*T. griopus fulvus*はFRASERに依り依つて観察されているが、Stage数は5と報告されている。本種の成長曲線を見ると(第4図)第1から第3Stage迄の直線と第4及び第5とを結ぶ直線との間に食い違ひがある。此の種類と極く近縁種である*T. japonicus*についての著者の観察ではそのStage数は6であつた。近年の真正Copepoda Naupliusの変態に関する報告ではGymnoplea, Podopleaを通じてStage数は6であつて、5と言うことは若しあつたとしても極めて例外に属すると考えられるのであるが、今両者について形態を比較してみると、FRASERの*T. fulvus*では第3から第4Stageにかけて腹部の発達が甚だ著しく、又第1MaxillaがBiramousになつている時期が最後のStage以外第4Stage唯一個しかない。之は一般に殆ど例外なく2個あるものである。FRASERの記載図が簡単である為に詳細なことは明瞭でないが、之等のことまでも*T. fulvus*が*T. japonicus*に比べて第4Stageを飛ばしていることも想像出来る。而して今成長曲線を見ると、第4Stageを飛び越してFRASERが第4、第5としたものを第5、第6の位置へ移動させて点を求めると全部が非常によく一直線上に乗ることが認められ、或はFRASERの観察に見落しかあつたのではないかと考えられるのである。

同様にDIETRICHが観察した*Canthocamptus Staphylinus*及び*Cyclops strenuus*は矢張りStage数は5と報告されているが、共に第4Stage迄を結ぶ直線から第5Stageの点は外れる。若し之を同様に第5Stageとしてその場所に持つてくると、之も同一直線上に乗る。而して之等はFurcaの附属毛の数、腹部の発達程度其他から見て第5Stageが飛ばされたのではないかということが疑はれるもので上記のことと同様である。

又OBERGは*Pseudocalanus parvus*の第2Stageを、著者は*Cyclops fuscus*の第6Stageを得なかつたが、同様にして前者は0.22mm、後者は0.3mm前後であろうと推定し得る。又著者は*Oncaea mediterranea*の大

さの異なる3種のNaupliusを得たが、上法を応用することによつて之等が夫々第2、第4並びに第5 Stageのものであることを確認することが出来た。

### 第3節 第1触角の伸長

Naupliusの付属肢は何れも多く長い羽状の毛を具へて游泳生活をする為の外抵抗を増す役をしているが、就中第1触角は体の沈下を防ぎ、或は游泳の際舵として、作用するのが主な役目であり、第2触角は主として游泳移動に与り、又Mandibleと共に口器として作用するものであることは既述の通りである。

それ故第1触角の長さ或はその生長様式、体の伸長に対する之の伸長の模様等は、その生態と関連した形を示すであろうと言うことは考えられる。

先ず体長と第1触角の長さとの関係について眺めてみると、 $A$ を第1触角の長さ、 $B$ を体長とすると、大多数のものが次式

$$A = cB^d \quad (3)$$

で表はすことが出来る。茲に $c$ 及び $d$ は種類によつて異なる或る常数である。而して

$$\frac{dA}{A} = d \cdot \frac{dB}{B}$$

で第1触角の伸長率は体伸長率の $d$ 倍に当り、全ての種類は此の $d$ の値によつて大体2群に分つことが出来る。その一は $d$ の値が0.96で第1触角の伸長率が体伸長率に略等しいもの、他は0.57附近のものである。唯*Cyclops strenuus*は0.7で両者の中間にあり、*Diaptomus chaffanjonii*は0.45という小値を示している。

Fig 6—1 Relative growth curve of 1st Antenna of Nauplins

- |                     |                  |
|---------------------|------------------|
| 1 Tort. disc.       | 2 Diapt. vulg.   |
| 3 Centropag. hamat. | 4 Cala. finm.    |
| 5 Comth. staph.     | 6 Cycl. Leuck.   |
| 7 Oith. spini.      | 8 Longip. coron. |
| 9 Idya furc.        |                  |

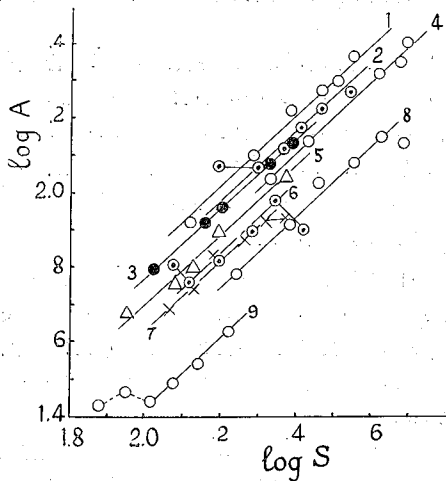
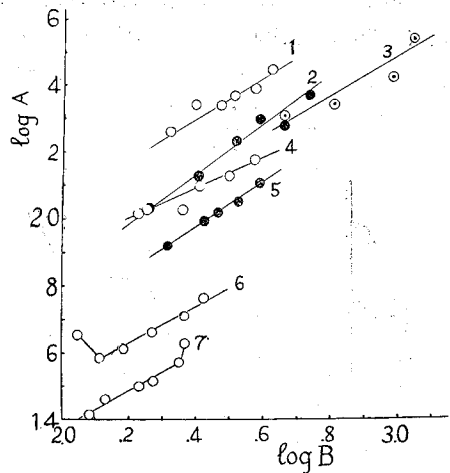


Fig 6—2 Relative growth of 1st Antenna of

- |                    |
|--------------------|
| 1 Heteroc. weis.   |
| 2 Epilabid. amph.  |
| 3 Rhincala. nasut. |
| 4 Diapt. chaff.    |
| 5 Cyclo. stren.    |
| 6 Cycl. serr.      |
| 7 Tigri. jap.      |



体長の伸長が(1)式の型のものはこの場合凡て $d=0.96$ である。但し*E. pilabidocera*は稍低く、更に*Rhincalanus nasutus*は0.57でPelagicのものであるに拘らず第1触角の伸びが非常に小さいが、之は体長の伸びが非常に大きく、他のものが $d=0.6$ であるに對し之は0.88であつて、体の伸長が大であることが第1触角が浮游適應器官として他のものの様には外抵抗の増大の為に伸長しない欠を補つているのであらうと考えられる。

今(3)式と(1)及び(2)式から第1触角のStage数に対する成長式を導くと

体の伸長が(1)式の型のものとは

$$A = c' b S^n \quad (4)$$

$$\frac{1}{A} \frac{dA}{dS} = \frac{ad}{S}$$

体の伸長が(2)式の型のものは

$$A = c(\beta e^{as})^d$$

$$\frac{1}{A} \frac{dA}{dS} = ad$$

即ち第1触角自身の伸長率は体の伸長と同様、それが(1)型の場合は第1触角の伸長率もStage数に逆比例し、(2)型の場合は一定で唯その成長恒数がd倍になる丈である。

上記Rhincalanusの第1触角の伸長は体の伸長に対しては小さいが、第1触角自身の伸長率adの値は0.5で殆ど他の第1群のものと同程度である。

体成長が(2)式型のものの中では

*Centropages hamatus*,

*Pseudocalanus parvus*, *Acartia longiremis*

*Diaptomus vulgaris*, *Oithona similis*

等はdは0.96であるが、之等は何れもPelagicの生活を営む種類であり、

中間の値をとる。

*Cyclops Leuckarti*, *Cyc. strenuus*

*Idya foveata*, *Canthocamptus staphylinus*

はその生態も純Pelagicとも純benthicとも言い難い。

Benthos乃至淡水の池沼性と見られる

*Cyclops serrulatus*; *Tigriopus japonicus*

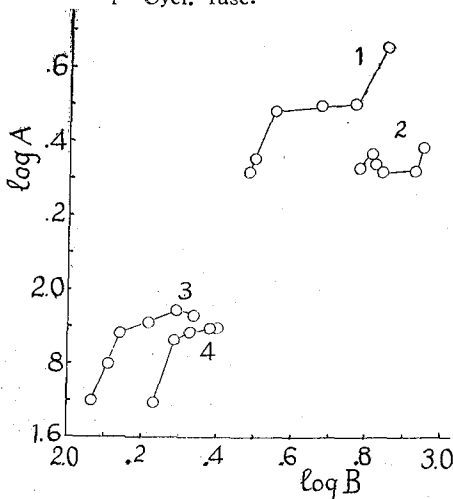
*Diaptomus chaffanjonii*

は値が小さい。

*Heterocope weismanni*はdの値は小さいが体長に対する第1触角の長さの割合が他のものに比して非常に大きく、その成長率の小さを補っているのが認められる。

Fig 7 Relative growth of 1st Antenna of

- 1 Cal. tons.
- 2 Euch. jap.
- 3 Oith. helgo.
- 4 Cycl. fusc.



以上のように第1触角は体長に対しての普通相対成長の形をとるのであるが、小数のものは之に従はず、发育の途中一時伸長の殆ど認められないものがある。之は前述のように体内にyolkを有する種類 *Euchaeta japonica*, *Cyclops fulvus*や深層性の *Calanus tonsus*等に認められる。(第7図)

#### 第4節 第2触角及び其他附屬肢の伸長

之等のものも第1触角と同様相対成長の形で表はされ、それ等の長さ及び体長とは夫々の対数が直線関係にあるが、あまり生態と関連した生長様式の差は認められない。

*Calanus tonsus*及び *Euchaeta japonica*の両深層種は第1触角と同様の様式で一時伸長を示さない時期がある。又 *Cal. finmarchicus*が同様の型を示すのが見られた。

第1触角の成長係数dの値は何れも1より小さく所謂Negative Allometrieを示し、Positiveの関係のものないことは、Naupliusが元来Pelagicのものであつて、第1触角は浮游乃至鈍器官として重要なもので、最初から謂はば完成した大いさで孵化するものであると考えられよう。之は第2触角及びMandibleでも同様であるが、Metanauplius期に入つて始めて新生さ

れ伸長してくる第1 Maxillaを見ると、その形があまり変らず大体相似的に發育伸長してゆく種類或はその時期では、その長さの体長に対する関係は矢張り

$$M = \gamma B^{\phi} \quad (M; \text{mandibleの長さ}, \gamma, \phi. \text{ 常数})$$

で表はされると共に

$$\phi = 3$$

と云う普通年令と成長の間の関係に見られる値の高度のPositive allometrieをなすのが見られる。唯深層性の*Calanus tonsus*はこの場合も稍低く $\phi = 2$ を示す。

#### 第四章 形態

##### 第1節 各科(亞科)の特徴

1) *Calanina* 本亞科のNaupliusは全てのものの基本型と見られる。体は卵円側扁し、第3 Stage以後体後部は著しく伸長し第5 Stageで前後体部は明かな境界に依り二分され、且つ後体部は外部に表はれた3ケの、而して第6 Stageでは4ケの体節を有する。第1 Stageは全てのNauplius中最もEmbryonicで次第に発達し第6 Stageでは最もCopepoditeに近い形になる。而して変態は各脱皮毎に平均して行われ且つ少くも体内的には各脱皮毎に1体節を増加する。

Labrumは簡単で、farcaの附属棘は第2 Stage迄一対、第3 Stageで2対となり、更に腹面に一対の棘を生ずる。第4 Stageで腹面の棘は2対となり、更に後端には数対の棘が出来る。

第1觸角は3節を原則とするが、第1 Stageでは分節はよく発達して居らぬものがあり、附属毛も末端に3、側面に1あるのみである。第2 Stageでは明かに3節になり、その第2節には3本の毛を有し、第3節は末端に1小毛を加えて4本となる。第3節は脱皮毎に毛を加へて最後には末端4、腹面5、背面6となる。

第2節は終始3本の附属毛を有するが、此の毛各1本を夫々に有する3の小関節に分れようとする種々の段階を示す(之は全ての種に通ずる性質で夫々に特徴があり、詳細は後述する。)以下之を区又は区分(Sub-division)と称することとする。

第2觸角の外葉も初期は関節数5で次第に増加して最後には8節になる。Coxopoditeの齒(Molar process)は第2 Stageで痕跡的な始痕(Bud)を示し、次第に発達して第5 Stageで最も強大になるが第6 Stageでは又痕跡的に迄退化する。

MandibleのCoxopoditeの齒(Molar process)は同様第2 Stageでは痕跡的であるが、第6 Stageで最大になり、先端に嚙面を有するようになり、退化することはない。内葉第1節の齒(Masticatory process)は多少の隆起を来し、それに5本の羽状毛を有する丈である。

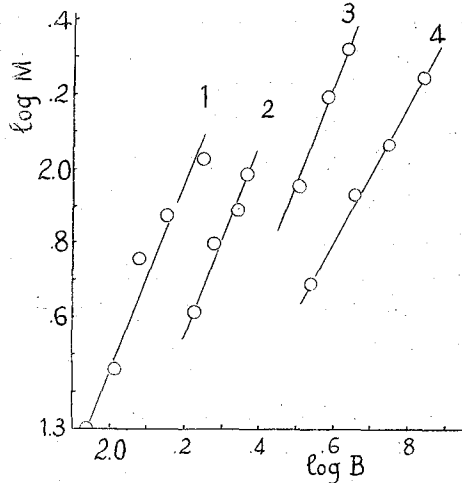
第1 Maxillaは第3 Stageで始めて痕跡的に現われ、第4 Stageで内外葉分かれ、第5 Stage以後は内葉は数節に分れる痕跡を示す。

第2 Maxilla, Maxillipedは第5 Stageで始痕を示し、第6 Stageで第1、第2游泳肢と共に外部に現われる。此の時第2 Maxillaは内面に多くの毛あり、且つ多数の節に分れようとする形跡を示す。Maxillipedは長い棒状で先端に2毛あり、游泳肢は巾広い葉状で先端は2葉になり、各3~4の棘を附けているが第2肢の方は棘は1対少い。

2) *Euchaetina* 本亞族で観察されているのは深層性の*E. japonica*丈であるが、100m以浅では見られず、200~400mに最も多いもので体内にyolkを有し、非常に成長が遅い。即ち第1 Maxillaは第5 Stageで始めて現われ、又餌をとらぬ為にLabrumは不完全で、Masticatory processは全く発達しない。Mandible内葉第1節の齒毛も1本の羽状毛を示すに過ぎない。furcaも簡単で第4 Stageで1対、第6でStage 2対の弱い

Fig 8 Relative growth of 1st Maxilla

- 1 *Idya. furc.*
- 2 *Tigri. jap.*
- 3 *Heteroc. weiss.*
- 4 *Cal. tons.*



Spineをもつ丈である。しかし一般の附属肢は第6 Stageで*Calanina* と略同様に迄発達する。

3) *Eucalanina* 後体部は長く伸び、先は尖つて之に1対の長さの異つた長い刺毛をつけている。

第1触角は第1及び第2節は明かには関節を有さず、第2節は普通3本の附属毛を有するが之は1長毛及び1小毛を有する丈なのが著しい。

第2触角は*Calanina*と異り第2 Stageで既に強力なMolar processを有し、外葉は初期に5、後期に6節になるが、第1節は大形で、*Calanina*のように小形の節を第1節としてその根本に有することはない。

Mandibleは*Calanina*に似ているが、内葉は附属毛の数が減り末端に4、側面に4あり、側面のもののうち一は稍強大になり歯としての発達傾向を示している。

4) *Paracalanina*及*Pseudocalanina* *Calanina*に似ているが後体部の伸長はより速で、第2 Stageで既に著しい。furcaには始め三角形の短鉤がある。又第2 Stageで既に1対の感覚毛と1対の腹面棘(Ventral hook)を生ずるが之等は普通第3 Stageで現われるものである。

第1触角は第1 Stageで既にその末端に4本の附属毛を有し、又第2節は3本の附属毛のうちの第2と第3(即ち第2節の末端)の毛との間に区分の溝が出来る。之は本種の著しい特徴である。

第2触角のCoxopoditeの歯は第6 Stageでも退化を示さない。外葉の小さい第1節は始めから分離している。

Mandible内葉は痕跡的乍ら第1、第2節に分れ、第1節に1の大形Spineと4毛、第2節には初期に4、第5 Stage以後6毛を有する。

5) *Diaptomidae* 之は*Calanina* Naupliusによく似ている。第1触角は第2節に区分のあるものとなないものがある。

第2触角外葉は始めから小形の第1節を具えている。

Mandibleの内葉第1節のMasticatory processは基本形である。

Furcaの附属棘は*Calanina*に比べて簡単で、第1、第2 Stageは1対、以後は2対で之以上にはならない。*Diaptomus*属ではその中の1対が叉状の神経毛であるのが特徴である。

6) *Centropagidae* 体形稍細長く、Mandibleの附根の辺が最も巾が広く、前後へ次第に細くなつて居るのが上述の種類と異なる。

第1触角第2節は附属毛が2本のみなのが特長であるが、第1節と第2節は明かに独立した関節になり、*Eucalanina*の*Rhincalanus*と同様、第1節に1附属毛を有する特異性を示すものと、之を有たぬものとある。

第2触角外葉は始めから小形の第1節を分離して居て終始6節である。

Mandible内葉は第1、第2節の分離が認められる。第2 Stageで既に第1節内面は高く隆起してMasticatory processをなし4の毛を有し、中2は稍太い、第3 Stageで之は更に太くなり、且第2節には6本の毛を付け以後変化しない。

7) *Temoridae* 体形は洋李状で後体部は前体部から明かに分れ且つ細長い。Furcaには長い棘が1対あり、第3 Stageで1対の神経毛を生ずる。

第1触角第2節は3毛同長で第1、第2の区が分れている。

第2触角の外葉は初め6後に7節になり、小形の第1節は始めから分れている。

Mandibleは*Centropagidae*に似て内葉第1節のMasticatory processは可成り隆起し4本の毛の中2本が稍太い。

8) *Pontellidae* *Centropagidae*に似て第2触角とMandibleの中間で体は最も巾広く、両端に向い狭くなる。Furcaの附属棘は左右不相称である。

第1触角は細長く、第2節は第1区丈を分離しているが之は第1節と癒合し之に一つの棘を有し、第2節に1長毛と1小棘を有する。

第2触角はBasipoditeが長く、外葉は第2 Stageで根本に小形の第1節を作る。第2節及び内葉は可成り長い。



MandibleのCoxopoditeは*E pilabidocera*では第4 Stageで*Calanina*のように伸長して強力なMolarprocessを作るが、*Tortanus*では之を作らない。之は*Gymnoplea*に属するものとしては今日迄に知られたものが全部強力な歯を作るに對して特異な点である。又内葉は初期のものは先端が円く隆起して之に数本の毛をつけているが、後期にはこの毛を付ける部分の隆起がなくなり、代つて内面のMasticatory processが発達して膨出し、内葉全体の横巾は縦の長さの2倍位になり、その先端に*E pilabidocera*では1ケの太く強い齒棘とその両側に2対の棘をつけ、*Tortanus*では1ケの太く強い齒棘をつける。又内葉末端に前者は6、後者は4の毛をつける。之等の点*Tortanus*は著しくPodopleaの性質を帯びていると言ふことが出来る。

9) *Acartiidae* 体は卵円形で、*Gymnoplea*の特長を表はして側扁しているが、後体部は伸びず第4 Stageでも体全部即ち肛門部迄背甲下にある点一般*Gymnoplea*と大いに趣を異にし、*Podoplea*の性質を帯びている。しかし後者と異り、maxillipedの始末は第5 Stageでよく見える。又第6 Stageでは第1、第2游泳脚の生ずる体筋と肛門筋とが明かに分れる。

第1触角は第2節に区分なく3本の附属毛は同長である。

*Tortanus*とは逆に第2触角及びMandibleのCoxopoditeは共によく発達したMolarprocessを具へ、第2触角外葉は一般の*Gymnoplea*のもの、第1、2、3節に当る節が癒合して大形の節を形成する為第1 Stageでは全部で3節、第2 Stage以後は5節を有す丈である。

Mandible内葉は3角形で、末端には基本型と同様6本の毛を、Masticatory processには2つの特徴的な大きな弓状に曲つた棘を有し、少し後退して2毛がある。

第1 Maxillaは最も特異な形状で、鱗状の隆起に小毛2と稍太い湾曲した鈎状の棘1を有する状態で第5 Stage迄を過し、第6 Stageになつても2葉に分れず、広い第1と狭い第2節を作り、先端に2ケの曲つた鈎を有している。第2 Maxillaは第5 Stageでは全然見えない。

10) *Cyclopina* 之には二つの型があり1は豆形で稍長く、附属肢が比較的長い*Gymnoplea*型をなすものと、体は上下に扁平で附属肢は短かくづんぐりして匍匐性である*Harpacticidae*に似た形を有するものである。

前者に属するもの(*Cyclops strenuus*, *C. Leuckartii*)は*Oithona*に似ているがそれ程体は細長でなく、Furcaは第1 Stageでは背甲と略同位で第3 Stage以後には完全に外に出る、体の腹面には*Oithona*と同様左右2列小棘があるが第1 Stageには見られない。

第1触角第2節には第1区が分れ薄は深く、触角は4節になつて見える。

第2触角外葉の小形の第1節は第6 Stageで漸く分離して全部で7節になる。Coxopoditeには*Oithona*と同様Molarprocessがある。

Mandible内葉第1節のMasticatory processは内方に高く突出し、その上に第1 Stageでは2本、第2 Stage以後は三叉のfork状の毛をつける。之は大形でその特異な形状と共に直ちに目につくものである。

第2節は長楕円形で第1節と明かに分節している。

初期のFurcaの1対の附属棘は左右に巾広く離れて附く、之はPodopleaのNauilius全般に通ずる特性である。

後者に属するもの(*Cyc. serrulatus*, *C. fuscus*)は上記のように附属肢短かく、ずんぐりした感じの体形で、特に第1触角は分節の様子は上の種類と同様であるが、各節は短く第2節の3本の毛は太く長く密に羽状の刷毛をつけていて、虫体は休止時底部で此の毛で体を支えて静止する。

第2触角は小形の第1節を第6 Stageでも分離しない。

Mandibleの内葉のMasticatory processには1本の強い稍弓状の歯と2本(又は1本)の毛がある。

11) *Oithonina* 各Stage共腹面J.abrumの上及び下に左右2列の小棘が並んでいる。第4 Stage迄furcaは背甲下縁よりも内側にあり、第5 Stageで漸く背甲の線に達する。

第1触角は末節に第1 Stageでは2本、以後は3又は4本の末端毛を有する。第2節は区分の溝は出来ないうが大きくくびれている。

第2触角外葉は終始6節で小形の第1節は始めから分れている。Coxopoditeには2本の羽状の棘がある。

Mandible内葉は2節を示し、第1節はBasipoditeと完全には分節せず、横に長く伸びてMasticatory

processを形成し、その先に*Cyclops*の第1群に属するものと同様の三叉の特長的の毛をつける。

第2節も*Cyclops*と同様である。

12) *Oncacidae* 多少伸びた豆型で、附属肢も比較的細長い。Mandible乃至第1 Maxilla以下の後体部が長いのが著しい。Labrumや附属肢の形態は*Oithona*に似ているが、之は腹面に棘列がない。附属肢には附属毛が少く、第1触角は第2節に第1区が分れて4節に見えるが、第3 Stageに於てさへ之等は本来の第2節の端に1本の長毛を持つ丈で、第4 Stageで第1区に、第5 Stageで第2区に夫々1小棘を生ずる。この時の形は*Pontellidae*の第1触角に似ている。

後体部が伸長している為に、第2触角及びMandibleが著しく前方に偏在するように見える。第2触角のCoxopoditeには発達した2ケの大棘がある。外葉は第5 Stageでも小形第1節を分離しない。内葉が第5 Stageで2節になるのは著しい特徴であると言える。又この触角は全体としても非常に*Gymnoplea*の種類のものと似ている。

Mandibleは*Oithona*と同形であるが、そのMasticatory processは*Oithona*よりも形の均整のとれた三叉(先の開いたfork)をなしている。

13) *Corycaecidae* 第1 Stageを観察したのみなのでよくその特徴を知ることが出来ないが、体は*Oncaca*に似てMandible以下が長くfurcaの附属棘は左右離れ巾広い稍曲つた棘となつていて*Oncaca*よりも*Harpacticidae*に近い。

第1触角は3節であるが第1節に第2節と同様の小棘を有することから見て普通の第2節から第1区が分れ、それが第1節と癒合していると見られる。即ち*Pontellidae*と同様の形態である。第3節の末端の毛は2本である。

第2触角は小形の第1節を分離していない。

Mandible内葉は第1、第2節が明瞭に分離し、第1節内面の歯は膨出して2本の棘をつけている。

14) *Harpacticidae* 体は背腹に非常に扁平になつていて後期のものでも腹部はあまり伸長しない。特に初期のものは円形に近い。附属肢の各節の長さ短かく関節の数も減少の傾向にある。furcaは第6 Stageでも深い切れ込みが出来ない。

第2触角及びMandibleの形は最も特異で、第2触角外葉は4節、内葉は外葉全体の長さよりも長大な1本の強力な腕となり、その先端によく動くナイフ状の棘をつける。又Coxopoditeには強大なMolarprocessが発達する。

MandibleのCoxopoditeは極簡単な節で、附属毛は1のみか又はない。外葉は2節、内葉は殆ど完全にBasipoditeの面に吸収され、先端の附属毛に相当する3或は4の毛が僅かに残り、第1節の歯に相当する部分が著しく発達伸長して1の器官を作り、先端には強力なナイフ又は鋏を具へている。一見すると内葉そのものが之に変形したかのように見える。

第2 Maxilla以下の附属肢は第5 Stageでは始末も現われず、第6 Stageで漸く現われる。そのうち游泳肢は2対、他の科のものに比べて腹面の両側縁に近く左右ずつと離れて生ずる。

15) *Longipediidae* 成体が匍匐性であるに反してNaupliusは浮遊生活を送るもので、上記の*Harpacticidae*とは非常に形態を異にする。即ち後体部も*Centropagidae*程度の伸長を示し、附属肢も基本形に近い形態を示す。後体部の末端は1本の長棘となつているのが特長で、卵内及び孵化直後は之が体内に内転して入っているが、孵化すると次第に外部に反転して出てくる。

第1触角第2節は第1区を分ち一見4節になつている。之等第2節から生じた2個の節につく3本の毛は同長である。

第2触角のCoxopoditeには稍発達したMolarprocessがあるが、之は*Gymnoplea*と異り、第6 Stageでも発達する。外葉は第1 Stageは6、第2~第5 Stageは7、第6 Stageは8になり、全く*Calanina*と同様であるが、内葉も長く3個の痕跡的の節を示している。

MandibleのCoxopoditeは一般Podopleaとは異りMolar processは発達せず、内葉は終始2節で第1節内葉のMasticatory processは*Paracalanus*のものに似ている。

## 第2節 各變態期の査定

Naupliusは始めの3対以外の附屬肢の存否に依つて普通OrthonaupliusとMetanaupliusに分けられる。而してGymnopleaではOrthonaupliusは2 Stage (*Euchaeta*は4, *Rhincalanus*は3又は4とされる。), *Podoplea*は1 Stageを有して、従つてMetanauplius stageは一般にはGymnopleaでは4, *Podoplea*では5である。最初に生ずる第1 Maxillaは出来始めた時は鱗片状の隆起或は毛を附した小隆起であるが、何れにしてもUniramousである、而して第4 Stageでbiramousになる。之は上記の例外*Euchaeta*と*Rhincalanus*を除いた全部に通ずる性質である。

Gymnopleaの第1, 第2 Stageを独立して識別するのは困難であるが、概して第1 Stageは全てに於て発達悪く、特にLabrumの分化は低くその下辺に棘を附することはない。又各附屬肢の関節の境界も痕跡的で附屬毛も少く、且つ羽状のものは少い。

第2, 第3 Stageの差は第1 Maxillaの存否以外に第2 Stageではfurcaの棘が1対であるに対し、第3は2対以上になることにより分けられる。

Pleopodが生ずるのは多く第6 Stageで、例外的に第5 Stageで生ずるものがあるが、多くは皮下の始痕に過ぎない、之はGymnoplea, *Podoplea*を通じて同様である。(Podopleaの*Longipedia*は例外で第5 Stageで2対のpleopodを生ずる)。

第5 StageでPleopodを生じない種類の第4と第5 Stageの差は稍困難であるが、第1 Maxillaが第4 Stageでは中央に多少の凹みを生じ、2葉になるに対し、第5 Stageは明かに2枝になり、或るものでは内外葉に関節で分れる。

以上をKeyの形で示すと大略次のようになる。

- A<sub>1</sub> 附屬肢は3対のみ (Orthonauplius);
  - Gymnoplea第1, 第2 Stage, *Podoplea*第1 Stage.
    - 第1 触角の末端の毛は多くは3……………第1 Stage.
    - 末端毛多くは4……………第2 Stage.
- A<sub>2</sub> 3対の附屬肢他に第1 Maxillaあり (Metanauplius)
  - B<sub>1</sub> 第1 MaxillaはUniramous
    - C<sup>1</sup> furcaに1対の棘のみ……………*Podoplea*第2 Stage.
    - C<sup>2</sup> furcaに2対の棘あり……………第3 Stage.
  - B<sub>2</sub> 第1 Maxillaはbiramous
    - D<sub>1</sub> Pleopod始痕なし
      - 第1 Maxilla 2葉に区分さる……………第4 Stage.
      - 第1 Maxilla 2枝となる……………第5 Stage.
    - D<sub>2</sub> Pleopodは2対以上あり……………第6 Stage.

## 第3節 *Gymnoplea*と*Podoplea* Naupliusの比較

*Gymnoplea*と*Podoplea*とは成体の体制にも可成り大きな相違があるが、生態的にも前者にはPelagicのものが多く、後者には沿岸性乃至匍匐性のものが多い。Naupliusにも同様の性質があり、変態成長の模様並びに形態に於ても甚大な差がある。一般に*Gymnoplea*は*Podoplea*に比べ、Naupliusの体伸長が大きく、特に後体部の発達が著しい、体形も左右に側扁された豆形を呈し、肢は長大且つ羽状毛が発達している。*Podoplea* NaupliusはOncaeidae, Corycaeidae, Oithoninaeは未だ可成り*Gymnoplea*的形態であるが、体の伸長、側扁の程度稍少く、後体部の伸長も遅い。*Harpaeticidae*に至つては上下に扁平になつて且体は円盤状となる、又当然予想される如くPlanktonである*Gymnoplea*は*Podoplea*に比べてキチンの甲殻が薄い。

又*Gymnoplea*は脱皮による体の伸長が速くであると共に、体制の発達も之に伴い、殆ど毎Stage毎に1新体節を生成し、且之に多くは1附屬肢を付するか或は之を発達さす、而して第6 Stageに至れば可成りCopepoditeの形に近くなり、Naupliusの後々のStageからCopepoditeへの変態は飛躍的でない。即ちNaupliusは第5 Stageで後体部は明かに頭胸部と区別され且2又は3の関節に分れて居り、第6 Stageは4の外部に

Fig.9 Body-forms of Copepod Nauplius

- A : *Gymnoplea*, *Calanus finmarchicus* Nauplius, A' Side View (by Lebour) Pelager type  
 B : *Podoplea*, *Cyclops Leuckarti* Nauplius, B' Side View Intermediate type  
 C' : *Podoplea*, *Tigrippus japonicus* Nauplius, C Side View Creeper type  
 a<sub>1</sub> : 1st Antenna a<sub>2</sub> : 2nd Antenna, m : Mandible, l : labrum

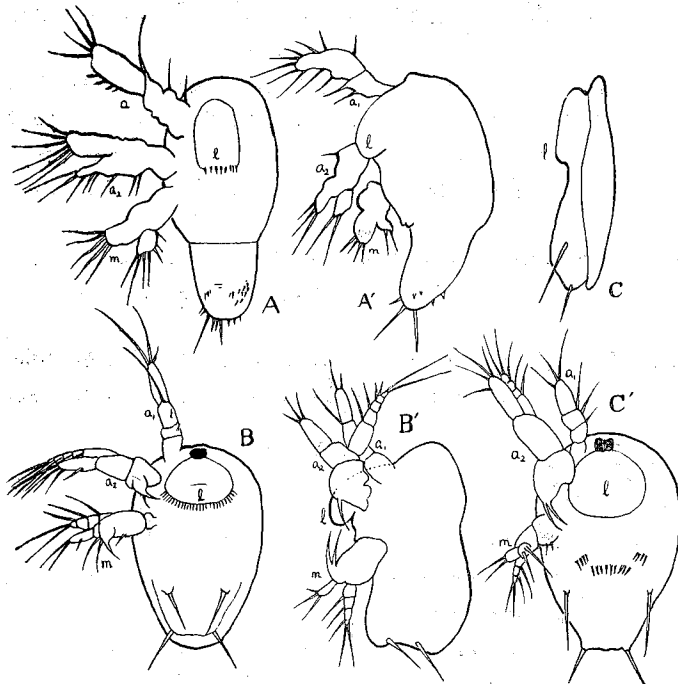
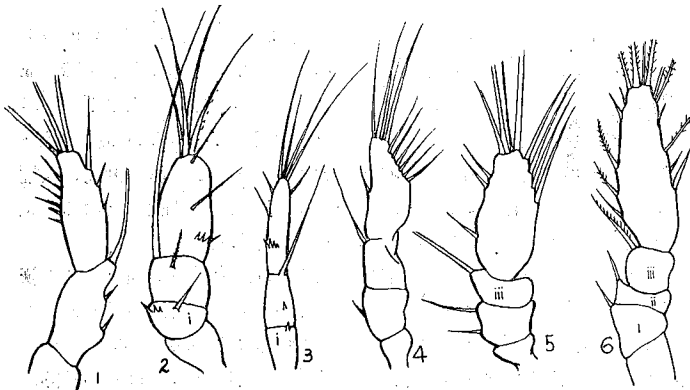


Fig10 Forms of 1st Antenna (Showing the various forms of Subdivision on the 2nd Segment)

1. *Hetercope weismanni* : (by Elster) no Subdivision
2. *Cyclops fuscus* : 1st Subdivision divided.
3. *Epilabidocera amphitrites* : (by Johnson) 1st Subdivision divided but united with 1st Segment
4. *Centropages hamatus* : (by Oberg) Only 2-Setae on 2nd Segment
5. *Pseudocalanus elongatus* : (by Oberg) 3rd Subdivision divided.
6. *Calanus tonsus* : (by Campbell) three Subdivisions divided.



現われた体節がある。之に反し *Podoplea* は脱皮変態に際して変化少く第2 Maxilla, Maxillipedは第6 Stageでも漸くその始痕を示すに過ぎない。且つ後体部には外部に現われた体節がない。然るに第1 Copepodite stageの体制形態は *Gymnoplea* と同様であり、*Podoplea* の最後の Nauplius-stageから Copepoditeの第1 Stageへの変態が如何に飛躍的であるかが判る。

Furcaも *Gymnoplea* はよく発達し、附属棘も多く、後端についている棘は太い。Furcaが未だ両葉に別れぬ初期のStageでの *Gymnoplea* と *Podoplea* との相異点は前者が体の後端が細く突出して尖っているか、尖る程でなくも先端程細い楕円形でその先に比較的密接して端棘が生じているに対し *Podoplea* は先が切つたような直線或は鈍円をなし、又之に附く棘は左右に広く間隔をあけて居り、且 *Gymnoplea* と異りその附根即ち体の後端は背甲 (Carapace) の下縁よりも引込んでいる。

第1触角の附着位置は Planktonの性質が強いものは体の前端に近く生時は体軸に平行に前方に長く伸びているが、匍匐性のも程短かく稍左右に広く離れ且つ体軸に対して或る角度を以て開いている。又その形態も第2触角以下の他の附属肢の形態と共に色々差異があるが之は以下に各科について述べることにする。

#### 第4節 各附属肢の形態

1) 第1触角 Nauplius Appendage と言はれる前部3対の第1対である。体の前端から前方に向つて伸び、運動の際、舵

或は平衡器官として作用するもので、Naupliusの生活が浮游性のものより匍匐性を帯びたもの程、その程度に依つて小形に又稍左右に開いて附着するようになる。原型は3節で、第1並びに第2節は各科を通じ略同型であるが、第3節は浮游性のものでは面が広くなり、縦に扁平になつて本来の目的に役立つようになつている。而してその縁辺に生ずる附属毛 (Setae) は何れも羽状で (Plumosed) 数も多く、後期 Nauplius に於ては14~17本に達する。第6 Stageでは皮下に4~8の節に分れる痕跡を示すものがある。

Table 3. Number of Setae on 3rd Segment of 1st Antenna.

the first letter Shows number of end Setae, the Second dorsal and the third ventral.

種名	Stage数						神経毛
	I	II	III	IV	V	VI	
<i>Calanus finmarchicus</i>	300	400	421	443	464		+
<i>C. tonsus</i>	300	400	421	443	464	465	+
<i>Rhincalanus nasus</i> <i>R. cornutus</i>		400	421		443	475	+
<i>Pseudocalanus elongatus</i>	401		421	443	464	465	+
<i>Paracalanus parvus</i>	401		421	443	464	465	+
<i>Euchaeta japonica</i>	300	400	441	452	462	463	+
<i>Centropages hamatus</i>	300	400	420	440	460	461	+
<i>Diaptomus gracilis</i>	300					465	-
<i>D. vulgaris</i>	300	310	321	343	454	475	-
<i>D. chaffanjonii</i>	300	300	411	432	453	465	-
<i>Heterocope weismanni</i>	300	400	401	421	463	465	+
<i>Boeckella opaquia</i>	300	300	321	364	364	365	-
<i>Brunella subattenuata</i>	300	300	321	343	364	385	+
<i>Temora longicornis</i>	300	400	421	443	464	485	+
<i>Eurytemora hirundo</i>	300		321	343			-
<i>Epilabidocera amphitrite</i>	300	300	321	364	364	365	-
<i>Isotanus discoidatus</i>	300	400	421	441	462	464	+
<i>Acartia bifilosa</i>	300	400	421	431	441	462	+
<i>A. longiremis</i>	300	400	421	431	441	462	+
<i>Cyclops Leuckarti</i>	300	401	451	455	455	455	+
<i>C. strenuus</i>	300	400	412	422	424	465	+
<i>C. fuscus</i>	200	300	400	402	403		+
<i>C. serrulatus</i>	200	301	402	452	452	452	+
<i>Oithona similis</i>	220	430	440	481	481	483	-
<i>O. spinirostris</i>	220	430	440	481	481	483	-
<i>Oncaea mediterranea</i>			300	400	400		-
<i>Corycaeus sp.</i>	200						
<i>Thysanopoda japonicus</i>	300	400	420	432	452	452	+
<i>Idya furcata</i>	300	400	420	432	452	452	+
<i>Canthocamptus staphylinus</i>	300	410	411	422		422	+
<i>Longipedia coronata</i>	300	400	421	443	455	465	+
<i>Metis jousseaumei</i>	300	300	300	300	400	400	-

第2節は円柱状の1個の節であるが、Obergもその観察した数種のNaupliusにつき注目したように3個の区に分れ、各区毎に1個の附属毛を有するのが基本型である。Stageの進むに従つて各区は種類に依つて、或は科によつて分節の種々の程度を示すが、大多数の場合第1と第2区の間には劃線が現われ、次で第2と第3との間に現われるが、両者共完成して外観3節になるのは今日迄に知られたものでは *Calanustonius* の第6

Stageのみである。多くのものは第2の割線の一部 或は痕跡的に留り、或る者は両線とも痕跡、或るものは両者とも形成されない。唯*Paracalanus*及び*Pseudocalanus*のみは第2と第3区が分割されて第1のものが出来ない、之等Naupliusの著しい特徴である。

又各区に属する1本宛の附属毛の長さも種々ある。しかし之は厳密には科或は属の特長とはならないようである。

第1節は短かく附属毛のないのが原則である。しかし*Rhincalanus*, *Centropagidae*のあるもの*Pontellidae*, 及び*Corycaecidae*は第1触角は3節でその第1節にも附属毛がある。しかし之等は第2節に附属毛が2本しかなく、従つて第2節の第1区が分離した上、之が第1節と癒合したものであらうと考えられる。*Pontellidae*のうちの*E. pilabidocera*は第1節と第2節第1区とは癒合しているが、間に痕跡的の切れ込みのあるのが認められる。又*Centropagidae*では*C. hamatus*についての OBERG の観察によると第2節に附属毛は2本で、OBERGは之は第2区の毛を欠如しているものであるとし、本種の特長としているが、最近FAIRBRIDGEの観察した同科中の*Brunella attenuata*及び*Boeckella opaqua*なる淡水の、夏季には乾固する沼に居る種類では第2節には OBERG の*C. hamatus*と同様2本の附属毛を有する丈であるが、*Pontellidae*と同様、第1節に小毛を有しているのが見られる。*C. hamatus*が OBERG の言うように第2区の毛をもつていないのか、或はFAIRBRIDGEの場合から考えて第1区が消失したものは明かでない。

最近Fairbridgeが観察したHarpacticidaeの*Metis jousseau mei*は西濠洲の石灰藻礁中の海藻の群落中に群れているものであるが、本種では大きな第1節に2本の毛を、小さな第2節に1本の毛を有している。之は第1, 第2区が共に第1節と癒合したものと考えてよいであらう。現在迄に此の形のもの他に見られないが、寄生性のものには第1節と第2節が癒合して一見第1節に3本の毛のあるものがある。<sup>(9)</sup>上記*Metis*は独立生活と寄生乃至沼中生活との中間形とも見られよう。

此の区分は一般にStageの初期と後期であまり変化はないが、唯*Calanidae*又は初期は非常に*Embryonic*で、第1触角は第3節を分つのみで其の他の境界は殆ど痕跡を示すに過ぎない。

第2節の区分割の模様及びその附属毛に就いて表示すると次のようになる。

第1触角第2節に

I 明瞭な区分を示さないもの

*Euchaetidae*, *Acartiidae*, *Centropages*, *Harpacticidae*

II 痕跡的に示すもの

*Calanus finmarchicus*, *Diaptomus*, *Heterocope*

III 第1区を分つもの

*Temoridae*, *Cyclopidae*, *Oncacidae*, *Diaptomus chaffanjonii*, *Longipediidae*

IV 第3区を分つもの

*Pseudocalanus*, *Paracalanus*

V 第1区を分つが之は第1節と癒合するもの

*Rhincalanus*, *Pontellidae*, *Corycaecidae*.

VI 第1, 第2, 第3各区を分つもの

*Calanus tonsus*.

VII 第2区迄が第1節と癒合して大形の第1節を作るもの……*Metis jousseau mei*

第1触角第2節の附属毛

3本同様の毛 *Para-*, *Pseudocalanus*, *Cal. finmarchicus*, *Temoridae*, *Oithona similis*, *Cyclops serrulatus*,  
*Longipediidae*.

最初の1は小棘 *Acartiidae*

最初の2は小棘, 最後の1は長し

*Diaptomidae*, *Oithonina*, *Cyclops Leuckarti*

最初の2は小毛, 最後の1は長し

*Euchaeta*, *Calanus tonsus*, *Cyclops fuscus*, *C. strenuus*, *Idya*, *Tigriopus*, *Canthocamptus*  
 附属毛 2 本のみ

*Rhincalanus*, *Centropagidae*, *Pontellidae*, *Corycaecidae*  
 附属毛 1 本のみ

*Metis jousseaumei*

2) 第 2 觸角

生態学的には次の Mandible と共に注目すべき重要な器官である。即ちこの附属肢は游泳、推進に主として与るものであるが、又一部の役目として攝餌作用に関係する。生時に見るとこの附属肢が最も活潑に動いて体を移動させるのが見られる。従つて浮游性のもものでは内外葉共によく発達し、多くの羽状毛を有し特に外葉は Stage の初期には 5、後期には 8 の節を有する長大な腕を形成するが、沿岸性及び匍匐性の性質の強い Podoplea に於ては後期で 6 節、比較的浮游性のもので 7 節、殆ど純匍匐性種である Harpacticidae では終始 4 節を有するに過ぎず且つ小形である。而して *Acartia* 及び *Rhincalanus* を除いた Gymnoplea の全部及び Podoplea の比較的浮游性のも即ち *Cyclops Leuckartii*, *C. strenuus* 及び *Oithona* の種類は何れも基部に 1 小関節を持っているが、それ以外のものは之を作らない特長がある。

Fig11 Forms of Second Antenna

- 1 : *Calanus finmarchicus* (by Lebour),
- 2 : *Acartia bifilosa* (by Oberg)
- 3 : *Tigriopus japonicus*, Ex : Exopodite, En : Endopodite, Ba : Basipodite, Co : Coxopodite, M : Masticatory process

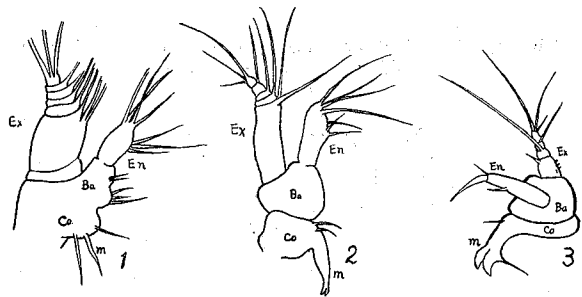
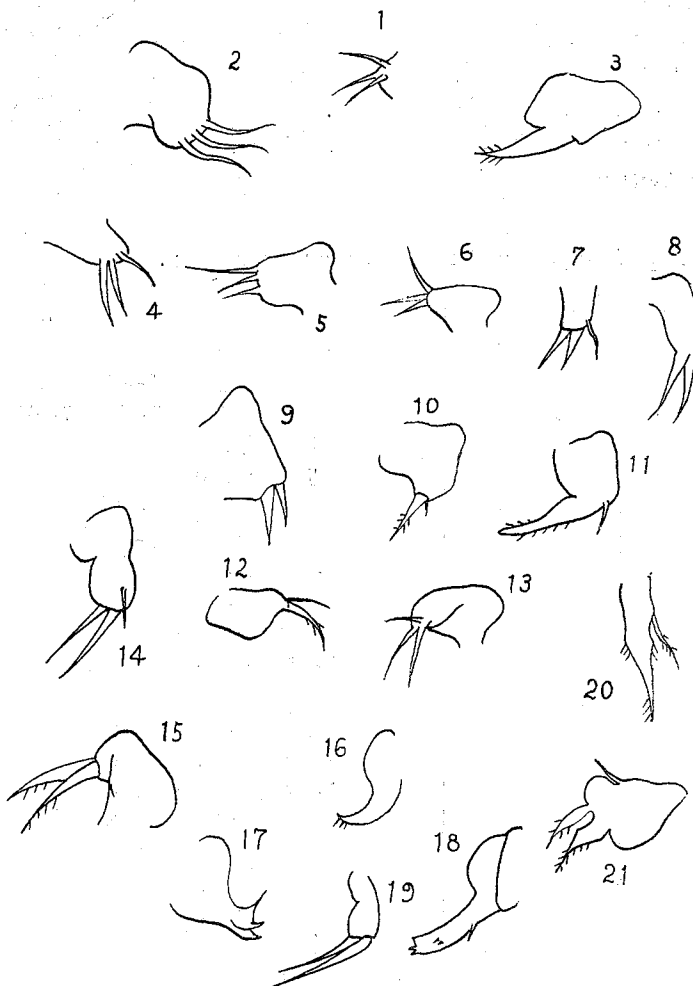


Table 4. Number of Exopodite-segments of 2nd Antenna in every stage.

SP.	Number of segment.	Number of Exopodite-segments of 2nd Antenna in every stage.							
		1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Calanus finmarchicus</i>							I	II~V	VI
<i>C. tonsus</i>							I	II~IV	V~VI
<i>Rhincalanus nasutus</i>						II	V, VI		
<i>R. cornutus</i>						II	V, VI		
<i>Pseudocalanus elongatus</i>								I~VI	
<i>Paracalanus parvus</i>								I~VI	
<i>Euchaeta japonica</i>						I~III	IV~V	VI	
<i>Centropages hamatus</i>							I~VI		
<i>Diaptomus gracilis</i>						I	VI		
<i>D. vulgaris</i>						I~II	III~VI		
<i>D. chafanjonii</i>							I~VI		
<i>Heterocope weismanni</i>						I	II~VI		
<i>Boeckella opapura</i>						I, II	III~IV	V, VI	
<i>Brunella subatteruata</i>						I~III	IV	V, VI	
<i>Temora longicornis</i>							I	II~VI	
<i>Eurytemora hirundo</i>							III	IV	
<i>E. pilabidocera amphitrite</i>							I~VI		
<i>Tortanus discaudatus</i>							I~VI		
<i>Acartia bifilosa</i>				I		II~VI			
<i>A. longiremis</i>				I		II~VI			

<i>Cyclops Leuckartii</i>					I ~ III	IV, V	VI
<i>C. strenuus</i>				I	I	II ~ VI	
<i>C. fuscus</i>					II ~ V		
<i>C. serrulatus</i>				I	II, III	IV ~ VI	
<i>Oithona similis</i>						I ~ VI	
<i>O. spirostris</i>						I ~ VI	
<i>Oncaea mediterranea</i>					III, IV	V	
<i>Corycaeus sp</i>					I		
<i>Tigriopus japonicus</i>				I ~ VI			
<i>T. fulvus</i>				I ~ VI			
<i>Idya furcata</i>				I ~ VI			
<i>Canthocamptus staphilinus</i>				I ~ VI			
<i>Longipedia coronata</i>					I	II	III
<i>Metis jousseaumei</i>							IV ~ VI
	I ~ VI						

Fig. 12 Masticatory process on Coxopodite of 2nd Antenna  
(develops more in Creeper)



内葉は *Gymnoplea* の殆ど全部及び *Podoplea* の *Cyclopidae*, *Corycaeidae* は何れも 1 節丈で、唯 *Calanidae* と *Oncaea mediterranea* は後期に 2 節になる。

純匏筒種である *Harpacticidae* では内葉は游泳器官としての作用は退化して反つて攝餌器官として注目すべき発達をなし、外葉全体よりも長大な且強力な 1 の腕に変化し、且つその先によく動くナイフ状の爪をつけている。但し近縁科の *Longipedia* は浮游性 Nauplius であるので、内葉は矢張り *Gymnoplea* と同様の形態を持つている。

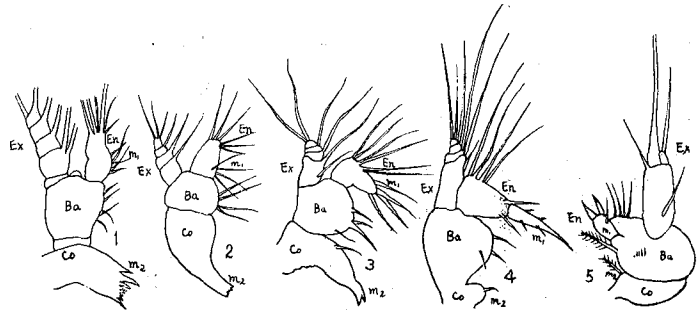
- 1 Calanus
- 2 Paracalanus
- 3 Rhincalanus
- 4 Centropages
- 5 Diaptomus
- 6 Heterocope
- 7 Eurytemora
- 8 Temora
- 9 Epilabidocera
- 10 Tortanus
- 11 Acartia
- 12 *Cyclops serrulatus*
- 13 *Cyc. strenuus*
- 14 *Oithona*
- 15 *Oncaea*
- 16 *Idya*
- 17 *Tigriopus*
- 18 *Canthocamptus*
- 19 *Psamathe*
- 20, 21 *Longipedia*



又Coxopoditeにはその内側に普通嚙齒 (Masticatory process) を有するか第2触角が游泳に与る程度が大きい程、従つて攝餌器官としての意義小なる程、之の發達は悪く、逆の場合はよく發達して、*Harpacticidae*では1の器官と見做し得る迄の形態をとるに至る。体内にyolkを有して攝餌の必要のないものは此の齒は極痕跡的或は消失し、逆に附着性の*Psamathe*の如きは異常に大きく伸長している。又この種では第2触角自身も全く攝餌器官として分化し、外葉は3節で小さく、内葉は大きく且つ先端のナイフは一般の*Harpacticidae*に比して数倍の強大なものとなり、その先に毛を列生しているのである。CopepoditeになるとこのCoxopoditeの齒は何れの種類でも消失するのであるが、*Gymnoplea*では第5 Nauplius Stageで最も大きくなり、第6 Stageでは既に退化の傾向を示して小さくなる。之に反し*Podoplea*では第6 Stageになつても退化の傾向を示さない。

Fig. 13 Forms of Mandible

3) Mandible 此の附屬肢は第2触角と同様、游泳と攝餌とに与るが、餌をとる方に主として用いられる。従つて浮游性種と匍匐性種によつてその構造に差異を生じている。前者では第2触角に比べ稍小型であるが、略同型で、ただCoxopoditeに嚙齒が發達する。この嚙齒は*Harpacticidae*で第2触角Coxopoditeに發達した齒と同形であつて、*Gymnoplea*では第2触角に之が發達せず、Mandible



1 Calanus 2 Diaptomus 3 Centropages 4 Tortanus  
5 Canthocamptus, Ex: Exopodite En: Endopodite, Ba: Basipodite Co. Coxopodite, m1: masticatory process on Endopodite m2: masticatory process on Coxopodite

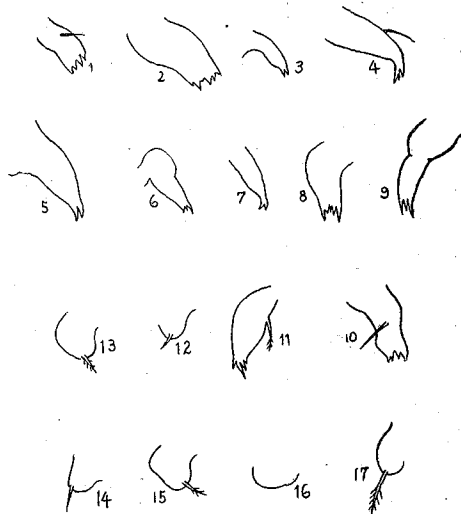
に發達しているのは興味ある点であり、之にひきかえて後者即ち*Podoplea*ではCoxopoditeに嚙齒が發達せぬ代りに内葉第1節に進化した捕餌器が出来、*Gymnoplea*が第2触角を游泳に使用し、Mandibleを主として攝餌に利用するに對し、*Podoplea*は第2触角を丁度*Gymnoplea*のMandibleに相等する作用に使用し、その上に更にMandibleを捕餌用の口器として分化せしめていることが認められるのである。勿論その過渡的形態を有するものもあるが、第2触角のCoxopoditeの齒とMandible内葉第1節の齒とは發達程度は夫々互に相平行していることが認められる。

内葉に發達した齒を有するものはBasipoditeが太く且つ長く、この附屬肢の中心となつている。

内葉は附屬毛の着生状態から見て明かに4個の節の癒合によるものであるが多くは全体が1節或は2節になつている。その第1節に齒(Masticatory process)をつけ第2節は簡単な葉状節で之に6本の毛をつけているのが基本型である。しかし第1節に齒が發達する程度に応じて種々の変形を受けている。之は科の形質として重要なものである。

*Gymnoplea*全部と*Podoplea*の*Harpacticidae*とは内葉第1節、第2節は癒合し、他の*Podoplea*のものは齒

Fig. 14 Masticatory process on Coxopodite of Mandible (develops more in pelager)



1 Paracalanus 2 Cal. tonsus 3 Cal. finmarchicus 4 Rhincalanus 5 Centropages 6 Eurytemora 7 Temora 8 Heterocope 9 Diaptomus 10 Acartia 11 Epilabidocera 12 Tortanus 13 Cyclops 14 Oncaea 15 Oithona 16 Tigriopus 17 Longipedia

を有する第1節と、普通の毛を有する第2節とは関節で続いているが、Basipoditeと第1節とは明瞭には分節せず癒合しているものが多い。(Longipediaは第1、第2節は夫々明瞭に独立した節になつている。)

内葉第1節の齒は本節の内側にあつて、全ての場合隆起部を成し、之にCalanidaeでは何れも同様の5本の羽状毛(Plumose setae)を付け、Centropagidaeではそのうちの1本が棘として発達している。

Pontellidaeになると数は4に減少し、うち1本は特に強大な齒になる。

Acartiidaeでは稍異なり、2本の弓状に曲つた強大な鉤になり、他は唯1本の毛が稍後退して附いている。

Podopleaでは齒は1個の器官に発達し、その生ずる場所の隆起は大きくなる。之は既にPontellidaeでその傾向が認められたものであるがPodopleaでは遂に齒そのものが内葉であるかの如き観を呈する程大形になり、内葉自身は次第に退化の途を辿り、遂にはBasipoditeの面に吸収されるに至る。

CyclopidaeはPontellidaeのもの形の進化したものとCentropagidaeの形の進化したものと2型を見ることが出来るが、Oithonina及びCyclopsの比較的浮游性のものは後者の型を、Cyclopsの底棲性のものは前者の形をとつている。

Oncaecidaeは上記の浮游性のものの型である。

Harpacticidaeでは全く游泳器官としての機能を脱して、口器専門となり、内葉は殆ど消失して、齒が内葉に代つて発達している。

DIETRICHはCanthocamptusのNaupliusの記載に当り、Cyclopsでは内葉は齒をつけているが、之ではなくなり、内葉が一つの齒に変化していると言つている。しかし他の科のものから系統的に観察してみると、そうではなくて内葉は退化してその齒丈が非常に発達し残存したものであり、内葉の本体はこの齒のすぐ傍にある4本の毛のある部分に吸収されているのである。之はPsamatheのMandibleを見る時その経過を理解することが出来る。之ではその齒はCanthocamptusと同型の缺となつているが第2節は尙3本の毛を附して痕跡的乍ら1個の節として残存している。之が更に癒合し吸収され毛丈が残れば即ちCanthocamptusの形になる。

(第15図)

外葉は大部分のものが4節からなり、唯匍匐性であるHarpacticidae丈は簡単な2節からなるに過ぎない。唯LongipediaだけはNaupliusが浮游性であることと共に外葉4節を有し、同時に内葉の齒もGymnopleaと同様の形をなし、又第2触角のCoxopoditeの齒もHarpacticidaeに比し発達が悪い。

#### 4) 他の附屬肢

第1 Maxilla Calanidae及びCentropagidaeでは第3 Stageで1の小隆起にすぎないが、第4 Stageで急に発達して内外2葉に分れ、各葉に数本の毛を付ける。第5 Stageで両葉間の陥入が更に深くなり、第6 Stageでは内葉は数枚の節に分れる痕跡を示し、附屬毛の数も増加する。外葉も基部から関節によつて分れるものが多い。Pontellidaeでは夫程の発達を示さず、第6 Stageでも僅かに内外葉が明瞭になる程度である。Acartiidaeでは特殊の形態を示し奇妙な小さな毛を附した状態で各 Stageを過し、第6 Stageでも2叉せず、広い前節(Proximal)と狭い後節(Distal)をなす丈で、後節は彎曲した鉤をもつている。

PodopleaでもOithonaやOncaeaは第4 Stageで細長い内外葉を分ち、特にOncaeaは第6 Stageで内葉が3節に分れるのが著しい。之も本種が浮游生活を営むことを示すものである。Cyclops、Harpacticusでは小形である。Longipediaのみは内外葉共に分節し、又Mandibleと略同大の発達を示す。

#### 第2 Maxilla及びMaxilliped

Calanidae、Centropagidaeは一般に第4 Stageに第2 Maxilla、第5 StageにMaxillipedの始痕を示し、第6 Stageで附屬肢として簡単な乍ら形を示す(但Euchaetaは例外)。しかし他のものは第6 Stageでも皮膚の高まりとして僅かに認められるに過ぎない。

#### 游泳肢 (Pleopod)

第5 Stageでは一般に未だ何等の始痕も見えない。只Longipediaのみは第5 Stageで殆ど第6 Stageと同程度に発達した游泳肢(Pleopod)2対を示すことが著しい。

殆ど全てのものが第6 Stageで始めて2対のPleopodを生ずるが、Paracalanus及びDiaptomus gracilisは第3対迄を痕跡的乍ら生ずることが報告されている。

第1, 第2対の形は何れも大同小異で, 多少内外葉に分れ, 数個の棘様の毛をつけている。

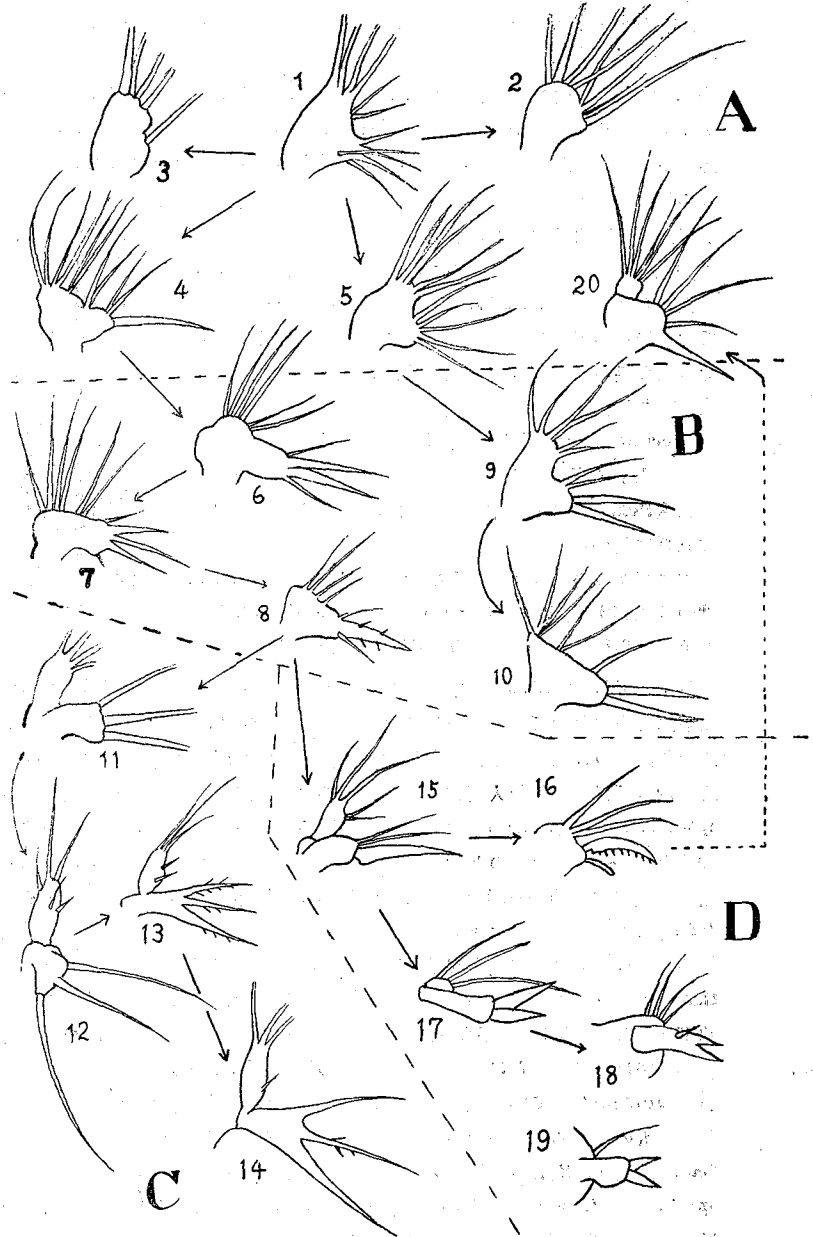
第5章 系統發生學的考察

第1節 各科 Nauplius 間の類縁性

以上に述べた形態から見て, 各種族間の関係に就き観察してみる。附属肢の関節数の多いこと, 又その内外葉が共によく発達し, その附属毛も同様の形態のものであり, 且つ変態が順を追って飛躍的でないこと等から見て, *Calanidae* のものが *Copepod Nauplius* の基本型であることは間違いないであろう。而して形態上の分化が行われて *Centropagidae*, *Pontellidae* を経て *Podoplea* の *Cyclopidae* から一方 *Oncaecidae* 或は *Orycaecidae* へ, 他方 *Harpacticidae* へと順次進んだものであることが認められる。今それを具体的に述べるに当り, この関係を最も簡単に示し得るのは Mandible 内葉第1節の内面にある Masticatory process である。

大略は前節 Mandible の頃に述べたが, 各科の内葉をその Masticatory process と共に図示すると第15図の如くであつて, 基本型である *Calanina* のものを見ると, 内葉第1, 2節は癒合し, 第1節に相当する部分の内側の process は1個の隆起をなして之に5本の毛をつけている。第2節に相等する部分は末端に4, 側面に2本の毛を有

Fig. 15 Endopodite of mandible and masticatory process on it



A: pelager type B: Intermediate type C: Secondary pelager type  
D: Creeper type

- |              |                  |                     |                   |
|--------------|------------------|---------------------|-------------------|
| 1 Calanus    | 2 Rhincalanus    | 3 Euchaeta          | 4 Paracalanus     |
| 5 Diaptomus  | 6 Centropages    | 7 Epilabidocera     | 8 Tortanus        |
| 9 Eurytemora | 10 Acartia       | 11 Cyclops strenuus | 12 Cyc. Leuckarti |
| 13 Oithona   | 14 Oncaea        | 15 Cyc. serruratus  | 16 Tigriopus      |
| 17 Psamathe  | 18 Canthocamptus | 19 Idya             |                   |

する。附属毛の数も之が基本数であつて、科によつて Process が発達すると共に次第に退化を示し、或は数を減じ、或は中の特定のものが発達して種々変形し、他は消滅する。その変化の程度は浮游生活乃至沿岸性、匍匐性の夫々の程度に対応するのである。

第15図中A区のもは浮游性 (Pelager type) に属するもの、D区は匍匐性 (Creeper type) のものである、B区はその中間型である。C区は中間型から二次的に再びPelagerの方へ進んだものと考えられるものである。

第1のPelagerに属するのは *Calanidae*, *Diaptomidae* 及び *Podoplea* の *Longipediidae* であり、中間群は *Gymnoplea* の *Temoridae*, *Acartiidae*, *Centropagidae*, *Pontellidae* 及び *Podoplea* の *Cyclopidae* の一部、二次的Pelagerは浮游性の *Cyclops* 及び *Oithonina*, *Oncaecidae*, *Gorycaecidae*, Creeper 群は *Cyclops* の底棲性のもの及び *Harpacticidae* である。

図に明かなように、Pelagerは何れも基本型と大差なく、一部に多少変化した所が認められるに過ぎない。唯深海性で且つ体内に多量のyolkを有している *Euchaeta* は附属毛並びに Masticatory Process の著しい退化が認められ、又 *Eucalanina* も同様多少の退化を示しているのは稍特殊の形態と言えよう。次に中間群については、先端の毛及び Masticatory Process 上の毛の数が減じ、代りに Process 自身が可成り大きく突出し、その上の毛の1或は2は発達して強い spine になつて目立ち、内葉そのものと Process とは略同等の大きさである。

Creeper type になると内葉の本体は漸次消失して、ナイフ又は鋏を具えた Process が大きく1の器官として独立する形になる。

二次Pelager-typeは中間型に比べて Masticatory Process の毛は滑かなフォーク状で、且つその3本の毛は同様に長い。

次に個々の科につき系統発生的に観察すると *Paracalanus* では Process は1本の毛が明かに大きく発達し、他の2本がすぐ傍に小さくついて居り、今一組の2本は Process が伸長したのでその根本の所に分離して残り歯面から後退した形になり、退化を暗示している。

*Diaptomidae* は *Calanus* 型で原型に甚だ近い、しかるに *Centropagidae* は *Paracalanus* の形に近く且つ一本の歯は更に大形になつている。そして之は *Pontellidae* の前駆となるように思はれる。*Temoridae* は2本の歯が大形になり、他の2本は細く稍後退している。この形が更に進んで、*Acartiidae* の形になり、之では2の歯が互に向き合つて稍彎曲した大歯になり、他の毛は1本になつてずつと後退している。*Temoridae*, *Acartiidae* は *Diaptomidae* と共に第2節の毛は6本で退化していない。この *Acartiidae* の形は更に進化した他のものに比し、特殊の方向に進化したものと考えられる。*Acartia* の Mandible 及び第2触角の Coxopodite の Molar process が他の種類に比べ特殊の形を有する点、又第2触角外葉が第1 Stage で3節しかないこと等からも本種が可成り特殊の性質を有することと一致している。

*Centropagidae* は *Pontellidae* を経て *Podoplea* に連絡するように見える。*Pontellidae* のうち *Epilabidocera* の Masticatory Process は大きい棘1の両側に小棘が1対、更にその両側に極く小形のものが1対あり、数に於ては原型と同じく、第2節の毛も6あるが、形に於ては大分変つている。しかし又一方同科中の *Tortanus* では同系統の形ではあるが、歯は大1個、小1対のみで、第2節の毛は5本になつている。之は第2節が可成り大きい1つの節をなしている点異なるが、*Cyclops* 属中の比較的浮游生活を営む *C. strenuus* の Process の形と相通するものがある。此の種の、先端に3本の棘を有する Process の形は次第に円みを帯びて *Oithonina* を経て *Oncaea* に至り、均勢のとれたフォーク状になる。又他方 *Pontellidae* の Process は Creeper の方へも移つて *Cyclops fuscus*, *C. serruratus* を経て *Harpacticidae* の形になると解釈せられる。そして1本の棘の発達したものが *Tigriopus* の形となり、2本が発達して鋏状になつたものが *Harpacticus* の型と見られよう。

唯 *Harpacticoid* 中の *Longipedia* は親が前記の通り Creeper であるに反し、Nauplius は非常に浮游性で、極く表面に浮游するものであり、その体形も種々の点に於て一般 *Harpacticidae* から離れ、第2触角外葉が8節になる点、Pleopodが第5 Stage で2対表はれる点、等幾多異つた性質即ち Pelagic life に適した型を表はすのであるが、Mandible の Process も *Gymnoplea* の *Centropagidae* のものに似た形になつている。

上記のように *Cyclops* には Masticatory Process に強い棘のある *Cyc. serrulatus* 型と、フォーク状の長毛になつている *Cyc. Leuckarti* 型とあるが、前者は Creeper であり、後者は比較的浮游性である。即ち前者の Process は底面を匍匐しつつ餌を Labrum に押し込み、或は碎く等に使であり、後者は浮游中に Labrum の附近に来た微少浮游物の逸脱を防げるに好都合であろう。之は *Oithona* から *Oncaea* と次第に Pelager の方に発達し、前者は真の Creeper である Harpacticidae の方へ進んだものと見られる。之と同様の意味が第 2 触角と Mandible の Coxopodite の Molar Process についても言い得られるのである。而して此処に興味のあるのは *Acartiidae* のもので、第 2 触角 Molar Process は一般 *Gymnoplea* と大分趣を異にし、*Harpacticidae* に近い、之に反し、Mandible の Coxopodite 上の Molar Process は逆に *Calanina* に近い。即ち何れも、より以上に攝餌作用をなす型の方に傾いているのであつて両者の性質を兼ね具えたものである。

## 第 2 節 成体に於ける分類との比較

Gymnoplea の雄の生殖器を詳細に研究した G. HEBERER<sup>(21)</sup> の報告によると、*Calanidae* を基本型とし、*Diaptomidae* (*Heterocope* のみを研究) *Temoridae* は基本型を有し、*Centropagidae*、*Pontellidae* 及び *Acartiidae* はそれとは異つた形を有するとしている。之は Nauplius で上述したこととよく一致している。

又 GIESBRECHT は *Pontellidae* と *Acartiidae* とを同科中の亜科<sup>(13)</sup> としているが、之に対し G. HEBERER は形態的には色々関係があるが、生殖器には明かな相違があり、*Acartia* は他の Calanoid とは全く異なることを指摘し、両者を夫々独立した科とすることを主張している。

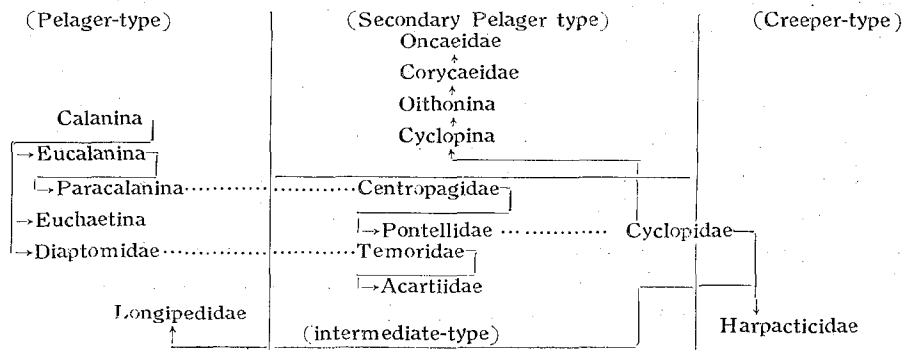
Nauplius でも *Acartia* は上述のように全く異なる形態を有する。しかし *Acartia* には多数の種類があり、*Acartia discandatus* や *A. Clausii* のような大洋性のもの、*A. biflosa*、*A. longiremis* の如く内湾性のもの等種々あり、Nauplius は後者だけしか観察されていないから一般には演釈出来ないかも知れない。しかし同属のものは多くの場合同様の形態を有することが普通であるから、以上の点から *Acartiidae* を独立した科にする方が妥当と考える。

C. B. WILSON<sup>(27)</sup> は独立生活 (free-living) Copepoda を Calanoida、Harpacticoida 及び Cyclopoida の 3 に分ち、Calanoida で 18、Harpacticoida で 15、Cyclopoida で 10 の科を設け Calanoida では *Centropagidae*、*Diaptomidae*、*Pontellidae*、*Tortanidae* 及び *Acartiidae* を、Harpacticoida では *Longipediidae*、*Harpacticidae*、*Anthocamptidae* 等を、Cyclopoid では *Oithonidae*、*Cyclopidae* を *Oncacidae*、*Corycaecidae* と共に、各独立した科としている。

成体の体制の点及び Nauplius の Ortho 及 Metastage の数の通則等から GIESBRECHT の Gymno と Podoplea の 2 Tribe に大別する方法も存続する意義はなかくもないと考える。又以上に述べた Nauplius の形態から言えば、*Pontellidae* と *Tortanidae*、*Harpacticidae* と *Anthocamptidae* 等は強いて分離する必要もなく思はれる。しかし乍ら、GIESBRECHT の所謂 *Centropagidae* より *Diaptomidae* を、*Pontellidae* より *Acartiidae* を、*Harpacticidae* より *Longipediidae* を、*Cyclopidae* より *Oithonidae* を独立さし、又 *Oncacidae* を suborder Cyclopoida 中の 1 科としたことには同感を覚える。

以上の考察により、著者はここに取扱つた種類の分類を第 2 章に記した如く排列したのである。

上述の各科間の Nauplius の形態の関連性を表示すると次のようになる。



## 第6章 他種族Naupliusとの比較

Crustaceaのうちlarval formとしてNaupliusを有するものは

Subphylum Entomostracaの中では

Order Phyllopodaの2のsuborder中

*Branchiopoda*は全てのものに

*Cladocera*は*Leptodora*丈に

Order Copepoda及び

” *Cirripedia*は全てに之を有する。

Subphylum Malacostracaでは

Order Schizopodaの

fam. *Euphausiidae*及び

Order Decapodaの

Suborder Macrura中の

fam *Penaeidae*と

fam *Sergestidae*とが之を有する。

此様にその発生段階にNauplius stageを有するものがCrustaceaの種族の広い範囲に亘つて存在し、且つ之等は何れもNaupliusとしての一般的定型を有して居り、又もつと進んだ形で孵化するものでもNaupliusの型を示すStageを卵中で過すことから、此型がCrustaceaの祖先形を示すものであると言はれている。このようにNaupliusは一般に体制、附属肢の形等に一定のものを有しているが、細部には種族に依つて夫々差違があり、特長をもっている。以下にCopepoda Naupliusと他のものとの異同について述べる。

体形は豆型、円盤型又細長いもの色々あるが何れも外部に現われる体筋がない。しかしStageの進むにつれて肢が生じ、少くも体的的には体筋が分化することを示すのは何れも共通の性質である。*Cirripedia* Naupliusでは*Laura*は例外だが大多数のものがfrontolateral hornを有して前端が左右に突出しているのが著しい特長と云える。又此Naupliusは体の後端が細く突出して所謂Thracabdrominal processとなり、先端が2叉しているものが多い。之は*Apus*の後期Naupliusに見られるが、他のものには現われない。又背甲の末端も伸長して、Caudal processを作るものが多い。之は*Brachyuran* Zoeaのprocessと相同のものと見られるが、他のNaupliusでは之を作るものは見当らない。しかし*Cirripedia*中でも之を作らないものもあり、本種の決定的特徴とはならない。

多くのNaupliusは眼点の左右に所謂sensory filament (*Branchiopoda*, *Cirripedia*, *Rhizocephala*) 又はfrontal organ (*Penaeiden*) を少くとも第2 Stage以後には有する。しかし*Copepoda*, *Euphausia*又*Leptodora*は持っていない。

*Furca*は*Branchiopoda*, *Leptodora*, *Cirripedia*の或るもの等は痕跡的にしろ始めから2叉の傾向にあり、Stageの進むにつれて明瞭になつてくる。*Penaeidae*も之に近い。*Copepoda*, *Euphausia*等は体の後端は円く、之に一對の(後期では数対の)附属棘をつけていて、*Harpacticidae*のものが後期に多少2叉するものがある丈である。*Copepoda*の沿岸性、並びに底棲性のものでは、後期でも後体部の伸長が非常に少いが他のNaupliusは始めから又少くも後期には可成り伸長する。

何れも始めは3對の肢があるが、*Branchiopoda*は最初からPleopodを有する。之等以外のものでは、第4対以下の肢が脱皮変態につれて発現して来る順序が頭部に近い方の肢から順次に見規則正しく現われてくる場合は、それは*Annelida*のものによく似ていて、最も原始的なCrustaceaであるとされる。

*Copepoda*では*Oithona*以上の中間型、及びPelager型は規則的に発現し、*Cyclops*以下底棲性のものはMaxillaやMaxillipedよりもPleopod(第1及び第2)の方が発現が早い。又*Euphausiidae*, *Macrura*のように浮遊性のものは規則的だが、反之*Cirripedia*は6のPleopodの方が早く僅かに第4脚が痕跡的に現われるに過ぎない。*Branchiopoda*, *Cladocera*等何れもPleopodが早く出現する。

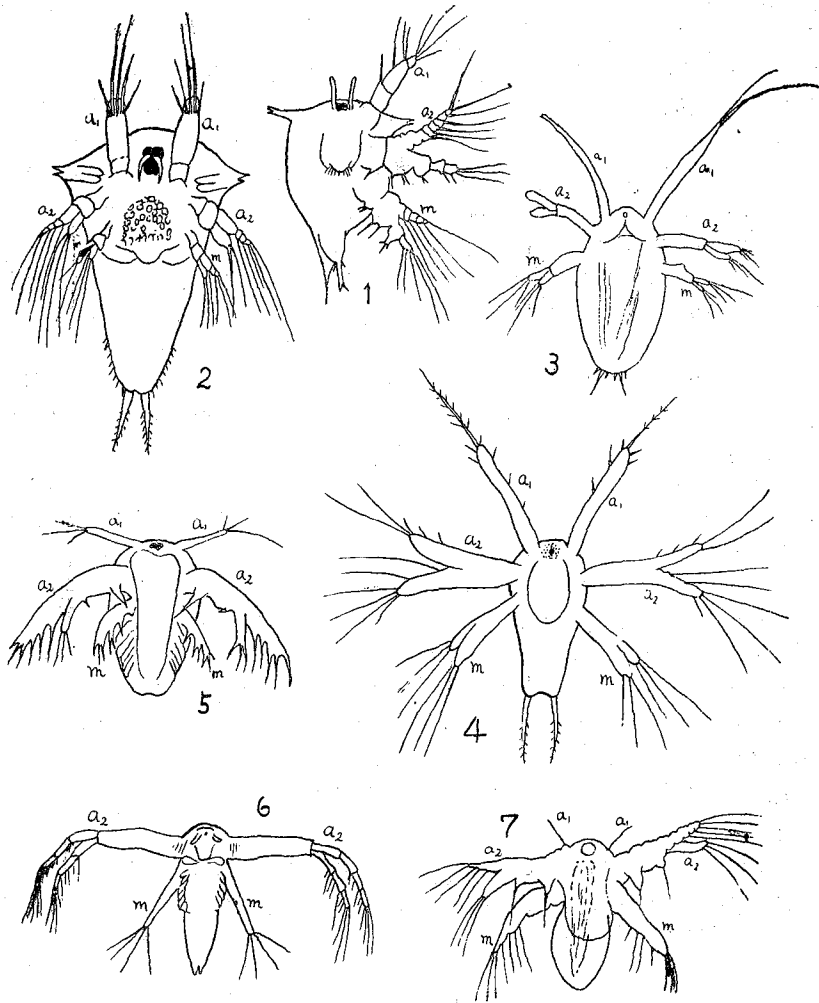
*Copepoda*では変態の濃縮即ち急激な体形変化をすることなく、比較的基本型のまま成長し、幼型を永く残

している。その附属肢も略同様の形を有して或る肢に限り特殊の発達や退化をすることは少ない。

主な肢について各種のものを比較すると、

**第1触角**は全て Uniramousだが *Copepoda* Naupliusではよく発達し、節も明かで、之は孵化直後でも比較的明瞭である。*Cirripectida*も同様で頑丈な形である。此の触角の大きさについては、Pelagier程大きく、沿岸性から底棲性の性質のもの程小になる。之は全種族に通用することで、同時に第1触角が小になるにつれて、第2触角が次第に大きくなる。*Euphausia*, *Penaeidae*等ではまだその傾向は現われないが、*Cirripectida*では多少現われ、*Apus*, *Artemia*では明かに第2触角が大きい。同じ *Branchiopoda* の *Esteridae*, *Limnadia*及び *Cladocera* の *Leptodora*では第1触角は痕跡の高まりに1毛

Fig. 16 Forms of Nauplii of various Copepoda



1 *Cirripectida* (by Fujinaga of Kasahara) 2 *Sacculina* (by Delage)  
 3 *Euphausia* (by Lebour) 4 *Penaeus* (by Fujinaga)  
 5 *Apus* (by Claus) 6 *Leptodora* (by Sars)  
 7 *Estheria* (by Ficker) a<sub>1</sub> : 1st Antenna a<sub>2</sub> : 2nd Antenna

を附するに過ぎない。*Copepoda*, *Cirripectida*以外のものでは、節の発達が悪く *Penaeus*の Naupliusが後期にその基部に数個の小さい節を痕跡的に示す丈で他は単に細長い棒状で、その上の附属毛の数も非常に減少している。

**第2触角**は全て Biramousで、構造もよく似ている。只 *Protopodite*が *Copepoda*では必ず2個の節 (*Coxopodite*及び *Basipodite*) になっているが、*Penaeiden*では3個の節が第2 Stageで痕跡的に、第4 Stage以後は明かに見られる。*Euphausia*, *Branchiopoda*, *Cladocera*. 等あまり明瞭な節をしていない。*Eucirripectida*と *Rhizocephala* は之も *Copepoda*と似ていて、肢全体としてはずんぐりと力強い形で、*Euphausia*, *Penaeus*では細長い柔軟な感じで、又内外葉同長に近く、*Copepoda*に比し長いY状をしているのが著しい。而して初期の Stageでは、何れの肢も分節を示さず、*Penaeus*では第4 Stageで始めて分節するが、この際 *Copepoda*に於けるよりも、多節を示す。*Protopodite*の Molar processは *Leptodora*, *Euphausiidae*, *Rhizocephala*, *Penaeidae*

にはない。其他のものはCoxopodite, Basipodite共に歯状隆起 (Molar process) がある。しかし *Eucirripedia*でもそのNauplius Stageを親の哺育室 (Broodchamber) の中で過すものや、多量のyolkを体内に有して孵化するものは持つていない。独立生活のものはCoxoのみならずBasipoditeにも大形のMasticatory-processを有するのであるが、*Copepoda* NaupliusではBasipoditeには1~2本の毛を有するに過ぎぬ点異なる、その代りにCopepodaの*Harpacticidae*のNaupliusのように内葉が変形して強大な桿になり、先端に可動の棘を有するのは他のNaupliusには見られない特徴である。

Mandibleは*Copepoda*ではCoxopodite及び内葉第1節のMasticatory processに特長を有つていると共に外葉は2~4節の分節を示し、游泳肢たる形態を残しているが他のものでは游泳肢の形態を失い、退化の傾向にあるのが認められる。即ち*Branchipus*では外葉、内葉共に1節で、又Masticatory processの発達悪く、Protopoditeの内面に僅かの高まりがある丈である。*Leptodora*でも長い無節のPalpが1あるだけである。動物性餌料を主とする本種はその特異な食性と共に非常に特異な形のMandibleを有している。

*Cirripedia*ではこの肢もCopepodaに似ているが、第2触角と同様外葉は多節で、4~5節あり、内葉は無節から3節迄がある。*Copepoda*ではStageの極く後期にpelagicの性質のものの中に稀に2節になるものがあるにすぎないが、*Cirripedia*では大多数のものが、2節に分れるのが1特長と言える。此のようにMandibleの外葉が分節するのは他の種類には見られない。

又*Cirripedia*では内葉第1節のMasticatory processはよく発達し、*Copepoda*の*Pontellidae*のものに似た形態を示す。Basipodite及びCoxopoditeのMasticatory processもよく発達している。*Rhizocephala*は簡単で、Basi, Coxopodite共に附属物なく、Endopoditeは1節、Exopoditeは3節である。

*Euphausia*では第1, 第2 Stageでは普通の**biramous**のMandibleを有しているが、次のMetanauplius stageになるとMandibleは退化して内外葉は痕跡になり、BasipoditeのMasticatory processの所迄退化して純然たる攝餌の為だけの附属物となる。之は本種に限る特長である。

*Penaeiden*のものではProtopoditeと外、内葉の境は不明瞭で、外、内葉共に1節で先端に毛を3本有するだけである。第3 StageからProtopoditeの内面が膨出し始め、之は後に(第6 Stage) Masticatory surfaceを形成する。このように1のProcessでなく、面として発達するNaupliusは他には知られていない。

Nauplius中のCopepoda Naupliusの特長としては

- 1) Front lateral hornのないこと。
- 2) 体の後端に附属毛又は小棘がある以外強大な突起がなく、2叉する程度も少ない。
- 3) 附属肢は比較的太く関節も明瞭で、第1触角はよく発達し、多くの毛をつけている。
- 4) 第2触角のProtopoditeは常に2節で、内葉は稀に2節になる多くは1節である。
- 5) Mandibleの外葉は大部分が4節で*Harpacticidae*だけは3節、内葉は1~2節でその第1節内面には特長的のMasticatory processがある。しかしMasticatory surfaceを作るものはない。
- 6) MandibleはMetanauplius stageになつても退化することはない。

### 第7章 Copepoda Naupliusの検索表

- 体は豆型で左右に側扁し、Chitin plateは薄い。附属肢は長大で、furcaの棘は左右密接し、体の後端は比較的尖るか又は細い楕円形、第2触角外葉は多くは基部に小さい第1節を有する… *Gymnoplea*…(1)
- 体は上下に稍或は全く扁平、Chitin plateは比較的厚く、附属肢は大ならず、Furcaの棘は左右に離れ、体の後端は鈍円である。……………*Podoplea*…(12)
- (1) 附属肢は3対のみ (*Orthonauplius*)……………(2)  
 附属肢は4対以上 (*Metanauplius*)……………(11)
- (2) 第1触角は末節に3毛あり (第1 Stage)……………(3)  
 第1触角は末節に4毛あり (第2 Stage)……………(7)
- (3) Furcaに附属物なし……………*Euchaeta* 第1 Stage  
 Furcaに棘1対あり……………(4)
- (4) 第2触角外葉3節、第1触角に区分なく、3本の附属毛は同長……………*Acartiidae* 第1 Stage



- 第2触角外葉5節以上.....(5)
- (5) 第1触角第2節に区分なし  
 第2節附属毛1のみ, 第1節になし.....*Calanidae* 第1 Stage  
 第2節に長毛1, 小棘2.....*Diaptomidae* 第1 Stage  
 第2節に附属毛1~2.....(6)
- 第1触角第2節に第1区分あり, 附属毛は3毛同長.....*Temoridae* 第1 Stage
- (6) 第1触角第1節に附属毛0又は1毛, 第2節に2毛第2触角外葉は小形の第1関節を分離するものあり.....*Centropagidae* 第1 Stage  
 第1触角第1節に小棘, 第2節1小棘1毛あり第2触角外葉は小形の第1小関節を分離せず.....*Pontellidae* 第1 Stage  
 第1触角第1節に1毛, 第2節1毛, 第2触角外葉は小形第1節を分離せず.....*Eucalanina* 第1 Stage
- (7) furcaには1棘のみ, 第1触角附属毛は2長毛1小棘, 第2節に区分なし.....*Euchaetina* 第2 Stage  
 furcaの附属棘1対.....(8)
- (8) 第1触角第2節に区分なし  
 附属毛は長毛1, 小毛2.....(9)  
 附属毛は長毛2, 小毛1, Mandible内葉, 第1節内面は三角形に著しく膨出し, 先に2の弓状棘あり.....*Acartiidae* 第2 Stage  
 附属毛2のみ.....(10)
- 第1触角第2節は第1区を分つ  
 本区は第1節と癒合し之に1小棘を附し, 第2節に1長毛1小棘あり Mandible内葉第1節内面は著しく膨出し之に大棘1, 小棘少くも1対あり.....*Pontellidae* 第2 Stage  
 第1区は第1節と癒合せず, 附属毛は3毛同長, furcaの棘は著しく長く左右不相称, 後体部伸長著し.....*Temoridae* 第2 Stage
- 第1触角第2節は第3区を分離す, 3附属毛同長  
 Furcaには1対の三角形の短棘あり, 腹部は伸長せず.....*Para(Pseudo) Calanina* 第1 Stage  
 腹部は伸長す..... " 第2 Stage
- (9) Mandible外葉末節2毛, 外葉附属毛は計5本.....*Calanina* 第2 Stage  
 Mandible外葉末節3毛, 外葉附属毛計6本.....*Diaptomidae* 第2 Stage
- (10) 第1触角第1節に附属毛なく, 第2節2毛あり, 第2触角外葉に小形の第1節あり計6節となる.....*Centropages* 第2 Stage  
 第1触角第1節に附属小毛1あり, 第2触角外葉は小形の第1節なく, 5節なり  
 第1触角第2節に2毛あり, furcaの1対の棘は小.....*Boeckella, Brunella* 第2 Stage  
 第1触角第2節は1毛1小棘, furcaの1対の棘は長し.....*Eucalanina* 第2 Stage
- (11) Mandible内葉上のMasticatory processの形は基本型  
 第2触角外葉の小形第1節は痕跡的或は明かに分離す, furcaの棘は太く数多し.....*Calanina*  
 第2触角外葉の小形第1節は分離し, furcaの棘は細く簡単である.....*Heteroscope*  
 furcaに先端2叉せる神経毛あり, 第1触角第2節に第1区あり.....*Diaptomidae*  
 Masticatory processは痕跡的で附属毛1, 第2触角外葉の小形の第1節は分離せず.....*Euchaetina*  
 Processは棘4, 末端に4毛あり.....*Eucalanina*  
 Processは長く内面に突出, 2の弓状に向い合つた棘あり.....*Acartiidae*  
 Processは2長棘と2毛.....*Temoridae*  
 Processは1の強い齒と2細毛, 第1触角第2節は第1区を分つが之は第1節と癒合し1細毛あり. 第2節は1細毛と1長毛.....*Pontellidae*  
 Processは1長棘2毛, 少し根本の方に退いて2毛あり. 内葉先端には6毛. 第1触角第2節

- は第3区を分つ.....*Paracalanina*  
 Processは2大棘2毛。第2節末端には6毛あり。第1触角第2節には附属毛2  
 のみ.....*Centropagidae*  
 (12) Mandible外葉は2節、第2触角外葉は4節.....*Harpacticidae*  
 Mandible外葉は4節.....(13)  
 (13) 第1触角第2節に区分なし  
 第2触角外葉6節、Mandible内葉のMasticatory processはフォーク状の棘あり.....*Oithona*  
 第1触角第2節に第1区分あり  
 背甲の末端は長針となる、Mandibleの内葉のProcess1大棘、4毛あり.....*Longipediae*  
 Mandible内葉のProcessは1又は2の大棘及び2又は1の毛を有す.....底棲性Cyclops  
 Mandible内葉のProcessはフォーク状の棘あり.....(14)  
 第1触角第2節に第1区を分つが、之は第1節と癒合し1棘あり、第2節には1棘1長毛の  
 み.....*Corycaeidae*  
 (14) 体形は長楕円形、後体部特にMetanaupliusでは第1Maxilla以下の腹部長し.....*Oncaeidae*  
 体形楕円形、第2Stage以後腹面に数群の小棘列あり.....浮游性Cyclops

## 總 括

従来知られているCopepoda Naupliusを観察し、浮游性、匍匐性或はその中間型等色々の型を示す生態の相違を見せる各種Naupliusの成長の型及び形態が夫々差異のあることを示し、又形態は体形及び特に附属肢の形に於て明かに差が表はれていること、又その生態と関連して説明しうることを述べた。

1) 成長は体長を $B$ 、Stage数を $S$ とすると、

$$B = bS^a \text{ 及び } B = \beta e^{aS}$$

で表はしうる2群に分ち得る。第2のものは即ちBrooksの法則とされるものであるが、第1群はPelagerで、第2群は沿岸、底棲乃至陸水のものに之に属する、Copepoda以外でもPelagerのものでは第1群の型に従うものが多くあることを示した。

2) 附属肢の伸長も式し得、且伸長に関しては上記と同様の2型がある。

3) 第1触角は3節が原型であるが、第2節は更に分節の傾向を示しここに所謂区分を作る。比較的Pelagerのもの程区分発達し、Creepersには現われない。附属毛の数もPelager程多い。

4) 第2触角は游泳移動器官として浮游性強いもの程、内外葉共に発達し、特に外葉には多くの節(7~8)を発達さす。Pelagicの生態から離れる程、移動器官であると同時に攝餌器官としても用いられ、CoxopoditeにMolar processを具へ、外葉の分節も少くなり、Creepersでは4節丈になる。反之内葉は発達して巨大な腕となり、その先端には可動のナイフを具へ攝餌器官となる。

5) MandibleはPelagerでは略第2触角に似た形で、唯CoxopoditeにCreepersの第2触角に於けると同様のMolar processを有する。即ちPelagerのMandibleとCreepersの第2触角とは丁度同じ作用、意義を有すると言える。Creepersの性質を帯びる程Mandibleは純攝餌器官として特異な形をとるに至る。Mandible内葉第1節内面のMasticatory processは之等の関係を示す重要な目標となる。

Pelagerは簡単な5本の毛をもつのみで、Creepersの性質の高まる程変化発達し、1又は2の特定の毛が大きく発達し、それに伴い、他の毛は漸時後退又は退化する。

*Calanina*、*Diaptomidae*は基本型、*Acartia*は2本の特殊の棘あり、*Temoridae*は両者の中間型である。*Para-*及び*Pseudocalanus*は*Eucalanina*と共に基本型に似て居るが、1本の毛が稍大きく発達している。この傾向は次第に発展して*Centropagidae*、*Pontellidae*を経て*Podoplea*に至る。

*Podoplea*では2型が見られ、1は再びPelagerへ方向へ進む*Oithona*、*Oncaea*の型で長いフォーク状の毛をつけ、他はCreepersへ進むもので*Harpacticidae*の型となる。之ではProcessは発達して、内葉本体は先端の附属毛を残すのみで完全に退化し、Process丈が大きく突出して、その先端の附属物は発達して鉋又はナイフ状になる。

以上2型の分岐点に当るのは *Cyclopina* である。

親が Creeper であるのに対し、全く Pelager として生活する *Longipedia* Nauplius は *Harpacticidae* と全く異り、全ての体制、附属肢の形態は *Centropagidae* のものに似ている。

6) 以上の観察より、Nauplius の形態の系統発生的の連関を考察し、又成体についての従来の分類と比較した。

7) Copepoda 以外の Crustacea Nauplius の形態と Copepoda Nauplius の夫との異同と特長を述べ。

8) 既知 Nauplius についての検索表を附した。

#### 参 考 文 献

- 1) CAMPBELL, M. H. 1934. The life history and Postembryonic development of Copepods, *Calanus tonsus* Brady and *Euchaeta japonica* Marukawa. J. Biol. Board. Canada, Vol. I, No. 1
- 2) DIETRICH, W. 1927. Die Metamorphose der frei lebenden süßwasser Copepoden. Zeitschr. für wiss. Zoologie 14. No. 10
- 3) ELSTER, H. T. 1932. Monographische Studien an *Heterocope weismanni* Imhof. I. Postembryonal Entwicklung und Morphologie. Int. Rev. d. gesamt. Hydrobiol. u. Hydrograph. 27, pp. 1—101, 177—233.
- 4) FAIRBRIDGE, W. S. 1945. West Australian Freshwater Calanoids (Copepoda) I. Three new sp. of *Boeckella*, with an account of the developmental stage of *B. opagua* n. sp and a Key to the Genus. J. of the Royal society of western Australia. Vol. XXIX. P. 25—65.  
II Two n. sp. of *Brunella*, with an account of the developmental stages of *B. subalternata* n. sp. ditto. p. 67—89
- 5) FOWLER, G. H. 1909. Biscayan Plankton. P. VII Ostracoda of Long Island. Biol. Bull. Vol. V.
- 6) FRASER, H. J. 1935. The occurrence, ecology and life history of *Tigriopus fulvus* (FISCHER) J. mar. Biol. Assoc. Vol. 20, No. 3
- 7) GURNEY, R. 1929. Dimorphism and rate of growth in Copepoda. Internat. Rev. d. ges. Hydrobiol. u. Hydrograph. Bd. XXI.
- 8) ———— 1929. The larval stage of the Copepod *Longipedia*. J. mar. Biol. Assoc. 16.
- 9) ———— 1933. Note on some Copepod from Plymouth. J. mar. Biol. Assoc. 19
- 10) ———— 1934. The development of *Rhincalanus*. Discov. Rep. IX.
- 11) GIBBONS, S. G. & Ogilvie 1932. The developmental stages of *Oithona helgolandica* and *O. spinirostris*, with a note on the occurrence of body spines in Cyclopoid Nauplius. J. mar. Biol. Assoc. 18. p. 529
- 12) GIBBONS, S. G. 1933. A study of the Biology of *Calanus finmarchicus* in the North-western North sea. Fisher. Board for Scotland Scientific investigations. No. 1 p. 1—24
- 13) GIESBRECHT, W. 1892 Systematik u. Faunistik d. Pelagischen Copepoden des Golfes von Neapel u. d. angrenzenden Meeresabschnitte. Fauna u. Flora des Golfes von Neapel 19.
- 14) 花岡 資 1940. Harpacticoid Copepoda 2種の繁殖及び変態, 水産学会報 8, No. 1 p. 32—44
- 15) ———— 1944. 淡水産 Cyclops 属 Nauplius 水産学会報 9, p. 109—137
- 16) ———— 1944. Copepoda Nauplius の脱皮成長 水産学会報 9, p. 139—151
- 17) ———— 1952. *Oncaea mediterranea* 並 *Corycaeus* sp の Nauplius. 内水研報告 1.
- 18) HUDINAGA, M 1942. Reproduction and rearing of *Penaeus japonicus* Bate. Jap. J. of zool. Vol. X. No. 2. P. 305—393
- 19) 藤永元作, 笠原 昊, 1942. タテジマフヂツボの飼育と変態, 動雑 54, 3.
- 20) 洞沢 勇 1929. *Diaptomus chaffanjoii* Richard の変態について, 博物学会誌 38.

- 21) HEBERER, G. 1932. Untersuchungen über Bau u. Funktion der Genitalorgane der Copepoden. Zeitsch. f. mikroskopisch-anatomische Forschng. Bd. 31. Heft 2/3.
- 22) HERZ, L. E. 1933. The morphology of the later stages of *Balanus crenatus* BRUGUIERE. Biol. Bull. 64, P. 432
- 23) 石田周三, 八杉龍一 1937. *Balanus amphirite albicostatus* の浮游幼生期. 植物及び動物, 5, P. 1660
- 24) JOHNSON, M. W. 1934. The developmental stages of the Copepod *E pilabidocera Amphitrites* MCMURRICH. Biol Bull. 67. P. 466
- 25) — 1934. The life history of the Copepoda. *Tortanus discaudatus* (THOMPSON & SCOTT) Biol. Bull. 67.
- 26) KORSCHERT U. HEIDER 1890. Lehrbuch der Vergleichenden Entwicklungsgeschichte der wirbellosen Tiere. sp. tl. I~II. Jena.
- 27) LANKESTER, E. R. 1909. A treatise on Zoology. Pt. VII. Appendiculata. London
- 28) LEBOUR, M. V. 1916. Stages in the life history of *Calanus finmarchicus* (GUNNERS), Experimentally reared by Mr. L. R. CRAWSHAY in the Plymouth laboratory. J. mar. Biol. Assoc. 11.
- 29) LEBOUR, M. V. 1923. Euphausiidae in the neighbourhood of Plymouth and their Importance as herring food. J. Mar. Biol. Assoc. XIII
- 30) —, 1926 The Euphausiidae in the neighbourhood of Plymouth. J. M. B. A. XIV.
- 31) —, 1926 A general survey of larval Euphausiids, with a scheme for their identification. J. m. B. A. XIV
- 32) MACDONALD, R. M. A. 1928. The life history of *Thysanoessa raschii*. J. M. B. A. XV.
- 33) NICHOLLS, A. G. 1935. The larval stages of *Longipedia coronata* CLAUS, *L. scotti* G. O. SARS and *L. minor* T. A. SCOTT, with a description of the male of *L. scotti*. J. M. B. A. 20.
- 34) — 1941. The developmental stages of *Metis jousseaumci* (RICHARD) (Copepoda Harpacticoida). Annals and Magazine of Natural History, Ser. II, vol. VII, p. 317—328
- 35) NILLSON-CAUTEIL, Carl-aug. 1921. Cirripedian studien zur Kenntnis d. Biologie, Anatomie u. Systematik dieser Gruppe. Zool. Birag Fran uppsala Bd. 7.
- 36) OBERG, M. 1906. Die Metamorphose der Plankton-copepoden der Kieler Bucht Wiss. meer- esunt. Bd. 9. Abteil. Kiel
- 37) WILSON, C. B. 1932 The Copepods of the Woods Hole Region Massachusetts. United States National Museum Bull. 158
- 38) 八杉龍一 1937 カメノテの浮游期幼生に就いて. 植動. 5