

紀伊水道域におけるペントス群集について

多毛類を中心として

玉井 恭一・永田 樹三

Benthos Communities of Kii-Channel with Special Reference to Polychaetes

Kyōichi TAMAI and Kizō NAGATA

A survey of the bottom deposits and benthic animals was made in the area of Kii-Channel in June 12-13, 1976. Quantitative samples were obtained once at each station with 0.1m² Smith-McIntyre bottom sampler. These samples were washed through 1.0mm mesh, and then fixed with formalin solution.

Deduced from the relationship between mud content (percentage of the particles which are smaller than 63 μ in diameter) and the amount of total nitrogen, the bottom of Kii-Channel can be divided into five areas.

Numerical methods for determining distribution patterns are used on all records of polychaetes, which are the most dominant animal group in each of biomass, number of individuals and number of species. As a result, five benthos communities are also recognized in the area.

The division based on the qualities of the bottom agrees fairly well with that of benthos communities.

Each of benthos communities has the interesting characteristics of polychaete fauna in biomass, number of individuals, number of species, polychaete species, and so on.

ペントスは底魚類の餌生物として重要な地位を占めており、また海域における海洋環境、特に底質環境をよく反映した分布を示すといわれている。即ち、ペントスは底質環境の変化に伴ってその分布パターンを変え、それらを摂餌している生物群にも大きな影響を及ぼすと考えられる。ペントスと環境との対応を的確に捕えておくことの必要性の一つがここにある。ところで、ペントスの分布はしばしば群集という形で捕えられ、わが国においても各地の内湾で多くのペントス群集型が認められているが、近年新たに類似度指数を用い、数量的に群集を区分しようという試みがなされるようになってきた¹⁾。筆者らは最近紀伊水道のペントス調査を実施し、底質およびペントスの一般的な分布傾向をみるとともに、多毛類を用いた類似度指数による数量的解析から本海域におけるペントス群集の区分を行い、底質環境との対応関係を調べたのでここに報告したい。

最後に数回にわたり多毛類の同定について御指導を頂いた国立科学博物館の今島実博士、ペントス関係の文献収集の際にお世話頂いた東海水研の北森良之介博士に謹んで感謝の意を表します。また本論文を通読され懇篤なる指導と校閲の労をとられた南西水研海洋部長近藤正人氏に謝意を表します。さらに、本調査に際し

て御協力頂いたしらふじ丸の小滝船長以下乗組員の方々に感謝の意を表します。また粒度分析については当研究室の吉本淳氏を煩わしたことを付記し、謝意を表します。

方 法

1976年6月12~13日の両日、Fig. 1. に示した紀伊水道内の22点で、Smith-McIntyre 型採泥器（採泥面積0.1m²）により1地点あたり1回の採泥を実施した。6月は一般にベントス相の豊富な時期にあっている。採泥後直ちに測温、さらにCN分析用、硫化物分析用、及び粒度組成分析用として表面から2~3cm層までの泥70~80gを採取し、凍結保存した。採集した泥は船上で1mm目の篩によって篩別し、篩上に残ったものすべてをホルマリンで固定、保存した。サンプルは、研究室に持ち帰った後、生物を選別し、湿重量、個体数の測定と種の同定を行った。全炭素含量及び全窒素含量は柳本MT-500型CNコーダーで、また硫化物はヘドロテックS型検知管で測定した。粒度分析は砂質部ではフルイ法（Iida testing sieve使用）を、泥質部ではStokesの法則にもとづくピペット法をそれぞれ用いて行った。なお分析は試料中の特に粒径の大きな粒子以外は除くことなく実施した。

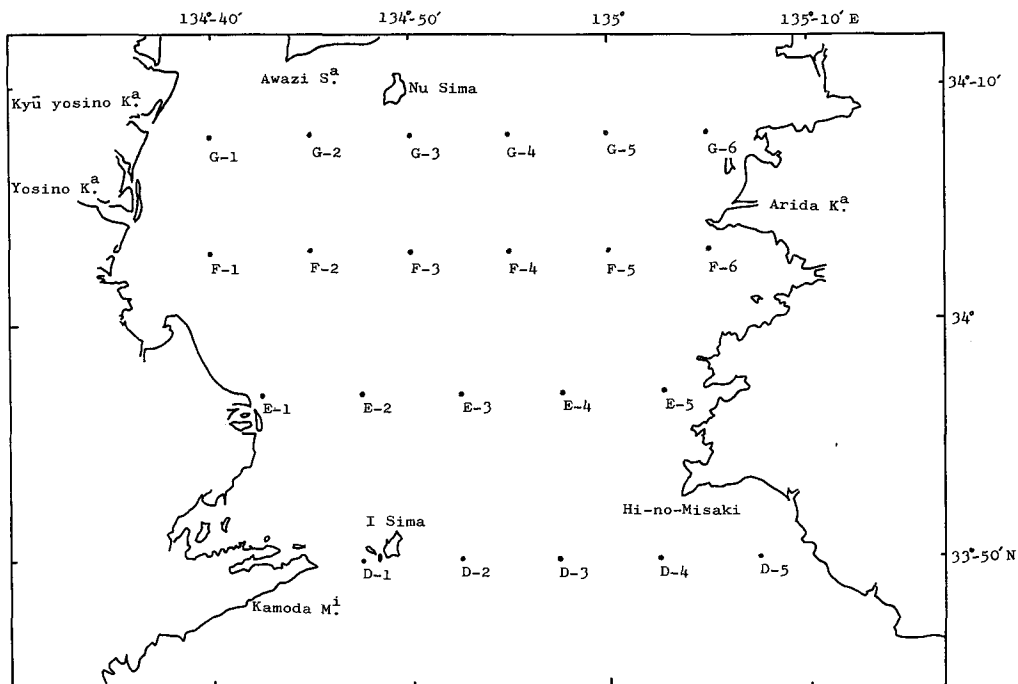


Fig. 1. Location of the sampling stations at Kii-Channel.

結 果

紀伊水道域は西を四国、北を淡路島、そして東を紀伊半島によって囲まれ、また南側は外海に向って開き黒潮と接している。当海域は徳島県蒲生田岬と和歌山県日ノ御崎を結ぶ線を通して外海系水との交換が行われ、一方、鳴門海峡によって播磨灘と、友ヶ島水道(紀淡海峡)によって大阪湾とそれぞれ連絡し、海水の交換が行われており、内海域と外海域の中間的な性格を帯びている。水道西側には吉野川河口域を中心に比較的浅い海域が広がっている。主な流入河川としては四国側では吉野川、旧吉野川、那賀川など、本土側では

紀ノ川, 有田川などがある。特に, 吉野川の流量はかなり大きく, 低塩分な沿岸水の発達を助長している。

1. 底質環境

水深, 泥温, 全硫化物含量, 全炭素含量, 全窒素含量および泥率を Table 1. に示した。泥温は大略水道中央深部で16~17°C, 50m以浅域では18°C台を示すことが多く, 水深にはほぼ対応して変化している。全硫化物はSt. D-5, St. F-1, 2, 6, およびSt. G-1, 2, 6で検出され, 特にSt. F-1では0.155mg/g dry mudとやや高い値を記録した。全炭素含量は多くの地点で10~20mg/g dry mudであった。St. D-1, 2, 4で値が高かったのは底質中に貝殻片を多く含んでいたためである。有機物量のひとつの指標と考えられる全窒素含量は水道南側の St. D-1~5, St. E-3~5で0.6mg/g dry mud以下, その他の地点ではすべてそれ以上の値を示している。なお, 最低値は蒲生田岬と伊島の間に位置するSt. D-1の0.16 mg/g dry mud, 最高値は吉野川河口に比較的近いSt. F-1の1.31mg/g dry mudであった。粒度分析の結果は, 泥率—4φ (直径0.063mm) 以下の泥の重量百分率—として表現した。それによると, 泥率50%以下の地点はSt. D-1~5, St. E-3~5, St. F-4, St. G-4の10地点であり, 水道南側および水道中央部において底質が比較的粗いということがわかる。一方, 水道西側の浅い海域ではSt. G-1を除きすべて70%以上の値を示している。最低値および最高値はいずれも全窒素含量の場合と同様 St. D-1 (5%)とSt. F-1 (93%)で記録された。

Table 1. Data of depth, temperature of deposits and bottom natures by station.

| St. | Depth (m) | Temp. of deposits (°C) | Total sulfide (mg/g dry mud) | Total carbon (mg/g dry mud) | Total nitrogen (mg/g dry mud) | Mud content (%) |
|-----|-----------|------------------------|------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|-----------------|
| D | 1 | 42 | | >75.1 | 0.16 | 5 |
| | 2 | 86 | | 35.9 | 0.38 | 22 |
| | 3 | 70 | | 17.2 | 0.55 | 15 |
| | 4 | 58 | | 29.5 | 0.40 | 20 |
| | 5 | 38 | | + | 14.1 | 0.41 |
| E | 1 | 36 | | 13.5 | 1.07 | 87 |
| | 2 | 53 | | 11.7 | 0.99 | 86 |
| | 3 | 68 | | 11.6 | 0.58 | 40 |
| | 4 | 67 | | 11.2 | 0.51 | 30 |
| | 5 | 58 | | 17.9 | 0.47 | 26 |
| F | 1 | 27 | 0.155 | 18.4 | 1.31 | 93 |
| | 2 | 42 | 0.006 | 11.9 | 1.03 | 76 |
| | 3 | 54 | | 9.2 | 0.78 | 85 |
| | 4 | 68 | | 9.1 | 0.68 | 45 |
| | 5 | 68 | | 13.1 | 0.89 | 51 |
| | 6 | 46 | | 0.006 | 10.1 | 0.65 |
| G | 1 | 20 | 0.005 | 8.3 | 0.63 | 58 |
| | 2 | 36 | 0.026 | 11.6 | 1.06 | 78 |
| | 3 | 53 | | 8.7 | 0.70 | 73 |
| | 4 | 65 | | 9.4 | 0.69 | 33 |
| | 5 | 66 | | 13.3 | 0.87 | 57 |
| | 6 | 41 | | 0.003 | 12.2 | 0.81 |

ここで底質環境としてとりあげたいいくつかの因子は全炭素含量を除きすべて相互に密接な関係をもっている。泥温は水深の増加とともに低下するという浅海域における夏季一般の傾向を表わしている。全硫化物含量、全窒素含量、泥率はともに浅い海域で高い値を、また深い海域で低い値をとる傾向がみられる。全炭素含量は貝殻片の混入により値が大きく左右されるので、底質環境の一つとしてとりあげるには全有機炭素含量を併せて求めることが適当であろう。

紀伊水道のようにある程度限定された海域内では、各地点間での水深や泥温の違いはさほど大きくなく、それらが直接ベントスの分布を規定しているとは考えにくい。また全硫化物含量は 0.5mg/g dry mud を越えるとベントス群集構造に影響が現われる²⁾³⁾といわれているが、今回の調査では最高値で 0.155mg/g dry mud であり、もしなんらかの影響があったとしてもその程度は軽いであらうと予想される。よってここでは底質の総合的な指標であり、水の動きの強さを反映するといわれている粒度組成と、有機物量の一つの目安である全窒素含量とをとりあげ、両者の関係を Fig. 2. に示した。底層における水の動きや泥中の有機物量はベントスの摂餌生態と関係し、その生息をかなり規定し得るであらう。Fig. 2. に示されているように、泥率が高くなると全窒素含量も多くなるという正の相関が両者の間で認められた。相関係数(r)は 0.89 であった。また紀伊水道内の22点はこの両者の関係から Fig. 2. に示した5つの区域に区分できるのであるかと思われる。即ち、Ⅰ区: St. D-1, Ⅱ区: St. D-2~5, St. E-4, 5, Ⅲ区: St. E-3 St. F-4~6, St. G-1, 4~6, Ⅳ区: St. E-1, 2, St. F-2, 3, St. G-2, 3, そしてⅤ区: St. F-1の5区分である。この区分を地図上に表わしたのが Fig. 3 である。

Ⅰ区, St. D-1のみが属している。蒲生田岬と伊島の間位置しており、底質はほとんど貝殻片からなっている。泥分はわずかししか含まれていない。泥率は5%, 全窒素含量は 0.16mg/g dry mud でいずれ

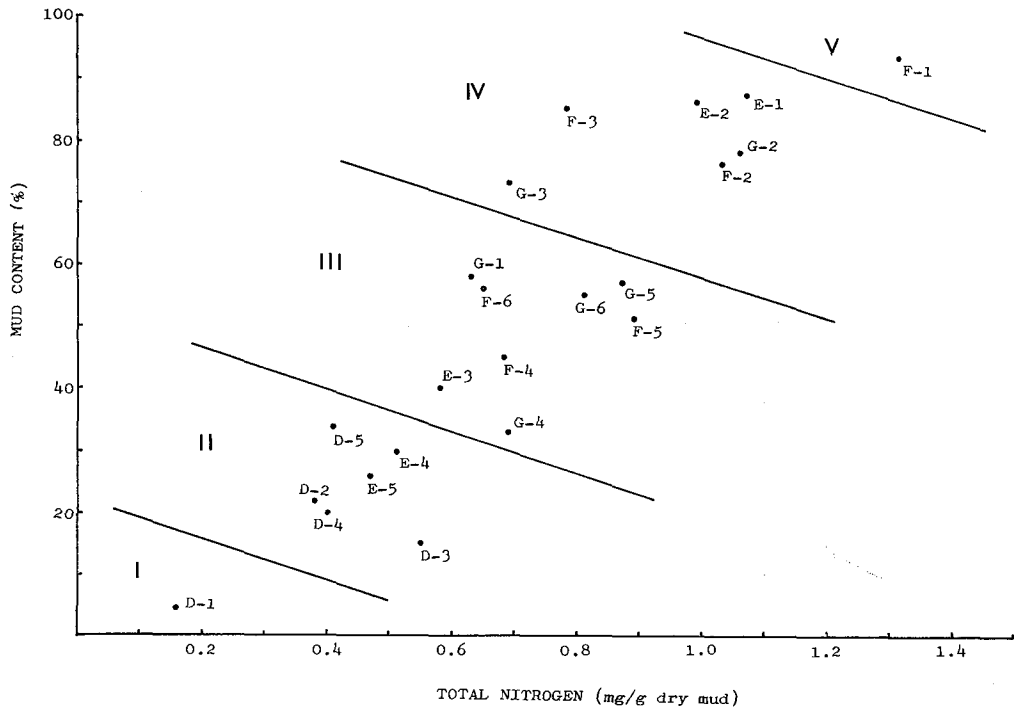


Fig. 2. The relationship between mud content and total nitrogen. Station numbers are denoted by D-1~5, E-1~5, F-1~6 and G-1~6. Roman numerals in the figure show the division of the area.

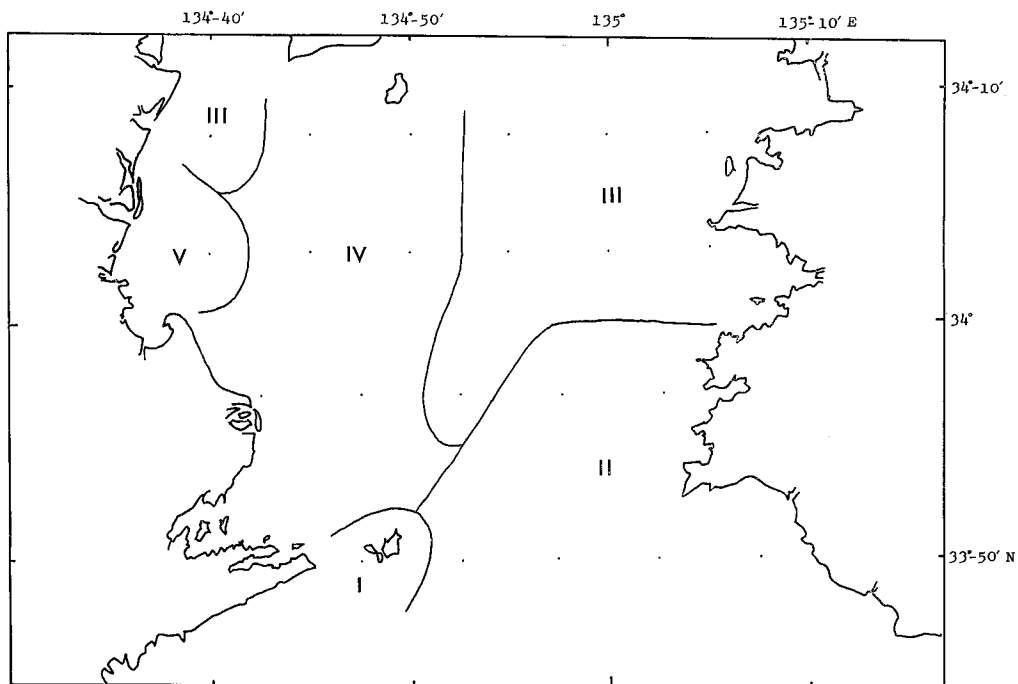


Fig. 3. The division of Kii-Channel area based on the relationship between mud content and total nitrogen. The marks I-V are referred to the Fig. 2.

も全地点中の最低を示している。

Ⅱ区、水道南東部の6点が含まれる。泥率、全窒素含量はそれぞれ15~34%、および0.38~0.55mg/g dry mudである。Ⅰ区について底質の粗い区域である。

Ⅲ区、主に水道中央部および北東部を占めている。旧吉野川河口沖合のSt. G-1のみが他の7点と離れて位置している。泥率、全窒素含量はそれぞれ33~58%、および0.58~0.89mg/g dry mudで、いずれの値もⅠ、Ⅱ区のそれとはほとんど重ならない。

Ⅳ区、ほぼ水道西部域一帯に広がっている。泥率は73~87%でⅢ区と明確に区別されるが、全窒素含量については0.70~1.07mg/g dry mudの範囲の値をとり、Ⅲ区との重なりがみられる。

Ⅴ区、吉野川河口沖合のSt. F-1のみからなる。泥率、全窒素含量はいずれも全地点中最高である(それぞれ93%、1.31mg/g dry mud)。河川によって運搬されたとと思われる植物破片がかなり堆積しており、これが全窒素含量値の高かった原因のひとつであると考えられる。全硫化物含量は0.155mg/g dry mudとやや高い値を示した。

2. ベントス

まず、サンプルの有効性について検討を加えた。Smith-McIntyre型採泥器は十分に機能した場合、採泥深度で約17cmである。本調査ではSt. D-3とSt. E-5で6cm、また、St. D-4で7cmの採泥深度であったが、他の19地点ではすべて10cm以上を記録した。ところでHolme⁴⁾は表層15cm以内にほとんど大部分の個体が生息していると述べ、一方谷田・奥田⁵⁾は多くの生物は表層5cm以内に生息すると報告している。また、北森⁶⁾はカーデラート法を用い、上層(8cm以浅)と下層に分けて採集した場合、種類数、個体数、重量とも上層でその大部分が得られると述べている。以上の点からみると、上記の3地点ではやや採泥深度が不足していると思われるが、ここで扱っている比較的小型のマクロベントスについては、定量的には

ば満足できる結果を与えるものと期待される。

次に多毛類による紀伊水道域の群集区分を行った。紀伊水道域におけるベントス群集の区分を行うにあたって、2地点間の群集の類似性の程度を示す類似度指数として木元⁷⁾⁸⁾の C_{Π} 指数を適用し、ベントス群集の区分を数量的に扱うことを試みた。 C_{Π} は次式で求められる。

$$C_{\Pi} = \frac{2 \sum_{i=1}^S n_{1i} \cdot n_{2i}}{(\sum_{i=1}^S n_{1i}^2 + \sum_{i=1}^S n_{2i}^2) N_1 \cdot N_2} \quad 0 \leq C_{\Pi} \leq 1$$

$$\sum_{i=1}^S n_{1i}^2 = \frac{\sum_{i=1}^S n_{1i}^2}{N_1^2} \quad \sum_{i=1}^S n_{2i}^2 = \frac{\sum_{i=1}^S n_{2i}^2}{N_2^2}$$

ただし、 N_1 、 N_2 は第1組及び第2組におけるサンプル総数であり、 n_{1i} 、 n_{2i} はそれぞれの組における第*i*番目の区分に属するサンプル数、 S は区分の組数である。

今回の調査で1436個体、95種（ただし未確定種を含む）の多毛類が採集された。多毛類はベントス全体の約70%の個体数比率を占めている（Table 2.）。10個体以上採集された種類についてはTable 3.に示した。採集されたすべての多毛類をもとに C_{Π} 指数を計算し、類似マトリックスの形で表示したのがTable 4.である。 C_{Π} 値は2つの群集が全く等しい場合には1を、また共通種を1種も含まない場合には0となる。即ち、 C_{Π} 値はその値が大きい程2つの群集間の類似性が高いということを表わしている。

Table 2. Weight (excluding animals heavier than 0.5g) and number of individuals per m^2 by animal group. Percent compositions are indicated in parentheses.

| Animal group | Weight g/ m^2 | No. of individuals No./ m^2 |
|---------------|-----------------|-------------------------------|
| Total | 13.70 | 915 |
| Polychaeta | 8.12 (59.3) | 653 (71.4) |
| Crustacea | 1.42 (10.4) | 56 (6.1) |
| Echinodermata | 1.65 (12.0) | 21 (2.3) |
| Mollusca | 0.73 (5.3) | 15 (1.7) |
| Others | 1.78 (13.0) | 170 (18.5) |

さらにTable 4.をわかりやすくするために、dendrogram（分岐図表）の形で整理したのがFig. 4.である。dendrogramの作成方法にはいくつかあるが⁸⁾、ここでは平均連結法のひとつであるMountford法⁹⁾を使って計算を行った。本法はマトリックスの中で最も高い数値を示す群をまず選び、ついで残りの群集と最初に形成された群との間の類似度指数を改めて計算、その中から再び最も高い数値の群を選び出すという作業を繰り返してゆくものである。一般に新しく計算しなおされる $A_1 \cdots A_m$ 群集と $B_1 \cdots B_n$ 群集との間の類似度指数(I)は

$$I(A_1 \cdots A_m; B_1 \cdots B_n) = \frac{1}{mn} \{ I(A_1 B_1) + \cdots + I(A_1 B_n) + \cdots + I(A_m B_n) \}$$

で表わされる。

Fig. 4.に示した dendrogram からSt. D-1は最も独立性が高く、また St. F-1も他の地点とかなり異なった群集構造をしていることがわかる。St. D-2~5, St. E-4, 5は類似度指数0.590のレベルで一つの群を形成し、同様に St. F-2, 4~6, St. G-4~6は同指数0.606で別の群を構成してい

Table 3. List of polychaete species with the number ≥ 10 individuals in total.

| Species | D | | | | | | E | | | | | | F | | | | | | G | | | | | | Total | | | | | | |
|--|----|----|----|----|---|---|----|----|----|---|---|--|---|---|---|---|---|--|---|---|---|---|---|---|-------|---|---|--|---|--|-----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | | | | | | | |
| <i>Syllis (Langerhansia) sp.</i> | 13 | | | 4 | 1 | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 21 |
| <i>Glycera sp.</i> | 16 | 3 | 3 | 2 | 5 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | | 4 | 1 | | | | | | | | | | | 2 | 1 | 2 | | 1 | | 49 |
| <i>Goniada sp.</i> | 5 | | | 1 | 3 | | 2 | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 16 |
| <i>Onuphis sp.</i> | 10 | | | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 13 |
| <i>Lumbrineris sp.</i> | 10 | 10 | 5 | 15 | | | 4 | 1 | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | 3 | 1 | 1 | | | | 51 |
| <i>Polydora sp.</i> | | 6 | 2 | 2 | | | 1 | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 14 |
| <i>Spiophanes cirrata</i> | 3 | 4 | | | | | 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 12 |
| <i>Spio sp.</i> | | 1 | 2 | 6 | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 10 |
| <i>Prionospio malmgreni</i> | 53 | 25 | 32 | 27 | | | 3 | 18 | 26 | | | | 2 | | | | | | | | | | | | 5 | 1 | | | | | 192 |
| <i>Aricidea neosuecica nipponica</i> | 10 | 19 | 5 | 8 | | | 1 | 17 | 1 | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 62 |
| <i>Ampharete sp.</i> | 9 | 5 | 2 | 6 | | | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 25 |
| <i>Amaeana sp.</i> | 1 | 2 | 4 | 3 | | | | | | | | | 2 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | 10 |
| <i>Terebellides stroemi</i> | | 4 | 15 | 13 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 35 |
| <i>Nicolea sp.</i> | | 21 | 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 26 |
| <i>Prionospio ehlersi</i> | | 4 | 1 | 6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 119 |
| <i>Ammotrypane aulogaster</i> | 1 | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 176 |
| Capitellidae sp. A. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 68 |
| <i>Sternaspis scutata</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 17 |
| <i>Cossura coasta</i> | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 25 |
| <i>Heteromastus sp.</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 10 |
| <i>Sigambra tentaculata</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 21 |
| <i>Nephtys (Nephtys) paradoxa</i> | 1 | 1 | | 5 | | | 1 | 1 | 3 | | | | 2 | 1 | 1 | | | | | | | | | | 1 | 2 | 1 | | | | 20 |
| <i>Paralacydonia paradoxa japonica</i> | 1 | 1 | 7 | 1 | | | 11 | 2 | 6 | 6 | | | 2 | 3 | 2 | | | | | | | | | | 15 | 4 | | | | | 69 |
| <i>Glycinde sp.</i> | | | | | | | | | | | | | 8 | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | 24 |
| <i>Poecilochaetus tropicus</i> | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | 2 | 1 | 1 | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 23 |
| <i>Notomastus sp.</i> | 5 | 8 | 3 | 7 | | | 3 | 2 | 6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 39 |
| <i>Capitella capitata froridana</i> | 1 | 1 | | 3 | 3 | | 2 | 1 | | | | | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 14 |
| Capitellidae sp. B. | 1 | | | | 6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 41 |

Table 4. Initial trellis diagram using Kimoto's CII index of similarity.

| St. | D | | | | | E | | | | | F | | | | | G | | | | | | |
|-----|-------|-------|-------|-------|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | |
| 1 | 0.050 | 0.132 | 0.069 | 0.147 | | 0.038 | 0.039 | 0.123 | 0.051 | 0.027 | 0.116 | 0.054 | 0.013 | 0.000 | 0.044 | 0.082 | 0.119 | 0.022 | 0.087 | 0.000 | 0.069 | 0.010 |
| 2 | | 0.643 | 0.812 | 0.712 | | 0.025 | 0.021 | 0.228 | 0.578 | 0.879 | 0.021 | 0.020 | 0.021 | 0.042 | 0.158 | 0.061 | 0.036 | 0.015 | 0.026 | 0.352 | 0.114 | 0.019 |
| 3 | | | 0.713 | 0.699 | | 0.129 | 0.045 | 0.264 | 0.617 | 0.483 | 0.077 | 0.048 | 0.078 | 0.044 | 0.133 | 0.121 | 0.170 | 0.002 | 0.041 | 0.210 | 0.130 | 0.041 |
| 4 | | | | 0.828 | | 0.039 | 0.024 | 0.214 | 0.549 | 0.739 | 0.049 | 0.020 | 0.026 | 0.023 | 0.175 | 0.077 | 0.052 | 0.002 | 0.012 | 0.303 | 0.101 | 0.012 |
| 5 | | | | | | 0.147 | 0.084 | 0.307 | 0.602 | 0.585 | 0.118 | 0.058 | 0.096 | 0.073 | 0.310 | 0.171 | 0.107 | 0.019 | 0.050 | 0.310 | 0.195 | 0.037 |
| 1 | | | | | | 0.589 | 0.750 | 0.326 | 0.142 | | 0.349 | 0.373 | 0.601 | 0.343 | 0.175 | 0.282 | 0.717 | 0.167 | 0.351 | 0.326 | 0.688 | 0.389 |
| 2 | | | | | | 0.751 | 0.508 | 0.189 | | | 0.158 | 0.844 | 0.901 | 0.546 | 0.198 | 0.471 | 0.333 | 0.815 | 0.906 | 0.542 | 0.654 | 0.863 |
| 3 | | | | | | | 0.687 | 0.330 | | | 0.246 | 0.704 | 0.793 | 0.556 | 0.392 | 0.656 | 0.660 | 0.432 | 0.639 | 0.668 | 0.787 | 0.720 |
| 4 | | | | | | | | 0.520 | | | 0.098 | 0.455 | 0.537 | 0.282 | 0.324 | 0.444 | 0.274 | 0.359 | 0.471 | 0.496 | 0.408 | 0.463 |
| 5 | | | | | | | | | | | 0.045 | 0.158 | 0.162 | 0.084 | 0.193 | 0.111 | 0.074 | 0.134 | 0.153 | 0.451 | 0.217 | 0.144 |
| 1 | | | | | | | | | | | 0.100 | 0.198 | 0.096 | 0.085 | 0.099 | | 0.287 | 0.017 | 0.078 | 0.103 | 0.311 | 0.087 |
| 2 | | | | | | | | | | | 0.755 | 0.779 | 0.326 | 0.716 | | | 0.307 | 0.742 | 0.843 | 0.732 | 0.974 | 0.977 |
| 3 | | | | | | | | | | | 0.417 | 0.144 | 0.433 | | | | 0.493 | 0.598 | 0.852 | 0.435 | 0.532 | 0.790 |
| 4 | | | | | | | | | | | | 0.411 | 0.717 | | | | 0.146 | 0.411 | 0.463 | 0.830 | 0.818 | 0.767 |
| 5 | | | | | | | | | | | | | 0.769 | | | | 0.079 | 0.099 | 0.139 | 0.634 | 0.535 | 0.301 |
| 6 | | | | | | | | | | | | | | | | | 0.324 | 0.346 | 0.460 | 0.816 | 0.699 | 0.709 |
| 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | 0.122 | 0.353 | 0.145 | 0.328 | 0.356 | |
| 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | 0.917 | 0.382 | 0.317 | 0.778 | | |
| 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0.450 | 0.430 | 0.883 |
| 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0.816 | 0.717 | |
| 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0.663 |
| 6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

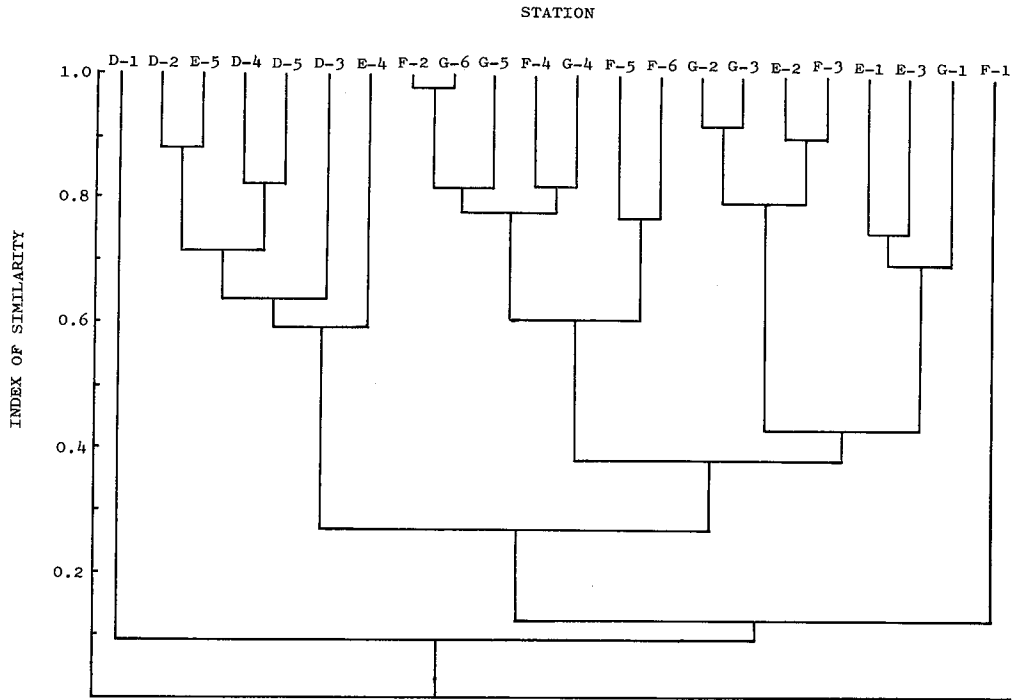


Fig. 4. Dendrogram formed by the Kimoto's $C\pi$ index and average-linkage method.

Table 5. The frequency of appearance by $C\pi$ index between the two polychaete samples obtained at a certain station in Beppu-Bay (July 1976).

| $C\pi$ index | No. of stations |
|--------------|-----------------|
| 0.9-1.0 | 6 |
| 0.8-0.9 | 7 |
| 0.7-0.8 | 3 |
| 0.6-0.7 | 10 |
| 0.5-0.6 | 3 |
| 0.4-0.5 | 1 |
| 0.3-0.4 | 1 |
| 0.2-0.3 | 2 |
| 0.1-0.2 | 0 |
| 0.0-0.1 | 1 |
| | (4)* |
| Total | 38 |

* Number of stations which it was impossible to calculate the $C\pi$ index for obtaining no polychaetes.

る。また St. E-2, St. F-3, St. G-2, 3 は0.793で, St. E-1, 3, St. G-1は0.689でそれぞれ群を形成, さらにこの両群は0.434の類似度指数レベルで一つにまとまっている。

ここで一つのまとまったベントス群集としてみなすことができる $C\pi$ 値は最低どの程度であるかが問題となろう。その値のおよその見当をつけるために, 1976年7月別府湾で実施した調査の資料に基づいて, 同一地点で2回採泥を行った場合の両サンプル間の $C\pi$ 指数を多毛類について計算した結果を Table 5. に示した。それによると, 同一地点での採集サンプル間の計算結果であるにもかかわらず, かなり低い値を示している地点が若干みられるが, 多毛類が採集されず同指数の計算が不可能であった4地点を除いて考えてみると, 約85%にあたる29地点で0.500以上の $C\pi$ 値を示している。ここでは0.500に若干の余裕をみて, 仮に $C\pi$ 指数0.400を群集とみなする最低基準と考えたが, この値についてはなお検討を要しよう。

紀伊水道域の群集区分を前述の基準に沿って行

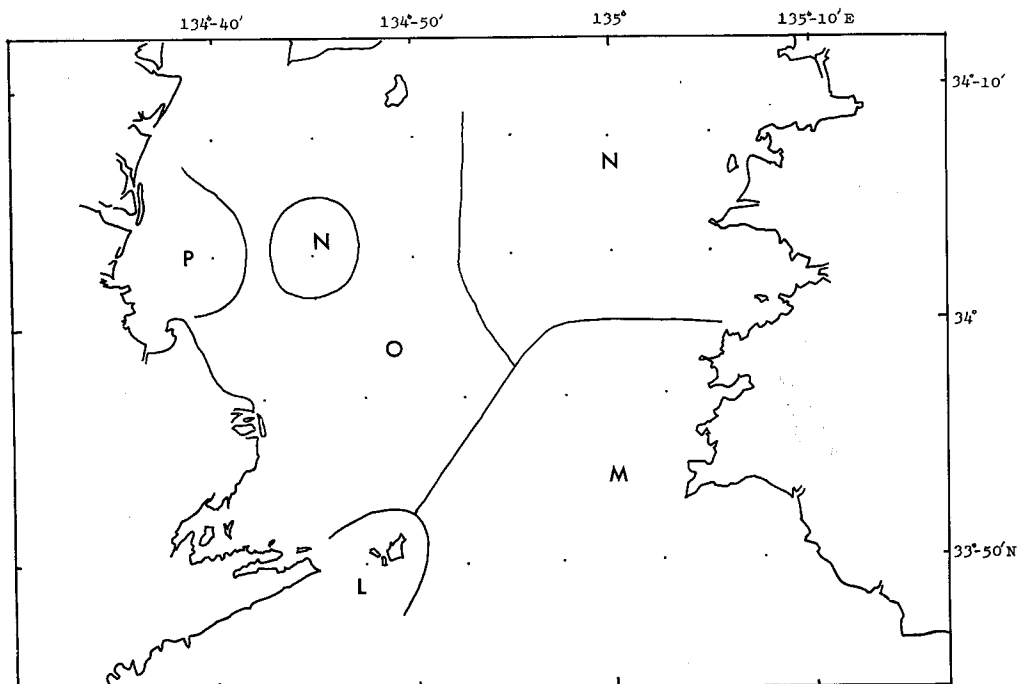


Fig. 5. The division of Kii-Channel area based on the cluster analysis of polychaetes. L-P in the figure show the division of the benthos communities.

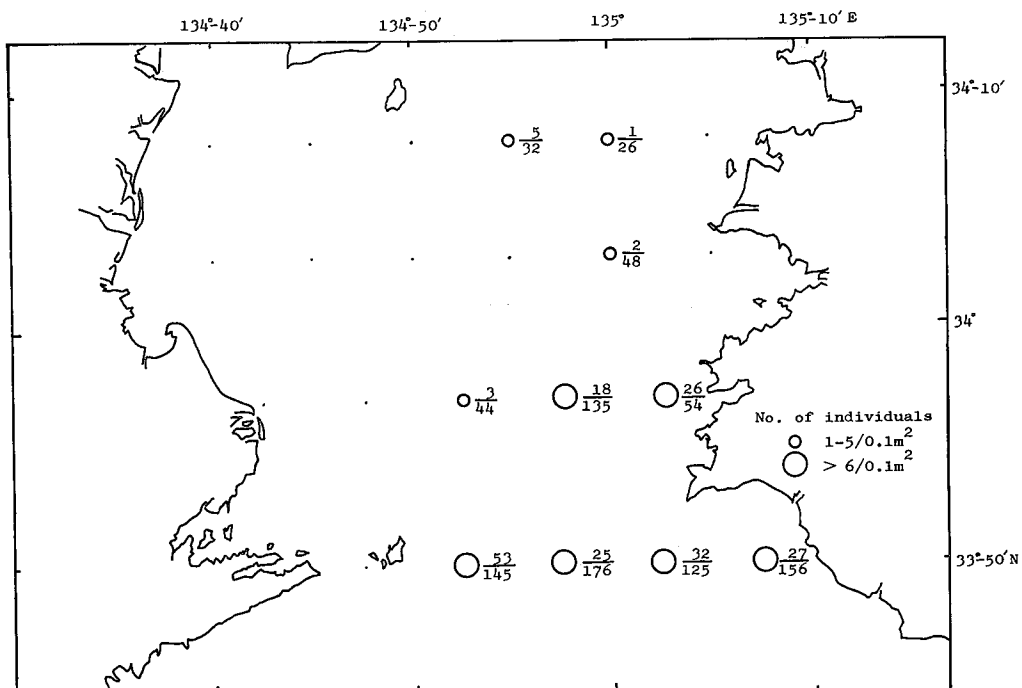
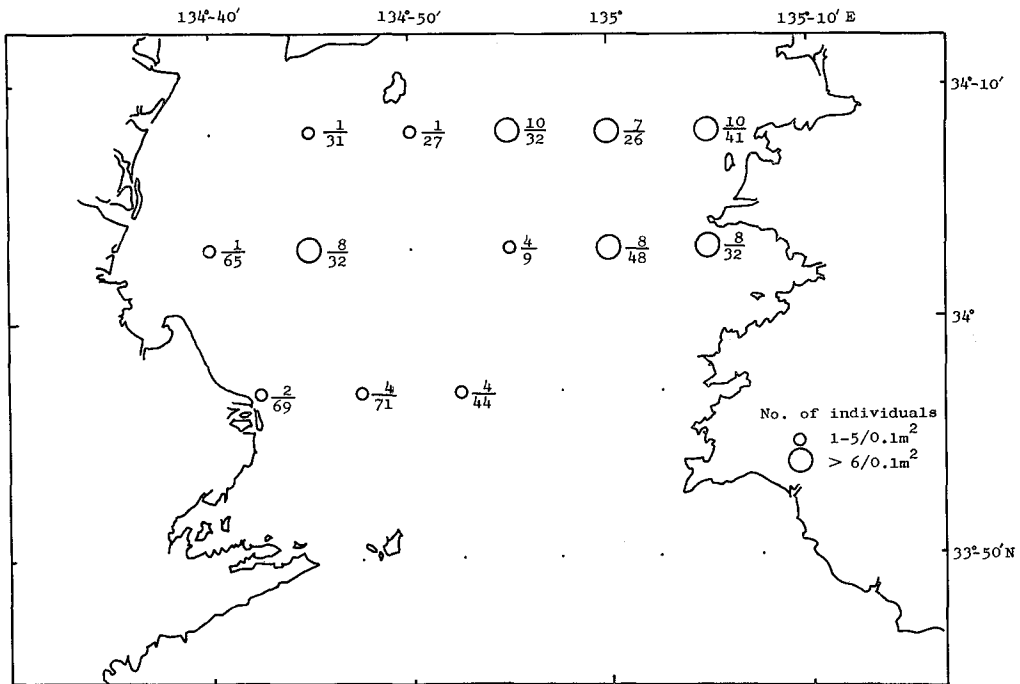
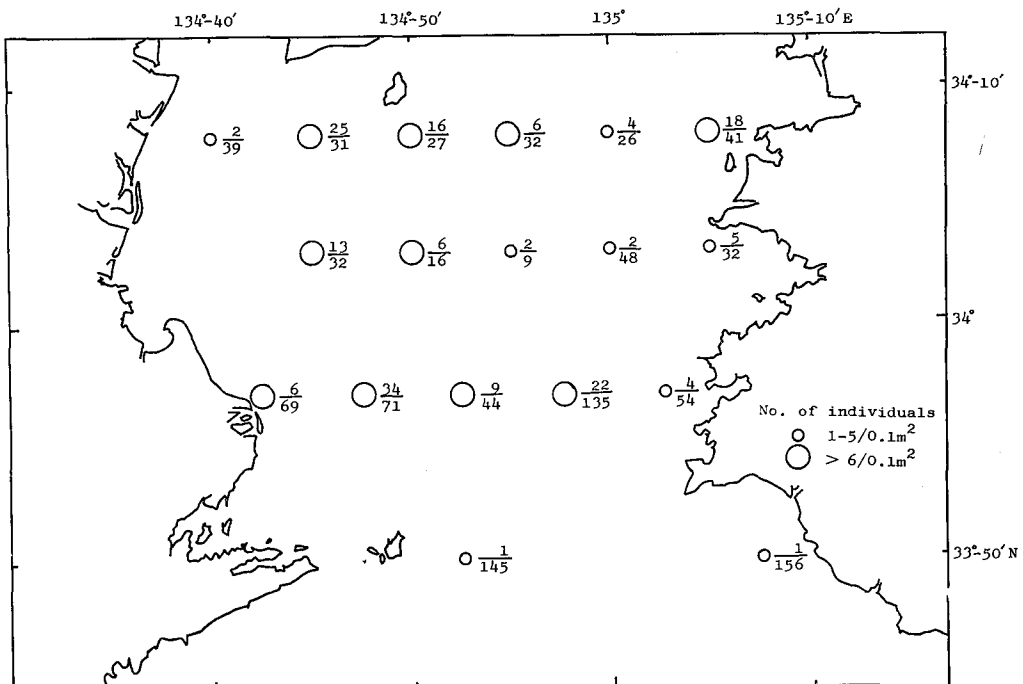


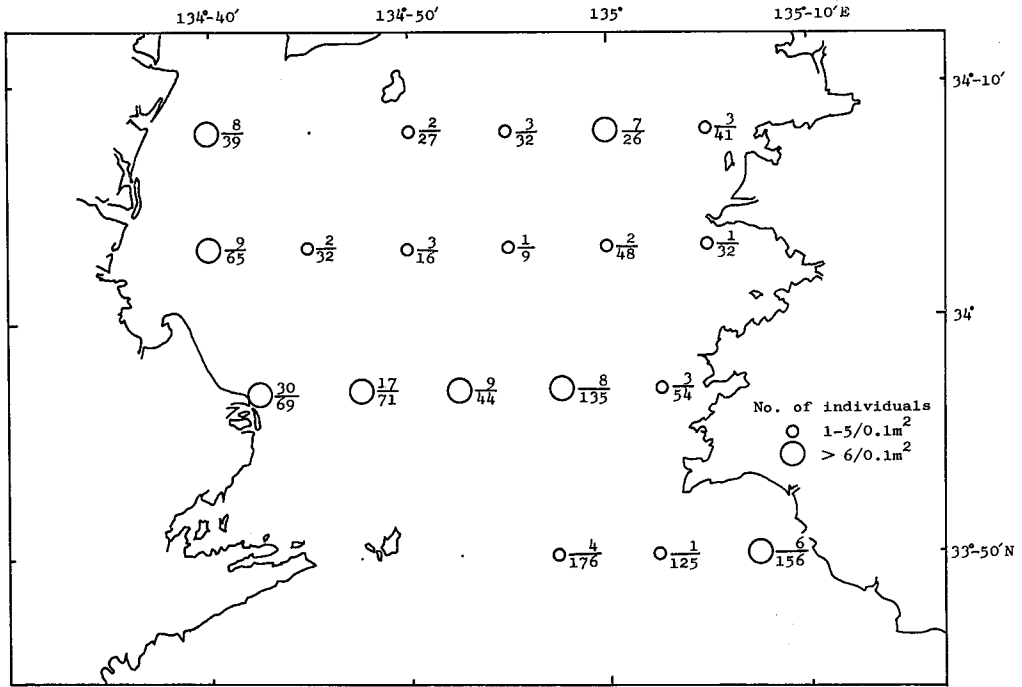
Fig. 6. The distribution patterns of some polychaetes. The numerator : number of individuals of the species referred. The denominator : total number of polychaetes. a) *Prionospio malmgreni*



b) *Capitellidae* sp.A.



c) *Ammotrypane aulogaster*



d) *Prionospio ehlersi*.

Table 6. The relationship between the division of area based on the cluster analysis of polychaetes and that on the nature of sediments.

| | L | M | N | O | P |
|-----|-----|------------------------|------------------------|-------------------------|-----|
| I | D-1 | | | | |
| II | | D-2, 3, 4, 5 E-4, 5 | | | |
| III | | | F-4, 5, 6 G-4, 5, 6 | E-3 G-1 | |
| IV | | | F-2 | E-1, 2 F-3 G-2, 3 | |
| V | | | | | F-1 |

うと、次の5群集区(L, M, N, O, P)に区分できる。即ち、L区: St. D-1, M区: St. D-2~5, St. E-4, 5, N区: St. F-2, 4~6, St. G-4~6, O区: St. E-1~3, St. F-3, St. G-1~3, P区: St. F-1の5区分である。これを地図上に示したのが Fig. 5. である。また、Table 6. には底質環境からの海域区分との対応関係を示した。Fig. 3. と Fig. 5. との比較、および Table 6. からわかるように、C_{pi} 指数を用いた多毛類の群分析結果と底質環境面からみた海域区分の結果はかなりよい一致をみせる。特に、L, M, P区とⅠ, Ⅱ, V区とは完全に一致している。また、N区とⅢ区, O区とⅣ区についても大略対応しているが、St. E-3, St. F-2, St. G-1の各地点では両者の区分結果に相異がみられる。底質環境面からの区分であるⅢ, Ⅳ区はさきに述べたように幾分重なっており、またN区とO区はC_{pi} 値0.382という比較的高い値で一つのグループとしてまとまることを考えれば、いくつかの地点が相互に入れ変わることも当然考えられる。

次に多毛類からみた各ベントス群集区の特徴を述べてみたい。

L区は St. D-1 の1地点のみから構成されている。他の群集区とは大きく異なる多毛類組成を示している。 *Syllis* spp., *Phyllodoce* sp., *Glycera* sp. といった遊在目 (Errantia*) に属する種が80%以上を占めている。他の4区については遊在目は15~25%程度を占めるにすぎない。 *Pseudeurythoe* sp., *Pisium* sp., *Spiophanes bombyx*, *Armandia* sp. などL区にのみ出現する種類も多く、本群集区の独立性の高いことを示している。

M区は6地点から構成されている。この区に特徴的かつ優占的な多毛類は Spionidae に属する *Prionospio malmgreni* である (Fig. 6. a)。図中、分母の数字は多毛類の採集個体を、また、分子の数字は *P. malmgreni* の個体数をそれぞれ示している。本種は192個体が採集され、そのうち181個体がM区から得られた。 *Scalibregma inflatum*, *Melinna* sp. は本区のみ、 *Aricidea neosuecica nipponica* も62個体中60個体が本区で採集されるなど、この区を特徴づける種類は豊富である。

N区およびO区はそれぞれ7地点から成る。この両区は dendrogram からわかるように互いにかかなり密接な関係にあり、両区の詳細な区別は困難である。ただ Capitellidae sp.A.** (Fig. 6. b) については、採集個体68個体のうち1個体を除いたすべてが両区で得られ、そのうち55個体がN区で採集されており、この点がN区をO区と区別する一つのポイントとなっている。また *Ammotrypane aulogaster* と *Prionospio ehlersi* (Fig. 6 c, d) はともに両区のほとんどすべての地点に出現し、かつ個体数も豊富であるが、他区ではこれらの種は比較的低い個体数比率を示している。*P. ehlersi* はM区で優占的な種であった *P. malmgreni* と同属であり、ともに典型的な堆積物食の種類であると考えられるにもかかわらず、両種の生息域がかなり異なっている点で注目される。*Sternaspis scutata* は17個体が採集され、うち13個体がN, O両区で得られた。L, M区では全く採集されていない。

P区には St. F-1 の1地点のみが属する。*Cossura coasta* は採集個体25個体中22個体が、 *Heteromastus* sp. は同じく10個体中9個体がそれぞれ本区から得られ、一方N, O両区で普遍的にみられた *A. aulogaster* が採集されなかった点でかなり特徴ある区であるといえよう。北森⁹⁾によれば、 *Cossura coasta* の分布域は一般に河口域であり、河川からの流入物が堆積すると思われる地点であるとしているが、既に述べたようにP区では河川の運搬物と考えられる植物破片がみられ、このような環境条件が本種の生息を許していると思われる。

Table 7. にL~P各区別の多毛類の現存量、個体数、種類数および平均個体重を示した。M区は現存量が大きく、個体数、種類数とも豊富で、小型個体が多い。一方N, O両区は現存量が小さく、個体数はM区の1/3~1/4、種類数も1/3以下であるが、個体としては比較的大型のものが多い。このようにM区で小型個体が多

* 多毛類 (Polychaeta) は遊在目 (Errantia) と定在目 (Sedentaria) の2目に大きく分けられる。遊在目は一般に移動生活を営む。定在目は棲管を作りその中に棲むものが多いが、中には自由移動性のものもみられる。

** 属名は不明。胸部は P+ (8 C+3 H/O+6 C+4 H) で表わされる。即ち、開口節には剛毛を欠き、第1剛毛節背側は毛状剛毛を有するが、腹側には剛毛束を欠く。第2~7剛毛束は背腹ともに毛状剛毛。第8剛毛節では背側に毛状剛毛、腹側に鈎状剛毛。第9~11剛毛節では背腹ともに鈎状剛毛を有する。鰓は存在しない。

Table 7. Some data of polychaetes by region.

| Region | Weight* (g/m ²) | No. of individuals (No./m ²) | No. of species/St. | Mean individual weight (mg) |
|--------|--------------------------------|---|--------------------|--------------------------------|
| L | 5.75 | 630 | 21.0 | 9.13 |
| M | 11.93 | 1318 | 33.7 | 9.05 |
| N | 5.53 | 314 | 10.0 | 17.60 |
| O | 7.63 | 424 | 10.4 | 17.98 |
| P | 9.25 | 650 | 12.0 | 14.23 |
| Mean | 8.12 | 653 | 17.2 | 12.45 |

* Animals heavier than 0.5g are excluded.

いのは小型種の比率が高いことと、同一種でもM区ではN、O両区より小型である傾向がみられるためである。たとえば *Paralacydonia paradoxa japonica* や *Sigambra tentaculata* などはM区よりN、O両区で大きい。L区はM区に次いで種類数が豊富で、M区と同様小型個体が多い。P区はおおむねN、O両区と同傾向を示した。

考 察

紀伊水道域は底質環境の区分が比較的明瞭で、ベントス群集との対応関係を研究するのに都合のよいフィールドを提供している。本研究では、当海域の区分を底質環境とベントス（多毛類）の2つの面から独立に行い、両者の関係をみようとしたものである。

従来、群集の区分は、現存量、個体数、種類数、指標種、Biotic index、各動物群の編組比率、多様度指数などを用い総合的に行うことが多かったが、¹⁰⁾¹¹⁾¹²⁾¹³⁾¹⁴⁾¹⁵⁾¹⁶⁾ここでは群集を数量的に解析し区分することを試みた。実際に区分を行うにあたって、主観的な要素がはいることをなるべく避け、できる限り客観的な観点からその群集構造を捕えることを目的とした。

類似度指数として木元の C_{pi} index を採用したが、この指数は両群集のすべての種についてその群集内で占める割合をも考慮に入れた相互の比較ができる点で優れており、特に群集間の相異がいくつかの種類のみで、在、不在によってではなく、むしろそれらの種の生息密度の相対的な差異によって生じているような場合に有利な指数であると考えられる。本調査におけるN区とO区の区別には同指数のこのような特徴が生ざれているといえよう。

さらに dendrogram の形にまとめることにより、群集の全体像の把握が容易になり、また単なる群集区分だけでなく、各地点間、各群集間の親疎の程度をも同時に把握することができる。L区、P区の独立性高いこと、M区、N区はともに群集区としてのまとまりはよいがN区はM区に比較して独立性が低いこと、O区は2つのやや異なるグループから成ることなどを容易に知ることができる。

Day¹⁾は類似度の指標として Czekanowski 係数を、dendrogram の作成方法として平均連結法を用い、North Carolina の大陸棚上のベントスを研究した。彼等はこの方法により海岸線から200m等深線に至る transect 上の10点が水深に沿った4つの動物群集区に分れることを認めた。

底質とベントス群集との関連性については多くの研究者により研究がなされている。たとえば Sanders¹⁷⁾はベントスの摂餌型と粒度組成との関係を述べ、Southward¹⁸⁾も底質環境と多毛類の分布が密接に関係していることを報告している。紀伊水道域においても両者の関係は密接であり、水道南部域から水道内部へのベントス（多毛類）の変化と対応した底質の変化が明瞭に認められた。ただ種々の環境因子は互に関連し平行的に変化することが多く、いずれが真の規定因子であるのかを区別することはかなり難しい。矢島・

土屋¹⁹⁾は底質環境とベントスの相互関係を実験的に調べ、特に酸化還元電位差で表わされるところの底土中への透水速度が(究極的には流速が)動物相を左右すると述べている。

底質環境と現存量との関連について、SANDERS¹⁷⁾はベントス、中でも特に内生動物の現存量は粒度組成との関係が大きく、シルト-粘土分が13~25%のところでも最も高い値をとり、それ以下の場合も、以上の場合もいずれも現存量は減少すると述べている。本調査で多毛類——代表的な内生生物の一つであるが——の現存量が最も豊富であったのは泥率が15~34%を示すM区(Ⅱ区)であり(Table 7.)、SANDERSの結果とほぼ一致している。

以上いくつかの点について若干の検討を加えたが、海洋におけるベントスの多くはその生活史に不明な点が多く、環境との対応や群集構造を動的、立体的に捕えることが難しい。今後さらにいくつかの重要種について食性や生活史を順次明らかにしていくことが基本的に必要であると考えている。

摘 要

- 1) 1976年6月12~13日、紀伊水道域の底質およびベントスの調査を行った。採泥は Smith-McIntyre 型採泥器(採泥面積0.1m²)により1地点あたり1回、生物は1mm目のフルイで選別した。
- 2) 底質環境のうち粒度組成と全窒素含量との関係から、紀伊水道域を大きく5つの区域に区分することができた。
- 3) 一方ベントスの中でも重量、個体数、種類数ともに最も大きな部分を占める多毛類について数量的な解析による群分析を行い、同じく当海域に5つの群集区を認めた。
- 4) 底質環境に基づく区分とベントス群集区分とはかなりよい一致を示した。
- 5) 各ベントス群集区にはそれぞれ特有の、あるいは優占的な多毛類が生息しており、さらに現存量、個体数、種類数などについても各区に特徴がみられた。

文 献

- 1) DAY, J. H., J. G. FIELD, & M. P. MONTGOMERY, 1971: The use of numerical methods to determine the distribution of the benthic fauna across the continental shelf of North Carolina. *J. Anim. Ecol.*, 40, 93-125.
- 2) 長崎県水産試験場, 1971: 長崎湾および周辺漁場環境保全基礎調査報告。
- 3) 日本生態学会環境問題専門委員会編, 1975: 環境と生物指標2——水界編——。初版, xviii+310pp., 共立出版
- 4) HOLME, N. A., 1953: The biomass of the bottom fauna in the English Channel off Plymouth. *J. Mar. Biol. Ass. U. K.*, 32, 1-49.
- 5) 谷田専治・奥田泰造, 1958: 松島湾の水産資源に関する基礎研究, 第7報, 底棲動物の垂直分布とその季節遷移。東北水研報告, 11, 112-126.
- 6) 北森良之介, 1963: 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。内水研報告, 21, 1-90.
- 7) KIMOTO, S., 1967: Some quantitative analysis on the Chrysomelid fauna of the Ryukyu Archipelago. *Esakia*, 6, 27-54.
- 8) 木元新作, 1976: 動物群集研究法I——多様性と種類組成——。初版, iv+192pp., 共立出版。
- 9) DAVIS, B. N. K., 1963: A study of micro-arthropod communities in mineral soils near Corby, Northants. *J. Anim. Ecol.*, 32, 49-71.
- 10) MIYADI, D., 1940: Marine benthic communities of the Osaka-wan. *J. Oceanogr.*, 12(2), 1-15.

- 11) ———, 1940 : Marine benthic communities of the Tanabe-wan. *Annot. Zool. Japon.*, 19 (2), 136-148.
- 12) ———, 1941 : Marine benthic communities of the Beppu-wan. *Mem. Imp. Mar. obs.*, 7 (4), 483-502.
- 13) ———, 1941 : Marine benthic communities of the Ise-wan and the Mikawa-wan. *ibid.*, 7 (4), 503-524.
- 14) 北森良之介, 1969 : 東京・大阪・伊勢湾の水質汚濁と底生動物. *水処理技術*, 10(8), 15-22.
- 15) ———・杉野俊郎・沢田俊彦, 1970 : 伊勢湾の底質と底生動物. *伊勢湾奥部漁業開発調査報告書資料集 I*, 5-40.
- 16) ———, 1973 : 博多湾の底生動物相について. *福岡水試研究報告 (昭和46年度)*, 95-105.
- 17) SANDERS, H. L., 1956 : *Oceanography of Long Island Sound, 1952-1954. X. The biology of marine bottom communities.* *Bull. Bingham Oceanogr. Coll.*, 15, 345-414.
- 18) SOUTHWARD, E. C., 1957 : The distribution of Polychaeta in offshore deposits in the Irish sea. *J. Mar. Biol. Ass. U. K.*, 36, 49-75.
- 19) 矢島孝昭・土屋誠, 1975 : 干潟における底生動物と環境の相互関係に関する実験的研究. 蒲生干潟の環境保全に関する基礎的研究 (宮城県), 95-111.

正 誤 表

| 頁 | 行 | 誤 | 正 |
|-------|---------------|-------------------------|-------------------------|
| 26—28 | Fig. 6. a)~d) | ○ $>6/0.1m^2$ | ○ $\geq 6/0.1m^2$ |
| 33 | 7 | Seto inland sea | Seto Inland Sea |
| 50 | Table 2. | surveys | surveys |
| 52 | 文献4) | Eish | Fish |
| 54 | 5 | regions | regions |
| 58 | 20 | fromthe | from the |
| 63 | 34 | Mishima and kawano | Mishima and Kawano |
| 66 | 30 | “world Ocean System Co” | “World Ocean System Co” |
| 73 | 1 | makig | making |
| 73 | 19 | small | smaller |
| 81 | Table 5. | Other | Others |
| 84 | 3 | 底生動物の | 底生動物群集の |
| 85 | 文献4) | 東海・東海 | 東海・黄海 |
| 87 | 18 | be results | be the results |
| 96 | 5 | 8月2日. 6日 | 8月2日・6日 |
| 123 | 14 | 三木 ⁶⁾ | Miki ⁶⁾ |
| 126 | Fig. 4. | <i>Zostera marina</i> | <i>Zostera marina</i> |
| 130 | 1 | 三木 ⁶⁾ | Miki ⁶⁾ |