HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	陸奥湾におけるマクロベントスの時空間分布
Author(s)	高橋, 豊美; 前田, 辰昭; 中谷, 敏邦 他
Citation	日本水産学会誌, 52(8), 1339-1349 https://doi.org/10.2331/suisan.52.1339
Issue Date	1986
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/38659
Rights	© 1986 公益社団法人日本水産学会
Type	journal article
File Information	takahashi1-12.pdf

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries 52(8), 1339–1349 (1986)

陸奥湾におけるマクロベントスの時空間分布

高橋豊美，前田辰昭，中谷敏邦，柳川延之

(1986 年 2 月 10 日受理)

Temporal and Spacial Distributions of Macrobenthos in Mutsu Bay

Toyomi Takahashi,* Tatsuaki Maeda,* Toshikuni Nakatani,*
and Nobuyuki Yanagawa*

In order to elucidate the conditions of food environments for righteye flounders *Limanda herzensteini* and *L. yokohamae* in Mutsu Bay, Aomori Prefecture, the distributions of macrobenthos were investigated by analyzing grab samples obtained at approximately 300 stations chiefly from March 1980 to February 1983. Faunal composition in the bay was correlated with the mud contents in the bottom sediments. In the extensive mud bottom in offshore area polychaete annelids predominated, representing 82.8% of the total number of macrofauna. Most of the dominant species, *Scalibregma inflatum*, *Paraprionospio pinnata*, and *Maldane sarsi*, were chiefly abundant in East Bay. So macrofaunal biomass and density in West Bay were consistently lower than those in East Bay. The densities of *S. inflatum* and *Ampharete* sp. increased remarkably in spring and decreased in autumn and winter, while no seasonal periodicity was found in fluctuations in densities of Lumbrineridae and *M. sarsi*. There is a general tendency that the macrofaunal biomass in offshore area attains peak in summer and lowest in winter. But such a periodicity was not found in East Bay since the autumn of 1980 because of remarkable increase in density of *M. sarsi*. Results of cluster analysis showed that the community structure of macrofauna in offshore area varied largely with fluctuations in abundance of dominant polychaetes by seasons and years.

著者らは青森県の陸奥湾に生息しているマガレイ *Limanda herzensteini* とマコガレイ *L. yokohamae* の生産構造を解明するための一段階として，それらの摂餌生態を研究しており，これまでに成魚と未成魚群の摂餌日周期[1] と生活年周期[2] について報告した。手持ちの資料によれば，当海域のマガレイとマコガレイが摂食する餌生物の多くは通常，採泥器で採集され，1 mm 目の篩上に残るマクロベントス (以下，単にベントスと呼ぶ) で構成されている。それらの捕食は特定の餌種に集中する傾向もみられるが，通常はそれほど利用されていない生物でも餌料条件によっては食物として比較的大きな部分を担う可能性を持っており，餌生物として無視することはできない。

当海域のベントスの分布については沖合域を含めた報告は少ないが，[3~5] Yamamoto[4] および高橋ら[5] は地点間の種組成を比較し，類似した組成をもつ水域の区分を行っている。しかし，これらはホタテガイ *Patinopecten yessoensis* の生息適地判定を主目的としており，いずれもある時間断面を捉えたに過ぎず，種組成，生息密度，生物量の季節および年変化などについては沿岸のごく一部の水域に限られた報告[6] しかなされていない。このため，本報告では湾内に生息するベントス全体についてその分布と表底堆積物の泥含有率との関係，および主要種の地域分布と密度の季節的推移を明らかにした。さらに，ベントスの組成および生物量の時空間変動を検討することにより，当海域におけるマガレイおよびマコガレイ両種の食物環境の構造的側面を明らかにしようとした。

本報告に当り，有益な御意見と御助言を賜った北海道大学水産学部元教授上野元一博士，同三島清吉教授，同久新健一郎教授，多毛類の同定に際し御教示頂いた同中尾　繁助教授に対し，深甚なる謝意を表する。また，洋上での標本採集に当り，多大な御協力を頂いた当学部調査船うしお丸元船長森田省二氏，船長松島寛治教官ならびに乗組員の方々，標本採集と資料整理に労を願った当学部大学院生佐々木正義，富永　修の各氏ならびに石村明也氏ほか昭和 54 年～58 年度講座学生諸氏に対し，心から感謝します。

材料および方法

本研究で扱ったベントス標本は主として 1980 年 3 月から 1983 年 2 月までの期間，陸奥湾のそれぞれ 13～50

* 北海道大学水産学部 (Faculty of Fisheries, Hokkaido University, Minato 3, Hakodate 041, Japan).

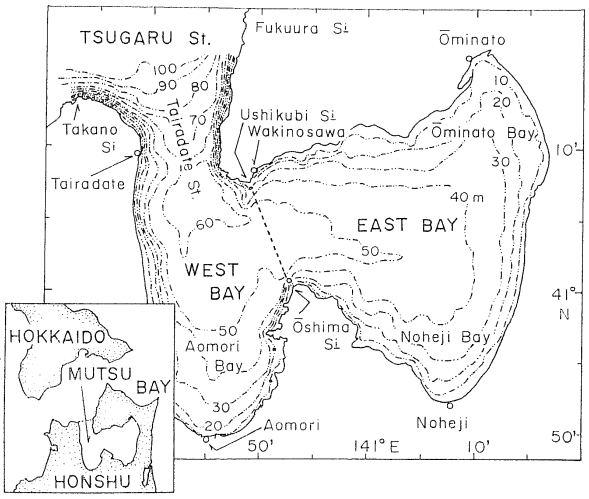

Fig. 1. Map of Mutsu Bay, Aomori Prefecture, showing localities and contours of depth (m).

の地点で調査船うしお丸 (97.78 トン，のちに 107.85 トン) を使用し，0.069 m² の採取面積をもつ田村式採泥器[7]により採集された (Fig. 1)。1 地点当りの採泥回数は 1980 年 3 月以降は原則として 4 回 (1979 年 12 月以前では 1 ～ 3 回) である。採泥した試料は 1 mm 目の篩により土砂を洗い流し，篩上に残った総ての動物を採集して 10% のホルマリン溶液で固定し，種類別に個体数と湿重量 (1 mg 単位) を計測し，標本の一部については体重および体内の卵径を測定した。個体数の算定は多毛類では原則として頭部，クモヒトデ類では体盤の数により行った。また，表底堆積物の粒度組成は篩別法により分析した。使用した篩の孔径は 1.19, 1.0, 0.5, 0.25, 0.125, 0.063 および 0.044 mm である。

ベントス組成の時空間分布を解析する方法として，出現したベントスを約 50 の動物群に区分し，地点間における種組成の類似度を木元の C_π 指数[8] により求め，Mountford[9] の平均連結法によりクラスター分析を行った。C_π は次式であらわされる。

$$C\pi = 2\sum_{i=1}^{S} n_{1i}\cdot n_{2i} \Big/ (\sum\pi_1^2 + \sum\pi_2^2) N_1 \cdot N_2$$

$$\sum\pi_1^2 = \sum_{i=1}^{S} n_{1i}^2 \Big/ N_1^2, \quad \sum\pi_2^2 = \sum_{i=1}^{S} n_{2i}^2 \Big/ N_2^2$$

$$(0 \leqq C_\pi \leqq 1)$$

ただし，N_1, N_2 は第 1 組および第 2 組の総個体数，n_{1i}, n_{2i} は各組における第 i 番目の区分に属する個体数，S は区分の組数である。なお，1 g 以上の大型個体は全体的な生物量の傾向を著しく乱すことがある[10]上に，マガレイとマコガレイにはほとんど摂食されていないため総ての計算から除かれた。

結　果

ベントス採集方法の吟味　田村式採泥器によるベントスの採集効率を検討するため，1980 年 3 月に東湾の 2 地点でそれぞれ 10 回の採泥を行い，採泥回数と採集されたベントスの種数，個体数および重量との関係を求めた (Fig. 2)。これによれば，個体数および重量は 3 回の採泥でほぼ安定し，種数は 4 回の採泥で総種数の 82～84% が得られた。従って，田村式採泥器を使用する場合には 1 地点当り繰り返し 4 回の採泥 (0.276 m²) を行うことにより各地点におけるベントスの種組成や数量をほぼ求めることができると考えられる。このことは山本ら[11]および中尾[12]がそれぞれスミス・マッキンタイヤー型採泥器とコア・サンプラーを使用して求めた結果と概ね一致する。ただし，平館海峡や沿岸域など底質の粗い水域では採泥量が少なく，実存の数量が反映されない可能性がある。

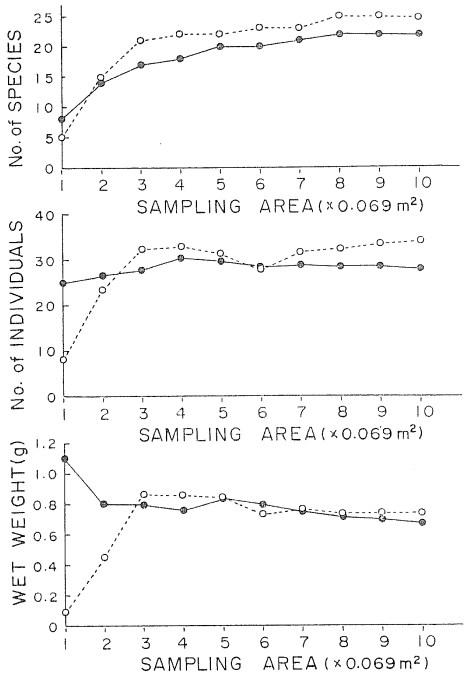

Fig. 2. Cumulative number of species (upper), mean number of individuals (middle), and mean wet weight (lower) of macrobenthos taken in successive sampling by grab at two stations (○, ●) in East Bay.

表底堆積物の泥含有率とベントスの分布との関係　Fig. 3 に本研究による 33 地点および水産庁[13]による 130 地点の粒度分析結果から求めた当海域の泥 (粒径 0.063 mm 以下，$\phi > 4$) の含有率分布を示す。これをもとに，1980 年 3 月から 1982 年 5 月までの全採集地点 (249 地点) を泥含有率 0～25%, 26～50%, 51～75% および 76～100% に大きく 4 区分し，各区分毎にベントス分類群別 (個体数の多いものについては種もしくは科) の 1 m² 当り平均出現個体数と個体数百分率を求めた (Table 1)。泥含有率区分別にベントスの出現個体数組成をみると，泥含有率 25% 以下の水域では多毛類が

Table 1. Mean density (number/m^2) of macrobenthos, by mud contents (M %) in the bottom sediments, in Mutsu Bay. Values were calculated on combined data from March 1980 to May 1982. Figures in parentheses are percentage of each organism in each mud contents category

Benthos item	Mud contents (%)			
	M≦25	26≦M≦50	51≦M≦75	M≧76
COELENTERATA	4.3 (1.0)	1.9 (0.3)	3.2 (0.4)	8.7 (1.5)
TURBELLARIA	1.0 (0.2)	2.8 (0.5)	4.8 (0.5)	4.0 (0.7)
NEMERTINEA	11.0 (2.6)	15.6 (2.7)	4.7 (0.5)	4.9 (0.8)
SIPUNCULOIDEA	10.7 (2.5)	18.1 (3.2)	20.2 (2.3)	9.5 (1.6)
POLYCHAETA	193.6 (45.6)	420.9 (74.0)	543.0 (60.9)	477.6 (82.8)
Aphroditidae	2.1 (0.5)	0.7 (0.1)	0.4 (0.0)	0.3 (0.1)
Phyllodocidae	5.1 (1.2)	1.1 (0.2)	1.1 (0.1)	0.7 (0.1)
Syllidae	17.1 (4.0)	5.2 (0.9)	4.0 (0.4)	2.8 (0.5)
Nereidae	2.8 (0.7)	1.1 (0.2)	0.6 (0.1)	0.6 (0.1)
Goniada sp.	6.7 (1.6)	6.4 (1.1)	6.7 (0.8)	4.3 (0.7)
Glyceridae	6.3 (1.5)	8.2 (1.4)	10.3 (1.2)	5.8 (1.0)
Lumbrineridae	9.3 (2.2)	94.2 (16.6)	72.1 (8.1)	61.5 (10.7)
Spiophanes bombyx	9.3 (2.2)	0.5 (0.1)	0.4 (0.0)	0 (0)
Paraprionospio pinnata	9.5 (2.2)	45.7 (8.0)	14.9 (1.7)	53.4 (9.3)
Sigambra tentaculata	1.0 (0.2)	6.5 (1.1)	7.0 (0.8)	14.2 (2.5)
Magelona japonica	4.9 (1.2)	10.0 (1.8)	13.3 (1.5)	5.7 (1.0)
Scalibregma inflatum	4.5 (1.1)	8.7 (1.5)	82.4 (9.2)	78.8 (13.7)
Opheliidae	1.2 (0.3)	0.2 (0.0)	0.7 (0.1)	0.2 (0.0)
Capitellidae	3.9 (0.9)	11.7 (2.1)	13.7 (1.5)	7.0 (1.2)
Maldane sarsi	28.7 (6.8)	76.6 (13.5)	176.0 (19.7)	181.8 (31.5)
Other Maldanidae	15.8 (3.7)	37.1 (6.5)	31.3 (3.5)	4.6 (0.8)
Lagis bocki	13.0 (3.1)	9.4 (1.7)	9.6 (1.1)	0.7 (0.1)
Ampharete sp.	5.4 (1.3)	63.0 (11.1)	56.3 (6.3)	34.1 (5.9)
Terebellides stroemii	5.1 (1.2)	4.0 (0.7)	5.1 (0.6)	1.2 (0.2)
Other Terebellidae	1.9 (0.4)	3.7 (0.7)	11.4 (1.3)	3.5 (0.6)
Sabellidae	20.0 (4.7)	6.6 (1.2)	7.0 (0.8)	7.3 (1.3)
Other POLYCHAETA	20.0 (4.7)	20.3 (3.6)	18.7 (2.1)	9.1 (1.6)
PHORONIDEA	7.4 (1.7)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
Phoronis hippocrepia	7.4 (1.7)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
MOLLUSCA	41.3 (9.7)	46.7 (8.2)	260.4 (29.2)	29.7 (5.1)
POLYPLACOPHORA	1.3 (0.3)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
GASTROPODA	8.0 (1.9)	5.1 (0.9)	11.8 (1.3)	7.5 (1.3)
SCAPHOPODA	8.0 (1.9)	7.1 (1.2)	8.7 (1.0)	1.6 (0.3)
BIVALVIA	24.0 (5.7)	34.5 (6.1)	239.9 (26.9)	20.6 (3.6)
CRUSTACEA	131.4 (31.0)	27.8 (4.9)	22.3 (2.5)	17.8 (3.1)
OSTRACODA	12.6 (3.0)	10.8 (1.9)	6.7 (0.8)	3.0 (0.5)
GAMMARIDEA	99.8 (23.5)	10.5 (1.8)	8.8 (1.0)	7.7 (1.3)
CAPRELLIDEA	2.2 (0.5)	1.2 (0.2)	2.7 (0.3)	0.6 (0.1)
BRACHYURA	0.3 (0.1)	0.7 (0.1)	0.8 (0.1)	1.9 (0.3)
Other CRUSTACEA	16.6 (3.9)	4.6 (0.8)	3.3 (0.4)	4.6 (0.8)
OPHIUROIDEA	17.3 (4.1)	18.2 (3.2)	28.2 (3.2)	15.2 (2.6)
Other invertebrates	6.1 (1.4)	17.0 (3.0)	5.3 (0.6)	9.4 (1.6)
Total	424.1	569.0	892.1	576.8

45.6%, 次いでヨコエビ類を主とする甲殻類が 31.0%, 二枚貝類を主とする軟体動物 9.7% クモヒトデ類 4.1% であり, 甲殻類の占める割合が他の泥含有率区分に比べて非常に高い。これに対し, 泥含有率 26～50% 域ではホソタケフシ *Maldane sarsi* を主とするタケフシゴカイ類 *Maldanidae*, ギボシイソメ類 Lumbrineridae, カザリゴカイ科の一種 *Ampharete* sp. およびヨツバネスピオ *Paraprionospio pinnata* を主とする多毛類の占める割合が高い (74.0%)。泥含有率 51～75% 域ではケシトリガイ *Alvenius ojianus* の一時的な大発生のため, 軟体動物の組成比率がかなり高くなっているが (29.2%), ケシトリガイを除いたベントス組成は泥含有率 26～

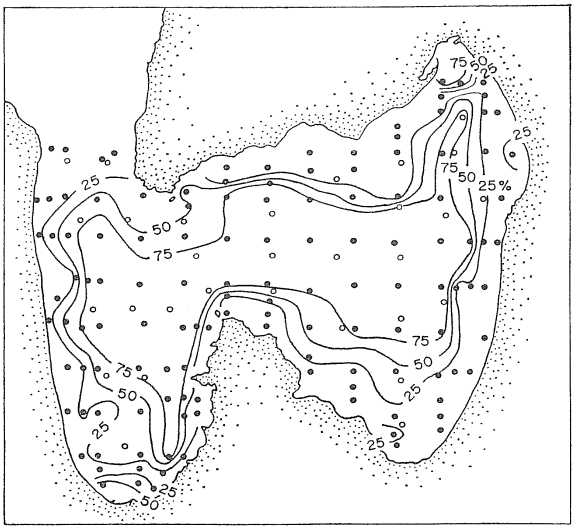

Fig. 3. Contours of mud contents (%) in the bottom sediments in Mutsu Bay. ●: data from Japanese Fisheries Agency (1978), ○: data from this study.

50% 域と大きな差異は認められない。ただし，トノサマゴカイ *Scalibregma inflatum* とホソタケフシの組成比率はかなり高く，ヨツバネスピオは著しく低い。また，泥含有率 76% 以上の水域では多毛類の占める割合がさらに高まり (82.8%)，ホソタケフシ，トノサマゴカイ，ギボシイソメ類，ヨツバネスピオおよび *Ampharete* sp. の上位 5 位までの多毛類は多毛類総数の 85.8%，ベントス総数の 71.0% を占めている。従って，泥質域の地域的拡がりからみて，ギボシイソメ類，ヨツバネスピオ，トノサマゴカイ，ホソタケフシおよび *Ampharete* sp. の多毛類は陸奥湾沖合域における主要種とみなすことができる。

主要多毛類の地域分布 Fig. 4 はギボシイソメ類，トノサマゴカイおよび *Ampharete* sp. について，それぞれ 1980 年 3 月～1983 年 2 月における 1 m² 当り出現個体数の地域分布を月別に示したものである。ただし，1980 年 3 月～1981 年 3 月の *Ampharete* sp. については出現がほとんど認められなかったため図示していない。ギボシイソメ類は平館海峡および水深 10～20 m 以浅の沿岸域を除く沖合のほぼ全域に広く分布し，特定の水域に集中する傾向は認められない。トノサマゴカイは1980 年 3 月および 5 月では東湾に高密度地点がみられ，1980 年 8 ～ 9 月から 1981 年 3 月までは東湾に分布が集中していた。しかし，1981 年 8 月には西湾北部と大湊湾に高密度域が現われ，1982 年 5 月以降は水域による密度差がほとんどみられない。このように主分布域が年によ

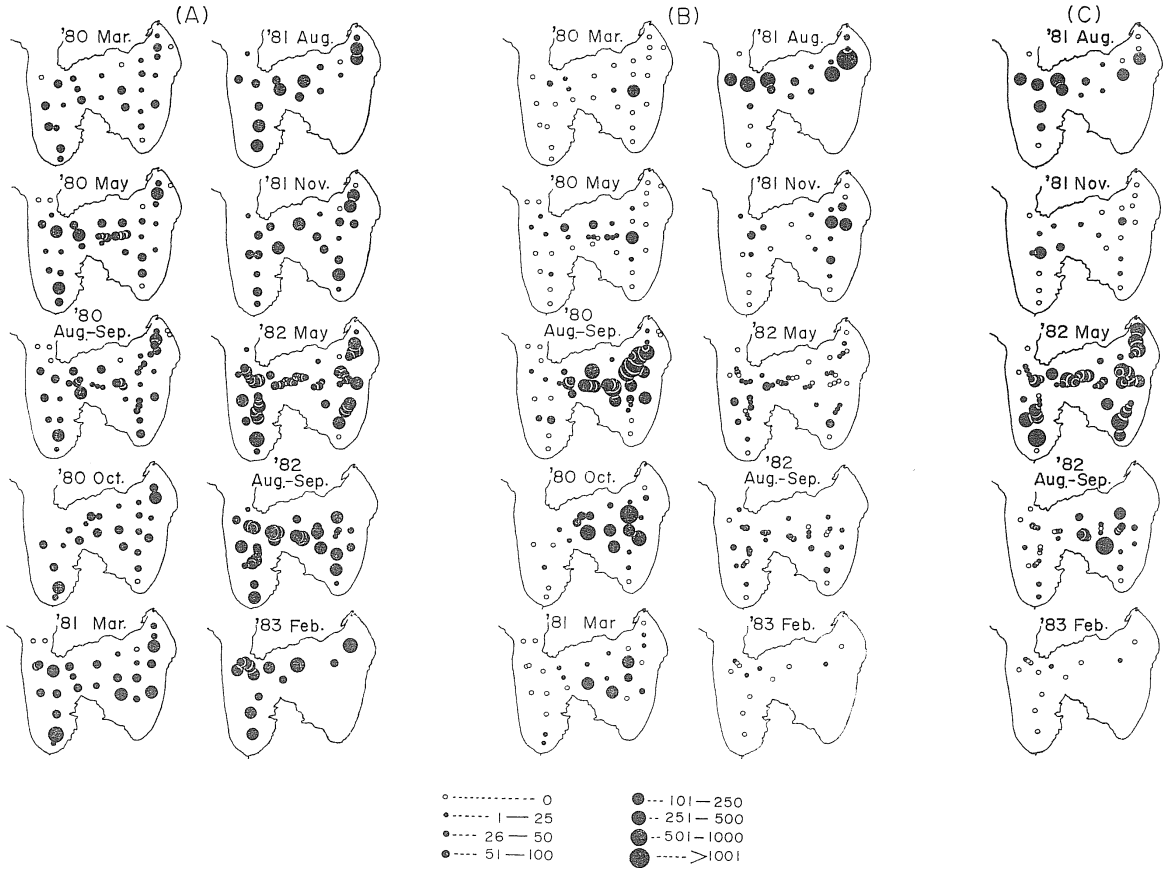

Fig. 4. Distribution of density (number/m²) of Lumbrineridae (A), *Scalibregma inflatum* (B), and *Ampharete* sp. (C) in Mutsu Bay from March 1980 to February 1983.

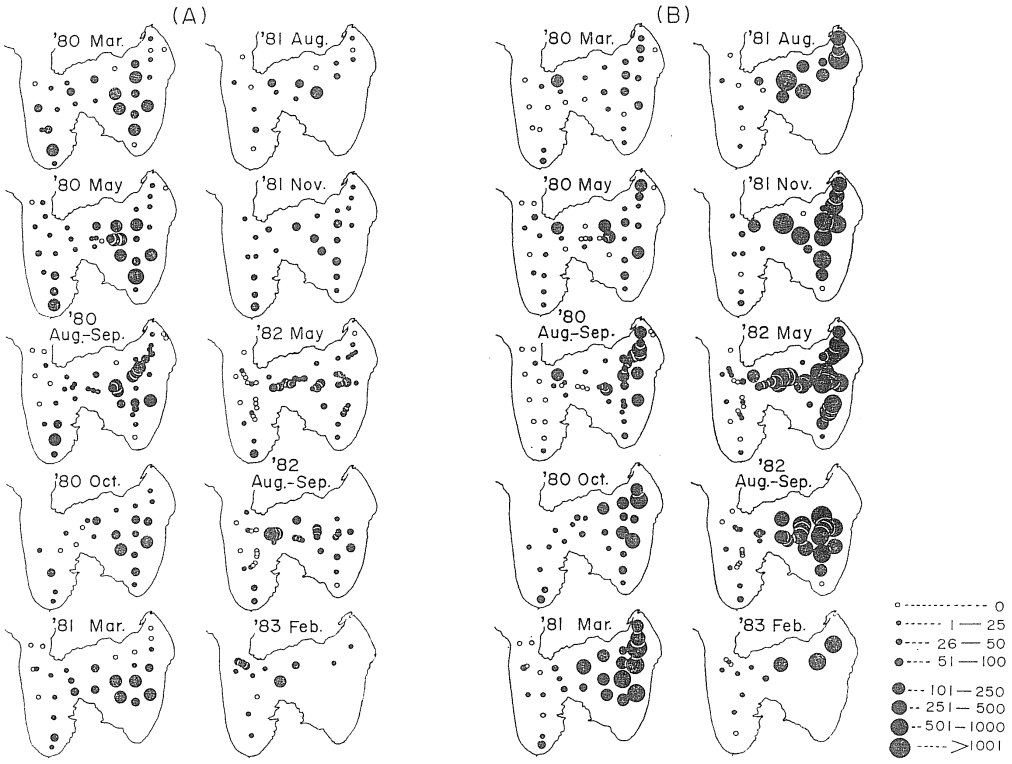

Fig. 5. Distribution of density (number/m²) of *Paraprionospio pinnata* (A) and *Maldane sarsi* (B) in Mutsu Bay from March 1980 to February 1983.

り変動する傾向は *Ampharete* sp. も同様であり，1981 年 8 月から 1982 年 5 月までは密度の水域差は明瞭には現われていないが，1982 年 8～9 月では東湾に分布が集中している。また，Fig. 5 に示すように，ヨツバネスピオでは青森湾奥部にも高密度地点がみられたが，概して東湾の中央部が主分布域となっている。以上の 4 種に対し，ホソタケフシでは大湊湾を中心とする東湾奥部が主分布域となっており，1981 年 3 月以降は東湾沖合のほぼ全域に高密度域が拡がっている。

主要多毛類の密度の季節的推移　前述の主要多毛類について，生息がほとんど認められない平館海峡北部および 10 m 以浅の沿岸域を除いた水域から得られた標本を一括して 1 m² 当り平均出現個体数の季節変化をみた (Fig. 6)。ただし，標本採集上の偏りを是正するため，ごく近接した地点のものについては平均値を用い，また，西湾での分布が少ないホソタケフシについては東湾の標本のみによる計算値を求めた。これによれば，ギボシイソメ類の密度は 1 年を通して比較的安定しており，また，ホソタケフシでは 1980 年 5 月から 1981 年 3 月までの約 1 年間にわたって密度が増加しており，ともに季節的な周期変動が認められない。これらに対し，トノサマゴカイと *Ampharete* sp. の密度はともに 4～5 月頃から 7～8 月頃にかけて急増するが，その後 12～3 月にかけて低下しており，顕著な季節変化を示している。ただし，*Ampharete* sp. は 1979 年 12 月から 1981 年

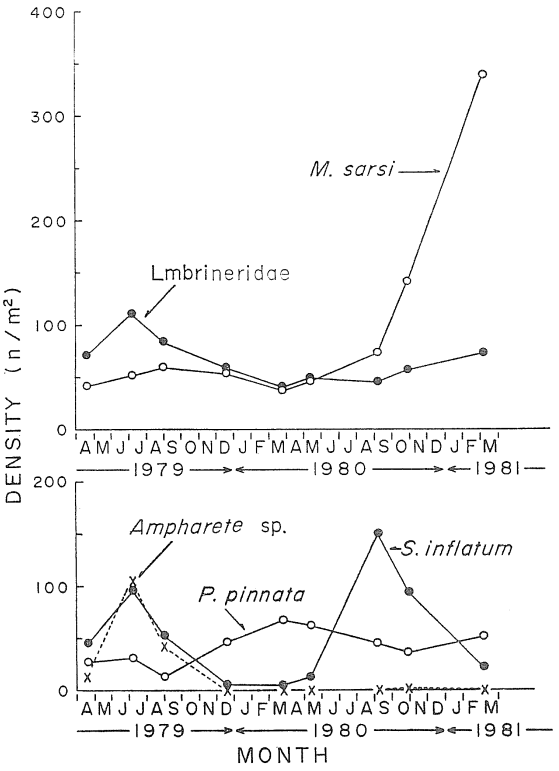

Fig. 6. Seasonal changes in density (number/m²) of polychaetes, Lumbrineridae, *Maldane sarsi*, *Paraprionospio pinnata*, *Scalibregma inflatum*, and *Ampharete* sp. in Mutsu Bay from April 1979 to March 1981. Values were calculated on the samples except for the northern area of Tairadate Strait and the coastal area less than 10 m depth, and values of *M. sarsi* were on the samples from East Bay.

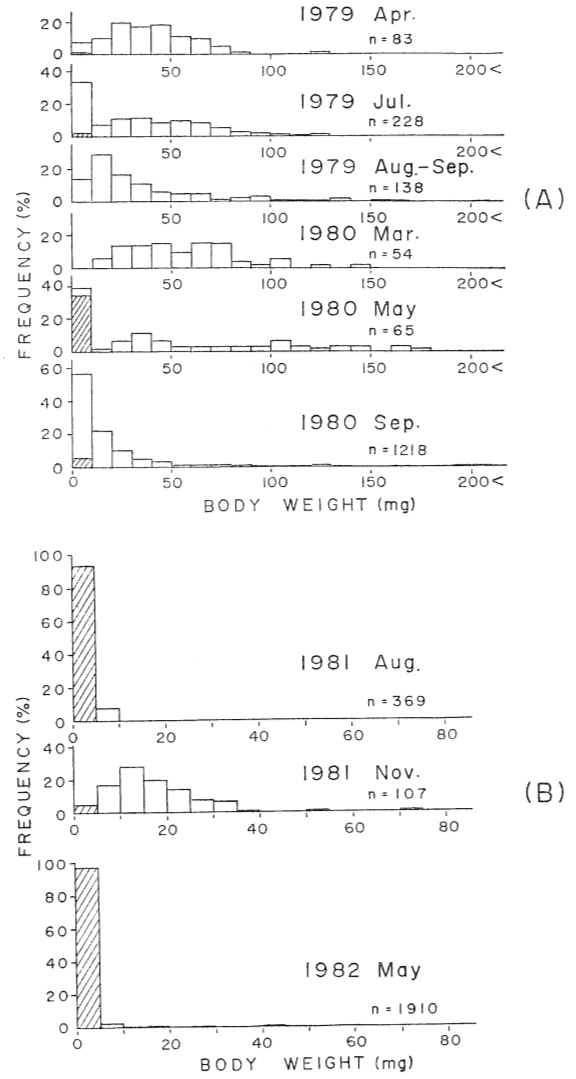

Fig. 7. Seasonal changes in body weight distribution of *Scalibregma inflatum* (A) and *Ampharete* sp. (B) in Mutsu Bay. Shaded parts show percentage of individuals less than 5 mg.

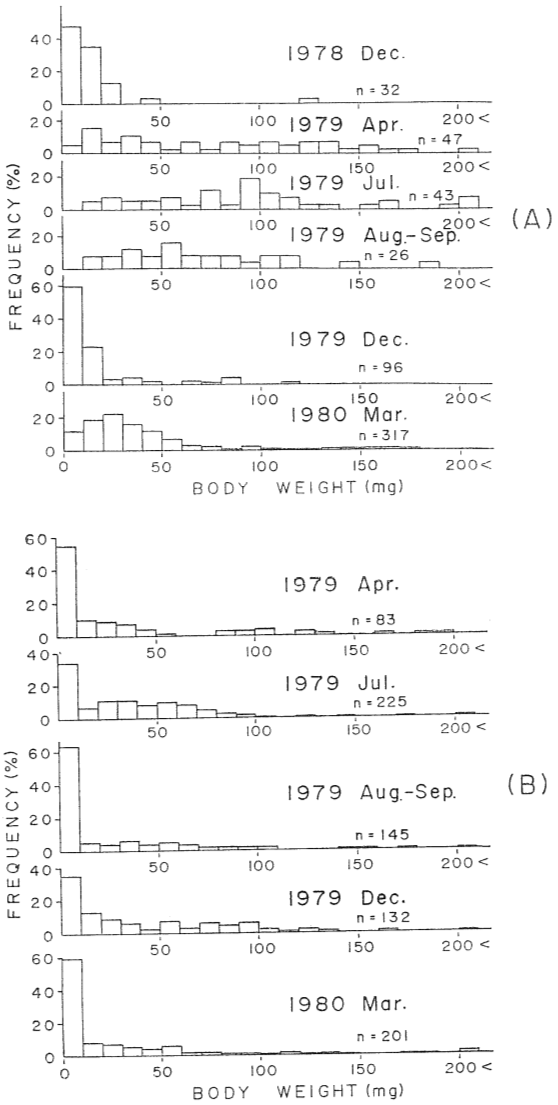

Fig. 8. Seasonal changes in body weight distribution of *Paraprionospio pinnata* (A) and *Maldane sarsi* (B) in Mutsu Bay.

3月までの期間，ほとんど出現していないが，1981年には1979年と同様の密度変化を示している（3月:0.3個体/m²，8月:93.2個体/m²，11月:19.3個体/m²）。一方，ヨツバネスピオはトノサマゴカイや *Ampharete* sp. とは季節的に相反した密度変化を示している。すなわち，変動の度合は大きくはないが，密度は夏・秋季が低く，冬季に増加傾向を示している。なお，ギボシイソメ類の密度変化に季節的な周期性がみられないのは，*Lumbrineris debilis* および *L. latreilli* など数種類が含まれており，[3] 種により再生産周期が異なるためであることも考えられる。

次に，採泥器で得られた無欠損個体に基づき，各主要多毛類（ギボシイソメ類を除く）について体重組成の季節変化を検討した（Fig. 7, 8）。無欠損個体は種別，月別で全体の60～87%が得られたが，ヨツバネスピオ，ホソタケフシおよび *Ampharete* sp. では棲管を取り除く際に小型のものほどちぎれ易いため，図に示した体重組成は幾分，大きな方へ偏っている。それによると，トノサマゴカイでは4月から5 mg以下の小型個体が現われ，5月以降の体重モードは10 mg以下へ移行している。*Ampharete* sp. もそれとほぼ同様の傾向を示し，5月と8月には5 mg以下の小型個体が卓越しているが，11月では10～15 mgがモードとなっている。ただし，トノサマゴカイでは小型個体が出現する時期にそれらとは発生時期が大きく相違すると思われる大きさのものが分布しているが，*Ampharete* sp. ではいずれの時期でもほぼ単峰型とみられる分布を示しており，大部分のものが1年寿命であると考えられる。また，ヨツバネスピオでは12月には20 mg以下の小型個体が主体となっており，その後，7月までモードが次第に大きな方へ移行している。以上のように，トノサマゴカイ，*Ampharete* sp. およびヨツバネスピオの発生時期はいずれも年1回であ

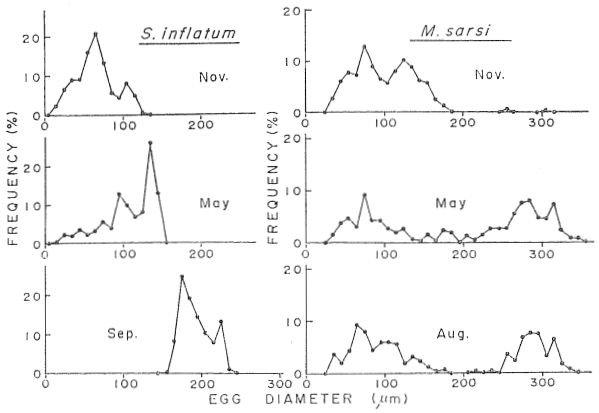

Fig. 9. Seasonal changes in egg diameter distribution of *Scalibregma inflatum* and *Maldane sarsi* in Mutsu Bay from November 1981 to August-September 1982. The number of each sample was 250 eggs taken from 5 individuals of adult worm, respectively.

り，これらの種が加入する時期と個体群密度の増加期とはほぼ一致している。これらに対し，ホソタケフシでは周年にわたって大型個体が出現し，同時に 10 mg 以下の小型個体が卓越し，体重組成に季節的変化は認められない。すなわち，ホソタケフシでは成体の母体内における卵径分布 (Fig. 9) からも明らかなように周年産卵を行っているためと考えられ，密度の変化に季節的な周期性がみられないことと符合する。

ベントス組成の時空間分布　1980 年 3 月から 1983 年 2 月までの期間における標本採集地点を Fig. 10 に示す。これらの各地点間におけるベントス組成の類似関係をデンドログラムで示したものが Fig. 11, 12 である。泥含有率区分ごとのベントス組成（前述）からみて，当海域はヨコエビ類の出現が多い沿岸域と多毛類が優占する沖合域とに大きく 2 分されるであろうが，マガレイおよびマコガレイに対する食物環境の時空間変化を明らかにするためには，より細かい区分を行う必要がある。従って，ここでは C_π 指数 0.6 を基準にしてまとめられる地点の生物群を 1 つの群集とし，それらの地域分布の範囲を示した (Fig. 13)。なお，群集はそれぞれの群集内の優占生物名にて呼ぶことにする。

青森湾，大湊湾および野辺地湾を除く湾内の沿岸域は各季節ともにヨコエビ類に代表される群集で占められている。従属種は季節により異なるが，イバラワレカラ *Caprella acanthogaster*，チヨノハナガイ *Raeta rostralis* およびシリス科 Syllidae の一種 *Geminosyllis* sp. などである。多毛類は 27.6～49.0 を占めていたが，ウロコムシ類 Aphroditidae，サシバゴカイ類 Phyllodocidae およびシリス類など遊在類の占める割合が比較的高いという特徴がみられる。ベントスの密度および生物量は季節による差異が非常に大きく，多毛類が優占する群集に比べて生物量は少ない (76.1～1199.3 個体/m², 0.39～8.85 g/m²)。

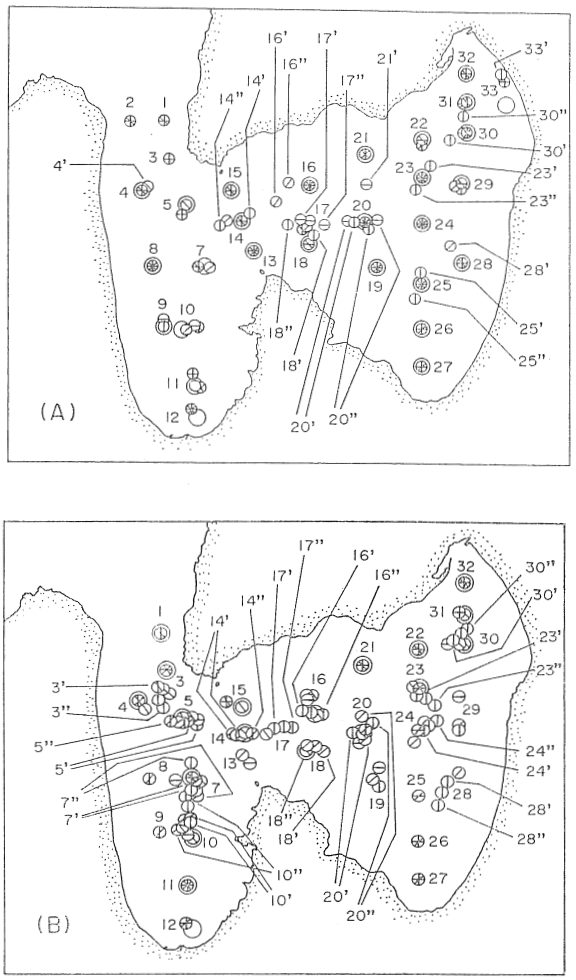

Fig. 10. Locations where macrobenthos were collected. (A)-○: March 1980, ⊖: May 1980, ①: August-September 1980, ⊘: October 1980, ⊘: March 1981; (B)-○: August 1981, ⊖: November 1981, ①: May 1982, ⊘: August-September 1982, ⊘: February 1983.

次に，1980 年 3 月以降の湾内沖合域における群集構成の季節変化について述べる。

1．1980 年 3～5 月：この期間，最も広い範囲の水域を占めていたのは東湾および青森湾にみられたヨツバネスピオを優占種とする群集である。また，西湾北部を中心にギボシイソメ類群集が，脇野沢沖と大湊湾ではホソタケフシ群集が分布していたほか，東湾のほぼ中央部付近では局地的にトノサマゴカイが優占していた。なお，3 月の西湾北部ではクシノハクモヒトデ *Ophiura kinbergi* が単独，もしくは他種と共優占種を構成している群集がみられたが，5 月にはギボシイソメ類群集へ移行している。

2．1980 年 8～10 月：トノサマゴカイの個体群密度

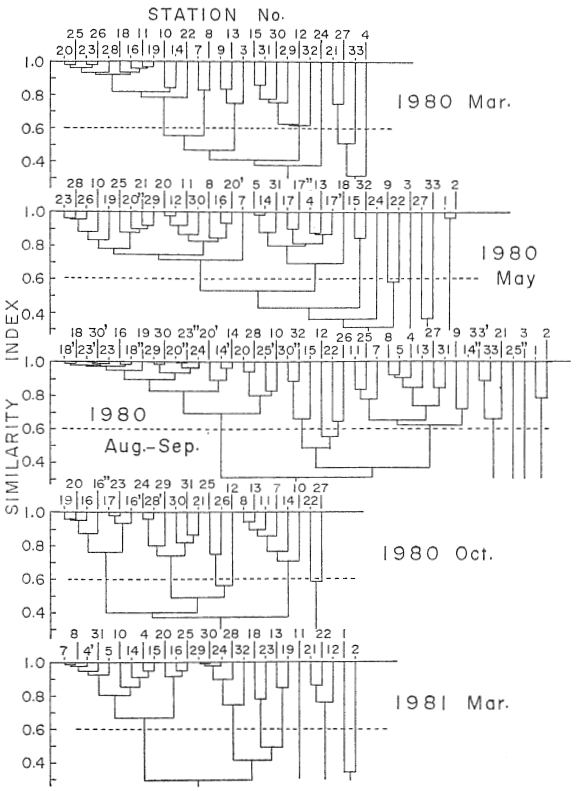

Fig. 11. Dendrograms showing similarity of numerical composition of macrobenthos among stations from March 1980 to March 1981.

が最高水準となる夏季には東湾の優占種はヨツバネスピオからトノサマゴカイに移り，群集構成は大きく変化している。一方，平館海峡を除く西湾ではギボシイソメ類群集の分布域が拡がっているが，これはギボシイソメ類の密度増加によるものではなく，主としてヨツバネスピオの密度が減少したこと (Fig. 6) に起因している。10 月の群集構成は西湾では 8 月とほぼ同様であったが，東湾ではトノサマゴカイの密度低下およびホソタケフシの顕著な密度増加 (Fig. 6) のため，ホソタケフシ群集は東湾中央部方向へ分布域を拡げており，それに伴って，トノサマゴカイ群集の占める水域が狭くなっている。

3. 1981 年 3 月: 一時的に大発生したケシトリガイを優占種とする群集が西湾および東湾の一部にわたる広域を占めていたが，ケシトリガイを除けば，西湾はギボシイソメ類，東湾奥部はホソタケフシ，その中間域ではギボシイソメ類とヨツバネスピオがそれぞれ優占しており，ホソタケフシ群集の西方への分布拡大が顕著であるほかは基本的に 1980 年 3 月と類似した群集構成を示している。

4. 1981 年 8 ～11 月: ケシトリガイの密度は 8 月には低水準となり，東湾は主としてホソタケフシ群集，青森湾はギボシイソメ類群集，西湾北部ではトノサマゴカイ群集および *Ampharete* sp. 群集などがみられた。東湾におけるトノサマゴカイ群集の分布域が前年の夏季に比べて小さいのはホソタケフシの密度が非常に高かったためである (Table 2)。11 月にはトノサマゴカイと *Ampharete* sp. の密度低下のため，東湾は主としてホソタケフシ群集，西湾はギボシイソメ類群集がそれぞれ広域を占めていた。

5. 1982 年 5 月: *Ampharete* sp. 群集が西湾のギボシイソメ類群集および東湾のホソタケフシ群集に割り込むようにしてかなり広い水域を占めていた。

6. 1982 年 8 ～9 月 および 1983 年 2 月: 夏季はトノサマゴカイと *Ampharete* sp. の密度増大期であるが，ともに 1982 年の水準は低く，ギボシイソメ類は比較的高密度であった。また，ホソタケフシは高水準で安定していた (Table 2)。このような主要多毛類の密度の推移を反映して，1982 年 8 ～9 月の沖合域はギボシイソメ類 (主として西湾) とホソタケフシ (東湾) がそれぞれ優占する水域にほぼ 2 分され，1983 年 2 月も同様な

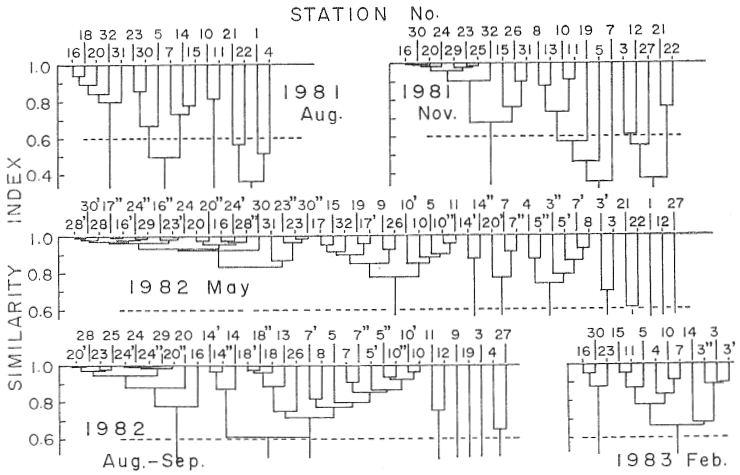

Fig. 12. Dendrograms showing similarity of numerical composition of macrobenthos among stations from August 1981 to February 1983.

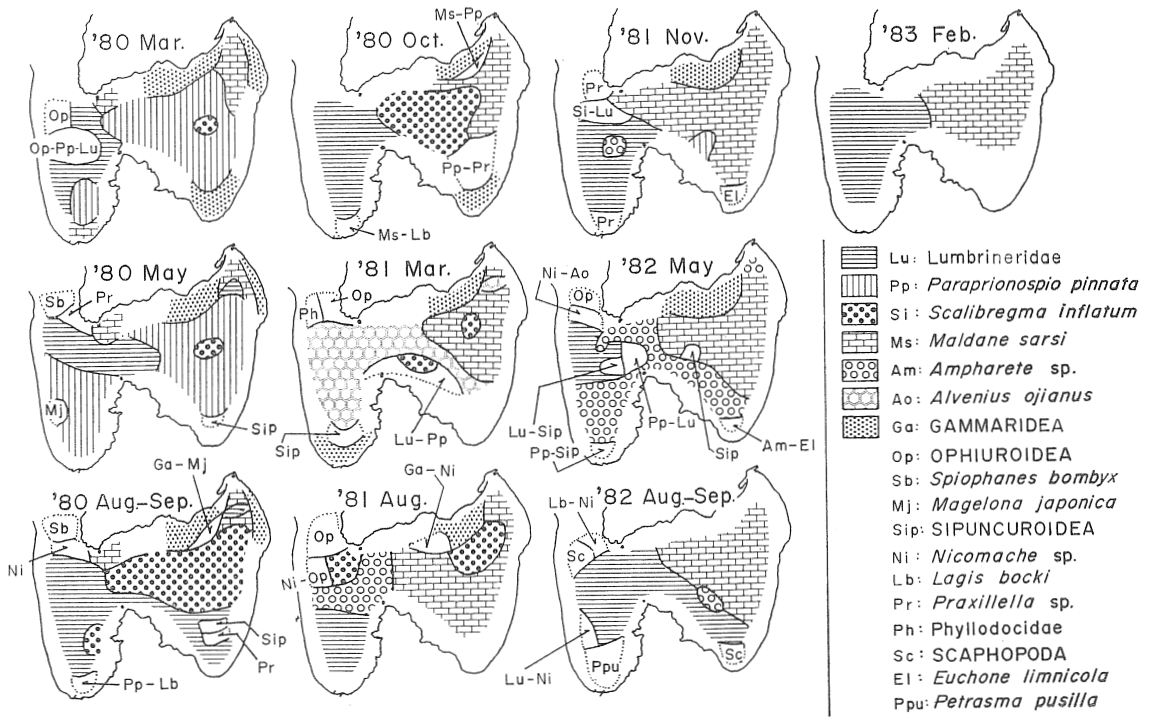

Fig. 13. Seasonal and spacial distributions of macrobenthos communities in Mutsu Bay from March 1980 to February 1983.

Table 2. Annual changes in mean density (number/m²) of Polychaetes, Lumbrineridae, *Paraprionospio pinnata*, *Scalibregma inflatum*, *Maldane sarsi*, and *Ampharete* sp., from 1979 to 1982. Values were calculated on data obtained during August-September in each year

Benthos item	1979	1980	1981	1982
Lumbrineridae	83.7	45.7	83.3	108.0
P. pinnata	13.8	37.7	24.9	27.9
S. inflatum	53.0	124.5	180.9	15.2
M. sarsi	60.1	46.0	360.7	219.0
Ampharete sp.	41.5	0	94.2	51.9

状態を示していた。

主要群集内の従属種とその 1 m² 当り密度および生物量の平均値をみると (Table 3), ギボシイソメ類が湾内に広く分布し，水域による密度差が小さいことはすでに述べたが，他の生物の分布が少ない場合にギボシイソメ類が優占する結果となっている。従って，ギボシイソメ類群集の密度および生物量はいずれの時期でも各群集中，最も低位となっている。これに対して，ヨツバネスピオ，トノサマゴカイおよび *Ampharete* sp. をそれぞれ優占種とする群集内ではギボシイソメ類のほかに，他の主要多毛類の量も比較的多く，密度および生物量はギボシイソメ類群集よりかなり高水準である。一方，ホソタケフシ群集は 1980 年 10 月から 1983 年 2 月までの期間では，各群集中，最高水準の密度と生物量を示す場合が多く，ギボシイソメ類群集と比較するとその生物量は約 1.3～4.9 倍 (平均で約 2.9 倍) であった。

考　察

当海域では沖合域を中心に泥が広く分布していることに関連して多毛類が卓越し，とりわけ，ホソタケフシ，ギボシイソメ類，トノサマゴカイ，ヨツバネスピオおよび *Ampharete* sp. が主要種となっている。このうち，前3者は泥食者，後2者は表層堆積物食者である[14]。すなわち，陸奥湾は湾口部が小さく海水の流動が小さいため[15,16]，湾内部はベントスの食物となる粒状有機物が堆積し易く，泥食・堆積物食の多毛類が優占するという中内湾性の水域に通常みられる生物相[10]を呈している。

トノサマゴカイ，ヨツバネスピオおよびホソタケフシは主として東湾で高密度域を形成する。ギボシイソメ類は特定の水域に集中せず，*Ampharete* sp. では分布域の変動が大きく，また，出現が極端に少ない年があるなど，その生息密度は極めて顕著な年変動を示す。このため，近年では西湾におけるマクロベントスの生物量および密度は周年，東湾に比べてかなり低水準にある。

マガレイおよびマコガレイの餌生物となる湾内のマクロベントス量は 1979 年および 1980 年ともに春季に急増して夏季に最大となり，その後，秋季に急減し，冬季間は低水準で推移している (Fig. 14)。このうち，多毛類は餌生物量のかなり大きな部分を占めているが，湾内

Table 3. Density (number/m²), biomass (g/m²), and subdominant species (SDS) in the main macrobenthos communities in Mutsu Bay from March 1980 to February 1983

Month	Lumbrineridae			*P. pinnata*			*S. inflatum*		
	Density (n/m²)	Biomass (g/m²)	SDS	Density (n/m²)	Biomass (g/m²)	SDS	Density (n/m²)	Biomass (g/m²)	SDS
1980 Mar.	211.4	3.74	Mj-Pp	276.0	7.89	Lu	402.9	9.59	St-Pp-Ms
1980 May	179.2	5.22	—	354.2	10.13	Lu	384.1	14.93	Pp-El
1980 Aug.-Sep.	183.1	5.49	—				674.6	14.23	Pp-Ms-Lu
1980 Oct.	179.4	3.12	—				425.5	8.01	Lu-Pp-Ms
1981 Mar.							677.6	9.08	Ms-Pp
1981 Aug.-Sep.	242.8	5.97	—				1718.6	32.59	Am-Ok
1981 Nov.	257.2	4.63	Pp-Ca	304.4	12.06	Lu-Ms			
1982 May	290.5	5.38	Ca						
1982 Aug.-Sep.	595.2	12.93	Em-Ca						
1983 Feb.	420.7	7.30	—						

Month	*Ampharete* sp.			*M. sarsi*		
	Density (n/m²)	Biomass (g/m²)	SDS	Density (n/m²)	Biomass (g/m²)	SDS
1980 Mar.				224.0	6.35	Lu-Pp-Pr
1980 May				458.3	8.31	Lu-Pr
1980 Aug.-Sep.				469.8	7.16	Pr-Lu
1980 Oct.				623.2	11.88	Pp-Lu
1981 Mar.				1381.2	19.72	Lu
1981 Aug.-Sep.	996.4	15.13	Si-Lu-Ok	931.9	19.92	Lu
1981 Nov.	420.3	10.66	Lu	946.0	17.53	Lu
1982 May	830.9	11.30	Lu	1168.3	26.14	Am-Lu
1982 Aug.-Sep.	1684.8	23.15	Ms-Lu	1133.7	20.68	Lu
1983 Feb.				1235.5	27.09	Lu

Lu: Lumbrineridae, Pp: *Paraprionospio pinnata*, St: *Sigambra tentaculata*, Mj: *Magelona japonica*, Si: *Scalibregma inflatum*, Ca: *Capitella* sp., Ms: *Maldane sarsi*, Pr: *Praxillella* sp., Am: *Ampharete* sp., El: *Euchone limnicola*, Em: *Episiphon makiyamai*, Ok: *Ophiura kinbergi*.

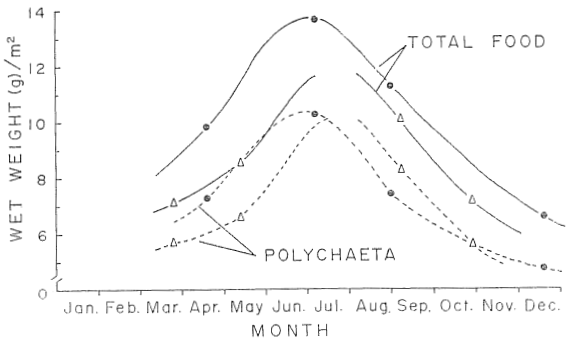

Fig. 14. Seasonal changes in biomass (g/m²) of food organisms for *Limanda herzensteini* and *L. yokohamae* in Mutsu Bay in 1979 (△) and 1980 (●). Values were calculated as mean values from the almost entire area except for sandy area. (Takahashi et al., 1983).

の生物量の季節変化はトノサマゴカイや *Ampharete* sp. に代表される夏季を最高とする顕著な変化を示す種の変動様式を反映している。Fig. 14 は湾内マクロベントス総量の変化傾向としてみてよいが，これは多少の時間的ずれがあるものの Yamamoto[6] が野辺地沖のベントス生物量および密度が8～11月に最大に，2～4月に最小となるとした結果と概ね一致する。ただし，このような現象は湾全域で定常的にみられるものではない。すなわち，1980 年秋季以降は密度の季節的変化に周期性をもたないホソタケフシが著しく増加したため，その主分布域の東湾では冬季間に餌生物量が減少していない(Table 3)。

一方，種類組成の地域分布は主要多毛類の密度により時空間的に大きく変化している。その変動傾向には季節的な周期性もみられるが，優占生物が示す種の年変動によって，より強く影響される。とりわけ，*Ampharete* sp. では 1979 年 12 月から 1981 年 3 月までの約 1 年半は極めて低水準で推移し (0～1.7 個体/m²)，その後，1982 年 5 月には約 600 個体/m² にまで回復するなど極端な変動を示した。この原因として，魚貝類の斃死の原因となった 1978 年 8 月～10 月上旬の貧酸素底層水[17] の影響が考えられる。しかし，密度の急減が生ずる前の *Ampharete* sp. は沖合のほぼ全域に分布しており，貧酸

素水の影響がそれほど及ばなかった西湾では斃死量も少なかったはずであろう。従って，本種の密度低下はGrassle ら[18]がイトゴカイ科の一種 *Capitera capitata* について指摘しているように，高密度になると自種の密度効果が成体の小型化，産卵量の低下を誘発し，種個体群の急激な崩壊が生じたことが主因である可能性が考えられる。

なお，以上に述べた当海域におけるベントス分布の変動特性，すなわち，マガレイおよびマコガレイなど高次の捕食者の食物環境の構造がそれら魚類の生物生産にどのような機能的役割を担っているかについては，今後の報告の中で明らかにしてゆきたい。

文　献

1) 高橋豊美，富永武治，前田辰昭，上野元一：日水誌，**48**, 1257–1264 (1982).
2) 高橋豊美，斉藤重男，前田辰昭，木村　大：日水誌，**49**, 663–670 (1983).
3) 鳥海　衷：むつ湾水質環境調査報告書，その 1，環境庁，東京，1973, pp. 174–198.
4) G. Yamamoto: *Sci. Rep. Tohoku Univ.*, 4th Ser. (Biol.), **18**, 482–487 (1950).
5) 高橋克成，富永祐二，田中俊輔，本堂太郎，浜田勝雄，工藤秀雄：青森県水産増殖センター事業概要，**2** (昭和 45, 46 年度)，199–212 (1973).
6) G. Yamamoto: *Sci. Rep. Tohoku Univ.*, 4th Ser. (Biol.), **19**, 302–314 (1952).
7) 田村　正：北大水産研究彙報，**3**, 240–242 (1953).
8) 木元新作：動物群集研究法—多様性と種類組成—，第 1 版，生態学研究法講座，**14**，共立出版，東京，1976, pp. 136–139.
9) M. D. Mountford: in "Progress in Soil Zoology" (ed. by P. W. Murphy), Butterworths, London, 1962, pp. 43–50.
10) 堀越増興，菊池泰二：海藻・ベントス (元田茂編)，第 1 版，海洋科学基礎講座，**5**，東海大学出版会，東京，1981, pp. 149–437.
11) 山本護太郎，北森良之介，西平守孝，宍戸　勇，波部忠重：昭和 44 年度文部省特定研究"北方冷水海域における生物群集の生産に関する総合的研究"研究経過報告，51–58 (1970).
12) 中尾　繁：北大水産研究彙報，**28**, 20–28 (1977).
13) 水産庁：昭和 52 年度漁場改良復旧基礎調査報告書 (陸奥湾)，27–34 (1978).
14) P. A. Jumars and K. Fauchald: in "Ecology of Marine Benthos" (ed. by B. C. Coull), Univ. South Calolina Press, Columbia, 1977, pp. 1–20.
15) 青森県：陸奥湾漁業開発基本計画調査最終報告書，57–138 (1976).
16) 大谷清隆，仲村俊毅：日本全国沿岸海洋誌 (日本海洋学会沿岸海洋研究部会編)，東海大学出版会，東京，1985, pp. 178–186.
17) 青森県水産増殖センター：昭和 53 年夏期陸奥湾に発生した魚貝類の異常へい死に関する調査，1–48 (1981).
18) J. E. Grassle and J. P. Grassle: *J. Mar. Res.*, **32**, 253–284 (1974).