

瀬戸内海とその近接水域の沿岸における 底生動物群集の漁場学的研究

北 森 良 之 介

目 次

緒 言	2
第1章 研究方法	3
第1節 調査器具	3
第2節 処理方法	4
第3節 使用器具の採集能力についての吟味	5
第1項 採泥器	5
第2項 その他の採集器	9
第2章 底生動物群集と環境の関係	10
第1節 夏季相	11
第2節 冬季相	16
第3節 底質の硬度との関係	17
第4節 季節的变化	17
第5節 考察	20
第3章 指標生物としての底生動物	24
第1節 沿岸汚濁水域の優占種	24
第1項 <i>Capitella capitata japonica</i> Kitamori	24
第2項 <i>Cossura coasta</i> Kitamori	29
第3項 その他の種類	33
第2節 沿岸水域の総合環境を表わす指標としての <i>Lumbriconereis impatiens</i> Claparede	33
第1項 分布	34
第2項 分布と環境条件の関係	44
第3節 ダルマゴカイ (<i>Sternaspis costata</i> Marenzeller) とマサゴウロコムシ (<i>Leanira yhleni</i> Malmgren) の指標性について	48
第4章 漁場における底生動物群集の意義	54
第1節 アジモ場の生物構造	55
第2節 沿岸底曳漁場の底層における生物構造	58
第1項 調査方法	58
第2項 魚種と漁獲物組成	60
第3項 食性	61
第4項 胃内容物にみいだされる餌料動物の季節的变化	65
第3節 沖合底曳漁場の底層における生物構造	67
第1項 調査方法	67
第2項 魚種と漁獲物組成	67
第3項 食性	71
第4節 考察	74
第5章 底生動物群集の年変動と漁獲量の関係	75
第1節 海況	76
第2節 底生動物群集	77
第3節 漁獲量	78
摘 要	80
参 考 文 献	82

緒 言

(1) 研 究 史

海洋における底生動物 (Benthos という述語は, Hensen が提称した Plankton—浮游動物—に対して, 1890年 Haeckel がはじめて称した述語で, 海洋の底部に生息する動物の総称) に関する研究はすでに18世紀にはじめられている。初期の業績の多くは分類学についてのものであるが, その後次第に各分野の研究が行なわれるようになった。このような古い歴史をもつにもかかわらず, 底生動物が群集体として生態学的見地から研究されるようになったのは比較的最近のことである。すなわち, 1910年に Petersen が, デンマークのリムフィヨルドで定量的研究をはじめたのが最初である。彼のはじめの目的は, その水域に生息する底層魚 (主としてカレイ・ヒラメ類) に餌として利用される底生動物についての, 定量的知見を得るにあった。この研究は同じ水域で, Blegvad により約40年間にわたって引きつづき定期的実施された。Zenkevich, Votava ともそれぞれ同様な目的の研究をほかの水域で行なった。Petersen ははじめ底生動物群集についての生態学的知見を得るという考えはなく, 餌料動物の数量的分布を明らかにすることを目的としたのであるが, いくつかの異なった水域を調査している間に, それら各水域に生息する底生動物相の差異に着目し, 底生動物群集とその優占種という概念を取り入れ, 海底における生態学の基礎を開いた。この底生動物群集とその優占種という概念に対し, MacGinitie は主としてカリフォルニア沿岸の潮間帯の底生動物を調査して, 全く類似した環境は存在せず, したがって類似した生物相も存在しないとのべ, 優占種による水域の類別に疑問を提出した。そのほかにも優占種による水域の類別の可否が多くの研究者によって論じられているが, 調査水域の相違によって結論が異なり, いずれともきめられない現状である。

このように Petersen により開かれた底生動物群集の生態学的研究は, 次のような諸種の方向に発展をづけながら現在に至っている。

- (A) 採集器具の改善および定量的記述についての研究。
- (B) 底生動物群集の成因とその環境条件との関係についての研究。
- (C) 底生動物群集とその優占種についての研究。
- (D) 餌料動物としての底生動物についての研究。
- (E) 底層の生産力についての研究。

わが国におけるこの分野の研究は, 相川が本土周辺の大陸棚の底生動物群集を調査して, その生物相により大陸棚を類別するとともに, 底生動物群集と漁場との関係を論じたのはじまり, 丸川・松井らも同様の研究を行なっている。三浦は底質の如何は海底表層の硬度如何によって知ることができ, したがって海底硬度から底生動物の分布を推察できると考え, 海底硬度計を作って千葉県館山で硬度を1~9階級に分類し底生動物との関係を研究した。宮地・波部・川口らは日本沿岸各地の内湾の底生動物群集を調査して, 内湾性底生動物群集を強・中・弱内湾性に区分し, それによって各内湾の類型化を行なった。さらに, 内湾の底生動物量と漁獲量との関係を検討し, 両者に正の相関関係を認めた。山本・谷田・今井・伊藤らは, 底生動物群集と環境条件との関係を研究するとともに, 環境条件の指標あるいは養殖適地判定の指標として底生動物が有効であるとのべた。花岡らは日本沿岸各地の内湾につき, 生産力調査の1部として底生動物を調査した。島津・山根・北森・山本・井上らの, 東京湾・陸奥湾・笠岡湾の底生動物に関する研究はその所産である。これらは底生動物群集についての解析, 環境との関係, および内湾の区分標識としての底生動物などを明らかにしたが, 生産力を問題とするまでに至っていない。筆者はそれら生産力調査の1員として, 従来, 底生動物のなかで分類が困難なために比較的等閑に付されていた多毛類の調査を担当し, 沿岸水域の底生動物群集のなかでは, 多毛類が貝類とともに最も重要な編組比率を占めていること, およびその中には宮地・波部らが内湾度の指標種としておもに使用している貝類よりも狭適応性の種類が存在し, 環境条件の指標種としては一層すぐれていることなどを知った。

このように、底生動物群集に関する生態学的調査研究は、他の生物群におけるより、採集、観察および種名の同定などが困難なために著しく立ちおくれの状態にある。しかし、底生動物群集は沿岸水域で、その1部が直接魚類やその他の水産動物の餌料動物としての重要性をもつとともに、群集全体として底質中の栄養源と高次消費者との間に立ち、底層域の物質循環に重要な役割を演じている。他方、その分布様相にみられる特異性は、海洋の環境条件の指標生物として役立ちうる特性をもっている。

(2) 研究目的

瀬戸内海の沿岸水域では、近時カキ・ノリをはじめハマチ・フグなど魚・介・藻類の増・養殖が急激に発展しつつある反面、都市排水や工場廃水による汚濁現象もまた急増している。このため沿岸水域では、その環境としての性状および、そこに生息する水族との関係などについての研究が、物理・化学および生物学など諸種の面から詳細にわたり行なわれてきた。

底生動物群集を形成する動物には定着性のつよい種類が多いので、潮汐、波浪、降雨および流入河川水など水塊自体の一時的変化に影響されることが少なく、沿岸水域の環境条件の平均的な状態を表わすには水質や浮游動物群集よりすぐれた一面をもっている。

従来、底生動物群集あるいはその中の特定の種類について、その分布と環境条件との関係を論じた報告は多いが、その大部分は特定のひとつの調査水域についての研究であり、それらから得られた結果を多くの水域について比較検討した研究は少ない。そこで、著者は底生動物群集の分布と環境条件との関係を多くの調査水域について比較し、両者間にある普遍的な関係を明らかにし、沿岸水域の環境条件を判定し得る、すぐれた指標生物をみいだすことをひとつの目的としてこの研究に着手した。

さらに、他のひとつの目的は、餌料動物としての底生動物群集についての研究である。Petersen が底生動物群集の調査をはじめるとき、第1の目的としてこの問題が選ばれた。以来、餌料動物としての底生動物と、それを捕食する魚類との関係については多くの報告がある。しかし、その大部分は捕食者(魚類)の範囲が、特定の少数種に限定されているため、底生動物群集と魚類群集との間の相互関係が全体として把握されず、海洋の底層における生物社会の構造も論じられていない。本研究ではこれらの点を水域別、時期別に明らかにすることを目的とした。なお、この研究における魚類群集は、各種の漁業で漁獲される表層性魚類を含まず、底曳網漁業により漁獲される底層性魚類全部を対象とした。

この報告を取りまとめるについては、京都大学教授 木俣正夫博士、同 松原喜代松博士のきわめて懇切なご指導とご校閲を賜わった。ここにつつしんでお礼を申し上げる。また、本研究の実施と取りまとめについては、前内海区水産研究所長 花岡資博士、内海区水産研究所長 山中義一氏、同資源部長 林知夫博士から終始有益なご指導とご校閲をしていただき、内海区水産研究所の前利用部長 新田忠雄博士、同前資源部長 福田嘉男博士および古川厚博士の諸氏には長年にわたってご指導とご批判を賜わった。ここに諸先生に対して深くお礼をする次第である。なおまた、調査研究の遂行にあたっては、内海区水産研究所資源部、旧利用部、尾道試験地の職員各位および、調査船内海丸の船員の各位からいろいろの協力をいただいた。ここに深く感謝する。瀬戸内海沿岸の関係各府県水産試験場の職員各位には資料の採集にご援助をいただき、底質の C. D. O.、硫化物量の測定値については内海区水産研究所旧利用部 荒川清技官の未発表資料におう所が多かった、ここに記して厚くお礼を申しのべる。

第1章 研究 方 法

第1節 調 査 器 具

海洋における底生動物群集の生態学的、および定量的調査研究は、Petersen (1913) が Petersen 型採泥器(採集面積、 $\frac{1}{10}$ 平方m)を考案して、調査をはじめたのが最初である。しかし、この Petersen 型採泥器は、その考案者も指摘しているように、次のような欠点をもっている。(1) 底質が砂または礫のようにあらいつきには採集がじゅうぶんに行なわれない。(2) 底質のなかに深くもぐって生息する動物をじゅう

ぶんに採集できない。(3) 表生動物 (epifauna) に対しても採集効果がじゅうぶんでない。

(1)の欠点を改善するために、次のような採泥器が考案された。

大型 Petersen 型 (Petersen, 1913)	——	採集面積	$\frac{1}{8}$ 平方 m
van Veen 型 (Thamdrup, 1938)	——	〃	$\frac{1}{10}$ 〃
Lee 型 (Lee, 1944)	——	〃	$\frac{1}{2}$ 〃
Knudsen 型 (Knudsen, 1927)	——	〃	$\frac{1}{10}$ 〃
Otto Petterson 型 (Petterson, 1928)	——	〃	$\frac{1}{25}$ 〃
Smith 型 (Smith and McIntyre, 1953)	——	〃	$\frac{1}{10}$ 〃
Holme 型 (Holme, 1953)	——	〃	$\frac{1}{10}$ 〃
Orange-peel bucket 型 (Packard, 1918 · Hartman, 1955)			

Petersen 型 とそれを改良したこれらの採泥器に共通した欠点は、いずれも大型で重く使用にあたってはかなりの設備を必要とし、小舟での操作が不可能なことである。したがって浅い沿岸や河口などでの採集には不適当な場合が多い。このような場合には、淡水域での採集用に作られた小型で軽量の、下記のような湖沼用採泥器を使用しなければならない。この場合、上記の各欠点はおぎなえない。

Ekman 型 (Ekman, 1911)	——	採集面積	$\frac{1}{32}$ 平方 m
Birge-Ekman 型 (Birdge, 1922)	——	〃	$\frac{1}{4}$ 〃
Ekman-Lenz 型 (Lenz, 1931)	——	〃	$\frac{1}{50}$ 〃

海洋・湖沼用採泥器はいずれも、その考案者や Thamdrup (1938) がのべているように、それぞれ底生動物に対する採集能率を異にしている。したがって、調査にあたっては、常に同じ器具を使用することが必要である。

本研究では底生動物群集の定量が必要であるから、海洋用採泥器のうち適宜のものを使用するのが理想であった。しかし小舟により、沿岸水域を調査することが多かったので、湖沼用 Ekman-Lenze 型 採泥器を使用した。ただ砂地や砂礫地での採集能率をよくするために、採泥器に約 4 kg の鉛錘をつけ、その全重量を約 8 kg とするとともに、パネの部分にゴムバンドを付けて張力を増し欠点をおぎなうようにした。

(2)の欠点をおぎなうためには Gustafson · Powel · Ekman · MacGinite (Gunter, 1957) · Forster (1954) および新野らにより考案された各種のドレッツが使用されてきたが、これは定量性にかける。本研究では、底質の中に比較的深くもぐって生息する動物をとくに調査対象として重要視しなかったこと、また定量性にかけるのでドレッツ型式の採集器具を使用しなかった。

(3)の欠点をおぎなうためには、トロール型式の小型曳網採集具が使用されている。これによると採集生物量は採泥器のそれに比して著しく多い(とくに表生動物が多い)、しかしドレッツ型式と同様に定量的採集が不可能な欠点がある。最近、Bieri と Bradshaw (Gunter, 1957) および Riedl (1955 · 1959) は採集網に距離計を付けて定量化をこころみ、かなりの成果を収めつつある。本研究では小型表生動物を採集することをおもな目的とする底層用ネット(北森, 1960 · 永田, 1960)、および大型表生動物と底層魚類とを採集するための小型藻手繰網(北森, 1960)を使用した。

第2節 処 理 方 法

採泥器で採集した底泥をよくかく拌して、その約 150gr を底質調査用に管びんにとり密栓し、その残りを舟上で直ちに篩を使用して洗い、篩に残ったものをすべて管びんに入れ、直ちにホルマリンで固定し、それぞれ以後の実験に供した。

採集資料を舟上で篩別する場合、採集動物の種類および量は篩の目の大きさによって異なる。貝類を主として調査した Holme (1953) や Mistakides (1951) は、それぞれ 2.2mm と 1.5mm のあらい目合の篩を使用し、多毛類に重点を置いた Hartman (1955) および More (1931) らは、それぞれ 0.7mm および 0.2mm の細かい目合の篩を使用している。本研究ではいろいろの観点から 1.0mm の目合の篩を使用した。Reish (1959) によれば、1.0mm の目合の篩を使用したときに得られる動物の重量・種類数および個体

数は、0.15mmの目合の篩を使用したときの、それぞれ約94%・91%および23%である。両者の差異は重量において最も少なく、個体数で最も著しい。これは1.0mmの篩を通過し、0.15mmの篩に残るような動物の大部分が小型動物の線虫類、および多毛類の中でも最も小型種である *Cossura candida* Hartman などによって占められているためである。これらの動物の個体数は非常に多いが、その種類数は少なく、また重量もきわめて少量である。本研究では線虫類はきわめてまれにしか採集されなかったが、*Cossura candida* と同属の小型多毛類 *C. coasta* Kitamori (北森, 1961) がかなり採集された。したがって線虫類以外の動物が、篩別のときに失われる機会は少なかったと考えられる。

底生動物を選別した残りの物質から採集地点の底質、海藻類の有無、陸岸よりの搬入物の堆積量の多少など、その地点の環境条件の概況を推定できる場合が多かった。

底層用ネット、藻手線網の採集物についても同様の処理方法をとった。

底質の灼熱減量は約10gの試泥を約90°Cで乾燥後、700~900°Cに熱した電気炉で30分間灼熱してもとめた。過マンガン酸カリ消費量および硫化物量は約1gの試泥をもちいて、それぞれ新田・荒川法(新田・荒川, 1953)と富山法(富山・神崎, 1951)によってもとめた。

上記以外に実施した方法については、それぞれの項目で特記した。

第3節 使用器具の採集能力についての吟味

第1項 採 泥 器

(1) 採泥量について

Ekman-Lenz型 の採泥器は2枚の歯で底質をつかみとる型式であり、その採集能力は砂地や礫地では著しく低下することが多い。この点についての吟味を、笠岡湾と松永湾で行なった。昭和28年8月、笠岡湾(調査地点数, 45)と松永湾(同, 48)の各調査地点で2回ずつ採泥を行ない、その採泥容量と、底質の粒子組成および含水率との関係を検討した。

採泥量は容量で示し、粒子組成はメッシュ150の篩を通過した微細泥の百分率で示し(陶汰にはメッシュ8・20・32・100・150の篩を使用した)、含水率は試泥の湿重量と乾重量の差からもとめた含水率から算出した。

採泥量と粒子組成の関係を図1に示す。メッシュ150の篩を通過する微細泥の百分率が80%以下の砂泥地、または砂地での採泥量は泥地のそれに比して急激に減少する。松永湾のアジモ場の底質は、粒子組成や含水率からみると泥

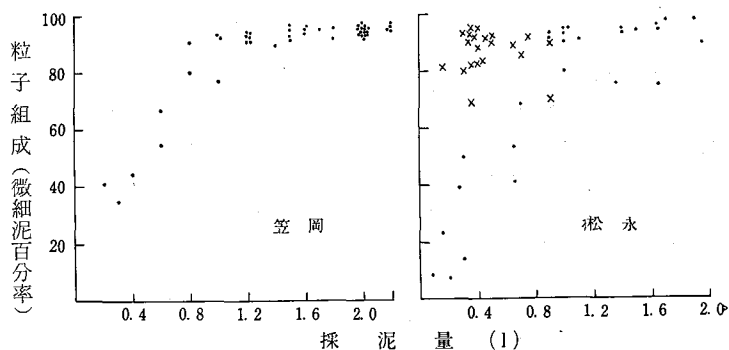


図1 Ekman-Lenz型 採泥器による採泥量と底質の粒子組成との関係 (×; アジモ場)

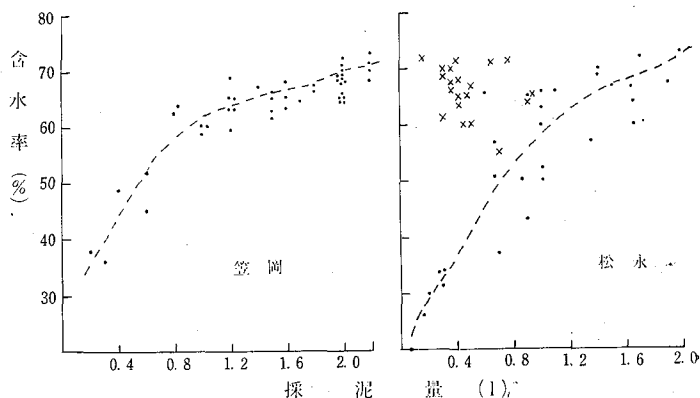


図2 Ekman-Lenz型 採泥器による採泥量と底質の含水率との関係 (×; アジモ場)

地であるが少量しか採泥できない。これはアジモの根がはびこって採泥を困難にしているためである。微細泥の比率が90%以上を占める泥地の採泥量は変異が大きく、1.0~2.2gであった

採泥量と含水率の関係を図2に示す。これで見ると泥地での採泥量の変異は含水率の差異によることが多いと考えられる。図1で類似した粒子組成をもつ泥地のなかでも、水深の深い沖合の地点ほど含水率が高く底質はやわらかいので、採泥器の潜入深度が深くなり採泥量が増加する。この含水率の差異は、微細泥の比率が近似した値を示しても、その粒子の大きさに差異があるために生ずると考えられる。

次に採泥量と硬度の関係を示したのが図3である。硬度の測定は古川(1955)が考案した硬度計により、笠岡湾内の前記45地点のうち40地点で、各地点でそれぞれ2~3回実施した。この調査は昭和28年10月行なわれ、採泥量の測定と同時に行なわれたものではない。笠岡湾の底生動物群集についての調査は、昭和27年7月より28年12月までの間、毎月湾内の45定点で実施され、この両調査はそれぞれ異なる月に行なわれたので測定地点は厳密には一致しないが、測定値に大きな差異はないと考えられる。例外的な数地点を除外すると、採泥量と硬度の間に密接な関係が認められる。これは硬度が粒子組成と含水率の両者が複合された状態を標示する性質をもつためである。

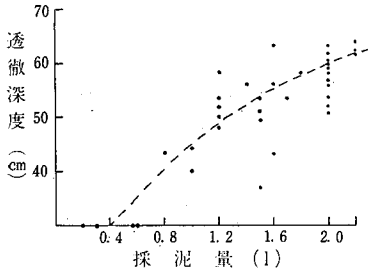


図3 Ekman-Lenz型採泥器による採泥量と底質硬度(硬度計の透徹深度)との関係

以上のように、本器の採泥量は底質の粒子組成、含水率(本調査では明らかにできなかった微細泥の部分について、その粒子の大きさを間接的にではあるが標示している)および硬度などによって著しく変化する。またアジモの存在は採泥量を著しく減少させる。

本器が底質中に潜入して採集する深さは、2枚の歯がかみ合う中央部と外側とで異なり、正確には一様でない。このような欠点はあるが、上述の採泥量から底質中に潜入する深さを推定すると、砂地または砂泥地では1~5cm、泥地では5~11cmである。採泥量と採集動物量との関係についても検討したが、両者に特別な関係は認められず、動物量は採泥量の変化よりも、ほかの環境条件の差異によって変動する。

(2) 採集動物について

採集動物についての検討を昭和30年3月、笠岡湾の6地点でそれぞれ10回ずつ採集して行なった(図4)。

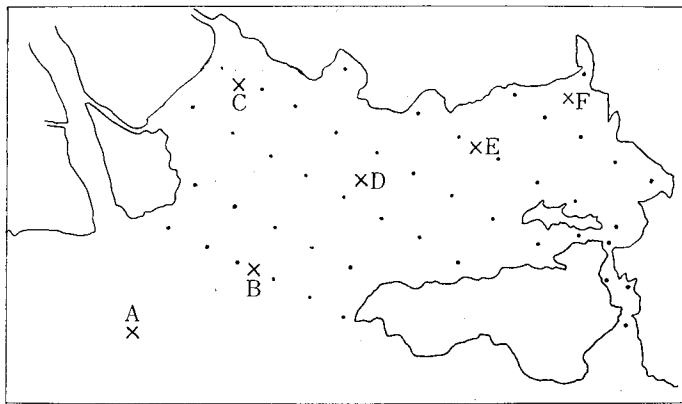


図4 Ekman-Lenz型採泥器の採集動物についての検討を行なった笠岡湾内の6調査地点

地点CとFの底質は砂または砂泥で動物相に富み、他地点は泥質で、CやFに比して動物相も貧弱である。さらに、昭和30年5月、内海区水産研究所尾道試験地前面の潮間帯の砂泥質の地点で、採泥器による採集とカーデラート法での全量採集との比較を行なった。すなわち、高潮時舟上から採泥器による採集を10回行ない、同じ場所で干潮時に50cm平方のカーデラートを使用して2カ所の動物を

採集し、この両者の動物量を比較した。

Molander (1928) は底生動物の垂直分布をしらべ、種類と個体の大部分は底泥の表面から5cmまでの深

さの間にみられ、10cm以深にはほとんど生息しないとのべた。しかし、Johanesen (1927)・Holme (1953)らは15cmまでは生息するとのべている。また、谷田・奥田(1958)は動物の大部分は5cmまでの深さの間にみられるが、ごくまれには25cmまでの深さに生息し、25cm以深には全く生息しないと報じている。これらの報告から底生動物はその大部分が底泥の表面から15cmまでの深さの間に生息し、15cm以深には非常に少ないことがわかる。したがって、カーデラート法による採集深度は15cmとし、上層(8cm以浅)と下層(9cm以深)に分けて採集した。

採泥器の採集面積は $\frac{1}{10}$ 平方m、カーデラート法のそれは $\frac{1}{4}$ 平方mである。笠岡・尾道で採泥器とカーデラート法によって採集された動物について、採集回数の増加、すなわち採集面積の増加に対する種類数の累積曲線をもとめたのが図5である。図5の横軸(採集面積)を対数で表わすと(図6)、両者の関係はほぼ直線で表わされる。この採集は停止した舟上で行なわれたので、その採集範囲はきわめてせまかったが、累積種類数は採集ごとに増大し、その増加の率は沿岸水域の砂泥質で生物相の豊富な地点ほど著しいことがわかる。

また、採泥器とカーデラート法で採集した動物の種類数を図5、6で比較すると、両者の累積種類曲線の間には顕著な差がみられず、ひとつの連続した線とみなすことができる。これは両者で採集される種類数に

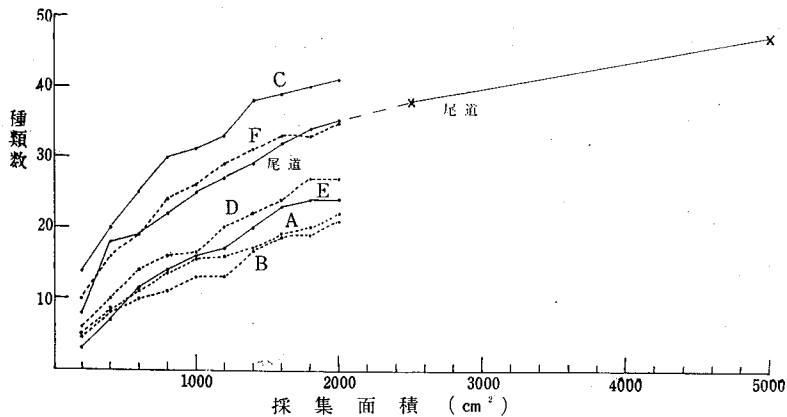


図5 採泥器、カーデラート法採集動物についての採集面積に対する種類数累積曲線
A, B, C, D, E, F; 笠岡湾の6地点(採泥器)
尾道; 尾道試験地地先(採泥器およびカーデラート法)

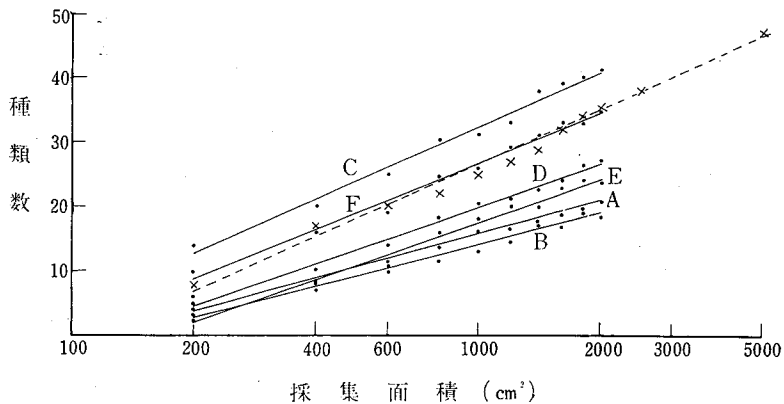


図6 図5の採集面積を対数で表わした種類数累積曲線、記号 図5と同じ。

大きな差異のないことを示すものである。

表1 採泥器とカーデラート法で採集された動物種類数の比較
 () 採泥器との共通種類数
 [] 上層との共通種類数

	採泥器 1/4平方米	採泥器の みで採集	カーデラ ートのみ で採集	カーデラート (1) 1/4平方米			カーデラート (2) 1/4平方米		
				計	上層	下層	計	上層	下層
多毛	19	2	9	21(16)	17(15)	12(9) [8]	20(16)	17(15)	12(10) [9]
貝	7	0	1	6(6)	6(6)	3(3) [3]	8(7)	7(6)	4(4) [3]
甲殻	6	0	4	9(6)	9(6)	5(3) [5]	6(4)	5(4)	5(4) [4]
その他	3	0	0	2(2)	2(2)	1(1) [1]	3(2)	2(2)	3(2) [2]
計	35	2	14	38(30)	34(29)	21(16) [17]	37(29)	31(27)	24(16) [18]

採集動物を多毛・貝・甲殻類およびその他の動物の4群に大別し、種別に採泥器とカーデラート法による採集結果を比較をした(表1)。採泥器だけで採集された動物には小型の多毛類2種があり、カーデラート法だけでとれた種類には *Pectinaria*・*Nereis*・*Eunice* などの属に類する大型の多毛類9種、貝類1種およびテッポウエビをはじめとするエビ類4種などの計14種であった。採泥器だけでとれた多毛類は游走性で、干出時には海中へ移動したと考えられる。採泥器でとれない種類は、生息深度の深い大型種か、またはエビ類のように運動力の大きい動物である。しかし、採泥器とカーデラート法の採集動物は大部分が共通種である。

採泥器による10回の採集の全採集面積は 1/4m²、その採集深度は砂泥地であるので平均約5cmと推定できる。これに対しカーデラート法による2回の採集の全採集面積は 1/2m²、採集深度は15cmである。

これらを総合して考えると採泥器は採集深度が浅いにもかかわらず、多くの種類を採集し得るといえよう。

次に、得られた結果から動物の種類数、個体数および重量について、それぞれの平均値、標準偏差、信頼限界と変異係数をもとめると表2、3が得られる。また、カーデラート法による採集動物の結果を表3に示した。

表2 採泥器で採集される動物の種類数、個体数および重量
 A, B, C, D, E, F, ; 笠岡湾内6地点(各地点10回採集)

			A	B	C	D	E	F
種類数	平均	m	6.5	7.3	18.4	8.3	6.3	13.2
	標準偏差	S	1.688	1.900	2.690	1.486	1.417	1.777
	信頼限界	C	± 1.271	± 1.431	± 2.027	± 1.120	± 1.068	± 1.339
	変異係数	S/m	0.259	0.260	0.146	0.179	0.225	0.134
個体数		m	18.7	16.6	110.3	12.0	22.2	79.1
		S	5.532	7.419	56.630	3.614	11.660	20.518
		C	± 4.167	± 5.589	± 42.661	± 2.723	± 8.783	± 15.456
		S/m	0.295	0.447	0.513	0.301	0.525	0.259
重量		m	1.246	0.334	1.023	0.280	1.317	0.620
		S	2.510	0.269	0.529	0.226	1.862	0.224
		C	± 1.890	± 0.203	± 0.399	± 0.171	± 1.403	± 0.169
		S/m	2.013	0.806	0.517	0.808	1.414	0.362

カーデラート法による採集では、上層の動物量は下層のそれに比して非常に多く、とくに個体数ではその差が著しい。また、これに基づいて1個体あたりの重量を比較すると、下層のそれは上層のそれに比して重く、下層に生息する個体は一般に上層に生息する個体より大型であることがわかる。

2回のカーデラート法採集で得られた動物を合計して、これをかりに、この水域の底生動物の生息量として、採泥器による10回の採集の有意性を検定する。

種類数については、前述のように採集面積と深い関係があり、採泥器とカーデラート法の採集動物について直接の比較はむずかしい、しかし両者には大きな差異は認められなかった。

単位面積あたりに換算した採泥器とカーデラート法採集動物の個

体数を比較すると、その平均値では採泥器による採集個体数が多い。この原因としては、採泥器による採集は高潮時であり、カーデラート法による採集は底質が干出した低潮時であるため、この間に行なわれる動物の垂直ならびに水平移動が考えられる。すなわち、高潮時底質の上層に生息する動物も低潮時には下層へ移動するし、また低潮時には游走性の多毛類などが水平移動をする。しかし、検定の結果では、5%の危険率で有意の差は認められず、採泥器とカーデラート法の両者で採集される動物の個体数には差がない。

重量の平均値は、カーデラート法による採集動物のほうが著しく多く、検定の結果でも両者を同一母集団と認められない。これはカーデラート法で採集すると、さききのべたように8cm以深に生息する大型個体をも多く採集できるが、採泥器では高潮時といえどもこのような大型個体をじゅうぶん採集できず、上層に生息する小型個体をおもに採集することなどのためである。

また、採集動物の種類数、個体数および重量の3者について、それぞれの変異係数を比較すると、この順にその値が増加する。これは笠岡湾の6地点で得られた結果にも適合する。

以上の結果から、本 Ekman-Lenze 型 採泥器の採集能率は、次のように考えられる。採集面積がせまく、採集深度も浅いので、採集動物はかなり限定され、とくに底質の比較的深い所に生息する大型動物はじゅうぶん採集できない。しかし、採集動物の種類数、個体数は自然の生息状態との間に大きな差異は認められない。前述のように大型個体の採集がじゅうぶん完全でないため、重量については採集誤差が多いとともに、自然の分布量との間にはかなり差異が認められる。

以上のべた結果にもとづいて、本論文では採集動物の種類とその数、ならびに個体数と種別の編組比率に重点を置いて論議を進め、重量に関しては多くの場合考察からはぶいた。

第2項 その他の採集器

Ekman-Lenze 型 採泥器では採集しにくい、小型甲殻類を主とする表生動物を採集するため上記採泥器のほかに底層用ネットを使用した。また、やや大型で活動性の表生動物を採集するために小型の藻手線網を

表3 採泥器(10回採集)とカーデラート法(2回採集)で採集された動物の比較。尾道試験地地先

		種類数	個体数	重量
採泥器	平均 m	16.9	336.3	5,226
	標準変差 S	5,048	158.5	2,669
	信頼限界	± 3,802	± 119.3	± 3,008
	変異係数 S/m	0,298	0,471	0,510
カーデラート (1)	上層 0~8cm	34	3245	67,179
	下層 8~15	21	165	30,176
	計	38	3410	97,355
カーデラート (2)	上層 0~8	31	2612	119,898
	下層 8~15	24	784	29,248
	計	37	3400	149,146
	総計	47	6810	246,501
	t		2.26	2.26
	t ₀		1.2	5.21

使用した。これらは定量的採集用具としては未だきわめて不じゅうぶんなものであり、後述する。

第2章 底生動物群集と環境の関係

底生動物群集の分布を支配する要因については古くから研究され、水温、深度、塩素量および潮流などとの関係が論じられている。とくに海洋の環境の物理・化学的条件の総合的指標とされている底質との関係については、その粒子の大きさ、形、化学的組成、含有有機物量、硬度および含水率などについて多くの知見が明らかにされてきた (Thorson, 1957)。

表4 笠岡湾調査結果要約 各地点別・測定値の平均値

st	水深 (m)	透明度 (m)	底生動物	
			種類数	個体数
1	2.10	1.38	5.8	12.3
2	2.81	1.58	5.3	8.4
3	3.30	1.88	5.4	8.0
4	3.58	1.91	4.1	9.2
5	3.40	1.97	4.0	7.0
6	3.50	1.00	4.7	9.0
7	2.68	1.48	2.1	2.5
8	3.95	2.40	1.1	4.0
9	5.37	2.77	1.4	1.6
10	5.24	3.18	3.0	5.8
11	5.98	2.85	2.1	2.2
12	4.57	2.37	2.8	5.4
13	3.20	2.32	7.1	14.7
14	2.73	2.12	7.2	14.2
15	2.83	2.48	6.8	11.4
16	3.91	2.92	5.0	10.1
17	4.86	3.22	3.1	6.8
18	5.90	3.55	2.2	4.1
19	5.78	3.50	2.0	2.1
20	5.92	3.44	2.2	2.7
21	5.11	3.30	2.5	7.0
22	4.50	2.70	1.6	1.8
23	6.85	3.57	2.0	3.0
24	6.74	3.50	1.7	1.7
25	7.35	3.95	2.4	3.9
26	7.64	3.85	0.8	1.2
27	7.47	3.87	2.8	5.5
28	6.92	3.48	3.1	5.1
29	4.95	2.87	3.1	6.5
30	2.61	2.12	9.2	21.8
31	5.60	3.12	2.5	6.2
32	7.91	3.92	2.2	5.0
33	9.28	4.11	2.4	3.7
34	10.35	4.04	1.7	2.2
35	14.85	4.17	2.1	2.8
36	15.58	4.41	2.2	3.1
37	10.45	4.61	3.1	3.2
38	9.25	4.48	3.5	4.3
39	8.31	3.97	3.2	5.5
40	4.28	2.31	8.5	23.5
41	4.33	2.54	2.8	4.1
42	7.78	1.71	3.0	4.0
43	5.83	1.16	3.9	5.7
44	2.41	1.01	3.0	5.8
45	4.71	1.10	2.7	5.3

表5 松永湾調査結果要約 各地点別・測定値の平均値

st	水深 (m)	透明度 (m)	灼熱減量 (%)	過マンガン酸カリ消費量 (mg/g)	底生動物	
					種類数	個体数
1	2.08	1.55	7.8	22.2	10.8	22.6
2	2.25	1.85	9.5	33.8	11.1	32.7
3	2.21	1.63	5.1	14.3	12.2	36.7
4	1.18	1.20	3.5	9.8	4.2	8.5
5	1.57	1.52	3.8	10.5	7.7	16.4
6	2.57	2.31	9.8	37.5	16.0	104.1
7	2.44	1.95	10.9	41.2	9.9	22.8
8	2.63	2.36	12.6	45.4	12.4	26.0
9	3.19	2.55	11.0	44.9	13.0	46.5
10	3.21	2.32	12.3	52.3	8.4	24.4
11	1.15	1.94	6.0	23.6	10.3	37.9
12	1.74	1.62	5.2	17.4	8.7	18.9
13	2.20	2.00	10.0	30.5	11.9	33.4
14	2.57	2.00	11.2	45.4	10.8	31.3
15	2.12	1.91	10.5	41.0	12.1	33.2
16	2.30	1.92	10.7	40.4	13.8	72.6
17	4.20	2.39	10.7	41.7	11.7	45.4
18	2.81	2.42	13.8	63.4	9.3	40.9
19	4.68	2.90	13.5	52.3	9.3	69.7
20	3.17	2.74	15.8	67.2	10.2	100.5
21	3.49	2.71	16.0	73.4	12.1	74.5
22	4.85	2.97	15.2	66.8	10.0	30.8
23	2.94	2.56	14.2	56.9	13.1	43.4
24	5.25	2.30	11.0	40.3	9.7	35.0
25	2.42	2.10	11.4	46.0	12.2	55.6
26	3.79	2.59	9.4	20.0	17.2	220.5
27	2.80	2.46	13.9	58.0	14.6	40.7
28	6.87	3.13	13.8	50.6	6.4	18.5
29	4.12	3.19	15.4	68.8	10.2	27.4
30	5.40	3.00	15.4	63.0	7.1	16.9
31	4.28	2.92	15.0	61.3	8.6	16.8
32	4.41	2.94	13.8	56.0	9.7	20.9
33	7.18	3.14	12.7	53.3	4.7	17.2
34	7.08	3.15	13.0	49.5	6.6	17.7
35	10.45	3.15	13.4	45.5	5.8	11.6
36	3.81	2.61	6.0	14.6	14.8	108.2
37	6.15	3.40	6.5	14.1	13.3	555.9
38	6.55	3.35	6.7	23.2	12.5	149.8
39	3.95	3.25	9.1	34.6	14.9	43.5
40	18.20	3.65	12.9	40.3	4.8	8.7
41	12.45	3.51	14.1	46.6	8.2	59.4
42	9.25	3.45	13.0	50.5	7.4	20.0
43	3.20	2.67	12.3	49.6	9.5	22.4
44	3.06	2.67	14.2	61.5	11.3	23.9
45	6.12	3.65	12.4	44.2	5.8	11.5
46	24.54	3.58	11.6	31.9	4.7	7.1
48	20.18	3.59	14.2	43.9	3.4	5.1
50	17.54	3.61	13.6	45.4	3.2	6.6

ここでは、主として笠岡湾および松永湾を調査し、それから得られた結果をさらに他の調査水域について得られている結果と比較検討した。笠岡湾の調査は昭和28年6月より12月まで、毎月1回、45地点で実施された。各地点で測定、採集された、水深・透明度・底生動物を表4に示す。松永湾調査は昭和28年4月より同29年3月まで、毎月1回、48地点で実施され、水深・透明度・底質(含水率、灼熱減量および過マンガン酸カリ消費量)および底生動物について観測調査した。その結果を表5に示す。28年8月には笠岡湾と松永湾で、29年2月には松永湾のみで、さきにのべた採泥量の調査と関連して、底質の粒子組成、腐植物量(笠岡湾では灼熱減量、過マンガン酸カリ消費量も)を測定した。ここでいう腐植物量とは、粒子組成を測定するとき、メッシュ 32 より小さい粒子の部分の中に含まれている、肉眼的の有機物細片を選別し、その量を試泥に対する重量比で表わしたものである。これはおもにアジモの破片や、陸岸よりの運搬物に起因する。なお、粒子組成について本論文では、メッシュ 150 (径、0.104mm) 以下の微細粒子を微細泥とよび、これが80%以上の底質を泥、50%以下の底質を砂、そと中間にある底質を砂泥とよぶこととする。

第1節 夏 季 相

昭和28年8月に調査を行なった松永湾と笠岡湾の測定結果をそれぞれ図7, 8に示す。

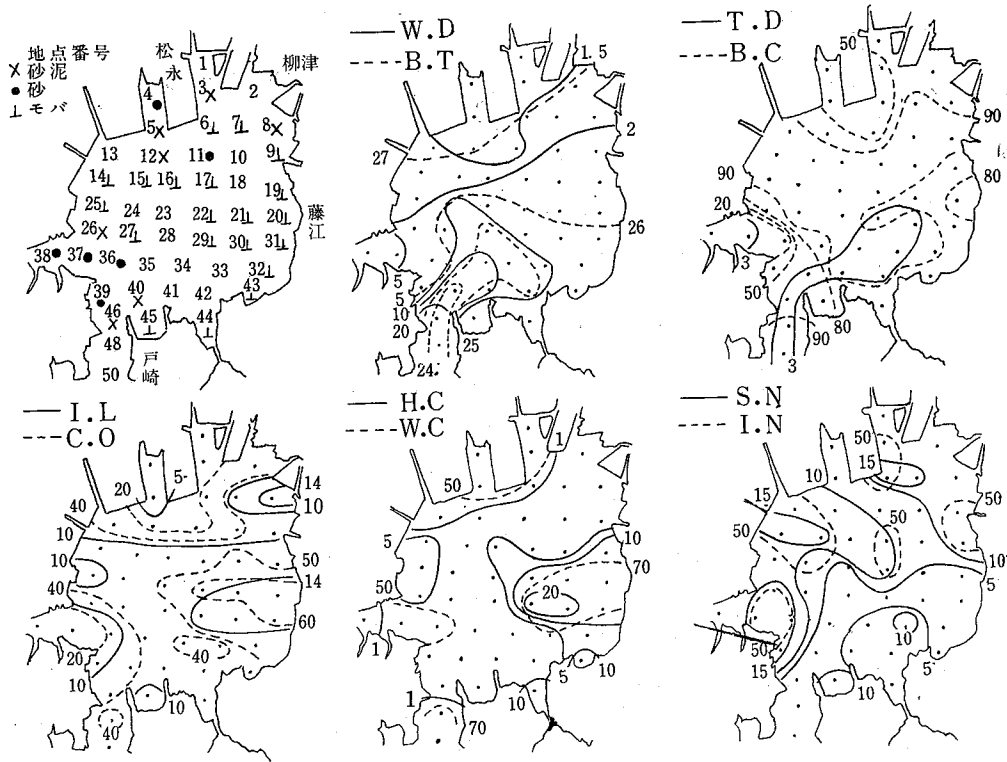


図7 松永湾調査結果(昭和28年8月)

W. D : 水深, B. T : 泥温, T. D : 透明度, B. C : 粒子組成,
I. L : 灼熱減量, C. O : 過マンガン酸カリ消費量, H. C : 腐
植物量, W. C : 含水率, S. N : 種類数, I. N : 個体数

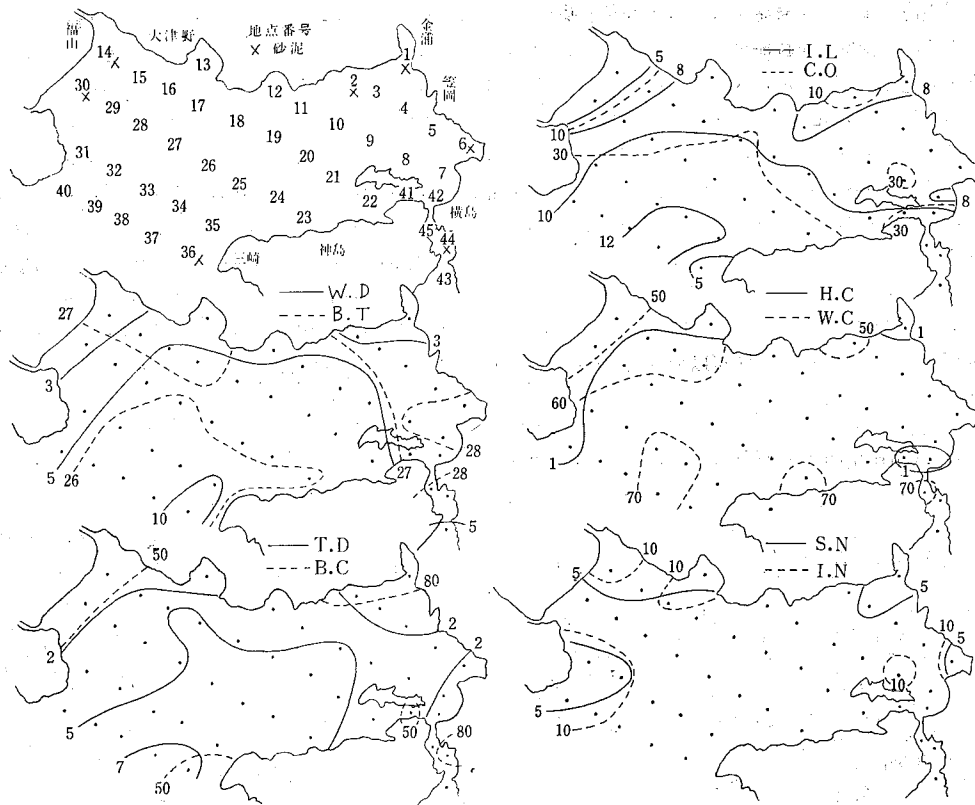


図8 笠岡湾調査結果（昭和28年8月）
記号は図7と同じ

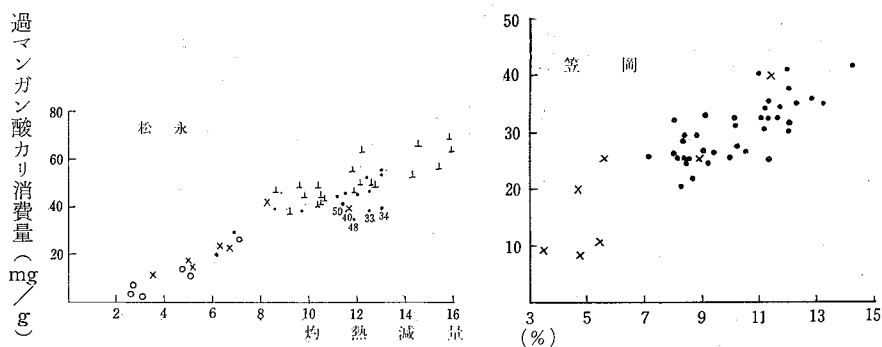


図9 松永・笠岡両湾の底質の灼熱減量と過マンガン酸カリ消費量の関係
○；砂地，×；砂泥地，●；泥地，⊥；アジモ場

底質の灼熱減量と過マンガン酸カリ消費量（以下、C. O. Dと略す）との関係は、図9のごとくで、正相関が認められる。松永湾のアジモ場の中には灼熱減量・C. D. Dのいずれもが高い値を示す地点がある。また、松永湾の底質は笠岡湾のそれに比してC. D. Dが多く、灼熱減量の高い地点ではとくに多い。両湾にみられるこの差異はおもにアジモ場の有無によるであろう。松永湾でも戸崎瀬戸に近い地点のC. O. Dは湾内各地点のそれに比して少なく、笠岡湾のそれと近似の値を示す。灼熱減量とC. O. Dの関係はこのように正相関が認められたので（汚濁水域の底質について両者の関係は荒川（1953）がのべている）、以下で

は灼熱減量のみについて、他要因との関係を考察した。

底質の灼熱減量と水深の関係を図10に示す。笠岡湾の調査結果では両者の間にほぼ正相関が認められ、とくにそれは泥地で明らかである。すなわち、水深の大きい沖合の底質の灼熱減量は一般に沿岸に比して多い。これは、さきに底質の含水率や硬度について

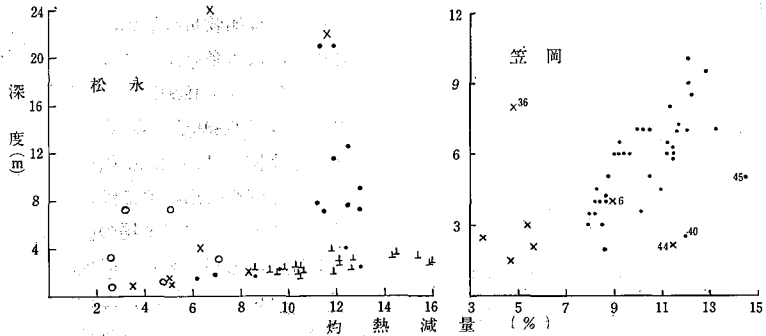


図10. 底質の灼熱減量と水深の関係
記号は図9と同じ

のべたと同様に、微細泥の比率が近似な泥地では、沖合と沿岸の底質の間に質的の相違があることを示す。水深に比して灼熱減量が多いいくつかの地点があるが、これらは芦田川川口や横島瀬戸に面する湾入部の地点であり、後にのべるように腐植物量が他地点に比して多い。砂質の地点の灼熱減量は水深によって大きな差異を示さない。松永湾の調査結果は図にみられるように複雑で、笠岡湾でみられたような特別な関係は認められない。これは松永湾内には前述のようにアジモが繁茂したり、砂洲が存在することなど、笠岡湾に比して環境条件が複雑であるためと考えられる。

灼熱減量と粒子組成の関係を図11に示す。両湾において砂地や砂泥地では灼熱減量と粒子組成（ここでは微細泥の比率）との間に相関が認められるが、泥地やアジモ場では変異が大きい。松永湾の各地点ではとくに変異が大きい。この泥地あるいはアジモ場底質の変異の原因として、笠岡湾については前述のように、粒子組成がにている泥地でも、水深の差異、すなわち沖合と沿岸でその灼熱減量に変化するためである。松永湾については後にのべるように、アジモに起因する腐植物量の多少により灼熱減量が増減するたのである。三原湾などの汚濁水域の調査（北森，1959）でのべたように、灼熱減量と粒子組成との関係は、あるひとつの調査水域内の各地点では比例関係を示すことが多く、この地点の中で汚濁の影響を受けている異常環境の地点の灼熱減量はこの比例的関係とは例外的に増加する。松永湾についても灼熱減量が多くに多い地点は、後にのべるように腐植物量の最も多い地点であり、また灼熱減量の少ない地点は前述の戸崎瀬戸で、これらの特異な条件をもつ地点を除いて、底質の灼熱減量と粒子組成の関係は笠岡湾・三原湾などと同じように比例的関係を示す。両者の関係を笠岡・松永・三原湾の底質について比較すると、三原湾と松永湾の灼熱減量は笠岡湾のそれより、同じ粒子組成の底質でも高い値を示す。このような関係は灼熱減量と含水率の関係（図12）にもみられる。

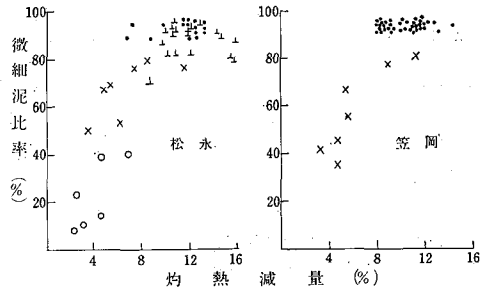


図11 底質の灼熱減量と粒子組成（微細泥比率）の関係
記号は図9と同じ。

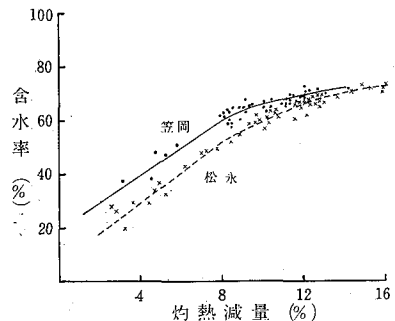


図12 笠岡湾と松永湾における底質の灼熱減量と含水率の関係

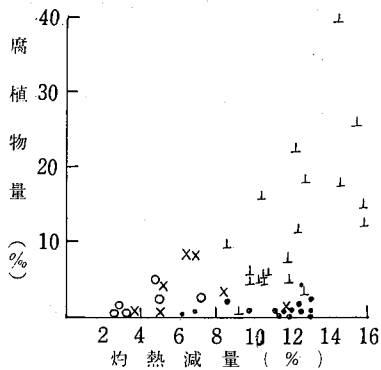


図13 松永湾底質の灼熱減量と腐植物量の関係
記号は図9と同じ。

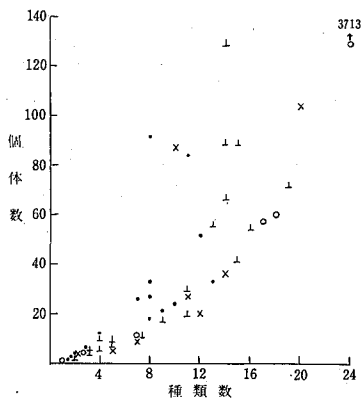


図14 松永湾の各調査地点で採集された底生動物の種類数と個体数の関係
記号は図9と同じ。

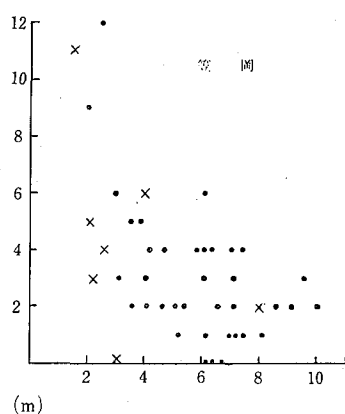
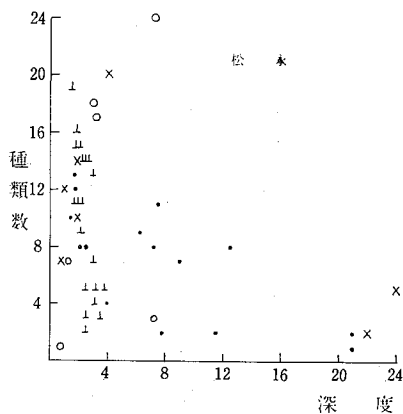


図15 採集された底生動物の種類数と水深の関係
記号は図9と同じ。

笠岡湾の腐植物量は全般にきわめて微量であり、笠岡市・福山市地先と芦田川川口の地点でやや多かったにすぎない。松永湾の腐植物量は笠岡湾に比して全般に多く、とくに藤江地先では最も多いが、これはこの水域が停滞水域である（神戸海洋気象台、1950）ことが原因である。すでにのべたように、ここは灼熱減量、C. O. D. ともに湾内で最も高い。灼熱減量と腐植物量の関係を松永湾での測定結果にもとづいて示すと（笠岡湾の腐植物量は微量であったので除いた）図13のごとくである。アジモ場の底質はさきにものべたように多くは泥地であるが、単なる泥地に比して腐植物量が多く、灼熱減量も高い。アジモ場では灼熱減量と腐植物量との間に比例的關係が認められ、腐植物量が多いことすなわち、アジモの存在が灼熱減量の増加の大きな要因となっていることがわかる。砂地や砂泥地でも同様に腐植物量の増加が灼熱減量の増加をもたらしている。一般の泥地ではこのような大型腐植物の量は少なく、灼熱減量との間に特別な関係はみられない。

各調査地点で採集された底生動物の種類数と個体数の関係を、図7、8にもとづいて検討した。笠岡湾では両者の間に正相関が認められるが、松永湾では図14に示すごとくかなり変動がある。この原因は本湾に多く生息するホトトギスにある。すなわち、本種の分布は団塊をなし、その団塊が点在することが多く、いわゆる斑状分布をなし、他種の分布に比して著しく不均一である。このため採集面積がせまい採泥器による採集では、採集個体数の変動が大きいのが普通である。図14にみられる採集個体数が著しく多い地点では、いずれもホトトギスが多く採集された。これらの地点をのぞいてみると、種類数と個体数の関係は比例的なものと考えられる。以上の点から底生動物群集と環境条件との関係を検討するにあたっては、種類数をもって代表した。

採集動物の種類数と水深の関係を図15に示す。笠岡湾のように海況条件が比較的単調な水域では、水深が底生動物の分布に大きな影響を与えていると考えられ、種類数との間には逆比例的の関係がみられる。松永湾では同じ水深の地点でも底質、アジモの有無、含有有機物量、潮流などの要因に差異があり、複雑な海況条件を示すとも

に生物相にも差異がみられる。しかし8 m以深の地点では、それ以浅の地点のように種類数が著しく増加することはない。

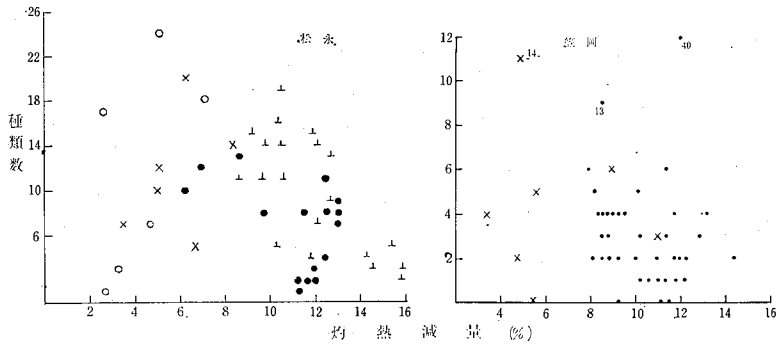


図16 採集された底生動物の種類数と底質の灼熱減量との関係
記号は図9と同じ。

採集動物の種類数と底質の灼熱減量との関係を図16に示す。笠岡湾では両者に特別な関係は認められず、松永湾でもとくに顕著な関係はみられないが、灼熱減量が13%以上、または4%以下の地点で種類数が減少する傾向がみられる。

松永湾と三原湾(北森・小林・永田, 1959)の種類数と生息密度は笠岡湾のそれに比して非常に大きい。これは前2者の水深が浅いこと、アジモが繁茂していることなどによると考えられる。松永・三原湾と笠岡湾の底質の含有有機物量は灼熱減量で表わすと大きな差異は認められないが、前2者の腐植物量は後者に比して多く、含有有機物の質的差異がある。腐植物量の差異や含有有機物の質的差異の原因としてアジモの有無が最も大きな要因となっている。このようにアジモの存在が底生動物相を豊富にすることは、同一水域内でもアジモのはえている地点の生物相が豊富であることから事実と推定される。一般に三原・松永湾内でアジモ場の底生動物相は豊富であるが、さきのべた藤江地先の地点はアジモ場でありながらその底生動物相は貧弱である。この原因としては、ここが停滞水域であるため腐植物がとくに多く沈降し、底質中の腐植物量、灼熱減量およびC. O. D. が異常に増加しているためと考えられる。このように底質中に有機物量が異常に多い場所では、夏季になるととくにその有機物量が増大し、それが水温の上昇にともなって溶存酸素量の欠乏をきたすことがある(北森・兄部, 1960, 淀川水質汚濁協議会, 1957)。この現象は有機的廃水に起因する汚濁水域でしばしばみられ、そのため夏季には底生動物相の被害が増加することが多い。藤江地先で底生動物相が貧弱となっているのは、このような現象と同じものと考えられる。

底生動物の分布に対する潮流の影響としては、前記の停滞水域における種類数の減少もあるが、他方種類数を増加させる面もある。すなわち、松永湾内の柳津・松永・山波地先など底生動物種類数の多い地点は渦流が生じている水域(神戸海洋気象台, 1950)である。このように底生動物の分布に重要な要因として今までも考えられてきた潮流の影響を知ることができた。

以上にのべてきた夏季の底生動物群集の分布と諸環境条件との関係を検討すると、Thorson (1957) がのべたように、底生動物の分布は水深、底質(粒子組成, 含水率, 灼熱減量, C. O. D., 腐植物量)、潮流、水質などにそれぞれ強い影響を受けるが、特定のひとつの要因に規制されることは少ない。すなわち、松永・笠岡・三原湾などの夏季における底生動物の種類数や個体数は、一般的には水深が浅く、透明度が低く、砂泥質で含有有機物量がかなり多い地点で高い値を示す。しかし、これらの要因のほか、潮流、アジモの有無、水質(塩素量, 溶存酸素量)なども直接、間接的に底生動物の分布に大きな影響を与えている。

第2節 冬 季 相

松永湾で昭和29年2月に実施した調査結果についてのべる。各調査項目の測定結果の概要を図17に示す。

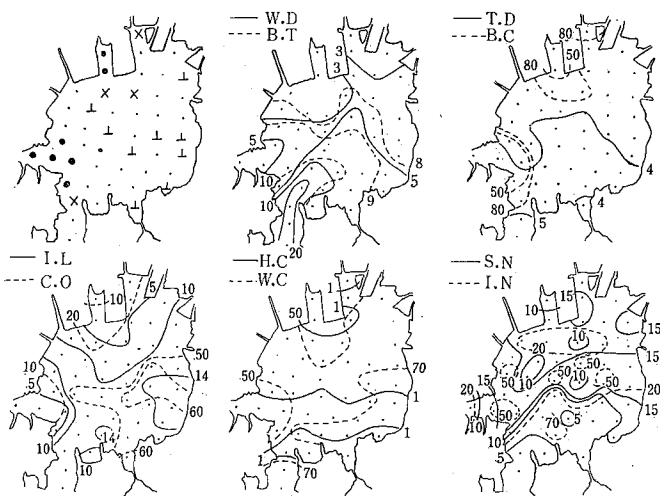


図17 松永湾調査結果（昭和29年2月）
記号は図7と同じ。

沿岸水域では地形の複雑さ、流入河川、潮汐流、アジモ場の存在などのため、環境条件は沖合に比して一般に複雑であり、とくに松永湾では前述のように複雑な様相を呈している。毎月定点で実施した定期観測において、各調査地点は毎月正確には一致していない。また、環境条件の複雑さのために調査地点にわずかの差異があっても、環境条件にかなりの差異を生ずることがある。このため調査項目の測定値は月によってかなり変動があり、夏季調査の結果と今回のそれとを比較すると、すべての項目で多少の変動がみられる。

しかし湾内全般にわたる各項目の水平分布を検討すると、両者に顕著な差異はみられない。両者の間にみられる差異のうち季節的のものと考えられる点、およびそれと底生動物群集の関係についてのべる。

泥温は水深と密接な関係にあり、島津・山根（1948）がのべているように水深の深い所ほど年較差は少なく、浅い所に比して安定している。透明度は夏季に比して冬季は約2倍となる。これは夏・冬2回の調査結果のみでなく、波部（1945）の結果と比較しても同様な結果が認められる。底質の粒子組成にみられる差異は季節的な変化よりはむしろ、採集地点の変動から生じたと考えられる。灼熱減量、C. O. D., 含水率なども夏季との間に差異が認められるが、これらはいずれも前記粒子組成の変化が原因となっている。これらの変化も、三原湾（北森・小林・永田、1959）で灼熱減量と粒子組成の関係は、とくに有機物の堆積が多いような特異の地点をのぞくと、周年にわたってほとんど変化しないので、季節的な変化というよりむしろ、採集地点の変動によるものである。ただ、有機物量の多かった藤江地先の底質のC. O. D.は、夏季に比してより一層高い値を示した。腐植物量は夏季に比して著しく減少し10%をこえることはない。これはアジモの盛衰と関係が深く、アジモの生育期である冬季には減少し、枯死する夏季に増加し、三原湾で得られた結果と同様である。夏季には腐植物が多く堆積し灼熱減量、C. O. D.などがとくに高かったこの水域で、冬季には腐植物量が減少するにもかかわらずC. O. D.が増加するのは、腐植物の分解過程の進行によるのであろう。

底生動物群集については各地点で採集された種類数、個体数を検討したが、両季の間に特別な差異は認められなかった。したがって、環境条件との関係についても夏季との間に、とくに記すべき差異はない。ただ、藤江地先でみられた夏季の動物相の貧困現象は、冬季には認められなかった。これは夏季にみられた環境条件の悪化が水温の低下によって回復し、それによってまた動物相も回復したためで、有機物が異常に多く堆積する異常水域の動物相の季節的な変化（北森、1959・1960）に類似する。このような特異な現象を呈する地点の環境条件のひとつとしては底質中の有機物量がある。しかし汚濁水域でみられる（北森、1959・1960）ように、その有機物量は単に灼熱減量やC. O. D.の値だけから正常か否かを判定することはできず、それらの値と密接な関係をもつ粒子組成とあわせて検討することによってはじめて判定が可能となる。しかし、灼熱減量が14%以上を示す底質は、なんらかの原因で含有有機物量が異常に多くなっている底質であり、上

記の現象を呈する可能性が大きい。

第3節 底質の硬度との関係

三浦 (1929)・Chapman (1949)・Holme (1953)・古川 (1955) らは底生動物の分布を支配する要因として水質、温度、水深および潮流などととも、とくに底質の硬度の重要性をのべている。昭和28年10月、笠岡湾の調査にあたって定期的の観測項目のほか古川 (1955) が考案した硬度計により、底質の硬度をもあわせて測定し、これとほかの各種の環境要因および底生動物の分布との関係を調査した。なお、ここに用いた底質の粒子組成は8月の調査結果である。

本硬度計によると底質の硬度は、土中にそう入される鉄棒の透徹深度 (cm) で示される。したがって底質が硬いほど、硬度として示される透徹深度の値は小さくなる。硬度の水平分布は図18のごとくで沖合の地点ほど硬度が低下する。

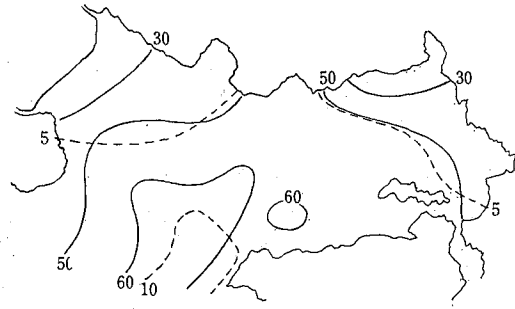


図18 笠岡湾における等深度線 (破線・m) と透徹深度の等量線 (実線・cm)

硬度と水深、底質の粒子組成と含水率および灼熱減量との関係はそれぞれ図19に示したとおりである。砂質あるいは砂泥質の地点の透徹深度はいずれも $30\text{cm} \geq$ となる。すなわち、本器では微細泥比率が70%以下の底質については硬度の差を表示できない。泥地での透徹深度は $35 \sim 66\text{cm}$ の変異があるが、他方、その微細泥比率には大きな差異はない。しかし含水率や灼熱減量との関係を見ると、近似の粒子組成をもつ底質でもその含水率や灼熱減量の差によって、硬度が変化することがわかる。硬度に比して灼熱減量が多い地点は、8月の調査で腐植物量が多かった笠岡・福山地先と芦田川川口である。

採集された底生動物の種類数と硬度との間には負の相関が認められ、個体数についても同様の結果が得られた。しかし重量との間には相関が認められなかった。これは、すでにのべたように採泥器の性能の不備が原因しているであろう。以上の結果をみると底質の硬度は、その粒子組成、灼熱減量、含水率、および水深などの諸要因が複合された総合状態の指標として役立つものである。また、底生動物群集の分布との関係についても、前記各研究者の調査結果とは調査器具や対象が異なるので比較はできないが、深い関係をもつことが明らかとなった。

第4節 季節的变化

従来、底生動物の分布と環境条件との関係の季節的变化について研究した報告は少なく、ほとんどがある特定の時期に限られていた。長年にわたって調査研究されたリムフィヨルドの底生動物群集に関する報告は (Blegvad, 1925・1951) 季節的变化よりも経年変動に重点がおかれた。ここでは松永湾の1カ年間にわたる調査を中心として、環境条件と底生動物群集の季節的变化についてのべる。

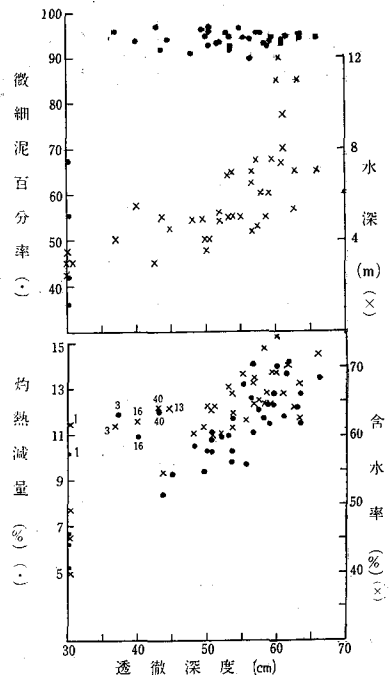


図19 笠岡湾底質の硬度 (透徹深度) と水深、底質の粒子組成 (微細泥百分率) と含水率および灼熱減量との関係

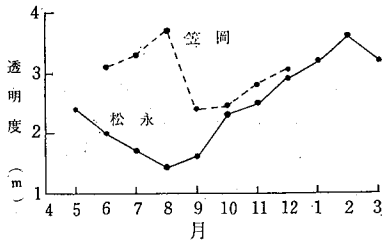


図20 笠岡・松永湾の全調査地点における透明度平均値の季節的变化

笠岡・松永湾の全調査地点の透明度を月別に平均して季節的变化を示したのが図20である。笠岡湾は松永湾に比して、水深が深く、アジモ場をもたず、また湾口が広いなどの点で沿岸の性状が弱く、透明度の季節的变化は備後灘型(村上, 1954)に類似する。これに対し松永・三原湾では透明度は夏季に低く、冬季に増大する。これは降雨量、陸水の影響を受けることが多く、またアジモの盛衰とも関係が深いと考えられる。

笠岡湾の塩素量、溶存酸素量、PHなどについては調査しなかったが、村上(1954)によればそれらはいずれも透明度

にみられたと同様に季節的な傾向をもち、瀬戸内海に流入する黒潮流の動向やプランクトン繁殖の季節性に支配されることが大きい。三原湾では流入河川の流量、降雨量、潮汐流などのためにこれらの値の変動は大きく、また調査回数も少ないので、季節的な傾向を明らかにできなかったが、塩素量は降雨期後の6~7月に低下し、溶存酸素量はアジモの消長と関係が深いことがわかった。(北森・小林・永田, 1959)。松永湾のこれらについては、とくに調査しなかったが、三原湾とは地理的にも近接し、水深やアジモの存在などの点で類似の条件が多く、季節的变化についても類似する点が多いと考えられる。

表5に底質の灼熱減量とC. O. D. について各地点別に12回の調査結果の平均値を示したが、これを各月別に検討してみるとその変動はかなり大きく、しかもそれが不規則である。これは、さきにものべたように採集地点の多少の変動によって、底質の粒子組成が変化するため季節的变化とは考えられない。ただ、有機物が異常に多く堆積している藤江地先の底質にみられる夏・冬の相違についてはすでにのべた。三原湾で

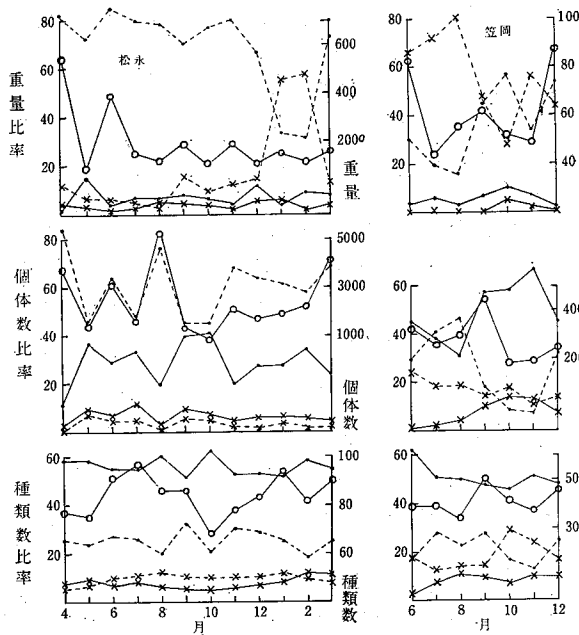


図21 松永湾・笠岡湾の底生動物群集の季節的变化
 —○— 種類数、個体数、重量
 —●— 多毛類の編組比率
 —△— 貝類の編組比率
 —×— 甲殻類の編組比率
 —◇— その他の編組比率

底質の粒子組成と灼熱減量との関係、および腐植物量について1年間に隔月6回の測定を実施し、それらの季節性について検討した結果(北森・小林・永田, 1959)を参考のために記すと次のようである。

(1) 粒子組成と灼熱減量との間には全地点についてみると比例的関係がみられ、その関係は季節的にもほとんど安定している。

(2) この関係は9月に変異が最も大きく、3月には変異が最小となる。

(3) 湾内にはこの比例的関係からずれて、灼熱減量が異常に増減する特異な地点(河口の有機物堆積地、沖合地点など)がみられる。これらの特異な地点は降雨量の変化に起因する河川流量の変化によって、季節的に移動する。

(4) 比例関係よりはずれて異常に灼熱減量の多い地点では、灼熱減量は夏季に最高となる。

(5) 腐植物量は7月に最も多く、11月には最も少ない。これはアジモの消長とよく一致する。

このような現象はすでにのべた松永湾の藤江地先でも認められ、また筆者が工場廃水調査に関連して調査した水域(北森, 1959, 1960)でも認められる。以上のように底質についての季節的变化としては、異常な底質についてのことが大部分であり、正常な底質地点では顕著な季節的变化を示さない。笠岡湾の底質については細かい測定を実施しなかったが、異常な調査地点が少ないので季節的变化は少ないと考えられる。

底生動物の季節的变化について、毎月、全調査地点で採集された底生動物の種類数、個体数、重量および底生動物群集を多毛・貝・甲殻類と、その他の動物群の4群に大別し、それぞれの編組比率をもとめて検討した(図21)がとくに顕著な季節的变化はみられない。しかし、波部(1945)がのべているように秋～冬季の採集動物数の減少傾向がうかがわれる。この原因のひとつとしては、図22に示すように秋～冬季には一般に底生動物が大型化するためと考えられるが、この現象は松永湾ではみられなかった。松永湾の底生動物群集の季節的变化が笠岡湾のそれに比してかなり変動が大きく、また底生動物が秋冬大型化する現象がみられない原因のひとつとしてホトトギスがある。本種はすでにのべたように斑状分布をなし、採泥器ではじゅうぶんな採集ができず、水平分布をみても不じゅうぶんな結果しか得られなかった。図23にその季節的变化を示したが、これをみても、底生動物群集の中で重要な編組員でありながら、採集数が非常に不規則なことがわかる。

三原湾の底生動物群集の季節的变化については、北森・小林・永田(1959)が湾内を底生動物群集の分布相によって4水域に分けて検討し、動物相の貧困な水域では豊富な水域に比して顕著な季節的变化を示すことをのべた。

以上のように、底生動物群集の季節的变化は一般にあまり顕著には認められず、透明度、塩素量、水温、泥温、PHなどとの特別な関係はないと考えられる。動物相の貧困な水域では、そこに優占的に生息する種類の生活史に左右された季節的变化を示すことがある(三原湾)。また、比較的動物相の貧困な水域(笠岡湾など)では、秋～冬に採集個体数が減少し、それが大型化する現象がみられる。動物相の豊富な水域では季節的变化が不明りょうなことが多い。一般に底質には季節的变化が認められないが、特別な条件によって有機物が異常に多く堆積している地点では、堆積物が季節的に変動したり、また夏季にはとくに灼熱量が増加することがある。このように底質が季節的变化を示す地点では底生動物群集もそれにしたがって変動する。

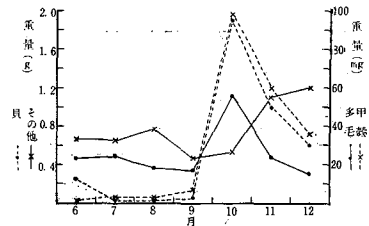


図22 底生動物の4動物群について、1個体あたり重量の季節的变化(笠岡湾)

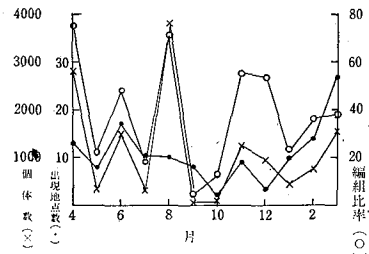


図23 松永湾におけるホトトギスが採集された地点数、およびホトトギスの個体数と編組比率の季節的变化

第5節 考 察

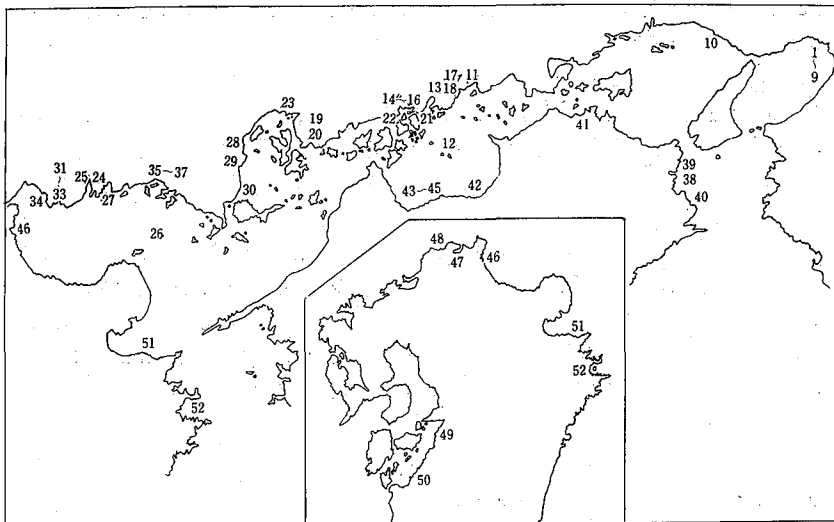


図24 調査水域分布図 番号は表6の資料番号を示す。

瀬戸内海とその隣接水域で得られた結果とともに本研究結果を検討した。昭和28年より昭和36年まで8年間に、約40水域で行なわれた調査の時期、回数、地点数などを表6に示した。これらの中には内海区水産研究所が関係各

府県に委託して実施した、工場廃水に関する委託調査で集められた資料、各府県で独自に調査を実施して、その標本査定のため著者に送付された資料なども含まれている。表6に示した調査水域を図示すると図24のとおりである。

表7はその調査結果の要約である。水深、底質および底生動物の種類数と個体数は全調査期間の全地点についての平均値で示し、各動物群の編組比率は採集された全個体数をもとに算出した。

底生動物群集にはさきにも述べ、また図25に示すように（笠岡湾については表6とは別に、6地点（図4）で3年あまりにわたり調査を行なった）季節的変化があり、しかもその様相は水域によって異なる。各調査水域での調査は異なった時期、回数で行なわれているので、表7の値よりただちに各水域間の底生動物相を比較することは危険であるが、底生動物群集の分布の概要を比較することは可能である。なお、委託調査関係資料では使用した採泥器の構造に差異があるため採集率はいくらか異なる。

種類数の多い水域、松永・尾道・三原・百島・佐木島・大田川河口・富岡・八代・洞海

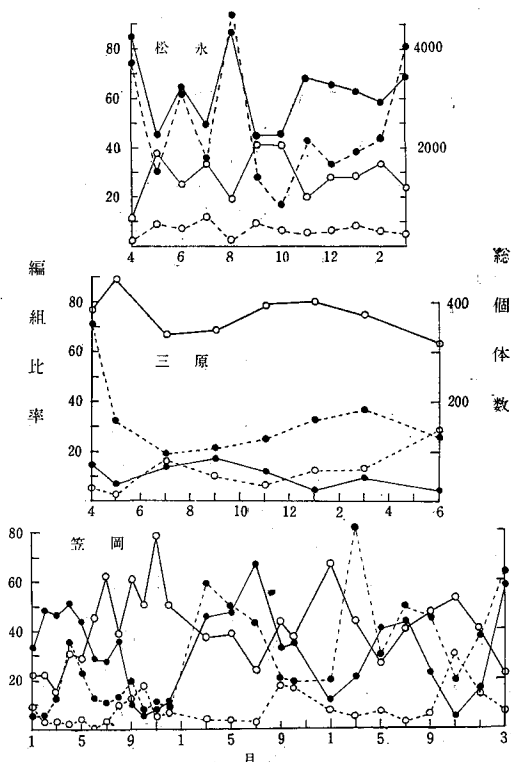


図25 松永・三原・笠岡湾の底生動物群集の季節的変化の比較

-○..... 総個体数
- 多毛類編組比率
- 貝類編組比率
-○..... 甲殻類編組比率

表6 調査水域の調査時期、回数、地点数と資料番号

(委)：内海区水産研究所委託調査資料

委：標本の査定を依頼された資料

資料番号	府 県 名	調 査 地	年	月	回 数	地点数	備 考	
1	大 阪	大 阪 A	1955	6	1	10	(委)	
2		〃 B	1956	4	1	50		
3		〃 C	1956	4~12	9	29		
4		〃 D	'57~'58	8.3	2	44		
5		〃 E	1961	2	1	23		
6	兵 庫	泉神 大崎 津 A	1959	12	1	31	委	
7			'57~'58	6.3	2	26		
8		〃 治 B	'58~'59	8.3	2	17		
9			'59~'60	7.11. 1	3	11		
10		安高 砂 C	'57~'58	10.3	2	33		
11		岡 山	筥 岡灘 A	1953	6~12	7		45
12				1954	3	1		21
13			〃 道 永 A	'53~'54	4~ 3	12		48
14				1953	4	1		18
15			〃 B	1953	9	1		38
16	岡 広	三福 山 原 A	'55~'56	4~ 6	8	34		
17			'54~'55	3~ 1	6	20		
18		〃 広 B	1958	8	1	19		
19			'57~'58	8.2	2	36		
20		〃 B	1959	7	1	42		
21	山 口	百佐大秋小 木川 島 A	1957	1	1	11		
22			1957	3	1	4		
23		〃 穂郡 B	'58~'60	3~6	6	19		
24			1957	3.8.11	3	10		
25		〃 B	1957	3.8.11	3	20		
26	徳 島	周大岩 防 灘海 A	'58~'59	10.1. 6	3	19		
27			'58~'59	11.2	2	12		
28		〃 国 B	1958	3.9	2	30		
29			1959	7	1	44		
30		大 島 C	1959	2	1	35		
31	香 愛	宇 部 A	'59~'60	12.3	2	8		
32			1960	9	1	20		
33		〃 野山 B	1961	3	1	20		
34			'59~'60	12.3	2	9		
35		小徳 A	1960	3	1	11		
36	徳 島	〃 B	1960	9	1	40		
37			1961	3	1	20		
38		小今富 松切 島川 A	1960	3	1	10		
39			1960	3	1	23		
40		〃 岡 B	1960	1	1	13		
41	香 愛	高三吉西新 居 松島井条浜 A	1957	9	1	32		
42			1957	8	1	34		
43		〃 B	'58~'59	9.5	2	21		
44			'58~'59	9.3	2	27		
45		1959	8	1	19			
46	福 岡	刈洞遠八水 海賀 田湾川代俣 A	1957	10	1	28		
47			1960	9	1	24		
48		〃 B	1960	9	1	29		
49			1960	4	1	60		
50		〃 B	1960	3	1	35		
51	大 分	鶴佐 崎伯 A	'57~'59	12.3	4	10		
52			1957	11	1	18		

表7 各調査水域における測定結果の要約

資料番号は表6の調査水域を示す。

Lumbriconereis : *Lumbriconereis impatiens* Claparède

資料番号	平均深度 (m)	底 質		底 生 動 物					
		平 均 値		平 均 値		編 組 比 率			
		灼熱減量 (%)	微細泥の百分率	種類数	個体数	多毛類	貝 類	甲 殻 類	<i>Lumbriconereis</i>
1				8.5	22.1	72.8	20.3	1.3	19.0
2				6.0	13.8	52.6	43.1	3.1	16.9
3				3.9	21.7	80.5	18.9	0.3	11.6
4	6.92	12.35	84.4	9.0	204.8	96.5	2.0	0.9	4.8
5		17.02		5.8	83.6	95.7	2.9	0.2	1.5
6				5.7	42.9	74.7	25.3	0	0.1
7		10.50	72.7	7.3	226.8	95.3	1.1	3.4	2.4
8		15.40		3.3	71.6	97.3	2.3	0.2	5.6
9		11.40		1.8	943.5	1.9	0.2	+	+
10		2.82	14.5	3.5	18.0	80.8	5.5	1.2	5.9
11	5.83	9.63	88.3	6.0	12.4	48.0	27.6	7.1	8.5
12	19.10	10.30	89.9	9.0	23.0	33.9	46.5	13.6	0
13	5.42	11.33	78.6	9.8	52.0	25.1	66.0	5.4	5.1
14	2.55	10.10	71.5	16.6	49.8	59.7	21.9	16.2	18.8
15	3.05	5.89	41.1	8.5	25.0	65.9	11.5	19.2	14.7
16	3.96	8.83	63.2	15.5	97.6	75.9	11.4	10.5	6.8
17	3.33	10.82	67.5	8.1	52.9	25.7	68.0	2.5	2.7
18		8.86	83.0	3.5	5.1	41.4	28.0	8.5	14.6
19	6.34	11.38	80.4	6.9	27.0	49.7	30.3	18.1	12.9
20				5.0	31.4	28.8	22.5	47.0	13.2
21	3.34	6.15	40.0	20.1	67.9	51.1	22.0	21.0	2.5
22	4.25	11.51	97.5	16.8	78.0	30.7	2.8	62.5	10.2
23	5.31	8.38	59.7	12.9	64.5	46.4	23.4	26.5	17.1
24	6.69	4.10	16.9	7.0	18.9	66.9	5.3	19.6	37.4
25	5.67	6.00	13.0	6.7	20.3	53.9	30.6	11.3	23.0
26				4.5	7.3	59.2	0.8	31.4	0
27	14.80			7.7	26.8	77.4	9.3	10.2	47.9
28				3.8	9.9	76.7	5.0	13.9	14.3
29	11.70			8.8	43.7	74.8	4.1	18.2	13.9
30				6.2	15.9	60.9	3.3	27.5	7.0
31				7.6	23.4	33.6	57.3	6.4	2.1
32				7.9	38.4	43.5	40.5	10.8	7.1
33				8.5	50.3	38.5	55.6	4.4	6.6
34				8.4	26.4	39.1	41.4	13.8	6.3
35				8.1	34.2	37.7	58.5	1.3	7.1
36				5.3	33.8	24.2	68.4	2.3	7.4
37				4.3	22.1	29.5	66.6	1.5	0.9
38				7.7	26.1	76.6	16.5	4.9	0.4
39		6.31	59.4	9.0	46.3	64.9	18.8	11.4	2.1
40				11.2	114.3	43.6	45.0	10.0	3.8
41		9.60	58.6	9.3	42.0	58.0	30.4	8.8	8.6
42		8.48	40.7	0.8	0.8	77.7	11.1	11.1	16.6
43		3.80	25.1	5.8	35.3	17.9	71.1	5.2	1.6
44		15.20	84.2	3.4	27.3	79.3	15.8	3.5	0.3
45				2.0	5.6	14.0	82.2	3.7	3.7
46		7.88	50.3	1.2	3.4	54.1	39.5	2.0	43.7
47				9.9	61.0	75.4	7.7	15.5	2.7
48				4.9	25.0	81.6	7.6	6.5	0.6
49				12.2	319.1	42.6	50.1	6.3	0.2
50				7.3	31.5	86.6	4.7	4.0	3.8
51		4.50	24.8	5.8	20.2	36.3	47.3	15.1	10.4
52				2.5	4.0	77.7	10.7	12.5	1.3

湾などに共通した、豊富な動物相を支える要因として、水深が浅いこと（宮地，1944）、および底質の有機物量が多いこと（アツモ場があり、かつ陸水の流入が多いため、Jones, 1951）の2点が考えられる。またこれは、それぞれの水域内での動物相と環境条件を対比した場合にも認められる事実である。しかし、水深が浅く、陸水の流入が多くても都市・工場廃水による汚濁の影響をうけている水域（大阪・福山など）では動物相が貧困である。

採集された底生動物の種類数と個体数の間には、松永湾と笠岡湾でのべたようにホトトギス群集のような特殊な種類をのぞくと比例的関係が認められた。表7をみても種類数の多い水域では個体数も多く、動物相を豊富にすると考えられる前記の要因は生息密度をも高めると考えられる。このことから、これらの要因は単に1水域内の環境区分としてのみならず、一般に底生動物群集の分布をも支配しているといえよう。都市・工場廃水の汚濁の影響をうけて動物相が貧困となっている大阪湾・神崎川・安治川などでは生息密度が非常に高く、特異な現象を呈している。これは、これらの水域に *Capitella capitata japonica* Kitamori と貧毛類がきわめて多数、優的に生息しているためである。本種は他水域にも広く分布するが、おそらく多量の都市排水による有機物の堆積が本種にはかえって栄養源となるためであろう。

表7から灼熱減量と種類数との関係を、正常な水域と工場廃水による汚濁の影響をうけている水域とに分け図示した（図26）。

汚濁の影響をうけている水域の底生動物種類数は正常な水域のそれに比して一般に少なく、10種をこえることはない。また、灼熱減量と種類数との間に特別な関係は認められない。正常な水域では、灼熱減量が増加して底質の有機物量が増加すると種類数も増加する傾向が認められる。底質の灼熱減量と粒子組成との関係については、すでに笠岡・松永湾で得られた結果を各調査地点別にのべた。図26の上・下図を対比すると、一見微細泥比率の多い泥地に種類数が多いが、これは水域全体の平均値としているためで、さきにものべたように種類数は一般に泥地より砂泥地に多い。富岡・八代・洞海湾などは工場廃水による汚濁をうける水域として調査が行なわれたが、種類数、個体数ともに比較的多い。これは、いずれも大きな流入河川をもつほかに、富岡では工場が新設されて日が浅い時期に調査され、八代や洞海湾では底生動物群集が廃水の影響で減少している範囲が全調査範囲に比して著しくせまかったためである。

採集された底生動物を前述の4群に大別し、それぞれの編組比率を示すと表7のとおりで、下記の種類がとくに多数採集された調査水域をのぞくと、多毛類の編組比率が最も高く、ほとんどの水域で50%以上を示している。

- 貧毛類——安治川
- シツクガイ——笠岡・燧灘・宇部・徳山
- ホトトギス——松永・富岡・八代
- アサリ——福山・広・大田川口・苅田・鶴崎・吉井
- 端脚類——佐木島・周防灘

貝類と甲殻類が多毛類について多い。

宮地らは瀬戸内海の内湾について、貝類の編組比率が高いことをひとつの特徴としてあげている。すなわち、大阪湾、11月調査、8.0~12.2%（宮地，1938，1940）、松永湾、1月調査、73.9%（波部他，1945）、笠岡湾、5・11月調査、76.1~87.8%（川口，1944，1945）、児島湾、9月調査、40.0%（白井・山根，1944）

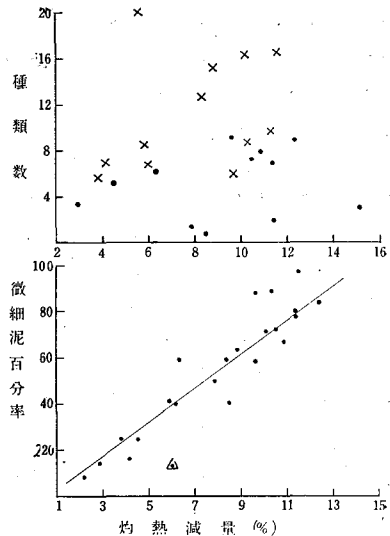


図26 底質の灼熱減量と微細泥比率および底生動物種類数の関係（表7より）
上図×：正常水域
•：工場廃水による汚濁の影響をうける水域
下図▲：小郡湾

などである。これらは上記表7に示した値よりも大阪湾では低く、松永・笠岡湾では高い。大阪湾については宮地の調査水域が本論文のそれより沖合であること、松永湾ではホトトギスに対する採集の不じゅうぶんさ、笠岡湾では多毛類と貝類の編組比率が季節によって顕著に異なること(図25)などがこれらの原因となっているであろう。

以上のことから瀬戸内海とそれに近接する沿岸水域では、多毛類が最も重要な編組員であるといえる。採集された底生動物群集の種類数、個体数、編組比率などの観点から群集的にその分布を検討すると、調査範囲内での地域特性はみられない。

第3章 指標生物としての底生動物

海洋の水塊の指標生物として浮游動物については古くから研究され、わが国でも村上(1959)は瀬戸内海産浮游性毛顎類が水塊のみならず、漁況の指標生物としても価値のあることを明らかにした。

沿岸水域の底生動物群集は定着性がつよいので、潮汐、流入河川水、降雨など環境条件の一時的変化に影響されることが比較的少なく、浮游動物が水塊自体の指標生物として利用されるのに対し、沿岸水域の環境条件の平均的な状態(水塊自体の一時的変化を平均化した)をあらわす利点がある。また、その中には、環境条件に対してすこぶる緊密で明りょうな適応関係をもち、環境条件の微細な差異をも示す種類がある(宮地, 1944)。このような種類を環境を示す尺度として利用し、水域の栄養度や汚濁度を研究したり、内湾度の指標生物として役立たせることができ、山本(1951~57)・Reish(1955・1959)・谷田ほか(1956)・今井ほか(1957)らによる、環境条件の指標生物としての底生動物を利用する研究がある。また、宮地ほか(1938~45)は内湾度の指標生物として、貝類を主とした数種の動物をあげている。それらのうち、瀬戸内海沿岸水域に関係深い種類として以下の種類がある。すなわち、強内湾性の指標生物ヒメカノゴアサリ(*Chione scabra*)・シツクガイ(*Theora lubrica*)・ホトトギス(*Brachidontes senhousia*)・イヨスダレ(*Paphia undulata*)・ヨコハマチヨノハナガイ(*Raeta yokohamaensis*)・ゴイサギ(*Macoma tokyoensis*)・シラトリガイ(*Macoma incongrua*)・テリザクラ(*Tellina iridescens*)・ユウシホガイ(*Tellina juvenilis*)・ウメノハナガイ(*Loripes pisidium*)などである。しかし、底生動物をこのような指標生物として利用するためには、採集頻度が高く、生息水域も広い範囲にわたる種類であるとともに適応性がせまい種類であることなどが必要である。

前記表7から、採集動物の中で最も個体数が多いのは多毛類であることが知られ、また、その多毛類の中には宮地らが指標生物としてとりあげた貝類より狭適応性の種類が存在することを知った。これら多毛類のうち、数種についてその指標生物としての価値、および、その分布と環境条件との関係を次にのべる。

第1節 沿岸汚濁水域の優占種

第1項 *Capitella capitata japonica Kitamori*

(1) 汚濁度の指標性

著者はさきに(1958~1960)、主として都市排水とパルプ工場廃水により有機的汚濁をうけている水域の底生動物を調査して、動物相の減少と本種の優占的出現ならびに、本種の形態についてのべ、汚濁水域の指標生物として本種の価値を明らかにした。しかし、その調査水域が瀬戸内海に面する沿岸水域に限られていたが、その後、熊本県下(水俣湾・八代湾)および徳島県下(小松島湾・今切川・富岡町)で調査をつづけ、同様の結果を得て、本種の指標生物としての価値をさらに広い範囲にわたって確かめた(図27)。

無機的汚濁水域の調査は昭和35~36年に福岡県下(洞海湾・遠賀川川口)と山口県下(宇部湾・徳山湾)で実施された(表8・図27)が、本種は遠賀川川口ではまったく採集されず、洞海湾では最奥部の2地点で採集されたにすぎない。しかし、この最奥部の2地点では採集動物の種類数が増加していること、および流入河川水が多く、肉眼的にもその運搬物の堆積が認められる地点で、底質の有機物量がかなり多いと考えられ、ここは無機的汚濁というより、むしろ有機物の堆積が多いための汚濁と考えるべきであろう。しかし、

表8 無機物的汚濁水域の調査結果
カッコ内は汚濁の影響が認められる地点

調査水域	調査年月	st																							
徳山湾	1960年9月	種個	3	5	4	6	4	6	5	6	6	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
		C.	6	47	13	53	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(0)	(2)	(1)	(0)	(2)	(2)	7	7	7	5	8	6	
		類体	(6)	(4)	(1)	12	(4)	(3)	(4)	4	6	4	4	4	(0)	(0)	(0)	(5)	(4)	(0)	(1)	8	12	4	4
		japonica	(18)	(45)	(1)	74	(7)	(9)	(25)	39	38	23	(0)	(0)	(0)	(0)	(10)	(12)	(0)	(1)	(1)	29	70	14	28
		種個	(0)	(0)	(0)	2	(0)	(4)	(7)	12	7	4	(2)	13	14	11	11	11	13	86	15	15	16	(0)	(0)
		C.	(0)	(0)	(0)	(0)	(5)	(14)	80	18	7	7	(3)	38	129	24	171	23	15	21	104	46	(0)	(0)	(0)
		類体	(7)	(2)	11	(2)	(3)	15	8	16	14	11	(1)	(1)	(0)	(0)	16	(9)	(1)	(8)	10	(6)	10	21	21
		japonica	(8)	(3)	64	(4)	67	487	46	39	38	(2)	(0)	(0)	(0)	86	(32)	(2)	(17)	26	(11)	24	48	(3)	6
徳山湾	1961年3月	種個	8	7	4	(3)	(6)	(2)	2	2	3	(12)	(2)	(2)	(8)	4	4	4	4	4	4	4	(3)	6	
		C.	51	12	6	(3)	(14)	(141)	3	3	(31)	(27)	(83)	3	3	54	(20)	5	5	5	5	(6)	10	10	
		類体	13	7	11	6	11	11	18	18	12	20	13	22	18	13	6	6	6	6	6	6	8	(3)	(4)
		japonica	32	13	19	145	32	32	106	103	96	202	37	197	67	206	13	13	13	13	13	9	82	(6)	(16)
		種個	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)
		C.	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)
		類体	(7)	(2)	11	(2)	(3)	15	8	16	14	11	(1)	(1)	(0)	(0)	16	(9)	(1)	(8)	10	(6)	10	21	21
		japonica	(8)	(3)	64	(4)	67	487	46	39	38	(2)	(0)	(0)	(0)	86	(32)	(2)	(17)	26	(11)	24	48	(3)	6
宇部湾	1960年9月	種個	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40			
		C.	6	8	6	1	3	3	14	21	10	13	6	5	8	7	5	(1)	(2)	(6)	7	(2)			
		類体	19	8	13	1	5	9	90	283	150	269	11	11	28	19	20	(1)	(3)	(12)	70	(4)			
		japonica																							
		種個																							
		C.																							
		類体	14	1	5	4	3	7	6	3	5	10													
		japonica	75	1	7	11	3	12	12	3	3	10													
宇部湾	1960年9月	種個	(1)	(1)	(6)	(2)	(25)	(12)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	
		C.	(1)	(1)	(6)	(2)	(25)	(12)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	
		類体	(1)	(1)	(6)	(2)	(25)	(12)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	
		japonica	(1)	(1)	(6)	(2)	(25)	(12)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	
		種個	(1)	(1)	(6)	(2)	(25)	(12)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	
		C.	(1)	(1)	(6)	(2)	(25)	(12)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	
		類体	(1)	(1)	(6)	(2)	(25)	(12)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	
		japonica	(1)	(1)	(6)	(2)	(25)	(12)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	
遠賀川	1960年9月	種個	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40			
		C.	6	8	6	1	3	3	14	21	10	13	6	5	8	7	5	(1)	(2)	(6)	7	(2)			
		類体	19	8	13	1	5	9	90	283	150	269	11	11	28	19	20	(1)	(3)	(12)	70	(4)			
		japonica																							
		種個																							
		C.																							
		類体	14	1	5	4	3	7	6	3	5	10													
		japonica	75	1	7	11	3	12	12	3	3	10													

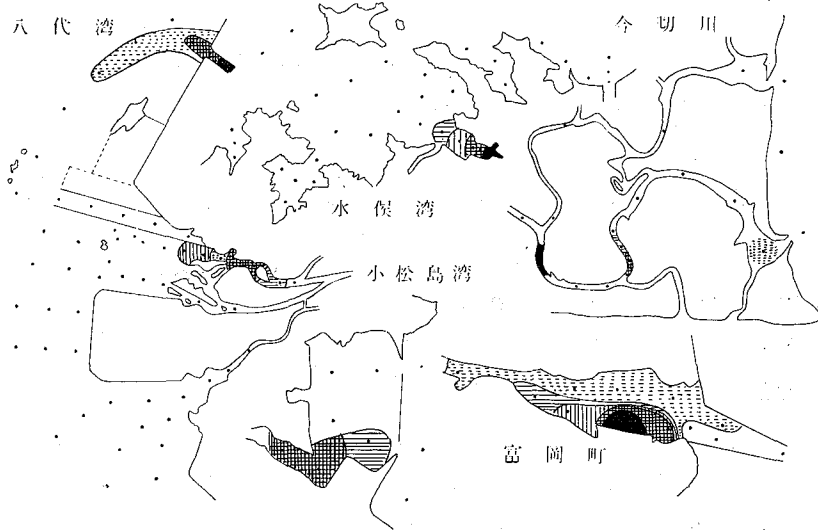


図27 *Capitella capitata japonica* Kitamori の編組比率分布図

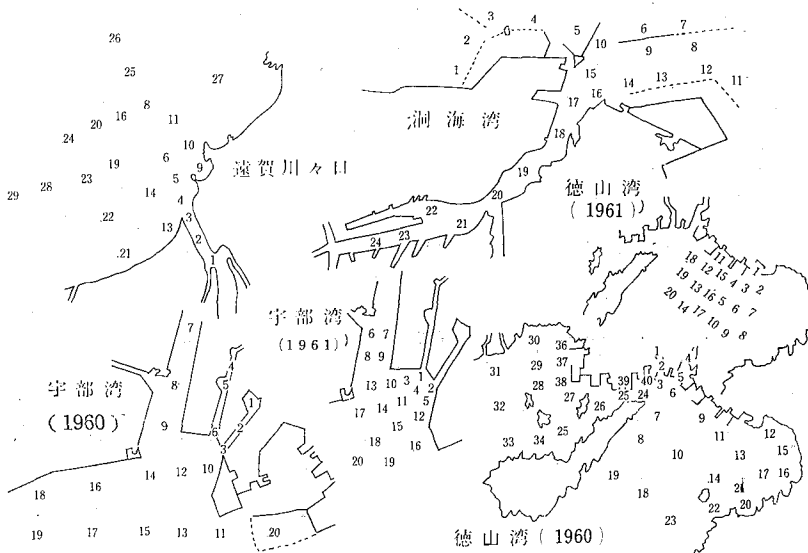
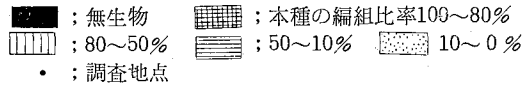


図28 表8の調査水域の採集地点番号

この両湾の調査時期が9月であり、本種が最も多数採集できる3~6月をはずれているので詳細は明らかでない。宇部湾と徳山湾では、3月の調査で、きわめて少数の本種が採集されたが、その分布様相は有機的汚濁をうけた水域でみられる特徴ある分布、優占度を示さず、指標生物としての本種の価値は少ない。無機汚濁により底生動物がうける影響は、以上のようにまだ調査例が少ないので、今後の研究にまつ点が多い。

(2) 底質の C. O. D. および硫化物量との関係

底質の粒子組成と灼熱減量との関係、および本種の分布とそれらの関係についてはさきに (1958~1960)

のべた。ここでは C. O. D. および硫化物量と本種の分布との関係を検討する。底生動物群集中の本種の編組比率と、底質の C. O. D. および硫化物量との関係を大阪港の調査結果にもとづいて検討した(表6・資料番号5, 図29, 30, 表9)。

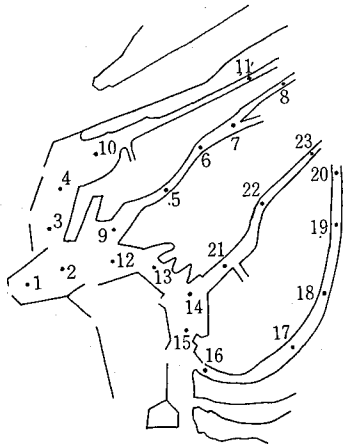


図29 大阪港調査地点番号

本種の編組比率が高くなるほど C. O. D. と硫化物量は増加するように見えるが、編組比率が0の地点でも両者の値が編組比率の高い地点とほぼ同じ範囲の変異を示し、とくに明りょうな関係は認められない。底生動物群集の種類数との関係をも、すでにのべたように、C. O. D. や硫化物量の増加にしたがって種類数が減少する傾向は認められるが、両者の値が高くても種類数がかなり

多い場合もあり、その関係は不明りょうである。大阪湾では、顕著な異常水域から正常水域へ移行する中間水域は、いわゆる過栄養水域を形成し、その底質の C. O. D. や硫化物量がかかなり多いにもかかわらず、底

表9 大阪港(図29)の底生動物調査結果

st	種類数	個体数	<i>C. capitata japonica</i>		<i>L. impatiens</i>	
			個体数	%	個体数	%
11	0	0				
10	9	88	18	20.4		
8	0	0				
7	2	19	15	78.9		
6	0	0				
5	6	60	3	5.0		
9	8	132			1	0.8
23	0	0				
22	2	26	25	96.1		
21	6	93	46	49.4		
20	0	0				
19	0	0				
18	0	0				
17	1	79	79	100		
16	8	271	210	77.4		
14	9	110			2	1.8
3	15	198			5	2.5
2	7	13			1	7.6
1	18	125			10	8.0
12	12	110			6	5.4
13	12	403			4	1.0
14	10	117	4	3.4	1	0.9
15	10	80	5	6.2		

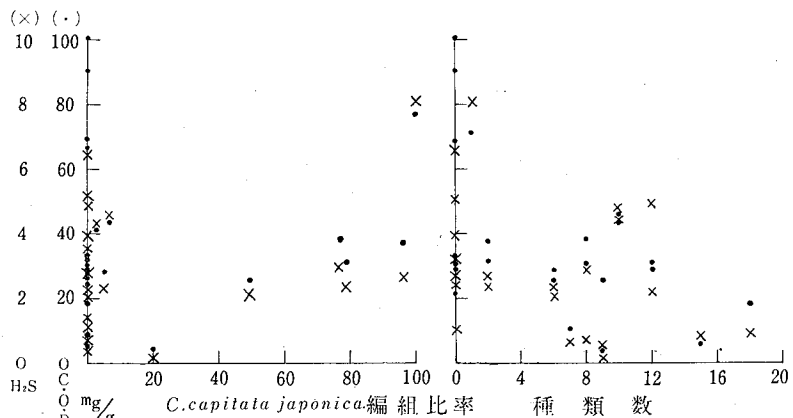


図30 *C. capitata japonica* の編組比率、底生動物種類数と底質の C. O. D. および硫化物量との関係

生動物相が豊富である。(北森・兄部, 1960)。また、後にのべるように大阪湾の底生動物群集は、古くからの汚濁の影響のためか、ほかの水域のそれとかなり異なった分布を示すことなどが、底質との関係をさらに不明りょうにしていると考えられる。

次に、C. O. D. と硫化物の測定を行なったほかの調査水域について検討する。ひとつの調査水域の汚濁度を底生動物相(本種の編組比率, 底生動物の種類数など)によって無生物域, 異常域(本種の分布範囲はこの中に含まれる), 正常域の3区に分け, それぞれの区域の底質のC. O. D. と硫化物量の範囲を調査水域別に示したのが表10である。

表10 調査水域別, 汚濁度とそれぞれの底質のC. O. D. および全硫化物量の範囲

調査地	要 因	区 分		
		無 生 物 域	異 常 域	正 常 域
泉 大 津	{C. O. D (mg/g)	14.1	6.9 ~ 26.8	3.6 ~ 37.5
	{H ₂ S (mg/g)	2.06	0.19 ~ 2.67	0.03 ~ 1.12
大 阪 港	{C. O. D.	29.13 ~ 102.52	4.00 ~ 77.60	6.16 ~ 30.84
	{H ₂ S	1.008 ~ 6.695	0.160 ~ 8.095	0.460 ~ 4.986
安 治 川	{C. O. D.		0.85 ~ 193.26	0.40
	{H ₂ S		0.01 ~ 6.04	0.02
神 崎 川	{C. O. D.	38.95 ~ 642.20	17.28 ~ 115.63	2.51 ~ 120.04
	{H ₂ S	0.767 ~ 26.730	0.558 ~ 19.210	0.094 ~ 2.129
洞 海 湾	{C. O. D.		7.58 ~ 17.61	0.67 ~ 13.41
	{H ₂ S		2.01 ~ 4.69	0.002 ~ 2.344
遠 賀 川	{C. O. D.		5.56 ~ 19.72	5.02 ~ 25.95
	{H ₂ S		0.009 ~ 0.648	0.044 ~ 1.131
水 俣 湾	{C. O. D.	26.8	11.0 ~ 29.4	0.60 ~ 69.8
	{H ₂ S	4.65	0.86 ~ 4.72	0.023 ~ 3.25
宇 部 湾	{C. O. D.	3.39 ~ 34.75	4.61 ~ 15.50	1.94 ~ 16.79
	{H ₂ S	0.088 ~ 2.723	0.057 ~ 0.447	0.011 ~ 0.869
徳 山 湾	{C. O. D.	1.93 ~ 21.56	2.99 ~ 23.10	1.36 ~ 24.26
	{H ₂ S	0.108 ~ 0.339	0.204 ~ 2.287	0.087 ~ 1.235
岩 国 港	{C. O. D.	78.55 ~ 82.70	0 ~ 45.26	0 ~ 23.46
	{H ₂ S	1.126 ~ 2.100	0.194 ~ 1.036	0.091 ~ 0.675
広 湾	{C. O. D.	3.83 ~ 157.09	19.73 ~ 86.01	12.41 ~ 46.81
	{H ₂ S	0.877 ~ 3.560	0.501 ~ 2.578	0.065 ~ 0.793

一般的には汚濁度が高くなるほどC. O. D. と硫化物量は増加するが, 3区域の間に顕著な差異は認められない。とくに, 調査水域が異なるとその差異は不明りょうとなる。すなわち, 有機的汚濁水域では両者の値がかなり多くなっても本種は生息できるが, これに反して, 無機的汚濁水域では前者に比してかなり低い値の底質でも本種は生息できない。また, 底質の灼熱減量と粒子組成との関係でみられたと同様に, C. O. D.

および硫化物量は粒子組成と深い関係を持ち, あらい底質では両者の値は減少する。

以上のように, 底質のC. O. D. や硫化物量の絶対値だけで汚濁度, あるいは底生動物群集への汚濁の程度をきめることはできない。したがって, 底質への汚濁の影響を推定するには, 底質自体の化学的調査とともに本種を含めた底生動物相をも調査する必要がある。

(3) 塩素量との関係

安治川の調査結果から, 本種の分布と底層水の塩素量との関係を検討するとともに, あわせて諸要因間の関係をみた(図31, 32)。本種の生息量は底層水の塩素量が10%以下になる

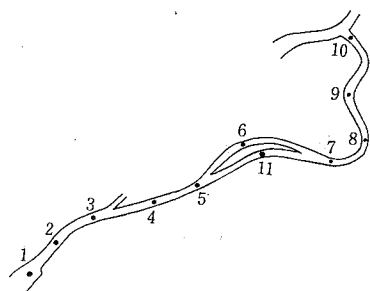


図31 安治川調査地点番号 (資料番号9)

と急激に減少し、前報(1960)でのべたのほぼ同じ範囲にある。これに対し10%以下の水域では、内水面で強腐水性水域の指標生物とされている貪毛類の1種(松江編, 1960)が急激に

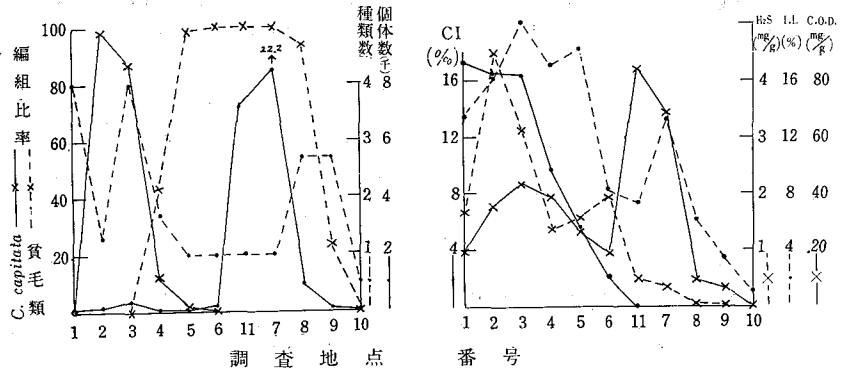


図32 安治川(図31)の底生動物群集、底層水塩素量および底質の灼熱減量、C.O.D., 硫化物量の縦断分布

増加し、その生息密度も著しく高い。

この図によってもさきにのべたとおり、動物相から推定される汚濁域(St. 2~St. 8)と、底質の硫化物量、灼熱減量およびC.O.D.の高い水域とは一致しない。St. 11, 7のC.O.D.とSt. 7の灼熱減量が多いのをのぞいてみると、底質中のこれら諸量は下流にゆくほど増加する傾向がみられ、汚濁の程度よりもむしろ粒子組成に影響されていると考えられる(粒子組成は測定しなかったが肉眼的観察では上流ほど砂礫が多い)。

(4) 大阪市内各河川の汚濁度の経年変化 昭和30年から36年に至る間、各河川で調査した地点を図33に示した。また *C. capitata japonica* と正常水域の指標生物 *L. impatiens* (後にのべる)の編組比率を各調査ごとに表11に示した。

これらの調査は採集を行なった月が一定していないし、調査地点も調査ごとに厳密には一致していないなどの不備があるが、*C. capitata*の編組比率が順次高くなるとともに、その分布範囲が河口のほうへ移動している。また無生物水域の範囲が順次ひろがっている。これに対し *L. impatiens*の編組比率は次第に減少するとともに範囲もせまくなっている。これらの現象はとくに顕著なものでなく、汚濁度が急激に増大しているとは考えられないが、数年の間には毒性が次第に蓄積され、その影響が次第に増加しつつあると考えられる。このように本種を指標生物として汚濁度の経年変化の推定も可能である。水俣湾についても昭和35年の調査についで37年にも調査を実施し、ほぼ同様の結果を得た(印刷中)。

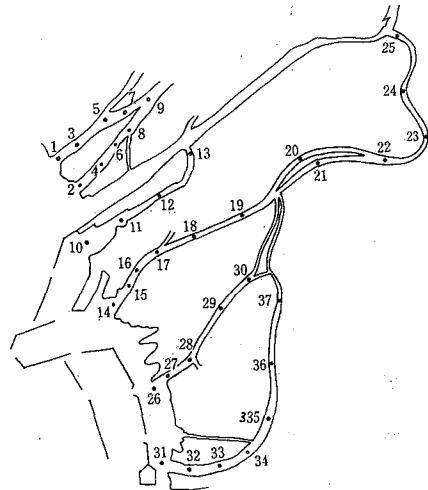


図33 大阪市内各河川調査地点番号(昭和30~36年)

第2項 *Cossura coasta* Kitamori

無機的汚濁水域の底生動物群集については、まだ調査水域の数も少なく、前述のように種類数と生息密度が正常水域に比較して少ないことが認められたにすぎない。とくに優占種あるいは指標生物と考えられる動物はまだみだされてない。しかし、本種は遠賀川川口で洗炭廃水に関連して特異な分布様相を示したので、無機的汚濁の1例としてここにのべる。

表11 大阪市内各河川 (図32) の *C. capitata* と *L. impatiens* の編組比率経年変化
 第1回 (昭和30年) : 第2回 (昭和32年) : 第3回 (昭和33年)
 第4回 (昭和33~34年) : 第5回 (昭和34~35年) : 第6回 (昭和36年)
 無: 無生物, () 貧毛類

調 査 水 域	種名 回 st.	<i>C. capitata japonica</i> 編組比率						<i>L. impatiens</i> 編組比率					
		1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
神 崎 川	1		11.5	0	20.4				3.5	14.7	5.9		
	3		75.0	78.4					0.2	0.9			
	5		86.0	87.0					0.1	0.2			
	7			98.6	99.0					0.09	0		
	9			99.8	99.0					0	0		
正 蓮 寺 川	2	0		0				2.4					
	4			15.5									
	6			22.0									
	8			78.0									
安 治 川	10		0		0		20.4		19.5		15.3		0
	11	28.2			88.0			11.6			2.2		
	12				100		無				0		無
	13				無						無		
尻 無 川	14	0	1.8			0	5.0	4.6	3.7			10.0	0.8
	15		73.6			98.0	無		0			0	無
	16		97.0				78.9		0			0	無
	17		98.0				無					0	無
	18					12(48)			0			0	
木 津 川	19					2(98)						0	
	20					0(100)						0	
	21					0(100)						0	
	22					0(100)						0	
	23					0(94)						0	
	24					0(23)						0	
	25					0(0)						0	
尻 無 川	26		1.5				0		1.9				0
	27	0						5.5					
	28						49.4						0
	29						96.1						0
	30						無						無
木 津 川	31						77.4						0
	32	37.0	91.0					2.5	0				
	33		97.0						0				0
	34		100						0				
	35						無						無
	36						無						無
	37						無						無

本種は多毛類のなかで最も小型の種類であり、その形態についてはすでに報告した(北森, 1960)。各調査水域で採集された本種の個体数を表12に示した。この表でわかるように本種を多数採集できるのは、7・8・9月に限られ、

表12 *C. coasta* 採集記録

調査水域	調査年月	個体数	調査水域	調査年月	個体数
小松島湾	昭和35年3月	7	広 湾	昭和32年8月	6
高松湾	32年9月	10	〃	33年2月	4
大阪湾	30年8月	1	〃	34年7月	10
〃	32年8月	448	大田川口	32年6月	2
〃	33年3月	2	〃	33年6月	2
神崎川	32年6月	2	岩国港	33年9月	39
〃	33年8月	56	〃	34年7月	227
〃	35年5月	19	遠賀川口	35年9月	275
西条港	33年9月	1	洞海湾	35年9月	1
			八代湾	35年4月	3

そのほかの時期には少数しか採集できない。このように季節によって採集数が著しく変動することは、前報(北森ほか, 1959~60)でのべた *C. capitata japonica*・コノハエビ (*Nebalia bipes*) にみられた現象と類似する。その原因は本種の生態的特性によると思われるが、まだ明らかでない。地理的分布をみると瀬戸内海中央部には少なく、紀伊・豊後両水道に近くなると増加する傾向がある。

図34は本種が少数しか採集されなかった洞海湾・広湾・八代湾などにおける分布範囲を示したものである。これによると本種の分布水域はいずれも河口域で、河川からの流入物が堆積すると思われる地点である。また本種を多数採集できた大阪湾・遠賀川川口・岩国沿岸水域におけるその分布状況を図35

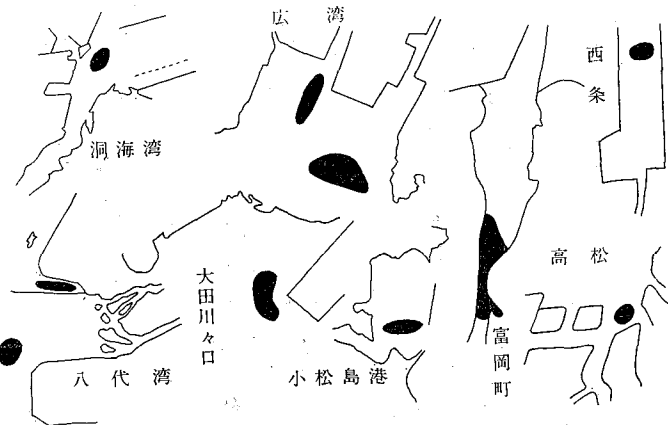


図34 *C. coasta* が採集された水域(黒色部)

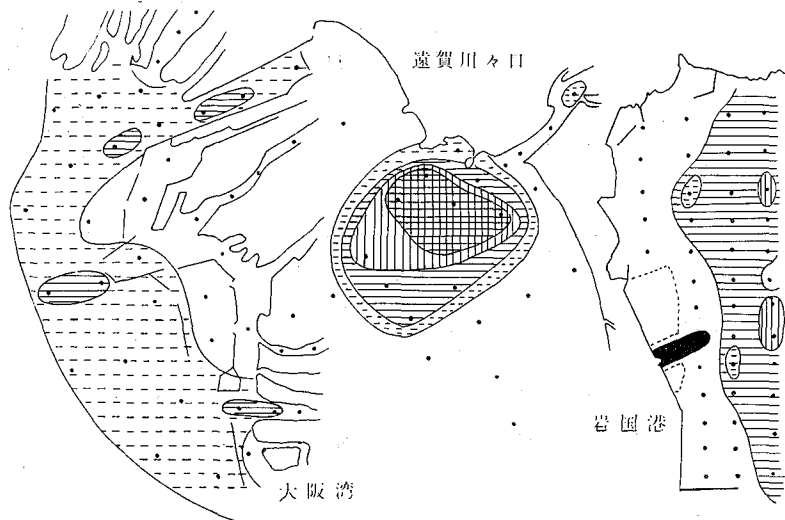


図35 *C. coasta* の編組比率分布図 階級区分は図27と同じ

に示した。図34にみられる分布範囲に比して図35のそれは広い、これは調査時期が採集個体数の多い時期にあたるためである。大阪湾・遠賀川河口ではいずれも流入河川口付近に生息密度が高く、図34にみられる分布様相と本質的には類似する。岩国沿岸における本種の分布範囲は広いが、生息密度の差は明らかでない。当水域にはとくに大きな流入河川がなく、本論文の調査水域のうちでは特殊な分布様相を示した。

表13 遠賀川河口水域の底質分析結果

st.	C. O. D. (mg/g)	H ₂ S (mg/g)	I. L. (%)
1	25.95	1.131	29.30
2	25.43	0.28	25.10
3			1.42
4			3.29
5	8.24	0.038	8.47
6	11.83	0.153	26.24
8	8.22	0.009	6.17
9	10.22	0.118	16.90
10	17.66	0.256	22.75
11	7.57	0.035	15.11
13			4.01
14	19.72	0.122	26.63
16	8.44	0.023	4.42
19	10.02	0.237	25.54
20	16.33	0.648	29.03
21			4.57
22			1.94
23	5.56	0.058	5.29
24	7.42	0.118	10.73
25	6.74	0.048	9.11
26			1.88
27			1.16
28	5.02		6.95
29		0.044	0.91

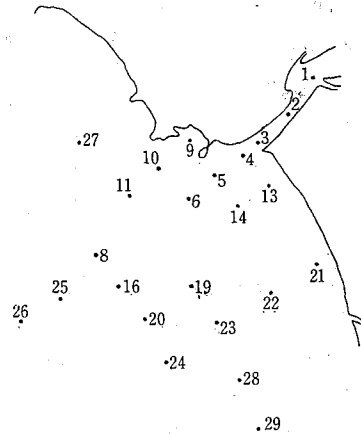


図36 遠賀川河口水域の調査地点番号

遠賀川はその流域に筑豊炭坑地帯をひかえるため、多量の洗炭廃水を含んでいる。したがって、その河口水域には廃水中の微細な粉炭や粘土が多量に堆積し、しばしば漁業上の問題を生じている。この水域の調査地点と底質の C. O. D., 硫化物量, 灼熱減量を図36, 表13に示した(資料番号48)。この水域の底質は本来砂質であったが、その上へ洗炭廃水中の微細な粉炭や粘土が多量に堆積し、茶褐色の泥地のような観を呈している。これは底質の分析結果からも推察できる。すなわち、河川部の St. 1, 2 以外では、一般的に C. O. D. と硫化物量が低い値であるのに対し、灼熱減量は非常に多い。採泥に

あたって肉眼的に認められた粘土や微粉炭の堆積範囲と、本種の分布範囲とはほぼ一致するが、前者がやや広い。すなわち、St. 23, 24, 25, 28 などには廃水中の粉炭と粘土の堆積がわずかに認められたが本種は採集されなかった。St. 23, 24 には *Sternaspis costata* Marenzeller, *Leanira yhleni* Malmgren などの比較的沖合性の多毛類(後述)が生息し、本種の分布水域とは海洋条件がかなり異なっていると推定され、それが本種の生息を不可能としているのであろう。灼熱減量が多い地点は堆積物の多い地点と考えられ、その範囲と本種の編組比率の高い範囲とはよく合致した。

このように本種は一般に河口域に多く生息し、夏季にはほかの時期に比して多く採集できる。遠賀川河口では洗炭廃水中の粘土や微粉炭が堆積している地点に優占種として出現した。これを一般化して指標生物とするには、まだ調査例も少なく、岩国沿岸のような特異な例もあるので今後の調査にまつ点が多い。しかし、*C. capitata japonica* が河川や都市工場廃水に起因する有機物の堆積量が多い水域に生息するに対し、本種の分布は河川によって運搬される土砂と密接な関係をもつといえるかもしれない。

第3項 その他の種類

多毛類 *Polydora paucibranchiata* Okuda · *Polydora (Carzzia) kempii* Southern · *Prionospio pinnata* sp. · *Audouinia commosa* Marenzeller および *Nereis* 属の数種、貝類エドガワミヅホマツボ (*Stenothyra edogawaensis* (Yokoyama)) およびホトトギス (*Brachidontes senhausia* (Benson))、甲殻類コノハエビ (*Nebalia bipes* Fabricius) などについてはすでに報告した(北森ほか, 1959~60)ように、ある特定の水域では汚濁と関係ある特徴的分布を示す。すなわち、それらは汚濁の影響を最も強くうけている無生物域や、*Capitella* 群集が発達する底生動物群集の異常域などから、正常水域へ移行する遷移地帯に多く生息する。また、Reish (1955) はカリフォルニア沿岸ロングビーチ港内の底生動物群集をしらべ、港内の汚濁度を底生動物相によって4区に分け、それぞれの区域の指標生物として数種の多毛類をあげた。このように、ひとつの水域についてみると、それぞれの環境条件の指標生物をあげることができる。しかしこれらは、著者が今まで調査してきた範囲内では、*C. capitata japonica* のように広い調査水域にわたって適用できる指標性にはかけている。したがって、前記の各種動物は指標生物としての価値はあまり高くないが、他種動物に比して汚濁に対してより強い抵抗性をもっと考えられる。

第2節 沿岸水域の総合環境をあらわす指標としての *Lumbriconereis impatiens* Claparede

多くの動物の分布はいくつかの要因が複合された条件に支配されることが多い。とくに底生動物群集の組成および、それを構成する動物の分布は、多くの環境条件が複合された状態に支配されるといわれている。多くの条件の中でも、それ自体各種の環境条件の総合状態を現わすといわれる底質条件が最も重要な要因と考えられてきた。沿岸のせまい水域の底質は、陸岸よりの距離、その地質、陸岸よりの搬入物質および、海潮流など各種の要因に支配される。したがって、底質と底生動物群集の関係の重要性は早くから認められ、この分野の研究は多い。すなわち、底質の粒子組成 (Allen, 1899 · Davis, 1923 · Prenant, 1932 · Powell, 1937 · Southward, 1957)、含有有機物量 (加藤 · 石塚, 1949 · Holme, 1949 · 1954 · Jones, 1951 · Wilson, 1953)、硬度 (三浦, 1929 · Ekman, 1947 · Chapman, 1949 · 古川, 1955)、化学的組成 (Reid, 1929 · 野村ほか, 1955) などについて報告されている。潮流と底質の関係は密接であり (宮地, 1944 · Jones, 1951 · Southward, 1957)、また潮流は直接底生動物群集の分布に影響を及ぼし、とくに浮游幼生から定着生活へ移行する時期の底生動物にとっては重要な要因である (Davis, 1923 · Orton, 1937 · Thorson, 1946 · 伊藤 · 小木曾, 1955)。水質についても塩素量 (山本, 1951 · 1954 · 1955 · Holme, 1949) や栄養塩の濃度 (Wilso, 1951 · Raymont, 1949) などの重要性のべられている。しかし一般には水温、泥温、水素イオン濃度、塩素量、溶存酸素量および波浪などは、前述の底質や潮流に比して影響が少ないとも報じられている (宮地, 1944 · Southward, 1957 · Holme, 1953 · 1954 · Smith, 1955)。

このように底生動物群集の分布と環境条件、とくに底質との関係についての調査研究は多い。しかし、その多くはあるひとつの水域内での両者の関係が論じられたものである。同じ種類について異なった水域で、環境条件との関係を調査しその普遍性を検討 (Holme, 1954) した研究は比較的少ない。ここでは、本邦の沿岸水域に普通に生息する *Lumbriconereis impatiens* Claparede の分布と環境条件との関係を検討するとともに、その指標生物としての価値を論ずる。

瀬戸内海の水温・水質については尾島・久岡 (1953)、瀬戸内海水産連絡調査要報 (1956~1959) および村上 (1954) らがくわしくのべている。これらによれば内海沿岸水域の表面水温は 8~30°C、塩素量は流入河川を多くもつ大阪湾・広島湾などで降雨期に約 9%まで低下するが、普通には15~18%である。燧灘に面する内海中央部は両水道部に比してやや低鹹である。塩素量はまた黒潮の勢力が最も強くなる 1~2月に最高となり、降雨期 6~7月に最も低下する。また4年ごとの周期をもつ年変動を示すといわれる。今回の調査水域は、周防灘や燧灘などの沖合水域を除くと、大部分が沿岸潮間帯から水深20mまでの沿岸域の浅所に限られた。その底層水塩素量は大阪・三原・福山などで 6.46~18.57%、また底層水温は 9.5~29.8°Cであった。水温、塩素量などは海洋全体についてみると底生動物の分布を支配する大きな要因であるが、本研究のごとく比較的せまい範囲では重要な要因とはならないので、特別に底生動物との関係を論じない。

本種は初め Claparede (1863) によって報告され、後に Fauvel (1923)・奥田 (1938) らによって記載されている。

本邦近海から記録された *Lumbriconereis* 属には4種あり、本種はそのうち *L. heteropoda* Marenz とよく類似するが、しかし *L. heteropoda* には鉤状剛毛が体前部になく、また体後部疣足の足葉が長く直立しているなどの点で区別できる。その分布は広く Fauvel (1923)・Hartman (1944)・Usechakov (1955)・Tebble (1959) などにより大西洋・地中海・紅海・南米・北米・印度洋および極東など世界各地から報告された。本邦でも奥田 (1938・1940・1954) や著者 (1950) が沖繩・伊勢湾・下田・東京湾・松島湾などで採

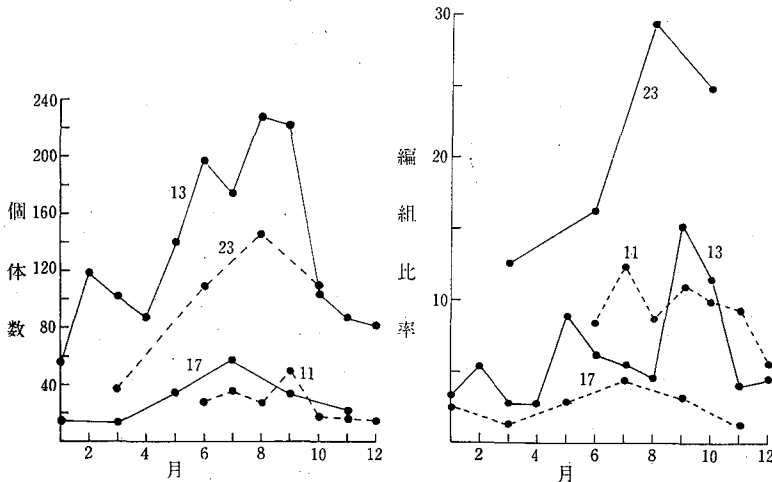


図37 *L. impatiens* の採集個体数および編組比率の季節的变化
番号は表6資料番号による調査水域

集した。本研究で調査した各水域の底生動物中の本種の編組比率は表7に示したごとくで、沿岸水域全般に広く分布する代表的多毛類である。

第1項 分布

採泥器の採集率が底質によって異なり、底生動物群集の生息密度が底質の粒子組成や

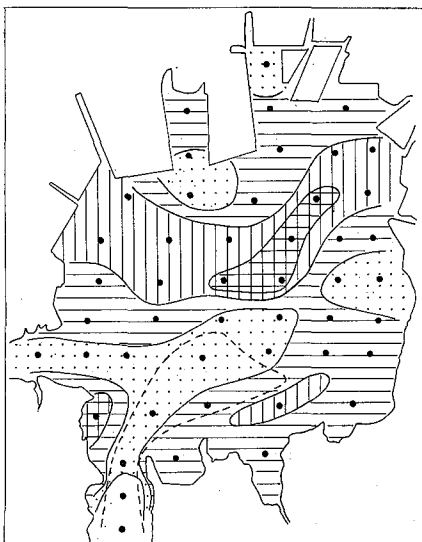


図38 松永湾における *L. impatiens* の編組比率分布図

----- 10m等深度線
 [Hatched pattern] 15%以上 [Hatched pattern] 10~15%
 [Hatched pattern] 5~10% [Dotted pattern] 1~5%
 [White box] 0.0% • 調査地点

栄養度に影響され、また底生動物自体の季節変化があることなどのため、ある特定の種を指標生物として利用するには、直接採集個体数を比較するよりも、群集生態的観点より全底生動物群集中に占めるその種類の編組比率によるほうが適切である。このような観点から本種についても、各調査水域で採集地点ごとに、全動物中の本種の編組比率をもとめ、その分布と環境条件との関係を論じた。なお、本種の採集個体数と編組比率の季節的变化を、調査数回が多い笠岡・松永・福山・大田川川口調査の結果にもとづいて、図示した(図37)。

いずれの水域でも7~9月の夏季に多く採集され、編組比率も高い値を示し、冬季には採集個体数も編組比率もともに減少する。編組比率についても季節的变化は無視できないが、個体数自体の変動に比較すれば変動の巾はせまい。次に各調査水域別に、編組比率にもとづいた本種の分布様相と諸環境条件との関係をのべる。

(1) 松永湾一本種は戸崎瀬戸に面する2地点以外の全調査地点で採集された。調査期間中に各地点で採集された全底生動物中の本種の編組比率を図38に、また、この編組比率と各地点の水深、採集動物の平均種類数、底質の粒子組成(微細泥比率・註)および灼熱減量などと

関係を図39に示す。

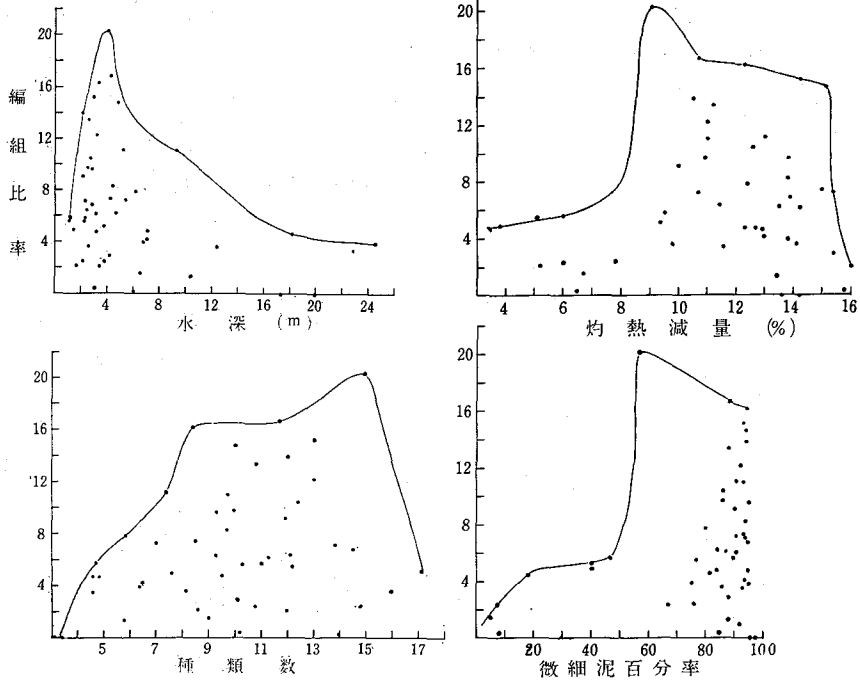
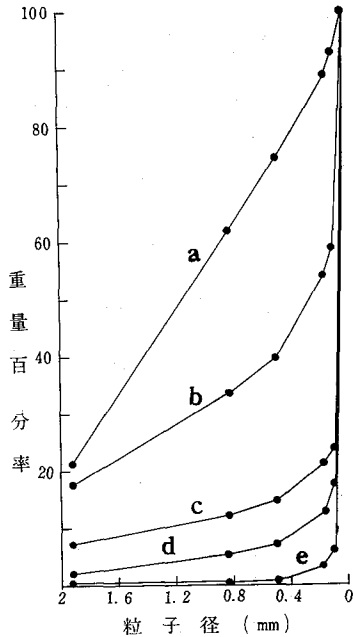
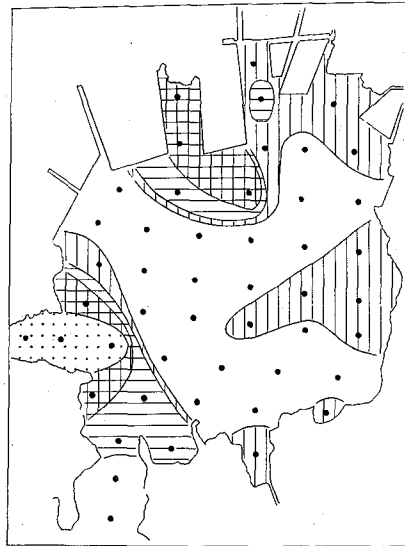


図39 松永湾における調査地点別 *L. impatiens* の編組比率と諸要因との関係

註) 底質の粒子組成を表示するひとつの方法として、微細泥比率によって行なった検討は前章でのべた。昭和28年8月に実施した粒子組成の測定結果を累積曲線で表わすと、図Aにみられるようなほ



図A 松永湾における調査地点の底質の粒子組成累積曲線のうち代表的な5型



図B 松永湾底質の粒子組成分布図 (図A累積曲線の5型による)

- a型
- b型
- ▨ c型
- ▤ d型
- e型
- 調査地点

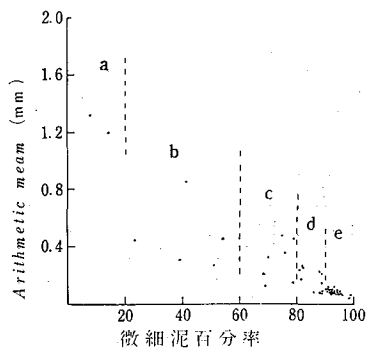
ほ5型 (a・b・c・d・e) に分けられる。それぞれの型の湾内における分布状況は図Bに示すとおりである。

また、ほかの要因との比較を便にするため粒子組成を、粒子の直径の平均値として表わす Arithmetic meanの方法 (Holme, 1954) により算定した。その計算方法の1例を表Aに示した。

表A 底質の粒子組成の Arithmetic mean 法の計算例

メッシュ	粒子径 (mm)	平均径	資料の百分率	平均径 × 百分率
>8	(4.0)~1.927	2.963	0	0
8~20	1.927~0.833	1.380	4.4	6.072
20~32	0.833~0.495	0.664	0.1	0.066
32~100	0.495~0.147	0.321	2.2	0.706
100~150	0.147~0.104	0.125	2.3	0.287
150>	0.104~(0)	0.052	91.0	4.732
			100.0	11.863

$$\text{Arithmetic mean} = 11.863 \div 100 = 0.118\text{mm}$$



図C 底質の粒子組成を表示する3方法 (微細泥比率・累積曲線、および Arithmetic mean) の関係

関係を考察した。

この方法で得られた各地点の底質粒子径平均値と、さきに得られた累積曲線の5型を比較すると以下のようである。

a型群; 1.203~1.986mm

b型群; 0.268~0.854mm

c型群; 0.123~0.477mm

d型群; 0.076~0.268mm

e型群; 0.057~0.111mm

さらに、さきにもとめた微細泥比率をくわえ、3者の関係を図示すると図Cのごとくである。

底質の粒子組成を表示する方法として、以上の3法にはそれぞれ特長がある。しかし、累積曲線では他要因との比較が困難であり、微細泥比率と Arithmetic mean との間には負の相関が認められるので、ここでは前章と同様粒子組成を微細泥比率で表わし、底生動物の分布との

図39にみられるように4要因と本種の編組比率との関係は、いずれの場合にも変動が大きく、特定の関係を認めることはむずかしく、本種の分布はそれらのうちの単一の要因に支配されることが少ないと考えられる。しかし各要因の値に対して、本種の編組比率が最大を示す点を結んで得られる曲線から、生息条件として好適な各要因の範囲を推察できる。すなわち、水深3~8mの地点が生息場として適当である。

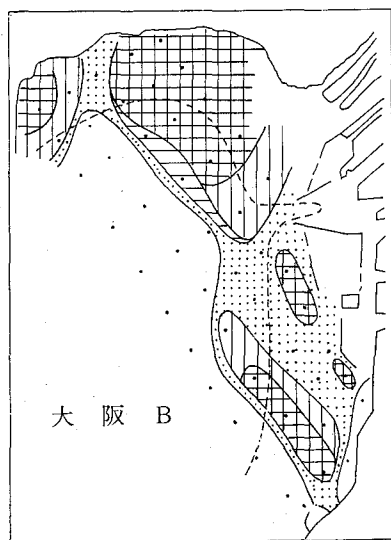
底生動物の採集種類数が多い地点ほど本種の編組比率は高いが、種類数の最も多い地点ではかえって低下する。これは、すでにのべたように採集動物の種類数と個体数の間には一般に比例的関係があるため、種類数の増加にしたがって個体数も増加するので、単一種の比率としては減少するため、条件が不適当なために生じた減少でなく、生息場としては種類数の多い地点ほど良好である。また、微細泥比率が50%以下で、灼熱減量が8%以下の底質、すなわち、砂質または砂泥質の地点では本種の編組比率が高くなることはない。また、灼熱減量が15%以上で有機物が異常に多い水域にはほとんど生息しない。これらの原因として、本種は底質の有機物量が非常に少ない砂地、またそれが異常に多い底質を好まないことが考えられる。

次に、図38にみられる本種の編組比率分布図と環境条件との関係を、さきののべた諸要因のほか潮流などの要因もくわえて、総合的に考察する。本種が採集できなかった戸崎瀬戸に面する2地点は、水深が深い

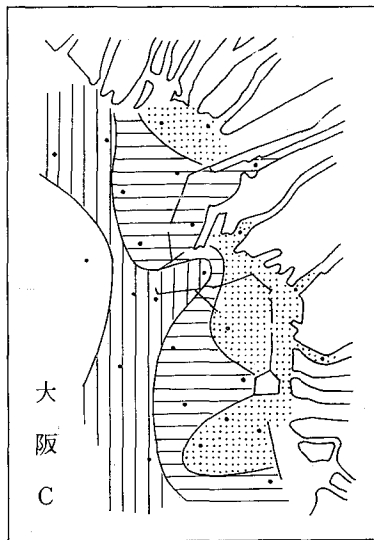
こと、沖合水の影響が最も強いことで特徴づけられ、これらが本種の分布の制限要因となっていると考えられる。尾道水道から戸崎瀬戸にいたるY字形の水域が低比率となっているのは、底質があるいは砂、あるいは砂泥であること、潮流の出入水路にあたるため潮流が早く沖合水の影響が強いこと、およびこの水域の1部に洲があり、そこが湾内で動物相の最も豊富な地点となっていることなどの原因による。また、藤江地先は前述のように停滞水域であり、底質中の有機物が異常に多く、動物相が貧困であるとともに、本種の編組比率も低下する。さらに、柳津・松永地先にみられる低比率の原因は、底質があるいはことおよび水深が浅く干潮時には露出することなどである。本種の編組比率が高い湾中央部や歌地先の環境条件の中には、前記各水域のそれと共通するものがあるにもかかわらず、アジモの繁茂、渦流の存在、沖合水の影響度、底質中の有機物の質と量などに差異がみられる。これらの水域は一般に動物相も豊富であり、水産業の面でもカキ・ノリなどの養殖に利用されたり、アサリの繁殖場ともなり、利用度の高い地点を多く含んでいる。塩素量の測定は行なわなかったが、前述のように本種が生息している範囲の底層水塩素量は6.46~18.57%であり、それに対する適応範囲はかなり広く、分布の支配的要因とは考えられない。

これらのことから本種の分布は水深、底質の粒子組成と含有有機物量、底生動物の種類数、塩素量などそれぞれの要因とかなり深い関係をもつ、しかし、それらはいずれも支配的な要因とはならず、それらのほかに潮流の早さ、方向、沖合水の影響度など各種の条件がくわわった総合環境に支配されることがわかる。反面、このことから本種の分布をしらべることによって、沖合水の影響方向や範囲、沿岸水域の環境条件、底質の栄養度などをある程度推察しうると考えられる。

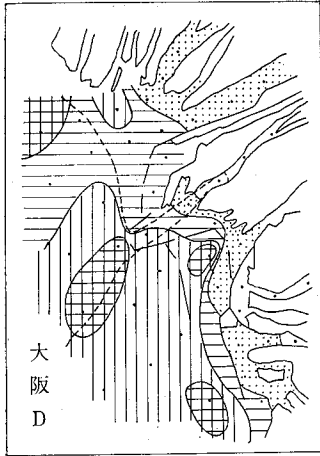
(2) 大阪湾・神崎川(図40, 1~5)一採集時期と地点が各調査によって異なるので、その分布図には多少の変化がみられる。しかし、一般的には10m等深線付近で最も高い編組比率を示し、そこから沖合と沿岸に向かって減少する。沖合における減少は北部(神戸沿岸の水域を除く)と中央部で著しく、南部ではそれほど顕著でない。この原因は湾内の潮流と考えられる。すなわち、湾内には時計廻りの潮流があり(宮地, 1938)、沖合水の影響は北部に強いためである。本種の分布は汚濁の影響をうける水域では、*C. capitata japonica*の分布と対称的に増減する。これは前報でものべたし、また表9・11によっても明らかである。沿岸水域の河口付近に向かって編組比率が減少するのは、このように汚濁の影響によることが多い。しかし神崎川のように環境条件の悪化した水域にも生息している。このような状態はほかの水域ではみられない。この特異性はさきにものべ、表10をみても、大阪湾底質のC.O.D.と硫化物量はそれぞれの区域で、ほか



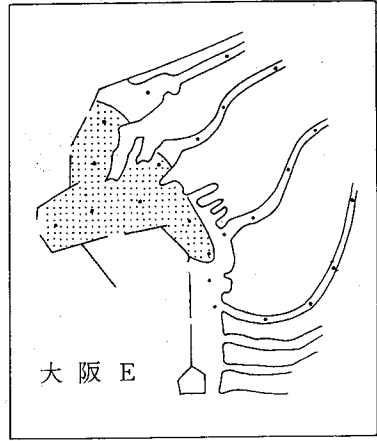
1



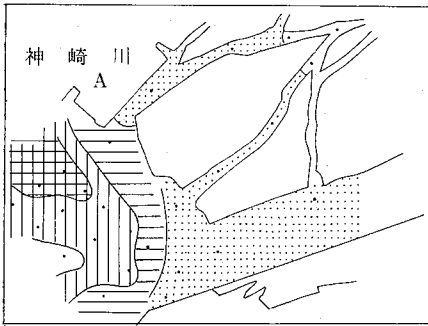
2



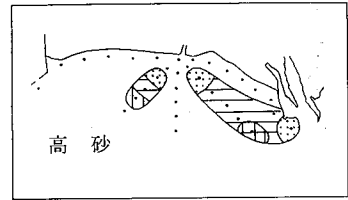
3



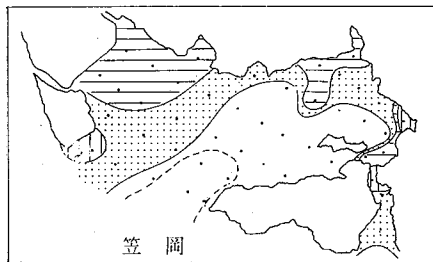
4



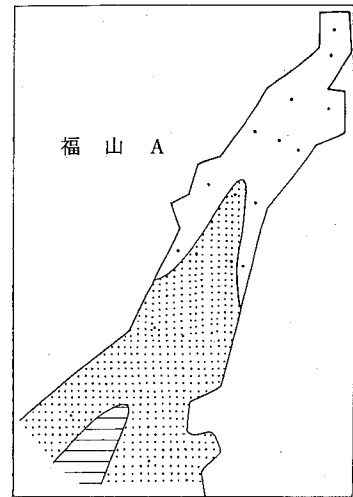
5



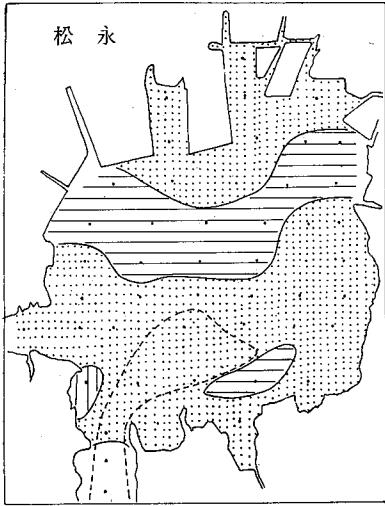
6



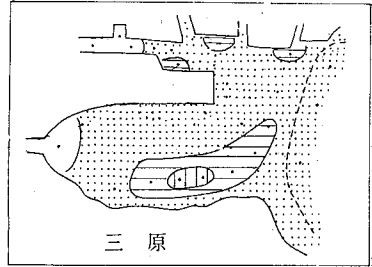
7



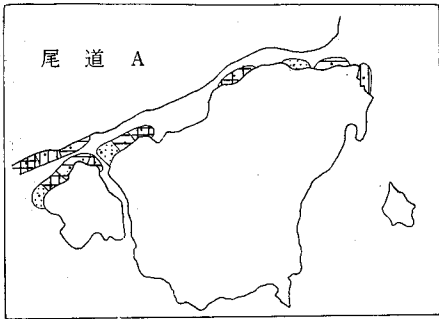
8



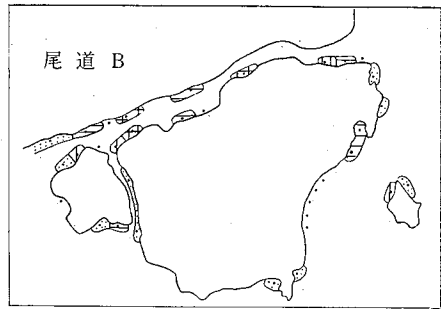
9



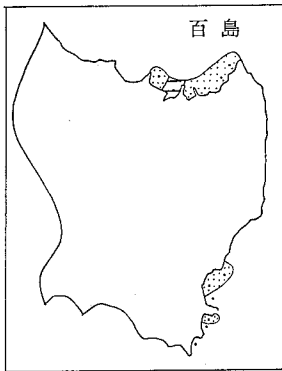
10



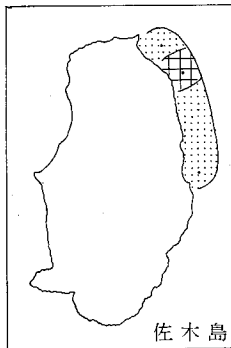
11



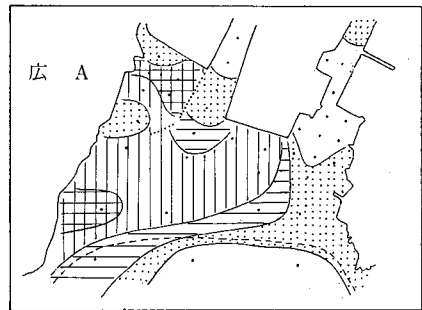
12



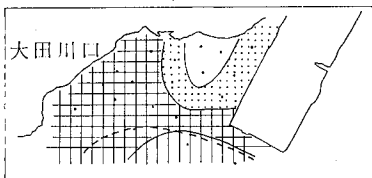
13



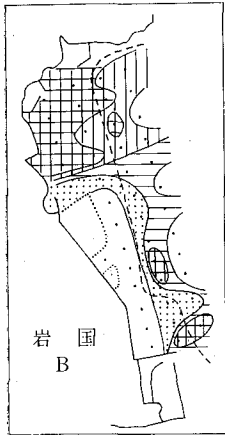
14



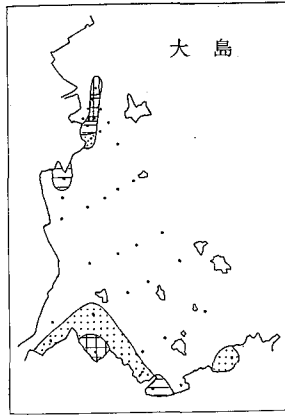
15



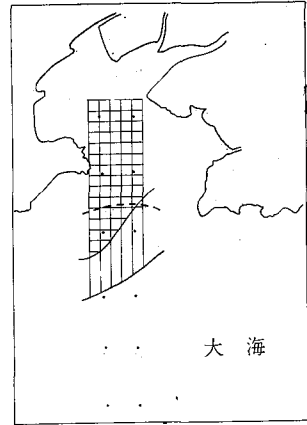
16



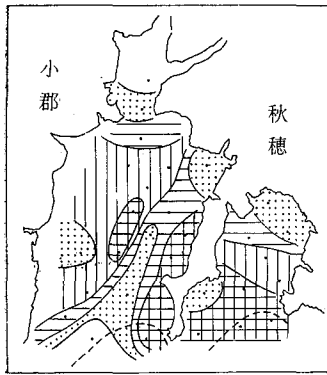
17



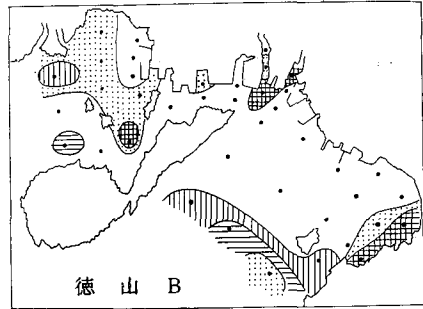
18



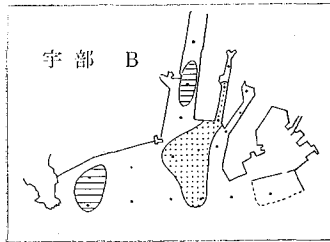
19



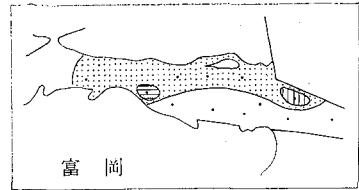
20



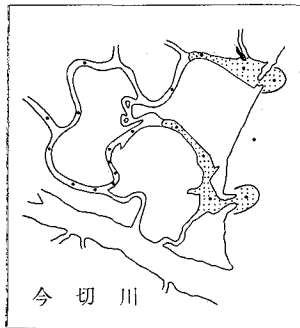
21



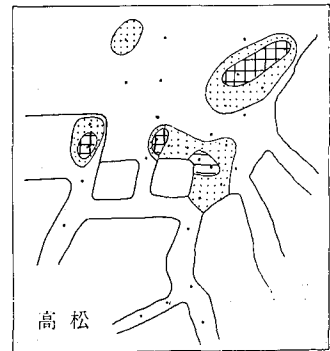
22



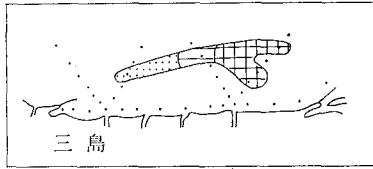
23



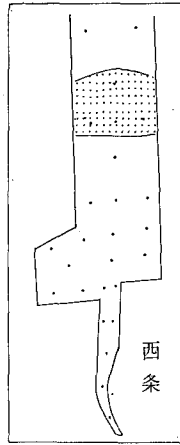
24



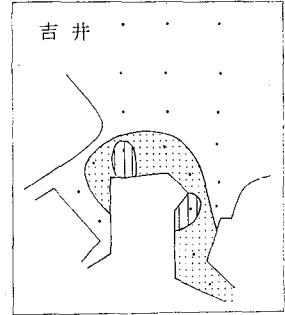
25



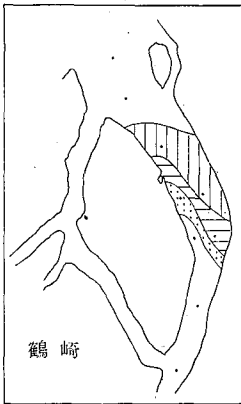
26



27



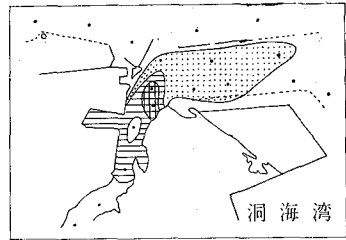
28



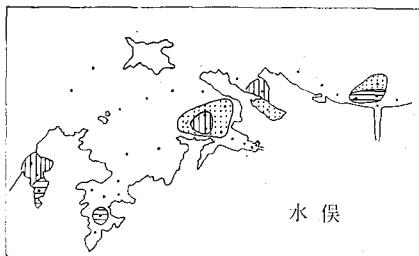
29



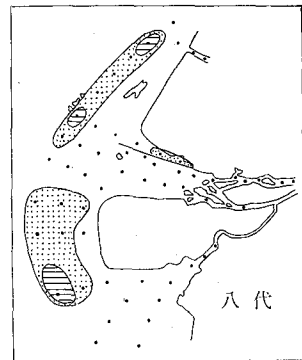
30



31



32



33

図40 各調査水域における *L. impatiens* の編組比率分布図,

点線は10m等深線,

10~20%,

調査地点

30%以上,

1~10%,

20~30%,

0%,

の調査水域より高いことからわかる。これは昔から多量の都市・工場廃水がこの水域に流入していたことが原因と考えられる。本種の編組比率分布をみると、10m等深線のかかなり沖合まで分布し、内湾的特性が広い範囲に及んでいる。これは本湾が、湾口が広い地理的条件にもかかわらず、多量の流入河川により塩素量の低下がみられ、陸岸からの運搬物が多く、ために底質中の有機物量が広い範囲にわたって多くなっていることなどの環境条件をもつことと一致する。なお、河域口での分布をみると表11に示したごとく、昭和30年には防波堤内部でも10%以上の編組比率を示したのが、次第に減少し、昭和36年にはすべての地点で10%以下となった。前節でのべた *C. capitata japonica* の増加と対称的に、本種は減少し、この水域の汚濁度の増大を示す。

(3) 高砂(図40, 6)——廃水口を中心として放射線状に設定された調査地点のうち、両翼にひろがる13地点の中央部6地点は、汚濁の影響を強くうけるため *C. capitata japonica* が生息し、本種は生息しない。沿岸の地点のうち前記中央部の6地点以外と、放射線の中央線上の地点はいずれも底質があらひ砂礫質であるため、一般に採集動物が少なく、本種も採集されなかった。水域内の汚濁の影響範囲は本種の分布からも推定できたが、採集標本数が少なく諸環境条件との関係を詳細に論じることは困難である。

(4) 笠岡・福山・燧灘(図40, 7~8)——芦田川川口、アジモが繁茂する福山新涯地先、横島地先および流入河川のある笠岡地先などでやや高い編組比率を示す。一般にその値は低く、また分布範囲も10m等深線より浅いごく沿岸水域に限られせまい。とくに沖合水の影響を強くうける神島側(川口・白井, 1944・村上, 1954)ではまったく採集されなかった。湾口が広く、流入河川が少ない本湾では沿岸の特性が弱くなっていることを示す。前記の編組比率が高い水域は、さきののべたように底生動物相の豊富な水域であり、貝類・ノリなどの養殖場として利用されている。福山入江は新涯地先から湾入する肢湾であり、ここでは編組比率は奥部に向かって次第に低下する。これは前報(1958)でのべたように、入江の最奥部に開口する下水口から排出する都市・工場廃水の影響による。図示しなかったが燧灘ではまったく採集されず、沖合水域には生息しないことがわかる。

(5) 松永・三原(図40, 9~10)——松永湾についてはすでにのべたが、各水域との比較のために同じ段階に分けて図示した。図38とはかなり相違した図となり、段階の区分をこまかくしたほうが分布様もこまかく表わされる。三原湾はさきにものべたように松永湾とよく似た環境と底生動物群集をもち、本種の分布にも類似点が多い。すなわち、砂礫底質の沼田川川口、都市排水が流入する北部入江の奥部以外の全域に広く分布し、とくにアジモが繁茂する水域ではその編組比率が高い。このアジモ場はアサリの天然繁殖場となり、またクルマエビ幼生の生息場ともなっている。松永・三原両湾ではこのように1部の特殊な地点をのぞき、全域にわたって本種が分布するのに対し、両湾に近接した笠岡湾ではせまい範囲にしか分布しない。松永湾はその地理的条件からも沿岸の特性が強いことがうなづけるが、笠岡湾と同様に湾口が広く、また三原水道から沖合水の影響をかなり強くうける三原湾で、本種の分布が豊富なのはアジモが広い範囲に繁茂しているためである。

(6) 尾道・百島・佐木島(図40, 11~14)——尾道水道や三原水道に面するこれらの水域は一般に地形、潮流および底質などの環境条件が複雑であるためと、調査地点数と回数が少なかったので、よい結果が得られていない。しかし潮流が早く、底質が砂礫質の地点では全く採集されず、アジモの繁茂する地点や渦流が生じていると推定される地点などでは高い編組比率を示す。

(7) 広・大田川川口(図40, 15~16)——広湾における本種の分布範囲は10m等深線の範囲とほぼ一致する。汚濁の影響をうけている東側沿岸部と、安芸灘水塊の影響を強くうける東側沖合水域における本種の編組比率は、それぞれ西側の沿岸部や沖合部のそれに比して低い。西広大川川口水域はノリ養殖場として利用されているが(北森, 1960)、砂質底であるため本種の編組比率は高くない。大田川川口付近の水域は降雨期には塩素量が著しく低下する。本種は河口付近と湾中央部の水深がきわめて浅い(干潮時にはほとんど干出する)砂礫底質の地点以外の全域に分布する。その範囲は10m等深線の沖合にまで及び、この水域は沿岸の特性が広い範囲に及んでいることを示す。これは大田川により陸岸から運搬された有機物が多く堆積し、栄養度が高くなっているためである。また編組比率が高い水域はカキ・ノリ養殖場として広く利用され

ている。

(8) 岩国(図40, 17) —当水域は北部に岩国港が灣入しているが、とくに大きな流入河川はなく、湾口も広く、かつ10m等深線が陸岸に近接している。これらの地理的条件からみると、この水域の沿岸の特性は稀薄と考えられる。しかし本種の分布範囲は広く、汚濁の影響をうける廃水口前面の地点(北森, 1960)以外の全域に分布し、10m等深線の沖合にまで及んでいる。とくにアジモが繁茂する南部と、新田ら(1953)が港の影響のある底質としてC. O. D. が高い値を示すことを指摘した、北部の灣入部などで本種の編組比率は高い。これらはいずれも底質中の有機物が適度に豊富にあるためであろう。このように地理的条件から推定されるよりも、本種の分布範囲は広く、また編組比率も高い。このような本種の分布の特異性は、さきへのべた *C. coasta* の分布にもみられた特異性と同様に、この水域の特異性を物語る。その原因は明らかでないが、10m等深線がきわめて陸岸に近接していること、潮流が比較的早いこと、および1部にアジモが生育することなどによるものと思われる。また、パルプ工場廃水中に含まれる微細な樹皮が10m等深線付近にも沈降しているのがみられ、廃水の悪影響がなくなったこれらの地点では、この沈降物が河川による流入堆積物と類似の影響を底質にあたえ、底生動物群集にとって1種の栄養源となっているとも考えられる。

(9) 大島・大海(図40, 18~19) —調査地点、回数ともに少なく、詳細は明らかでない。しかし、この図から沿岸の性状の及ぶ範囲や、本種が沖合水域には生息しないことなどが推定できる。周防灘については図示しなかったが、燧灘同様本種はまったく採集されなかった。

(10) 秋穂・小郡(図40, 20) —本種の編組比率は両者の場合ともその湾奥部に減少する。秋穂湾では沖合に向かうほど編組比率が増大する。湾奥部に分布が少ないのは、水深が浅く干出時間が長くなるためである。小郡湾の湾口部から中央部にわたる編組比率が低い水域はみお筋あたり(木幡・井上, 1959)、この水域は沖合水の影響方向を現わしていると推定される。両湾の底質は大部分が砂地であるにもかかわらず、全般に本種の編組比率が高く、ほかの水域とは異なった様相を示す。これは後にのべるように、アジモ場の存在による底質の富栄養化による。なお湾内ではノリ・カキ・クルマエビなどの養殖や蓄養が広く行なわれている。

(11) 徳山・宇部(図40, 21~22) —これらは無機汚濁の影響をうけている水域である。徳山湾では湾中央部と水道部および黒髪島(湾中央部にある島)西側奥部などかなり広い範囲にわたり本種が生息せず、かえって沖合水域に生息する。それは、この図が夏季の調査結果であるためで、昭和36年3月の調査では廃水口付近のごく沿岸水域を除いた、湾内全域に本種の分布がみられた。宇部湾では廃水の影響が最も顕著にみられる工業運河とその河口域に本種は生息せず、宇部川とその河口域に生息する。宇部川の中の地点で採集されていない地点は、その底質があらひ砂礫質である。湾西部の2地点で採集されたが、ここは岬のかけになり、渦流が生じ、有機物の堆積も多い。宇部川とその河口付近ではノリ養殖が行なわれている。

(12) 富岡・今切川(図40, 23~24) —紀伊水道に面し、顕著な灣入もなく、外海水の影響を直接うけるこれらの水域では、本種は主として河川部に生息し、海域には少数しか生息しない。なお、今切川の本種分布範囲の最上流地点で、表層水塩素量は8.14%で、本種の分布範囲としては最低であった(徳島県, 1959)。富岡では製紙会社の工場廃水が流入する右岸には *C. capitata japonica* が生息し、これに対し左岸には本種が生息して、両種が対称的な分布をなしている。

(13) 高松(図40, 25) —汚濁の影響をうける各河川部には本種は生息しない。本種は一般に河口域と沿岸水域に多いが、その分布相はかなり不規則である。その原因としては地理的条件の複雑さに基因する底質の不規則さによる。すなわち、粒子組成のあらひ砂礫質の地点が散在している。調査回数が少ないこともまた原因のひとつである。

(14) 三島・西条・吉井(図40, 26~28) —これらの水域は燧灘に面して灣入もなく(西条も地理的灣入でなく防波堤が突出している)、比較的接近しているが、底生動物相にはそれぞれ特徴がみられる。すなわち、汚濁の影響をうける三島・西条では、最も沿岸部は無生物域か *C. capitata japonica* の優占水域となり、本種はその外縁のやや沖合に生息している。汚濁現象がみられない吉井地先では、本種は最も沿岸部に生息している。西条、とくに吉井地先は三島沿岸に比して、水深が浅く潮間帯が広い範囲をしめているの

で地理的条件としては沿岸の性格が強いと考えられる。しかし、本種の分布範囲は三島沿岸におけるよりも陸岸に近接し、しかもせまい範囲に限られている。また西条・吉井地先では *Echinarachnius sp.* が多数採集され、この点でも三島地先の動物相との間に差異が見られる。3水域の中で、三島沿岸は最も多量の流入河川をもつこと、吉井・西条は三島よりも来島海峡に近接しているため外海水の影響をうけることが強いことなどが、このような底生動物相、ひいては本種の分布様相の差異をうむ原因と考えられる。

(15) 鶴崎・佐伯(図40, 29-30) — これら水域における本種の分布は、紀伊水道に面する富岡・今切川でみられたと同様に、この水域が豊後水道に近く顕著な鬱入もなく、外海水の影響を強くうけるため、河川部やきわめて沿岸のせまい範囲に限られている。鶴崎の調査地点のうち、最上流地点はあらい砂礫質底であるため、また中流地点は付近からパルプ工場廃水が流入するため本種は生息しなかった。廃水口付近には *C. capitata japonica* が優占的に生息するが、それは下流に向かって次第に減少する。これに対し、本種は下流に向かって次第に増加する。しかし、河口域に達すると外海水のためふたたび生息しなくなる。本種が生息している範囲の表層水塩素量は 10.29~16.52% で、また、この水域はノリ養殖場として利用されている(大分県水産試験場, 1958)。佐伯湾では1地点で採集されたのみで詳細については明らかでない。

(16) 洞海湾(図40, 31) — 汚濁の影響によって底生動物相が貧困となっている奥部水域、および防波堤より沖合の外海水の影響が強い水域には本種は生息しない。この両水域の中間に位置し、動物相の豊富な水域において本種の編組比率が増加する。洞海湾に近接した遠賀川川口および苅田地先では、いずれも廃水の影響がみられなくなった、異常水域の外縁の2地点で採集されたにすぎない。これらの水域における本種の分布範囲は一般に瀬戸内海沿岸水域でみられたように広くはない。しかし、1地点での編組比率は比較的高い。

(17) 水俣・八代(図40, 32~33) — 水俣湾はかなり陸地に鬱入しているが、本種の分布範囲は湾奥部と河口付近のきわめて沿岸水域に限られてせまい。八代湾ではかなり沖合に、しかも広い範囲に生息している。水俣湾には大きな流入河川がなく、各地点での測深を実施しなかったが、10m等深線は湾中央部まで及んでいるといわれる。これに対し、八代湾には玖磨川からの流入水量が多く、水深は一般に浅く、大部分の調査地点が10m以浅であり、とくに河口付近は浅い。また河口付近の底質は大部分があらい砂礫底質である。上述のごとき両水域間における本種の分布様相の差異は、このような環境条件の差異にもとづいている。八代湾の玖磨川川口水域の底質が上述のように砂礫質であること、および水深が浅く干出することなどのため本種は生息しないが、ノリ養殖場として広く利用され本調査を通じての例外的存在であった。本種の生息範囲の中には、アジモが繁茂する水域を含み、また河川の運搬物のうちこまかい有機物は河口域よりもむしろ多く堆積し、底生動物相が最も豊富となっているような地点を含んでいる。現状では河口域が養殖場としてじゅうぶんな広さをもっているため、この水域は養殖場としては利用されていないが、スダテ(建綱の1種)の好漁場となって有用水産動物が豊富に生息することを示している。

以上のべたことから本種の分布について、環境条件との関係について特別な地域性は認められないが、一般に瀬戸内海中央部ではその分布範囲が広く、1地点での編組比率は低い。これに対し、豊後・紀伊水道域や外海に直面し、沖合水の影響を強くうける水域では、瀬戸内海中央部に比して分布範囲がせまく、かつ沿岸近くに限られ、また1地点での編組比率はしばしば高くなる。

第2項 分布と環境条件の関係

前項では本種の編組比率からみた分布様相を環境条件と対照しながら各調査水域別に検討した。ここでは、各水域で得られたそれらの結果を相互に比較し、さらに分布と環境条件との関係を各水域の特性にてらしながら検討する。前項松永湾のところでのべたように、本種の編組比率と各要因との関係を示す曲線を各調査水域ごとにもとめ、それによって比較検討した。

(1) 水深との関係(図41)

水深が2m以浅の陸岸に近接した地点では本種の編組比率は低下する。この原因としては、沿岸の浅所の底質はあらい砂礫あるいは、砂質であることが多く、干出時間が長く、また往々にして都市・工場廃水の影

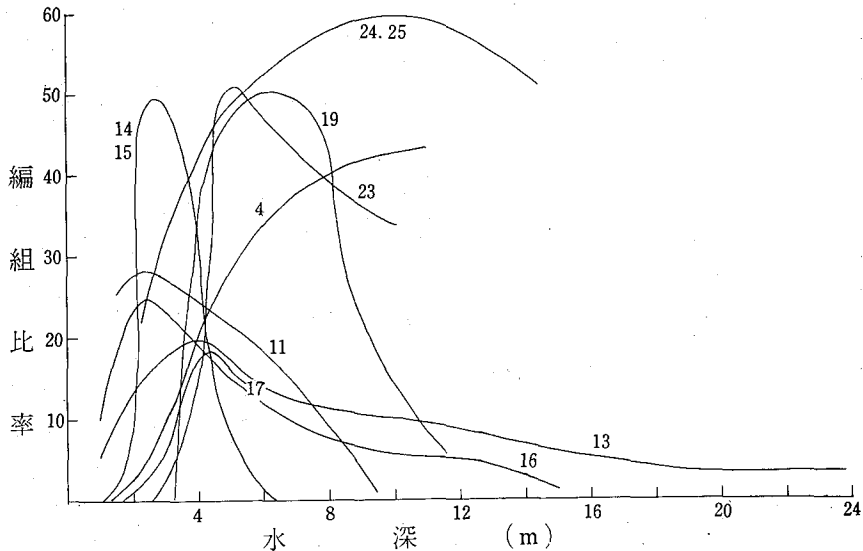


図41 水深と *L. impatiens* の編組比率との関係
 番号は表6の資料番号による調査水域
 曲線は図39の方法によりもとめた。

響をうけることが多いなどである。水深が2m以深になると編組比率は次第に増加するが、ある程度以上になるとふたたび減少する。これは、沖合水の影響が強くなり、沿岸の特性が弱くなるためである。編組比率が減少しはじめる水深、両者の関係を示す曲線の型などはそれぞれの調査水域によって差異がある。

尾道のように水道部に面する水域で、沿岸の特性と沖合の特性がせまい範囲に共存する水域では、この曲線は急激な増減を示し、ここに近い笠岡・松永・三原湾などにみられるゆるやかな曲線との間に差異がある。紀伊・豊後両水道に近い水域や外海に面する水域については、各調査地点で測深を行なわなかったが前項でのべたように、それらの水域における本種の分布範囲はせまく、しかも編組比率が高いため曲線の型は尾道のそれに類似すると考えられる。この原因は瀬戸内海の内湾水域に比して、水道や外海域では沖合水の影響が岸の近くまで及ぶためである。この事実は笠岡・福山・松永・三原など瀬戸内海中央部の内湾水域では、本種の編組比率が30%をこえることがなく曲線の傾斜がゆるやかであるのに対し、紀伊・豊後両水道に近い大阪・広・大田川川口・小郡・秋穂などでは50%に達するとともに、急傾斜を呈することによってもうかがえる。大阪・大田川川口などでは10m以深の地点でもなお高い編組比率を示すが、これは前述のように流入河川水量が多く、ために沿岸の特性が深所まで及んでいることを示す。また、松永・三原湾などでも、その編組比率は低い値であるが、深所にまで分布することを示す。これは、湾内の広い範囲にわたりアジモが繁茂しているため、その影響が深所にも及ぶためである。小郡・秋穂両湾も特異な関係を示すが、これについては底質との関係の項でくわしくのべるが、アジモの繁茂がその原因となっている。

したがって、本種の編組比率は水深よりも、沿岸から沖合にかけての環境条件の傾斜に支配されることが多い。

本種の編組比率と水深の関係について得られる曲線は、岸から沖合に向かっての環境条件（物理・化学・生物的）の傾斜の度合を示すひとつの基準となるのであろう。そして、この傾斜は内湾ほどゆるやかであり、水道部や外海に面する水域では急激に変化する。流入する河川の水量が多い水域や、アジモが広い範囲に繁茂する水域などでは、沿岸の特性は水深の深いところまで及ぶとともに、この曲線の傾斜もゆるやかな変化を示す。

(2) 底質の粒子組成との関係 (図42)

底質の粒子組成を表わすには前述の理由から微細泥比率によった。一般には微細泥比率が50%以下、すなわ

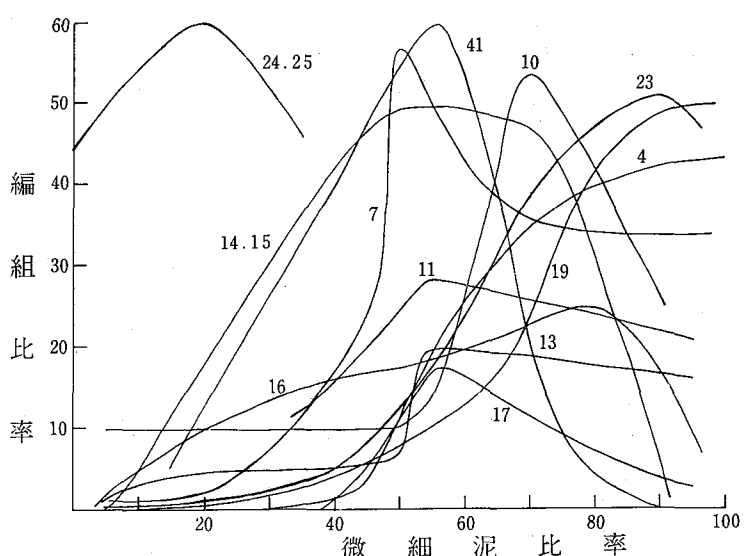


図42 底質の微細泥比率と *L. impatiens* の編組比率との関係
図41と同じ表示法

の範囲で本種の編組比率が最高となることが多く、微細泥比率が90%以上になるとふたび減少する。この減少の原因は、水深が深い沖合の地点ほど微細泥比率が高くなること、すなわち、沖合水の影響が強くなるため本種の分布に不適当な条件となるためである。秋穂・小郡両湾はさきに水深の項で特異性がみられたが、ここでもほかの水域と比較して著しい相違がみられる。この水域は水深が比較的深いにもかかわらず、その底質はすべて砂ないし砂礫質である。しかも、木幡・井上(1958)がのべているごとく、湾内には広い範囲にアジモが繁茂し、湾中央部にはみおがあって、その周辺には堆積物が多い。これらは図26でみられるように、小郡湾底質の灼熱減量がその微細泥比率に比し、他水域の両者の関係と比較して、灼熱減量が著しく多いことにも現われている。このように、底質の有機物量が砂地としては豊富であることが、底質の栄養度を

ち、砂ないし砂礫底質の地点で本種の編組比率は急激に減少する。これは、本種が主としてデトリタスを食するので、底質があらいつきには餌料がじゅうぶんに得られないこと、砂ないし砂礫底質の地点は多くの場合きわめて岸に近く水深が浅く干出時間が長いこと、また砂泥底質の動物相は最も豊富で底生動物の採集個体数が著しく多い場合があることなどの原因による。微細泥比率が50~80%

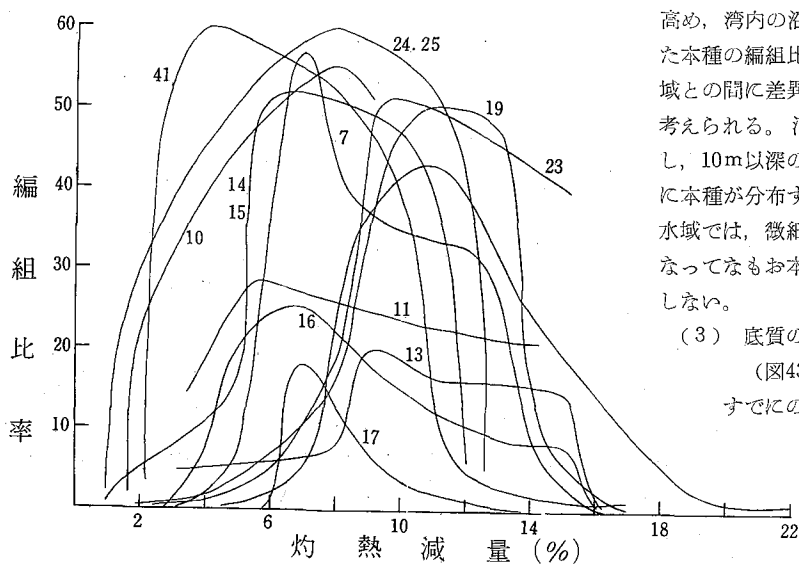


図43 底質の灼熱減量と *L. impatiens* の編組比率との関係
図41と同じ表示法

を高め、湾内の沿岸の特性を高め、また本種の編組比率を高くして、他水域との間に差異を生ぜしめていると考えられる。河川水が多量に流入し、10m以深の沖合にまで広い範囲に本種が分布する大阪・大田川川口水域では、微細泥比率が90%以上となっても本種の編組比率は減少しない。

(3) 底質の灼熱減量との関係
(図43)

すでにのべてきたように、底生動物群集の分布は底質の栄養度に支配されることが多い。ここでは、その尺度として灼熱減量を取り、本

種の分布との関係を考察した。本種の分布と水深あるいは底質の粒子組成との関係にみられたように、灼熱減量との関係の場合もその高・低両端に向かって本種の編組比率が減少する一般的傾向がみられる。そして、灼熱減量が6~12%の範囲で本種の編組比率が最高となる水域が多い。水深や粒子組成との関係の項でみられた秋穂・小郡両湾の特異性はここではまったく現われぬ。灼熱減量が低下した地点で本種の編組比率の減少するのは、そのような底質があるいは砂質のためであり、その理由についてはさきにものべた。灼熱減量が増加すると編組比率が低下する原因にはふたつの場合がある。すなわち、沖合水域で底質の粒子組成が一般にこまかく、灼熱減量としては比較的高い値を示す場合と、沿岸水域でも有機的汚濁がみられる地点では灼熱減量が高くなる場合とである。大阪湾での本種の分布についてはさきにものべたが、灼熱減量が20%以上という異常に高い値の地点にもなお生息し、他水域にはみられない特異な現象を示す。これは、本湾には古くから都市排水や工場廃水があったため、有機物質もまた古くから徐々に蓄積され、その間に本種にもある程度の適応性が生じたためと考えられる。アジモがよく繁茂している三原・松永湾や、流入河川水量が多量にある大阪・大田川川口水域では灼熱減量が15%に達してもなお編組比率が高い。このような状態をのぞけば、一般に灼熱減量が14%をこえることは、有機的廃水に起因する異常現象以外にはないのが普通である。そして、灼熱減量が12%以上になると編組比率が次第に減少することはさきにものべたが、前記三原・松永・大阪・大田川川口などとの間にみられる相違は有機物の質的相違（灼熱減量では表わせない）によるのであろう。

(4) 底生動物群集の種類数との関係 (図44)

本種の分布と、底生動物群集の種類数との関係をのべる。一般に種類数が少ない地点は汚濁の影響をうけているか、沖合水の影響が強いのか、あるいは底質が非常にあるいは礫地のような場合が多い。このような条件にある地点では本種の編組比率も低い。

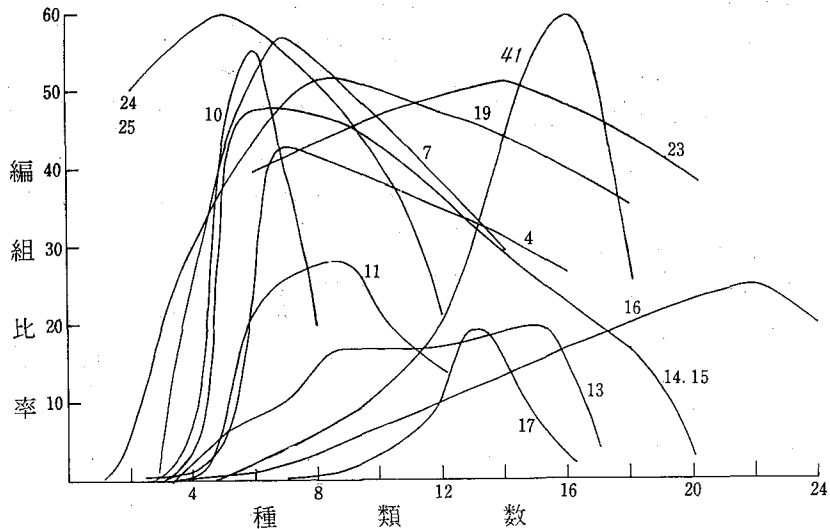


図44 底生動物群集の種類数と *L. impatiens* の編組比率との関係
図41と同じ表示法

秋穂・小郡湾では種類数が少ない地点でも編組比率はかなり高い、この原因は明らかでないが前記の底質にみられた特異性によると考える。一般に種類数が増加するにしたがって編組比率も高くなる、しかし、どの水域でも種類数が最大となる地点では編組比率が減少する。これはさきにものべたように、種類数の増加にしたがって個体数が増加するため、この現象がとくに顕著に現われている福山・松永・尾道・高松・高砂などでは、種類数の多い地点の底質は本種が生息するのに好適でない砂質であるため編組比率が急激に減少している。瀬戸内海とその近接水域の沿岸部でノリ・カキなどの養殖場として水産上有効に利用されている水域は、沿岸水域の中でも底生動物相が豊富であり、また本種の編組比率が高い水域であることが多い。

(5) その他の条件との関係

水温・泥温などは、本種が三陸沿岸から沖縄にいたるまで分布するのをみれば、瀬戸内海では本種の分布

を支配する大きな要因とは考えられない。潮流との関係についてはとくに調査しなかったが、種類数と潮流との関係と同様な事象が推定される。

福山入江(北森, 1958) でみられたごとく、汚濁の影響によって底層水の溶存酸素量やPH値が著しく低下することがあり、このような水域ではそれらが本種の分布に対して制限要因となるが、正常な水域では特別な関係は認められない。本種の生息水域の塩素量の変異はかなり大きく、今切川・安治川などでみられたように、河川水域と沖合水域の間で塩素量の変動が大きい汽水域に生息する。海水中の栄養塩類については調査を行なわなかったが、Raymont (1949) は施肥による底生動物群集の増加を報告しているので、本種の編組比率が高く、底生動物種類数の多い地点の栄養塩類は、他に比して豊富であると推定される。底質の硫化物量やC. O. D. は有機的汚濁水域や停滞水域で異常に増加することがあり、そのように異常な増加は本種の分布を阻害する要因となる。しかし、単に硫化物量やC. O. D. の絶対値だけから本種の分布を規定することはできない。これは灼熱減量との関係、また表17に示したこれらの要因と *C. capitata japonica* の分布との関係と同じである。

(6) 結果 本種の分布の様相は諸種の環境条件が総合された海況をきわめてよく標示するといえる。すなわち、水深・水質・底質などの環境条件と本種の分布との関係をひとつの水域内で検討すれば、本種の生息範囲はかなり広い巾の変異をもっており、しかもある好適範囲のあることがわかる。さらに、これを多数の水域について比較すると、好適範囲の巾は1水域での場合より広くなり、上記の各種条件のほか潮流、流入河川、アジモの有無など各種の要因が総合された環境と深い関係をもつことがわかる。また、本種は分布範囲が広いこと、採泥器による採集頻度が高いことなどが指標生物としての有効性を高めている。

本種は環境条件が複雑でその変動の巾が広い沿岸水域に生息し、その編組比率は海底域の栄養度を総合的に標示する。ノリ・カキなどの養殖場の適地判定、沖合水の影響方向と範囲の推定、また *C. capitata japonica* の分布と比較対照して汚濁の影響範囲を推定し得るなど、本種は指標生物としての応用性をもっている。

第3節 ダルマゴカイ (*Sternaspis costata* Marenzeller) とマサゴウロムシ (*Leanira yhleni* Malmgren) の指標性について

沿岸水域でも水深が10m以上になると一般に水質・底質などの環境条件が、より浅い水域のそれとは異なることが多い。底生動物群集についてもすでにのべたように、10m以深の水域では種類数と個体数は少なく、また多毛類編組比率が減少し、貝・甲殻類の編組比率が増加するばかりでなく、また生息する種類も異なることが多い。第1・2節でのべた数種の多毛類は、いずれも10m以浅の水域に主として生息する種類であるが、ここにのべるダルマゴカイ・マサゴウロムシは、主として10m以深の沖合水の影響が強い水域に生息する多毛類であり、ここではこのような水域の指標生物としての本種の価値を検討する。

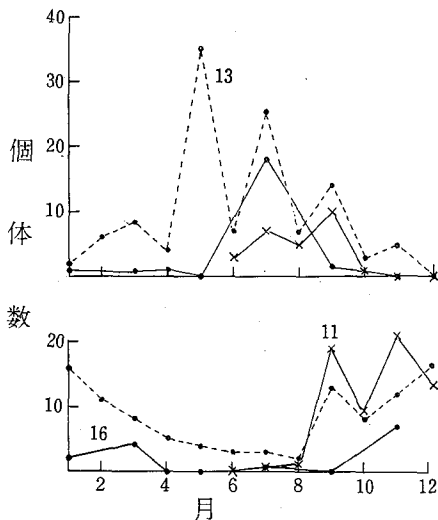


図45 ダルマゴカイ (*S. costata*) (上図) とマサゴウロムシ (*L. yhleni*) (下図) の採集個体数の季節的变化
番号は表5の資料番号による調査水域

ダルマゴカイ (*Sternaspis costata* Marenzeller) (Marenzeller, 1879) ・マサゴウロムシ (*Leanira yhleni* Malmgren) (Malmgren, 1869) は世界的にも広く分布し、わが国でも宮地ほか(宮地・増井, 1942) ・宮地・増井・波部, 1944) ・白井・山根, 1944) ・川口・白井, 1944) が七尾湾・児島湾などで採集し、強内湾性の指標生物として報告している。奥田(1933) は本種の形態についてのべた。

本種の採集個体数の季節的变化を、調査回数の多い松永・笠岡・三原湾の資料にもとづいて図45に示した*。
 ダルマゴカイは5～9月の夏季に多く採集され、10月から4月の冬季には少数しか採集されない。これに反して、マサゴウロコムシは4～8月の夏季には少数であるが、9月から3月にいたる秋・冬期には多い。このように両種の出現は季節的にほぼ交代していることがうかがわれる。松永湾における全調査中の地点別のダルマゴカイとマサゴウロコムシの編組比率分布を、それぞれ図46・47に示す**。

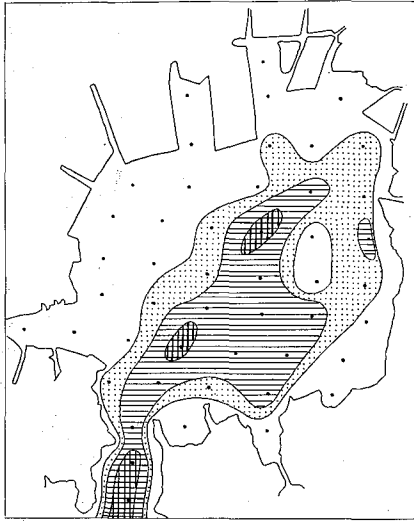


図46 松永湾におけるダルマゴカイ (*S. costata*) の編組比率分布図
 ■■■■ 5%以上
 ■■■■ 1～5%
 ■■■■ 0～1% ・ 調査地点

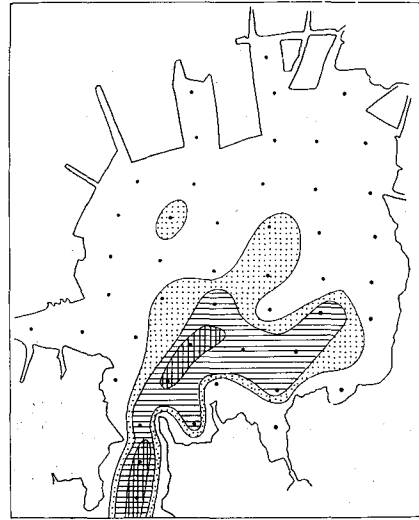


図47 松永湾におけるマサゴウロコムシ (*L. yhleni*) の編組比率分布図
 記号は図46と同じ。

組比率分布は、いずれの場合も水深が最も深く、沖合水の影響が強い戸崎瀬戸に最も多く生息し、順次湾中央部に向かって減少している。これは沖合水の影響度との対応を示すものである。尾道水道に近い水域は戸崎瀬戸について沖合水の影響が強いにもかかわらず、本種がまったく採集されなかったのは、底質があるいは砂地であること、潮流が早いことなどによると考えられる。また、ダルマゴカイが藤江地先の2地点で採集されないのは、この水域が前述のような特異性をもっていることによる。ダルマゴカイとマサゴウロコムシの分布範囲を比較すると、前者のそれは後者のそれに比して広く、かつ沿岸に近い地点にまで及んでいる。このような両種の間にはみられる生息域の差異は、沿岸の環境条件の傾斜がゆるやかな水域、たとえば笠岡湾 (*L. impatiens* の分布から推定される) などでは、より明らかに現われる (図48)。すなわち、マサゴウロコムシは沖合水の影響が最も強い神島側に分布の中心をもち、順次沿岸に向かってひろがっていくのに対し、ダルマゴカイの分布範囲は、ごく沿岸水域の *L. impatiens* 生息域と前記マサゴウロコムシ生息域の中間にある。これらは、マサゴウロコムシのほうがダルマゴカイより沖合水の影響が強い水域に分布の中心をもつことを示す。これは松永湾と笠岡湾における両種の分布を比較してもわかる、すなわち、沖合水の影響

* 10m以深に生息する本種、およびそのほかの底生動物の個体数は、10m以浅に生息する底生動物の個体数に比して著しく少なく、調査水域全体の底生動物の中にしめる本種の編組比率は非常に低くなるので、これで季節的变化を表わすことは適当でないので、この場合に限り採集個体数で表わした。

** 分布を検討する場合は、本種は10m以深の底生動物が少数しか生息しない水域に生息することが多いので、各地点別の検討には編組比率によった。

を強くうける笠岡湾での編組比率は松永湾に比して高い。

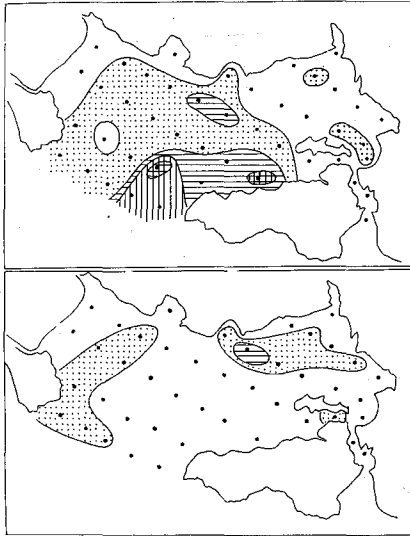


図48 笠岡湾におけるマサゴウロコムシ(上図)とダルマゴカイ(下図)の編組比率分布図

■■■■ 50%以上 ■■■■ 20~30%
 ■■■■ 10~20% ■■■■ 0~10%
 ● 調査地点

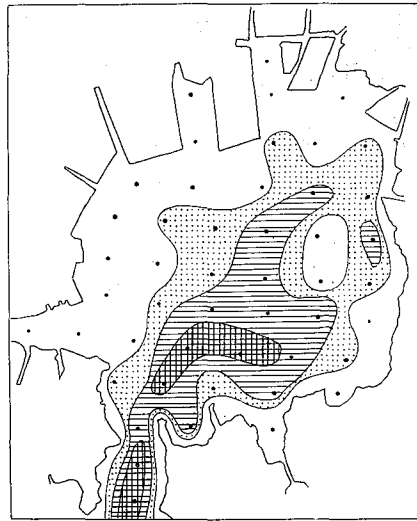
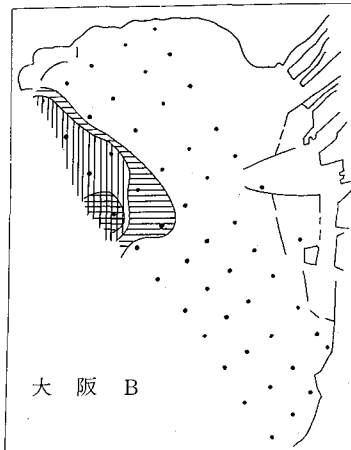


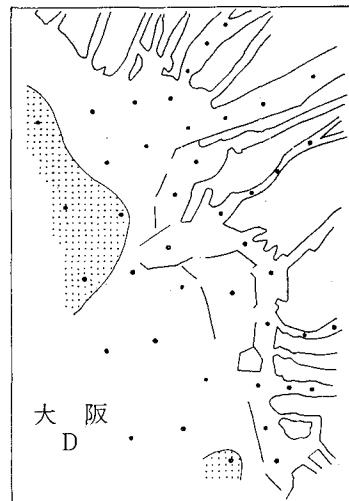
図49 松永湾におけるダルマゴカイとマサゴウロコムシを含めた編組比率分布図

■■■■ 10%以上 ■■■■ 1~10%
 ■■■■ 0~1% ● 調査地点

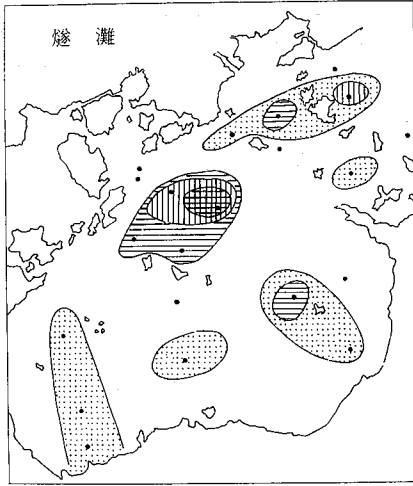
両種の分布をこまかく検討するとこのような差異があるが、本論文で調査した水域では松永・笠岡湾のように、各月にわたってこまかい採集を行っていないこと、両種の採集個体数は比較的少なく、かつ前述のような季節的交代があるため、いずれか1種しか採集できないことがあるなどの理由により、本節では両種を含めた編組比率をもとめて環境条件との関係を考察する(図50)。図49に松永湾の資料によって、両種を含めた編組比率分布図を示したが、図46・47・49の間に顕著な差異はみられない。



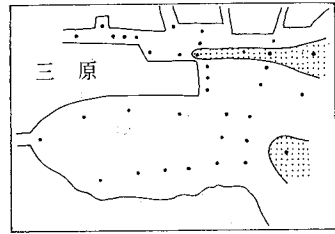
1



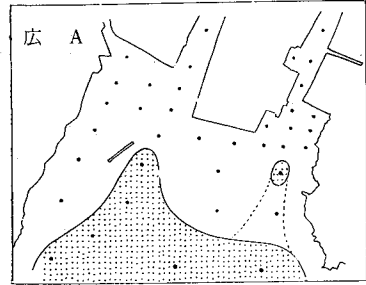
2



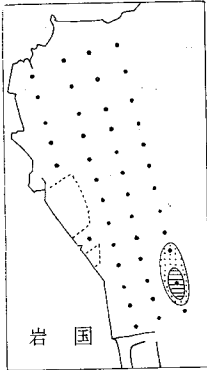
3



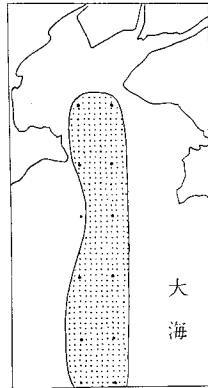
4



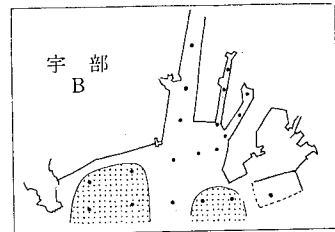
5



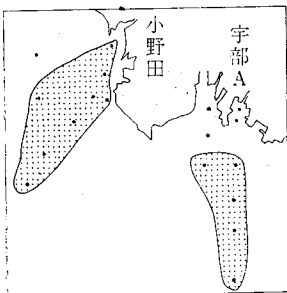
6



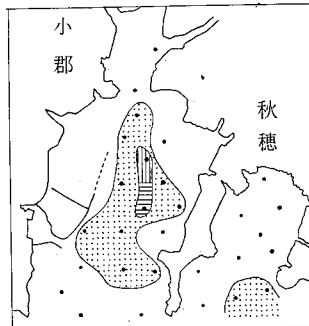
7



8



9



10



11

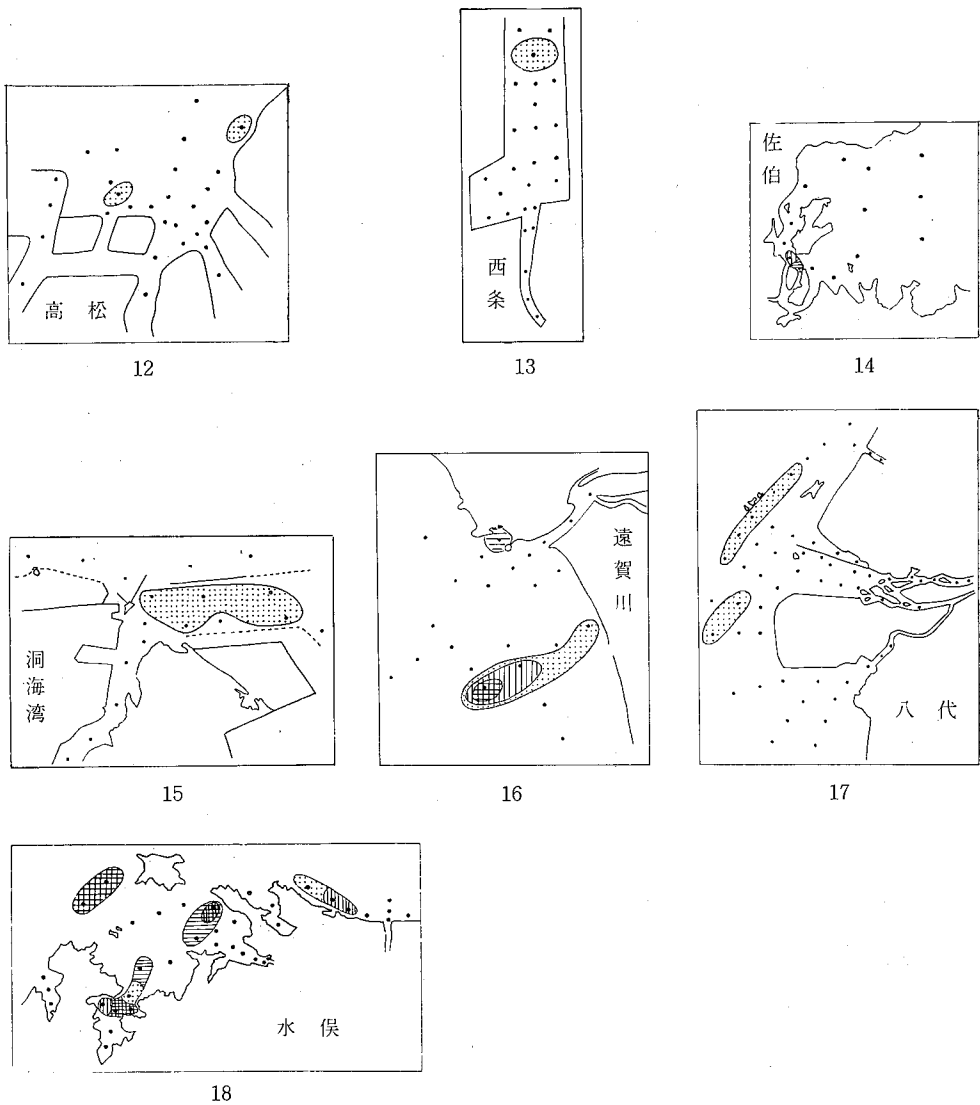


図50 ダルマゴカイとマサゴウロコムシを含めた編組比率分布図
記号は図48と同じ

(1) 大阪湾 (図50, 1~2) —10m等深線より沖合にのみ分布し、それより沿岸の浅い水域にはまったく生息しない。*L. impatiens* の分布とは対称的に、沖合水の影響が強い北部水域に多く分布し南部水域には少ない。本種と *L. impatiens* の分布水域はかさなり合うことが少ない。

(2) 高砂 —両種とも採集できなかった。底質があらわに砂礫質であることが原因のひとつと考えられる。しかし、さきにものべたように本種の採集頻度は、沿岸性の *L. impatiens* などに比して低いので、調査地点や回数が少ない水域では、たとえ採集できなくても、実際そこに生息しないかどうかは明らかでなく、分布範囲が不明りょうになることがある。三島でも同様採集できなかったが、その原因は本水域と同様である。

(3) 燧灘 (図50, 3) —ここは *L. impatiens* がまったく生息しなかった沖合水域であるが、両種は

ほとんど全域に分布している。図には両種を含めて示したがその内容をみると、西半部はほとんどマサゴウロコムシによって占められるが、東半部の伊吹・真鍋・北木・走島などの周辺水域はダルマゴカイによって占められ、東・西両水域の環境条件が相違していると予想される。

(4) 三原・広・尾道・百島・佐木島・笠岡・松永・大田川川口(図50, 4—5)——三原湾と広湾において本種は10m等深線付近の沖合水の影響が強い水域に分布し、沖合水の影響方向をよく示している。*L. impatiens*の分布範囲とのかさなりは少なく、大阪・笠岡湾の分布様相と類似している。尾道・百島・佐木島の調査結果は図示しなかったが、これらの水域では本種と*L. impatiens*の分布範囲がかさなり合うことが多い。これはさきにものべたように、水道部に面する地理的条件のため、沿岸の特性と沖合性の性状がせまい水域に混在することを示す。さきにものべたごとく、松永湾でも本種と*L. impatiens*の分布範囲はかさなっている。沿岸の特性が強い大田川川口水域では10m等深線付近でも本種はまったく採集されなかった。

(5) 岩国・大海・宇部・秋穂・小郡・徳山・大島・周防灘(図50, 6—10)——秋穂とくに小郡湾では、本種と*L. impatiens*の分布範囲はかさなる。しかし、*L. impatiens*の編組比率が低下して、沖合水の影響方向を示していた地点で、本種の編組比率が高い。岩国・宇部湾では*L. impatiens*の分布範囲の沖合に本種が生息し、両種の生息域はことなる。さらに、小野田・宇部・大海湾における本種の分布範囲をみると、それがかなり沖合にまでひろがるのがわかる。*L. impatiens*が沖合地点まで分布していた徳山湾には本種はまったく出現しなかった。大島や周防灘の結果は図示しなかったが、岸に近い1~2地点で採集されたのみである。

(6) 今切川・小松島・富岡(図50, 11)——紀伊水道に面し外海水の影響が強い、これらの水域における本種の分布範囲は*L. impatiens*のそれとかさなり、今切川では河川部に分布し、尾道付近の水道部水域でみられたと同様な傾向である。富岡ではまったく採集できなかった。

(7) 高松・三島・西条・吉井・刈田・鶴崎・佐伯(図50, 12—14)——これらの水域についての調査はいずれも回数が少なく、本種の分布範囲を明らかにできなかった。三島・鶴崎では砂質底であるため、吉井では調査水域が沿岸の浅所に限られたためなどの原因で、本種を採集できなかった。高松・西条・佐伯などではいずれも少数採集されたにすぎないが、その分布範囲は*L. impatiens*のそれとかさなることが多い。

(8) 洞海湾・遠賀川川口(図50, 15—16)——洞海湾では*L. impatiens*の編組比率が最も低下した水域と本種の分布範囲がかさなっていて、防波堤より沖合の水域は外海水の影響が強くと本種は生息しない。遠賀川では洗炭廃水中の粘土、微粉炭が堆積している地点の外縁に生息し、*L. impatiens*の分布範囲とわずかにかさなる。

(9) 八代・水俣(図50, 17—18)——八代湾では本種の分布範囲と*L. impatiens*のそれとはかさなるが、水俣湾では前者が後者の沖合に生息し、とくにマサゴウロコムシは沖合に生息する。

(10) 結果——本種の分布水域の特性をのべると大要つぎのごとくである。*L. impatiens*が生息する沿岸の特性の強い水域よりやや沖合の10m以上の水深をもつ水域に生息し、その生息地の底質は泥地であることが多く、あるいは砂質や砂礫質にはあまり生息しない。外海水の影響が強い水域には生息しない。これらの性質は宮地らが本種を強内湾性の指標生物とした規準とも一致する。なお、マサゴウロコムシはダルマゴカイよりも沿岸の特性の弱い水域に多く生息する。したがって、沿岸から沖合へ向かって各種の環境条件がゆるやかに、また規則的に変化している水域では、*L. impatiens*・ダルマゴカイおよびマサゴウロコムシの3種がその環境条件の変化に対応して沿岸から沖合へ、それぞれことなった分布範囲をもちながら生息している。内海中央部の笠岡湾や、大きな流入河川をもつ大阪湾がその好例である。しかし、水道に面する水域や、外海に面する水域では、沿岸の特性をもつ水域の範囲が岸に近くせばめられ、環境条件が沿岸から沖合へ急激に変化するため、3種の分布範囲は相互にかさなり合い、また一致することがある。

本種の分布範囲は瀬戸内海中央部においては沖合の淺灘にまでおよび広い、しかし紀伊・豊後両水道や外海に面する水域では岸に近く、きわめてせまい範囲に限られることが多く、本種の分布は沿岸から沖合への環境条件の傾斜の度合に支配される。この現象は*L. impatiens*でみられた現象と類似する。しかし、*L. impatiens*でみられた、内海中央部と両水道部における編組比率の差異は、本種においては採集個体数

が一般に少ないためか、そのような差異はみられなかった。

諸環境条件と本種の編組比率との関係については、本種が採集された地点数と採集個体数が少なかったのを検討しなかったが、兩種の分布を調査することによって、その水域における沖合水の影響の程度、方向などを推定することができ、かつ *L. impatiens* の分布と比較検討すれば、さらに正確を期し得るであろう。すなわち、本種は沿岸水域で、沖合水の影響を推定するための指標生物として役立つ。

第4章 沿岸漁場における底生動物群集の意義

Petersen が海洋の底生動物群集について研究をはじめたのは、底層魚類の餌料としての底生動物の量を推定すること、ならびにそれと魚類の生産量との関係を明らかにすることであった。すなわち、漁場（生産の場）における底生動物群集の位置と役割を明らかにすることである。その後この研究は、一方では前章でのべた底生動物群集自体についての生態学的研究という新しい分野を開きながら、他方、当初の目的を達成するための発展をつづけてきた。そして、その発展の経過は次のような質的な面と、量的な面の2面に分けられる。

Blegvard (1930)・Steven (1930)・Larsen (1937)・Shorygin (1939)・Jones (1951) らは、底生動物群集の分布と、底層魚類の胃内容物とを調査して両者の相互関係を比較し、魚類の餌料動物に対する選択性や海洋の底層域における生物社会の構造について論じた。一般的には底生動物群集のうち甲殻類が軟体類や環形動物に比して、餌料動物として重要な位置にあることが明らかにされている。このように、部分的にはあるが、底層域における生物社会の生産構造内部で、底生動物群集がはたしている位置と役割についての質的側面が順次明らかにされつつある。

Jensen (1919)・Blegvard (1928, 1951) らは Petersen の研究を引きつぎ、リムフィヨルドにおける底層魚類と底生動物群集との量的関係を長年にわたって研究した。Alm (1922)・三浦 (1929)・相川 (1934, 1936)・Lee (1944)・宮地 (1944)・増井 (1944)・波部ほか (1946)・松井 (1951) らも両者の相互関係をしらべ、漁場の特性とその底生動物群集との質的關係を明らかにするとともに、底生動物群集が豊富に生息する水域ほど漁獲量が多いことを明らかにした。このように両者の間には密接な関係があり、底生動物群集は漁場の性格とその生産量の指標としても重要である。

さらに、Jensen (1919)・Clark (1946)・Ricker (1946)・Fox (1950) らは、海洋における物質代謝や食物連鎖の中で、有機デトリタスとその捕食者である底生動物群集が重要な位置をしめていることをのべている。

このように底生動物群集は、その重要性にもかかわらず、非常に多数の種類により構成され、複雑さをもつこと、また定量的採集が困難でその存在量についてさえ信頼できる知見が少ないなど、調査研究上の制約が大きい。そのため、ある水域で底生動物群集自体の生産量と消費量との関係、底生動物群集と魚類群集との量的関係など、生産構造内部における底生動物群集の役割についてのみるべき知見ははなはだ少ない。

今まで行なわれてきた底生動物群集と魚類群集との相互関係についての諸研究では、その対象魚類や調査時期などの点で、ある限られたせまい範囲を対象としたものが大部分である。本研究では、周年を通じて、底曳網漁業で漁獲される全魚種について、胃内容物の調査を行ない、海洋の底層における食物連鎖関係を通じて、魚類の餌料動物に対する選択性、および底生動物群集と魚類群集の相互関係を検討し、そこにおける生物社会構造と、その中で底生動物群集がしめる位置について考察した。

調査水域としては内海周辺の大陸棚の中で、ごく沿岸に近い水深5m以浅のアジモ場、水深10~30mで小型機船底曳網が主として操業する沿岸漁場、および30m以深の沖合漁場の3水域をとり、それぞれの生物構造の特性を比較した。

また、笠岡湾では海況、底生動物群集および漁獲量について、5カ年にわたり調査をつづけ、それらの相互関係の経年変化を検討した。

沖合水域における底生動物群集と魚類群集の量的関係については今後の研究にまつところが多い。

第1節 アジモ場の生物構造

漁場の生産性を高めるために、漁場を生産系とみて、その生物社会における生産の構造と機能を明らかにすることがまず必要である。アジモ場は内湾の沿岸水域にあり、古くから幼稚魚の育成場として産業上にも重要視されている(大島, 1954)。また、一般にアジモ場は半閉鎖的な環境をもっていることが多いので、生産系を解析する場としては適している。本論文ではこれについてとくに追究しなかったが、筆者らはさきに広島県三原市地先のアジモ場を対象として、そこに生活する魚類群集の生態的構造と、その生産系に関する生物の機能の一端を明らかにすることを目的として、魚類群集と底生動物群集について調査した(北森・小林・永田, 1958・1959)。沖合漁場の生産系との比較を便にするためその大要を次に記す。

魚類群集(エビ・カニ類をも含む、以下同じ)を採集するには特別に作製した藻手繰網を使用し、また餌料動物としての底生動物を採集するには Ekman-Lenz 型 採泥器と、試作した底層用ネットを使用し、それぞれできるだけ定量的に採集するようにした。

(1) 沿岸に位置し、水深が浅いアジモ場の環境条件は、太陽や潮汐の影響によって著しく変動する。したがって、そこに生息する魚類群集はそれら条件の変動にしたがって移動することが多い。すなわち、アジモ場に来遊する魚類群集の種類・量およびその摂餌活動などは昼・夜により、また季節によって相違することが多く、またアジモ場に入出する魚類群集は潮汐や潮位によっても変動する。

(2) 魚類群集を出現状況によって、次のような4群に分けることができる。

A群) 成長の全段階をアジモ場とその周辺の浅海ですごし、周年にわたって漁獲される。小型ハゼ類・小型エビ類など約20種あるが、産業上の利用価値は少ない。

B群) 周年採捕されるがその量は少なく、またその大部分は満1カ年未満の幼魚である。コチ類・ネツポ類・マコガレイ・アイナメ・オニオコゼ・クルマエビなど。

C群) 成魚に近い大型個体が少数ではあるが漁獲される。ウナギ・アナゴなど。

D群) 稚魚より幼魚にいたる1時期だけ漁獲される。クロダイ・マダイ・セイゴ・キス・大型エビ類・ガザミなど。これらの多くは春から秋にアジモ場に出現し、産業上最も重要視される。

(3) 採捕した魚類群集について、種の優占順位と個体数の関係についての等比級数則を検討すると、エビ類ではよく適合するが、魚類ではよく適合しない。これは両者の游泳力の差に起因するものであろう。

(4) 魚類の胃内容物として出現する動物の組成と、採泥器で採集された底生動物の組成とを比較して、魚類の食物選択指数をもとめると、一般的には採泥器で多く採集される多毛類や貝類に対する値は低く、少数しか採集できない小型甲型類に対する値が高い。これは Larsen (1937)・Shorygin (1939) らがハゼ類について報告した結果と類似している。また、Steven (1930) によれば、採泥器で採集される底生動物の中には、魚の胃内容物には現われない生物が多くみいだされる。すなわち、一般的には内生動物(infauna)に対する食物選択指数は低く、表生動物(epifauna)に対するそれは高い。この原因は、表生動物は内生動物に比して魚類群集に捕食されやすい状態にあること、また採泥器では表生動物の採集が困難であることなどによると考える(表14)。

アジモ場に生息する魚類群集は、表14にみられるように、胃内容物の組成をわずかずつ変えて、各種の動物をたくみに分け合って利用している。

(5) 底層用ネットは前記のように、定量的に採集するには不じゅうぶんであるが、曳網の時間を一定にし、曳網速度をはかって採集面積をもとめ、その採集動物を1平方mあたりの個体数に換算して、一応定量値をもとめた。これと採泥器で得られた、1平方mあたりの底生動物数とを比較した結果を表15に示す。

採泥器によると内生動物が、底層用ネットでは表生動物が、それぞれ多く採集できることがわかる。後者で採集される貝類の編組比率は前者のそれに比して高い、これはアジモに付着する巻貝類(表生動物)が底層用ネットで多数採集されるためである。採泥器で採集される貝類は、これに反して大部分が内生動物の二枚貝類で、両者にはこのような質的な差異がある。また表15から、表生動物の生息量は内生動物のそれに比して少ないことが知られる。Steven (1930) は内生動物の生息量が表生動物の約2,000倍であるとのべたが、上記の結果ではそれほど大きな差はみられず、約5倍であった。

表14 主要魚種の胃内容物個体数百分率と採泥器で採集(36回)された底生動物の編組比率
 ()はこの両者から求めた食物選択指数
 食物選択指数=胃内容物個体数百分率/餌料動物(底生動物)個体数百分率(北森・小林, 1958)

魚種名	調査個体数	胃内容物		小型甲殻類(表生動物)					底生動物(内生動物)			
		魚	エビ カニ	エビ 幼生	カニ 幼生	ワレ カラ	ヨコ エビ	その他	多毛類	貝類	その他	
テナガダコ	5	66.6	33.3									
ウナギ	2		100.0									
オニオコゼ	12	56.5	17.5	23.5	2.5 (2.0)		33.3 (3.0)					
マアナゴ	2	12.5	25.0	16.6	12.5 (10.4)							
ヒラメ	1	21.4		78.5								
コチ	20	11.2	9.8	78.8								
スズキ	4	6.8		93.1								
ホシガレイ	1		3.4	3.4	93.1 (7.7)							
アサヒアナハゼ	27	2.4	2.4	4.1		62.7	23.5 (2.1)	3.3 (3.3)	1.2 (0.02)			
アйнаメ	26	0.1	0.3	2.0	1.3 (1.0)	54.3	32.4 (2.9)	9.4 (9.4)				
メバル	34	1.2	1.0	34.9	14.2 (11.9)	9.3	36.7 (3.3)	1.9 (1.9)	0.4 (0.005)			0.05 (0.02)
タケノコメバル	6	4.0		46.6			44.8 (4.0)	4.4 (4.4)				
ギンボ	34		0.5	31.4	14.3 (12.0)	17.4	35.9 (3.2)	0.3 (0.3)				
アミメハギ	61					9.5	88.8 (8.0)	0.8 (0.8)	0.8 (0.01)			
ヒメハゼ	486	3.5		20.9	4.0 (3.3)	1.4	33.6 (3.0)	1.2 (1.2)	27.9 (0.4)		0.4 (0.05)	6.8 (2.0)
スズハゼ	445	1.2		20.9	4.1 (3.4)	2.0	24.8 (2.2)	2.5 (2.5)	28.1 (0.4)		4.1 (0.5)	12.0 (3.5)
クロダイ	2				33.3 (27.7)				33.3 (0.5)			33.3 (9.8)
クサフグ	7						50.0 (4.5)		50.0 (0.7)			
マハゼ	5						41.4 (3.7)		55.8 (0.8)		2.9 (0.3)	
マコガレイ	9								96.4 (1.3)		1.8 (0.2)	1.8 (0.5)
計		1.9	1.7	22.4	5.6 (4.6)	20.5	28.0 (2.5)	1.7 (1.7)	15.2 (0.2)		0.3 (0.03)	2.1 (0.6)
底生動物	1053				1.2		11.1	1.0	74.3		8.6	3.4

表15 採泥器と底層用ネットによる採集動物数の比較
 (単位面積, 1平方m)

	採泥器 (G)		底層ネット (N)		G(個体数) N(個体数)
	個体数	%	個体数	%	
魚	0.25	0.006	0.22	0.3	1.1
エビ・カニ	38.75	0.9	23.15	32.0	1.6
ワレコ	12.00	0.3	2.33	3.2	5.2
ヨコエビ	461.50	11.1	25.88	35.8	17.0
多毛	3081.00	74.7	4.08	5.6	755.1
貝	383.75	9.3	15.90	22.0	24.1
その他	145.50	3.5	0.90	1.2	161.6
計	4124.25		72.18		57.2

(6) 底層用ネットと採泥器によって採集された底生動物群集と、小型藻手繰網によって漁獲された魚類群集、およびその胃内容物の組成をしらべて、アジモ場に生息する各動物群集の実態を明らかにした。また、底生動物群集の組成と胃内容物の組成とを比較して、後者は底層用ネットで採集される底生動物群集の組成とよく類似し、採泥器で採集されるそれとは相違することを明らかにした。これは、内生動物の存在量は表生動物より多いが、餌料として魚類群集に利用される機会は表生動物に比して少ないことを示す。また、餌料動物としての価値は、単に量的の多・少によってきまるのではなく、魚類群集に利用されやすい状態にあるかどうかが重要である。量的には少ない表生動物が、内生動物より餌料としてはより多く魚類群集に利用されているが、これは一般的に後者に比して利用されやすい状態にあるためと考えられる（北森ほか、1959、図1～8）。

(7) 冬季になると、アジモ、魚類群集および表生動物などは、春～秋季に比して著しく減少するが、内生動物には顕著な減少がみられない。冬季にもなおアジモ場に生息しつづける魚類群集は、表生動物の減少にともなって内生動物を多く捕食するようになる。内生動物は一般的には、前記のように表生動物に比して餌料動物としての価値が低いが、このように表生動物の少ない時期・場所では多く捕食されるようになり、餌料動物として表生動物の補足的な位置を占めると考えられる（北森ほか、1959、図11）。

(8) 以上は魚類群集全体について総合的に観察した結果であるが、各魚種別に検討すると、魚種によって主として捕食する餌料にはある範囲がみられ、選択性をもっていることがわかり、次の5群に大別することができる。

A群) 大型動物捕食者——魚・イカ・タコ・エビ・カニ類などの比較的大型餌料を主として捕食する魚類。オニオコゼ・ドチザメ・ヒラメ・ウナギ・アナゴ・コチなど。

B群) 小型甲殻類捕食者——エビ・カニ類の幼生、端脚類などを主として捕食する魚類。アイナメ・アサヒアナハゼ・メバル・タケノコメバル・ギンボ・アミメハギ・ウミタナゴ・シマイサキなど。

C群) 底生動物捕食者——多毛・貝類などの内生動物を主として捕食する魚類。スジハゼ・ヒメハゼ・マハゼ・マコガレイ・キスなど。

D群) プランクトン捕食者——プランクトンを主として捕食する魚類。ヒイラギ・ヨウジウオ・そのほか幼魚はプランクトンを主として捕食することが多い。

E群) デトリタス捕食者——いわゆるデトリタスをおもに捕食する動物。魚類としてはネツッポ類が含まれるのみで、エビ・カニ・シヤコ類がこれに属する。

これらの各捕食者群の代表的魚種について、その捕食生物、摂餌活動、摂餌量などの日週期と季節的变化を明らかにし、それぞれの捕食者群の特性と差異を検討した。また、全漁獲物の捕食者群別組成は表16のごとくである。

花岡(1955)は沿岸水域ほどプランクトン捕食者が減少し、底生動物捕食者が増加するのべているが、アジモ場の生産系において底生動物とその捕食者が大きな位置を占めていることがわかる。

(9) 要約 アジモ場の魚類群集は、胃内容物の組成をわずかがづつ変えて、そこで生産される餌料動物を分けあって利用している。とくに、底生動物のうち表生動物は、組成的にみれば魚類群集によってほとんどあますところなく利用され、アジモ場の餌料動物としては最も重要な位置にあると考えられる。捕食者の栄養生態的順位は、その餌料動物の栄養生態的順位によってきめられるとすれば、アジモ場では大型動物・小型甲殻類・底生動物・プランクトン・デトリタス各捕食者の順位となり、それぞれの捕食者群の存在量は表16に示したとおり、プランクトン捕食者をのぞけば栄養生態的順位が下位の捕食者群ほど存在量が多い傾向がみられる。アジモ場の生産系の中で最も大きい部分を占めるのは、デトリタスとその捕食者であるエビ

表16 藻手繰網漁獲物の捕食者群別組成
(北森ほか、1959)

組 成 捕 食 者	個 体 数 百 分 率	重 量 百 分 率
プランクトン捕食者	5.3	1.6
大型動物捕食者	3.9	18.5
小型甲殻類捕食者	27.2	28.2
底生動物捕食者	30.8	16.2
デトリタス捕食者	32.5	35.3

・カニ・シヤコ類である。底生動物は栄養源をデトリタスにあおぐ種類が多く、内生・表生動物に区別される。内生動物は表生動物に比してはるかに多く生息するが、餌料として捕食される機会は表生動物に比して少なく、直接高次消費者の生産に関与する割合は低い。

大型動物捕食者が摂取する餌料動物はおもに小型ハゼ類やエビ・カニ類で、それらの大部分は底生動物あるいはデトリタスをおもに摂取する。これらの点からもデトリタスの重要性が認められる。沿岸水域でデトリタスの形成要因としては、陸岸からの搬入物やプランクトンがあるが、アジモ場で最も大きな要因となるのはアジモの枯葉の堆積である。アジモが魚類群集のかくれ場所になるという生態的価値とともに、栄養的にも大きな意義をもっていると考えられる。内生動物はおもにデトリタスを摂取し、表生動物に比して存在量が多いが、直接餌料動物としてよりも、より低次の底質中の物質循環の中ではたしている役割のほうが大きいと考えられる。

第2節 沿岸底曳漁場の底層における生物構造

第1項 調査方法

調査水域は、アジモ場調査を行なった三原市地先の沖合にある、小型機船底曳網漁船がおもに操業する沿岸漁場である(図51)。水深は10~30m、底質は島に近い沿岸部では砂、ないし砂泥質、そのほかでは泥質である。なお、沿岸や瀬戸には藻類が生育しているところもある。

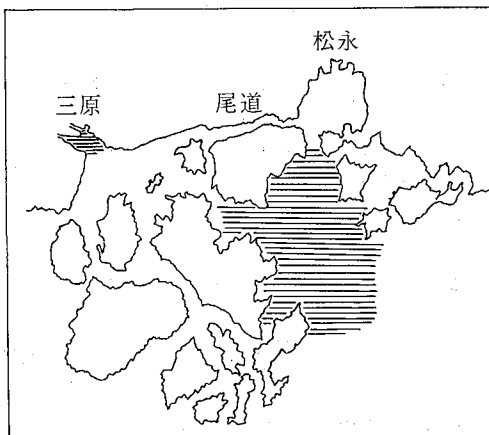


図51 アジモ場と小型機船底曳網漁場の調査水域図(横線部)

昭和30年6~8月、同31年5、7月~10月には機船底曳網第2種(エビ漕網)漁船に、また、昭和30年7、9~12月および同31年1~5、10、11月には機船底曳網第3種(マンガ漕網)漁船に、それぞれ便乗して標本を採集した。エビ漕網漁業の操業時間は日没前約1時間から、日出後約1時間にわたる夜間で、その間3~4回揚網する。標本として、各揚網ごとに漁獲された全魚種を20尾ずつ採集し、ただちにホルマリンで固定した。マンガ漕網漁業では日出前約1時間から日没後約1時間にわたる昼間に操業し、その間15~20回揚網する。標本として、3~4網の漁獲物を1組として、各組ごとに全魚種を20尾ずつ採集、ホルマリン固定した。しかし、1回または1組の揚網漁獲物では尾数が僅少で、20尾に達しない魚種があった。

上記全標本について、体長・体重を測定するとともに胃内容物を検査した。胃内容物については総重量と動物の種類をしらべ、かつ、種類ごとに存在した全個体数を算定し、次のような基準で3類・11群に分けて集計した。

- | | | | |
|----------|----|------|----------------------------|
| A) 大型動物 | 1 | 魚 | 類 |
| | 2 | エビ | 類 |
| | 3 | その | 他(イカ・タコ・カニなど) |
| B) 小型甲殻類 | 4 | エビ | 幼生(体重30mg以下を幼生とす) |
| | 5 | カニ | 幼生(" ") |
| | 6 | ワレカラ | 類 |
| | 7 | ヨコエビ | 類 |
| | 8 | その | 他(クマシヤ・ウミナナフシ・ウミホタル・等脚類など) |
| C) 底生動物 | 9 | 多毛 | 類 |
| | 10 | 貝 | 類 |
| | 11 | その | 他(蠕虫・紐虫・蛇尾類など) |

なお、プランクトンやデトリタスについては重量のみ測定した。また、標本魚については、各個体ごとに、その体重と胃内容物重量から満腹指数（胃内容物重量/体重×1,000）をもとめ、この値により摂餌量や摂餌活動について考察した。イカ・タコ類とフグ類の胃内容物は破碎されていることが多いため、計数ができないことがあった。エビ・カニ・シヤコ類はデトリタス食性または Scavenger で、とくにこれらについては調査を実施しなかった。

表17 三原沖漁場で小型機船底曳網により漁獲される魚種の月別出現状況

・印：三原地先アジモ場でも採集された魚種

×印：漁獲されるものはおもに幼魚である魚種

魚種	月												魚種	月											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ホシザメ							+	+	+				ネヅッポ類・	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
シロザメ							+	+	+				ギンボ・							+					
ドチザメ・							+	+	+				スヂハゼ・							+	+				
コモンサカタザメ							+	+	+				イトヒキハゼ	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
ガンギエイ ×										+	+	+	マハゼ・		+	+									
アカエイ ×						+	+	+					ヒゲハゼ	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
ツバクロエイ ×								+					アカハゼ	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
トビエイ ×								+					コモチシヤコ	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
コノシロ								+					アカウオ			+	+	+	+	+	+	+	+	+	
カタクチイワシ								+	+				キュウセン・					+	+						
トカゲエソ ×	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	ウマヅラハギ・							+	+				
マアナゴ・							+	+	+				アミメハギ・							+	+	+			
ハモ							+	+	+				カナフグ ×								+	+			
ウナギ・											+		サバフグ ×									+	+		
トビウオ ×							+						トラフグ ×									+			
トウゴロイワシ							+						クサフグ ×					+	+	+	+	+	+	+	
サワラ ×							+						コモンフグ ×						+	+	+				
タチウオ ×							+	+	+				アコウ							+	+	+	+	+	
マアジ										+			メバル・							+	+	+			
ヒイラギ・	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		ヒメオコゼ			+	+								
オキヒイラギ								+	+				オニオコゼ・		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
マナガツオ ×								+					ヒメオニオコゼ	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
ヒメヂ										+	+		アブオコゼ・			+	+	+	+	+	+	+	+	+	
アカタチ							+	+	+	+	+		ハナオコゼ							+					
テンヂクダイ	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	アイナメ・								+				
スズキ ×							+	+					イネゴチ・		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
シログチ		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	コチ・	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
キス・	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		カナガシラ ×			+	+	+	+	+	+	+	+	+	
マダイ ×							+	+	+	+			タマガンゾウ	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
クロダイ ×	+												メイタガレイ	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
セトダイ ×			+	+	+	+	+	+	+	+			マコガレイ・	+	+	+	+		+		+	+	+	+	
コショウダイ							+						イシガレイ	+	+	+	+	+						+	
コロダイ							+						セトウシノシタ							+	+	+	+	+	
ヨスヂシマイサキ・											+		ゲンコ	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
クラカケギス			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	イヌノシタ											+	
マトウギス			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+												+	
トラギス							+	+	+	+	+													+	
													出現種数	15	20	25	26	24	32	51	55	44	34	23	16

また、この水域の漁獲量とその組成を農林省統計調査部資料よりもとめた。すなわち、本漁場に出漁する尾道地区の6漁業組合の漁獲量を、本研究を行なった期間、昭和29年より同32年までの4年間について、統計調査部の組合別資料よりもとめた。

第2項 魚種と漁獲物組成

調査期間中に採集された魚種は約72種で、その月別出現状況を表17に示す。6～10月には魚種数は増加し、とくに7～9月には多い。この時期にはエイ類・サワラ・タチウオ・タイ類などの幼魚(表17、×印)が多く漁獲される。これらの現象は沿岸水域のアジモ場と同じである。ただ、アジモ場に出現した魚種と比較すると、両者に共通して生息する魚種は約25種(表17、・印)であるが、これらのうち、比較的漁獲量が多く、商品価値の高い魚種はアナゴ・マダイ・クロダイ・キス・マコガレイ・コチなど数種にすぎず、底曳漁場とアジモ場との交流はあまり大きいとは考えられない。

昭和30年7月、同31年5月、10月には、エビ漕網とマンガ漕網の両漁法で採集したが、漁獲された魚種は前漁法によるほうが多かった。これは、さきにのべた出現魚種数がエビ漕網時期に増加することのひとつの原因となっているであろう。しがし、アジモ場でもみられたように、ここでも周年漁獲される魚種と、ある特定の時期だけ漁獲される魚種とがあり、後者はおもに夏～秋に幼魚として出現する魚種であることが表17からわかる。

表18 尾道地区6漁業組合の漁法別漁獲量とその組成

	機船底曳第2種					その他の底曳				
	1954	1955	1956	1957	平均	1954	1955	1956	1957	平均
航海数(N)	19037	18870	20096	17125		7992	6807	3531	3668	
漁獲高(C)	184927	145755	170302	140597		31711	30167	9530	9302	
C/N (貫)	9.714	7.724	8.474	8.210		3.967	4.431	2.698	2.535	
魚類 (%)	46.7	39.5	43.8	34.5	41.1	61.6	71.2	27.6	43.0	50.8
魚類捕食魚 (%)	14.2	13.1	9.8	10.7	11.9	2.9	5.0	3.5	10.3	5.4
エビ類 (%)	44.9	44.2	40.1	50.0	44.8	14.9	8.0	26.6	19.2	17.2
カニ類 (%)	1.0	3.2	3.7	1.5	2.3	1.0	1.8	6.4	2.0	2.8
イカ・タコ類 (%)	4.9	9.2	9.4	10.3	8.4	20.4	17.6	31.6	32.1	25.4
その他 (%)	2.4	3.8	2.9	3.6	3.2	2.0	1.3	7.7	3.6	3.7
	機船底曳第3種					合計				
航海数(N)	9775	15333	13990	14809		36804	41010	37617	35602	
漁獲高(C)	70321	89110	68789	128763		286959	265032	248621	278662	
C/N (貫)	7.193	5.893	4.917	8.694		7.796	6.462	6.609	7.827	
魚類 (%)	49.5	36.1	40.2	31.8	39.4	49.1	42.0	42.2	33.5	41.7
魚類捕食魚 (%)	2.0	2.0	3.8	5.6	3.3	10.0	8.6	7.9	8.4	8.7
エビ類 (%)	36.1	47.8	37.9	41.9	40.9	39.4	41.3	39.0	45.2	41.2
カニ類 (%)	1.1	3.1	9.0	8.8	5.5	1.0	3.1	5.4	5.0	3.6
イカ・タコ類 (%)	5.9	6.0	6.9	13.0	7.9	6.9	9.1	9.6	12.3	9.4
その他 (%)	7.3	6.9	5.9	4.4	6.1	3.5	4.4	3.7	3.9	3.9

尾道地区6漁業組合の4カ年間の小型機船底曳網漁業の漁法別漁獲量と組成を表18に示す。この資料では魚種が細分されていないので、各食性群別に漁獲物を区別できず、大型動物捕食魚のうち魚類捕食魚がほぼ分離できるにすぎない。すべての底曳網漁業による漁獲物のうち、4カ年間の平均で、魚類は41.7%、魚類捕食魚は8.7%、エビ類は41.2%、カニ・イカ・タコ類の合計は13.0%をしめる。

なお、この底曳漁業による漁獲物組成を全漁業種類によるそれと比較すると表19のとおりである。魚類捕食魚の割合は全漁業種類によるほうが高い。これは、それらを漁獲の主対象とする釣・延縄漁業などが含まれるためである。

第3項 食 性

(1) 餌料動物に対する選択性、さきに、各魚種の餌料選択性の検討には、各食物項目の出現頻度の百分率をもちいた。一般に小型の餌料動物ほど、かたまり状となった多数の個体が胃中にみられることが多いので、各魚種の餌料動物に対する捕食生態を表わすときに、この方法によると小型の餌料動物と魚類との関係が過大に評価される危険性がある(北森ほか, 1959)。したがって、捕食生態を検討するにあたっては、各餌料動物を捕食している頻度の百分率によった。すなわち、同一餌料動物を1個体だけ捕食していても、2個体以上捕食していても頻度としては同等にとりあつた。

このようにして、採集魚種のうち主要魚種について、おもな餌料動物に対する捕食頻度を表20に示した。

これによると、No. 1~9の魚種は大型動物のみを捕食する。標本数が少ないので表示しなかったが、ホシザメ・シロザメ・ドチザメ・ツバクロエイ・ハモ・ウナギ・ヒメオコゼなどもこの群に含まれるらしい。これらの魚種に餌料として捕食されている魚類の大部分は小型ハゼ類であり、そのハゼ類は小型甲殻類や底生動物を捕食している。大型動物としてエビ類も小型ハゼ類とともに重要な位置にあり、それはおもにデトリタスを食する。これらの食物連鎖関係はアジモ場のそれと類似している。No. 10~14の魚種は大型動物に対する捕食頻度が50~100%で、これをおもに捕食するが、エビ類の幼生など小型甲殻類もかなり捕食する。No. 15~30の魚種は大型動物を捕食することが少なく、小型甲殻類をおもに捕食するようになる。これらの魚種は小型甲殻類を主として捕食しながら、なお大型動物や底生動物もかなり捕食し、捕食する動物の範囲は最も広い。標本数が少ないので表示しなかったが、クロダイ・コシヨウダイ・コロダイ・トビウオ・ギンボ・キュウセン・ウマツラハギ・アミメハギ・トラフグ・コモンフグ・メバル・マナガツオ・アイナメなどもこの群に含まれると考える。No. 31以下の魚種は大型動物に対する捕食頻度がきわめて低く、No. 34以下の魚種ではこれをまったく捕食しない。これらはいずれも底生動物を主要な餌料とするが、小型甲殻類もかなり捕食する。トラギス・アコウダイ・イヌノシタなどは、標本数が少なく表示してないがこの群に含まれる。

コノシロ・カタクチイワシ・トウゴロイワシ・マアジ・ヒイラギ・オキヒイラギなどの胃内容物には、前記のような動物はまったく存在せず、大部分はプランクトンのみである。

これらのほかに、プランクトンを捕食する魚種にはアカタチ・タマガンゾウビラメ・マダイ・メイトガレイなどの幼魚がある。デトリタスを食する魚類はネツッポ類の数種とアカウオにすぎず、きわめて少数である。

以上の結果から、各魚種はある程度選択性をもち、しかも主として捕食する餌料動物は魚種によってわずかず異なる。底層魚類群集はアジモ場でみられたと同様に、そこに生産される餌料を広い範囲にわたって、それぞれ互いに分けあいながら有効に利用していることがわかる。

次に、魚種別に、餌料動物の捕食頻度の季節的变化を検討する。大型動物をおもに捕食するトカゲエソについて図52に示した。周年を通じていくらかの変化がみられるが、それは規則的なものでなく、魚類とエビ類をおもに捕食している。トカゲエソと同様表20の上位にあるオコゼ類にも同様な傾向がみられる。おもに底生動物を捕食するマコガレイについて図52に示した。周年を通じて多毛・貝類などの内生動物をおもに捕食し、トカゲエソと同様に周年を通じて捕食動物に規則的な変化は認められない。表20の下位にあるマハゼ・セトウシノシタなどにも同様な傾向が認められる。すなわち、表20の上・下位にある魚種では、捕食動物に周年を通じて規則的な変化がなく、おもに捕食する動物はほぼきまっている。これは捕食する餌料動物の

表19 漁業種類別の漁獲物組成比較

	底 曳 漁 業	全 漁 業 種 類
魚 類	41.7	38.1
魚 類 捕 食 魚	8.7	13.4
イ カ ・ タ コ 類	9.4	25.7
エ ビ 類	41.2	10.4
カ ニ 類	3.6	1.6
そ の 他	3.9	24.1

範囲が比較的せまいこと、換言すれば選択性が強いことを示すと考えられる。

なお、林・山口(1960)は魚食性魚類の摂餌機構をしらべ、その中でエソ類はおもにかたくチイワシを捕食するとのべているが、筆者の調査ではおもにハゼ類であり、そのほかエビ・イカ類を捕食している。この両者の

表20 主要魚種の餌料動物に対する捕食頻度

No.	魚種	調査 個体	摂餌 個体	主要餌料動物							
				魚類	エビ類	エビ 幼生類	ワレカ ラ類	ヨコエ ビ類	多毛類	貝類	
1	トビエイ	4	4	100	100						
2	オニオコゼ	15	13	84.6	15.3						
3	ハナオコゼ	8	6	50.0	50.0						
4	トカゲエソ	79	33	48.4	66.6						
5	マアナゴ	15	8	37.5	62.5						
6	コモンサカタザメ	8	5		100						
7	サワラ	26	13	92.3	7.6	7.6					
8	スズキ	7	6	83.3	33.3	66.6					
9	タチウオ	10	6	66.6	33.3	33.3					
10	コクチ	71	49	38.7	46.9	30.6					
11	イネゴチ	42	29	20.6	62.0	24.1					
12	シログチ	107	82	13.4	54.8	42.6				2.4	
13	ヒメジ	14	8		62.5	37.5					
14	タマガンゾウ	436	308	38.9	13.5	56.8		0.3			
15	ヨスヂシマイサキ	23	13		46.1	69.2					
16	ヒメオコゼ	119	56	5.3	39.2	66.0		8.9	1.7		
17	ヒゲハゼ	235	94	14.8	23.4	41.4	8.5	11.7	13.8	12.7	
18	スヂハゼ	16	8	25.0	12.5	87.5					
19	テンヂクダイ	612	301	8.3	25.5	63.1	1.0	4.9			
20	マダ	197	111	4.5	27.0	51.3	11.7	9.9	23.4		
21	ハオコゼ	14	11		27.2	72.7					
22	ガンギエイ	21	21	14.2	9.5	90.4	23.8				
23	アカエイ	15	7		28.5	57.1		14.2			
24	アカハゼ	412	195	7.6	20.0	14.8	16.4	5.1	20.5	35.3	
25	クサフグ	26	13	7.6	15.3	7.6		7.6		15.3	
26	イトヒキハゼ	265	98	4.0	18.3	25.5	2.0	2.0	15.3	32.6	
27	セトダイ	34	26		19.2	80.7	3.8				
28	カナガシラ	60	51		15.6	84.3		3.9			
29	クラカケギス	179	72		13.8	59.7	20.8	15.1	4.1	1.3	
30	キス	125	61		13.1	62.2		6.5	18.0	3.2	
31	コモチヂャコ	41	15	6.6		13.3	6.6		53.3	46.6	
32	ゲンコ	231	76	2.6	1.3	23.6	1.3	48.6	17.1	2.6	
33	メイタガレイ	273	156		0.6	8.3	49.3	30.1	31.4	9.6	
34	アカタチ	19	12			100	16.6	8.3	16.6		
35	マトウギス	18	13			100			38.4		
36	イシガレイ	6	5			20.0		20.0	80.0	100	
37	マコガレイ	124	25			4.0	12.0	16.0	48.0	24.0	
38	マハゼ	16	8				62.5		62.5	37.5	
39	セトウシノシタ	18	6					33.3	83.3		

差異は調査水域と魚体の大きさの差異によると考えられる。すなわち、林らが調査した水域は2そう曳漁場で、本漁場よりかなり沖合水域であり、また魚体も大きい。

これら表20の上・下位にある魚種に対し、中位にあるタマガンゾウビラメ・アカハゼ・イネゴチ・コモチジャコ・ヒゲハゼ・メイタガレイ・テンダクダイなどの魚種は、周年にわたって漁獲され、小型甲殻類を多く

捕食するが、季節によっては小型甲殻類を捕食しないらしい。1例としてタマガンゾウビラメとアカハゼの胃内容物の季節的变化を図53に示した。

これは、餌料となる動物の分布が季節的に変化することの影響されているためと考えられる。

すなわち、タマガンゾウビラメ・アカハゼともに6~8月には、エビ幼生を捕食する個体が非常に多くなる。これは、エビ幼生がこの時期に非常に多く出現するためであり、冬季になると前者は魚類を、後者は多毛類をそれぞれ多く捕食するようになる。これは、さきにアジモ場でみられた現象と類似のものである。

Shorygin (1939) らは魚類の食性が成長にしたがって変化すると述べている。本調査においても、夏~秋に多く漁獲される幼魚期の魚種にこの現象がみられた。シログチ・マダイを1例として図54に示した。これによって明らかのように、両種とも体長10cm以下のときにはエビ幼生を、10cm以上になるとエビ類を多く捕食する。底曳漁場に生息する各種の幼魚にとって、エビ幼生をはじめとす

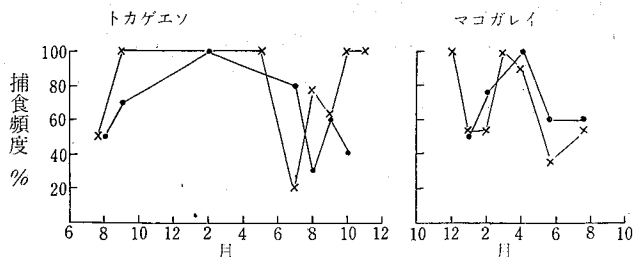


図52 トカゲエソとマコガレイの主要動物に対する捕食頻度の季節的变化
トカゲエソ….: 魚類, ×: エビ類
マコガレイ….: 多毛類, ×: 貝類

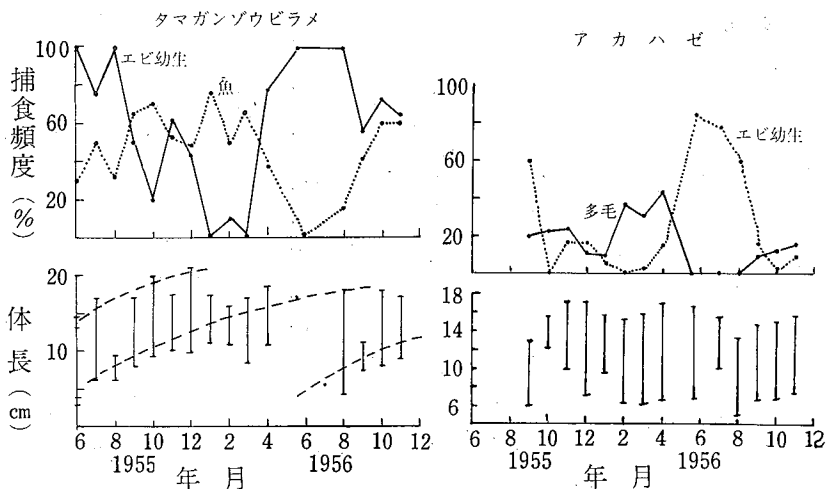


図53 タマガンゾウビラメとアカハゼの漁獲物体長範囲と主要動物に対する捕食頻度の季節的变化

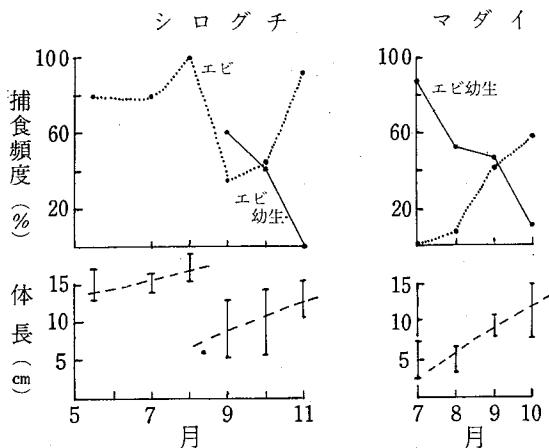


図54 シログチとマダイの漁獲物体長範囲と主要動物に対する捕食頻度の季節的变化
(成長にともなう捕食頻度の変化を示す)

る小型甲殻類は重要な餌料動物である。

(2) 摂餌量 生態系内部の機構を明らかにするには、今までのべてきた質的關係とともに、その量的關係を明らかにする必要がある。それには魚類群集とその餌料動物それぞれの存在量とともに、前者が捕食する後者の量を知ることが重要である。

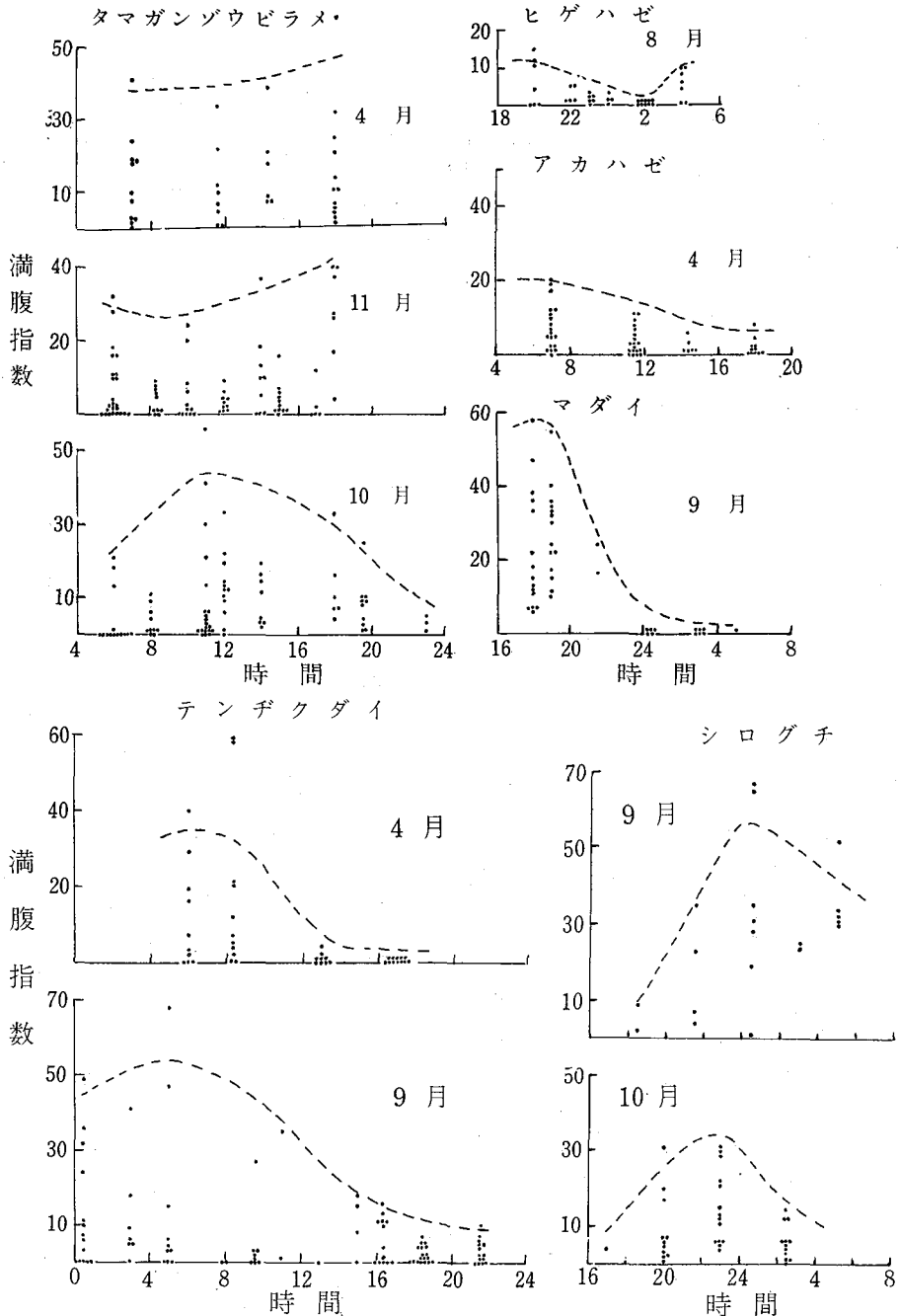


図55 魚種別、月別の満腹指数（胃内容物重量/体重×1,000）の日周期

魚類の摂餌量、およびそれと成長との関係などについては、畑中ほか(1956)が異体類を飼育して行なったのはじめとして、養殖魚類を対称とした多くの飼育実験による研究があり、また青山(1956)は底曳漁業漁獲物のレンコダイ・ミシマオコゼについて自然状態での摂餌量の推定を試みている。

ここでは、魚種別に摂餌量を知ることが目的としたが、それにはアジモ場の項でのべ、また青山(1956)も指摘しているように、同一漁具で、周日にわたり定期的に採集された、かなり多数の標本が必要である。使用漁具と採集時間が季節によって相違するとともに、標本数もあまり多くない本調査ではじゅうぶんな結果が得られなかったが、満腹指数の最大値および平均値を魚種別、採集時別にもとめて、摂餌活動の日周期や季節的变化について、標本数が比較的多い魚種で検討した結果得られた知見をのべる。

月別に日周変化を示したのが図55である。シログチは夜間に、マダイ(おもに幼魚)は日没時に、テンヂクダイ、ヒゲハゼ・アカハゼなどは昼間にそれぞれ摂餌活動が盛んになると考えられる。

次に、魚種別に採集したひと月の標本をまとめて、月ごとに満腹指数の最大値と平均値をもとめて、それらの季節的变化を図56に示した。オニオコゼ・コチ・テンヂクダイ・ヒゲハゼ・ザンゴなどは夏季に、マコガレイ・メイトガレイ・タマガンソウピラメなどは冬季にそれぞれ摂餌量が多くなる。高次捕食魚ほど低次捕食魚に比して高い満腹指数を示すことは、アジモ場でみられたと同じ現象である。

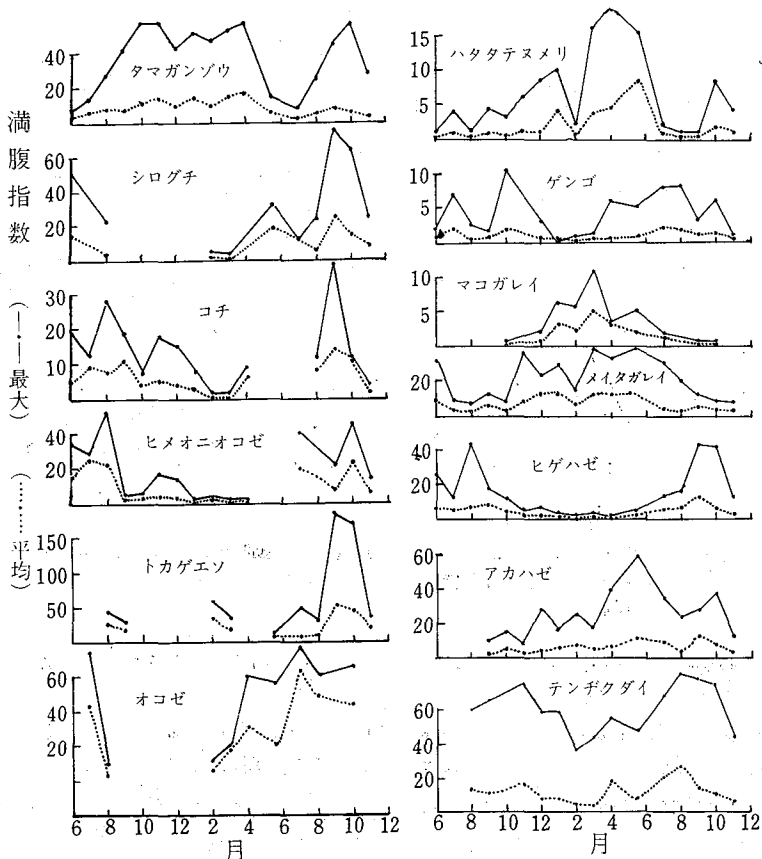


図56 魚種別、満腹指数の最大値と平均値の季節的变化

第4項 胃内容物にみいだされる餌料動物の季節的变化

本研究では餌料としての底生動物群集の調査を行なわなかったため、魚類群集の胃内容物との比較はできなかった。しかし、前項でのべた各魚種の餌料についての検討から、アジモ場でみられた餌料動物の季節的

変化と、魚類群集の胃内容物にみいだされる底生動物の季節的变化との間に存在する相互関係は、本底曳漁場でも存在するであろうし、また魚類は、種別には対象を選択しながらも全体としては、餌料動物として重要な表生動物をうまく分けあって利用していると考えられる。その仮定にたつて、胃内容物から餌料動物の季節的变化の推定をこころみた。

推定にあたっては、標本採集時にその全漁獲物量の測定ができなかったので、標本の調査結果を全漁獲物量へ引きのばすことができなかった。したがって、毎月採集された魚種別に、各餌料動物に対する捕食頻度、および胃内容物にみいだされた餌料動物の個体数百分率とをもとめ、これらを全魚種について平均した。図57はこのようにして得られた、主要餌料動物の7群についての季節的变化である。しかし、実際には全魚種が平均的に漁獲されておらず、各魚種の漁獲量に差異があるので、多量に漁獲された魚種と少量しか漁獲されない魚種の胃内容物が同等にあつかわれる危険性がある。

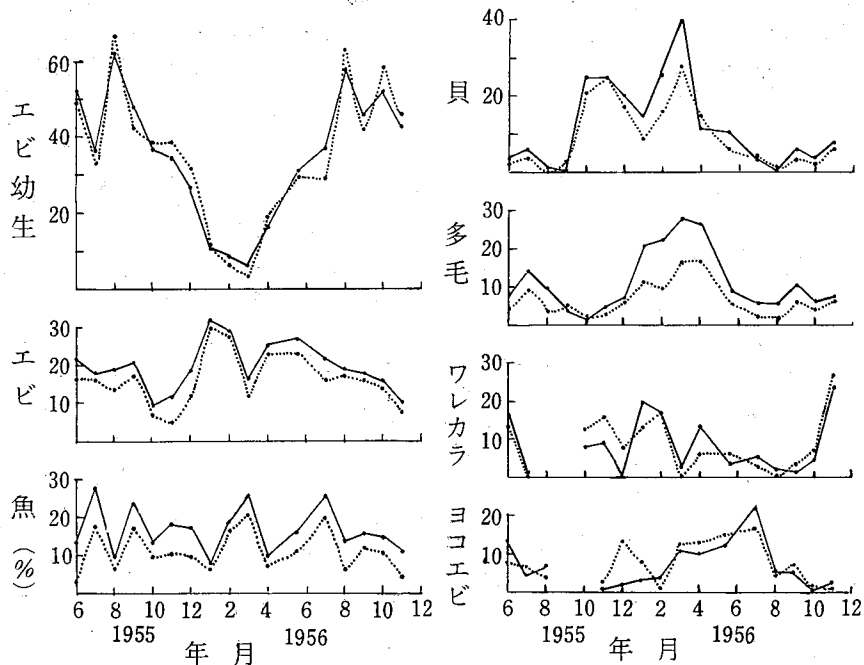


図57 小型機船底曳網で漁獲される全魚種の餌料動物に対する捕食頻度（実線）と胃内容物の個体数百分率（点線）から推定した、主要餌料動物の季節的变化

この図から、餌料動物に対する捕食頻度の季節的变化と、胃内容物にみいだされる餌料動物の個体数百分率のそれとは類似していることがわかる。

また、主要餌料動物の季節的变化をみると、魚類には餌料として特別な季節性はみられない。魚類とともに大型動物に属するエビ類は、1～6月にやや増加するが、顕著な季節的变化はみられない。エビ幼生のそれは顕著で、6～10月に最も増加し、1～3月には最低となる。この季節的变化はアジモ場で底層用ネットで採集されたエビ幼生のそれとまったく類似し、前述の推定方法によって得られた結果に大きなあやまりがないことを裏書きする。エビ幼生が減少する時期にエビ類がやや増加する。これは幼生の成長によると考えられ、この関係もまた推定方法に大きな誤差のないことを裏書きするものである。ヨコエビは4～6月に最も増加し、これもアジモ場の季節的变化と類似し、生息量の季節的变化を示すと考えてよい。ワレカラはアジモ場では4～6月に最も増加するが、ここではかなり不規則で8～10月に減少する傾向がみられるほか、季節的变化は明らかでない。多毛類・貝類など底生動物のうちの内生動物は冬季に増加する。これは、アジモ

場でものべたように、これらの内生動物の生息量が冬季に増加するからでなく、小型甲殻類を主とする表生動物の生息量が冬季には減少し、魚類がこれら内生動物を多く捕食するようになるためと考えられる。なお、アジモ場では小型甲殻類の中でもヨコエビ類が最も高い比率を示したが、ここではそれにかわってエビ幼生が最も高い値を示す。また、アジモ場では内生動物の中でも多毛類が最も高率を示したが、ここでは貝類のほうがやや優位にある。これは前章でものべたように、沖合水域ほど底生動物群集中の多毛類の編組比率が減少する事実を反映するものである。

第3節 沖合底曳漁場の底層における生物構造

第1項 調査方法

昭和32年より同35年までの間、内海区水産研究所によって、中型2そう曳(30屯、80馬力)による試験操業が、瀬戸内海およびその隣接外域を11の海区にわけて(図58)、全域内で1回約70曳網を規準として8回実施された。調査水域は、前節でのべた調査水域よりさらに沖合で、その水深は30~120mである。

上記試験操業と併行して、瀬戸内海沿岸各府県水産試験場が委託調査として、主要漁港(図58)で小型機船底曳網漁業の漁獲物調査を行なった。

また、農林省統計調査部資料から瀬戸内海区と太平洋南区における小型機船底曳網漁業の漁獲量をもとめた。

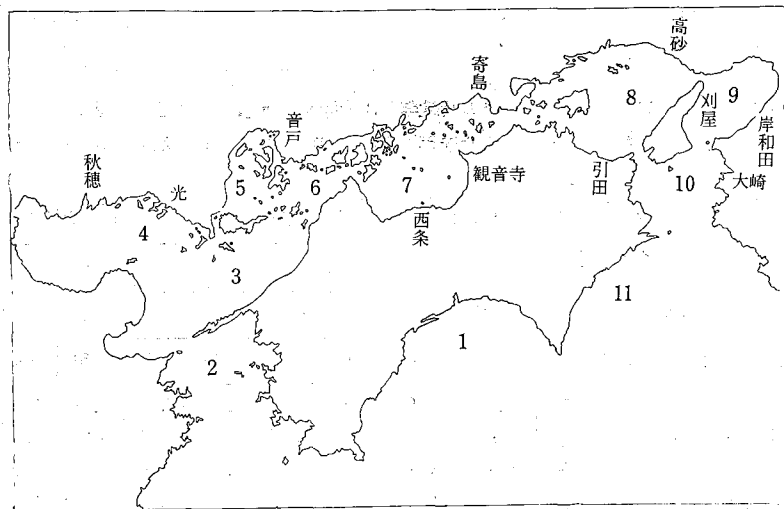


図58 中型2そう曳による試験操業水域の海区番号および各府県委託調査の主要根拠地名

第2項 魚種と漁獲物組成

この調査で採集された魚種は約460種におよび、それぞれ特有の分布、回游、成長を示している(水戸, 1962, ブロック会議資料)。これらのうち、産業的に重要な魚種や、多獲される魚種についての生態的知識は多々良らによって整理され(ブロック会議資料, 1960, 61)、また現在整理されつつある。花岡ほか(1959)はこれら多数の魚種の群生生態についてのべた。ここでは、生物構造の一端を明らかにするため、これらの複雑な魚類群集について、主として食性群による漁獲物組成の面から解析をこころみた。

農林省統計調査部資料により、瀬戸内海と太平洋南区における、小型機船底曳網漁業の漁獲量とその組成を表21に示す。

小型底曳網漁業でも縦曳1種は単位努力あたり漁獲量が最も多く、また魚類捕食魚を多く漁獲し、これらに対する漁獲能力が最も高い。太平洋南区の漁獲物組成は、瀬戸内海区との漁法の差異を考慮に入れても、魚類と魚類捕食魚の組成が高く、エビ・カニ・貝・その他の組成が低い。

次に、このような海区による漁獲物組成の相違を、中型2そう曳試験操業と業者船漁獲物の委託調査資料(小型底曳, 縦曳1・2・3種)によって検討する。

表21 瀬戸内海区と太平洋南区における小型機船底曳網漁業の漁獲量とその組成（昭和34年）

海区 漁法	瀬戸内海区					太平洋南区					
	縦曳1種	縦曳2種	縦曳3種	その他	計	縦曳1種	縦曳2種	縦曳3種	その他	計	
航海数(N)	65,799	1,027,202	341,362	94,139	1,528,502	2,047	38,093	180	10,787	51,107	
漁獲量(C) t	5,087	42,961	15,590	1,603	65,241	851	1,126	3	425	2,405	
C/N kg	77	41	45	17	42	415	29	17	39	47	
重量組成	魚類	58.8	37.7	29.3	22.4	37.0	87.8	77.9	0	75.9	81.0
	魚類捕食魚	21.6	8.2	1.5	3.1	7.5	27.5	11.4	0	23.4	19.2
	イカ・タコ類	10.7	8.3	5.5	5.9	7.8	12.1	5.2	0	12.3	8.9
	エビ類	13.1	46.4	27.3	18.4	38.6	0	16.6	0	11.5	9.8
	カニ類	15.7	3.0	3.9	0.9	4.1	0	+	0	0	+
	貝類	0.1	1.5	21.5	29.6	6.9	0	+	0	0	+
その他	1.4	2.7	12.1	22.4	5.3	0	+	100.0	+	0.2	

まず、昭和35年7月、中型2そう曳による試験操業漁獲量とその組成を表22に示した。漁獲物の大部分は魚類であり、エソ類（この時期はトカゲエソの産卵期であるため内海中央部で多く漁獲される）以外の魚類捕食魚の組成は外海域で高い値を示す。

表22 中型2そう曳試験操業による海別漁獲量とその組成（昭和35年7月）

海区		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
曳網数		7	8	6	4	2	3	5	10	3	4	8
1 曳網漁獲量 kg		210	128	195	123	89	291	51	49	27	46	130
重量組成	魚類	90.3	90.9	95.6	93.3	93.8	97.6	82.8	91.4	62.5	79.0	95.7
	イカ・タコ類	9.6	8.4	4.3	6.7	4.9	2.0	14.9	2.3	2.0	0.1	2.1
	エビ類	0	0.2	0	0	0.2	0	0	4.5	20.3	9.4	2.1
	その他	0.1	0.5	+	0	1.2	0.4	2.3	1.7	15.1	11.5	0
組成	魚類捕食魚	30.7	33.9	17.8	56.3	38.9	15.3	17.0	30.4	10.3	44.4	25.6
	エソ類	11.3	14.1	9.4	43.7	26.5	7.0	12.2	19.4	2.3	7.0	5.6
	エソ類以外の大型動物捕食魚	19.3	19.7	9.4	12.5	12.3	8.2	4.8	10.9	8.0	37.4	20.0
	底生動物捕食魚	7.1	5.8	0.4	0.2	0.4	0.2	1.1	1.9	2.3	4.4	4.2
	プランクトン捕食魚	5.0	4.0	36.1	12.1	2.1	8.1	49.2	22.3	18.4	4.2	6.4

表23 委託調査による小型機船底曳網漁業の漁獲量とその組成（昭和34年）

調査地		光	秋穂	音戸	西条	観音寺	寄島	高砂	引田	刈屋	岸和田	大崎
1 航海当漁獲量 kg		50.1	74.5	46.8	37.0	62.6	45.9	63.9	39.7	56.1	151.5	102.0
重量組成	魚類	58.8	26.9	47.1	33.7	27.3	36.5	37.0	25.5	49.3	29.0	49.3
	イカ・タコ類	10.2	15.2	14.0	9.7	8.3	13.2	9.4	11.4	20.6	2.5	7.8
	エビ類	30.8	54.7	34.0	44.2	48.6	35.9	43.2	59.3	27.1	32.0	42.4
	その他	0.1	3.0	4.8	12.2	15.6	14.2	10.3	3.6	2.9	36.4	0.4
組成	魚類捕食魚	16.5	6.4	9.8	6.3	2.7	8.5	6.7	4.3	11.2	2.5	13.7
	底生動物捕食魚	15.1	10.9	17.2	7.4	8.3	16.3	20.4	17.2	10.8	20.9	24.2
	プランクトン捕食魚	0.7	1.1	0.1	0.7	2.0	0.2	0.1	0.3	3.3	1.0	0.6

昭和34年1月より12月までの、内海域における業者船による漁獲量とその組成は表23のとおりである。魚類と魚類捕食魚の組成は豊後・紀伊両水道域周辺で高く、内海中央部および内湾域ではエビ類組成が高い。

以上の諸表から、漁法によって漁獲物に差異を生ずることもあるが、魚類群集の大要をうかがうことができる。

さらに、アジモ場でみられたごとく、昼・夜による漁獲物の相違も考える必要がある。漁法別に昼・夜による漁獲物の比較を行なう資料として、昭和34年6月、伊予灘（3海区）中央部の漁場で各種の漁業規模の底曳網で併行的に試験操業を行なった調査の一部について検討した結果をのべる。使用した漁法、規模および曳網時間と昼・夜別曳網数は次のとおりである。

- 1) 中型2そう曳（1・2号一丸）——30屯，80馬力，1曳網1時間，昼7曳網，夜4曳網。
- 2) エビ漕網（山口県水産試験場調査船さきがけ丸）——10屯，30馬力，1曳網3時間，昼2曳網，夜2曳網。
- 3) エビ漕網（山口県牛島の業者船，4隻）——2.5~4.3屯，各10馬力，1曳網4時間，昼8曳網，夜8曳網。
- 4) 小型藻手繰網（内海区水産研究所調査船いづみ丸）——5屯，30馬力，1曳網30分，昼5曳網，夜4曳網。船体，馬力は業者船より大きい，使用漁具は三原湾のアジモ場で使用した網と同型の小型実験用に作ったもので，微速で曳網した。

各漁法の漁獲物を昼，夜に分け，1曳網1時間単位に換算し，漁獲量と各食性群別の組成を示したのが図59である。食性群の区別はあとにのべる食性の調査結果にもとづき，次のようにした。

- 1) 魚類捕食魚……主として魚類そのほかの大型動物を捕食する魚類で，エソ・ハモ・タチウオ類などを含む（図59・1）
- 2) プランクトン食性魚類……おもにプランクトンを捕食する魚類で，ヒイラギ・イワシ・アジ類などを含む（図59・3）

3) 底生動物食性魚類……おもに底生動物（内生，表生動物を含む）を捕食する魚類で，異体類・ハゼ類などを含む（図59・4）

4) 中間食性群……前記1)，2)，3) および次に記す5) 以外の動物群で，エビ類を主として捕食し，魚類のほかイカ・タコ類を含む（図59・2）

5) エビ・カニ・シャコ類……餌料を底質に依存することが多く，これらのほかに少量の貝類も含まれる（図59・5）。

2そう曳の漁獲物量は昼より夜がやや多いが，ほかの漁法ではいずれも夜間に漁獲量が多くなる。これは，2そう曳によると，昼夜で摂餌活動に差異がないマエソ属魚類を主とする魚類捕食魚（林ほか，1960）が多く漁獲されるのに対して，他の漁法によると，夜間摂餌活動が盛んになる異体類・エビ類（北森，内海区ブロック会議資料，1960）などが夜間に多く漁獲されるためである。すなわち，摂餌活動と漁獲されやすさとの間に関連のあることがみられる。また，大規模で曳網速度が早い2そう曳では，網を避ける魚の量が昼夜

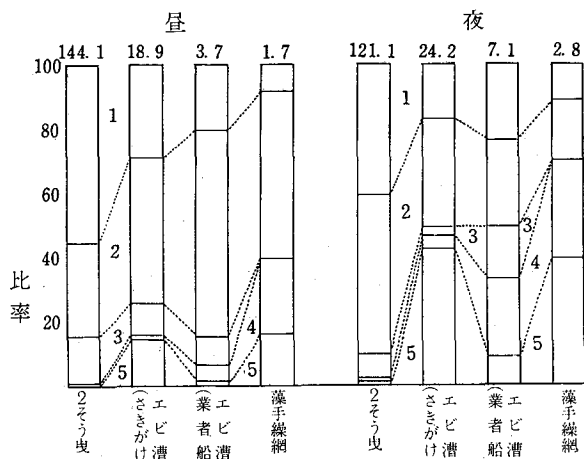


図59 漁法別，昼夜別の1曳網（1時間）漁獲物重量とその食性群別重量比率の比較
 上段の数字：漁獲重量（kg）
 1：魚類捕食魚，2：中間食性群，3：プランクトン食性魚類，4：底生動物食性魚類，5：エビ・カニ・シャコ類

で差がないと考えられるのに対し、小規模で曳網速度がおそい漁法ほど、網を避ける魚の量が昼間には多くなることも考えられる。アジモ場においても、夜間の摂餌量の増加と関連する漁獲量の増加がみられた。また、小型機船底曳網漁場でも、冬季底質中に潜入している魚・エビ類を主たる漁獲対象とする桁漕とマンガ漕以外は、多くの小型底曳網漁業が夜間に操業するが、これも摂餌活動と漁獲との関連を示すと考えられる。

魚食性魚類の比率は漁業規模が大きくなるほど増加し、活動力の大きいこれら魚種に対して小型漁具ではじゅうぶんな漁撈効果をあげられないことがわかる。これに対し、エビ類などのデトリタズ食性群と底生動物食性魚類の比率は漁業規模が小さいほど高くなり、とくにそれらの摂餌活動がさかんになる夜間には昼間に比して高い値を示す。

業者船のエビ類漁獲量に若干の脱落があったので、2そう曳以下の3漁法間の差異はさほど大きいとは考えられない。プランクトン食性魚類はいづみ丸ではほとんど漁獲されず、ほかの3漁法間ではその比率に顕著な差異はみられない。

表24 昭和32年12月、2そう曳試験操業で漁獲された主要魚種の測定個体数、摂餌個体数およびその主要餌料動物に対する捕食頻度の百分率

魚 種 名	測定個体数	摂餌個体数	餌 料 動 物			
			魚 類	大 甲 殻 類	小 甲 殻 類	多 毛 類
アンコウ	92	48	98.0			
マトウチ	96	43	95.5	4.6		
マミツエ	60	33	94.0	6.1		
ミツエソ	239	97	89.0	5.1		
ミツエソ	3,675	1,108	88.1	7.2		
トミカゲ	1,983	1,070	85.0	12.3		
アシマカ	70	39	84.5	25.7		
アヒマツ	319	112	83.0	4.1		
マツバ	13	12	91.6	75.0		
マツバ	9	7	71.4	71.4		
マツバ	38	19	63.1	5.3		
マツバ	235	100	61.0	24.0		
マツバ	47	20	60.0	15.0		
マツバ	103	36	39.0	61.0		
マツバ	29	14	42.8	71.4		
アネサギ	23	13	38.4	76.9		
アガキ	105	102	33.3	97.0		
キシ	116	31	32.2	51.6	12.9	3.2
シロ	598	248	27.8	74.5	6.5	0.4
ホウ	12	9	22.2	88.8		
トゲカ	17	10	20.0	80.0	30.0	
イメ	129	48	20.8	85.4	20.8	
コメ	22	11	27.2	100.0		47.8
タマ	9	8	25.0	100.0		
イネ	273	151	21.2	71.2	23.7	
イト	21	11	9.0	100.0	9.0	
アカ	196	44	15.9	90.9		9.0
カニ	40	30	3.3	86.6		10.0
ニホ	345	243	8.2	97.5	11.1	0.4
アキ	158	119	3.4	99.0	11.0	
キマ	147	98	17.3	38.7	3.0	74.4
オニ	65	65	4.6	20.0	24.6	
ヨメ	144	82	1.2	57.3	48.7	17.0
イイ	24	7		85.7		
ヤマ	16	10		20.0	20.0	10.0
ヤリ	166	127		47.2	90.8	33.0
ゲカ	104	77				100.0
カメ	69	13		7.7		92.3
イ	96	37		18.9	8.2	92.0
メ	35	20		10.0	20.0	75.0

第3項 食 性

(1) 主要魚種の餌料動物捕食頻度 昭和32年12月、中型2そう曳で行なった試験操業漁獲物のうち、体長10cm以下の雑魚と、漁獲尾数の少ない魚種をのぞき、主要魚種40種について、おもな餌料動物に対する捕食頻度を表24に示した(山口・北森・永田・林, 1962, 底魚類の食性について, 内海区ブロック会議資料, 1963)。

このように、アジモ場や沿岸底曳網漁場と同様に、本沖合漁場の底層における生態系は多数の魚種により構成され、複雑であるが、高次から低次にいたるすべての餌料動物をたがいに分けあって捕食する生物構造をもっている。

表25 2そう曳試験操業で漁獲された異体類の海区別出現状況と全漁獲物中の個体数(エビ類をのぞく)・重量百分率

魚 種	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
タマガンゾウビラメ	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+
メイタガレイ	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ヒラメ	+	+	+		+					+	+
イシガレイ							+	+	+		
マガレイ								+			
クロガシラカレイ						+					
ホシガレイ			+								
マコガレイ			+	+	+	+	+	+	+		
ムシガレイ		+	+	+					+	+	
ナガダルマガレイ		+							+	+	
ダルマガレイ		+								+	+
ザラガレイ										+	
ナンヨウガレイ	+	+	+	+	+			+		+	+
ヤリガレイ	+	+	+	+						+	+
ニホンダルマガレイ	+								+	+	+
イジマダルマガレイ	+	+								+	+
カワラガレイ	+									+	+
ウスガレイ	+	+	+							+	+
カネコダルマ	+									+	+
マダラガレイ	+										+
ガンゾウビラメ	+									+	
コウベダルマ		+									+
ウイダルマ											+
ヤナギムシガレイ											+
個体数%	7.86	1.65	1.63	0.06	1.10	0.29	0.46	1.23	1.25	0.77	9.42
重量%	3.41	0.66	0.71	0.14	0.78	0.38	0.58	1.80	0.38	0.55	5.08
ゲンコ	+	+	+	+			+	+	+	+	+
トビサウシノシタ	+	+	+							+	+
ヒレグロゲンコ	+	+								+	+
セトウシノシタ			+								
イヌノシタ	+										
アカシタビラメ						+		+		+	
個体数%	1.58	0.55	0.54	0.35	0	0.05	0.01	0.01	0.21	0.38	0.36
重量%	0.84	0.16	0.09	0.05	0	0.01	0.01	0.07	0.11	0.14	0.38

(2) 異体類の食性 沖合漁場における底生動物捕食魚のおもな種類は異体類とハゼ類であるが、ここでは昭和32年9、12月、同33年1、5、7月に実施した5回の2そう曳試験操業資料と、昭和34年1～12月に業者船の委託調査で得られた資料とによって、主として異体類の食性を検討した。

2そう曳試験操業で採集された異体類の種類数はカレイ亜目29種、ウシノシタ亜目6種であり、それらの海区分別漁獲状況と漁獲物中の個体数百分率(エビ類をのぞく)と重量百分率を表25に示した。

また、業者船の委託調査で漁獲された異体類の1航海あたり漁獲量、重量組成および主要種の漁獲量を表26に示した。

表26 業者船委託調査による主要異体類の漁獲状況(昭和34年)

調査地		光	秋穂	音戸	西条	観音寺	寄島	高砂	引田	刈屋	岸和田	大崎	
1航海当り漁獲量(kg)		50.1	74.5	46.8	37.0	62.6	45.9	63.9	39.7	56.1	151.6	102.0	
異体類重量組成(%)		12.1	8.2	15.3	3.1	3.6	4.7	12.2	14.4	7.9	2.6	7.5	
異体類漁獲量(g)		6,088	6,145	7,198	1,169	2,290	2,201	7,853	5,731	4,473	3,965	7,728	
主要種の一航海当り漁獲量(g)	ヒラメ	226	362	132					120			9	
	タマガンゾウピラメ	1,222	2,147	1,891	212	998	447	3,087	3,253	23	225	2,116	
	マコガレイ	54	246	77	101	204	164	146	717	474	56		
	メイタガレイ	283	646	943	231	857	743	1,665	831	1,424	443	119	
	ムシガレイ	260		19	6					177		275	
	イシガレイ		187	36	222	54	101	3	270	49	1	3	
	ヤリガレイ	14	2										26
	ナガダルマガレイ	90	11										879
	コウベダルマガレイ										2		10
	イヌノシタ	237	346	2,562	3	5		11	52	12			51
ゲンコ	1,690	852	509	192	91	512	1,802	272	2,055	6		606	
トビササウシノシタ	1,991	189					31			5		30	
セトウシノシタ			3				1	27				45	

表25・26をみると、一般魚類と同様に、外海ほど生息する種類が多く、また内海・外海および水道域にはそれぞれ特有の種類が分布している。その種類数は落合(1957)の報告に比して少ないが、その分布には類似の地域性がうかがわれる。

2そう曳漁獲物中の異体類百分率は1、11海区(外海)で最も高く、内海中央部にむかって順次減少し、一般的にきわめて低い。2そう曳漁業が底層に密着している生物に対して、じゅうぶんな漁撈効果をもたないことはさきにも述べた。

業者船漁獲物中の異体類比率はこれに比してはるかに高く、魚類のなかでは9.0～56.4%におよび、内海中央部では漁獲量が少なく、両水道周辺では多く漁獲され、2そう曳試験操業と同様の結果を示す。

異体類のうち、ウシノシタ亜目の種類の胃内容物は小型甲殻類と多毛類が大部分であるが、デトリタスを食している個体も多く、底生動物食性と考えられ、かつ6種のウシノシタ亜目類の胃内容物にはほとんど差がみられない。これに対し、カレイ亜目類の主要餌料動物に対する捕食頻度百分率を示したのが表27で、畑中ら(1954)がのべたように、主要な餌料動物は種類により差異があり、魚食性から底生動物食性までである。なお、成長段階による餌料動物の差異(タマガンゾウピラメは全長10cm以下の幼魚期には小型甲殻類を、10cm以上になるとエビ・魚類をおもに捕食する)、生息水域による差異(メイタガレイは砂地に生息するときは小型甲殻類を、泥地に生息するときは多毛類を多く捕食する)などがみられる。

異体類は体型の点でも、また底質に密着して生活する生態的な点でも、ほかの魚種と異なった特性をもつ。それらに起因する異体類の魚群量、むれの特異性を最首(1960)が東海・黄海における底生魚類の研究で明

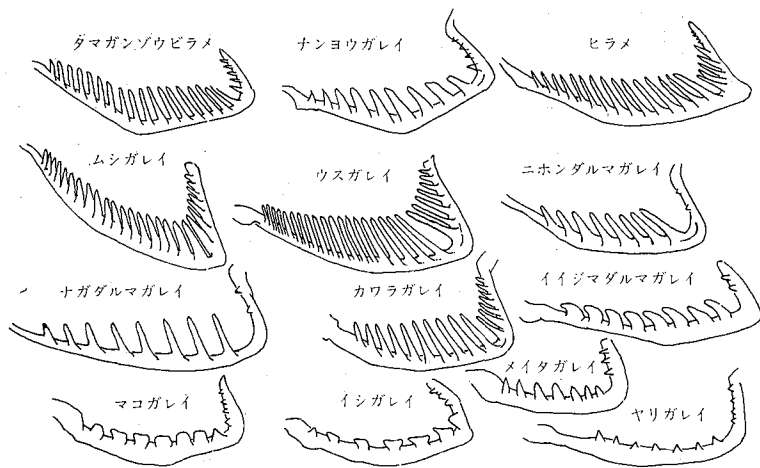


図61 異体類13種の鰓耙

長の関係を図60に、鰓耙の構造を図61にそれぞれ示した。これで見ると、全般的には高次捕食の異体類ほど上顎長が長く、鰓耙が発達し、畑中ほか(1954)の結果と類似している(イシガレイのように、その餌料動物および鰓耙の構造に比して、上顎長が長い例外もあり、またイシガレイを含めて標本数の少ない魚種の

餌料動物は今後の調査で標本数がふえれば変化することも予想されるが)。なお、単に肉眼的観察だけであるが、高次捕食の異体類の胃は低次捕食のそれに比して大きく、かつ厚く、また前者の腸管は後者のそれに比して短かく、かつ巻きかたも単純である。

第4節 考 察

ごく沿岸のアジモ場、沿岸底曳漁場および沖合漁場の底層魚類群集を構成する魚種相は沖合にむかうほど豊富となる。沿岸底曳漁場と沖合漁場の間には共通的な種類が多く、商品価値の高い魚種の多くはこの水域に生息する。ごく沿岸のアジモ場に生息する魚種にはこれらとの間に共通種が少なく、産業的に重要な魚種も比較的少ない。魚類群集を構成する魚種数が夏～秋季に増加することは、沿岸から沖合にわたって共通的な現象であり、これは春～夏季に産卵する魚種が多く、その幼稚魚がくわわるためである。

このように、各漁場によって、それぞれの生態系を構成する魚類群集の種類は異なっても、底層における捕食者と被捕食者との関係からみた生物社会構造の基本的相互関係はよく類似している。すなわち、魚類群集はそこに生産される餌料動物を、少なくとも組成の点からみれば、主たる捕食対象をわずかず変えなが

表29 漁場・漁法別漁獲物重量組成(デトリタス食性群としてエビ、カニ、その他を含む)

種	漁場 漁法	漁場				沖合漁場(統計資料)		
		アジモ場	沿岸漁場		沖合漁場(試験操業)			
		藻手繰	小型底曳	全漁業種類	小型底曳	2そう曳	瀬戸内海区	太平洋南区
魚類		62.2	41.7	38.1	38.2	88.4	37.0	81.0
魚類捕食魚		7.5	8.7	13.4	8.0	29.1	7.5	19.2
底生動物捕食魚		16.2			15.3	2.5		
プランクトン捕食魚		1.6			0.9	15.2		
イカ・タコ類		2.3	9.4	25.7	11.1	5.2	7.8	8.9
エビ類		5.8	41.2	10.4	41.1	3.3	38.6	9.8
カニ類		19.5	3.6	1.6	} 9.4	} 3.0	4.1	+
その他		10.1	3.9	24.1			12.2	0.2
デトリタス食性群		35.4	48.7	31.6	50.5	6.3	54.9	10.0

ら相互に分けあって利用している。

各漁場の調査で得られた漁獲物の重量組成ならびに食性群別組成を表29に示した。すでにのべたごとく、漁法と漁業規模によって漁獲物には各種の差異がみられるので、この表から各漁場の魚類群集の実態をきめるのはむずかしいが、その大要をうかがうことができる。すなわち、2そう曳と太平洋南区漁獲物中の魚類と魚食性魚類の組成は、ほかの漁法や内海区漁獲物中のそれらの組成より高く、またデトリタス食性群の組成は低い。内海区で、各種の底曳網漁法による漁獲物組成では、魚類が37.0~62.2%、魚食性魚類が7.5~8.7%、デトリタス食性群は35.4~54.9%をしめ、それぞれ近似である。海区別に検討すると、沖合漁場ほど魚類および魚食性魚類の組成が増加し、エビ類の組成が減少することはすでにのべた。

沿岸・沖合漁場では、エビ類がデトリタス食性群の主要な部分を構成しているが、アジモ場ではカニ類とその他の動物群が最も多い。そして、これらデトリタス食性群は魚類群集の約半を占め、底層の生産系のなかで最も重要な位置をしめる。

底層魚類群集を調査対象としたため、プランクトン食性群についてはじゅうぶんな資料が得られなかったが、沖合漁場でやや増加する。

アジモ場の魚類は一般に小型個体が多く、餌料動物として重要なのは小型甲殻類（とくにヨコエビ・エビ幼生）と多毛類であるが、沿岸漁場ではエビ類とその幼生であり、多毛類よりは貝類が多く捕食される。これは、前述のごとく底生動物群集の分布が沿岸から沖合へむかって変化することとも対応する。

しかし、これら餌料動物もその多くはデトリタス食性で、その栄養を底質から得ている点で共通性をもっている。デトリタスは直接魚類群集の栄養源となるとともに、これら餌料動物を通じて間接的にも利用され、底層における食物連鎖ないし物質循環のなかで最も基本的要因となる。底生動物群集は底質と高次捕食者の中間に位置し、両者の媒体となっている。

沖合漁場ではエビ類・魚類など大型動物が餌料として重要である。そして、アジモ場や沿岸漁場の魚食性魚類、たとえば、エソ類は底生動物食性のハゼ類をおもに捕食するが、沖合漁場ではプランクトン食性のカタクテイワシを捕食することが多い（林・山口、1960）。シログチについても同様、沿岸漁場ではハゼ類を、沖合漁場ではカタクテイワシ・テンデクダイなどを多く捕食する（北森・林・千国、1962、日本水産学会口頭発表）。これらは、前記沖合漁場でプランクトン食性群が増加することに対応するもので、それが生産系の中でしめる位置が沖合漁場ほど高いことを示すのであろう。

このように、アジモ場、沿岸漁場、および沖合漁場では、それぞれ特徴ある生物群集の構成と生物生産の機構をもっており、それぞれの漁場生産をささえる基盤となっている。

現在、瀬戸内海全般において行なわれている小型機船底曳網漁業は、漁業の中で最も重要な位置をしめているが、その漁獲物はエビ類が最も多く、魚類としては底生動物捕食者とエビ類捕食者が多い。そして、2そう曳試験操業漁獲物と比較すると低次捕食者がきわめて多く、また小型の個体が多い（千国・林、ブロック会議資料、1959）。これらは、一面において、内海漁場がエビ類やその捕食者を主対象とする従来の小型底曳漁業をささえる生物生産の基盤となっているが、他面、魚類群集の利用形態において、かたよったところが認められる。この漁業の実態と魚類群集の実態との関係を明らかにすることは今後に残された問題である。

第5章 底生動物群集の年変動と漁獲量との関係

底生動物群集と漁獲量との質・量的関係は、前述のように明らかにされ、その重要性が認められている。しかし、ひとつの水域内で両者の関係を経年的に調査したのは、Blegvard (1951) がリムフィヨルドで行なった研究以外にはみられない。彼は Petersen がはじめた研究を引きつぎ、約40年間にわたって両者の関係をしらべ、底生動物群集が著しく増加した年には漁獲量もまた増加し、また気温が異常に低下した年には両者が減少することなど、きわめて特殊な条件の時だけ両者の関連性があることをのべた。そして、一般的には両者の対応関係は明らかでなく、漁獲量は漁業形態の近代化にともなう漁獲努力の質・量的変化によってより多く支配されることを明らかにした。

笠岡湾で、内湾の生産機構を明らかにするための研究が昭和27年より同28年に至る間行なわれ、海況と

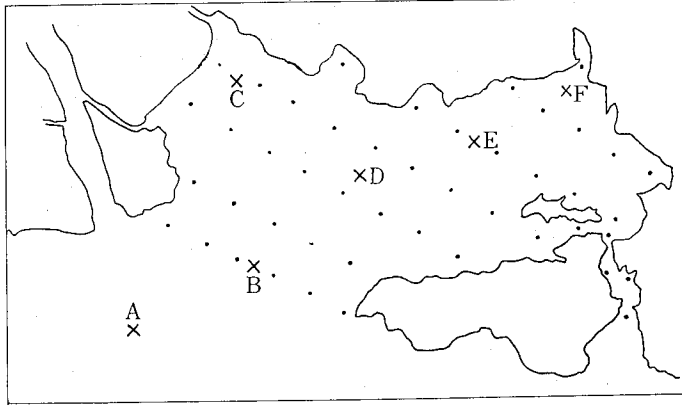


図62 笠岡湾調査地点

・：昭和28年12月までの調査地点

A・B・C・D・E・F：昭和29年1月以後の調査地点

で、昭和29年1月より同31年3月までは隔月、3区の面積を考慮して湾内に5地点と、湾外に1地点を調査地点としてえらび採集、観測を実施した(図62)。昭和29年1月以前と以後の資料を統一するために、昭和29年以前の資料はB・C・D・E・F各地点に最も近い2地点の平均値で示した。

第1節 海 況

昭和27年から同31年までの、表層水の水温、比重および降雨量を、内海区水産研究所笠岡支所で行なった

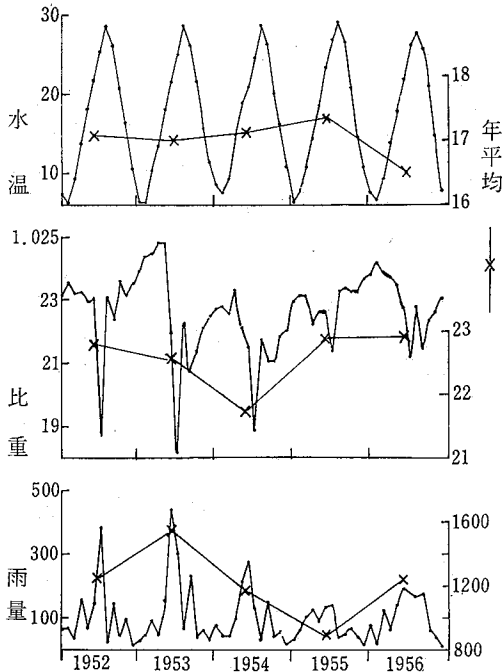


図63 内海区水産研究所笠岡支所定時観測による水温、比重、降雨量の変化

浮游動物群集については村上(1954)、底生動物群集と漁獲量については井上(1963)、底生動物群集と環境との関係については前章でその一部を筆者がのべたが、ここでは底生動物群集の経年変化、およびそれと漁獲量との関係について得られた結果をのべる。

底生動物群集の採集は昭和27年7月より同28年12月まで、毎月45地点で行なった。この調査で湾内の底生動物相は3区に大別できることが明らかになったの

定時観測(昭和31年4月までは午前10時、以後は午前9時の観測)資料によって図63に示した。水温、比重は月別の平均値、降雨量は月別の総量である。31年の水温は著しく低い、これは観測時間の変更によると考えられ、これを除くと30年に最も高く、28年に最も低い。比重は27年から28年の降雨期までの間で最も高く、29年には最低となり以後ふたたび増加している。降雨量は28年に最も多く、30年に最少である。30、31年には降雨期における降雨量の増大と、比重の低下が前年ほど顕著ではない。比重と降雨量の関係から、沖合水の影響は28年に最も強く、29年には弱くなり以後ふたたび強くなったと考えられる。

調査地点の表、底層水の塩素量を示したのが図64であり、次第に高鹹となるのがわかる。また、降雨期には表層の塩素量は全地点で低くなるが、それが底層まで及ぶのはC・F地点のみである。透明度の変化は図65のように、29年以後は夏季に低下して、冬季に増大し村上(1954)がのべた27年の型と同様で

あるが、28年には春、秋季に低下し、夏・冬季に増加し特異な変化を示している。これは沖合水の影響が強かったことと関係があると考えられる。30年は降雨量が少なく、塩素量が高いにもかかわらず、透明度は最も低く、この原因については明らかでない。

第2節 底生動物群集

湾外のA地点は昭和29年からの調査だけであり、かつB地点の底生動物群集と大きな差異がみられなかったのをこのとき、5地点での採集結果について検討する。種類数(昭和29年3月から)、個体数および重量の経年変化を図66に示す。すでにのべたように種類数と個体数は3~5月に増加し、10~11月に減少する。重量は採集誤差が大きく季節的变化は明らかでない。なお個体数は、27~28年には少なく、29年以後増加している。塩素量が最も低下した29年には個体数、重量ともに最も多く、沖合水の影響が強かったと推定される28年には少ない。

次に、底生動物群集の編組比率の経年変化は図67のごとく、多毛類は

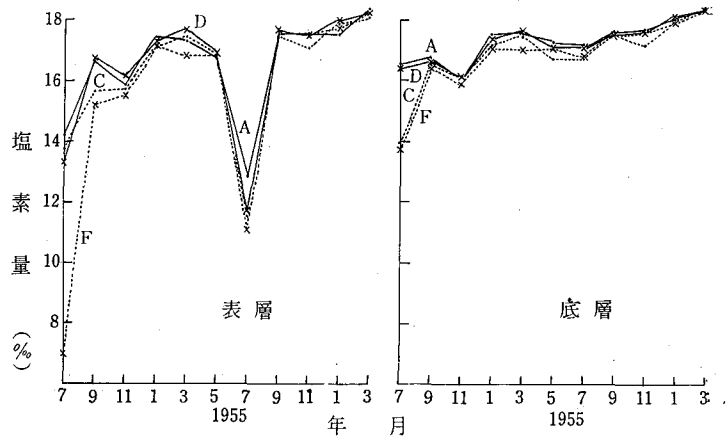


図64 笠岡湾内調査地点の表、底層塩素量の変化

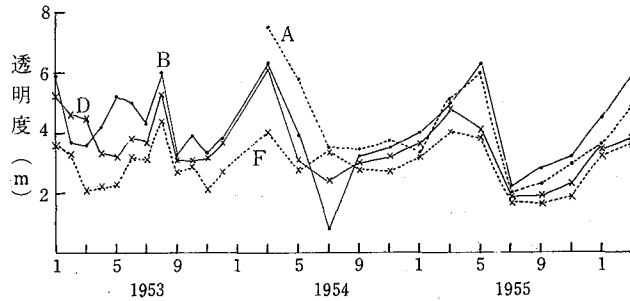


図65 笠岡湾内調査地点の透明度の変化

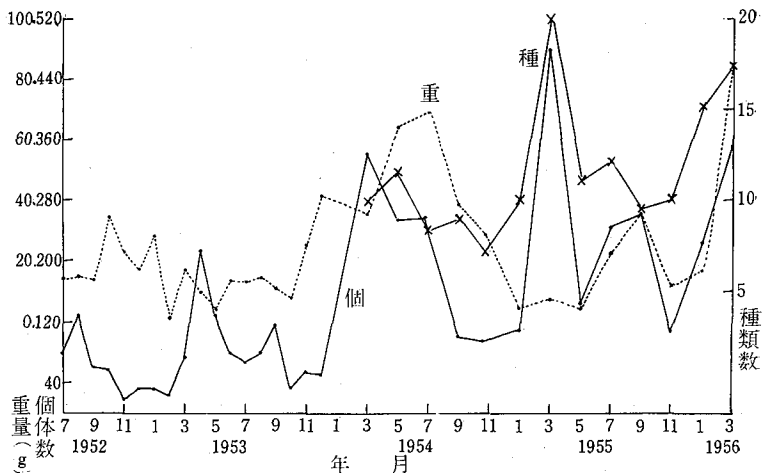


図66 笠岡湾内5地点(B・C・D・E・F)の底生動物群集の経年変化

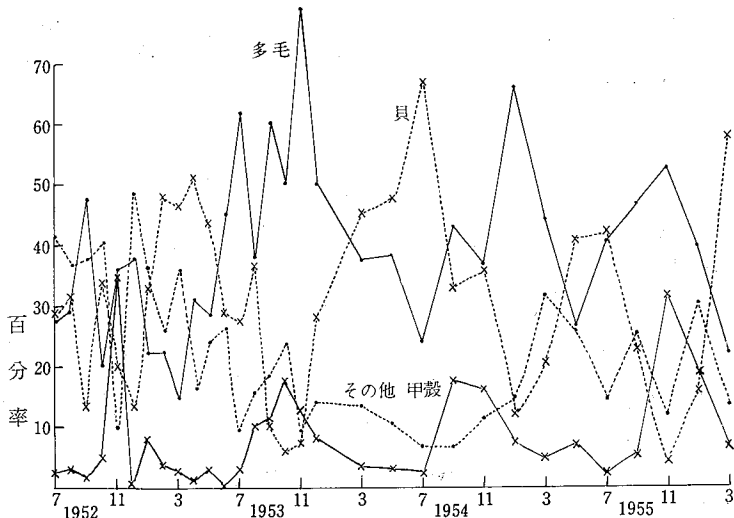


図67 笠岡湾内5地点(B・C・D・E・F)の底生動物群集の編組比率経年変化

冬季に、貝類は夏季に、甲殻類は秋季にそれぞれ高い編組比率を示す。その経年変化をみると多毛類は28年に、貝類は29年に最高を示している。甲殻類はとくに経年変化を示さなかったが、その他の動物は29年に最も低かった。これはいずれも、前述の沖合水の影響が最も顕著に現われている兩年の海況条件との関連性を示していると考えられる。

第3節 漁 獲 量

笠岡湾に出漁する5漁業組合の総漁獲量(全漁業種類を含む)を、農林省統計調査部資料によってもとめた。昭和27年より同31年までの5年間を対象としたが、27、28年の漁獲努力量についての資料が得られなかったので、努力量を度外視し漁獲量のみについて検討する。総漁獲量とその重量比率の経年変化を図68に示す。総漁獲量は順次増加しているといえる。魚類・エビ・カニ・シャコ・イカ・タコおよびナマコ類の漁獲比率は比較的安定している。魚類のうち銘柄魚は次第に減少し、雑魚類が増加している。また、魚類のうち最も大きな部分を占めているのは中間食性魚群である。カニ類の増加に対し、シャコ類は減少し、また大型エビ(クルマエビ・ヨシエビなど)類の漁獲はほとんど恒常的であるのに対し、アカエビ類は次第に増加し、小型エビ類は次第に減少している。

次に、魚種別に経年変化を検討する。前にのべたように努力量の集計ができなかったので、直接漁獲量によ

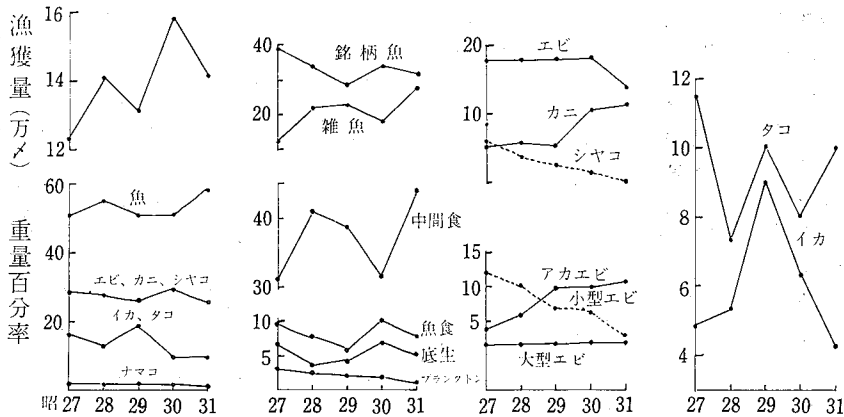


図68 笠岡付近の5漁業組合の総漁獲量とその重量比率の経年変化
中間食・魚食・底生・プランクトンはそれぞれ各食性群を示す。

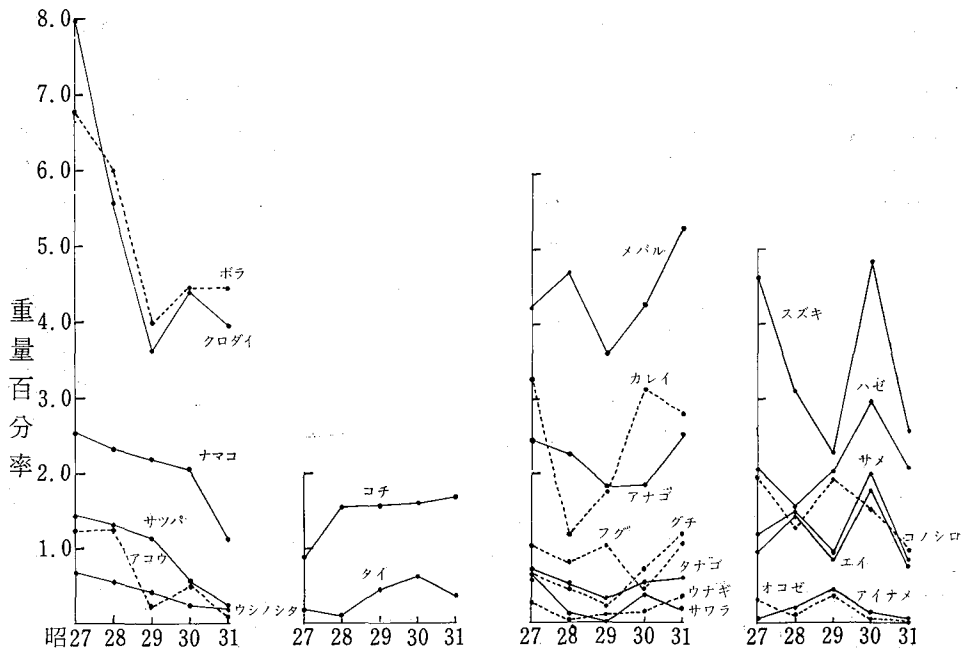


図69 主要魚種の漁獲重量比率の経年変化

らず総漁獲物中の重量比率によった。漁獲量の多い魚種について、その経年変化を図69に示した。魚種別漁獲量の経年変化は上記の理由により図示しなかったが、傾向としては重量比率の経年変化とよく似ている。図にみられるように経年変動は3型に区別できる。すなわち、ボラ・クロダイ・ナマコ・サツバ・アコウなどのごとく次第に減少し、しかもその減少の比率がかなり高い型、コチ・マダイなどのごとく次第に増加するがその増加する比率が低い型、前2者のごとく規則的な変化を示さない型とである。銘柄魚類減少の原因はこの第1の型に属する魚種によるものが多い。

これら漁獲量とその重量比率の経年変化の原因を考えると、総漁獲量の増加や雑魚の重量比率の増加は近年瀬戸内海全般にみられる漁獲努力、とくに底曳網漁業の増加により、第1の型は釣・延縄およびナマコ漕のような無動力底曳網漁業の減衰により、第2の型のうちタイの増加はローラー吾智網漁業の発展によると考えられる。第3の型に属する魚類のうち、カレイ・ハゼ・イカ・タコ・アイナメ類などは沖合水の影響が最も弱く、底生動物量が最も豊富であった29年に、最も多く漁獲された。これらの種類は沿岸性のものが多く、とくにカレイ類やハゼ類は底生動物を多く捕食するので、両者の間に対応関係が存在すると考えられる。また、第3の型に属する魚類のうち、エイ・サメ・スズキ・サワラ・シログチ・アナゴ・メバル類などは、前記29年に漁獲量が最も少ない。これらの種類は回游性魚類が多いので、沖合水の影響が強い年に漁獲量が増加すると考えられる。

以上の結果から海況、底生動物群集および漁獲量の3者の関係について考察する。前2者の間には塩素量や沖合水の影響度などを通じてかなり密接な関係が存在する。総漁獲量や魚種別の重量比率の経年変化をみると、漁獲努力の質と量の変化に支配される点が多い。ただ、回游性魚類の漁獲量は沖合水の影響度と関係があり、また沿岸性の底生動物捕食魚のそれは底生動物量と関係が深いと考えられる。

以上のごとく、底生動物群集の経年変化と漁獲量のそれとの関係は、一般的にはあまり密接でないが、これら群集中にあって、直接漁場の生物的ならびに非生物的環境の変動に具体的に対応するものとの間には関連がみられる。

本研究では、調査水域が内海中央部のせまい内湾に限られたが、今後はさらに広い海域について両者の関係を究明したいと考える。

摘 要

最近瀬戸内海の沿岸水域は養殖場として急速に開発され、他方、都市・工場廃水による水質汚濁の被害も急激に増加している。このような状勢のもとで、底生動物群集の分布ならびにそれと環境条件との関係を明らかにし、養殖適地の判定および水質汚濁による被害範囲の推定などのための指標生物として底生動物の価値を検討し、さらに、有用水産動物の餌料としての価値や、底層における生物社会内での位置を明らかにすること、すなわち、沿岸水域における底生動物群集の意義を明らかにするための研究を行なった。研究結果の概要は次のとおりである。

(1) Ekman-Lenz型採泥器の採泥容量は底質によって著しく変動する(0.2~2.2ℓ)。底質の粒子組成、含水率および硬度などと採泥容量との関係を明らかにした。採泥容量と採集動物量の間には直接的な関係がない。本器による採集動物量とカーデラート法で採集したそれとの間には、種類数と個体数について顕著な差異は認められない。しかし、本器の採泥深度は浅く、最も深いときでも約11cmにすぎないので、深部に生息する大型動物を採集することは困難である。したがって、本器による採集動物の重量はカーデラート法による採集動物の重量に比して少ない。

本採泥器による採集を同一地点で10回ずつ、底質や底生動物相の異なる6地点で行なった結果では、得られた動物は種類数についての変異係数が最も小さく、重量についてのそれが最大である。また、変異係数は底質の相違(すなわち、採泥容量の相違)や生物相の貧、富などに影響されない。

(2) 底生動物群集の分布は単一の環境条件によって支配されることが少なく、水深、塩素量、底質(粒子組成、硬度、含有有機物量)および潮流などの諸条件が複合された総合環境に支配される。しかし、一般に沿岸水域では、水深が浅く、砂泥底質で、渦流があり、アジモ場や流入河川があって有機物が多く堆積し、底質の栄養度が高いなどの条件をもつ水域ほど底生動物相は豊富であり、かつ生息量も多い。

沿岸水域の環境条件(水温、泥温、透明度など)は、水域がちがってもかなり共通的な季節の変化を示すが、底生動物群集のそれは水域によっておのおの異なる様相を示すことが多い。動物相の貧困な水域では季節的变化が明りょうで単純であるが、動物相が豊富な水域では季節的变化が複雑でその巾が少ない。しかし、春季に種類数、個体数が多くなり、秋~冬季に減少する例が多い。有機的水質汚濁の影響や、潮流の停滞、流入河川による運搬物の堆積などによって、底質中の有機物量が異常に増加している水域では、夏季水温の上昇ともなって溶存酸素量が減少するため、底生動物が著しく減少することがある。

(3) 底生動物群集は定着性がつよく、潮汐、降雨などの環境条件の一時的変化に影響されることが比較的少なく、水塊自体の性質を指標する水質の物理・化学的性質や浮游動物などに比較して、沿岸水域の環境条件の指標生物としてはすぐれた一面をもっている。

底生動物群集の種類数とその編組比率は環境条件を指標する要因として重要な意義をもつ。さらに、沿岸水域の底生動物群集の中では多毛類が最も重要な位置をしめるが、とくに沿岸環境条件の指標生物として大きな意義をもつ種類は次のとおりである。

Capitella capitata japonica Kitamori : 都市排水や有機物による工場廃水の影響をうける汚濁水域、流入河川による運搬物が堆積する水域および潮流の停滞によって有機物が異常に多く沈降する水域などに生息し、底質中に含まれる有機物量が異常に多い水域の指標生物である。とくに、有機物の多い都市、工場廃水による汚濁の著しい水域では優占種となる。採泥器では3~5月に多く採集され、ほかの時期には少数しか採集できない。

Lumbriconereis impatiens Claparede : 本種の分布は単一の環境条件に支配されることが少なく、総合環境に影響される。一般に、水深10m以浅の砂泥地で、底質の栄養度が高く、底生動物相の豊富な水域に多く生息する。これらの分布生態によって、本種の分布範囲から沿岸の特性のひろがっている範囲を指標できる。すなわち、大きな流入河川やアジモ場をもつ水域では沿岸の特性は広い範囲にわたり、本種の分布もま

た広く10m等深線の沖合にまで及ぶが、流入河川やアジモ場がなく、沖合水の影響が強い水域では本種の分布範囲はきわめて沿岸部のみに限られる。本種の生息水域は上記の条件をもっているため栄養度が高く、とくに本種の編組比率が高い水域はカキ・ノリなどの養殖場として利用されていることが多く、養殖適地判定のひとつの要因として本種の編組比率を利用できる。また、有機物量が異常に多い底質には生息しないので、本種の分布と *C. capitata japonica* の分布とを対称することによって、汚濁範囲の推定にも利用できる。

ダルマゴカイ (*Sternaspis costata* Marenzeller)・マサゴウロコムシ (*Leanira yhleni* Malmgren) 沿岸水域でも水深が10m以上になると、一般に沿岸の特性は弱くなり、その底生動物相は10m以浅のそれと相違する。これらの種類はこのような沿岸の特性が弱い10m以深の水域に多く生息し、その分布様相は沿岸水域に及ぼす沖合水の影響範囲を標示する。ダルマゴカイは春・夏季に、マサゴウロコムシは秋・冬季に多く採集できる。前者は後者に比し、やや沿岸性の強い水域に生息する。内海中央部ではかなり沖合の燧灘にも本種は生息するが、豊後・紀伊水道や外海ではきわめて沿岸に近いせまい範囲に生息するのみである。

底生動物群集全般についての知見とともに、これらの多毛類の分布を検討すれば沿岸水域の環境条件をある程度推定し得る。

(4) 底生動物群集には採泥器で多く採集される多毛・貝類などの内生動物と、底層用ネットで多く採集される小型甲殻類のような表生動物とがある。前者の生息量は後者に比してはるかに多い。しかし、餌料として直接魚類に捕食される前者の量は後者に比して少ない。内生動物は異体類のような特別な生態をもつ魚類によって主として捕食されるほか、表生動物が減少する冬季にその補足として他の魚類に捕食される。

底層用ネットで採集した表生動物の季節的变化と底層魚類群集の胃内容物にみいだされる餌料動物の季節的变化との間には対応関係がみられる。これを各魚種別にみると、それぞれ摂餌習性や消化器の形態などが異なり、主として捕食する動物の範囲がほぼさまっているが、水域に生産される餌料動物はそこに生息する魚類群集によってひろく利用されている。

(5) ごく沿岸のアジモ場、沿岸底曳漁場および沖合漁場の生物構造を比較し、それぞれの生産系の中で、デトリタスが基本的栄養源として重要な役割をはたしていることを確めた。

底生動物群集の生息量も、それをおもに捕食する魚類群集の生息量も沿岸から沖合へ次第に減少し、底生動物群集の餌料としての直接的価値もそれにしたがって低下する。これに対し、エビ類の生息量は沖合ほど多く、またこれを捕食する魚類群集も沖合ほど多い。底層の生産系においてプランクトン食性魚類がしめる役割は比較的少ないが、沖合水域ほど増加する。魚食性魚類も沖合ほど増加する傾向がみられ、またそれは沖合漁場に生息するほどプランクトン食性魚類を多く捕食する。

以上のごとく、これら3漁場はそれぞれ特徴ある生物構造と生産機構をもちながら、漁業生産の基盤となっている。デトリタスと底生動物群集はその中で、最も低次の栄養源ではあるが、基本的要因として重要な位置にある。

最近、内海漁業の中で重要な位置をしめる小型機船底曳網漁業は、個体として小型の低次消費者層の生物生産に主としてささえられている。

(6) 内湾の底生動物群集の経年変化は海況条件のそれ——主として沖合水塊が沿岸に及ぼす影響の度合の経年変化——に影響されることが多い。全般的には、底生動物群集生息量の経年変化と漁獲量のそれとの間の対応関係は明らかでないが、魚類群集のうち沿岸性の底生動物食性魚類の漁獲量経年変化は底生動物群集生息量のそれと対応している。

また、内湾の漁獲量の大きい部分をしめるのは回游性魚類であり、漁獲量の経年変動もまた回游性魚類のそれに影響をうけることが多い。そして回游性魚類の経年変動は沖合水塊のそれと関連が深い。

このように、直接的関連をもっている、各魚類群集と生物、非生物環境条件との間には対応関係がみられるにもかかわらず、底生動物群集生息量の経年変化と総漁獲量のそれがみかけ上対応しないのは、総漁獲量の経年度変化が漁獲努力の質・量など人為的条件に支配されることが多いためである。

漁場における漁業生産と底生動物群集との関係を明らかにするためには、その漁場における生物生産の実態、ならびに漁業実態の変遷を今後さらに追求することが必要である。

参 考 文 献

- 相川 広秋 : 1934. 日本本土周辺大陸棚の肥度に就いて. 水産学会報, 6 (2), 76~85.
——— : 1936. 本邦沿岸漁場の底棲動物の性状. 水産試験場報告, 7, 183~207.
- ALLEN, E. J. : 1899. On the fauna and bottom-deposits near the thirty-fathom line from the Eddystone grounds to Start Point. Jou. Mar. Biol. Ass. U. K., 5, 365~542.
- 青山 恒雄 : 1956. 食性調査について. 水産資源研究懇談会資料, 1~28
荒川 清・新田 忠雄 : 1953. 海底泥の分析法に関する研究. 内水研報告, 3, 27~32.
- BLEGVARD, H. : 1928. Quantitative investigations of bottom invertebrates in the Limfjord 1910~1927 with special reference to plaice food. Rep. Danish Biol. Stat., 31, 27~56.
——— : 1930. Quantitative investigation of bottom invertebrates in the Kattegat with special reference to the plaice food. Rep. Danish Biol. Stat., 36, 3~56.
——— : 1951. Fluctuations in the amounts of food animals of the bottom of the Limfjord in 1928~1950. Rep. Danish Biol. Stat., 53, 3~28.
- BIRGE, E. A. : 1922. A second report on limnological apparatus. Trans Wisconsin Acad. Sci., 20, 533~552.
- CHAPMAN, G. : 1949. The thixotropy and dilatancy of a marine soil. Jou. Mar. Biol. Ass. U. K., 28, 123~140.
- CHAPMAN, G. and NEWELL, G. E. : 1949. The distribution of lugworms (*Arenicola marina* L.) over the flats at Whitstable. Jou. Mar. Biol. Ass. U. K., 28, 627~634.
- CLARK, G. L. : 1946. Dynamics of production in a marine area. Ecological monograph, 16, 321~325
- COUSTEAU, J. Y. : 1954. To the depths of the sea by bathyscaphe. Nat. Geog., 106 (1), 67~78.
- DAVIS, F. M. : 1923. Quantitative studies on the fauna of the sea bottom. Fish. Invest., II, 6 (2), 1~54.
- EKMAN, S. : 1947. Über die Festigkeit der marinen sedimente als faktor der Tierverbreitung, ein beitrage zur Associationsanalyse. Zool. Bidr. Uppsala, 25, 1~20.
- EMERY, K. O. : 1952. Submarine photography with the benthograph. Sci Monthly, 75 (1), 3~11.
- FAUVEL, P. : 1923. Polychaètes errantes. Faune de France, 5. 1~429.
- FORD, E. : 1923. Animal communities of the level sea bottom in the waters adjacent to Plymouth. Jou. Mar. Biol. Ass. U. K., 13, 164~224.
- FORSTER, G. R. : 1954. Preliminary note on a survey of Stoke Point rocks with self-contained diving apparatus. Jou. Mar. Biol. Ass., 33, 341~344.
- FOX, L. : 1950. Comparative metabolism of organic detritus by inshore animals. Ecology, 31 (1), 100~108.
- 古川 厚 : 1955. 瀬戸内海底質の硬軟について. 日水誌, 20 (12), 1071~1075.
- GUNTER, G. : 1957. Dredges and Trawls. Geol. Soc. America memoir, 67, 73~78.

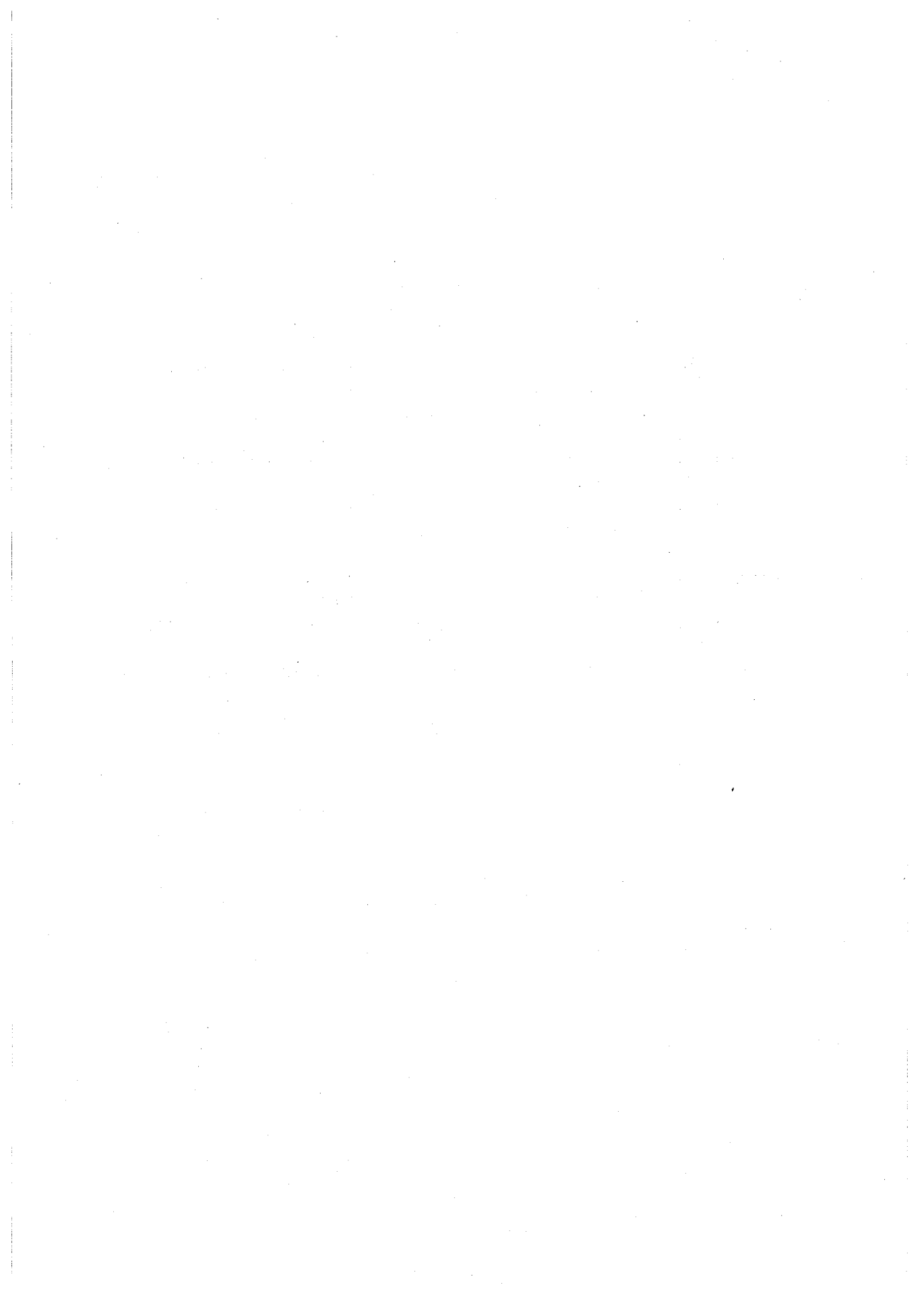
- 波部 忠重・川口 正雄・山根 謹爾：1945. 瀬戸内海の内湾の研究，松永湾の底棲群聚と貝類死殻堆積. 京都大学理学部生理・生態学研究業績, 22, 1~9.
- : 1946. 若狭小浜湾の底棲動物群聚並びにその底魚漁獲物との関係. 同上, 55, 1~35.
- 花岡 資：1955. 水面生産力の問題. 内水研報告., 8, 1~56
- HANAOKA, T. · HAYASHI, T. · MURAKAMI, Y. · TAKAHASHI, Y. · YAMAGUCHI, Y. : 1959. Studies on the Fish community from the viewpoint of diet in the eastern part of the Inland Sea of Japan. Records of Oceanographic Works in Japan, Special number 3, 179~200.
- HARTMAN, O. : 1944. Polychaetous annelids. Part V. All. Hanc. Paci. Exp., 10, 1~237.
- : 1951. Literature of the polychaetous Annelids.
- : 1955. Quantitative survey of the benthos of San Pedro Basin, Southern California. Allan Hanc. Paci. Exp., 19 (1), 1~185.
- : 1959. Catalogue of the polychaetous Annelids of the world.
- HATANAKA, M. · KOSAKA, M. · SATO, Y. · YAMAKI, K. and FUKUI, K. : 1954. Inter-specific relations concerning the predacious habits among the benthic fish. Tohoku Jou. Agri. Res., 5 (3), 177~189.
- HATANAKA, M. · KOSAKA, M. · SATO, Y. : 1956. Growth and food consumption in Plaice. Tohoku Jur. Agri. Res., 7 (2), 151~174.
- 林 知夫・山口 義昭：1960. 魚食性底魚類の食性に関する研究. 内水研報告., 15, 1~113.
- HAYASHI, T. · YAMAGUCHI, Y. · HANAOKA, T. : 1960. Preliminary report on diurnal feeding activities of genus *Saurida*. Records of Oceanographic Works in Japan, Special number 4, 151~158.
- HOLME, N. A. : 1949. The fauna of sand and mud banks near the mouth of the Exe estuary. Jou. Mar. Biol. Ass. U. K., 28, 189~237.
- : 1949. A new bottom sampler. Ibid., 28, 323~332.
- : 1953. The biomass of the bottom fauna in the English channel off Plymouth. Ibid., 32, 1~49.
- : 1954. The ecology of British species of *Ensis*. Ibid., 33, 145~172.
- 今井 丈夫・伊藤 進・中村 捷・小野寺 弘：1957. 気仙沼湾カキ養殖場の生態学的研究，環境条件とカキの生産性. 気仙沼開発研究会, 1~39.
- 井上 明：1963. 笠岡湾の生産力に関する研究. 内水研報告., 20, 1~116.
- 伊藤 進・小木曾卓郎：1955. 福島県松川浦におけるアサリ，ハマグリに関する研究. 福島県水産課, 1~13.
- JENSEN, B. : 1919. Valuation of the Limfjord, I, Studies on the fish-food in the Lim Fjord 1909~1917, its quantity, variation and animal production. Rep. Danish Biol. Stat., 26, 1~44.
- JOHANSEN, A. C. : 1927. Preliminary experiments with Knudsen's bottom sampler for hard bottom. Medd. Komm. Danmarks Havundersog., Ser. Fisk., 8 (4), 1~6.
- JONES, N. S. : 1951. The bottom fauna off the south of the Isle of Man. Jou. Anim. Ecol., 20, 132~144
- : 1956. The fauna and biomass of a muddy sand deposit off Port Erin, I. O. M.. Ibid., 25, 217~252.
- 加藤 健司・石塚 孝成：1949. 海洋底質の化学的研究 (1) 陸奥湾における底質腐植質の分布について. 水産学雑誌, 4, 7~17.

- 川口 正雄・白井 邦彦：1944. 瀬戸内海の内湾の研究（Ⅰ）笠岡湾の底棲群聚とその未利用資源動物としてのホトトギスの定量. 京都大学理学部生理・生態学研究業績, 8, 1~18.
- 川口 正雄：1945. 瀬戸内海の内湾の研究（Ⅱ）笠岡湾の底棲群聚の春季相. 同上, 17, 1~4.
- 北森良之介：1950. 東京湾底棲動物の研究（2）底棲動物の季節的变化. 日水誌., 16, 275~280.
- ：1953. 松永湾底棲群集の夏季相. 日本水産学会講演.
- ：1954. 笠岡湾の底棲動物と硬度について. 同上.
- ・小林 真一：1958. 藻場の生態学的研究（Ⅰ）初夏相. 内水研報告., 11, 7~16.
- ・—————：1958. 汚瀆水域の底棲動物（Ⅰ）福山入江. 同上, 11, 1~6.
- ・—————・永田 樹三：1959. 藻場の生態学的研究（Ⅱ）季節的变化. 同上, 12, 187~199.
- ・—————：1959. 汚瀆水域の底棲動物（Ⅱ）三原湾. 同上, 12, 201~214.
- ・船江 克美：1959. 汚瀆水域の底棲動物（Ⅲ）大阪湾. 同上, 12, 215~221.
- ・兄部 次郎：1959. 汚瀆水域の底棲動物（Ⅳ）神崎川. 同上, 12, 223~226.
- ：1960. 汚瀆と *Capitella* 属（多毛類）の関係. 同上, 13, 1~10.
- ・船江 克美：1960. 汚瀆水域の底棲動物（Ⅴ）広湾. 同上, 13, 11~18.
- ・—————：1960. 岩国沿岸の底棲動物相. 水産増殖, 3, 43~47.
- ：1960. Two new species of Cirratulid and Nephthydidae (Annelida: Polychaeta). Bull. Japanese Soc. Scie. Fish., 26 (11), 1082~1085.
- ：1960. Description of two new species of Pilargiidae (Annelida: Polychaeta) from the Seto-Inland-Sea. Ibid., 26 (11), 1086~1091.
- 木幡 孜・井上 泰：1959. 山口県小郡・秋穂両湾における底棲動物群集について. 山口県内海水産試験場調査研究業績, 10, 51~59.
- 神戸海洋气象台：1950. 松永湾海洋観測報告. 海洋時報, 第2輯, 2 (11), 19~26.
- KNUDSEN, M. : 1927. A bottom sampler for hard bottom. Medd. Komm. Danm. Fisk. Havunders., 8 (3), 3~4.
- LARSEN, K. : 1936. The distribution of the invertebrates in the Dybø Fjord, their biology and their importance as fish food. Rep. Danish Biol. Stat., 41, 3~35.
- LEE, R. E. : 1944. A quantitative survey of the invertebrate bottom fauna in Menemsha Bight. Biol. Bull., 86 (2), 83~97.
- MACGINITE, G. E. : 1935. Ecological aspects of a California marine estuary. Amer. Midl. Nat., 16 (5), 629~765.
- ：1939. Littoral marine communities. Ibid., 21 (1), 28~55.
- MARE, M. F. : 1942. A study of a marine benthic community with special reference to the micro-organisms. Jou. Mar. Biol. Ass. U. K., 25, 517~554.
- MARENZELLER, E. : 1879. Südjapanische Anneliden. Akad. Wiss. Wien. Denkschres, 41 (2), 109~152.
- 松江吉行編：1961. 水質汚濁調査指針. 恒星社, 1~384.
- 松井 魁：1951. 東海, 黄海における底曳網漁場と底棲生物群集との関係について. 日水誌., 16 (12), 159~167.
- MISTAKIDIS, M. N. : 1951. Quantitative studies of the bottom fauna of Essex oyster grounds. Gr. Britain Fish. Invest., 2 (7), 1~47.
- 宮地伝三郎：1938. 大阪湾の底棲群聚の定量的研究, 第1報. 海と空, 18, 172~184.
- ：1940. 大阪湾の底棲群聚の定量的研究, 第2報. 日本学術協会報告, 15, 332~334.

- 宮地伝三郎：1940. Marine benthic communities of the Osaka-Wan. *Jou. Oceanography*, 12 (2), 1~15.
- ：1940. 田辺湾の軟底部の群聚. 植物及動物, 8 (2), 33~39.
- ：1940. Marine benthic communities of the Tanabe-Wan. *Ann. Zool. Japanenses*, 19 (2), 136~148.
- ・増井 哲夫：1942. 七尾湾の底棲群聚の研究. 日本海洋学会誌, 2 (1), 1~21.
- ・増井 哲夫・波部 忠重：1944. 内湾度と内湾の生物群聚型に就いて. 京都大学理学部生理・生態学研究業績, 3, 1~20.
- 三浦定之助：1929. 海底の硬度について. 水産講習所報告, 25 (2), 11~15.
- MOLANDER, A. R. : 1928. Investigations into the vertical distribution of the fauna of the bottom deposits in the Gullmar Fjord. *Svenka. Hydrog. Biol. Komm. Skrifter*, Ser. Hydrografi, 6, 505~506.
- MONRO, C. : 1931. Polychaeta, Oligochaeta, Echiuroidea and Sippunculoidea, Great Barrier Reef Exp. *Sci. Rep. Brit. Mus.*, 4 (1), 1~37.
- 村上 彰男：1954. 笠岡湾海洋調査報告 (内湾の微細海況について). 内水研報告, 6, 15~57.
- ：1959. 瀬戸内海産浮游性毛類類に関する海洋生物学的研究. 内水研報告, 12, 1~186.
- NAGATA, K. : 1960. Preliminary notes on benthic Gammaridean Amphipoda from the *Zostera* region of Mihara Bay, Seto Inland Sea, Japan. *Publ. Seto Mari. Biol. Lab.*, 8 (1), 163~182.
- 内海区水産研究所：1956~1959. 瀬戸内海水産連絡調査要報, A輯, 17~24号.
- 新田 忠雄・荒川 清・杉本 仁弥・藤谷 超：1953. ハルプ工場廃水の研究. 内水研報告, 3, 46~57.
- 野村 七録・白杵 格・白石 景秀：1955. 松川浦の底棲生物とその棲息環境. 東北大学理学部地質学古生物学教室研究邦文報告, 45, 69~83.
- 落合 明：1957. 日本近海産ウシノシタ魚類の分布, II. 日水誌, 22 (9), 526~530.
- 奥田 四郎：1938. 伊勢海の多毛環虫類. 動雑誌, 50 (3), 122~131.
- ：1938. Polychaetous annelids from the vicinity of the Mitsui Institute of Marine Biology. *Jap. Jour. Zool.*, 8 (1), 75~105.
- ：1940. Polychaetous annelids of the Ryukyu Island. *Bull. Biol. Soci. Jap.*, 10 (1), 1~24.
- ・Yamada, M. : 1954. Polychaetous annelids from Matsushima Bay. *Jour. Fac. Sci. Hokkaido Univ.*, Ser. VI, Zool., 12, 175~199.
- 大分県水産試験場：1958. 応用試験研究費研究結果報告 (プリント).
- 大島 泰雄：1954. 藻場と稚魚の繁殖保護について. 水産学の概観, 128~181.
- 尾島 雄一・久岡 実：1953. 既往資料による瀬戸内海の家況と漁況の変動. 内水研報告, 5, 1~12.
- ORTON, J. H. : 1937. Some interrelations between bivalve spatfalls, hydrography and fisheries. *Nature*, 140, 505~506.
- PACKARD, E. L. : 1918. A quantitative analysis of the molluscan fauna of San Francisco Bay. *Univ. Calif. Publ. Zool.*, 18 (13), 299~336.
- PETERSEN, C. G. : 1911. Valuation of the sea, I. *Rep. Danish Biol. Stat.*, 20, 1~81.
- ：1913. —————, II. *Ibid.*, 21, 1~44.
- PETTERSSON, O. : 1928. A new apparatus for taking of bottom-samples. *Svensk Hydrog. Biol. Komm. Skrift.* 6, 1~7.

- POWELL, A. W. : 1937. Animal Communities of the sea bottom in Auckland and Manukau harbours. Trans. Roy. Soc. N. Z., 66, 354~401.
- RAYMONT, J. E. : 1949. Further observations on changes in the bottom fauna of a fertilized sea loch. Jou. Mar. Biol. Ass. U. K., 28, 9~19.
- REID, D. M. : 1929. On some factors limiting the habit of *Arenicola marina*. Ibid., 16, 109~116.
- REIDL, R. : 1955. Aufsammlung tiefer Meereshöden in abgegrenzten Schichten und Flächen. Arch. Hydrobiol., 51 (2), 189~208.
- : 1960. Ein kinometer zur Beobachtung von dredgen in beliebigen Tiefen. Int. Revue. Hydrobiol., 45 (1), 155~167.
- REISH, D. J. : 1955. The relation of polychaetous annelids to harbor pollution. Publ. Health Rep., 70 (12), 1168~1174.
- : 1959. A discussion of the importance of the screen size in washing quantitative marine bottom samples. Ecology, 40 (2), 307~309.
- : 1959. An ecological study of pollution in Los Angeles-Long Beach harbors, California. All. Hanc. Foun. Publ. Occa. Pap., 22, 1~119.
- RICKER, W. E. : 1946. Production and utilization of fish population. Echo. Monog., 16, 373~391.
- 最首 光三 : 1960. 東海・黄海における底棲魚類の生態—II. 西海水研報告, 19, 25~36.
- SHEPARD, F. P. and MOODY, C. L. : 1953. Study of near-shore recent sediments and their environments in the northern gulf of Mexico. Contrib. Scripps Inst. Oceanog., 651, 1~14.
- 島津 忠秀・山根 謹爾 : 1948. 東京湾の底棲動物に関する研究, 第1報. 日水誌., 14 (1), 51~55.
- 白井 邦彦・山根 謹爾 : 1944. 強内湾性の動物群聚, 児島湾に就て. 日本海洋学会誌, 4 (1), 7~14.
- SMITH, R. I. : 1955. On the distribution of *Nereis diversicolor* in relation to salintiy in the vicinity of Tvarminne Finland and the ice fjord Denmark. Biol. Bull., 108, 326~345.
- SMITH, W. and McINTYRE, A. D. : 1954. A spring-loaded bottom-sampler. Jou. Mar. Biol. Ass., 33 (1), 257~264.
- SOUTHWARD, E. C. : 1957. The distribution of polychaeta in offshore deposits in the Irish Sea. Ibid., 36 (1), 49~75.
- SPARCK, R. : 1935. On the importance of quantitative investigation of the bottom fauna in marine biology. Jou. Conseil, 10 (1), 3~19.
- STEVEN, G. A. : 1930. Bottom fauna and the food of fishes. Jou. Mar. Biol. Ass., 16, 677~706.
- 谷田 専治・山本護太郎・佐藤 省吾 : 1956. 松島湾の水産資源に関する基礎研究, 第3報干潟の動物群聚. 東北水研報告, 6, 93~105.
- ・奥田 泰造 : 1956. —————, 第4報, 水質, 底質並に底棲動物の季節遷移. 同上, 6, 106~134.
- : 1958. —————, 第7報, 底棲動物の垂直分布とその季節遷移. 同上, 11, 112~126.
- TEBBLE, N. : 1959. On a collection of polychates from the Mediterranean coast of Israel. Bull. Res. Coun. Israel, Section B, Zool., 8, 9~30.

- THAMDRUP, H. M. : 1938. Der van Veen-Bodengreifer. *Jou. Conseil*, 13 (2), 206~212.
- THORSON, G. : 1946. Reproduction and larval development of Danish marine bottom invertebrates. *Medd. Komm. Havundersog.* 4, 505~523.
- : 1955. Modern aspects of marine level bottom animal communities. *Jou. Mar. Res.*, 14, 387~397.
- : 1957. Sampling the benthos. *Geol. Soci. America Memoir*, 67, 61~73.
- : 1957. Bottom communities (Sublittoral or shallow shelf). *Ibid.*, 67, 461~534.
- 徳島県水産試験場 : 1958. 今切川水質汚濁に関する調査報告. 第2号, 1~46.
- 富山 哲夫・神崎嘉瑞夫 : 1951. 底土に含まれる硫化物の少量定量法. *日水誌.* 17 (5), 1~7
- USCHAKOV, P. V. : 1955. The polychaeta from the Far-eastern sea of the USSR, 1~445.
- WILSON, D. P. : 1953. The settlement of *Ophelia bicornis* Savigny larvae the 1951 experiments. *Jou. Mar. Biol. Ass. U. K.*, 31, 413~438.
- 山本護太郎 : 1951. 陸奥湾の底棲生物群聚. *日水誌.* 16 (10), 435~439.
- : 1951. 陸奥湾産ホタテガイの移殖の生態学的研究特に底棲生物群聚の移行について. *生態学研究*, 13, 1~4.
- : 1952. Seasonal changes of benthonic communities and the succession in the benthos caused by the production of the Scallop. *Sci. Rep. Tohoku Univ.*, 4th Seri., *Biology*, 19 (4), 302~314.
- : 1953. Ecology of the Scallop, *Pecten yessoensis* Jay. *Ibid.* 20 (1), 11~32.
- : 1954. 汽水性水域の底棲生物群聚の研究. *日生態誌.* 4 (2), 60~63.
- : 1955. 松島湾の水産資源に関する基礎研究, 第2報 松島湾の底棲群聚. *東北水研報告*, 5, 208~214.
- : 1957. 陸奥湾産ホタテガイの増殖に関する研究の最近の進歩. *青森県*, 1~10.



Studies on the Benthos Communities of Littoral Areas in the Seto-Inland Sea and the Adjacent Waters

Ryonosuke KITAMORI

Résumé

This paper presents the results of the studies on benthos communities of littoral areas in the Seto-Inland Sea and the adjacent waters. The studies are divided into two parts, that is, a) bottom fauna as indicator species, b) benthos communities as prey animals.

The results obtained are summarized as follows :

a) In recent years, water pollution problems concerned with fisheries industry have been increased with expansion of industries. Numerous physical and chemical investigations have been carried out to estimate the effects, but few one has studied on the bottom fauna.

The author has studied the animal species and association of bottom fauna, particularly some polychaetes, with respect to the pollution in the sea. And, the relation to the distributions of bottom fauna with respect to the main factors, especially the grade composition and ignition loss of the sediment were discussed.

Some species of polychaetes are valuable for indicators of marine environmental condition by virtue of their ecological characters.

1) The suitability of collecting method for the bottom fauna was investigated statistically at several stations.

The animal species existed, the number of species and the individuals in the samples which were collected with the specially weighted (4kg.) Ekman-Lenz grab, were nearly equal to that collected by the quaderate method which dug out about 15cm in depth.

2) In general, the numbers of species decrease and the percentages of polychaetes individuals in total bottom fauna increase according to the polluted degrees of substratum.

3) *Capitella capitata japonica* Kitamori is a dominant species of animal in the bottom polluted with domestic or organic industrial effluents.

4) *Lumbriconereis impatiens* Claparede generally distributes at the bottom of littoral zone, less than 10m. water depth, in normal condition, and it is the common and abundant species at nursery grounds of useful marine organisms.

The distribution of this species did not only connect with a single factor such as water depth, grade composition of sediment, ignition loss of sediment, tide, etc, but with the combined conditions of these various factors.

5) *Cossura coasta* Kitamori principally distributes in normal estuaries; nevertheless the species was the dominant species in the estuary of River Onga (Fukuoka Prefecture) polluted by colliery wastes.

6) *Sternaspis costata* Marenzeller and *Leanira yhleni* Malmgren distribute in the sub-littoral zone, deeper than 10m. water depth. And it indicates the influence of offshore water on littoral zone in the bottom layer, if they would be observed at any place.

7) *Polydora pauchibranchiata* Okuda, P. (*Carrazzia*) *kempi* Southern, *Prionospio pinnata* sp

Audouinia commosa Marenzeller, some species of *Nereis* (Polychaeta), *Stenothyra edogawaensis* (Yokoyama), *Brachidontes senhousia* (Benson) (Mollusca) and *Nebalia bipes* (Fabricius) (Crustacea) resist to the areas polluted with domestic and organic industrial effluents.

b) The structure of bottom animal association was analysed through the composition of species of trawler catches in some areas, and it was clarified that the benthos communities play significant roles in the structure.

The tropho-dynamic relation between benthos fauna and its predator animal communities has been studied at the *Zostera* region (Mihara, Hiroshima Pref.), the fishing ground of coastal trawlers (Onomichi, Hiroshima Pref.) and the offshore ground of trawlers, around the Seto-Inland Sea and the adjacent waters.

1) In bottom layers of these three fishing grounds, detritus and benthos communities play most important and fundamental roles in biological production.

2) The benthos communities are utilized rather evenly by the benthic fishes as the prey animals, although each of the fishes has a own feeding selectivity.

3) The seasonal variation of the stomach contents of fishes was fairly resemble to the seasonal variation of benthos communities collected with the specially designed bottom layer haul net at *Zostera* region.

4) The benthic invertebrate and the predator (benthos feeder) are important in the littoral zone; on the other hand, the benthic piscivor and the plankton feeder are important in the offshore area.

5) The annual fluctuations of total fishing catches at Kasaoka Bay (Okayama Pref.), were rather related to the annual changes of fishing efforts, although there are many other significant factors such as the fluctuations of fertility of the water masses and the populations of the bottom communities at the area.

The fluctuations in fishing catches of benthos feeder were corresponded to the fluctuations in populations of the benthos communities.