

# 平成19年度陸奥湾漁場保全対策基礎調査

## 水質・底質・底生生物から見た陸奥湾の漁場環境

小野寺陽子\*・吉田 秀雄・小笠原大郎・高坂 祐樹・工藤 敏博

### 目 的

陸奥湾では、ホタテガイ養殖業を中心とした高度な漁場利用が進んでおり、閉鎖性が強く海水交換が行われにくい海域であることから、漁場環境保全を図り、ホタテガイの成育環境を維持するために、長期的な監視が必要とされている。

本調査は陸奥湾の漁場環境保全のための基礎データを収集するため、昭和54年から4年毎に水質、底質、底生生物を対象として実施しているものであり、今回は8回目になる。

本報告書では、今回の調査結果からみた陸奥湾の漁場環境の現況と、調査開始当初から今回までの傾向について、湾全体並びに調査地点毎に整理した。

### I 水 質 調 査

#### 1 調査期間

平成19年9月4、5、10日

#### 2 調査地点

図 I-1 に示した20地点（過去の調査地点と同一）

#### 3 調査項目及び方法

採水は、0m層は表面採水器、10m以深はナンゼン採水器を使用した。また、今回は極底層採水調査（海底上0.0m、0.1m、0.3m、0.5m）を実施しなかった。

- ・水色 : フォーレル水色計
- ・透明度 : 30cmセッキー板
- ・水温 : 0m層は棒状水銀温度計、その他は転倒温度計
- ・塩分 : サリノメーター「YEO-KAL製601MkIV」
- ・DO(溶存酸素量) : ウィンクラー・アジ化ナトリウム変法
- ・COD(化学的酸素要求量) : アルカリ性過マンガン酸カリウムーヨウ素滴定法
- ・栄養塩
  - NH<sub>4</sub>-N(アンモニア態窒素) : インドフェノール青法(JIS K 0102)
  - NH<sub>4</sub>-N以外 : 東北区水産研究所にて「ブラン・ルーベ製TRAACS800」により、NO<sub>3</sub>-N(硝酸態窒素)、NO<sub>2</sub>-N(亜硝酸態窒素)、PO<sub>4</sub>-P(リン酸態リン)、SiO<sub>2</sub>(ケイ酸)を測定

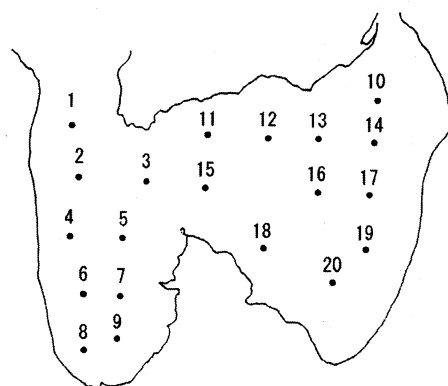


図 I-1 水質調査地点

\*現ふるさと食品研究センター

#### 4 調査結果

全調査結果を付表1に示した。

##### (1) 水色

全湾では3~6の範囲で、9調査地点で5であった。

##### (2) 透明度

全湾では9~18mの範囲で、最高はSt. 6の18m、最低はSt. 10の9mであった。

##### (3) 水温、塩分

水温は、0m層で22.9~23.6℃、20m層で20.7~23.4℃、底層で16.2~19.4℃の範囲、塩分は、0m層で32.74~33.58、20m層で33.35~33.84、底層で33.85~34.26の範囲であった。水温、塩分とも湾全体に成層化が見られた。

##### (4) DO(溶存酸素量)

20m層で6.3~7.2mg/l(飽和度87~100%)の範囲、底層で3.0~7.1mg/l(飽和度38~94%)で、西湾側中央付近のSt. 5、東湾のSt. 12~20で6mg/l未満の値となり、St. 17では水産用水基準<sup>1)</sup>記載の「底生生物の生息のために最低限維持しなければならない底層の溶存酸素量4.3mg/l」よりも低い3.0mg/lとなっていた。

##### (5) COD(化学的酸素要求量)

全湾では0.00~0.50mg/lの範囲で、0m層で、西湾側北部St. 2と大湊沖St. 10で0.40mg/lを超えて最大となり、底層で、西側北部St. 2と東湾南部のSt. 19で0.40mg/lを超えて最大となった。平均値は0m層、20m層、底層でそれぞれ0.27、0.22、0.20mg/lとなり、全調査地点の全層で水産用水基準の1.0mg/l未満であった。

##### (6) NO<sub>3</sub>-N(硝酸態窒素)

全湾では0.00~4.49μg-atN/lの範囲で、東湾St. 13の底層で最大となった。0m層では、0.02~0.25μg-atN/lの範囲、20m層で0.0~0.35μg-atN/lの範囲、底層で0.98~4.41μg-atN/lの範囲であった。底層では、東湾St. 13、湾央St. 15で4μg-atN/l以上となり、西湾側ではSt. 1、4、5で2μg-atN/l以上、東湾側では、St. 10、11、13、14、16、18、19で2μg-atN/l以上となり東湾で高かった。平均値は、0m層、20m層で0.10μg-atN/lであったが、底層で2.28μg-atN/lと上層に比べて高かった。

##### (7) NO<sub>2</sub>-N(亜硝酸態窒素)

全湾では0.02~1.75μg-atN/lの範囲で、西湾のSt. 18の底層で最大となった。0m層では0.02~0.16μg-atN/l、20m層では0.02~0.55μg-atN/l、底層では0.24~1.75μg-atN/lの範囲であった。平均値は0m層、20m層でそれぞれ0.05、0.10μg-atN/l、底層では0.73μg-atN/lとなり、湾奥部のSt. 15、東湾のSt. 17~20で1.0μg-atN/lを超えた。

##### (8) NH<sub>4</sub>-N(アンモニア態窒素)

全湾では0.05~0.22μg-atN/lの範囲で、東湾東部のSt. 17の底層で最大となった。0m層では0.05~0.14μg-atN/l、20m層では0.07~0.13μg-atN/l、底層では0.07~0.22μg-atN/lで平均値はそれぞれ0.10、0.09、0.11μg-atN/lであった。底層が貧酸素状態になれば、硝酸態窒素からアンモニア態窒素への硝酸還元が起きることが知られており、今年度の調査結果では、貧酸素状態が観測されたにも拘わらず、アンモニア態窒素の濃度が低いことから、アンモニア態窒素から硝酸態窒素への酸化反応が良好に行われている<sup>2)</sup>と考えられた。

##### (9) DIN(溶存態無機窒素、NO<sub>3</sub>-N+NO<sub>2</sub>-N+NH<sub>4</sub>-N)

全湾では0.10~5.41μg-atN/lの範囲で、St. 15の底層で最大となった。0m層では0.13~0.46μg-atN/l、20m層では0.09~1.00μg-atN/l、底層では1.91~5.41μg-atN/lで平均値はそれぞれ

0.25、0.30、3.13  $\mu\text{g-atN}/\ell$  と底層で高かった。

(10)  $\text{PO}_4\text{-P}$ (リン酸態リン)

全湾では0.03~1.10  $\mu\text{g-atP}/\ell$  の範囲で、St. 6の20m層で最大となった。0m層では0.03~0.11  $\mu\text{g-atP}/\ell$ 、20m層では0.03~0.61  $\mu\text{g-atP}/\ell$ 、底層では0.16~0.60  $\mu\text{g-atP}/\ell$  で、平均値はそれぞれ0.06、0.19、0.32  $\mu\text{g-atP}/\ell$  と底層で高かった。

(11)  $\text{SiO}_2$ (ケイ酸)

全湾では0.18~35.93  $\mu\text{g-atSiO}_2/\ell$  の範囲で、St. 17の底層で最大となった。0m層では0.18~3.40  $\mu\text{g-atSiO}_2/\ell$ 、20m層では0.55~6.66  $\mu\text{g-atSiO}_2/\ell$ 、底層では3.31~35.94  $\mu\text{g-atSiO}_2/\ell$  で、平均値はそれぞれ1.23、1.91、12.85  $\mu\text{g-atSiO}_2/\ell$  と水深が増すにつれて高くなった。底層では、湾奥部のSt. 15、東湾のSt. 13、17、18で20  $\mu\text{g-atSiO}_2/\ell$  を超えた。

(12) 調査項目間の相関

全調査地点における調査項目間の相関係数を表 I-1に示した。

表 I-1 水質調査項目間の相関係数

	塩分	COD	$\text{NO}_3\text{-N}$	$\text{NO}_2\text{-N}$	$\text{NH}_4\text{-N}$	DIN	$\text{PO}_4\text{-P}$	$\text{SiO}_2$	DO
塩分	1								
COD	-0.28	1							
$\text{NO}_3\text{-N}$	0.69	-0.24	1						
$\text{NO}_2\text{-N}$	0.54	-0.12	0.63	1					
$\text{NH}_4\text{-N}$	0.32	-0.11	0.11	0.16	1				
DIN	0.71	-0.22	0.97	0.80	0.16	1			
$\text{PO}_4\text{-P}$	0.37	-0.09	0.44	0.43	0.29	0.48	1		
$\text{SiO}_2$	0.46	-0.16	0.77	0.84	0.26	0.86	0.50	1	
DO	-0.20	-0.10	-0.54	-0.66	-0.25	-0.64	-0.39	-0.88	1

表 I-1の結果から、塩分と硝酸態窒素、塩分とDINの間にそれぞれ比較的強い正の相関がみられた。また、DOと栄養塩の間には負の相関がみられ、特にケイ酸との間では相関係数が-0.8以上と強い負の相関を示した。また、硝酸態窒素とDIN・ケイ酸、亜硝酸態窒素とDIN・ケイ酸、DINとケイ酸の間にも比較的強い正の相関が認められた。COD、アンモニア態窒素とリン酸態リンはどの項目とも相関が見られなかった。

5 考察

(1) 湾全体の経年変化

DO、COD、栄養塩の観測層別の湾全体の経年変化<sup>3)~9)</sup>を図 I-2~9に示した。

DOは20m層、底層ともに、平均値は前回よりやや低下し、昭和58年以降はほぼ同水準で推移しているものの、底層ではSt. 17で過去最低の3.0mg/lとなっていた。

CODは前回の平成15年より全層で上昇したものの、平成11年と比較すると、0m層、20m層では同程度、底層ではやや低下している。

DINは、前回の平成15年と比較すると、0m層では低下、20m層では概ね横ばい、底層ではやや上昇した。0m層のDINの低下は、亜硝酸態窒素、硝酸態窒素、アンモニア態窒素のいずれもが低かったため、底層のDINの上昇は、St. 11、St. 13~19の東湾のほぼ全域で硝酸態窒素が上昇したためである。各層のDINは調査開始時からの範囲内となっていた。

リン酸態リンは、0m層、底層で横ばいであったが、20m層で上昇した。特にSt. 1~St. 7、St. 15、St. 16、St. 18では例年より高くなっており、これらの地点において共通の上昇原因と予想されるDOの低下などは見あたらず、原因は不明であった。

ケイ酸は0m層でやや低下、20m層と底層で上昇したものの、平成7年の調査開始時からの範囲内に留

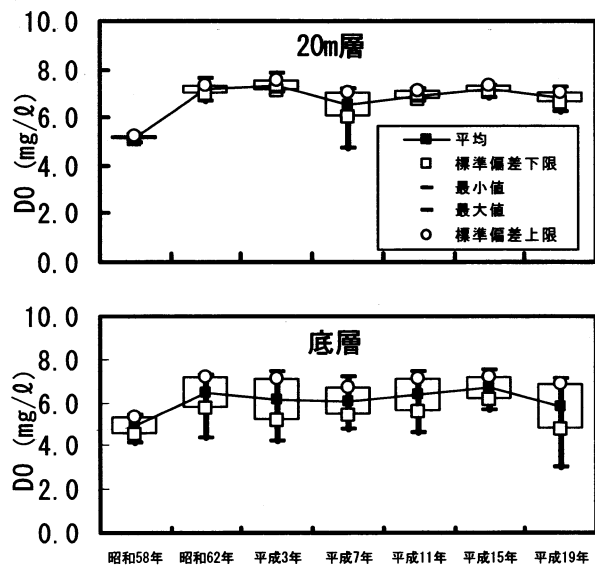


図 I-2 DO の経年変化

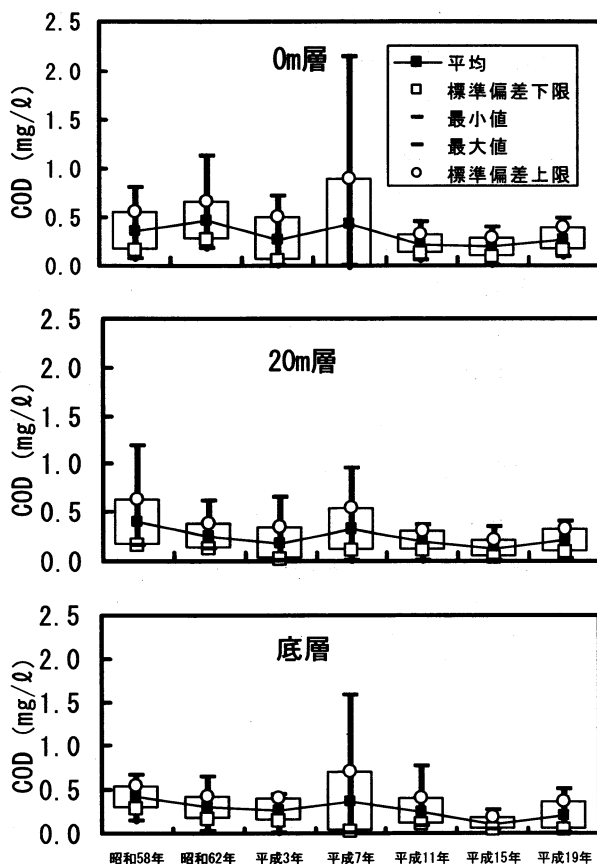


図 I-3 COD の経年変化

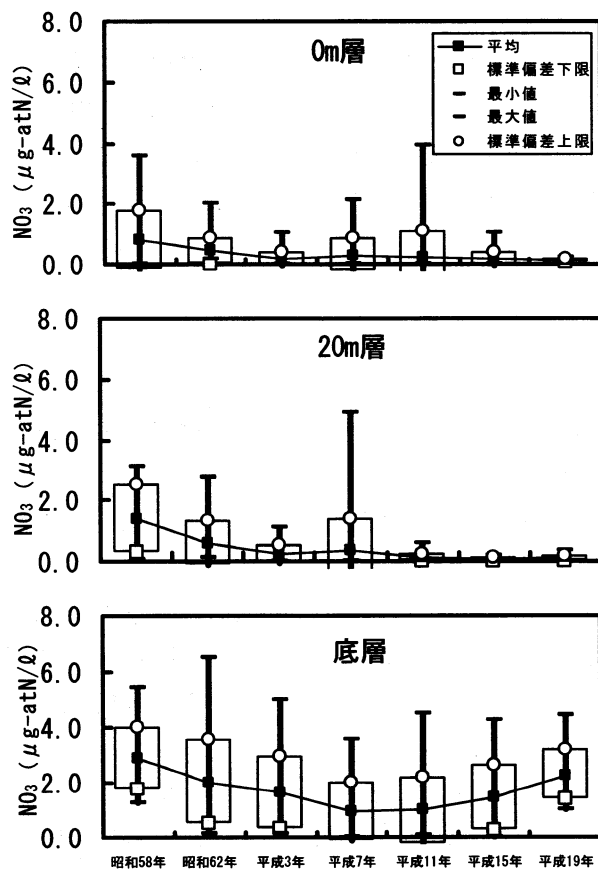


図 I-4  $\text{NO}_3\text{-N}$  の経年変化

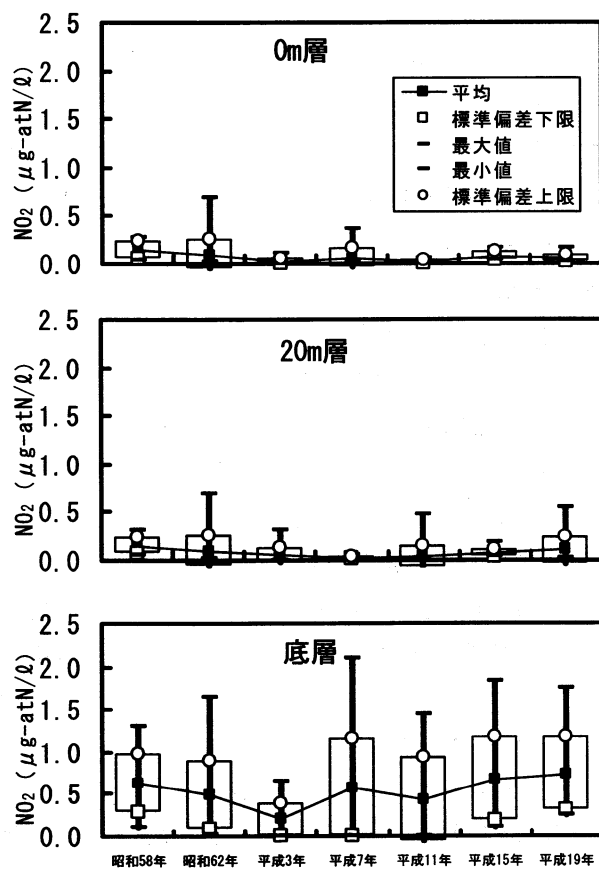


図 I-5  $\text{NO}_2\text{-N}$  の経年変化

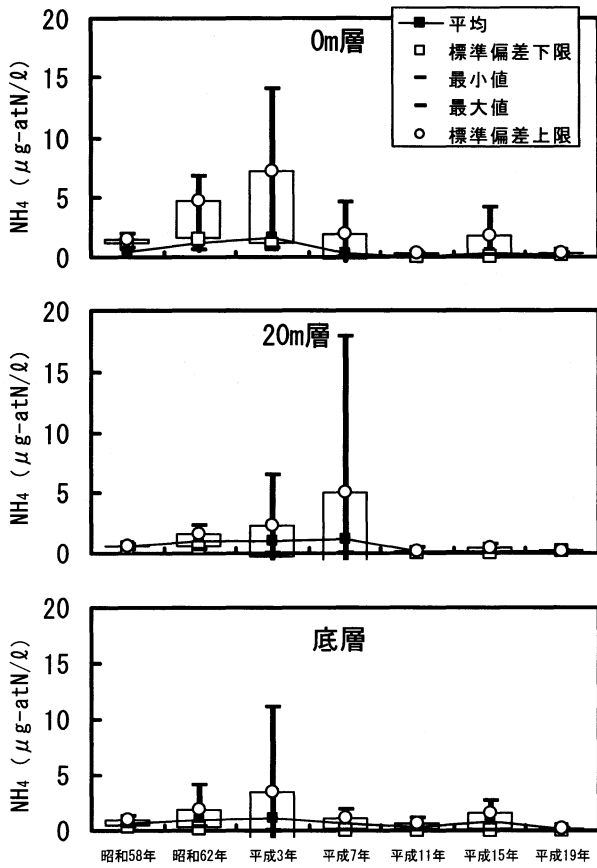


図 I-6 NH<sub>4</sub>N の経年変化

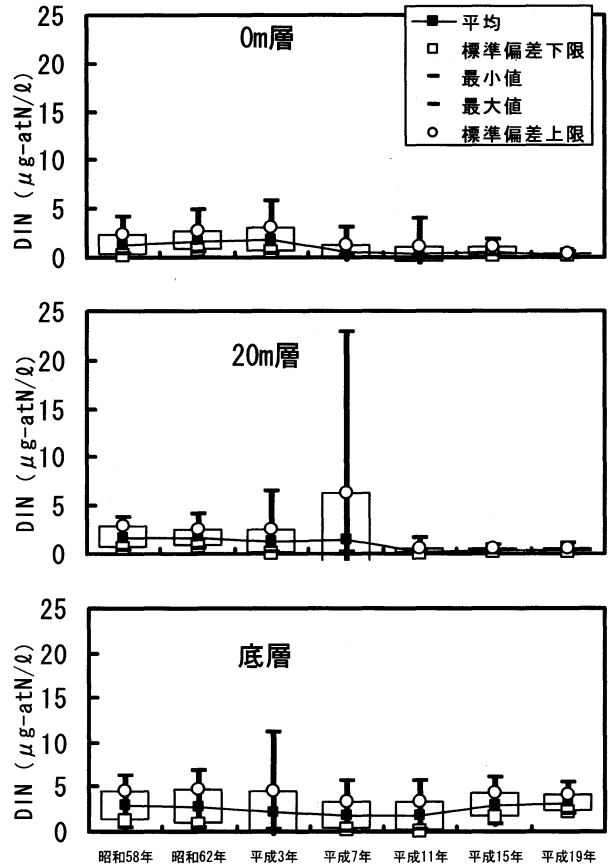


図 I-7 DIN の経年変化

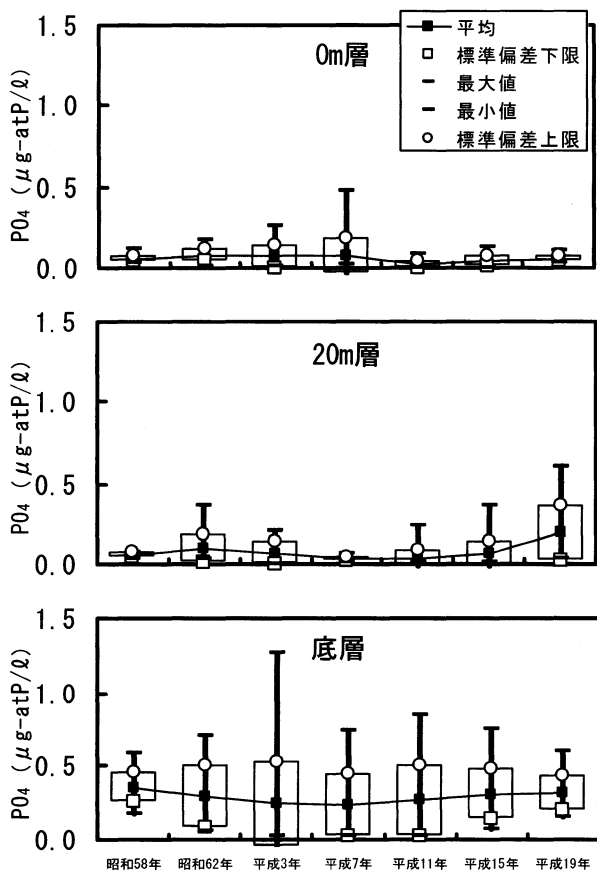


図 I-8 PO<sub>4</sub>-P の経年変化

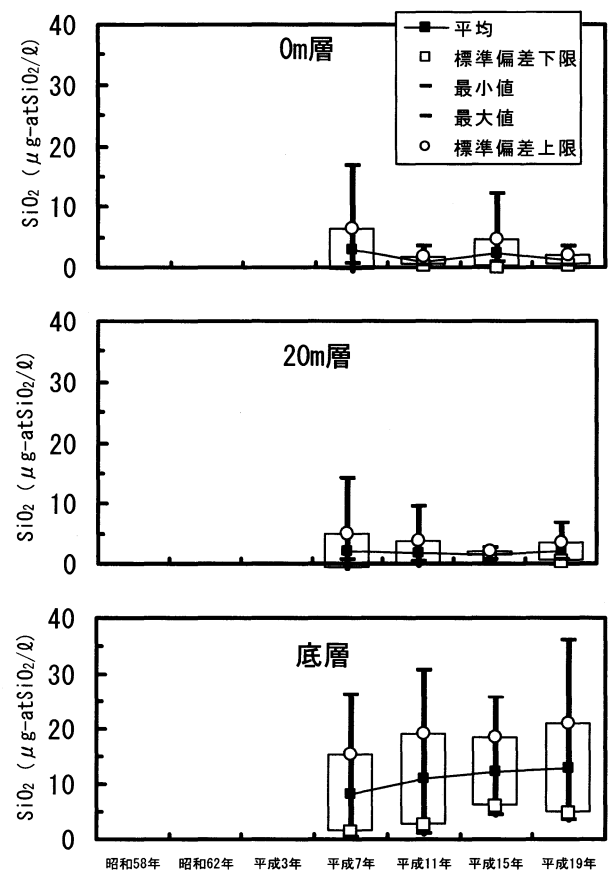


図 I-9 SiO<sub>2</sub> の経年変化

まっていた。

## (2) 調査地点別の経年変化

底層におけるDO、COD、栄養塩の調査地点別経年変化を図 I-10に示した。

漁場環境の指標として、底層のDO、COD、栄養塩の経年変化を見ると、DOは低下傾向、CODと栄養塩は、横ばいから低下傾向となっていた。

貧酸素状態では、海底からの溶出により底層で窒素、リン、ケイ酸などの栄養塩濃度が高くなるとされており<sup>10)</sup>、St. 17の底層でDOが4.3mg/l 未満と低く、同時にリン酸態リンとケイ酸の濃度が高くなっていることから、DOの低下に伴い栄養塩が海底から溶出した可能性が示唆された。

また、ケイ酸はSt. 18の底層において、DOが低下し、前回まで測定していた極底層レベルまで上昇していた。

リン酸態リンとDOの関係についてははっきりとしなかった。

平成15年以前の極底層を含めた調査においても栄養塩の溶出は小さいと判断され、水質は比較的安定して推移しており、悪化は認められなかった。

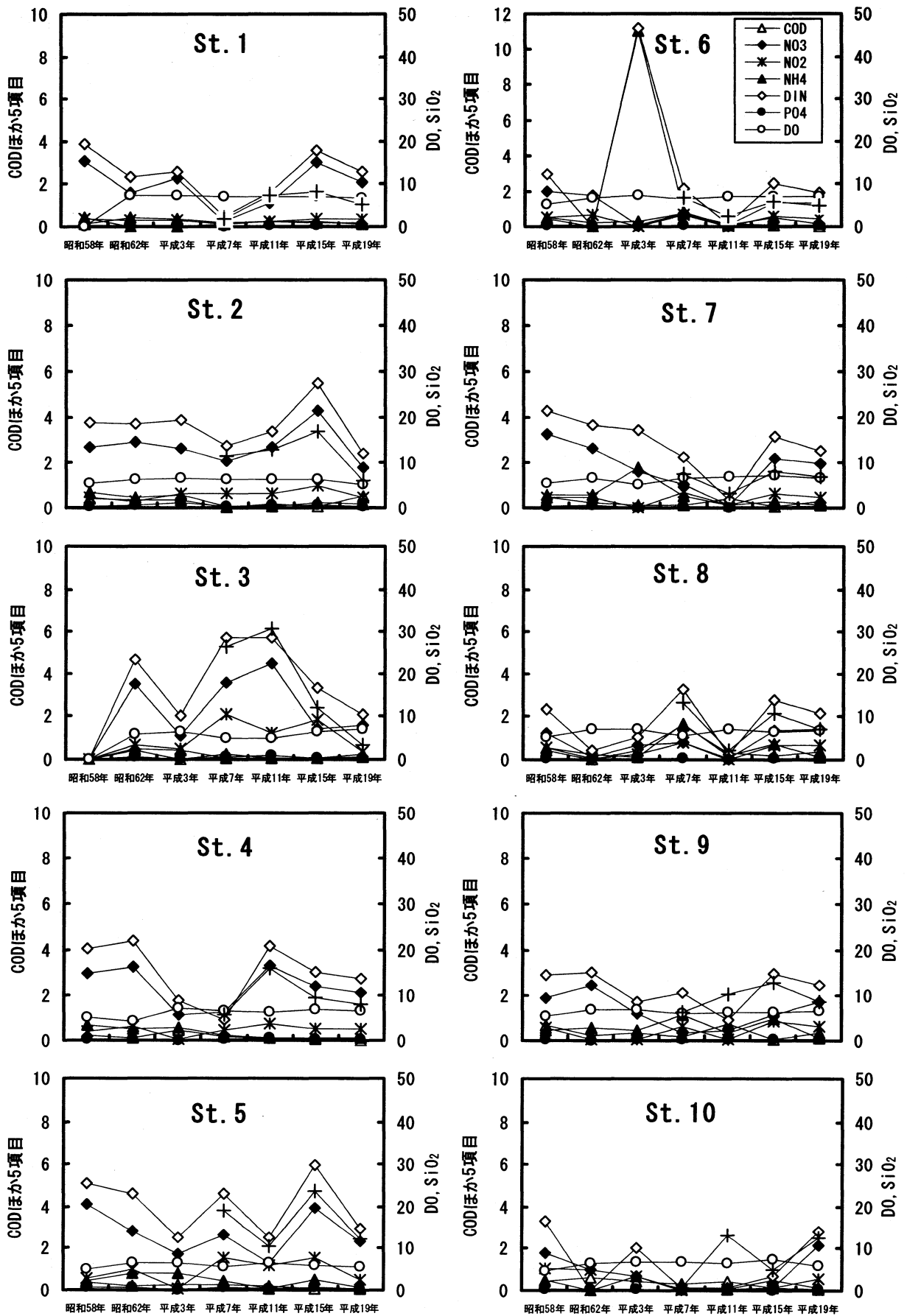


図 I-10-① 調査地点別底層の水質経年変化 (COD, DO, NO<sub>3</sub>, NH<sub>4</sub>, DIN, PO<sub>4</sub>, SiO<sub>2</sub>)

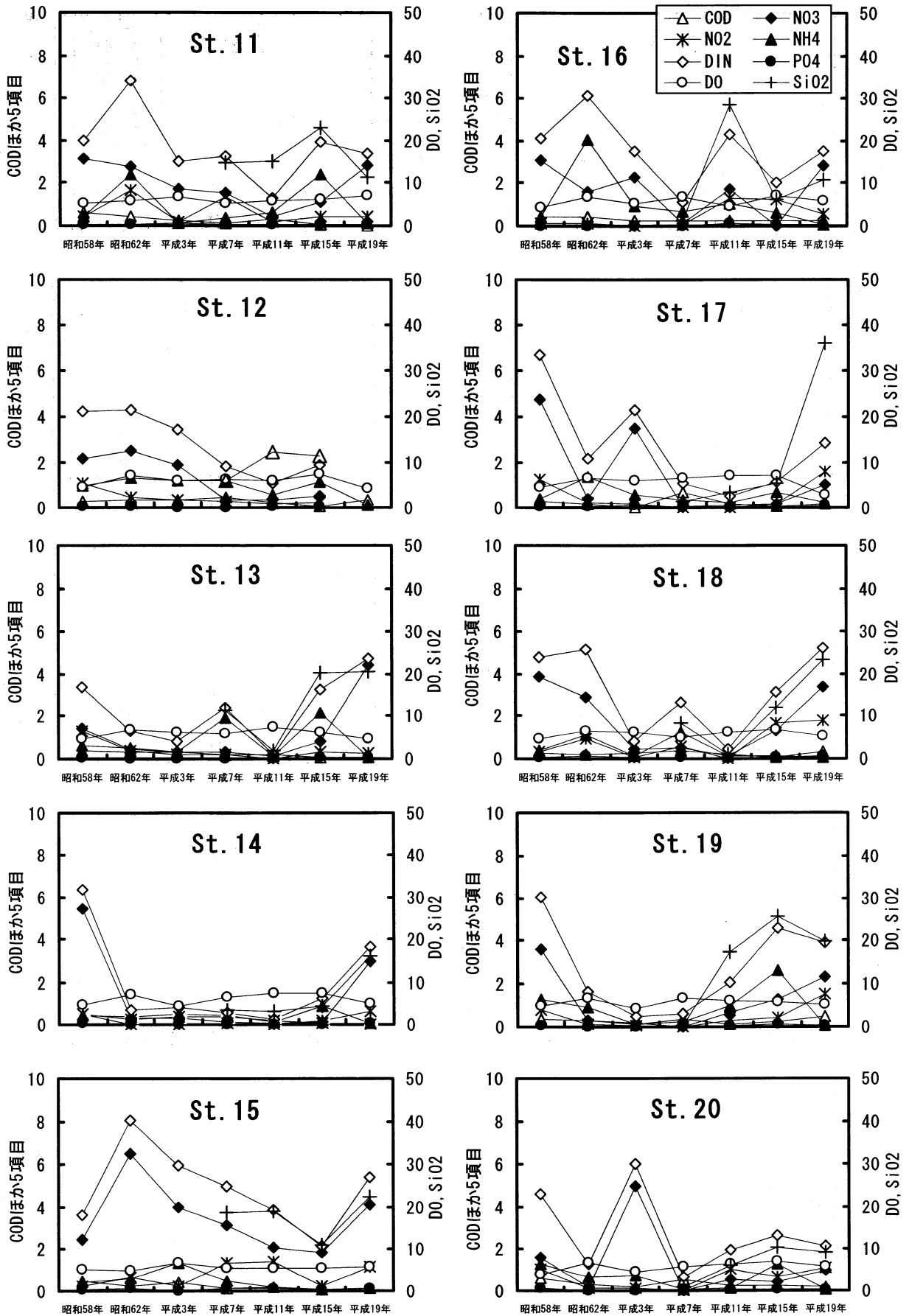


図 I-10-② 調査地点別底層の水質経年変化 (COD, DO, NO<sub>3</sub>, NH<sub>4</sub>, DIN, PO<sub>4</sub>, SiO<sub>2</sub>)



## II 底質調査

### 1 調査期間

平成19年8月27日～30日

### 2 調査地点

図II-1に示した42地点(過去の調査地点と同じ)。重金属については11地点。

### 3 調査項目及び方法

スミス・マッキンタイヤー採泥器(0.1m<sup>2</sup>)を用い、0～2cmの厚みの泥を採取し、氷冷して実験室に持ち帰り測定した。重金属用のサンプルは、スミス・マッキンタイヤー採泥器に残った泥から、スコップで合計2kg以上になるように5カ所採取した。なお、重金属調査は昭和54年の初回調査以来2回目となる。

- ・IL(強熱減量) : 試料6～10gを110℃で24時間乾燥後、マッフル炉で650℃2時間強熱
- ・TS(全硫化物) : 検知管法
- ・COD(化学的酸素要求量) : アルカリ性過マンガン酸カリウム-ヨウ素滴定法
- ・MC(含泥率) : 湿式篩分法
- ・フェオフィチン : 乾燥試料0.5gをアセトン10m<sup>l</sup>で20時間抽出、遠心分離(2000rpm、15min)後、蛍光光度法
- ・重金属(カドミウム、鉛、総水銀) : 底質調査法(環水管第127号)。エヌエス環境へ委託。

### 4 調査結果

全調査結果を付表2に、IL、TS、COD、MC、フェオフィチン等の分布図を図II-2に示した。

#### (1) IL(強熱減量)

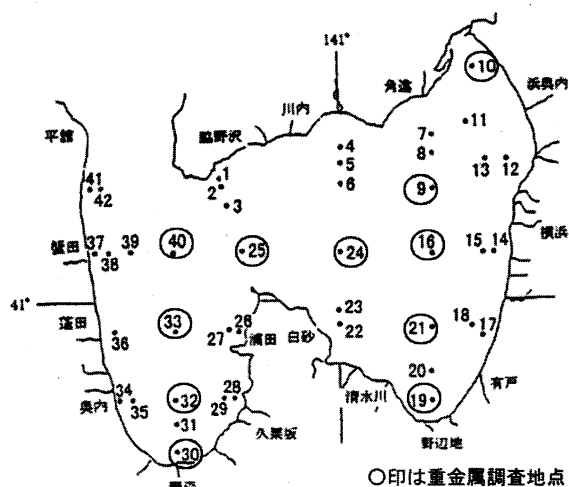
St. 6、9、16、21、24、25、33、40(湾中央部の広い範囲)とSt. 11(むつ市浜奥内)、St. 10(大湊湾)、St. 27(夏泊半島浦田)で10%以上の高い値を示し、沿岸部では、青森市(奥内、久栗坂を含む)とSt. 22(平内町白砂)を除き、5%未満の低い値であった。最大値はSt. 16(東湾中央部)の12.38%、最小値はSt. 17(横浜町有戸)1.82%で、平均値は6.94%で前回の平成15年調査結果より高かった。

#### (2) TS(全硫化物)

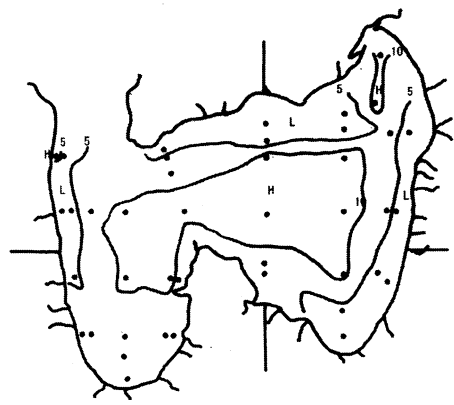
St. 33(西湾中央部)とSt. 10(大湊湾)で最大値の0.34mg/gを、St. 27(夏泊半島浦田)とSt. 28(青森市久栗坂)で0.23mg/gを示し、計4地点で水産用水基準の0.2mg/gを超えていた(平成15年は11地点、平成19年は7地点、平成7年は12地点で基準を超えていた)。沿岸部では、0.1mg/g未満となっており、最小値は0.00mg/g、平均値は0.08mg/gで、前回の調査結果より低かった。

#### (3) COD(化学的酸素要求量)

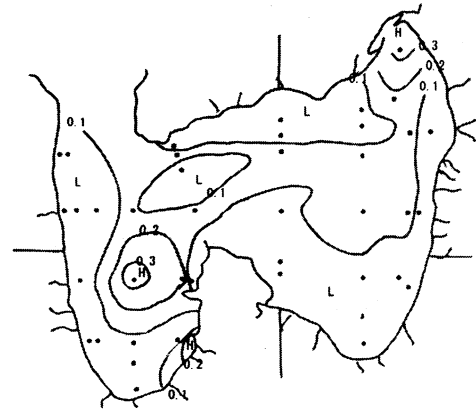
東湾中央部と西湾中央部にそれぞれ高い値が見られ、いずれも30mg/gを越えていた。沿岸部では青森市(奥内を含む)を除き、10mg/g未満の低い値を示した。最大値はSt. 9(東湾中央部)の



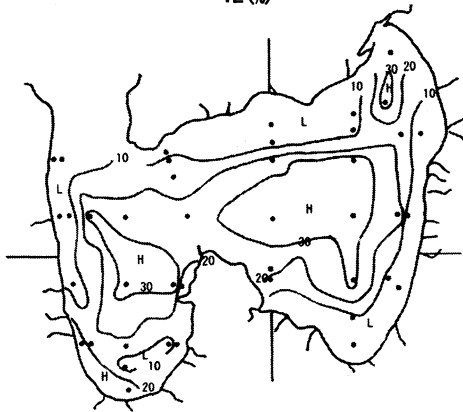
図II-1 底質調査地点



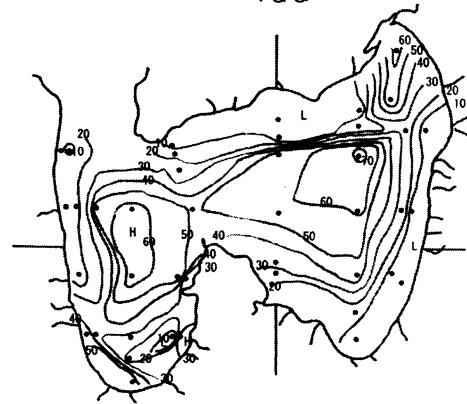
IL (%)



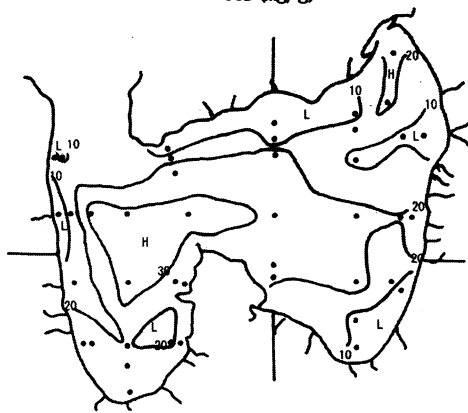
TS (mg/g)



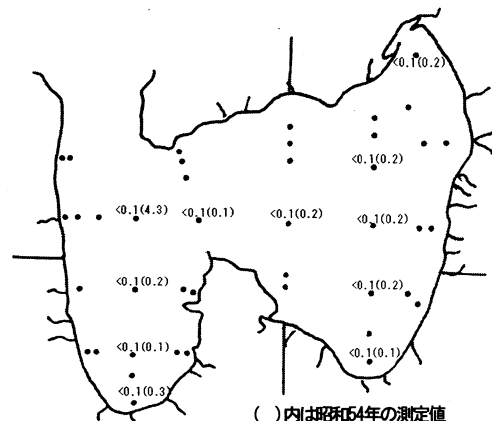
COD (mg/g)



MC (%)

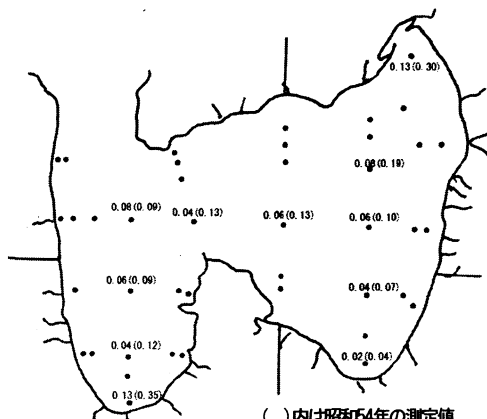


フェオフィチン (μg/g)



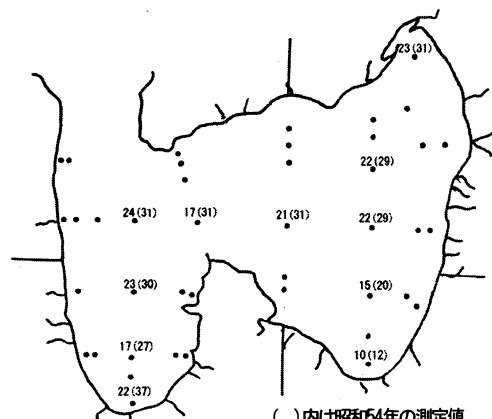
( )内は昭和54年の測定値

カドミウム (mg/kg)



( )内は昭和54年の測定値

総水銀 (mg/kg)



( )内は昭和54年の測定値

鉛 (mg/kg)

図II-2 底質分布図

38.4mg/g、最小値はSt. 17(横浜町有戸)の1.4mg/g、平均値は16.5mg/gで前回調査時より高く、西湾中央部から東湾中央部にかけての16地点で水産用水基準値の20mg/gを超えていた(平成15年13地点、平成11年15地点、平成7年10地点)。

(4)MC(含泥率)

西湾中央部と東湾中央部から大湊湾にかけてそれぞれ高い値が見られ、沿岸に向かって低い値となっていた。ただし、St. 30(青森市)では54.1%、St. 34(青森市奥内)では49.2%であった。最大値はSt. 9(東湾中央部)の71.3%、最小値はSt. 17(横浜町有戸)の2.8%、平均値は29.3%であった。

(5)フェオフィチン

西湾中央部と東湾中央部に高い値が見られ、西湾中央部がより高い値となっていた。最大値はSt. 33(西湾中央部)の36.3 $\mu$ g/g、最小値はSt. 17(横浜町有戸)の3.0 $\mu$ g/g、平均値は18.5 $\mu$ g/gであった。

(6)カドミウム

カドミウムは、全調査地点の11地点で0.1mg/kg未満であった。St. 40(西湾中央部)では、昭和54年に4.3mg/kgという他の地域と比較して非常に高い値が観測されたが、今回は他の調査地点との差異は見られなかった。

(7)総水銀

St. 30(青森市)とSt. 10(大湊湾)の0.13mg/kgが最大値となり、他の調査地点では0.02~0.08mg/kgとなった。全調査地点で、昭和54年の調査よりも低い値であった。

(8)鉛

St. 33(西湾中央部)とSt. 10(大湊湾)の23mg/kgが最大値となり、他の調査地点では10~22mg/kgとなった。全調査地点で、昭和54年の調査よりも低い値であった。

5 考察

(1)底質調査項目間の相関

底質調査項目間の相関係数を表II-1に、散布図を図II-3に示した。

表II-1 底質調査項目間の相関係数

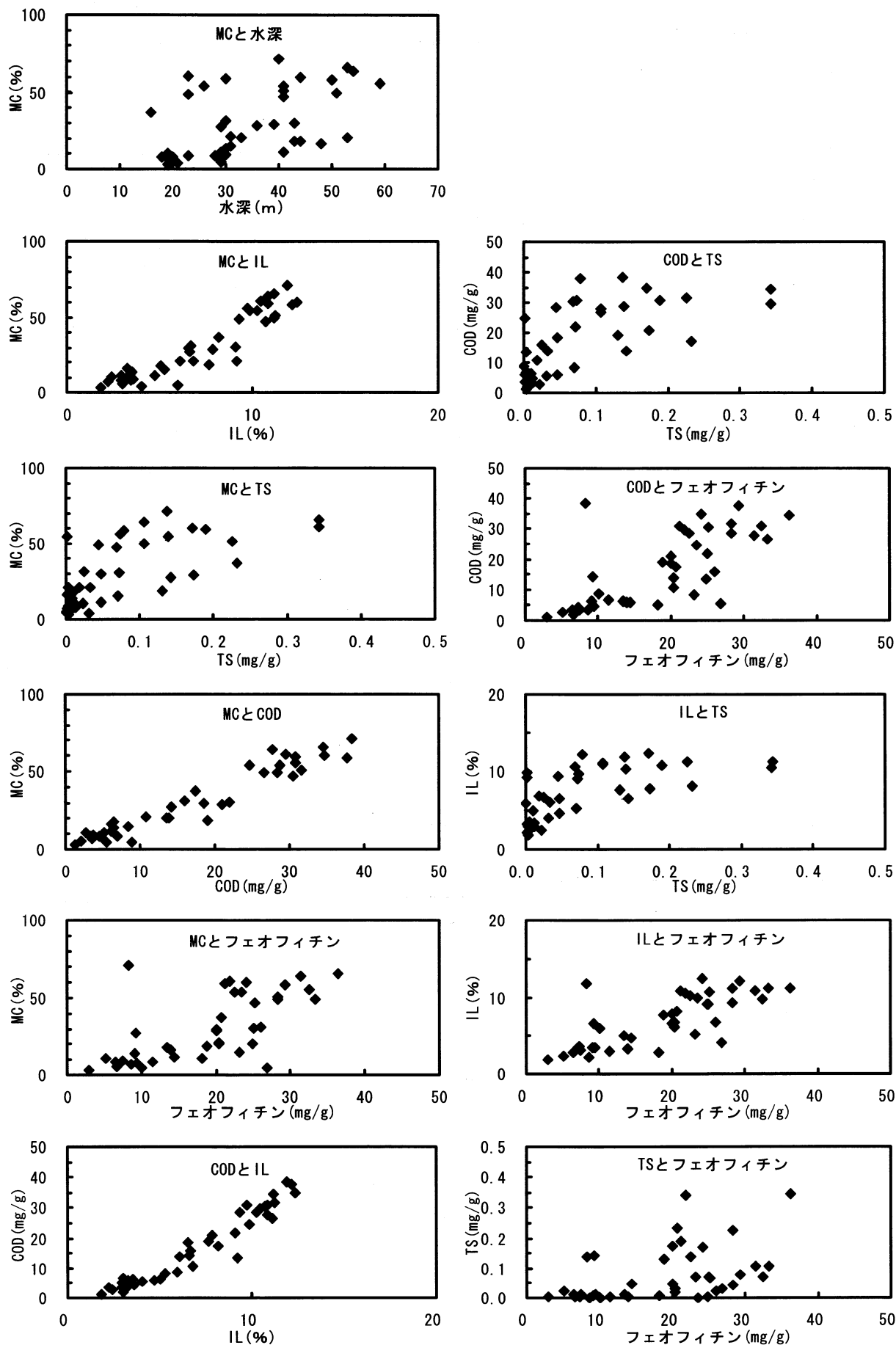
	水深	IL	TS	COD	MC	フェオフィチン
水深	1					
IL	0.60	1				
TS	0.23	0.65	1			
COD	0.56	0.97	0.67	1		
MC	0.51	0.93	0.68	0.96	1	
フェオフィチン	0.61	0.75	0.46	0.71	0.67	1

MCと水深の相関係数は、これまでの調査結果と同様0.5程度であった。

西湾から東湾にかけての湾中央部の広い範囲では水深50m前後でMCが60%以上の軟泥質、沿岸部では水深30m前後で20%以下の細砂質である。

ただし、St. 10(大湊湾)、St. 11(むつ市浜奥内)、St. 30(青森市)、St. 34(青森市奥内)では、水深はそれぞれ23、30、26、23mと浅いが、湾中央部と類似した軟泥質でMCは49~61%と高く、逆に、St. 38(外ヶ浜町蟹田)、St. 42(外ヶ浜町平館)では、水深は48m、44mと深いMCは16%、17%で低かった。

水深とMCの相関係数は湾全体としては0.51であったが、St. 10(大湊湾)、St. 11(むつ市浜奥内)、



図Ⅱ-3 底質調査項目(MC、IL、TS、COD、フェオフィチン)の散布図

St. 30(青森市)、St. 34(青森市奥内)、St. 38(外ヶ浜町蟹田)、St. 42(外ヶ浜町平館)を除くと0.73となり、より高い相関を示した。

ILとMC、CODとMC、ILとCODの相関係数は0.9を超え、非常に高い相関を示したが、その他の項目とは0.47～0.75であった。

#### (2) 重金属と底質項目間の関係

重金属調査は、調査地点が11地点と少ないものの、昭和54年の初回調査以来2回目となることから底質項目との関係を表Ⅱ-2に示した。

表Ⅱ-2 重金属調査地点の項目間の相関係数

	水深	IL	TS	COD	MC	フェオフィチン	カドミウム	鉛	総水銀
水深	1								
IL	0.61	1							
TS	0.17	0.42	1						
COD	0.58	0.96	0.47	1					
MC	0.51	0.93	0.55	0.92	1				
フェオフィチン	0.70	0.51	0.33	0.38	0.41	1			
カドミウム	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1		
鉛	0.38	0.75	0.54	0.74	0.90	0.40	0.00	1	
総水銀	-0.30	0.38	0.33	0.34	0.57	0.40	0.00	0.72	1

カドミウムは全調査地点で0.1mg/kg未満であったことから、どの調査項目とも相関は見られなかった。鉛は、IL、COD、総水銀との相関係数が0.7を越え、MCとは0.90と高い相関が見られた。

#### (3) 湾全体の経年変化

各調査項目の全湾平均値、最大値、最小値、標準偏差下限、標準偏差上限の経年変化を図Ⅱ-4～8に示した。

ILは平成3年の突出した値を除き、平成19年には前回の平成15年と比べて若干高かったものの、調査開始時から概ね横ばいで推移している。

TSは平成7年に見られた突出した値を除き、平成11年以降は低い値で推移している。

COD、フェオフィチン、MCについては、調査開始時から概ね横ばいで推移しており、湾全体では比較的安定した底質を保ってきたものと考えられた。

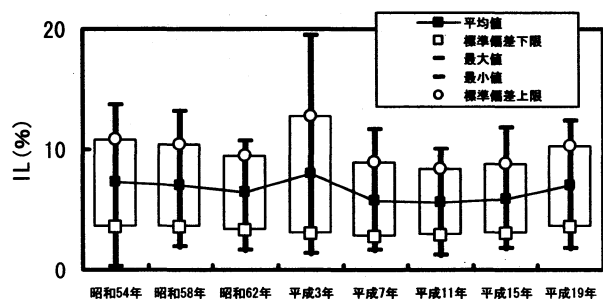
#### (4) 調査地点別の経年変化

調査地点別のIL、TS、COD、MC、フェオフィチンの経年変化を図Ⅱ-9に示した。

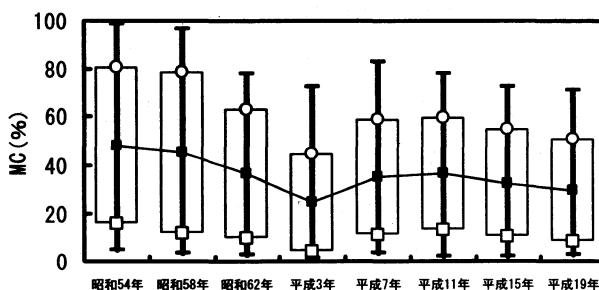
調査開始時から概ね横ばいで推移している調査地点が多かったが、測定項目で高い値(概ね、CODが20mg/g、TSが0.2mg/gを超える)を示していたのはSt. 2、6、9、10、11、15、16、21、23、24、25、27、28、30、33、34、39、40の18地点で、この中でCOD、TSの両者が水産用水基準を超えたのは、St. 10(大湊湾)、St. 27(夏泊半島浦田)、St. 33(西湾中央部)の3地点であった(平成15年8地点、平成11年6地点)。

St. 6(むつ市川内町)ではCOD、IL、フェオフィチンが過去最高値、あるいは過去最高値に近かった。しかし、MCも前回より大きく上昇していることから、調査地点のごく近傍に異なる底質があって、同一の底質をサンプリングができなかった可能性も考えられた。同様の事例は、St. 30(青森市)にも見られた。

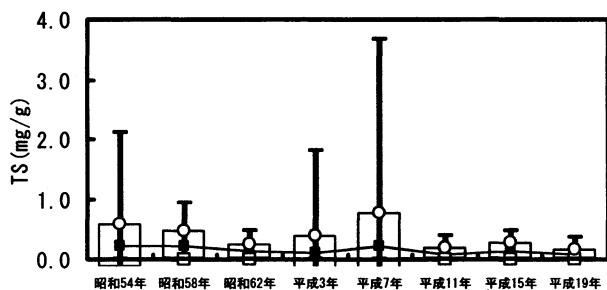
St. 26(夏泊半島浦田)では、ホタテガイ排泄物量の指標であるフェオフィチンが過去最高値となっ



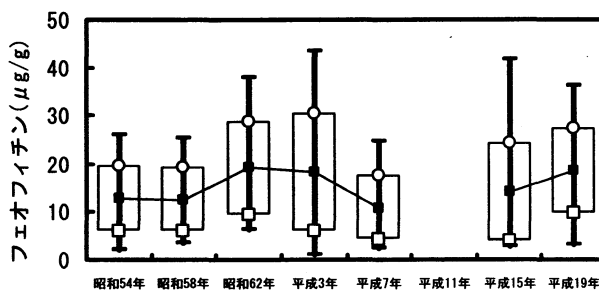
図II-4 ILの経年変化



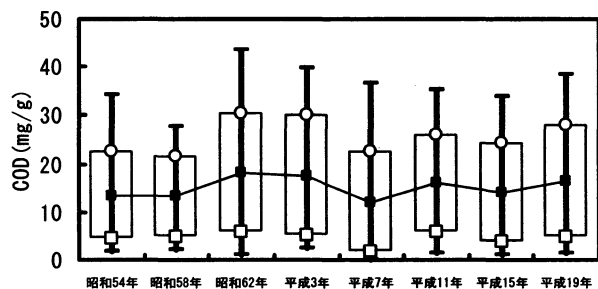
図II-7 MCの経年変化



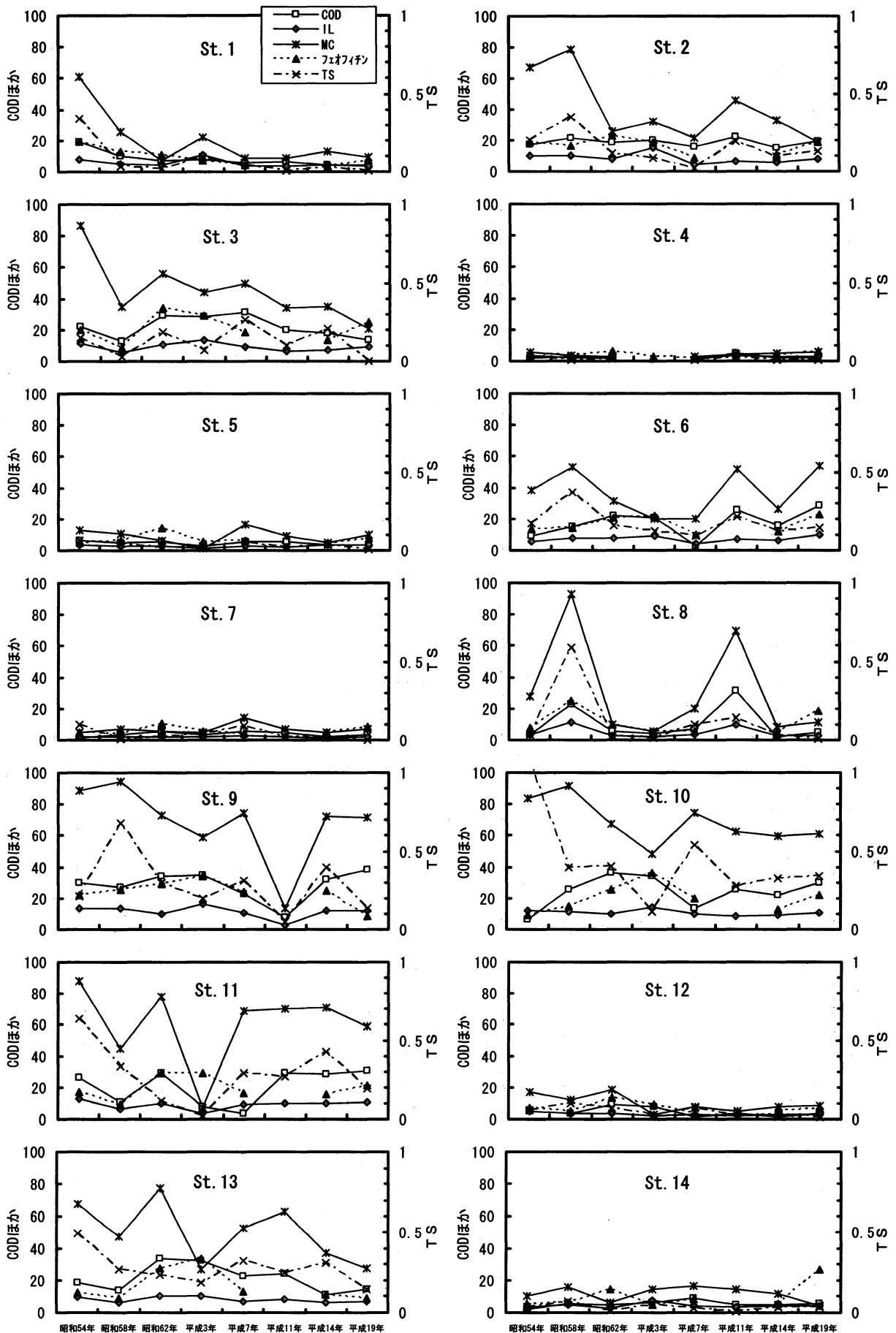
図II-5 TSの経年変化



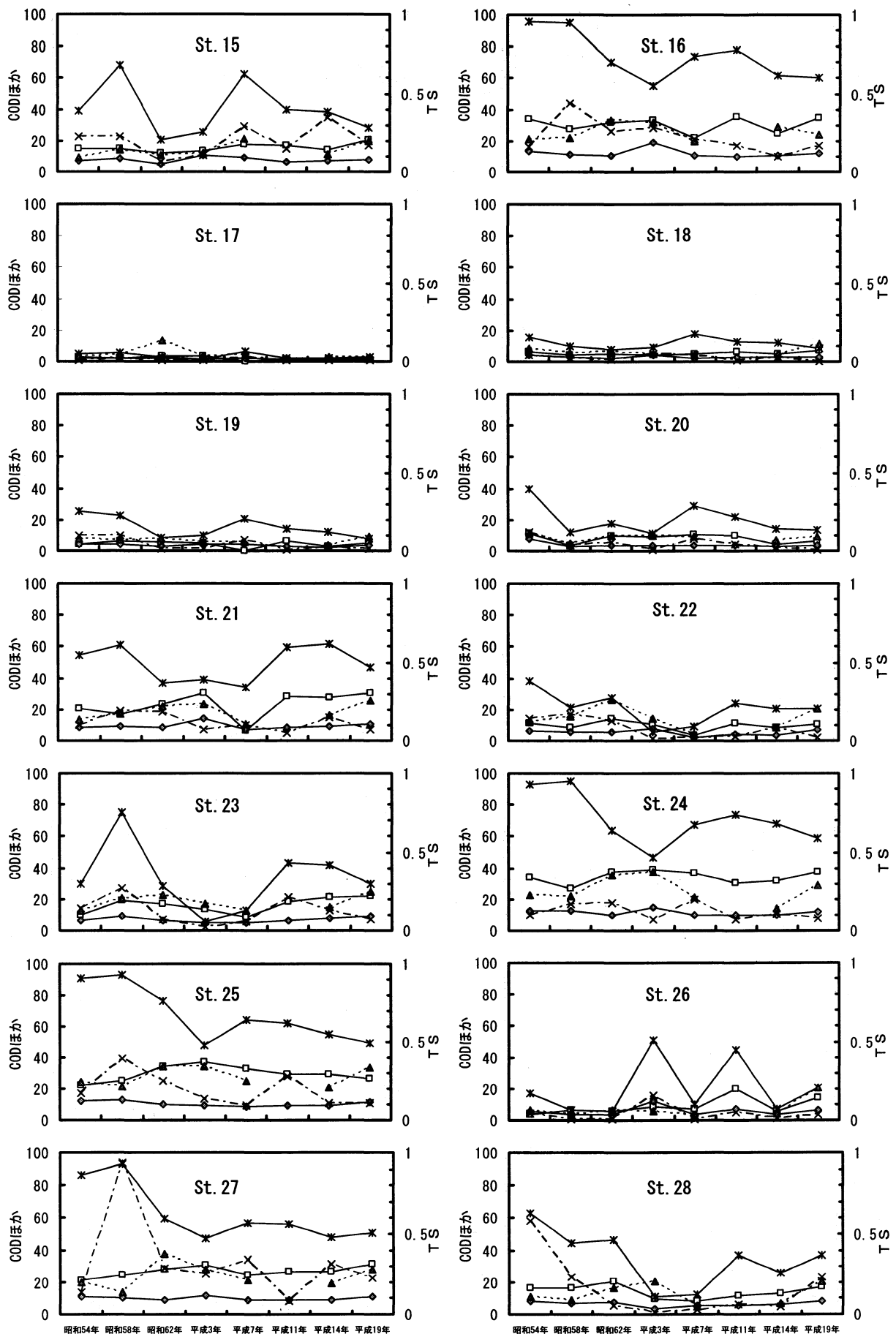
図II-8 フェオフィチンの経年変化



図II-6 CODの経年変化

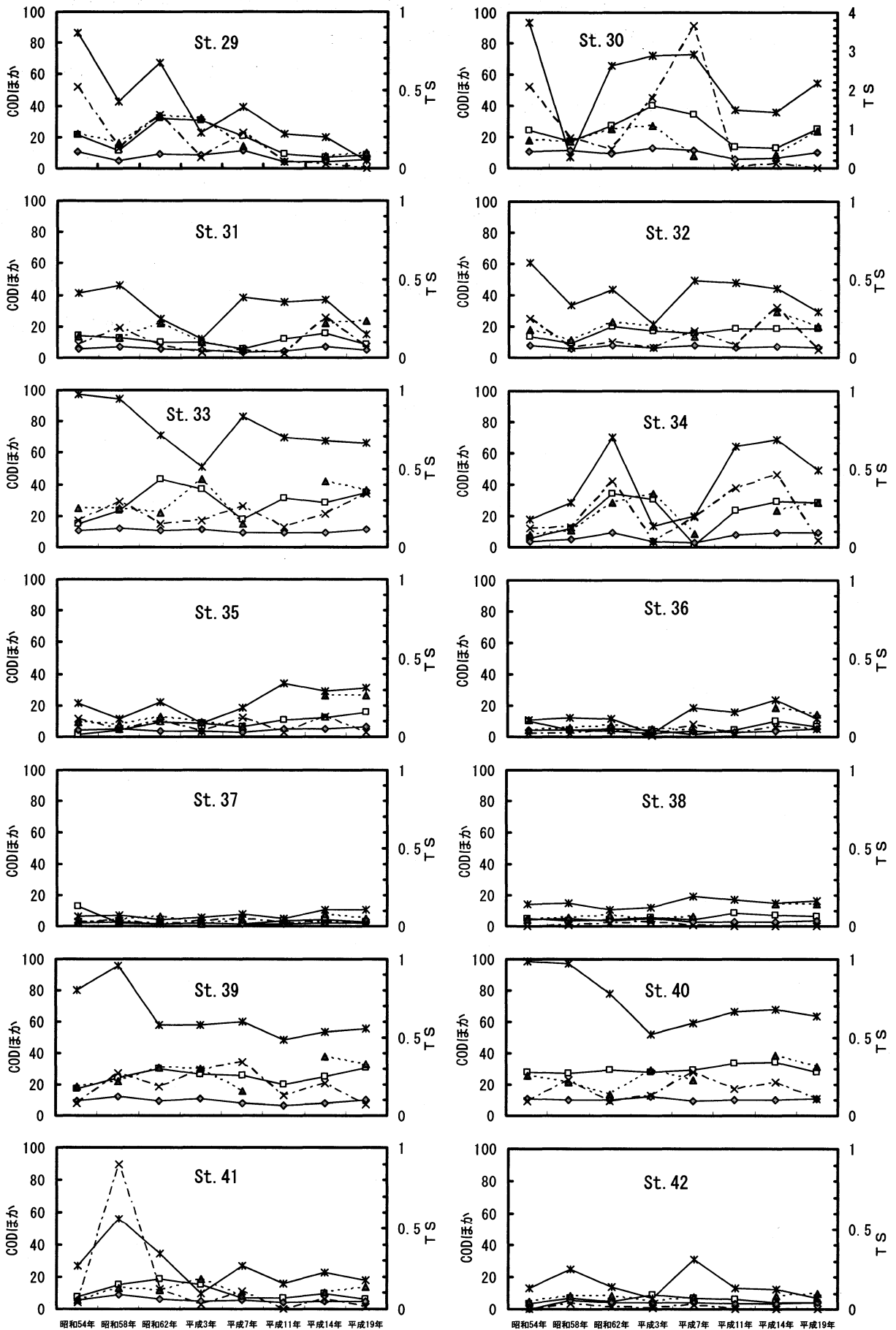


図Ⅱ-9① 調査地点別 IL、TS、COD、MC、フェオフィチンの経年変化



図II-9-② 調査地点別 IL、TS、COD、MC、フェオフィチンの経年変化





図II-9-③ 調査地点別 IL、TS、COD、MC、フェオフィチンの経年変化

たことから、ホタテガイ排泄物量の増加する要因があったと考えられたが、COD等他の値については過去の範囲内であり、底質が悪化したとは考えられなかった。

沿岸部のSt. 4、5、7(いずれもむつ市川内)、St. 12、14、17(いずれも横浜町)、St. 37(外ヶ浜町蟹田)は調査開始時から特に低い値で推移している。

St. 1(むつ市脇野沢)は昭和54年には各項目の値は比較的高かったが、その後変動しながら低下傾向となり、平成7年以降は他の沿岸部の調査地点と同様低い値で安定している。St. 36(蓬田村)とSt. 42(外ヶ浜町平館)はMCの変動が他の調査地点に比べて大きい、他の沿岸の調査地点と同様低い値で推移している。

陸奥湾の底質は調査開始時からほぼ安定して推移してきており、近年は沿岸部では清浄化の傾向も見られる。しかしながら、調査地点によっては悪化も疑われることから、今後も長期的、定期的なモニタリングが必要である。

### Ⅲ 底生生物調査

#### 1 調査期間

平成19年8月26～29日

#### 2 調査地点

図Ⅲ-1 に示した31地点(前回までは42地点)

#### 3 調査項目及び方法

スミスマッキンタイヤー採泥器(0.1m<sup>2</sup>)により、1地点で1回採泥し、これを海水に浸しながら1mm目の篩で篩い分けし、篩に残った全ての動物をマクロベントス(以下「ベントス」としてホルマリン固定して持ち帰り、種の同定、分類、個体数と湿重量の測定、多様度指数(H')<sup>1)</sup>の算出を日本エヌユーエスに委託した。

- ・多毛類 : 遊在目、定在目に区分
- ・甲殻類 : 貝形(虫)綱、軟甲綱、その他に区分し、軟甲綱は更に口脚、アミ、クーマ、端脚、等脚、十脚、その他の目に区分
- ・軟体動物 : 腹足、掘足、二枚貝、多板の4綱に区分
- ・棘皮動物 : ヒトデ、クモヒトデ、ウニ、ナマコの4綱に区分
- ・その他 : 多毛類を除く環形動物、刺胞動物等全ての動物をひとつにまとめた。

#### 4 調査結果

採集結果を付表3～6に示した。また、動物群別調査地点別の出現種数、個体数、編組比率(全個体数に占める各動物群個体数の割合)、湿重量、多様度指数(H')を表Ⅲ-1に、その一部を図Ⅲ-2に分布図として示した。

##### (1) 全個体数

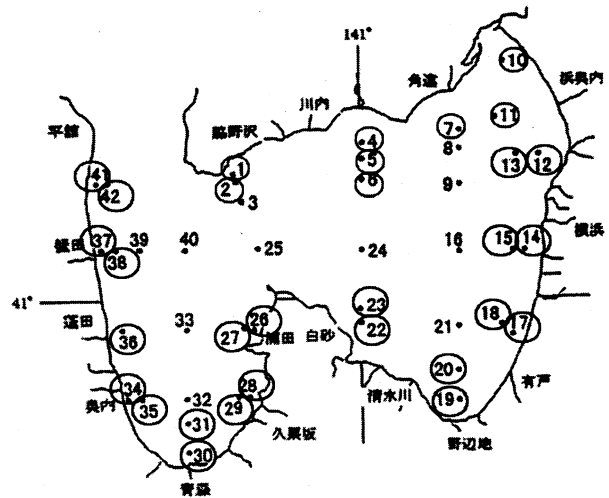
100個体/0.1m<sup>2</sup>以上出現した調査地点はSt. 1、4、7、12、14、17、18、19、35、37の10地点で前回より6地点増え、最大値はSt. 4の205個体/0.1m<sup>2</sup>、最小値はSt. 27の個体/0.1m<sup>2</sup>であった。また、St. 4(川内沖)では、前回の採集個体数は0であったが、今回は154個体であった。全体的に、沿岸部で、湾中央部よりも多い傾向が見られ、全湾の平均個体数は77.2個体/0.1m<sup>2</sup>で、前回の69.8個体/0.1m<sup>2</sup>よりも増加した。編組比率は、甲殻類は沿岸部で多く、多毛類、軟体動物、棘皮動物は、湾の沿岸部で少なく、甲殻類、軟体動物、棘皮動物については、東湾が、西湾よりも多い傾向が見られた。

##### (2) 多様度指数(H')

多様度指数(H')は、ベントスの個体数と種数から算出され、値が高いほど多様な動物群が生息し、漁場環境が良好であることを示す。今回、多様度指数が1未満であったのは、St. 6とSt. 27の2地点であり、湾全体の平均は、前回の2.8(前回と今回は調査地点が異なるため、調査結果をそのまま比較できず、今回の調査地点と同じにして再計算した)よりも高い3.5となった。

##### (3) 編組比率

動物群の編組比率は多毛類が68.2%、次いで軟体動物が16.3%、甲殻類が14.0%、棘皮動物が9.4



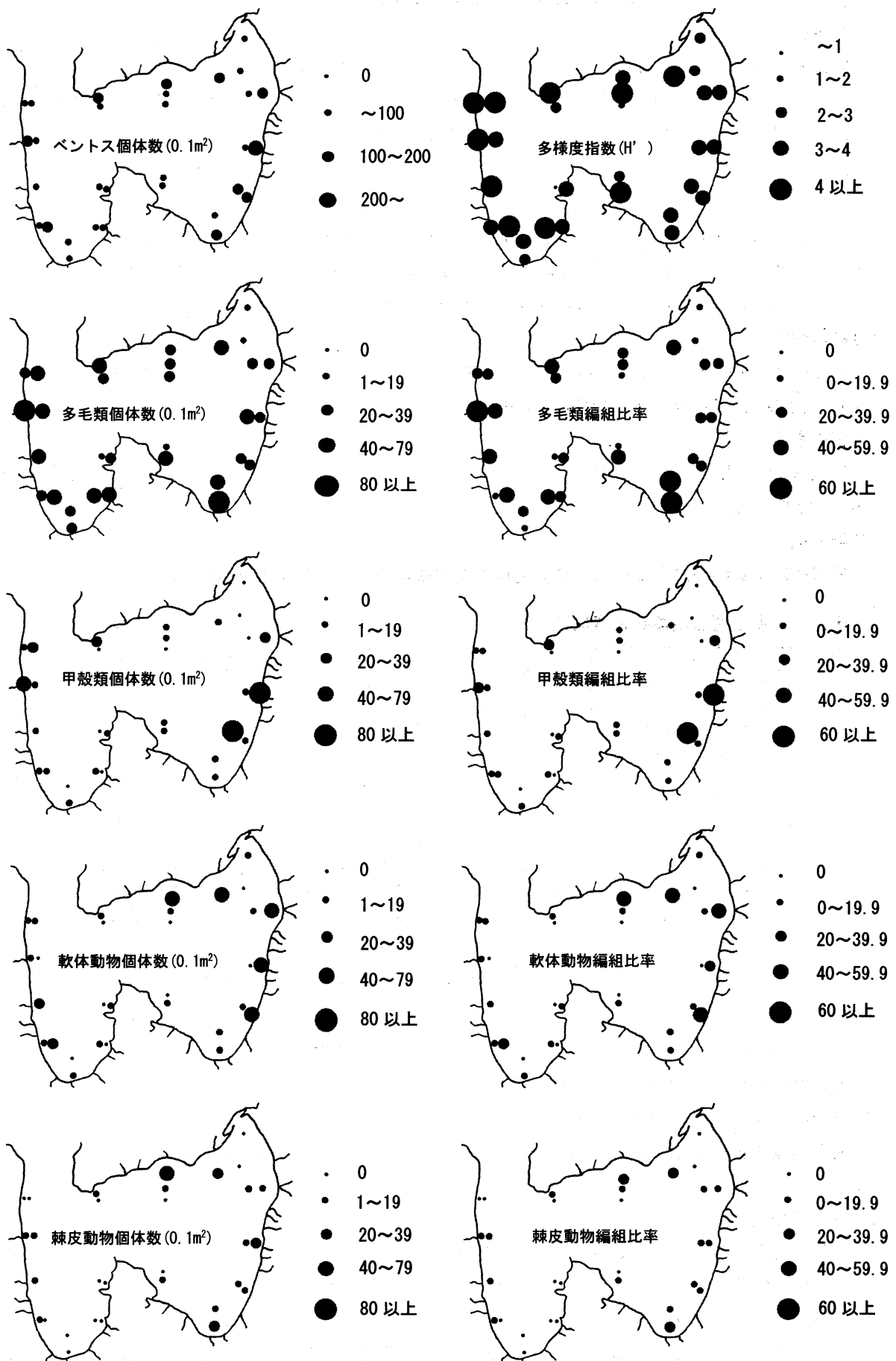
図Ⅲ-1 調査地点(○印)

表Ⅲ-1 調査地点別の出現状況等

調査地点		St. 1	St. 2	St. 4	St. 5	St. 6	St. 7	St. 10	St. 11	St. 12	St. 13	St. 14
種数	多毛類	16	11	12	14	3	17	6	4	15	13	11
	甲殻類	8	0	4	1	0	5	0	0	6	0	9
	軟体動物	5	0	7	6	0	11	1	0	6	2	3
	棘皮動物	2	0	4	2	0	7	0	0	2	1	2
	その他	3	3	3	1	1	4	1	0	5	1	2
	合計	34	14	30	24	4	44	8	4	34	17	27
個体数	多毛類	62	39	36	28	20	49	19	4	38	39	35
	甲殻類	30	0	4	1	0	6	0	0	35	0	100
	軟体動物	19	0	71	7	0	56	1	0	68	2	47
	棘皮動物	3	0	40	9	0	32	0	0	18	1	20
	その他	7	3	3	1	1	7	1	0	8	1	3
	合計	121	42	154	46	21	150	21	4	167	43	205
編組比率 (%)	多毛類	51.2	92.9	23.3	60.8	95.2	32.7	90.4	100	22.8	90.7	17.1
	甲殻類	24.8	0.0	2.6	2.2	0.0	4.0	0.0	0.0	21.0	0.0	48.7
	軟体動物	15.7	0.0	46.1	15.2	0.0	37.3	4.8	0.0	40.6	4.7	22.9
	棘皮動物	2.5	0.0	26.0	19.6	0.0	21.3	0.0	0.0	10.8	2.3	9.8
	その他	5.8	7.1	2.0	2.2	4.8	4.7	4.8	0.0	4.8	2.3	1.5
湿重量 (g)	多毛類	2.33	0.71	2.29	1.96	0.29	1.84	0.37	0.09	2.49	0.94	2.13
	甲殻類	0.05					0.01			0.05		0.20
	軟体動物	0.26		8.73	0.76		4.20	0.02		1.30	0.06	0.99
	棘皮動物	3.49		0.93	0.41		3.51			1.31	0.43	0.92
	その他	2.82	0.13	0.62			3.48	6.22		0.44	1.72	0.02
合計	8.95	0.84	12.57	3.13	0.29	13.04	6.61	0.09	5.59	3.15	4.26	
多様度指数(H')		4.5	2.8	3.5	4.2	1.0	4.4	2.4	2.0	3.7	3.4	3.6

調査地点		St. 15	St. 17	St. 18	St. 19	St. 20	St. 22	St. 23	St. 26	St. 27	St. 28	St. 29
種数	多毛類	14	9	10	14	19	20	6	11	2	13	20
	甲殻類	2	1	6	2	3	5	1	1	0	0	6
	軟体動物	0	9	3	5	3	2	0	1	0	0	2
	棘皮動物	3	2	2	3	2	1	0	0	0	0	0
	その他	2	1	0	2	1	1	2	1	0	2	2
	合計	21	22	21	26	28	29	9	14	2	15	30
個体数	多毛類	41	39	32	83	79	52	15	27	3	43	55
	甲殻類	4	1	99	3	4	13	1	1	0	0	14
	軟体動物	0	58	9	16	4	2	0	2	0	0	5
	棘皮動物	5	8	16	25	4	2	0	0	0	0	0
	その他	2	4	0	5	1	1	3	1	0	13	3
	合計	52	110	156	132	92	70	19	31	3	56	77
編組比率 (%)	多毛類	78.9	35.5	20.5	62.9	86.0	74.2	78.9	87.1	100	76.8	71.4
	甲殻類	7.7	0.9	63.4	2.3	4.3	18.6	5.3	3.2	0.0	0.0	18.2
	軟体動物	0.0	52.7	5.8	12.1	4.3	2.9	0.0	6.5	0.0	0.0	6.5
	棘皮動物	9.6	7.3	10.3	18.9	4.3	2.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	その他	3.8	3.6	0.0	3.8	1.1	1.4	15.8	3.2	0.0	23.2	3.9
湿重量 (g)	多毛類	0.32	0.23	1.01	5.35	2.38	1.66	0.23	0.22	0.03	1.02	0.98
	甲殻類		0.05	0.19		0.02	0.05		0.06			0.03
	軟体動物		1.48	0.84	0.63	0.30			0.32			0.23
	棘皮動物	8.30	8.79	19.02	8.26	0.40	0.01					
	その他		0.01		1.03	0.01		4.16	1.91		0.15	0.03
合計	8.62	10.56	21.06	15.27	3.11	1.72	4.39	2.51	0.03	1.17	1.27	
多様度指数(H')		3.5	3.9	3.3	3.6	3.9	4.4	2.7	3.5	0.9	3.1	4.5

調査地点		St. 30	St. 31	St. 34	St. 35	St. 36	St. 37	St. 38	St. 41	St. 42	合計	平均値
種数	多毛類	8	12	11	21	26	24	16	15	16	122	11
	甲殻類	1	0	1	3	4	13	3	7	6	33	3
	軟体動物	1	0	1	3	3	5	0	2	2	41	4
	棘皮動物	0	0	2	0	1	4	1	0	0	20	2
	その他	0	3	0	3	2	2	3	0	4	24	2
	合計	10	15	15	30	36	48	23	24	28	240	22
個体数	多毛類	22	36	23	60	67	85	60	30	42	369	34
	甲殻類	1	0	1	3	4	40	3	8	21	176	16
	軟体動物	2	0	1	29	23	6	0	3	3	271	25
	棘皮動物	0	0	2	0	2	4	1	0	0	123	11
	その他	0	5	0	8	2	16	4	0	5	35	3
	合計	25	41	27	100	98	151	68	41	71	974	89
編組比率 (%)	多毛類	88.0	87.8	85.2	60.0	68.4	56.3	88.2	73.2	59.2	-	61.6
	甲殻類	4.0	0.0	3.7	3.0	4.1	26.5	4.4	19.5	29.6	-	9.4
	軟体動物	8.0	0.0	3.7	29.0	23.5	4.0	0.0	7.3	4.2	-	17.0
	棘皮動物	0.0	0.0	7.4	0.0	2.0	2.6	1.5	0.0	0.0	-	8.4
	その他	0.0	12.2	0.0	8.0	2.0	10.6	5.9	0.0	7.0	-	3.6
湿重量 (g)	多毛類	0.55	0.71	0.56	2.92	2.24	1.02	2.41	0.63	1.01	15.44	1.4
	甲殻類				0.96		0.06	0.10	0.36	0.57	0.31	0.1
	軟体動物	0.02		1.15	1.89	1.15	0.18		0.04	0.11	16.32	2.0
	棘皮動物			5.14		0.04	0.31	0.21			11	1.6
	その他		1.02		2.23	0.23	0.49	0.14		2.62	15.45	1.9
合計	0.57	1.73	6.85	8.00	3.66	2.06	2.86	1.03	4.31	58.52	5.3	
多様度指数(H')		2.6	3.3	3.2	4.0	4.6	4.9	3.8	4.4	4.2	-	3.2



図Ⅲ-2 調査地点別の出現状況等

％、その他が5.8％で、多毛類の編組比率が高い結果となった。

(4) 多毛類

約50個体/0.1m<sup>2</sup>以上の分布が見られたのは、沿岸部のSt. 1、7、19、20、22、29、35、36、37、38で、最大は前回と同じSt. 19(野辺地町)で83個体/0.1m<sup>2</sup>、全湾の平均値は40.7個体/0.1m<sup>2</sup>であった。また、St. 11(むつ市浜奥内)、St. 27(夏泊半島浦田)では、10個体/0.1m<sup>2</sup>未満で編組比率は100％であった。

(5) 甲殻類

10個体/0.1m<sup>2</sup>以上の分布はSt. 1、12、14、18(東湾の沿岸部)、St. 22、St. 29、St. 37(外ヶ浜町蟹田)、St. 42の8地点で見られ、最大値はSt. 14の100個体/0.1m<sup>2</sup>、全湾平均値は12.8個体/0.1m<sup>2</sup>であった。MC(含泥率)の低い沿岸部に多い傾向はこれまでの調査結果と同様であった。

(6) 軟体動物

10個体/0.1m<sup>2</sup>以上の分布が見られたのは、St. 1、4、7、12、14、17、19、35、36の8地点で前回よりも6地点増え、最大値はSt. 4の71個体/0.1m<sup>2</sup>であった。

(7) 棘皮動物

10個体/0.1m<sup>2</sup>以上の分布が見られたのは、St. 4、7、12、14、18、19で、最大値はSt. 4の40個体/0.1m<sup>2</sup>であった。

(8) 優占種

表Ⅲ-2に全動物の優占種10種及び多毛類の優占種10種とその構成比を示した。

表Ⅲ-2 優占種の個体数と構成比

順位	全種類	個体数	割合(%)	多毛類	個体数	割合(%)
1	<i>Scoletoma longifolia</i>	160	6.7	<i>Scoletoma longifolia</i>	160	12.7
2	カキクモヒトデ	141	5.9	<i>Goniada maculata</i>	131	10.4
3	<i>Goniada maculata</i>	131	5.5	<i>Maldane pigmentata</i>	90	7.1
4	<i>Lepidopleurus sp.</i>	113	4.7	<i>Praxillella sp.</i>	83	6.6
5	<i>Philomedidae sp.</i>	107	4.5	<i>Notomastus sp.</i>	68	5.4
6	サクラガイ	95	4.0	<i>Euchone sp.</i>	39	3.1
7	<i>Ampelisca brevicornis</i>	93	3.9	<i>Magelona japonica</i>	37	2.9
8	<i>Maldane pigmentata</i>	90	3.8	<i>Lagis bocki naikaiensis</i>	36	2.9
9	<i>Praxillella sp.</i>	83	3.5	<i>Leiochrides sp.</i>	32	2.5
10	<i>Notomastus sp.</i>	68	2.8	<i>Langerhansia cornuta</i>	28	2.2
10				<i>Lumbrineris latreilli</i>	28	2.2

全種類の優占種10種中、最も多かったのは多毛類の*Scoletoma longifolia*の160個体/0.1m<sup>2</sup>、次いで、棘皮動物のカキクモヒトデの141個体/0.1m<sup>2</sup>となっており、カキクモヒトデ、軟体動物多板綱の*Lepidopleurus sp.*、甲殻類貝形綱の*Philomedidae sp.*、軟体動物二枚貝綱のサクラガイ、甲殻類端脚目の*Ampelisca brevicornis*を除き、多毛類が5種を占めていた。前回の優占種10種と共通しているのは、カキクモヒトデと多毛類の*Maldane pigmentata*の2種であった。

前回の優占種で最も多かった軟体動物二枚綱のキヌマトイガイ(618個体/0.1m<sup>2</sup>)は今回は24個体/0.1m<sup>2</sup>であった。

(9) 汚染指標種

底質の汚染指標種とされているのは、多毛類のヨツバネスピオ(*Paraprionospio sp. type A, B*)、小型二枚貝のチヨノハナガイ及びシズクガイの4種である。平成19年には、これまでの調査と同様、ヨツバネスピオのtype A、Bはいずれも出現せず、近縁種の*Paraprionospio sp. type CI*が出現している。チヨノハナガイは、St. 18で2個体/0.1m<sup>2</sup>(前回調査ではSt. 3、18、22、30、35で1個体/0.1m<sup>2</sup>ずつ)、シズクガイはSt. 10、14で1個体/0.1m<sup>2</sup>、St. 30で2個体/0.1m<sup>2</sup>(平成15年調査ではSt. 5、8、

15で1個体/0.1m<sup>2</sup>ずつ)出現した。St. 10と30の2地点では、IL、COD、MC、フェオフィチンの値は高かったものの、St. 14、18では、IL、TS、COD、MC、フェオフィチンの値が湾内平均値未満となっていることから、底質の化学分析項目と汚染指標種の関連は見出せなかった。

## 5 考察

### (1) ベントス・底質調査項目間の関係

表Ⅲ-3にベントスと底質調査項目間の相関係数を、図Ⅲ-3にその散布図を示した。

表Ⅲ-3 ベントスと底質調査項目間の相関係数

	水深	ベントス (個体数)	多様度指数 (H')	IL	TS	COD	MC	フェオフィチン
水深	1							
ベントス (個体数)	-0.51	1						
多様度指数 (H')	-0.28	0.55	1					
IL	0.59	-0.79	-0.77	1				
TS	0.24	-0.54	-0.66	0.66	1			
COD	0.56	-0.75	-0.82	0.97	0.68	1		
MC	0.50	-0.73	-0.77	0.93	0.69	0.96	1	
フェオフィチン	0.60	-0.52	-0.60	0.75	0.48	0.72	0.68	1

多様度指数は、CODとの間に相関係数-0.8以上、MC、ILとの間には-0.7以上の負の相関が見られ、COD、MC、ILの高い地点ほど多様度指数が低かった。また、個体数についても、COD、MC、ILとの間に相関係数-0.7以上の負の相関が見られ、COD、MC、ILの高い地点ほど個体数が少なかった。多様度指数とベントス個体数の相関は0.55であった。

### (2) 湾全体の経年変化

表Ⅲ-4、図Ⅲ-4に群別個体数の経年変化を、表Ⅲ-5、図Ⅲ-5に編組比率の経年変化を示した。

表Ⅲ-4 ベントスの年別平均個体数(個体/0.1m<sup>2</sup>)

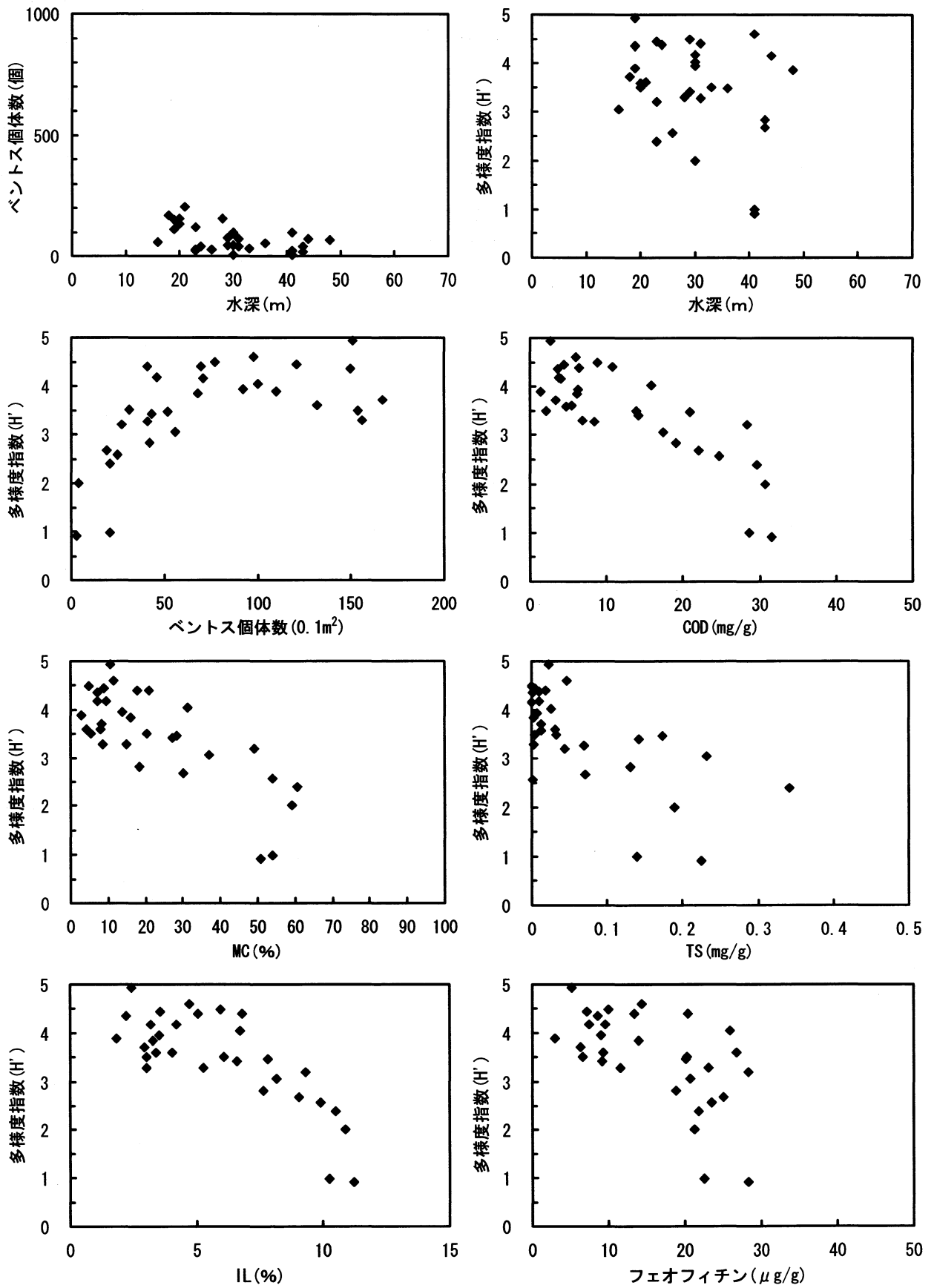
	昭和54年	昭和58年	昭和62年	平成3年	平成7年	平成11年	平成15年	平成19年
多毛類	37.2	77.7	96.7	63.8	19.7	62.5	35.1	40.7
甲殻類	24.2	19.9	18.0	13.2	2.2	18.1	4.9	12.8
棘皮動物	10.7	9.0	12.0	8.5	1.9	3.9	5.2	6.2
軟体動物	14.1	24.4	24.1	19.6	2.5	12.0	23.5	14.0
その他	47.9	2.5	6.8	4.5	2.3	4.7	1.1	3.5
合計	134.1	133.5	157.6	109.6	28.6	101.2	69.8	77.2

表Ⅲ-5 ベントスの年別編組比率(%)

	昭和54年	昭和58年	昭和62年	平成3年	平成7年	平成11年	平成15年	平成19年
多毛類	27.8	58.2	61.4	58.2	69.0	61.7	50.3	52.8
甲殻類	18.0	14.9	11.4	12.0	7.7	17.9	7.0	16.6
棘皮動物	8.0	6.7	7.6	7.8	6.6	3.9	7.4	8.0
軟体動物	10.5	18.3	15.3	17.9	8.7	11.9	33.7	18.1
その他	35.7	1.9	4.3	4.1	8.0	4.6	1.6	4.5

平成7年の個体数は特異的に少ないが、平成11年の調査結果が概ね平成3年の水準であることから、平成7年の採泥方法等に問題があったと考えられている(平成15年度調査報告書)。

平成15年は多毛類、甲殻類の減少が顕著で、平成7年を除くと各群の個体数(軟体動物を除く)は過去最低となっている。この年の軟体動物の個体数が23.5個体/0.1m<sup>2</sup>と多いのは、St. 34でキヌマトイガイが特異的に出現したためで、キヌマトイガイを除くと3.7個体/0.1m<sup>2</sup>となり、平成11年より少なくなる。



図III-3 多様度指数と底質調査項目の散布図



平成19年は、前回の平成15年よりも各群の個体数、全個体数が多くっており、底質回復の兆しと考えられた。

編組比率は、多毛類、棘皮動物では概ね安定した推移を示し、甲殻類では前回調査から上昇し平成11年と同水準、軟体動物では前回よりも低下したが、St. 34を除くと、7.3%となり、前回より上昇した。一般に、多毛類の増加、甲殻類と棘皮動物の減少等ベントス群集に変化をもたらす一因として、海底の富栄養化や有機汚濁、貧酸素化があげられるが、今回はこのような現象は見られなかった。

### (3) 調査地点別の経年変化

調査地点別の動物群別個体数の経年変化を図Ⅲ-6に示した。平成7年の調査結果については、他の年の結果と同一に扱えないことから除いた。個体数が、平成15年よりも20%以上増加したのは、St. 2、4、5、7、12、14、17、18、20、22、23、29、35、36、37、38、41、42の18地点、20%以上減少したのは、St. 10、15、26、27、30、34の6地点で、この他の調査地点ではほぼ同じ水準であった。

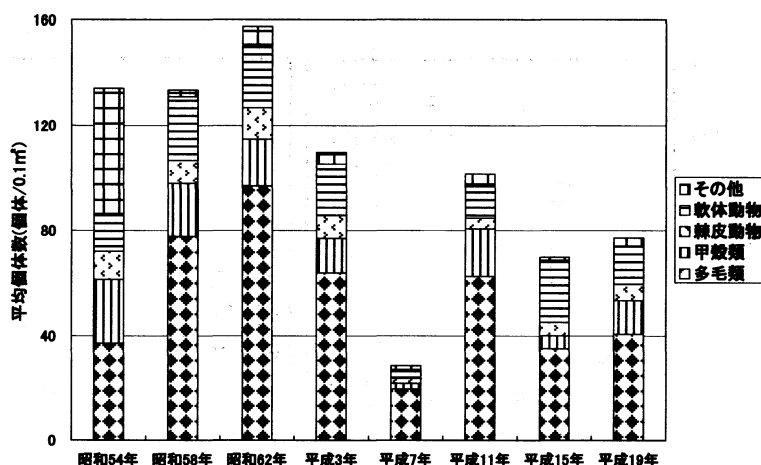
多様度指数(H')と、この指数及び底質項目から成る合成指標値の経年変化を図Ⅲ-7に示した。合成指標値は、水産用水基準に記載されているとおり、海域の有機汚染の程度を評価するために用いられ、一般的に負の値であれば正常な底質、正の値であれば汚染された底質と判断される。今回の調査では、全ての調査地点で指標値が負の値となったことから、正常な底質であったと考えられた。

合成指標については、底質3項目だけから求めたものも図Ⅲ-7に加えた。

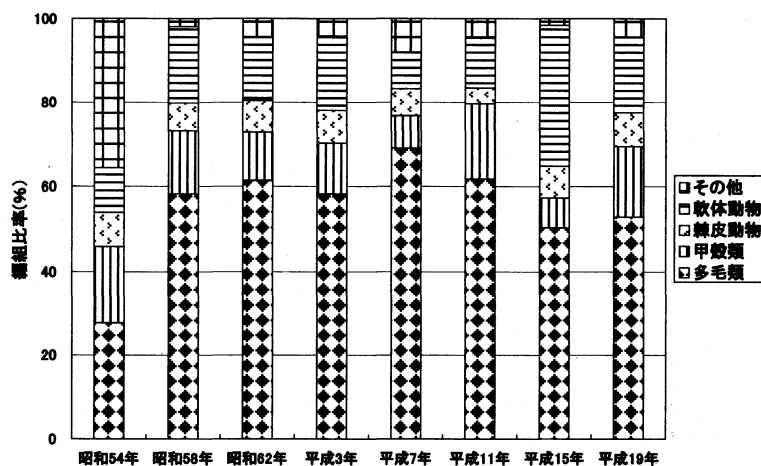
前回の調査結果よりも、多様度指数が低下し合成指標が上昇(共に悪化を示す)したのはSt. 6、13、30の3地点であったが、合成指標は負の値であり、多様度指数及び合成指標は共にこれまでの調査結果の範囲内であった。

平成15年に特異的に多様度指数が低下したSt. 4、20、34は、平成19年には多様度指数、合成指標が平成11年とほぼ同じ水準まで上昇した。

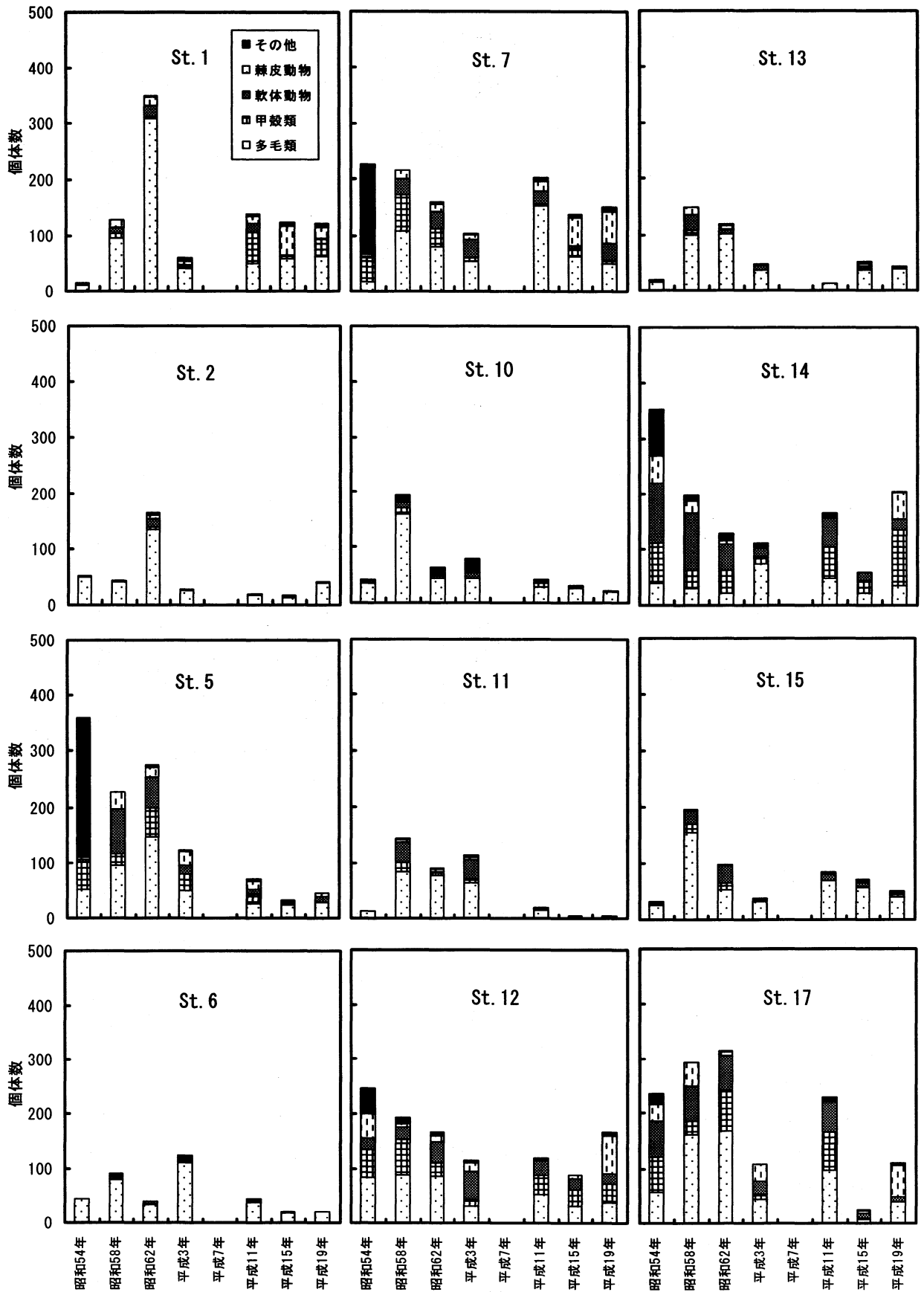
平成19年のベントスの調査地点は、平成15年以前の42地点から湾奥部を除いた31地点と少ないことから、条件を同じにして調査結果を比較したところ、悪化傾向は見られなかった。



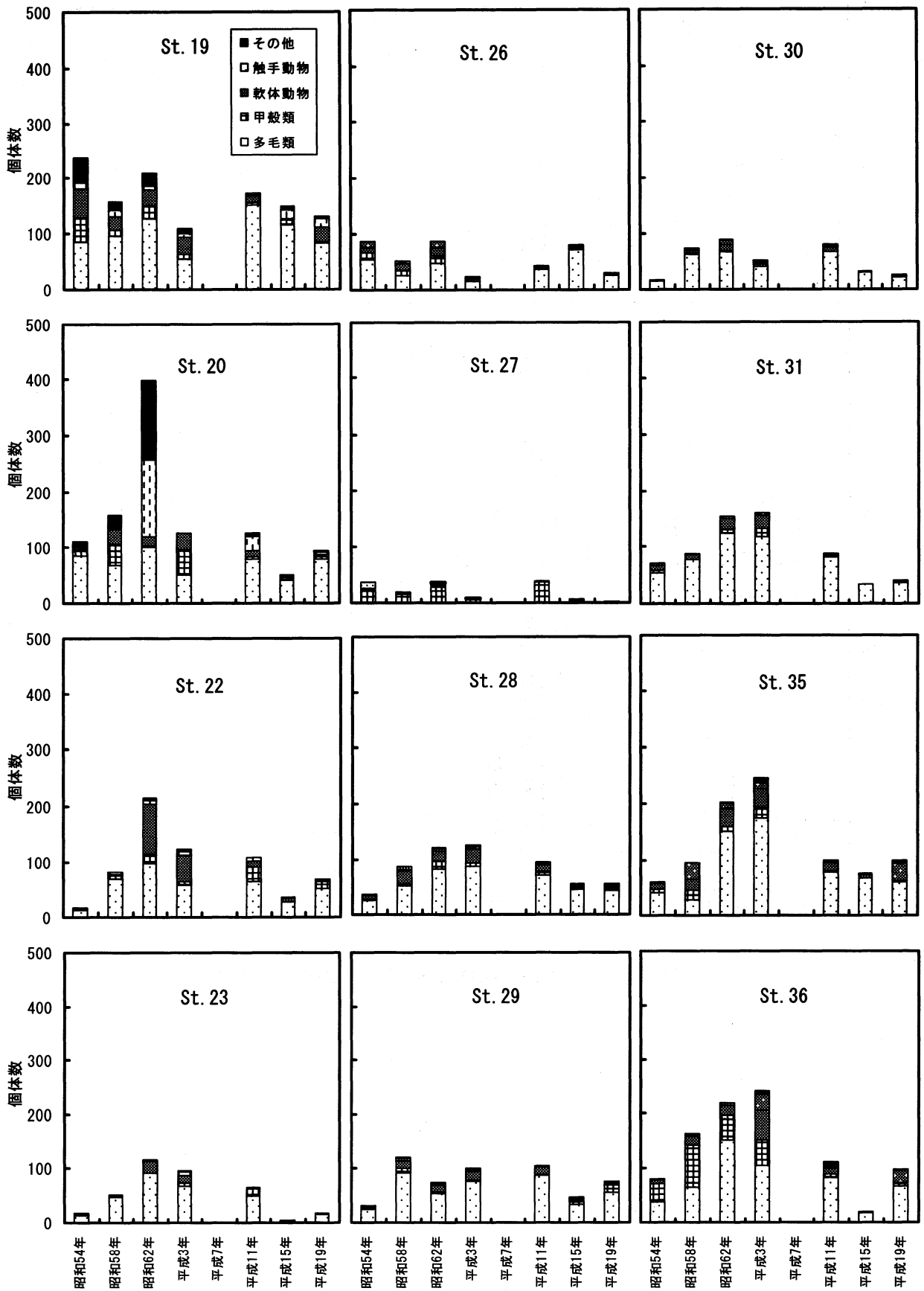
図Ⅲ-4 ベントスの年別平均個体数



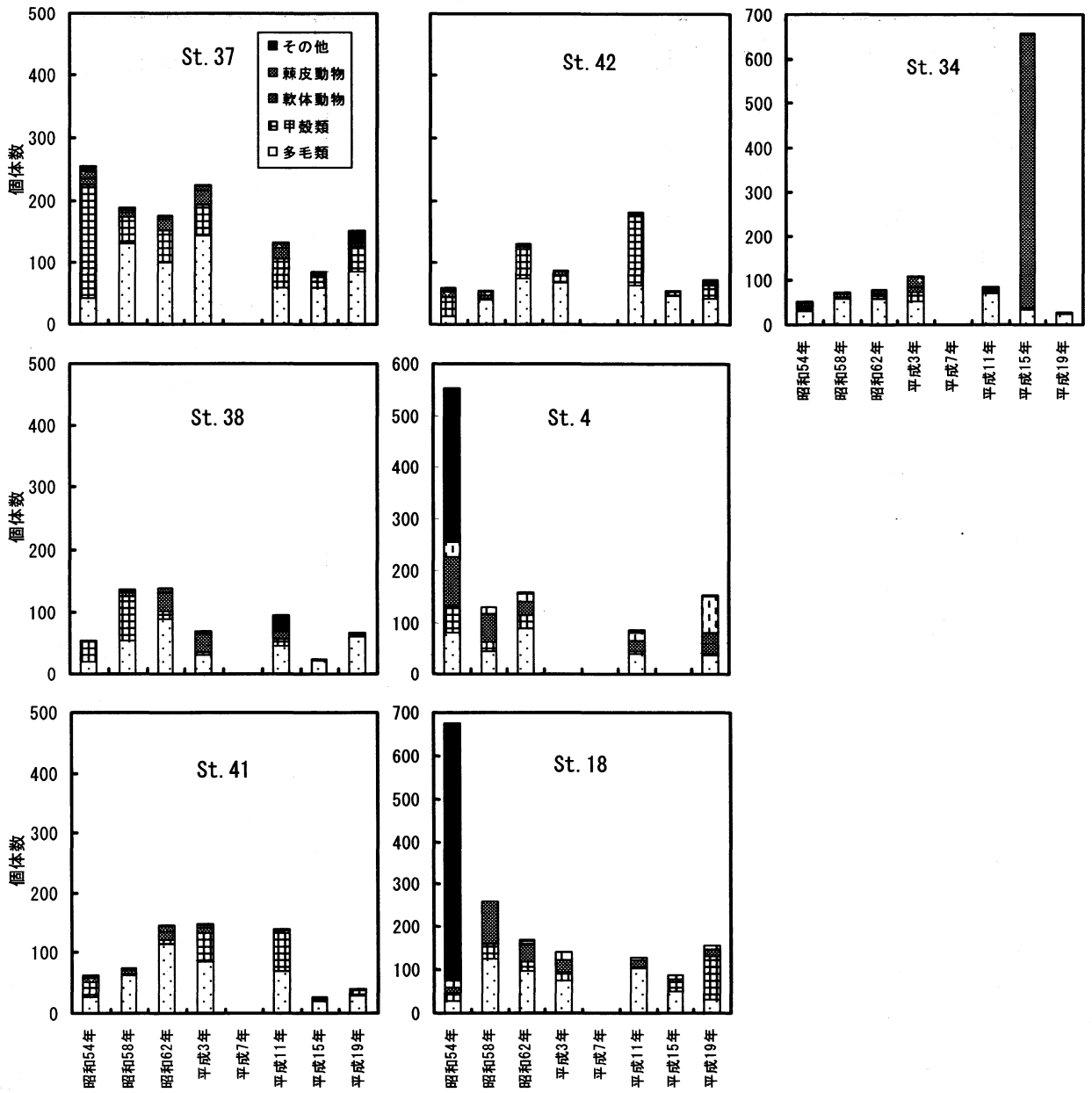
図Ⅲ-5 ベントスの年別編組比率



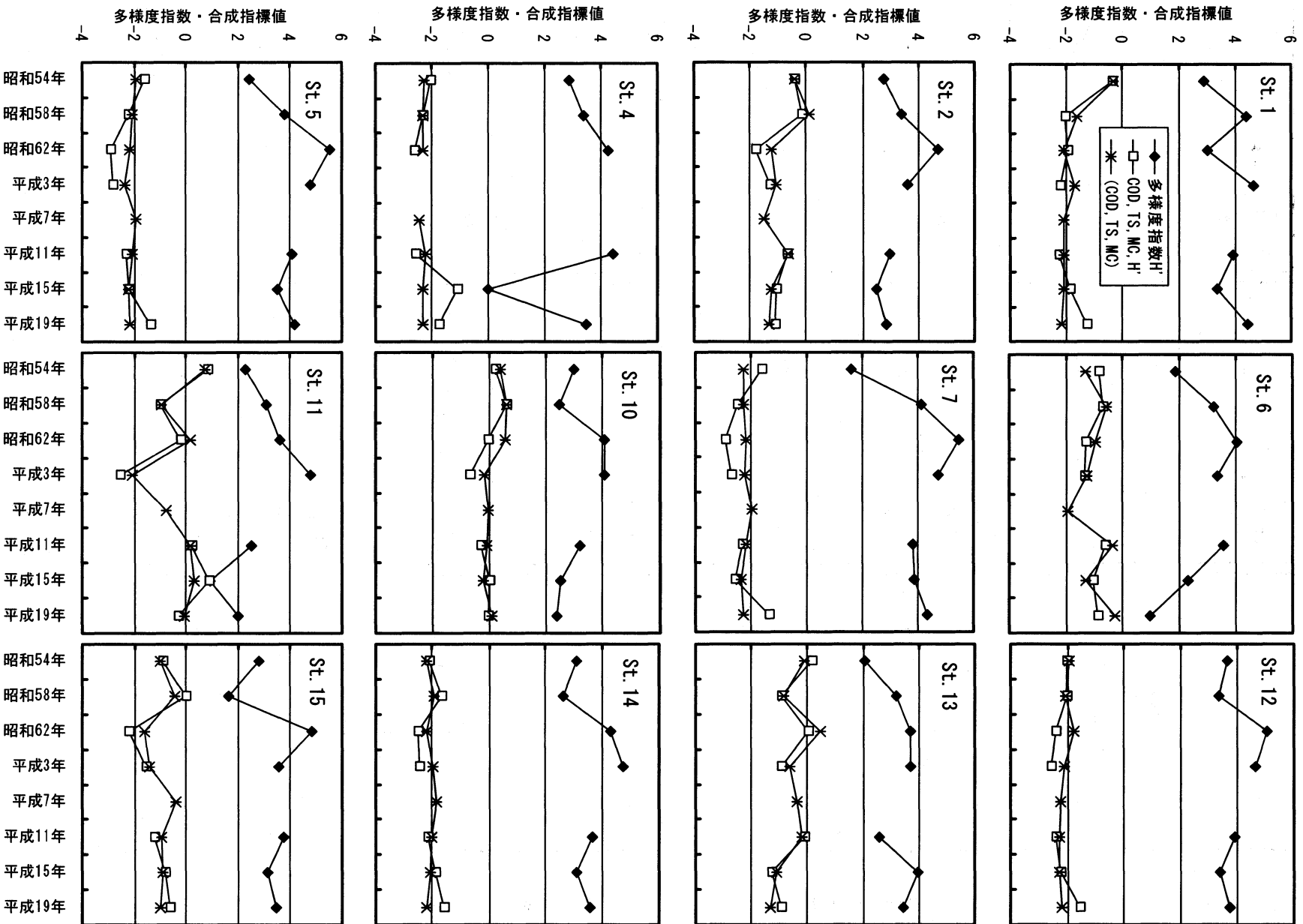
図Ⅲ-6-① 調査地点別の動物群別ベントス個体数の経年変化



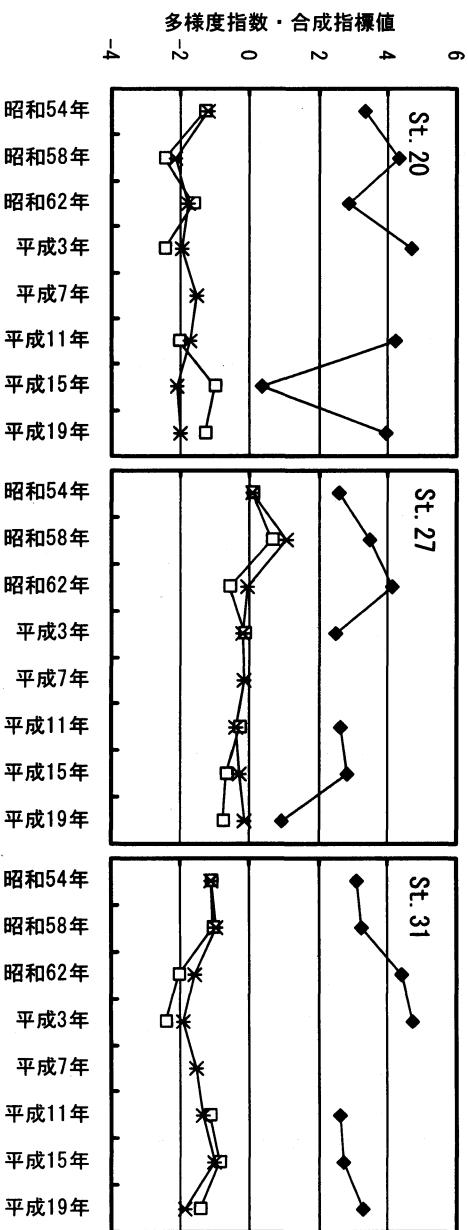
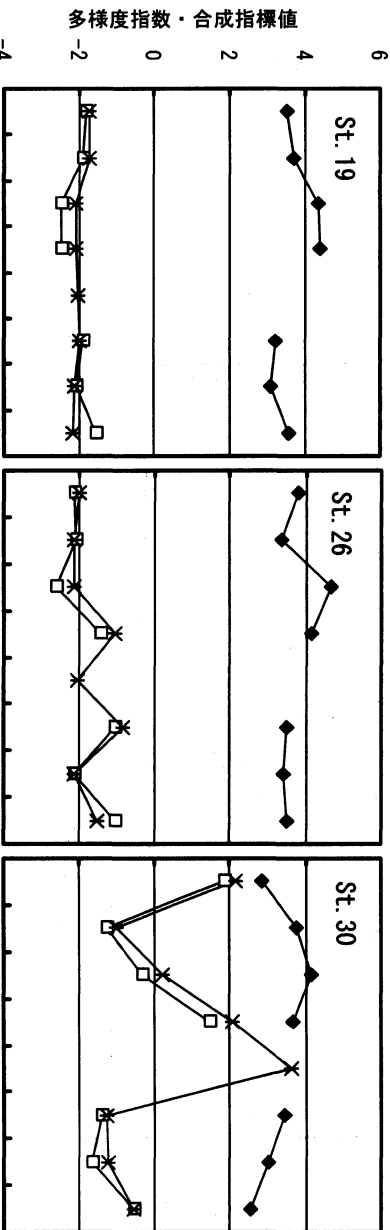
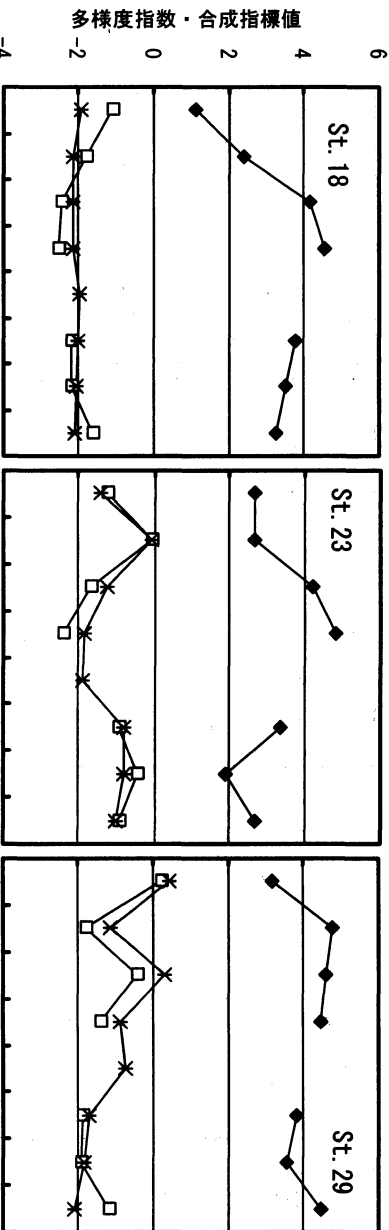
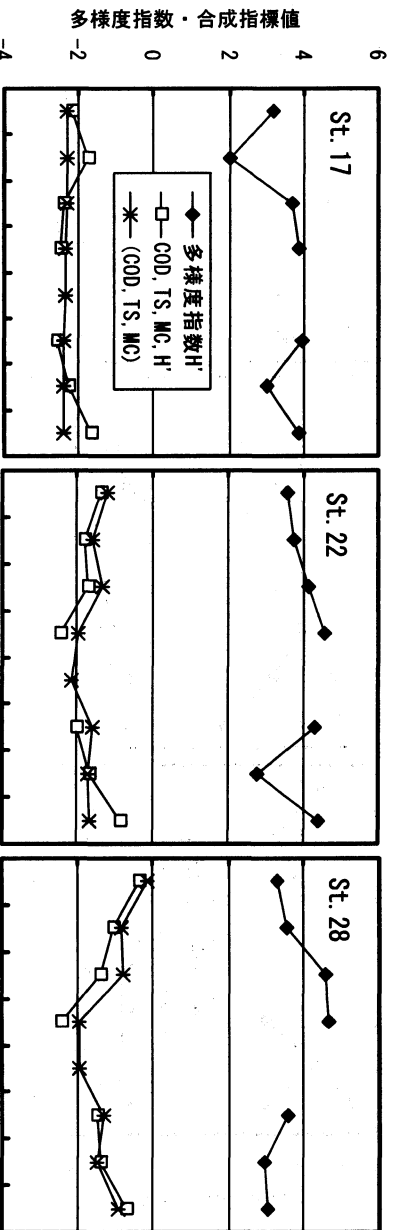
図Ⅲ-6-② 調査地点別の動物群別ベントス個体数の経年変化



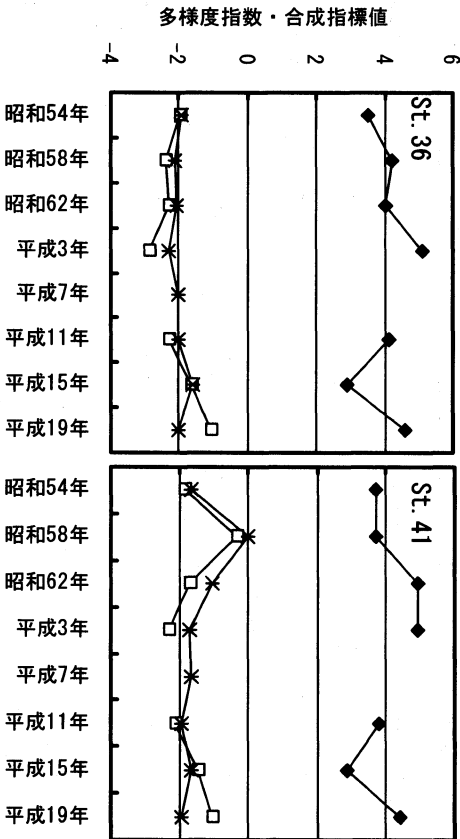
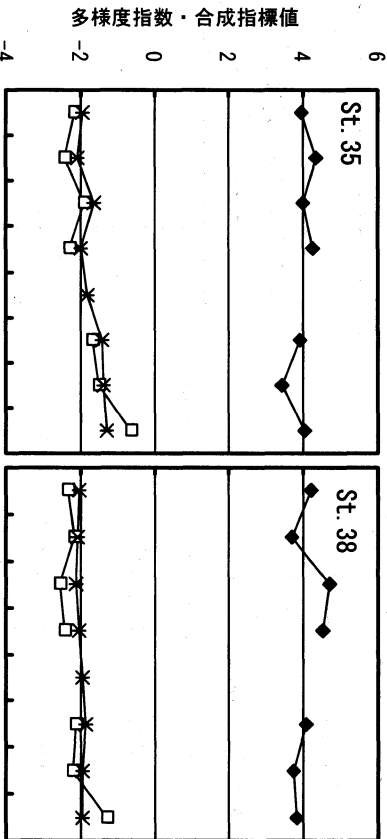
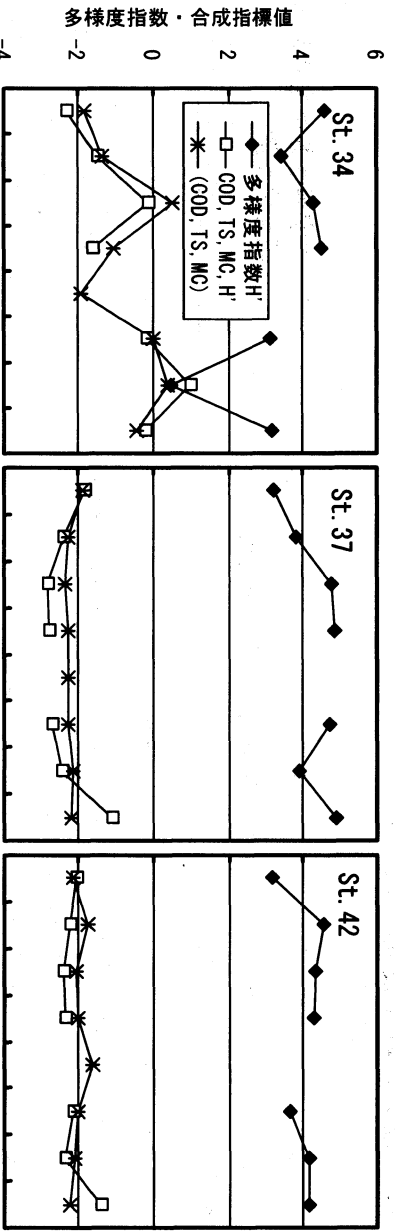
図Ⅲ-6-③ 調査地点別の動物群別ベントス個体数の経年変化



図Ⅲ-7-① 調査地点別の多様度指数と合成指標値(COD、TS、MC、H') (COD、TS、MC)の経年変化



図Ⅲ-7-② 調査地点別の多様度指数と合成指標値(COD、TS、MC、H') (COD、TS、MC)の経年変化



図Ⅲ-7-③ 調査地点別の多様度指数と合成指標値(COD、TS、MC、H') (COD、TS、MC)の経年変化

#### IV 底質の経年変化(まとめ)

本調査は昭和54年から始められ今回で8回目となる。初回から28年が経過していることから、この間の陸奥湾の底質の経年変化について整理した。

底質調査は毎回42地点で実施されているが、このうちSt.4については、平成3年にサンプリングミスによりデータが得られていないことから、これを除く41地点を対象とした。

分析項目では、平成11年にフェオフィチンを測定していないことから、全8回の調査で共通して測定されているIL(強熱減量)、TS(全硫化物)、MC(含泥率)、COD(化学的酸素要求量)の4項目を用いた。

##### 1 水産用水基準との関係

水産用水基準では、海域の底質基準を、CODが20mg/g乾泥以下で、かつTSが0.2mg/g乾泥以下としている。この基準を越える各調査年の調査地点は表1のとおりで、一定の傾向は見られなかった。

##### 2 ILとCODの関係

この2項目は、有機物量の指標であり、ILは難分解性及び易分解性双方、CODは易分解性の指標となっている。CODを独立変数、ILを従属変数として両者間の直線回帰式を求めた場合、Y軸切片の値はCOD

では測定できない難分解性の有機物量を示し、この値に経年的な変化があれば、底泥に含まれる有機物量に変化が起きていることになる。両者の相関係数とY軸切片の値(CODが0の時のILの値)は表2のとおりで、相関は高く、Y軸切片の値には一定の傾向が見られないことから、底泥に含まれる難分解性の有機物量は比較的安定していて変化がないと考えられた。

##### 3 各項目の経年変化

過去8回の調査における全データの統計値を表3に示した。

これらの全データを用い、相関関係を求めて、主成分分析を行ったので、その結果を表4と表5に示した。第1主成分の寄与率は0.73であることから、データの73%をこの成分で説明できる。しかも固有ベクトルの各要素である底質項目の係数が全て正の値で、TSを除き0.5と比較高い値となっていることから、各底質項目の値が大きくなれば、この主成分は大きくなる。第1主成分は、底質の有機汚染(悪化)の水準を示す総合的な指標と考えられる。

第2主成分はTSの係数が0.9と高いが、寄与率、固有値が低いことから、第1主成分を用いて考察した。

第1主成分得点の経年変化を図1及び図2に示した。図1は、水深33m以浅の調査地点(以下「沿岸」)、水深33mを超える調査地点(以下「沖合」)及び全調査地点の平均値の推移を、図2は全調査地点の平均値等の統計値の推移を示したものである。主成分得点の低下は汚染水準の低下を、得点の上昇は汚染水準の

表1 水産用水基準を超える調査地点数

	COD	TS	CODとTS
昭和54年	11	10	4
昭和58年	10	18	9
昭和62年	16	9	8
平成3年	16	4	4
平成7年	11	13	9
平成11年	15	6	6
平成15年	13	10	6
平成19年	16	4	3

表2 ILとCODとの関係

	相関係数	Y軸切片の値
昭和54年	0.85	2.59
昭和58年	0.95	1.83
昭和62年	0.97	1.96
平成3年	0.78	2.54
平成7年	0.82	2.91
平成11年	0.98	1.28
平成15年	0.96	2.12
平成19年	0.96	2.43

表3 全データの統計値

	COD	IL	TS	MC
サンプル数	328	328	328	328
平均	15.40	6.66	0.16	36.54
標準偏差	10.82	3.50	0.29	26.84
最大値	43.40	19.48	3.66	98.56
最小値	0.11	0.32	0.00	1.07

表4 相関係数

	COD	IL	TS	MC
COD	1			
IL	0.85	1		
TS	0.37	0.42	1	
MC	0.79	0.84	0.47	1



上昇、つまり悪化を示しており、沖合では平成11年まで汚染水準は漸次低下してきたが、平成11年以降、傾向としては低いものの悪化が進行していると推測される。沿岸では平成15年まで汚染水準は漸次低下し、その後は一定となっている。沖合と沿岸を比較すると、沿岸よりも沖合の汚染水準が高い。

また、全調査地点の得点の平均値は平成7年以降ほぼ一定、標準偏差値は平成11年以降より低い値となっており、汚染水準が収束する傾向にあることが推測される。

現時点では、汚染水準の大幅な上昇、急激な汚染の進行は認められず、今後も注意深くモニタリングを続けていく必要がある。

表5 主成分分析結果

	第1主成分	第2主成分
COD	0.53	-0.29
IL	0.55	-0.21
TS	0.35	0.93
含泥率	0.54	-0.10
固有値	2.93	0.73
寄与率	0.73	0.18
累積寄与率	0.73	0.92

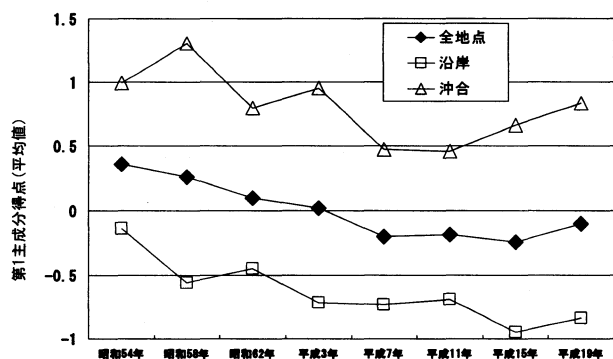


図1 第1主成分得点の経年変化(平均値)

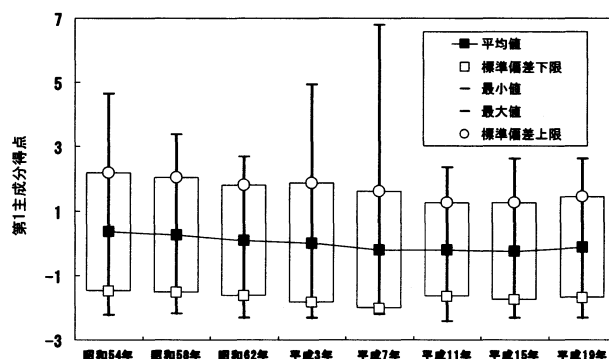


図2 第1主成分得点の経年変化

## 謝辞

本調査の栄養塩分析についてご配慮いただいた独立行政法人水産総合研究センター東北区水産研究所生物環境研究室の齊藤宏明室長及び中町美和研究員に深く感謝申し上げます。

また、底質の主成分分析について貴重なご助言をいただいた増養殖研究所の元職員仲村俊毅氏に深く感謝申し上げます。

## V 文 献

- 1) 水産用水基準 (2005年版) 平成 18 年 3 月 社団法人日本水産資源保護協会
- 2) 神山孝史・玉井恭一・辻野睦(1997)海底堆積物からの栄養塩再生産過程に及ぼす底質・溶存酸素条件. 南西水研研報 No. 30, 218-219
- 3) 高橋克成・永峰文洋(1979)昭和 54 年度陸奥湾漁場保全対策基礎調査報告書, 青森県水産増殖センター
- 4) 高橋克成・永峰文洋(1983)昭和 58 年度陸奥湾漁場保全対策基礎調査報告書, 青森県水産増殖センター
- 5) 中谷肇・林義孝(1987)昭和 62 年度陸奥湾漁場保全対策基礎調査報告書, 青森県水産増殖センター
- 6) 秋山由美子・加藤徳雄(1991)平成 3 年度陸奥湾漁場保全対策基礎調査報告書, 青森県水産増殖センター
- 7) 今井美代子・中村俊毅(1995)平成 7 年度陸奥湾漁場保全対策基礎調査報告書, 青森県水産増殖センター
- 8) 古川章子・三津谷正(1999)平成 11 年度陸奥湾漁場保全対策基礎調査報告書, 青森県水産増殖センター

- 9) 今井美代子・三津谷正(2003)平成 15 年度陸奥湾漁場保全対策基礎調査報告書, 青森県水産総合研究センター増養殖研究所
- 10) 松村剛・石丸隆・今村正裕(2004)東京湾におけるリンの溶出と海洋構造の季節変動. 沿岸海洋研究第 41 巻第 2 号, 143-151
- 11) 沿岸環境調査マニュアル(底質・生物篇)(1986)恒星社厚生閣, 159-163

付表 1-1 水質調査結果

調査地点	水深 (m)	調査年 月日 時刻	水色	透明度 (m)	調査水深 (m)	水温 (°C)	塩分	溶存酸素		COD (mg/ℓ)	NO <sub>3</sub> -N	NO <sub>2</sub> -N	NH <sub>4</sub> -N	DIN	PO <sub>4</sub> -P	SiO <sub>2</sub>	
								(mg/ℓ)	(%)								
St. 1	60	H19 9. 4 15:30 ? 15:48	5	14.0	0	23.00	33.555			0.384	0.25	0.07	0.14	0.46	0.06	0.72	
					10	22.55	33.548										
					20	22.50	33.643	6.84	96.18	0.192	0.04	0.07	0.12	0.22	0.35	0.97	
					30	22.26	33.576										
					40	21.51	33.783	6.59	91.10	0.112	0.37	0.16	0.11	0.64	0.07	2.14	
					50	20.01	33.989										
St. 2	60	H19 9. 4 14:33 ? 14:57	5	15.0	0	23.40	33.420			0.480	0.05	0.05	0.12	0.21	0.05	0.83	
					10	23.08	33.444										
					20	22.60	33.542	6.78	95.44	0.144	0.05	0.09	0.13	0.27	0.30	1.03	
					30	22.23	33.555										
					40	20.36	33.930	7.01	94.97	0.352	0.66	0.25	0.14	1.06	0.12	2.97	
					50	19.64	34.082										
St. 3	53	H19 9. 5 7:28 ? 7:50	5	13.0	0	23.10	33.345			0.272	0.15	0.08	0.10	0.33	0.06	0.61	
					10	23.10	33.369										
					20	22.72	33.446	6.65	93.77	0.400	0.02	0.11	0.11	0.24	0.61	0.60	
					30	22.07	33.629										
					40	19.56	34.030	6.82	91.09	0.176	0.82	0.30	0.12	1.24	0.14	2.68	
					52	17.64	34.159	6.95	89.58	0.272	1.61	0.36	0.11	2.08	0.18	3.31	
St. 4	56	H19 9. 4 13:53 ? 14:10	4	15.0	0	23.10	33.570			0.288	0.08	0.04	0.09	0.21	0.07	0.36	
					10	22.50	33.549										
					20	22.02	33.579	6.74	93.92	0.144	0.12	0.06	0.10	0.28	0.37	1.70	
					30	21.46	33.789										
					40	21.22	33.921	6.91	95.10	0.304	0.54	0.18	0.11	0.82	0.08	2.28	
					55	19.51	34.023										
St. 5	52	H19 9. 4 13:15 ? 13:37	5	15.0	0	23.20	33.575			0.160	0.19	0.02	0.11	0.32	0.05	0.96	
					10	22.70	33.564										
					20	22.62	33.603	6.80	95.80	0.256	0.11	0.02	0.08	0.22	0.51	0.72	
					30	20.81	33.912										
					40	18.98	34.115	6.89	91.08	0.000	1.02	0.35	0.11	1.48	0.15	3.18	
					51	16.20	34.115	5.37	67.28	0.064	2.34	0.50	0.12	2.96	0.32	12.20	
St. 6	47	H19 9. 4 10:45 ? 11:03	5	18.0	0	23.40	33.580			0.112	0.19	0.04	0.11	0.34	0.06	1.20	
					10	23.00	33.565										
					20	21.36	33.763	7.00	96.49	0.256	0.16	0.04	0.12	0.32	1.10	0.72	
					30	20.78	33.900										
					40	20.10	34.019	6.91	93.21	0.080	0.84	0.36	0.11	1.31	0.13	3.49	
					46	19.15	34.123	7.12	94.43	0.000	1.33	0.45	0.13	1.91	0.16	4.97	
St. 7	48	H19 9. 4 11:15 ? 11:35	5	16.0	0	23.40	33.545			0.224	0.12	0.04	0.10	0.26	0.05	0.18	
					10	22.91	33.576										
					20	21.46	33.753	7.23	99.85	0.064	0.20	0.03	0.12	0.35	0.44	0.62	
					30	20.08	34.049										
					40	18.67	34.175	6.94	91.23	0.192	1.25	0.33	0.12	1.70	0.15	2.90	
					47	17.65	34.133	6.60	85.07	0.272	1.94	0.48	0.10	2.52	0.22	6.98	
St. 8	30	H19 9. 4 10:10 ? 10:27	4	15.0	0	23.00	33.534			0.336	0.05	0.05	0.09	0.20	0.06	0.97	
					10	22.52	33.575										
					20	20.71	33.842	6.93	94.45	0.016	0.29	0.05	0.10	0.44	0.04	0.79	
					29	19.10	34.079	6.90	91.40	0.384	1.41	0.64	0.10	2.16	0.21	7.02	
St. 9	34	H19 9. 4 9:35 ? 9:50	5	16.0	0	23.00	33.564			0.320	0.09	0.06	0.10	0.26	0.05	0.67	
					10	22.99	33.573										
					20	21.56	33.788	7.05	97.55	0.336	0.19	0.17	0.09	0.45	0.07	4.19	
					30	19.19	33.999										
				33	18.94	34.018	6.48	85.55	0.352	1.72	0.64	0.11	2.47	0.26	8.62		

※ 単位

NO<sub>3</sub>-N、NO<sub>2</sub>-N、NH<sub>4</sub>-N、DIN: μg-atN/ℓ

PO<sub>4</sub>-P: μg-atP/ℓ

SiO<sub>2</sub>: μg-atSiO<sub>2</sub>/ℓ

付表 1-2 水質調査結果

調査地点	水深 (m)	調査年 月日 時刻	水色	透明度 (m)	調査水深 (m)	水温 (°C)	塩分	溶存酸素		COD (mg/l)	NO <sub>3</sub> -N	NO <sub>2</sub> -N	NH <sub>4</sub> -N	DIN	PO <sub>4</sub> -P	SiO <sub>2</sub>					
								(mg/l)	(%)												
St. 10	33	H19 9. 10	6	9. 0	0	22. 90	32. 736	6. 39	87. 61	0. 464	0. 03	0. 05	0. 09	0. 17	0. 05	3. 40					
		10			22. 21	33. 485	0. 016			2. 14							0. 57	0. 10	1. 00	0. 12	6. 66
		20			21. 12	33. 580															
		32			19. 40	33. 847															
0	23. 00	33. 223	0. 160	0. 22	0. 04	0. 10	0. 36	0. 11	2. 33												
10	22. 71	33. 502																			
20	22. 31	33. 533																			
30	21. 41	33. 700								6. 73	94. 24	0. 112	0. 04	0. 05	0. 11	0. 19	0. 06	2. 64			
40	19. 18	34. 030																			
46	18. 42	34. 069	6. 52	86. 46	0. 144	1. 78	0. 70	0. 11	2. 58										0. 24	9. 11	
0	23. 00	33. 237								0. 224	0. 13	0. 06	0. 10	0. 29	0. 07	2. 11					
10	22. 81	33. 432																			
20	22. 18	33. 513																			
30	21. 80	33. 611	6. 82	95. 27	0. 144	0. 08	0. 04	0. 07	0. 20								0. 04	2. 05			
41	17. 50	33. 929																			
0	22. 90	33. 210								0. 224	0. 05	0. 05	0. 11	0. 21	0. 06	2. 49					
10	22. 87	33. 438																			
20	22. 39	33. 508																			
30	21. 81	33. 596	6. 90	96. 75	0. 288	0. 01	0. 10	0. 08	0. 20								0. 05	1. 71			
41	18. 11	33. 927																			
0	23. 10	33. 233								0. 096	0. 05	0. 10	0. 10	0. 25	0. 08	1. 78					
10	22. 97	33. 364																			
20	22. 14	33. 526																			
30	20. 39	33. 630	7. 04	98. 28	0. 144	0. 06	0. 03	0. 08	0. 17								0. 05	2. 27			
38	18. 89	33. 848																			
0	23. 60	33. 455								0. 112	0. 09	0. 03	0. 11	0. 22	0. 04	1. 99					
10	22. 72	33. 499																			
20	21. 30	33. 692																			
30	20. 72	33. 786	6. 79	93. 47	0. 240	0. 08	0. 14	0. 07	0. 30								0. 15	2. 89			
40	18. 83	33. 957																			
51	16. 89	34. 098								6. 42	84. 55	0. 000	1. 06	1. 35	0. 07	2. 47			0. 25	9. 61	
0	23. 60	33. 326	0. 384	0. 13	0. 04	0. 05	0. 22	0. 04	0. 85												
10	23. 40	33. 334																			
20	23. 41	33. 355																			
30	21. 91	33. 698								6. 69	95. 43	0. 352	0. 05	0. 03	0. 10	0. 18	0. 17	0. 87			
40	19. 07	34. 057																			
46	16. 64	34. 090	6. 88	91. 07	0. 272	0. 85	0. 64	0. 09	1. 58										0. 15	5. 84	
0	23. 30	33. 379								0. 240	2. 84	0. 56	0. 09	3. 48	0. 29	10. 81					
10	23. 34	33. 396																			
20	22. 81	33. 455																			
30	20. 36	33. 815	2. 98	37. 59	0. 192	1. 04	1. 58	0. 22	2. 84								0. 60	35. 94			
40	16. 63	33. 850																			
0	23. 10	33. 232								0. 256	0. 02	0. 03	0. 10	0. 15	0. 03	0. 75					
10	23. 32	33. 385																			
20	22. 08	33. 615																			
30	20. 12	33. 833	6. 26	87. 34	0. 384	0. 03	0. 43	0. 07	0. 53								0. 24	3. 90			
40	18. 84	33. 905																			
44	17. 77	33. 973								5. 52	72. 69	0. 176	1. 63	1. 74	0. 11	3. 48			0. 35	14. 81	
0	23. 40	33. 341	0. 288	3. 35	1. 75	0. 08	5. 19	0. 56	23. 22												
10	23. 46	33. 729																			
20	21. 61	33. 413																			
30	20. 39	33. 801								7. 16	98. 94	0. 240	0. 10	0. 02	0. 09	0. 21	0. 05	1. 64			
39	18. 11	33. 936																			
0	23. 10	33. 260	0. 336	0. 03	0. 02	0. 08	0. 13	0. 06	0. 65												
10	23. 27	33. 403																			
20	22. 23	33. 626																			
30	20. 44	33. 835								5. 15	66. 89	0. 464	2. 34	1. 50	0. 07	3. 91	0. 33	19. 75			
38	19. 26	33. 874																			
0	23. 10	33. 260	0. 272	0. 13	0. 02	0. 07	0. 22	0. 04	0. 67												
10	23. 27	33. 403																			
20	22. 23	33. 626																			
30	20. 44	33. 835								7. 01	98. 08	0. 400	0. 00	0. 02	0. 08	0. 09	0. 03	0. 55			
38	19. 26	33. 874																			
0	23. 10	33. 260	0. 160	0. 98	1. 11	0. 08	2. 17	0. 20	9. 24												
10	23. 27	33. 403																			
20	22. 23	33. 626																			
30	20. 44	33. 835																			

付表2 底質調査結果

調査地点	水深 (m)	COD (mg/g)	IL (%)	TS (mg/g)	粒 度 組 成 (%)					フェオファン ( $\mu$ g/g)	カドミウム (mg/kg)	鉛 (mg/kg)	総水銀 (mg/kg)
					>500 $\mu$ m	500~250	250~125	125~63	63 $\mu$ m<				
St. 1	23	4.55	3.57	0.00	18.80	31.93	32.08	8.30	8.90	7.25			
St. 2	43	19.05	7.67	0.13	8.47	19.67	24.56	28.86	18.44	18.84			
St. 3	53	13.52	9.18	0.00	27.39	19.76	25.46	6.87	20.51	24.85			
St. 4	20	2.10	3.02	0.00	60.12	22.62	10.45	1.48	5.32	6.56			
St. 5	30	3.74	3.20	0.01	69.97	13.10	5.77	1.58	9.57	7.52			
St. 6	41	28.67	10.24	0.14	10.27	13.93	8.02	13.64	54.15	22.54			
St. 7	19	3.60	2.21	0.00	49.57	22.51	18.34	2.44	7.14	8.59			
St. 8	29	5.23	2.91	0.01	27.58	28.19	29.00	4.21	11.02	18.20			
St. 9	40	38.38	11.88	0.14	2.20	9.76	4.30	12.39	71.34	8.31	<0.1	22.00	0.08
St. 10	23	29.59	10.48	0.34	3.11	9.85	7.50	18.89	60.64	21.86	<0.1	23.00	0.13
St. 11	30	30.83	10.86	0.19	2.90	7.68	4.23	26.11	59.08	21.24			
St. 12	18	3.38	2.91	0.01	0.74	6.89	47.61	36.51	8.26	6.39			
St. 13	29	14.13	6.60	0.14	6.76	9.60	14.81	41.59	27.24	9.22			
St. 14	21	5.50	4.06	0.03	1.32	17.47	47.73	29.17	4.31	26.79			
St. 15	36	20.91	7.83	0.17	2.19	6.77	22.08	40.39	28.56	20.09			
St. 16	44	34.75	12.38	0.17	11.10	13.42	5.29	10.06	60.13	24.14	<0.1	22.00	0.06
St. 17	19	1.36	1.82	0.00	85.34	5.20	5.77	0.86	2.82	2.95			
St. 18	28	6.87	3.01	0.00	0.83	28.45	52.42	9.73	8.57	11.48			
St. 19	20	4.77	3.41	0.01	39.45	28.16	19.28	5.02	8.08	9.36	<0.1	10.00	0.02
St. 20	30	6.37	3.52	0.01	26.75	23.95	26.11	9.48	13.70	9.05			
St. 21	41	30.52	10.69	0.07	8.89	19.42	9.00	15.65	47.04	25.22	<0.1	15.00	0.04
St. 22	31	10.77	6.82	0.02	6.87	12.56	43.82	15.82	20.92	20.40			
St. 23	43	21.99	9.06	0.07	16.66	24.28	11.30	17.66	30.10	25.04			
St. 24	50	37.80	12.17	0.08	2.21	17.78	7.67	13.80	58.53	29.31	<0.1	21.00	0.06
St. 25	51	26.66	11.14	0.11	3.83	18.81	11.29	16.60	49.48	33.31	<0.1	17.00	0.04
St. 26	33	13.84	6.09	0.03	36.58	8.65	20.70	13.65	20.42	20.35			
St. 27	41	31.57	11.24	0.23	6.06	16.24	6.28	20.57	50.85	28.30			
St. 28	16	17.35	8.16	0.23	1.53	6.41	18.13	36.75	37.18	20.65			
St. 29	29	8.82	5.96	0.00	78.08	10.83	5.36	0.72	5.01	10.06			
St. 30	26	24.74	9.88	0.00	7.14	19.40	6.62	12.78	54.06	23.46	<0.1	22.00	0.13
St. 31	31	8.46	5.27	0.07	46.52	17.73	12.65	8.18	14.92	23.16			
St. 32	39	18.57	6.55	0.05	21.36	17.52	17.27	14.37	29.48	20.04	<0.1	17.00	0.04
St. 33	53	34.49	11.20	0.34	1.13	14.00	9.00	10.40	65.47	36.33	<0.1	23.00	0.06
St. 34	23	28.42	9.31	0.04	6.77	12.32	7.50	24.25	49.16	28.35			
St. 35	30	15.92	6.69	0.03	4.59	16.80	28.76	18.67	31.19	25.98			
St. 36	41	6.09	4.72	0.05	8.47	30.63	40.85	8.66	11.39	14.40			
St. 37	19	2.67	2.43	0.02	7.08	35.38	43.10	3.86	10.59	5.15			
St. 38	48	6.13	3.27	0.00	3.14	42.27	28.04	10.32	16.23	13.99			
St. 39	59	30.82	9.72	0.07	2.12	14.60	10.19	17.29	55.80	32.52			
St. 40	54	27.81	10.87	0.11	1.67	17.14	9.06	9.56	62.57	31.42	<0.1	24.00	0.08
St. 41	24	6.45	5.05	0.01	2.25	3.71	55.48	20.81	17.75	13.36			
St. 42	44	4.09	4.22	0.00	0.21	11.75	63.58	17.39	7.07	9.64			
平均値	34	16.46	6.94	0.08	17.33	17.31	20.87	15.13	29.36	18.47	<0.1	19.64	0.07

付表 3-1 多毛類の分類結果(個体/0.1m<sup>2</sup>)

科	No.	種名	St. 1	St. 2	St. 4	St. 5	St. 6	St. 7	St. 10	St. 11	St. 12	St. 13	St. 14	St. 15	St. 17	St. 18	St. 19	St. 20	
サシバゴカイ科	1	<i>Anaitides</i> sp.									1		1			1			
	2	<i>Eteone</i> sp.									1								
	3	<i>Eulalia bilineata</i>	2																
チロリ科	4	<i>Glycera alba</i>			2									1	1				
	5	<i>Glycera nicobarica</i>	1	3					2								1	1	
ニカイチロリ科	6	<i>Glycera onomichiensis</i>			1			4											
	7	<i>Goniada maculata</i>	15	2	7	2		4		1	11	6	12	2	3	6	9	8	
オトヒメゴカイ科	8	<i>Ophiodromus</i> sp.									1								
カギゴカイ科	9	<i>Litocorsa</i> sp.													1				
	10	<i>Sigambra phuketensis</i>		2					1		1	1		1				1	
シリリス科	11	<i>Langerhansia cornuta</i>	3		2	4									3		3	4	
	12	<i>Tambalagama</i> sp.																	
ゴカイ科	13	<i>Platynereis bicanaliculata</i>																	
	14	<i>Neanthes</i> sp.	2			2						1		1					
	15	<i>Nectoneanthes latipoda</i>														1			
シロガネゴカイ科	16	<i>Nereis</i> sp.																	
	17	<i>Micronephthys sphaerocirrata orientalis</i>									1								
カギアシゴカイ科	18	<i>Nephtys caeca</i>						1			7		9			3	1		
	19	<i>Paralacydonia paradoxa</i>																	
ウロコムシ科	20	<i>Harmothoe imbricata</i>																	
	21	<i>Harmothoe</i> sp.				1		1											
イソメ科	22	<i>Eunice indica</i>	2																
ギボシイソメ科	23	<i>Lumbrineris japonica</i>			2	1		1								1			
	24	<i>Lumbrineris latreilli</i>				1													
セグロイソメ科	25	<i>Scoletoma longifolia</i>		20			17		10			13		18				2	
	26	<i>Notocirrus</i> sp.																	
コイソメ科	27	<i>Schistomeringos rudolphi</i>																	
ホコサキゴカイ科	28	<i>Haploscoloplos elongatus</i>											1						
	29	<i>Phylo</i> sp.			1			1			3		1						
ヒメエラゴカイ科	30	<i>Aricidea (Allia) elongata</i>															3		
	31	<i>Aricidea (Allia)</i> sp.										1		2					
トックリゴカイ科	32	<i>Paradoneis</i> sp.													2				
	33	<i>Poecilochaetus trilobatus</i>	2																
スピオ科	34	<i>Polydora</i> sp.																	
	35	<i>Pseudopolydora</i> sp.						1			2	1	3				1		
	36	<i>Aonides oxycephala</i>						2							11				
	37	<i>Prionospio (Aquilaspio) sexoculata</i>	1			1					5						1		
	38	<i>Prionospio (Prionospio) ehlersi</i>																	
	39	<i>Prionospio (Prionospio) membranacea</i>																	
	40	<i>Paraprionospio</i> sp. Type C1		3			2		3	1		4		1					
	41	<i>Laonice cirrata</i>	1			1								1					
ツバサゴカイ科	42	<i>Spiophanes kroeyeri</i>									1								
	43	<i>Spiophanes japonicum</i>		1														1	
	44	<i>Scolelepis</i> sp.	1																
	45	<i>Spiochaetopterus</i> sp.								1									
モロテゴカイ科	46	<i>Magelona japonica</i>		4					1			3		1				3	
ミズヒキゴカイ科	47	<i>Chaetozone</i> sp.														4		2	
	48	<i>Tharyx</i> sp.															2	2	
ヒトエラゴカイ科	49	<i>Cossura</i> sp.																	
ハボウキゴカイ科	50	<i>Diplocirrus</i> sp.			3			3					1						
	51	<i>Piromis</i> sp.						1											
オフエリアゴカイ科	52	<i>Armandia</i> sp.						4											
トノサマゴカイ科	53	<i>Scalibregma inflatum</i>		1															
イトゴカイ科	54	<i>Mediomastus</i> sp.										1		1					
	55	<i>Notomastus</i> sp.	2	1			1		2	1		2		1			1	2	
	56	<i>Leiochrides</i> sp.																	
	57	<i>Dasybranchus</i> sp.				4													
タケフシゴカイ科	58	<i>Nicomache</i> sp.																	
	59	<i>Praxillella pacifica</i>											1	1				3	
	60	<i>Praxillella</i> sp.	7			2					1	4	2	9		6	7	27	
	61	<i>Maldane cristata</i>												1			2	3	
チマキゴカイ科	62	<i>Maldane pigmentata</i>	9		3	5		3								5	43	10	
	63	<i>Owenia fusiformis</i>	4		7			4										4	
ウミイサゴムシ科	64	<i>Lagis bocki naikaiensis</i>	8		1						1								
	65	<i>Cistenides</i> sp.	2		3	2		3			1	1	3		1		7	1	
カザリゴカイ科	66	<i>Amphicteis</i> sp.																	
	67	<i>Asabellides</i> sp.						3							4			1	
フサゴカイ科	68	<i>Melinna</i> sp.			4			12									1		
	69	<i>Nicolea</i> sp.																	
タマシフサゴカイ科	70	<i>Streblosoma</i> sp.									1								
	71	<i>Amaeana</i> sp.																3	
ケヤリムシ科	72	<i>Terebellides horikoshii</i>		1														1	
	73	<i>Chone</i> sp.						1											
	74	<i>Euchoe</i> sp.		1		1					1		1		13	2		4	
	75	<i>Bispira</i> sp.				1													

付表 3-2 多毛類の分類結果(個体/0.1m<sup>2</sup>)

目	科	No.	種名	St. 22	St. 23	St. 26	St. 27	St. 28	St. 29	St. 30	St. 31	St. 34	St. 35	St. 36	St. 37	St. 38	St. 41	St. 42		
遊 在 目	サシバゴカイ科	1	<i>Anaitides</i> sp.												1					
		2	<i>Eteone</i> sp.																	
		3	<i>Eulalia bilineata</i>																	
	チロリ科	4	<i>Glycera alba</i>										2							
		5	<i>Glycera nicobarica</i>	1				1	2				1							
	ニカイチロリ科	6	<i>Glycera onomichiensis</i>																	
		7	<i>Goniada maculata</i>	2	1	1		2	4					3	7	10	5	2	6	
	オトヒメゴカイ科	8	<i>Ophiodromus</i> sp.											1	1					
		9	<i>Litocorsa</i> sp.												1					
	カギゴカイ科	10	<i>Sigambra phuketensis</i>	1		3		2	1			3	1	1	1	4		1		
		11	<i>Langerhansia cornuta</i>	3	1									2		1		2		
	遊 在 目	ゴカイ科	12	<i>Tambalagamia</i> sp.					1											
			13	<i>Platynereis bicanaliculata</i>					1								1			
			14	<i>Neanthes</i> sp.	1		3		1	11		1	1			3				
			15	<i>Nectoneanthes latipoda</i>																
			16	<i>Nereis</i> sp.						7								1		
	シロガネゴカイ科	17	<i>Micronephthys sphaerocirrata orientalis</i>														1			
		18	<i>Nephtys caeca</i>																	
	カギアシゴカイ科	19	<i>Paralacydonia paradoxa</i>											1				2		
	ウロコムシ科	20	<i>Harmothoe imbricata</i>											2		1				
		21	<i>Harmothoe</i> sp.																	
	イソメ科	22	<i>Eunice indica</i>						4						2	17				
		23	<i>Lumbrineris japonica</i>						2						1		3	1	6	
	ギボシイソメ科	24	<i>Lumbrineris latreilli</i>			6			1								10	4	6	
		25	<i>Scoletoma longifolia</i>	5	8		2	16			12	8	11	18						
26		<i>Notocirrus</i> sp.															2	1		
コイソメ科	27	<i>Schistomeringos rudolphi</i>															2			
ホコサキゴカイ科	28	<i>Haploscoloplos elongatus</i>					1								1			6		
	29	<i>Phylo</i> sp.																		
ヒメエラゴカイ科	30	<i>Aricidea (Allia) elongata</i>										1			1					
	31	<i>Aricidea (Allia) sp.</i>	1		1		1							1	1					
	32	<i>Paradoneis</i> sp.						5								3		1		
トクリゴカイ科	33	<i>Poecilochaetus trilobatus</i>			1									2	4	1	1	1		
	34	<i>Polydora</i> sp.								1						3				
ス ビ オ 科	35	<i>Pseudopolydora</i> sp.	1				1		1	1	1			2	1		2			
	36	<i>Aonides oxycephala</i>										1								
	37	<i>Prionospio (Aquilaspio) sexoculata</i>	1												1					
	38	<i>Prionospio (Prionospio) ehlersi</i>																1		
	39	<i>Prionospio (Prionospio) membranacea</i>													1			1		
	40	<i>Paraprionospio</i> sp. Type CI					4		2		1	2	2		1					
	41	<i>Laonice cirrata</i>						2					1			1				
	42	<i>Spiophanes kroeyeri</i>			1										1			2		
	43	<i>Spiophanes japonicum</i>																		
	44	<i>Scolelepis</i> sp.																		
ツバサゴカイ科	45	<i>Spiochaetopterus</i> sp.		1						1	3	1				1				
モロテゴカイ科	46	<i>Magelona japonica</i>	8	2	4		1		1	2			4	1	1	1				
ミズヒキゴカイ科	47	<i>Chaetozone</i> sp.								1				3			1			
	48	<i>Tharyx</i> sp.							1					5		1	2	1		
ヒトエラゴカイ科	49	<i>Cossura</i> sp.														1				
ハボウキゴカイ科	50	<i>Diplocirrus</i> sp.						1						1						
	51	<i>Piromis</i> sp.																		
オフェリアゴカイ科	52	<i>Armandia</i> sp.													1					
トノサマゴカイ科	53	<i>Scalibregma inflatum</i>											2	4		13		1		
イトゴカイ科	54	<i>Mediomastus</i> sp.	1													1				
	55	<i>Notomastus</i> sp.	3	2		1	10	3	3	12	2	5	3		4	5	2			
	56	<i>Leiochrides</i> sp.			4								5	8		10		5		
	57	<i>Dasybranchus</i> sp.																		
タケフシゴカイ科	58	<i>Nicomache</i> sp.											1	1						
	59	<i>Praxillella pacifica</i>	4											2	3					
	60	<i>Praxillella</i> sp.	1		2		2		1							7	3	2		
	61	<i>Maldane cristata</i>	3								1									
チマキゴカイ科	62	<i>Maldane pigmentata</i>	8								1		1	2						
	63	<i>Owenia fusiformis</i>														1				
ウミイサゴムシ科	64	<i>Lagis bocki naikaiensis</i>	1					3	1				3	8	10					
	65	<i>Cistenides</i> sp.	3																	
カザリゴカイ科	66	<i>Amphiteis</i> sp.												1						
	67	<i>Asabellides</i> sp.						1								1		1		
フサゴカイ科	68	<i>Melinna</i> sp.																		
	69	<i>Nicolea</i> sp.														4	1	1		
	70	<i>Streblosoma</i> sp.																		
タマグシフサゴカイ科	71	<i>Amaeana</i> sp.			1			3					1	2						
	72	<i>Terebellides horikoshii</i>	2				1	1					3			3				
ケヤリムシ科	73	<i>Chone</i> sp.																		
	74	<i>Euchone</i> sp.	2					1			2				9	2				
	75	<i>Bispira</i> sp.																		

付表4 甲殻類等の分類結果(個体/0.1m<sup>2</sup>)

綱・目	No.	種名	St. 1	St. 2	St. 4	St. 5	St. 6	St. 7	St. 10	St. 11	St. 12	St. 13	St. 14	St. 15	St. 17	St. 18	St. 19	St. 20	
軟甲綱	口脚目	1	<i>Oratosquilla oratoria</i>																
	アミ目	2	Mysidae sp.																
	端脚目	3	<i>Byblis japonicus</i>			1			1									1	1
		4	<i>Ampelisca cyclops</i>																
		5	<i>Ampelisca brevicornis</i>									3		24	1		62		
		6	<i>Ampelisca bocki</i>																2
		7	<i>Ampelisca miharaensis</i>	1															
		8	<i>Ampelisca naikaiensis</i>																
		9	<i>Aoroides</i> sp.							1					1				
		10	<i>Corophium kitamorii</i>	1															
		11	Lysianassidae sp.	1									1		31			4	
		12	<i>Maera</i> sp.				1												
		13	<i>Melita</i> sp.																
		14	<i>Nippopisella nagatai</i>	2														8	2
		15	<i>Synchelidium</i> sp.				1			2			1		3			5	
		16	<i>Urothoe</i> sp.				1						3		3			1	
		17	<i>Caprella</i> sp.																
		18	<i>Gnathia</i> sp.	4															
		19	<i>Cirolana</i> sp.																
	20	<i>Bodotria</i> sp.												2					
	21	<i>Dimorphostylis</i> sp.	1																
	十脚目	22	<i>Leptocheila (Leptocheila) sydniensis</i>																
		23	<i>Alpheus japonicus</i>																
		24	<i>Athanas</i> sp.																
		25	<i>Heptacarpus</i> sp.																
		26	<i>Spirontocaris pectinifera</i>																
		27	Callianassidae sp.																
		28	<i>Pinnixa</i> sp.														1		
		29	<i>Asthenognathus inaequipes</i>																
		30	<i>Zeuxo</i> sp.							1									
	31	<i>Leptocheila</i> sp.										1		2					
	32	<i>Nebalia japonensis</i>																	
貝形綱	33	Cypridinidae sp.																	
	34	Philomedidae sp.	17			1						26	33	3		19			
	35	Myodocopida	3										1						
ウミグモ綱	36	<i>Nymphon striatum</i>						1											

綱・目	No.	種名	St. 22	St. 23	St. 26	St. 27	St. 28	St. 29	St. 30	St. 31	St. 34	St. 35	St. 36	St. 37	St. 38	St. 41	St. 42	
軟甲綱	口脚目	1	<i>Oratosquilla oratoria</i>													1		
	アミ目	2	Mysidae sp.	1										2				
	端脚目	3	<i>Byblis japonicus</i>						4									
		4	<i>Ampelisca cyclops</i>												3			
		5	<i>Ampelisca brevicornis</i>											1	2			
		6	<i>Ampelisca bocki</i>	1											2		1	
		7	<i>Ampelisca miharaensis</i>															1
		8	<i>Ampelisca naikaiensis</i>												1			
		9	<i>Aoroides</i> sp.						3									
		10	<i>Corophium kitamorii</i>															1
		11	Lysianassidae sp.	1											4	1	1	14
		12	<i>Maera</i> sp.	2					1									
		13	<i>Melita</i> sp.											1				
		14	<i>Nippopisella nagatai</i>	8								1					2	
		15	<i>Synchelidium</i> sp.			1										3		1
		16	<i>Urothoe</i> sp.												1	1		
		17	<i>Caprella</i> sp.							1						5		
		18	<i>Gnathia</i> sp.													2		1
		19	<i>Cirolana</i> sp.														1	2
	20	<i>Bodotria</i> sp.																
	21	<i>Dimorphostylis</i> sp.																
	十脚目	22	<i>Leptocheila (Leptocheila) sydniensis</i>													1		
		23	<i>Alpheus japonicus</i>										1					
		24	<i>Athanas</i> sp.							1								
		25	<i>Heptacarpus</i> sp.						1									
		26	<i>Spirontocaris pectinifera</i>											1				
		27	Callianassidae sp.													1		2
		28	<i>Pinnixa</i> sp.															
		29	<i>Asthenognathus inaequipes</i>				1											
		30	<i>Zeuxo</i> sp.													4		
	31	<i>Leptocheila</i> sp.													1		1	
	32	<i>Nebalia japonensis</i>												1				
貝形綱	33	Cypridinidae sp.						4										
	34	Philomedidae sp.													8			
	35	Myodocopida													3			
ウミグモ綱	36	<i>Nymphon striatum</i>																



付表5 軟体動物の分類結果(個体/0.1m<sup>2</sup>)

網	No.	種名	St. 1	St. 2	St. 4	St. 5	St. 6	St. 7	St. 10	St. 11	St. 12	St. 13	St. 14	St. 15	St. 17	St. 18	St. 19	St. 20
腹足網	1	スゲガサガイ						5										
	2	コウダカスカシガイ						1										
	3	ヒナシタダミ													3			
	4	エゾサンショウガイ				1		1										
	5	ネジヌキガイ				1												
	6	ツノオリエレガイ							1									
	7	ヒメエゾボラ			1													
	8	ツマベニクダタマガイ																
	9	キセワタガイ	1		1							1			1			
堀足網	10	ゾウゲツノガイ科の一種																
二枚貝網	11	キヌタレガイ						1										
	12	キララガイ			1			2										
	13	コグルミガイ									3							
	14	ケントリガイ	4			1					13	1	5		6	4	2	
	15	ハナシガイ				1						1					3	1
	16	ツキガイモドキ															2	1
	17	ウメノハナガイ	2		3			2							4			
	18	チヂミウメノハナガイ			7			2							3			
	19	マルヘノジガイ													8		3	
	20	チリハギガイ科の一種																
	21	トリガイ																
	22	トリガイ属の一種									1							
	23	マルスダレガイ科の一種													1			
	24	チヨノハナガイ												1		2		
	25	シズクガイ							1					1				
	26	ヒノデアシガイ																
	27	コメザクラガイ										1						
	28	ウズザクラガイ	11			1		2									6	2
	29	サクラガイ	1									49		41		3		
	30	キヌマトイガイ																
多板網	31	<i>Lepidopleurus</i> sp.			51	2		39							15			
	32	<i>Lepidozona</i> sp.			7										17			

網	No.	種名	St. 22	St. 23	St. 26	St. 27	St. 28	St. 29	St. 30	St. 31	St. 34	St. 35	St. 36	St. 37	St. 38	St. 41	St. 42
腹足網	1	スゲガサガイ															
	2	コウダカスカシガイ															
	3	ヒナシタダミ															
	4	エゾサンショウガイ															
	5	ネジヌキガイ															
	6	ツノオリエレガイ															
	7	ヒメエゾボラ															
	8	ツマベニクダタマガイ															1
	9	キセワタガイ															
堀足網	10	ゾウゲツノガイ科の一種	1											1		2	
二枚貝網	11	キヌタレガイ															
	12	キララガイ															
	13	コグルミガイ															
	14	ケントリガイ															
	15	ハナシガイ	1									3	8				
	16	ツキガイモドキ									1						
	17	ウメノハナガイ													2		
	18	チヂミウメノハナガイ													1		
	19	マルヘノジガイ															
	20	チリハギガイ科の一種															
	21	トリガイ													1		
	22	トリガイ属の一種												1			
	23	マルスダレガイ科の一種															
	24	チヨノハナガイ															
	25	シズクガイ							2								
	26	ヒノデアシガイ															1
	27	コメザクラガイ															
	28	ウズザクラガイ			2			1						14			
	29	サクラガイ													1		
	30	キヌマトイガイ											24				
多板網	31	<i>Lepidopleurus</i> sp.						4				2					
	32	<i>Lepidozona</i> sp.															

付表6 棘皮動物等その他の分類結果(個体/0.1m<sup>2</sup>)

門・綱	No.	種名	St. 1	St. 2	St. 4	St. 5	St. 6	St. 7	St. 10	St. 11	St. 12	St. 13	St. 14	St. 15	St. 17	St. 18	St. 19	St. 20		
棘皮動物	ヒトデ綱	1	モミジガイ																	
		2	<i>Ophiopholis</i> sp.						5											
	クモヒトデ綱	3	ホソメガネクモヒトデ													7				
		4	<i>Amphipholis</i> sp.			2			2						1					
		5	カキクモヒトデ	2		34	8		19			17		18				13	22	3
		6	スナクモヒトデ科の一種						1						2					
		7	クシノハクモヒトデ						2			1		2						
	ウニ綱	8	オカメブンブク	1										1		2	1	3	1	1
		9	イシコ			1														
	ナマコ綱	10	グミモドキ科の一種						1											2
		11	ホソイカリナマコ			3	1		2											
腕足動物	12	シャミセンガイ属の一種	2		1			3			1		1						3	
刺胞動物	13	ムシモドキギンチャク科の一種	3												1					
	14	イソギンチャク目		1								4							2	
紐形動物	15	リネウス科の一種		1																
	16	紐形動物門	2	1	1	1	1	3			1		2	1	4					
扁形動物	17	多岐腸目										1								
星口動物	18	サメハダホシムシ科の一種			1			1											1	
	19	タテホシムシ属の一種																		
半索動物	20	ハネナシギボシムシ属の一種							1			1								
脊索動物	21	フクロボヤ科の一種										1								

門・綱	No.	種名	St. 22	St. 23	St. 26	St. 27	St. 28	St. 29	St. 30	St. 31	St. 34	St. 35	St. 36	St. 37	St. 38	St. 41	St. 42		
棘皮動物	ヒトデ綱	1	モミジガイ												1				
		2	<i>Ophiopholis</i> sp.																
	クモヒトデ綱	3	ホソメガネクモヒトデ																
		4	<i>Amphipholis</i> sp.																
		5	カキクモヒトデ	2										2	1				
		6	スナクモヒトデ科の一種													1			
		7	クシノハクモヒトデ																
ウニ綱	8	オカメブンブク											1						
	9	イシコ																	
ナマコ綱	10	グミモドキ科の一種													1				
	11	ホソイカリナマコ														1			
腕足動物	12	シャミセンガイ属の一種													14				
刺胞動物	13	ムシモドキギンチャク科の一種								1		1	1					1	
	14	イソギンチャク目		1	1											1		2	
紐形動物	15	リネウス科の一種											1		1				
	16	紐形動物門	1	2			12	2		3		2			2			2	
扁形動物	17	多岐腸目					1												
星口動物	18	サメハダホシムシ科の一種																	
	19	タテホシムシ属の一種													2				
半索動物	20	ハネナシギボシムシ属の一種																	
脊索動物	21	フクロボヤ科の一種						1		1		5							