

## 隣接する河口干潟における底生動物の分布

木村 妙子・名越 誠\*・関口 秀夫

三重大生物資源学部, \*奈良女子大学理学部

### Distribution of Benthic Animals of Tidal Flats in the Neighbouring Two Rivers

Taeko KIMURA, Makoto NAGOSHI\* and Hideo SEKIGUCHI

Faculty of Bioresources, Mie University, \*Faculty of Science, Nara Woman's University

#### Abstract

Ecological studies were undertaken in tidal flats of the neighbouring two rivers, the Shitomo and Ano Rivers, in spring and summer 1987. These rivers which have wide tidal flats at their mouths show much different features of sediment on the flats, but benthic faunas are not so much different between the two rivers. Number of the collected species of the two rivers is comparable, while biomass of the animals is larger in the Shitomo River than in the Ano River. Individual number of the dominant species of the two rivers is comparable, but biomass of the species is larger in the Shitomo River. Causes of these differences are discussed and speculated.

**Key words:** tidal flat · benthos · polychaetes · bivalves · crustaceans

#### はじめに

本邦の河口干潟における底生動物の分布生態に関する研究は、これまでおもに、宮城県蒲生干潟<sup>1,2)</sup>、東京湾御櫃川河口と千葉県一宮川河口<sup>3,4)</sup>、大阪湾淀川河口<sup>5)</sup>、瀬戸内海太田川河口<sup>6)</sup>、伊勢湾木曾三川河口<sup>7,8)</sup>において行われている。さらに、近年の環境問題に対する社会的関心の増大と共に、各地の河口干潟の底生動物の分布調査報告が公表されている。しかし本邦では、これまで少なからぬ数の分布調査が行われているにもかかわらず、干潟における底生動物の分布を規定する要因の解明を目指した研究は意外に少なく、底生動物全体を扱った土屋・栗原<sup>1)</sup>や矢島・栗原<sup>2)</sup>、カニ類を扱った Ono<sup>9)</sup> や和田・土屋<sup>10)</sup> などの諸研究を除けば、研究の多くは生物

相の記載に終わっている。一方、海外では野外調査と室内実験を併用し、底生動物の物理的な分布要因を解析した多くの研究が行われている<sup>11-14)</sup>。また底生動物の分布を摂食様式と関連させた研究も多く<sup>15-17)</sup>、近年は生物学的な底土の攪乱や捕食などの生物的要因が注目されている<sup>18,19)</sup>。また、着底期幼生の加入過程は底生個体群の動態に大きな影響を与えるが<sup>20-22)</sup>、これまで調査方法の問題や種の同定が困難なことによって、その生態的研究は大きく立ち遅れている。

野外実験によって、河口干潟における底生動物の分布と生物学的および非生物的要因との関係を明らかにすることができ<sup>1,2)</sup>。その一方で、位置的に近接し、気候条件はほぼ同じであるにも関わらず、底土環境やその他の環境条件が著しく異なっているような河口干潟があれば、それぞれに生息する底生動物の分布と環境要因を解析することにより、生物分布を規定する要因を明らかにでき

るだろう。

本研究は伊勢湾西岸に流入する安濃川と志登茂川において実施された。これらの河口干潟は隣接しているにもかかわらず、底土環境とそこに生息する底生動物群集は異なっている。本研究は、隣接する河口干潟の底質と底生動物の分布特性を明らかにし、これらを比較することによって、底生動物の分布要因を解明するための基礎的知見を得ることを目的とした。

## 試料と方法

### 1. 調査地の概要

安濃川と志登茂川は三重県津市中央部を流れ、伊勢湾に流入する二級河川である。これら両河川は河口域において隣接しているが、その底質の分布状態は明らかに異なっている。安濃川では、調査域の上流から河口まで砂底であり、本研究の調査域の最上流域においてのみ泥底である。一方、志登茂川では、伊勢湾に面する河口の一部が砂底であることを除けば、調査域は上流から河口に

かけてすべて泥底である。また、安濃川の感潮域は堰堤のある上流約 2.3 km までであり、これに対して、志登茂川では上流約 5.5 km までが感潮域である。

これら両河川の河口から上流 1.5 km にかけて発達する干潟において、1987年の4月から5月にかけて底生動物調査を行い、7月には底質環境調査を行った。調査は潮間帯中央部から下部の底生動物相が豊富と思われる地点で行った (Fig. 1)。

### 2. 底生動物調査

河口干潟の底生動物の分布を明らかにするため、安濃川では St. 1 から St. 12 の12地点、志登茂川では St. 1 から St. 8 の8地点で1987年4月26日、28日および5月10日の大潮干潮時に底生動物の採集をした。試料は潮間帯中央部で行った St. 8 を除いて、低潮線付近で採集した。25×25×10 cm の方形枠内の底土を採取し、現場で網目 1 mm のふるいにかけ、残留した試料を10%ホルマリンで固定した。実験室では試料中の底生動物を全て抽出した後、種の同定を行い、種ごとに個体数と湿重量の

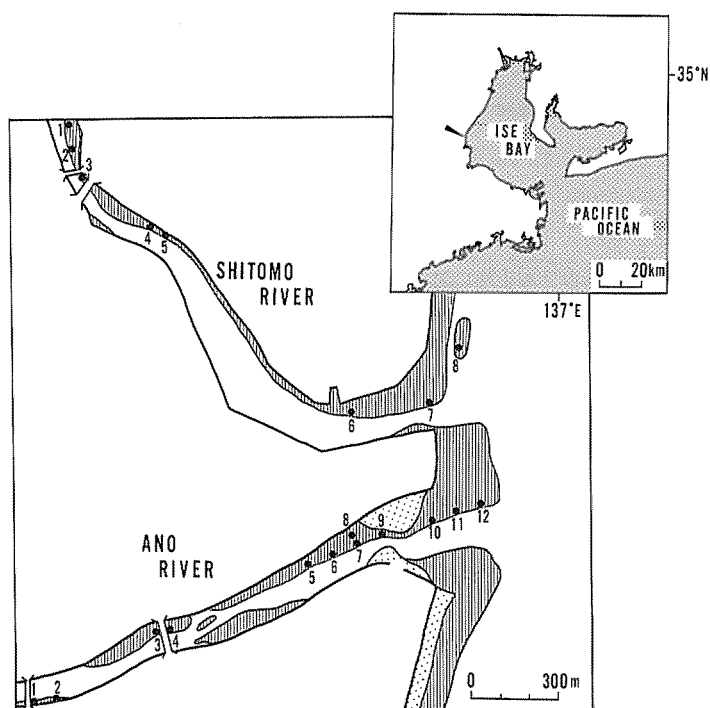


Fig. 1. Study area.

▨: intertidal flat; ▤: the areas above EHWS; Closed circles with numerals: sampling stations.

測定を行った。湿重量はホルマリン固定標本についた水分を濾紙上で取った後、秤量した。

### 3. 底質環境調査

粒度分析のための採泥は、1987年7月9日と10日の大潮干潮時に、安濃川では St. 2, 4, 8, 9, 10, 11 の6地点、志登茂川では St. 2, 3, 4, 5, 6, 8 の6地点で行った。採泥には内径 3.6 cm の円管を用い、10 cm の深さまで採取した。室内で風乾した底土はよく混合した後、100 g をとり 2.0, 1.0, 0.5, 0.25, 0.125, 0.063 mm 目の標準ふるいでふるい分けして秤量した。各地点の粒度組成から粒度加算曲線を求め、Folk & Ward<sup>23)</sup> の方法に従って中央粒径値 ( $50\phi$ )、平均粒径値 ( $Mz\phi$ )、淘汰係数 ( $\sigma t$ ) を求めた。それぞれの粒径値は、粒径 ( $Md$ , mm) を  $-\log_2 Md (\phi)$  で表したものである。また、礫 (粒径 2 mm 以上)、砂 (0.064 mm 以上 2 mm 未満)、泥 (0.064 mm 未満) の重量比を求めた。

## 結 果

### 1. 底質環境

安濃川と志登茂川の底質の粒度分析の結果を Fig. 2 に示す。安濃川の底土の中央粒径値は、0.00~1.16 の範囲にあり、上流から河口部に向かって粒径値が小さくなる傾向があった。しかし、潮間帯中央部に位置する St. 8 が最も値は大きい。一方、志登茂川では中央粒径値は 0.33~2.16 の範囲にあり、中流の St. 4 で最高値を示し、河口部で若干小さくなった。粒径は安濃川よりも志登茂川で小さい傾向があった。平均粒径値は二河川とも中央粒径値と類似の変動傾向を示した。淘汰係数は、安濃川では 1.13~1.67 の範囲にあり、上流から下流までの変化は小さかった。それに対して、志登茂川では 0.85~1.70 と地点間のばらつきが大きく、上流域で粒度の淘汰がよく、下流域で粒度の淘汰が悪い傾向があった。

礫、砂、泥の重量比は、すべての地点において砂の割合が最も高かった。安濃川の St. 2 と St. 8 で礫が少なく、泥が多かったが、他の地点においては礫は10%以上を占め、泥は2%以下であった。一方、志登茂川では、礫が10%以上を占めている地点はなかったが、泥は0.65~7.20%と地点間のばらつきが大きく、礫が少なくても

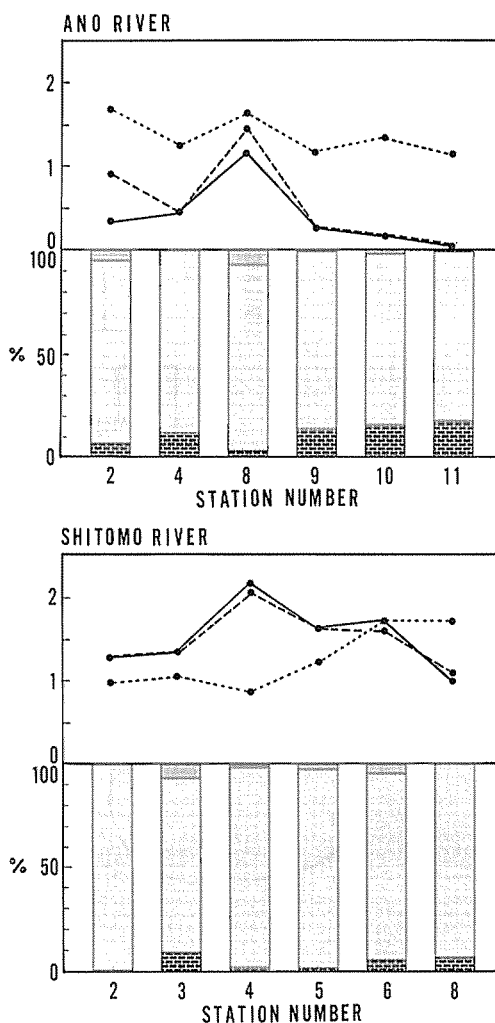


Fig. 2. Sedimental characteristics of the tidal flats. —:  $50\phi$ ; ----:  $Mz\phi$ ; .....:  $\sigma t$ ; [stippled]: silt-clay (%); [cross-hatched]: sand (%); [diagonal lines]: granule (%).

泥が多いとは限らなかった。

各地点の粒度特性を基にクラスター分析<sup>24)</sup>と主成分分析<sup>25)</sup>をおこない、地点間の比較をした。クラスター分析は標準ユークリッド平方で距離をとり、群平均法でデンドログラムを作成した。安濃川の St. 2 と St. 8 を除いて、安濃川と志登茂川の底質は明確に分かれた (Fig. 3)。志登茂川は St. 3, 6, 8 の3地点と St. 2, 4, 5 の3地点の2つのグループに分かれ、St. 3, 6, 8 のグループに安濃川の St. 2 と 8 が含まれた。

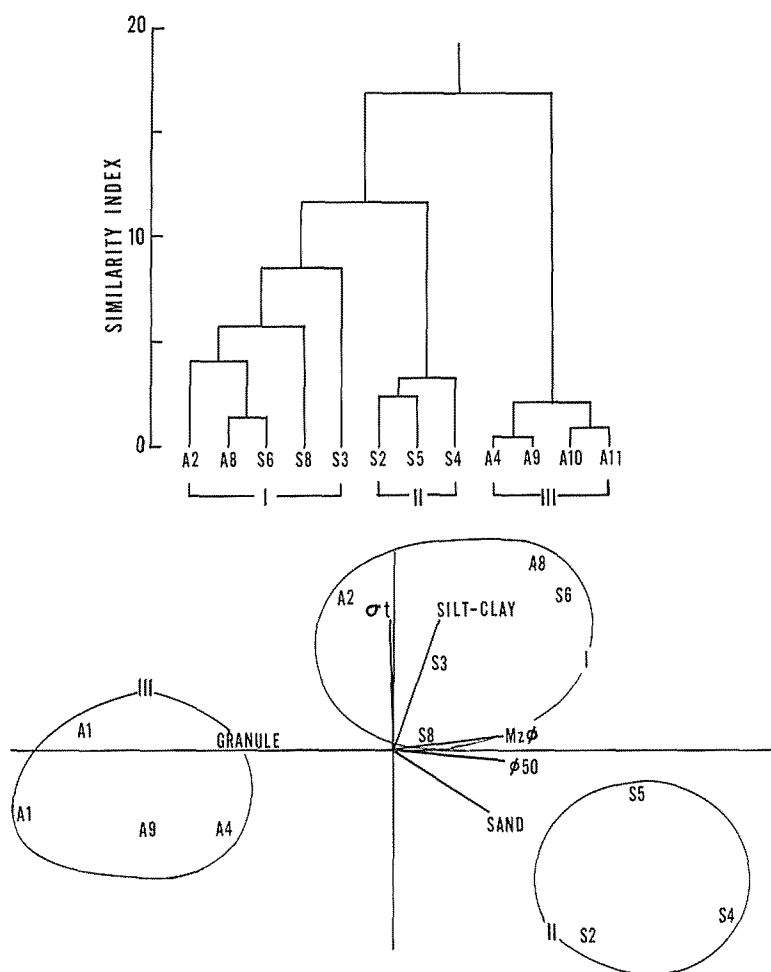


Fig. 3. Dendrogram and scatter diagram of sampling stations.

Upper: dendrogram of sampling stations based on similarity index of sedimental characteristics.  
Lower: scatter diagram of sampling stations based on principal component analysis using six indices of sedimental characteristics. "A" with numerals: stations in the Ano River; "S" with numerals: stations in the Shitomo River.

主成分分析は第一主成分では中央粒径値、平均粒径値、礫の重量比、砂の重量比など、粒子の細さを表しているのに対し、第二主成分では淘汰係数、泥の重量比など粒子のばらつき具合と泥の割合の多さを表している。第一主成分と第二主成分の寄与率の合計は85.0%であった。分析の結果、安濃川の St. 2 と 8、志登茂川の St. 3, 6, 8 の 5 地点を含む第 1 グループと、志登茂川の St. 2, 4, 5 の 3 地点を含む第 2 グループと、安濃川の St. 4, 9, 10, 11 の 4 地点を含む第 3 グループの 3 つに

分かれた (Fig. 3)。これらの結果はクラスター分析のものとよく一致した。これらのうち、第 1 グループは礫の重量比が多く、第 2 グループは砂の重量比が多く、第 3 グループは粒度の淘汰が悪く、泥の重量比が多いのが特徴であった。

## 2. 底生動物

本調査で採集された底生動物は 40 種であった (Table 1)。安濃川では 33 種、志登茂川では 26 種が採集された。

Table 1 List of the species found in the present study

Phylum ANNELIDA		Phylum MOLLUSCA	
Class Polychaeta		Class Gastropoda	
Order Errantia		Order Archaeogastropoda	
Family Phyllodocidae		Family Neritidae	
<i>Eteone</i> sp.		<i>Clithon retropictus</i>	イシマキガイ
Family Nereidae		Order Mesogastropoda	
<i>Neanthes japonica</i>	ゴカイ	Family Stenothyridae	
<i>Neanthes succinea</i>	アシナガゴカイ	<i>Stenothyra recondida</i>	エドガワミズゴマツボ
<i>Perinereis nuntia</i>	イソゴカイ	Family Fairbankiidae	
<i>Ceratonereis erythraeensis</i>	モロテゴカイ	<i>Fluvicingula nipponica</i>	カワグチツボ
Family Glyceridae		Family Assimineidae	
<i>Goniada</i> sp.		<i>Assiminea lutea</i>	カワザンショウ
Order Sedentaria		Family Potamididae	
Family Spionidae		<i>Cerithidea rhizophorarum</i>	フトヘナタリ
<i>Pseudopolydora</i> sp.		Order Neogastropoda	
<i>Polydora</i> sp.		Family Nassariidae	
<i>Prionospio</i> sp.		<i>Reticunassa festiva</i>	アラムシロガイ
Family Opheliidae		Order Heterostoropha	
<i>Armandia lanceolata</i>		Family Pyramidellidae	
Family Capitellidae		※ <i>Sayella</i> sp.?	
<i>Notomastus</i> sp.		Class Bivalvia	
Family Cirratulidae		Order Pteromorphia	
Cirratulidae spp.		Family Mytilidae	
Phylum ARTHROPODA		<i>Musculista senhousia</i>	ホトトギスガイ
Class Crustacea		Family Ostreidae	
Order Isopoda		<i>Crassostrea gigas</i>	マガキ
Family Anthuridae		Order Heterodonta	
Anthuridae spp.		Family Corbiculidae	
Order Amphipoda		<i>Corbicula japonica</i>	ヤマトシジミ
Family Gammaridae		Family Veneridae	
Gammaridae spp.		<i>Cyclina sinensis</i>	オキシジミ
Order Decapoda		<i>Ruditapes philippinarum</i>	アサリ
Family Callinassidae		Family Mactridae	
<i>Callianassa japonica</i>	ニホンスナモグリ	<i>Mactra veneriformis</i>	シオフキ
Family Paguridae		Family Asaphidae	
<i>Pagurus dubius</i>	ユビナガホンヤドカリ	<i>Nuttallia olivacea</i>	イソシジミ
Family Ocypodidae		Family Tellinidae	
<i>Ilyoplax pusillus</i>	チゴガニ	<i>Macoma incongrua</i>	ヒメシラトリガイ
<i>Scopimera globosa</i>	コメツキガニ	<i>Macoma contabulata</i>	サビシラトリガイ
<i>Macrophthalmus japonicus</i>	ヤマトオサガニ	Family Myidae	
Family Grapsidae		<i>Mya arenaria</i>	オオノガイ
<i>Hemigrapsus penicillatus</i>	ケフサイソガニ	Family Laternulidae	
Class Insecta		<i>Laternula limicola</i>	ソトオリリガイ
Order Plecoptera		Phylum ECHINODERMATA	
Plecoptera spp.		Class Echinoidea	
		Order Clypeasteroida	
		Family Scutellidae	
		<i>Scaphechinus mirabilis</i>	ハスノハカシバン

※: this species would be new to science (in preparation of taxonomical descriptions).

しかし1地点当たりの出現種数では、2河川間で有意な差は認められなかった(t検定,  $p > 0.05$ )。また1地点当たりの平均湿重量 ( $\text{g}/\text{m}^2$ ) は、安濃川では  $293.72 \pm 263.67 \text{ g}$  であったのに対し、志登茂川ではその約3倍の  $902.06 \pm 1013.8 \text{ g}$  であった。動物門別の出現種類数は、安濃川では4動物門であり、軟体動物が13種、環形動物が12種、節足動物が7種、棘皮動物が1種出現した。それに対して志登茂川では3動物門に限られ、軟体動物が12種、環形動物が10種、節足動物が4種出現した。両河川とも軟体動物と環形動物の出現種数が多い。ただし軟体動物には未記載種1種が含まれ、環形動物と節足動物には標本の破損のため種同定ができないものが10種類あった。しかし、これらはそれぞれ1種類と考えて解析

した。

次に各河川の地点間の全動物門および各動物門の出現種数の推移を Fig. 4 に示す。安濃川では出現種数は上流では2種とごく少なく、中流から河口に向かって増加し、最も下流の河口部で再び減少する傾向があった。最も種類数の多いところは St. 6 から St. 10 の区間であり13種が出現した。志登茂川では安濃川と異なり、出現種数の多い地点は上流の St. 2 と中流の St. 5、そして河口の St. 7 と離れていた。出現種類数が最も多かったのは中流の St. 5 であるが、志登茂川では上流域の方が出現種数が多い傾向にある。安濃川では環形動物や節足動物は上流で少なく、中流から河口にかけて増加し、最河口部で再び減少する傾向があった。それに対して軟体動物は、上流と河口部で種数の減少がみられるのは他の動物門と同様だが、中流域での種類数の著しい変動が特徴的であった。志登茂川では上流部の節足動物を除いて、出現種類数の推移は動物門間で類似していた。

出現個体数が多かった貝類と多毛類とカニ類について Fig. 5 と Fig. 6 に種類別にその分布特徴を示した。貝類は全部で18種出現したが、そのうち7種が安濃川と志登茂川の共通種であった。共通種の中で個体数が多かったのはホトトギスガイ *Musculista senhousia*、アサリ *Ruditapes philippinarum* とヤマトシジミ *Corbicula japonica* であり、特にホトトギスガイは安濃川の St. 10 や志登茂川の St. 4 では  $1 \text{ m}^2$  あたり5000個体以上分布していた。これら3種類のうち、ホトトギスガイとアサリは安濃川の上流部を除いて両河川に広範囲に分布していた。それに対してヤマトシジミは両河川の上流から中流にかけて分布するが、河口部には分布していなかった。これらの共通種の分布の特徴は両河川で類似していた。安濃川にのみ出現した貝類は6種で、そのうち個体数が多かったのは中流から河口に分布していたイソシジミガイ *Nuttallia olivacea* とシオフキガイ *Mactra veneriformis* だった。一方、志登茂川にのみ出現した貝類は5種類で、そのうち個体数が多かったのは上流から中流域に分布していたエドガワミズゴマツボ *Stenothyra edogawaensis* やカワザンショウガイ *Assiminea lutea japonica* であった。安濃川のみで採集された種は中流から河口に生息するのに対し、志登茂川のみで採集された種は上流から中流に出現する傾向があった。

多毛類は全部で10種類出現したが、そのうち8種類が

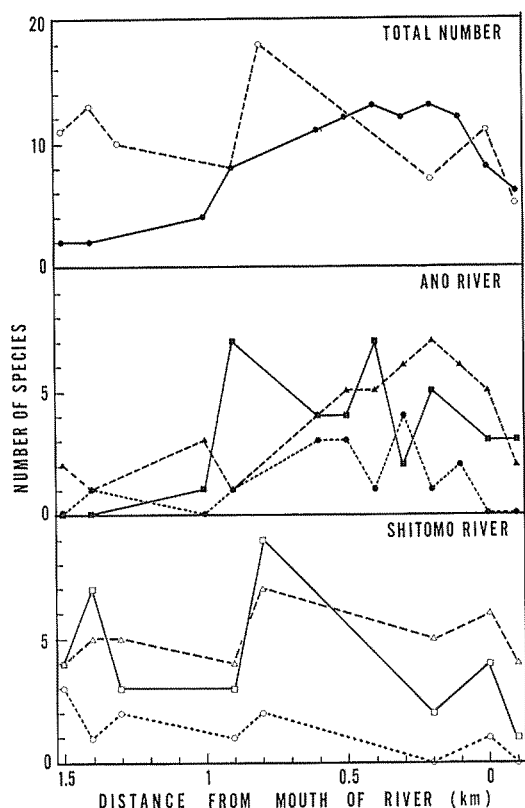


Fig. 4. Number of species in different benthic groups. Upper: total number of species. ●: Ano River; ○: Shitomo River. Middle: number of species in the Ano River ■: Mollusca; ▲: Polychaeta; ●: Brachyura Lower: number of species in the Shitomo River. □: Mollusca; △: Polychaeta; ○: Brachyura

両河川の共通種であった。共通種の割合は貝類に比べて高い。これらの共通種の分布特徴も貝類同様、両河川で類似しており、ゴカイ *Neanthes japonica* は上流から中流、アシナゴカイ *Neanthes succinea* は中流から河口、スピオゴカイ科 3 種類 *Prionospio* sp., *Pseudopolydora* sp., *Polydora* sp. は上流と河口部を除く地点、イトゴカイ科の *Notomastus* sp. は河口部を除く全域、オフエリアゴカイ科の *Armandia lanceolata* は河口部にそれぞれ分布していた。安濃川のみに出現した種は河口部に分布するイソゴカイ *Perinereis nuntia* var. *vallata* と中流から河口部に分布するモロテゴカイ *Ceratonereis erythraeensis* の 2 種だった。志登茂川のみで採集された多毛類はいなかった。

カニ類は 4 種類出現し、共通種はチゴガニ *Ilyoplax pusillus* とケフサイソガニ *Hemigrapsus penicillatus* の 2 種だった。このうちチゴガニは安濃川では上流の St. 2 と潮間帯上部の St. 8 のいずれも泥底に分布し、志登茂川では上流の St. 1 に分布していた。ケフサイソガニは志登茂川の St. 1 で 1 m<sup>2</sup> 当たり 200 個体以上出現したが

明確な分布特性は見いだせなかった。安濃川のみに出現した種はコメツキガニ *Scopimera globosa* であり、中流域の砂底に分布していた。一方、志登茂川にのみ出現した種はヤマトオサガニ *Macrophthalmus (Mareotis) japonicus* であり、やはり中流域に分布していたが、この地域は泥底であった。

出現した全ての種の個体数から各地点間の類似度を算出し、クラスター分析<sup>24)</sup>を行った。分析は標準ユークリッド平方で距離を取り、群平均法でデンドログラムを作成した。その結果、調査地点は I から VI までの 6 つの群に分けられた (Fig. 7)。しかし、底質分析の場合のように 2 つの河川が分かれることはなく、グループ内は上流から下流までの調査地点が混在している。

個体数の優占種は、両河川とも 1 位ホトトギスガイ、2 位ゴカイ、3 位 *Notomastus* sp. と同じだった。一方、湿重量の優占種は、安濃川で 1 位イソシジミガイ、2 位ホトトギスガイ、3 位ヤマトシジミなのに対し、志登茂川は 1 位ホトトギスガイ、2 位アサリ、3 位ヤマトシジミと上位 2 つは種類が異なる。

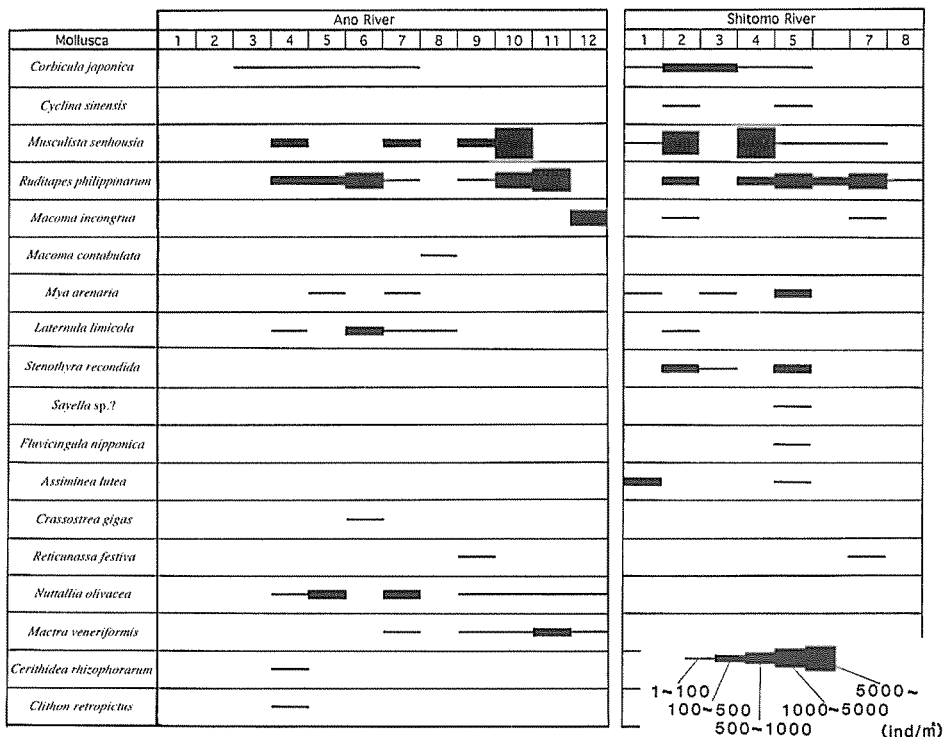


Fig. 5. Distribution and abundance of molluscan species among the stations in the two rivers. Numericals: sampling stations.



Fig. 6. Distribution and abundance of polychaetous and brachyuran species among the stations in the two rivers. Numericals: sampling stations.

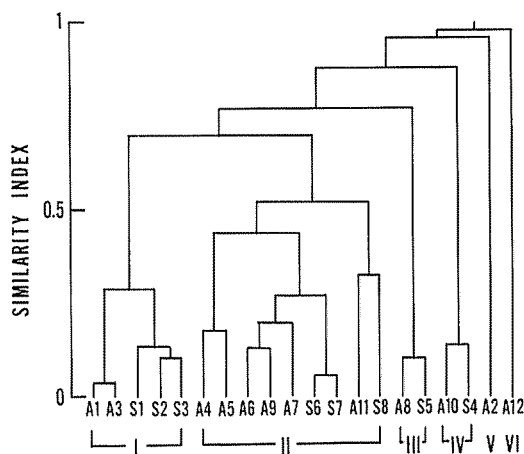


Fig. 7. Dendrogram of sampling stations based on similarity index of species composition. "A" with numerals: stations in the Ano River; "S" with numerals: stations in the Shitomo River.

## 考 察

底質をみると粒径は安濃川の方が大きく、淘汰も安濃川の方がよい。この相違は主成分分析からも明らかであり、二河川間にはほぼグループが分離している。この理由として第一に、安濃川の流速が志登茂川より大きいことが考えられる。安濃川が山地を水源とする河川であるのに対し、志登茂川は水田の間を流れる入り江的環境という立地条件の違いがある。安濃川の方が志登茂川よりも勾配が大きく、流量も多く、従って流れも速いと思われる。安濃川の St. 2 と St. 8 は粒径が小さく、淘汰も悪いが、これはこの地点の付近に繁茂していたアシ類の影響と思われる。また第2に、志登茂川の方が家庭排水や農業排水などの影響で底土の富栄養化が進んでおり、それが志登茂川の粒径を小さくしていることが考えられる。また、その後の底質調査では、泥分と有機物量は類似の変動傾向を示すことが明らかになった<sup>26)</sup>。



底生動物の種類数は二河川間で有為な差は認められなかったが、生物量は志登茂川の方が大きく上回っていた。前述のような理由から、志登茂川の方が底生動物の餌料になる有機物量が多く、それが大きな生物量を保証しているということが考えられる。またこの二河川の優占種は、個体数の優占順位は同じであったのに対し、湿重量では異なっていた。湿重量で優占していたのはすべて二枚貝類であった。特に安濃川の湿重量で優占するイソシジミは、安濃川に特有な種であり、二河川の相違を知る上で重要と思われる。実験的手法で干潟底生動物の分布要因の解析を行った矢島・栗原<sup>2)</sup>によると、イソシジミは底土が透水的であり、有機物負荷の低い環境を選好する。本研究ではイソシジミが安濃川の中流から下流域の底土粒子の粗い、泥の重量比の低い地点に分布し、志登茂川には分布していなかった。今回のイソシジミの分布結果は矢島・栗原の実験結果をよく反映している。両河川で個体数、湿重量ともに優占するホトトギスガイは、イソシジミに比べて生息できる範囲が広いと思われる。しかし、志登茂川では個体数、湿重量ともに1位であるのに対し、安濃川では個体数は1位、湿重量は2位である。これは志登茂川のホトトギスガイが大型個体、つまり長生きした個体によって占められていることを示している。その後行った長期のホトトギスガイの個体群調査でも、志登茂川の方がコホートの存続期間が長いことがわかっている<sup>26)</sup>。以上のことから、志登茂川はホトトギスガイにとってより好適な環境と考えられる。これはホトトギスガイが富栄養化した底土に多く繁殖することと一致する<sup>27)</sup>。

本研究で明らかにした優占種の例や、スナガニ類の分布の相違から、底生動物の分布と底質には密接な関係があると思われる。しかし今回の両河川の底質と底生動物のクラスター分析による比較の結果、粒度組成はおもに2河川で分かれたのに対し、底生動物にはその傾向が認められず、グルーピングの傾向は異なっていた。底質以外の環境要因が底生動物群集の組成、分布に影響を及ぼす例として、河口、潟湖や内湾では塩分濃度、底層水の溶存酸素濃度があげられている<sup>28)</sup>。前述のように本邦の河口干潟の底生動物相についての報告はいくつかあるが、調査方法や調査範囲がそれぞれ異なるため、本研究と直接比較することのできる研究例がきわめて少ない。平野ら<sup>6)</sup>が調査した瀬戸内海の太田川河口の底生動物相は安

濃川、志登茂川河口の底生動物相と共通種が多く、分布傾向も類似し、優占種も共通している。この報告においても底生生物相は底質との明確な関係はなく、クラスター分析により上、中、下流域にグルーピングされている。河口干潟では特に塩分濃度の勾配が大きく、これらの底生動物の分布要因に塩分濃度が影響していることが考えられる。また底生動物の分布要因には物理的な環境要因だけでなく、生物的要因も考えられる<sup>19)</sup>。

本研究の底生動物の調査は春季のみの結果であり、調査地点数も少なかった。現在は、両河川の生物相の季節変化や長期的な年変動を環境変動とあわせて調査を行っている。また、優占する二枚貝類の加入過程と個体群動態も調査中である。

## 要 約

三重県津市を流れ、伊勢湾に流入する安濃川と志登茂川の河口干潟において底生動物及び底質調査を1987年の春から夏にかけて行い、二河川の比較をした。クラスター分析を行った結果、二河川間では底質環境で明らかに相違がみられた。しかし、底生動物相は差異が認められなかった。また底生動物の種類数は二河川間で差がみられなかったが、生物量は志登茂川の方が多かった。優占種は、個体数では二河川間に差はないが、生物量では志登茂川が大きかった。これらの原因について論議した。

## 謝 辞

本報告をまとめるにあたり、三重大学生物資源学部の河村章人教授と岩城俊昭講師には本文を校閲していただき、多くの適切な助言をいただいた。東京水産大学の渡辺勝敏氏には統計解析を協力していただき、内容にいつでも有益な助言をいただいた。野外調査当時、三重大学水産学部の岡田剛氏と小林勉氏には採集の手伝いをしていただいた。鹿児島大学の三浦知之氏と同大学の佐藤正典氏には多毛類の同定を教示していただいた。愛知県立内海高等学校の木村昭一氏には採集や分析、貝類の同定を教示、援助していただいた。以上の方々に感謝の意を表します。

## 引用文献

- 1) 土屋 誠, 栗原 康. 宮城県蒲生干潟における底生動物の分布と微細粒子の挙動に関する研究. 生理生態, 17: 145-151 (1976).
- 2) 矢島孝昭, 栗原 康. 干潟底生動物の分布要因の解析的研究. 日本生態学会誌, 31: 107-116 (1981).
- 3) 秋山章男. 干潟マクロベントスの成帯構造. 海洋と生物, 1: 11-18 (1979).
- 4) 風呂田利夫. 干潟のマクロベントスの群集構造. 沿岸海洋研究ノート, 18: 78-87 (1981).
- 5) 山西良平, 横山 寿, 有山啓之, 鍋島靖信, 大谷道夫, 石崎英男, 野々上良甫, 花井 孝, 伊與田奈美, 石井久夫. 淀川汽水域における潮間帯付着生物の分布, 季節変化および水質. 大阪市立博物館研究業績, 315: 83-96 (1991).
- 6) 平野義明, 藤岡義三, 北島芳郎, 小松茂美, 川本中, 稲葉明彦. 太田川河口域の底生動物. 日本ベントス研究会誌, 28: 12-19 (1985).
- 7) 津田松苗, 北川礼澄. 長良川流域の底生動物 (1) 長良川下流域の底生動物相. 木曾三川河口資源調査報告, 2: 467-473 (1965).
- 8) 津田松苗, 伊東 節, 小崎善子, 山田満里. 長良川流域の底生動物 (3) 長良川下流および河口付近近海域の底生動物の分析について. 木曾三川河口資源調査報告, 2: 481-484 (1965).
- 9) ONO, Y. On the ecological distribution of ocapoid crabs in the estuary. *Mem. Fac. Sci. Kyushu Univ., Ser. E. (Biol.)*, 4: 1-60 (1965).
- 10) 和田恵次, 土屋 誠. 蒲生干潟における潮位高と底質からみたスナガニ類の分布. 日本生態学会誌, 25: 235-238 (1975).
- 11) HOLME, N. A. The fauna of sand and mud banks near the mouth of Exe estuary. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, 28: 189-234 (1943).
- 12) SMITH, R. I. The ecology of the Tamar Estuary. VII. Observations on the interstitial salinity of intertidal muds in the estuary habitat of *Nereis diversicolor*. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, 35: 81-104 (1956).
- 13) GEORGE, J. D. On some environmental factors affecting the distribution of *Cirriiformia tentaculata* (Polychaeta) at Hamble. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, 44: 373-388 (1964).
- 14) LONGBOTTOM, M. R. The distribution of *Arenicola marina* (L.) with particular reference to the effects of particle size and organic matter of the sediments. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 5: 138-157 (1970).
- 15) SANDERS, H. L. Benthic studies in Buzzards Bay, I. Animals relationships. *Limnol. Oceanogr.*, 3: 245-258 (1958).
- 16) NEWELL, R. C. The role of detritus in nutrition of two marine deposit feeders: the prosobranch *Hydrobia ulvae* and the bivalve *Macoma balthica*. *Proc. Zool. Soc. Lond.*, 141: 25-45 (1965).
- 17) RHOADS, D. C. and D. K. YOUNG. The influence of deposit-feeding organisms on sediment stability and community trophic structure. *J. Mar. Res.*, 28: 150-178 (1970).
- 18) 玉置昭夫. 砂泥底ベントス群集の形成機構として生物学的要因を強調する最近の研究の傾向とその問題点 (総説) I. 日本ベントス研誌, 21/21: 28-47 (1981).
- 19) 玉置昭夫. 砂泥底ベントス群集の形成機構として生物学的要因を強調する最近の研究の傾向とその問題点 (総説) II. 日本ベントス研究会誌, 23: 1-13 (1982).
- 20) UNDERWOOD, A. J. and P. G. FAIRWEATHER. Supply-side ecology and benthic marine assemblages. *Trend. Ecol. Evol.*, 4: 16-20 (1989).
- 21) SALE, P. F. Recruitment of marine species: Is the bandwagon rolling in the right direction?. *Trend. Ecol. Evol.*, 5: 25-27 (1990).
- 22) YOUNG, C. M. Larval ecology of marine invertebrates: a susquicentennial history. *Ophelia*, 32: 1-48 (1990).
- 23) FOLK, R. T. and W. C. WARD. Brazos River bar: a study in the significance of grain size parameters. *J. Sed. Petrol.*, 27: 3-26 (1957).
- 24) 田中 豊, 垂水共之, 脇本和昌. パソコン統計解析ハンドブック II, 多変量解析編. 共立出版株式会社, 東京, pp. 1-403 (1984).
- 25) 奥村晴彦. パソコンによるデータ解析入門. 技術評論社, 東京, pp. 1-244 (1989).
- 26) KIMURA, T. and H. SEKIGUCHI. Some aspects of population dynamics of a mytilid *Musculista senhousia* (BENSON) on tidal flats. *Benthos Res.*, 44: (1993, in press).
- 27) 千葉健治. ホトトギスガイの生態について. 海洋科学, 9: 13-17 (1976).
- 28) 菊地泰二. 浅海底生動物群集の生態分布と環境—殊に動物—底質型関係を中心に— (総説). 日本ベントス研究会誌, 13/14: 17-24 (1977).