

令和 5 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－

高坂祐樹・扇田いずみ

目 的

陸奥湾は、ホタテガイ養殖業を中心とした漁場利用が高度に進んでいるとともに、閉鎖性が強く海水交換が行われにくい海域であるために、漁場環境保全をはかり、またホタテガイの成育環境を維持するためにも、長期的に監視することが必要とされている。本調査は陸奥湾の漁場環境保全の基礎データを収集することを目的に 1979 年(昭和 54 年)から 4 年毎に実施しているものであり、今回の 2023 年調査は 12 回目になる。

本報告書では、12 回目の調査結果からみた陸奥湾の漁場環境の現況と、調査開始からの傾向について、湾全体並びに調査地点毎に検討した結果をとりまとめた。

材料と方法

1. 水質調査

(1) 調査期間 2023 年 9 月 4、6 日

(2) 調査地点 図 1-1 に示した 20 地点

(3) 調査項目及び方法

0m 層は表面採水器を、その他の層はニスキン採水器を用いて採水した。

- ① 水色：フォーレル水色計 ・透明度：30cm セッキ板
- ② 水温：0m 層は棒状水銀水温計、その他はメモリーCTD (RINKO-Profiler)
- ③ 塩分：0m 層は塩分計 (オートサル MODEL8400B)、その他はメモリーCTD (RINKO-Profiler) の値を塩分計で補正
- ④ DO (溶存酸素量)：メモリーCTD (RINKO-Profiler)
- ⑤ 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
- ⑥ 栄養塩：栄養塩自動分析装置 (BLTEC・QuAAtroHR-2)

2. 底質調査

(1) 調査期間 2023 年 9 月 12、13、15、19、26 日

(2) 調査地点 図 1-2 に示した 42 地点

(3) 試料の採取方法及び分析項目、分析法

スミス・マッキンタイヤー採泥器 (0.05 m²) で採泥し 2cm 以内の厚さで採取・氷冷後、分析に供した。また、別途底生生物 (マクロベントス) 用に 1 回採泥し、これを海水に浸しながら 1mm 目の篩にかけ、残った試料をホルマリン固定後、分析 (分類・同定：株式会社日本海洋生物研究所に委託) に供した。

- ① MC (含泥率)：湿式篩分法
- ② IL (強熱減量)：110℃で 24 時間乾燥後、650℃で 2 時間強熱

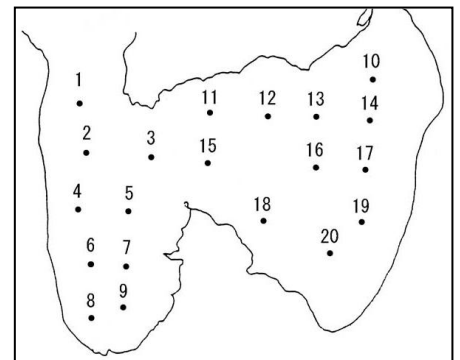


図 1-1. 水質調査地点

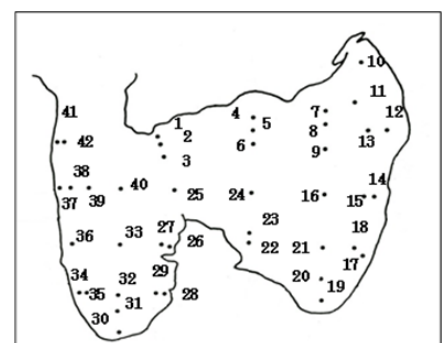


図 1-2. 底質調査地点

- ③ 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
- ④ フェオフィチン：乾燥試料 0.5g をアセトン 10ml で 20 時間抽出、遠心分離（2000rpm、15min）後、蛍光光度法
- ⑤ TS（全硫化物）：検知管法

結 果

1. 水質調査

調査結果を付表 1 に、D0、COD、栄養塩の観測層別経年変化を図 1-3～1-10 に、調査地点別の底層の経年変化を図 1-11 に示した。

(1) 水色

全て 3 であった。

(2) 透明度

19～24m であった。

(3) 水温、塩分

水温は 0m 層が 26.4～27.5℃、20m 層が 23.90～26.30℃、底層が 16.89～24.74℃であった。塩分は 0m 層が 32.782～33.482、20m 層が 32.899～33.675、底層が 33.140～34.093 であった。

(4) D0(溶存酸素量)

20m 層が 6.99～7.22mg/L(飽和度 102.6～106.6%)であった。底層が 4.11～7.47mg/L(飽和度 54.7～104.4%)で、St. 20 のみ水産用水基準（内湾漁場の夏季底層において最低限維持しなければならない溶存酸素量 4.3mg/L 以上）を若干下回っていた。

(5) COD(化学的酸素要求量)

0m 層が 0.02～0.95mg/L、20m 層が 0.02～1.14mg/L、底層が 0.00～1.01mg/L であった。底層では St. 1、9、13、19 で過去最高値を示したが、それらを含めた全点全層において水産用水基準（閉鎖性内湾の沿岸域では 2.0mg/L 以下）内であった。

(6) NO₃-N(硝酸態窒素)

0m 層が 0.00～0.07 μ mol/L、20m 層が 0.00 μ mol/L、底層が 0.00～3.09 μ mol/L であった。

(7) NO₂-N(亜硝酸態窒素)

0m 層が 0.00～0.04 μ mol/L、20m 層が 0.00～0.04 μ mol/L、底層が 0.01～2.62 μ mol/L であった。

(8) NH₄-N(アンモニア態窒素)

0m 層が 0.00～2.01 μ mol/L、20m 層が 0.00～1.61 μ mol/L、底層が 0.00～6.57 μ mol/L であった。

(9) DIN(溶存態無機窒素、NO₃-N + NO₂-N + NH₄-N)

0m 層が 0.01～2.02 μ mol/L、20m 層が 0.01～1.61 μ mol/L、底層が 0.01～9.64 μ mol/L であった。

(10) PO₄-P(リン酸態リン)

0m 層が 0.00～0.05 μ mol/L、20m 層が 0.00～0.03 μ mol/L、底層が 0.01～1.32 μ mol/L であった。

(11) SiO₂-Si(ケイ酸態ケイ素)

0m 層が 1.56～4.82 μ mol/L、20m 層が 1.58～3.52 μ mol/L、底層が 2.91～30.53 μ mol/L であった。

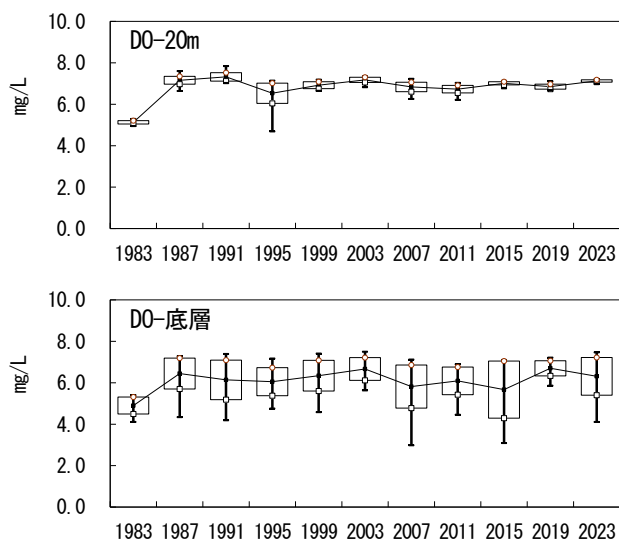


図 1-3. DO の経年変化

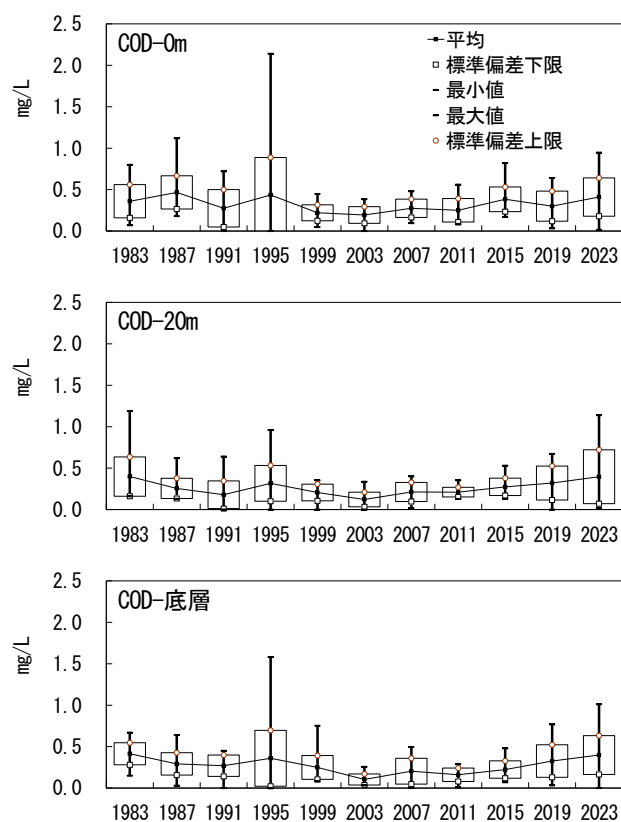


図 1-4. COD の経年変化

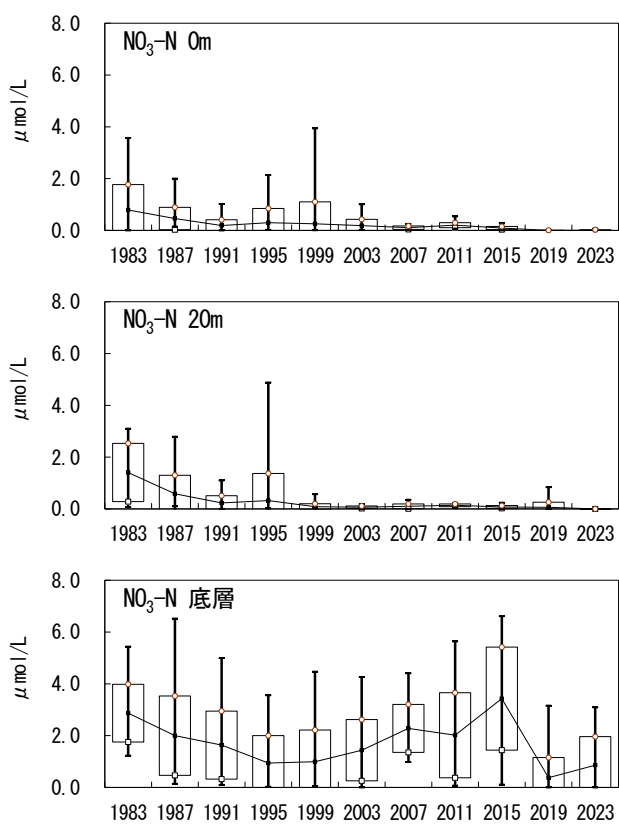


図 1-5. NO₃-N の経年変化

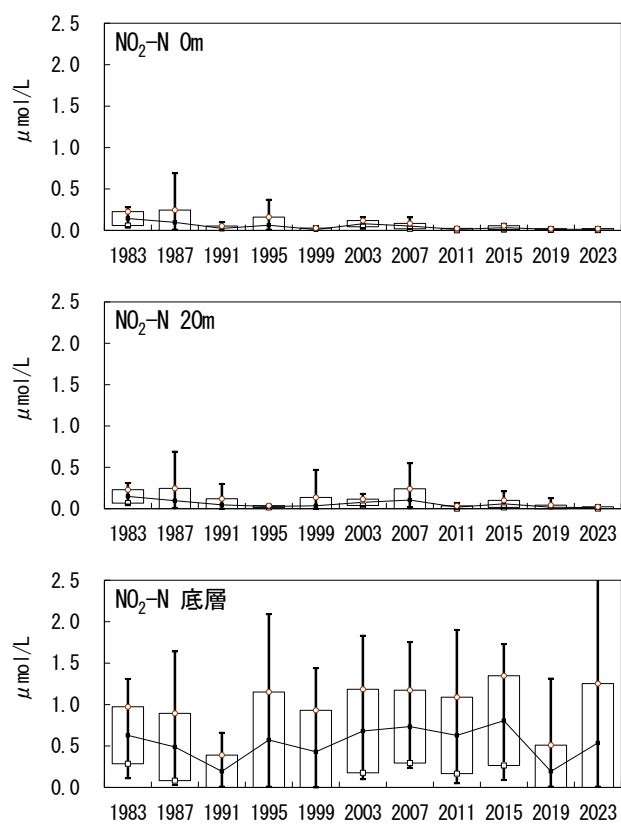


図 1-6. NO₂-N の経年変化

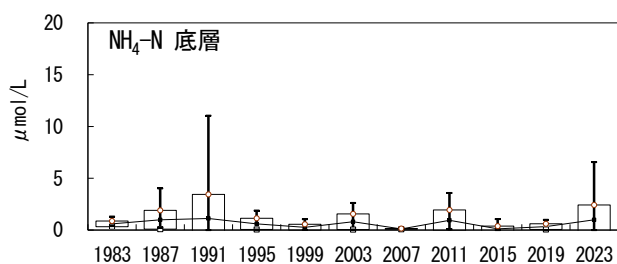
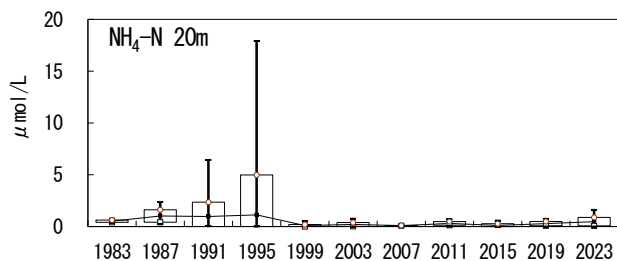
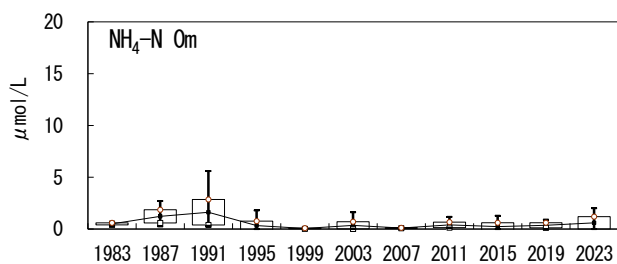


図 1-7. $\text{NH}_4\text{-N}$ の経年変化

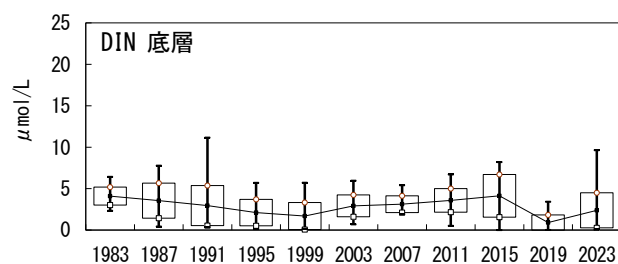
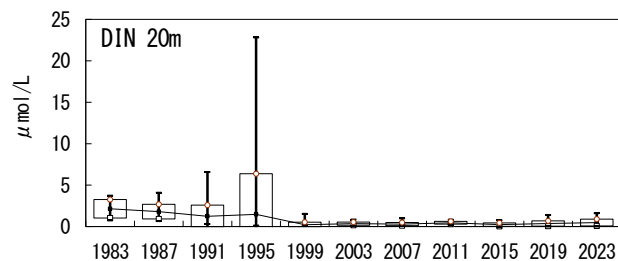
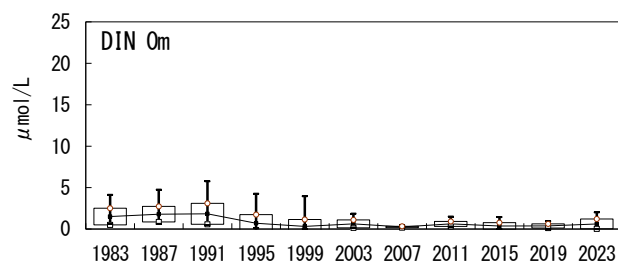


図 1-8. DIN の経年変化

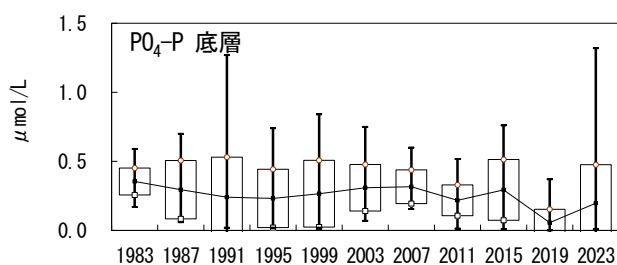
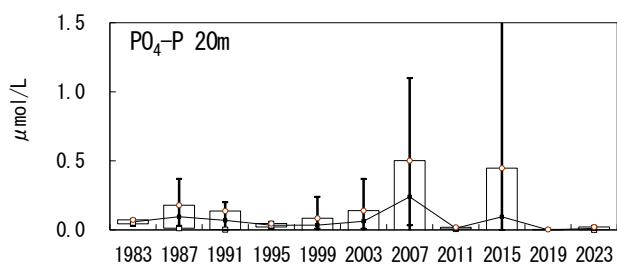
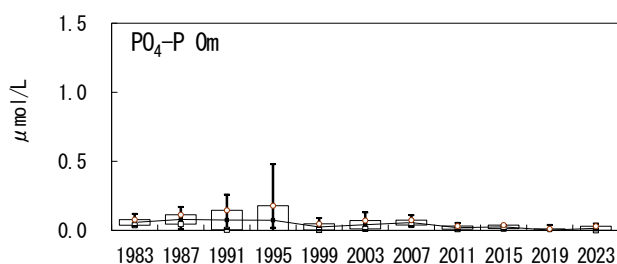


図 1-9. $\text{PO}_4\text{-P}$ の経年変化

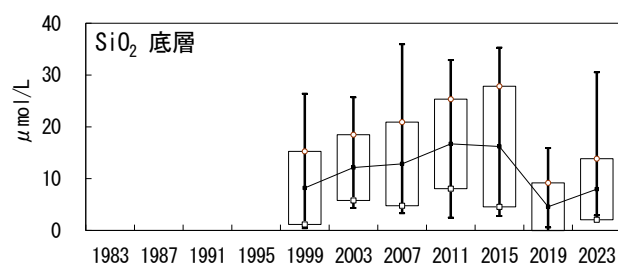
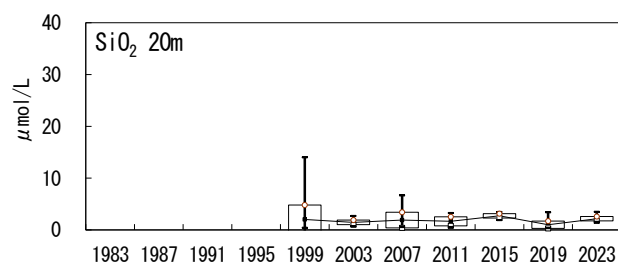
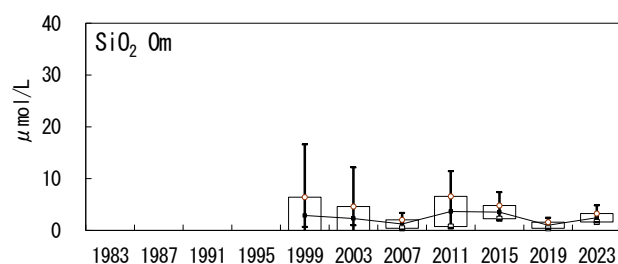


図 1-10. SiO_2 の経年変化

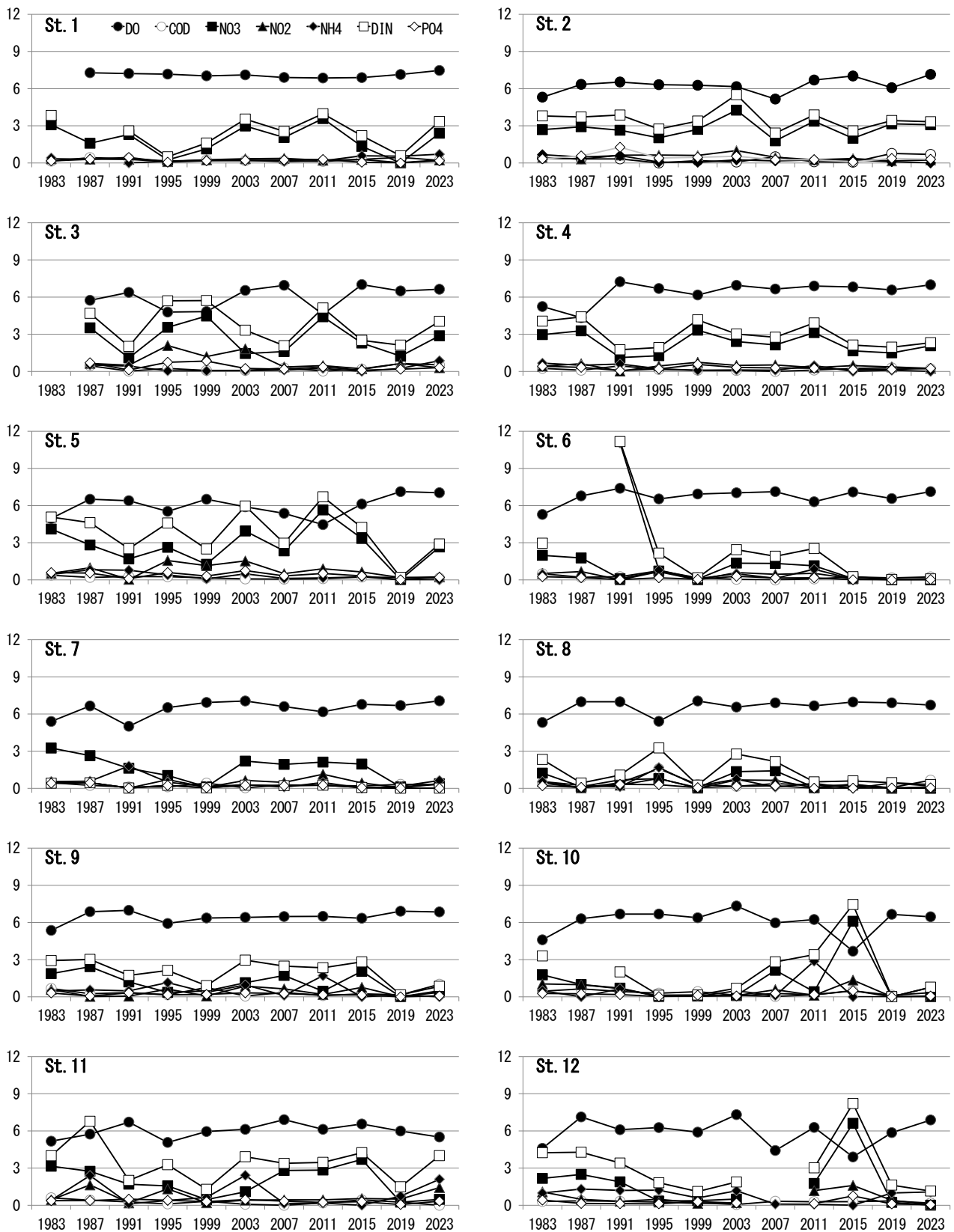


図 1-11a. 調査地点別の底層の水質の経年変化
(COD、DO、 NO_3 -N、 NO_2 -N、 NH_4 -N、DIN、 PO_4 -P)

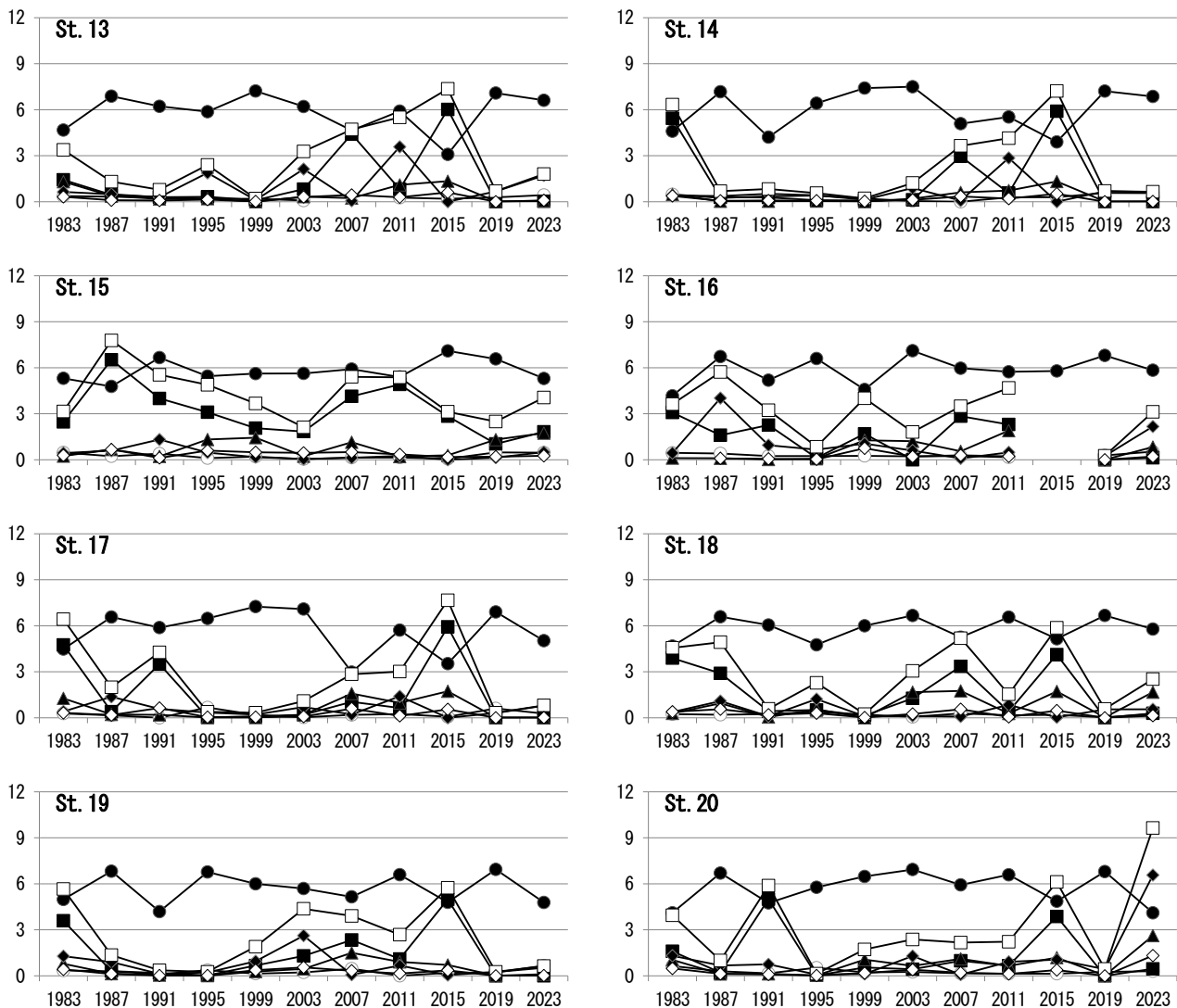


図 1-11b. 調査地点別の底層の水質の経年変化
(COD、DO、NO₃-N、NO₂-N、NH₄-N、DIN、PO₄-P)

2. 底質調査

調査結果を付表 2 に、項目別の経年変化を図 2-1 に、調査地点別の経年変化を図 2-2 に示した。

(1) MC (含泥率: 粒度組成から粒径 63 μ m 以下の泥の割合を求めたもの)

4.67~77.45%で、平均は 34.79%であった。主に湾中央部で標準偏差上限値を超える高い値を示した。

(2) IL(強熱減量)

1.74~10.29%で、平均は 5.96%であった。10%以上を超えたのは東湾中央部の St. 9 のみであった。

(3) TS(全硫化物)

0.00~0.33mg/g で、平均は 0.06mg/g であった。北東部 St. 9、10、34 で水産用水基準 (0.2mg/g 乾泥以下) を超えていた。

(4) COD(化学的酸素要求量)

0.77~45.45mg/g で、平均は 16.02 mg/g であった。主に湾の北東~中央~南西にかけて水産用水基準 (20mg/g 乾泥以下) を超える高い値が見られた。

(5) フェオフィチン

1.68~18.88 μ g/g で、平均は 8.10 μ g/g であった。夏泊半島から湾西部の St. 2、25、27、33、40 と、

湾東部の St. 9、15、16 で標準偏差上限値を超える高い値を示した。

(6) 底生生物（マクロベントス）

分類結果を付表 3-1、3-2 に、調査地点別動物群別個体数の経年変化を図 2-3 に示した。

① 分布

0.05m² 当たりの最大が 75 個体、最小値が 0 個体、平均が 20 個体であった。50 個体以上の調査地点が西湾 St. 5、12、13、8、17、36 の 6 地点、5 個以下の調査地点が St. 6、9～11、15、16、21、23～28、33、39、40 の 16 地点であった。

② 優占種

多毛類が 521 個体、甲殻類が 119 個体、軟体類が 63 個体、棘皮類が 63 個体、その他が 67 個体であった。編組比率がそれぞれ 62.5%、14.3%、7.6%、7.6%、8.0% であった。

種別の出現個体数でみると、上位 3 種はすべて多毛類であり、多い順に *Glycinde* sp. が 53 個体/0.05m²、カタマガリギボシイソメが 46 個体/0.05m²、タケフシゴカイ科が 41 個体/0.05m² であった。

③ 底質汚染指標種

汚染指標種とされるヨツバネスピオ A 型、B 型 (*Paraprionospio* sp. typeA, B)、チヨノハナガイ、シズクガイの 4 種のうち、チヨノハナガイが St. 3 と 12 で各 1 個体、St. 13 で 3 個体採集された。

④ 合成指標

4 種類の合成指標の分布を図 2-5 に、調査地点別の 4 種類の合成指標の経年変化を図 2-4 に示した。

4 種類の合成指標とも汚染されたと判断される 0 以上の点は湾東部中央の St. 9 と、湾南西部の St. 34 の 2 地点であった。

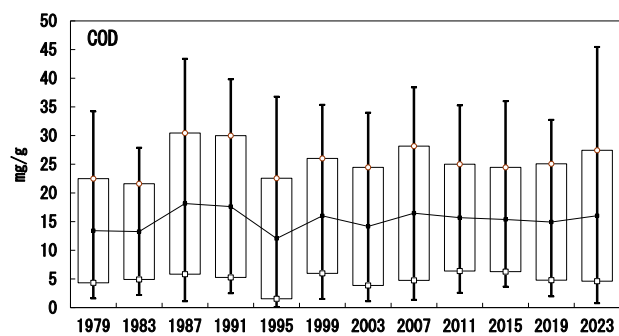
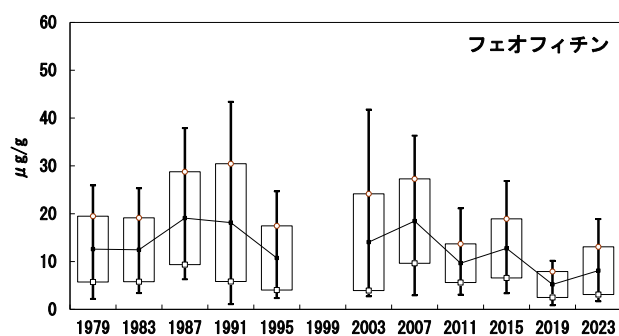
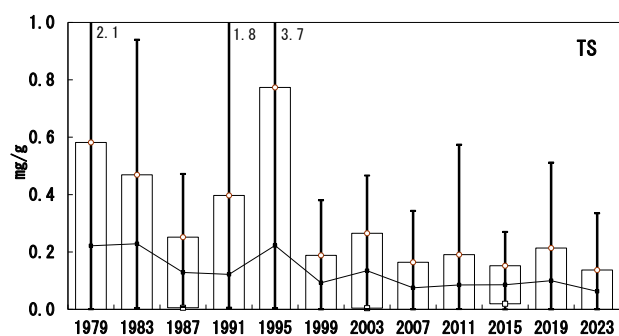
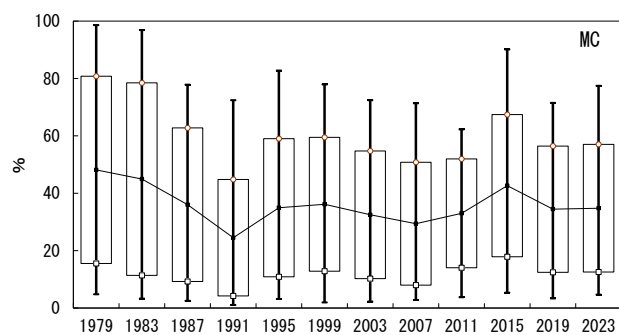
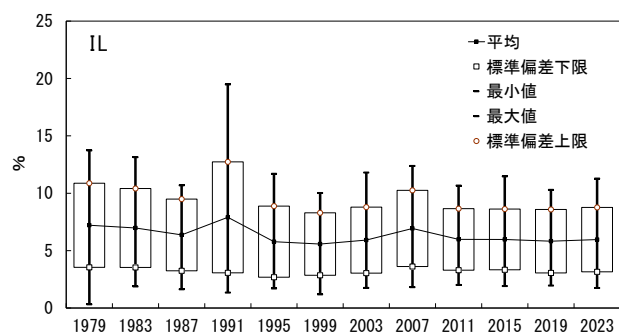


図 2-1. 項目別の底質の経年変化

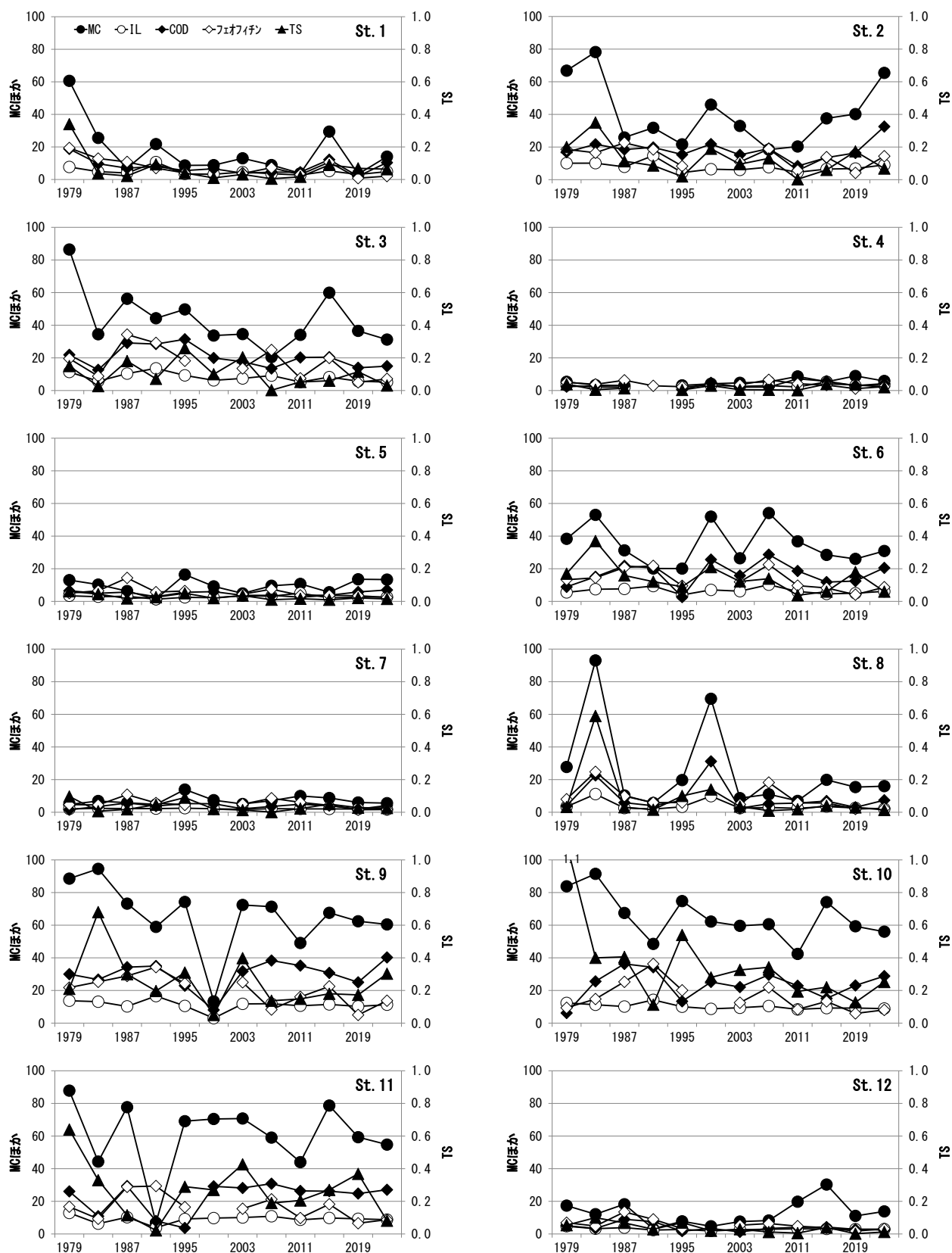


図 2-2a. 調査地点別の底質の経年変化

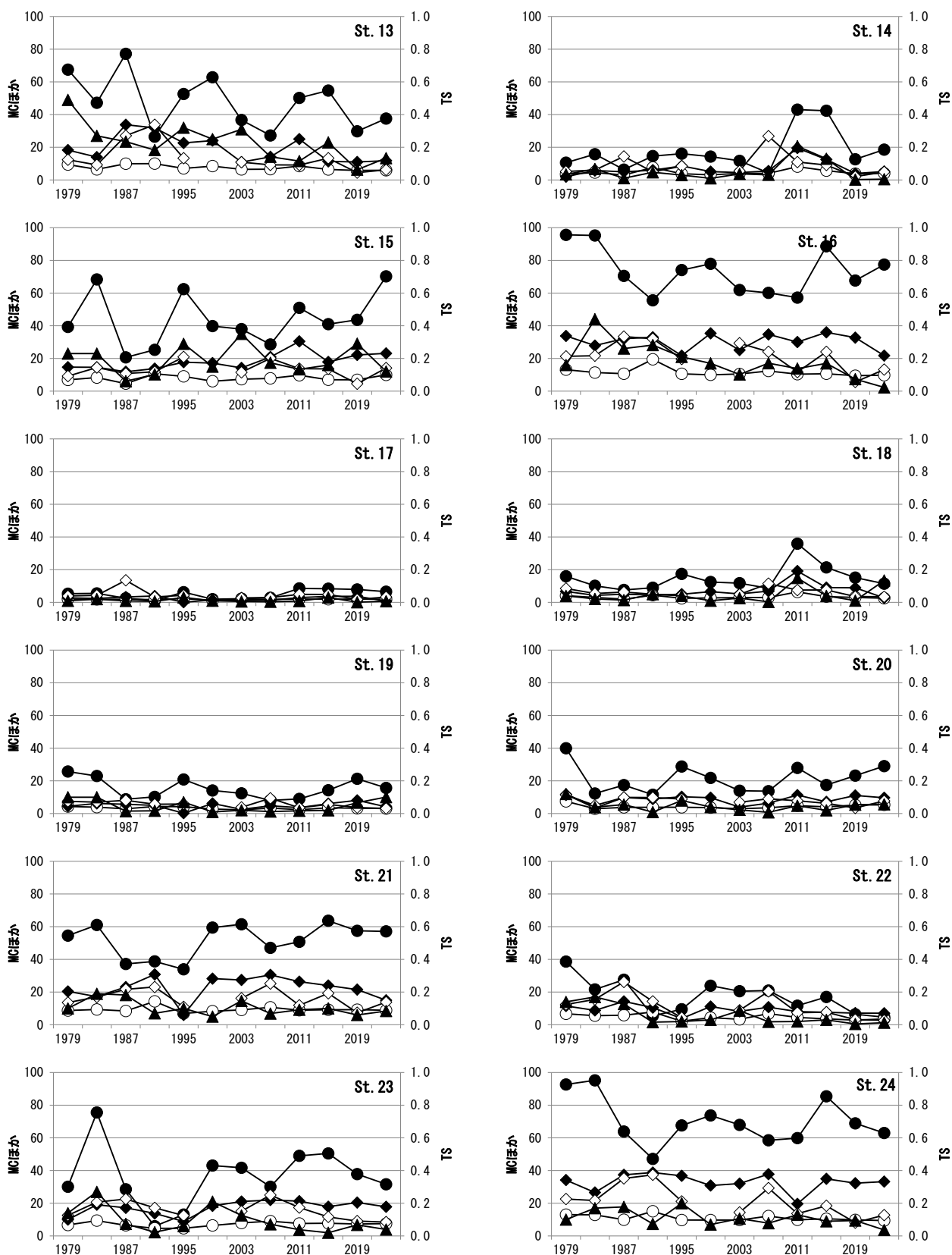


図 2-2b. 調査地点別の底質の経年変化

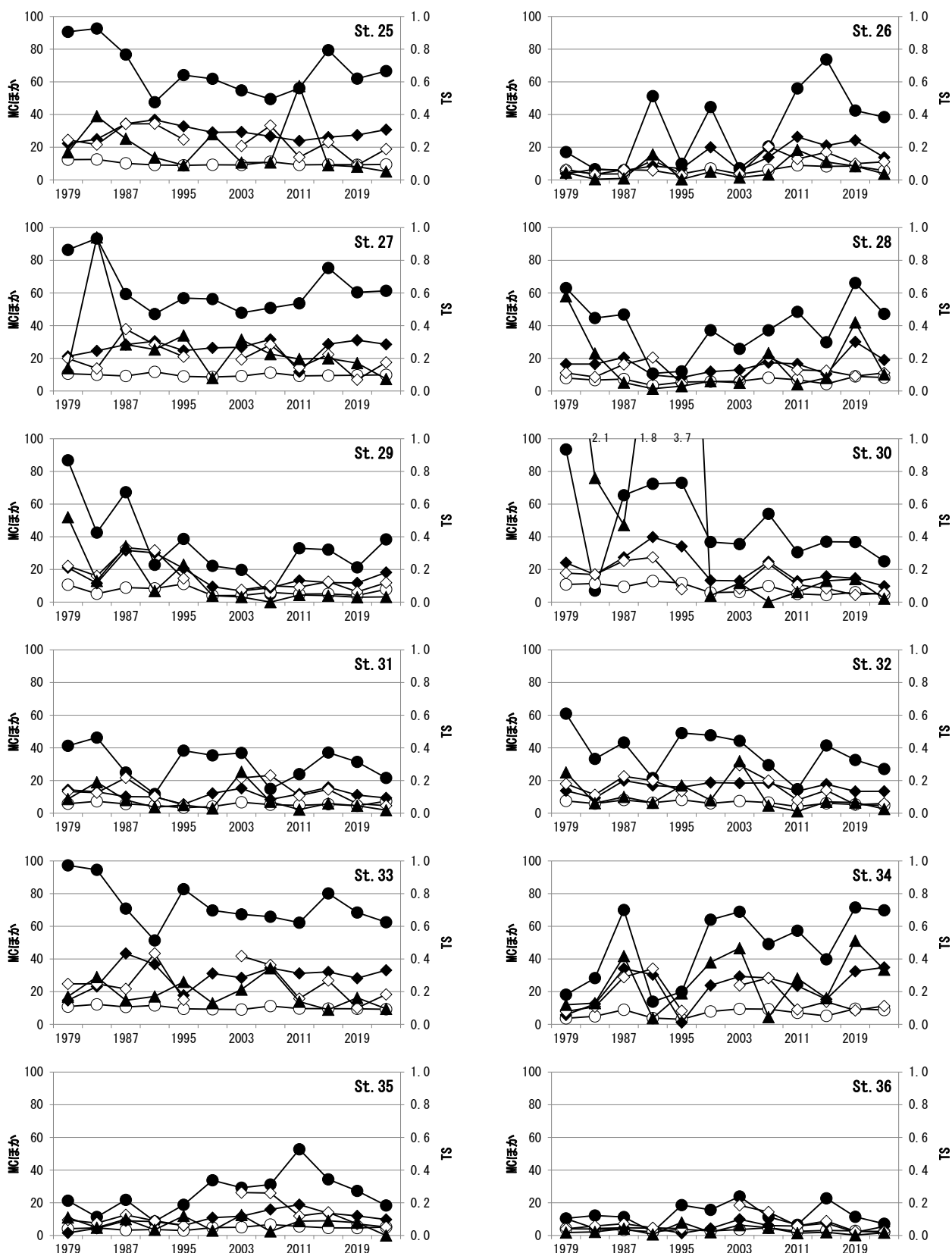


図 2-2c. 調査地点別の底質の経年変化

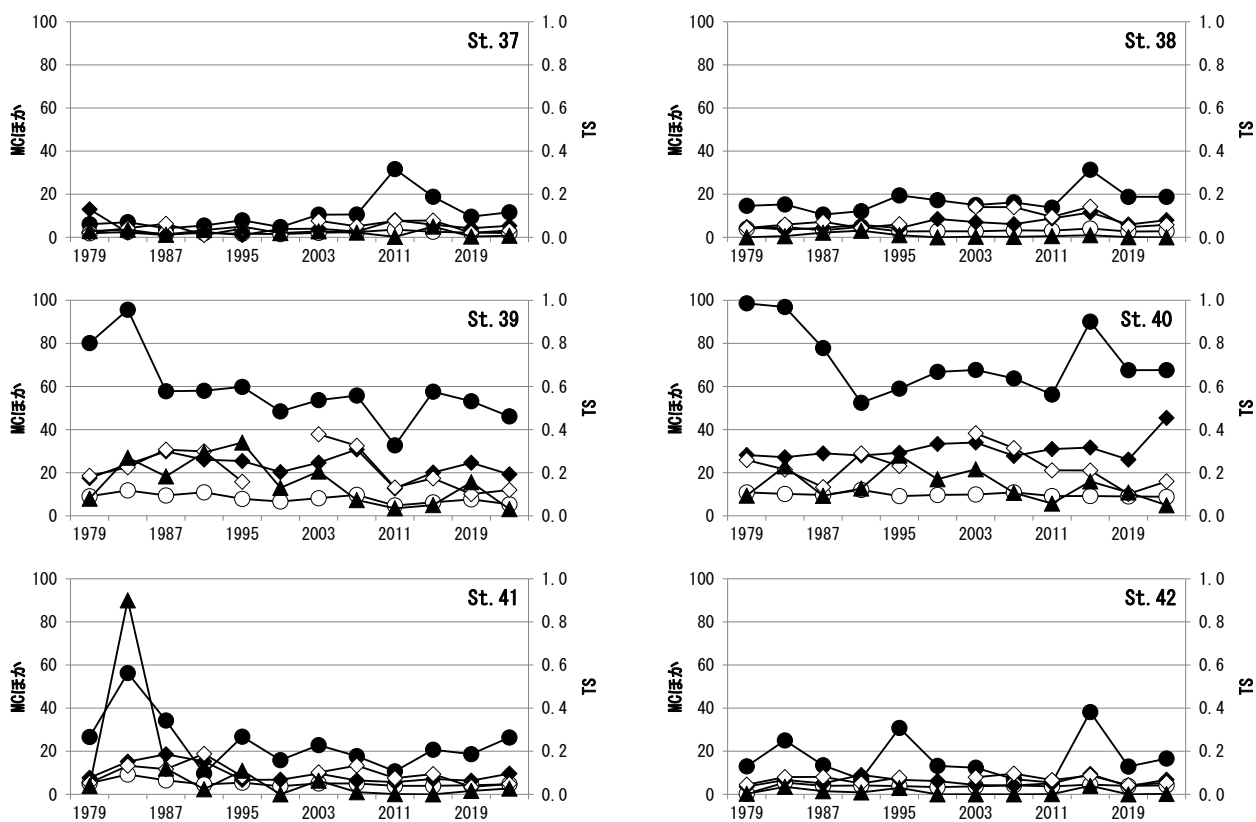


図 2-2d. 調査地点別の底質の経年変化

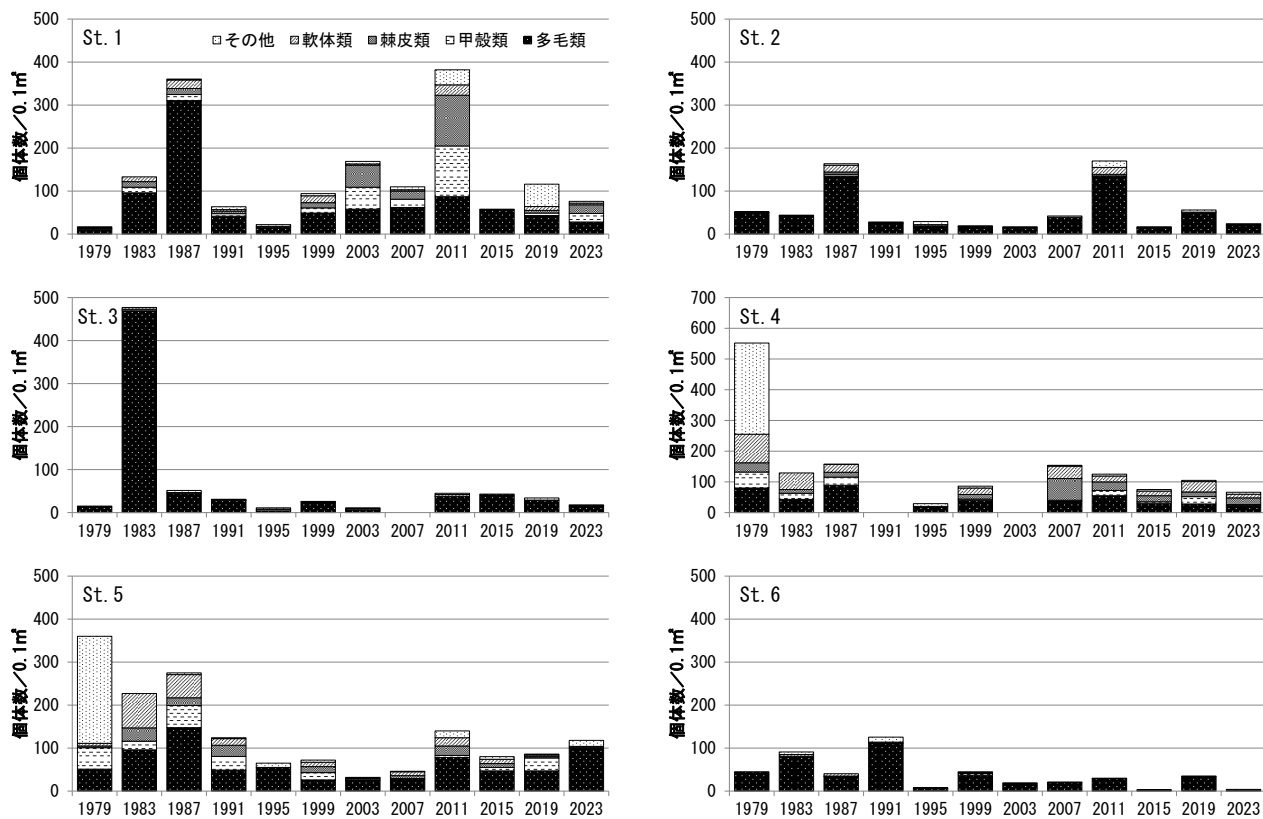


図 2-3a. 調査地点別動物群別個体数の経年変化

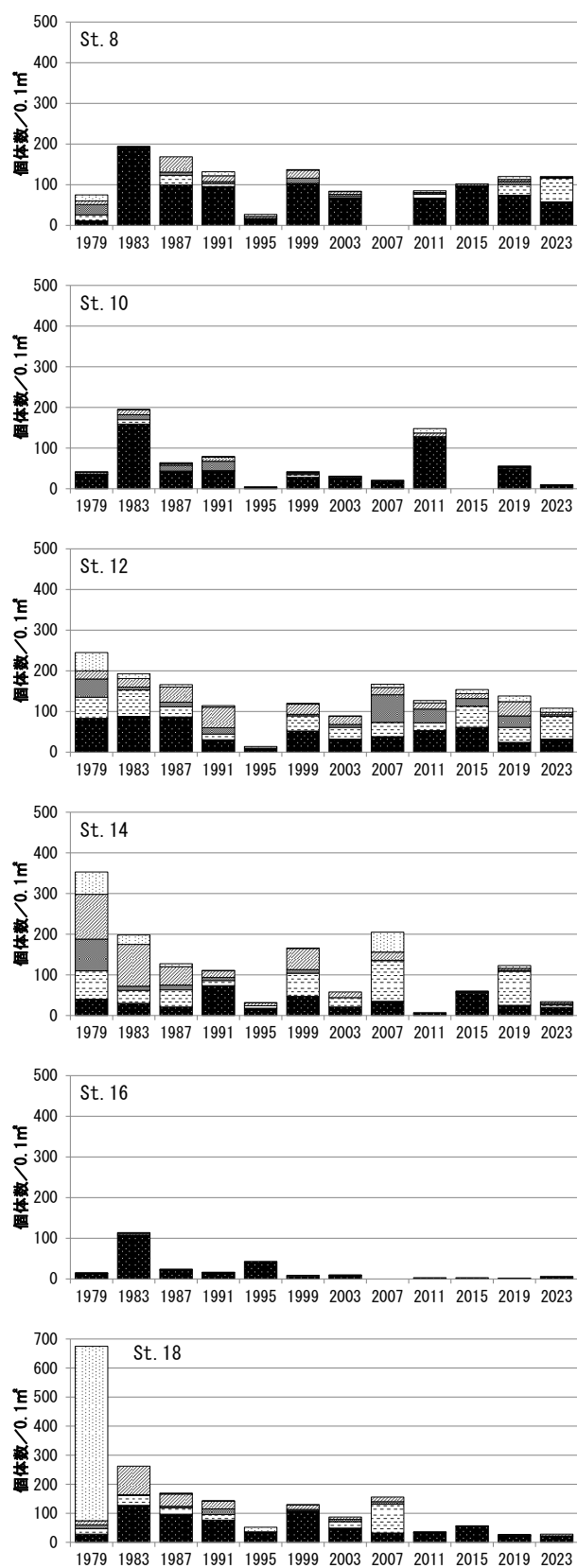
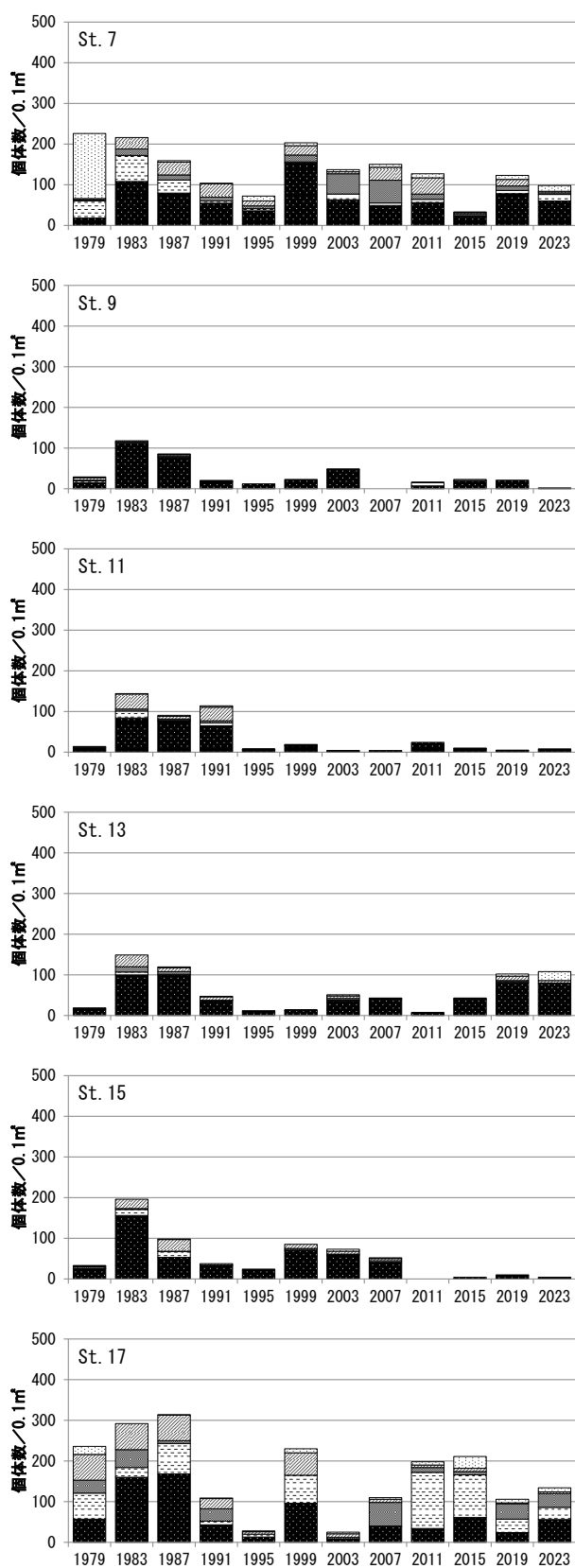


図 2-3b. 調査地点別動物群別個体数の経年変化

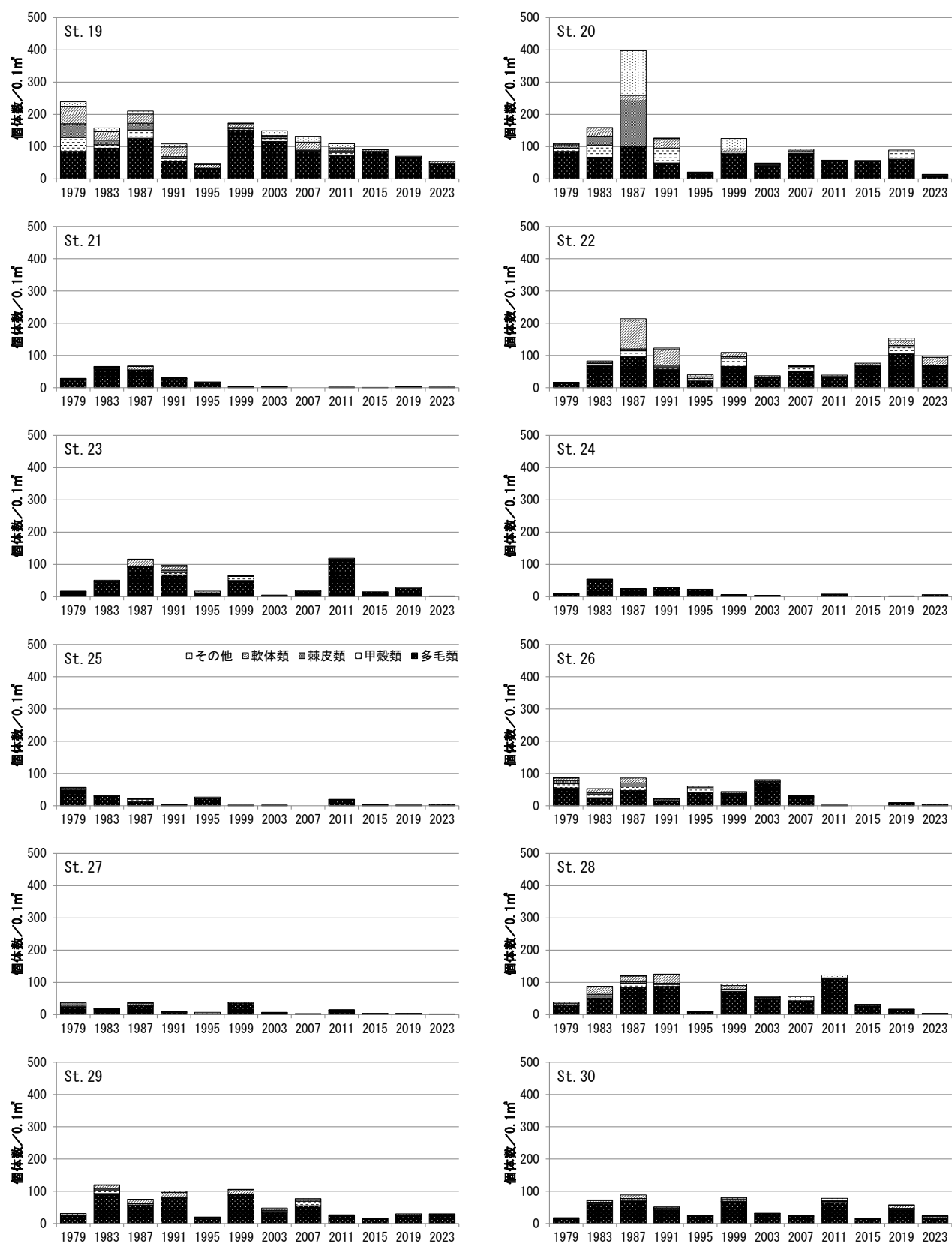


図 2-3c. 調査地点別動物群別個体数の経年変化

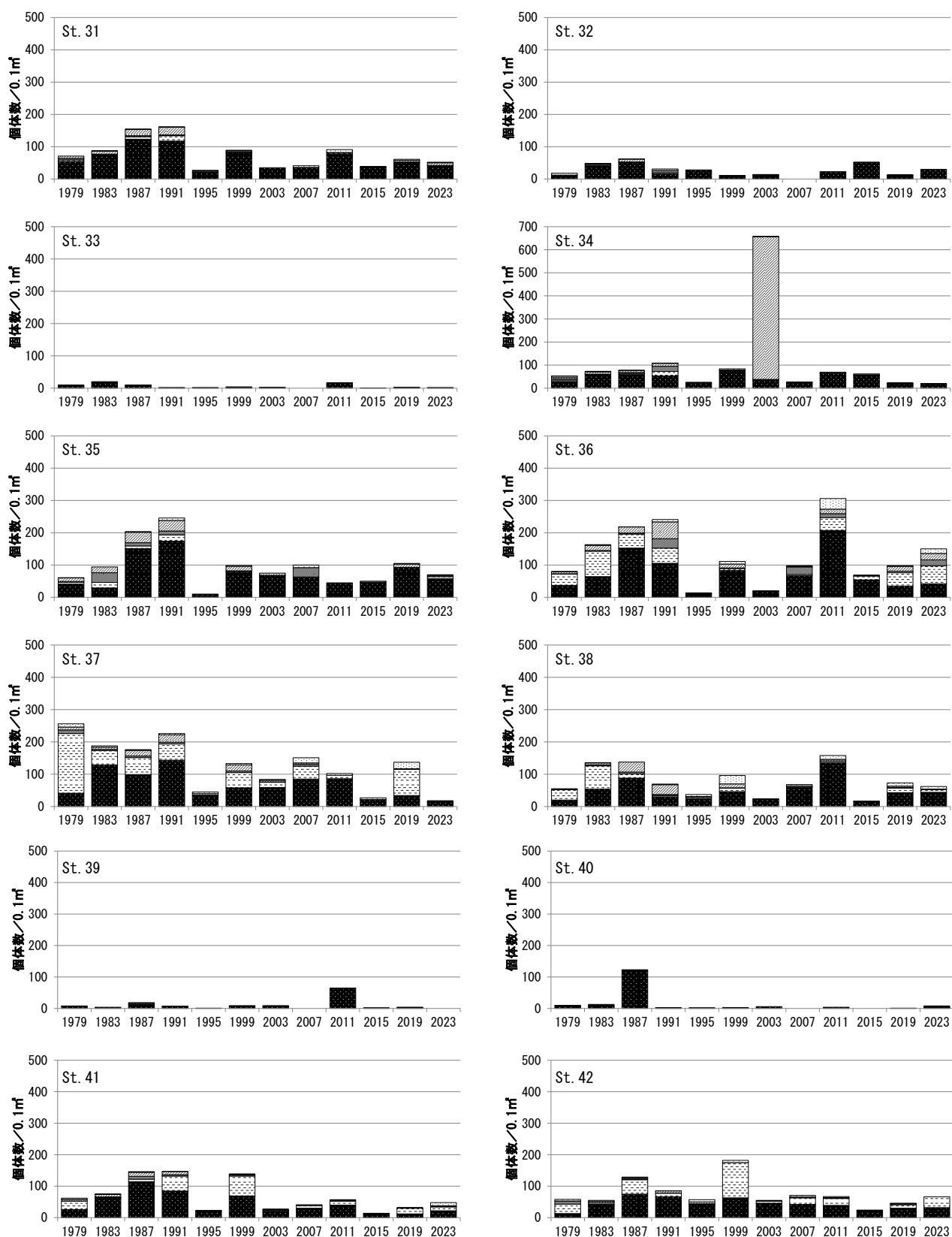


図 2-3d. 調査地点別動物群別個体数の経年変化

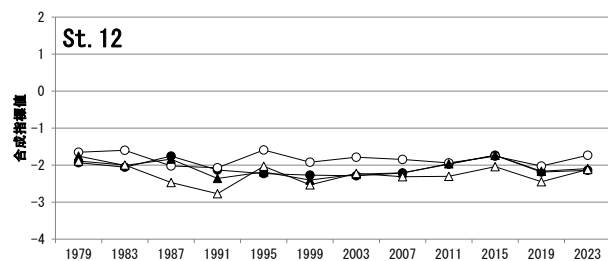
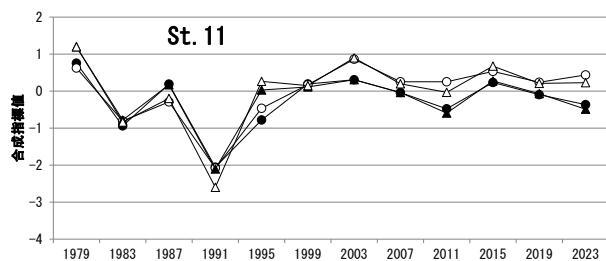
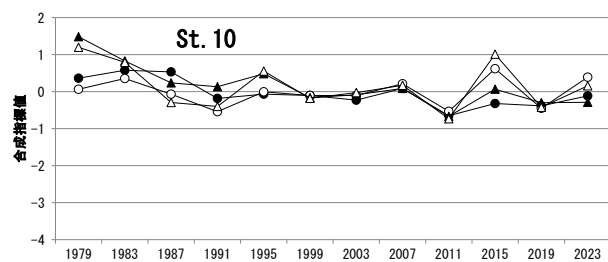
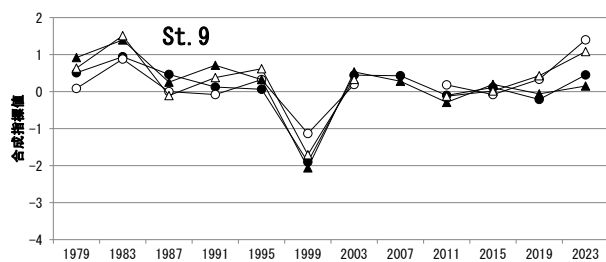
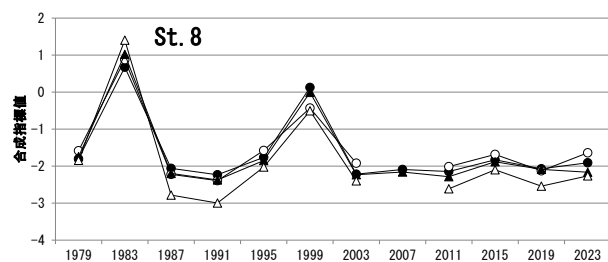
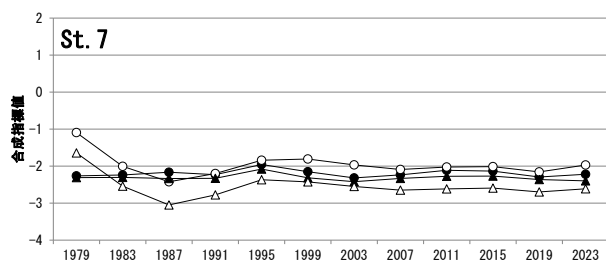
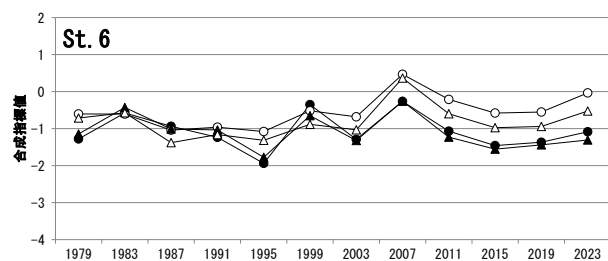
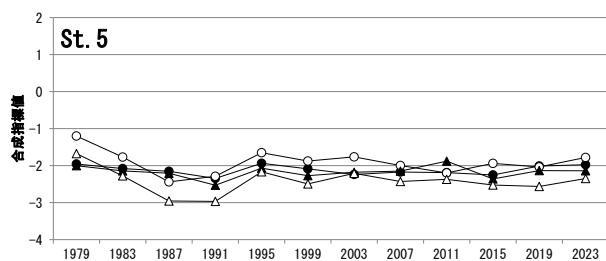
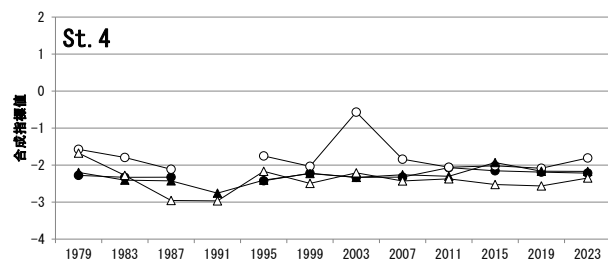
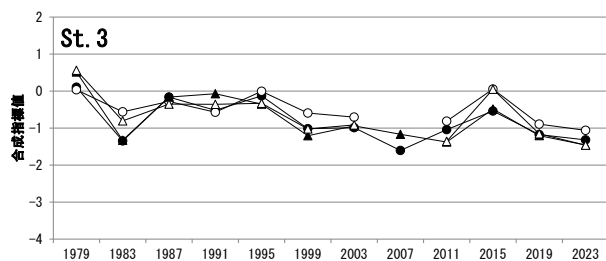
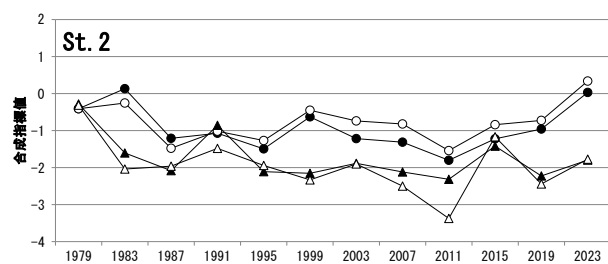
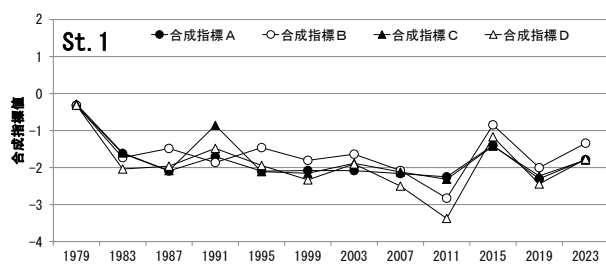


図 2-4a. 調査地点別の合成指標経年変化

(A : COD, TS, MC B : COD, TS, MC, H' C : IL, TS, MC D : IL, TS, MC, H')

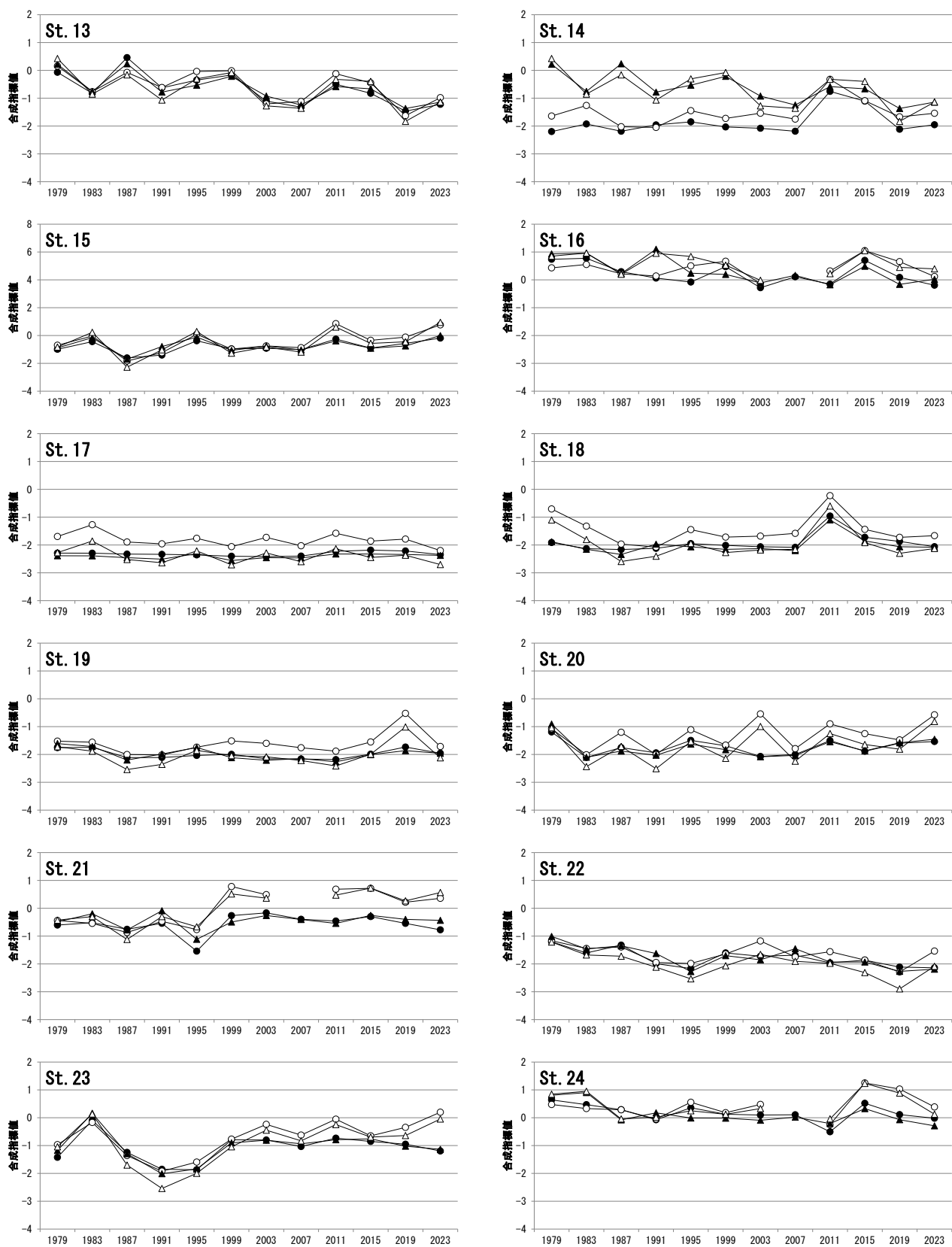


図 2-4b. 調査地点別の合成指標経年変化

(A : COD, TS, MC B : COD, TS, MC, H' C : IL, TS, MC D : IL, TS, MC, H')

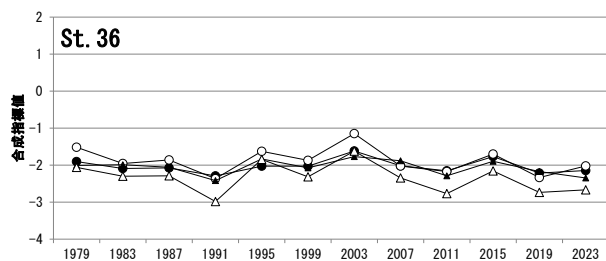
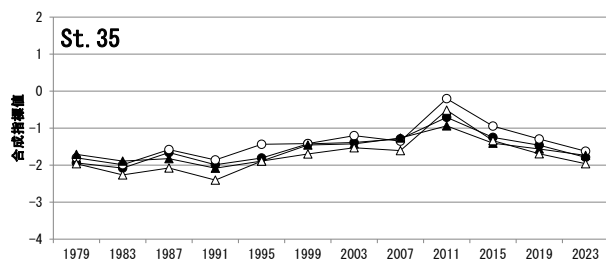
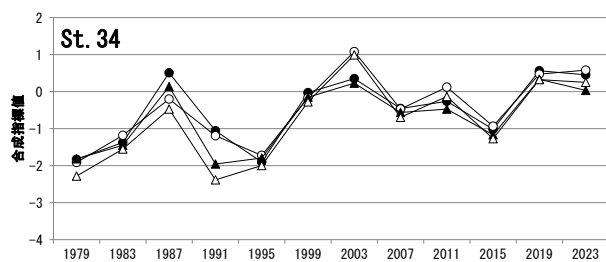
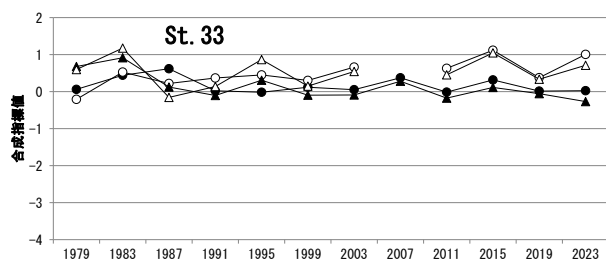
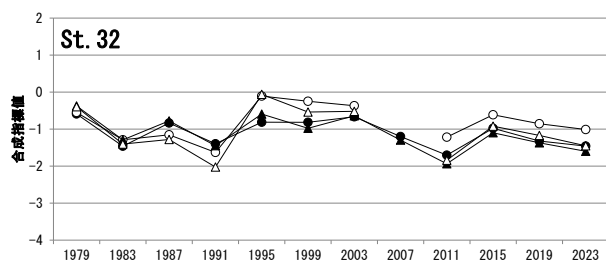
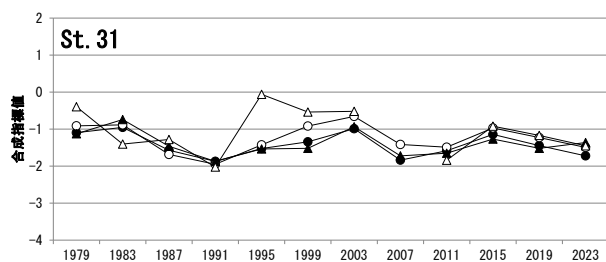
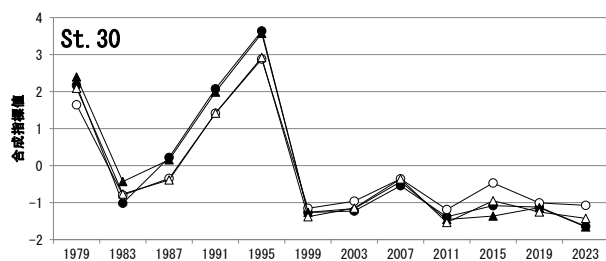
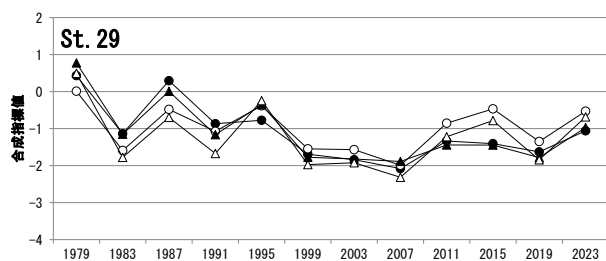
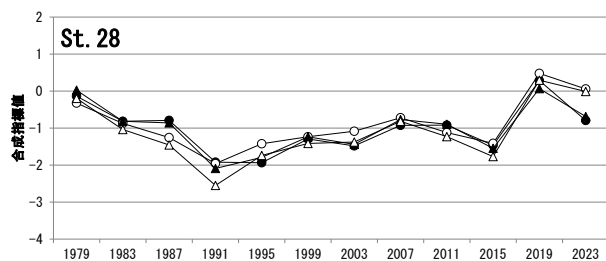
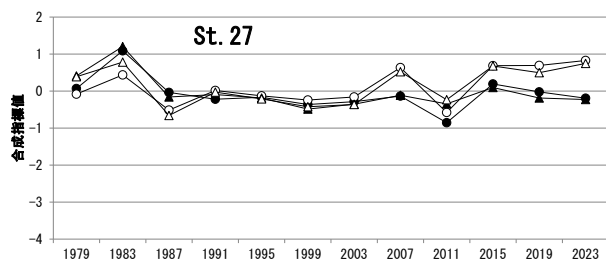
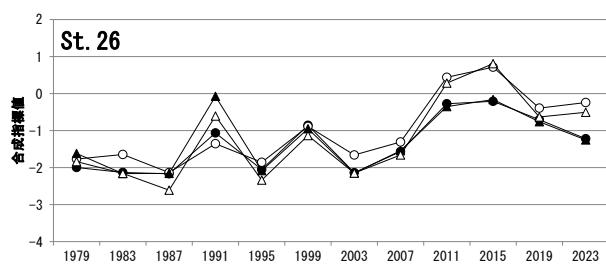
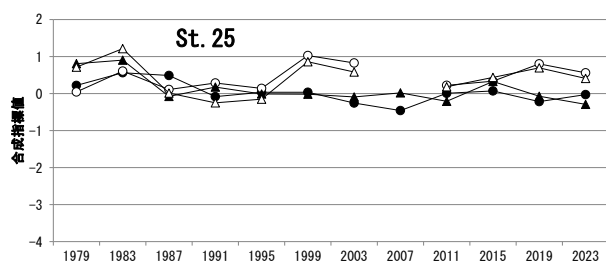


図 2-4c. 調査地点別の合成指標経年変化

(A : COD, TS, MC B : COD, TS, MC, H' C : IL, TS, MC D : IL, TS, MC, H')

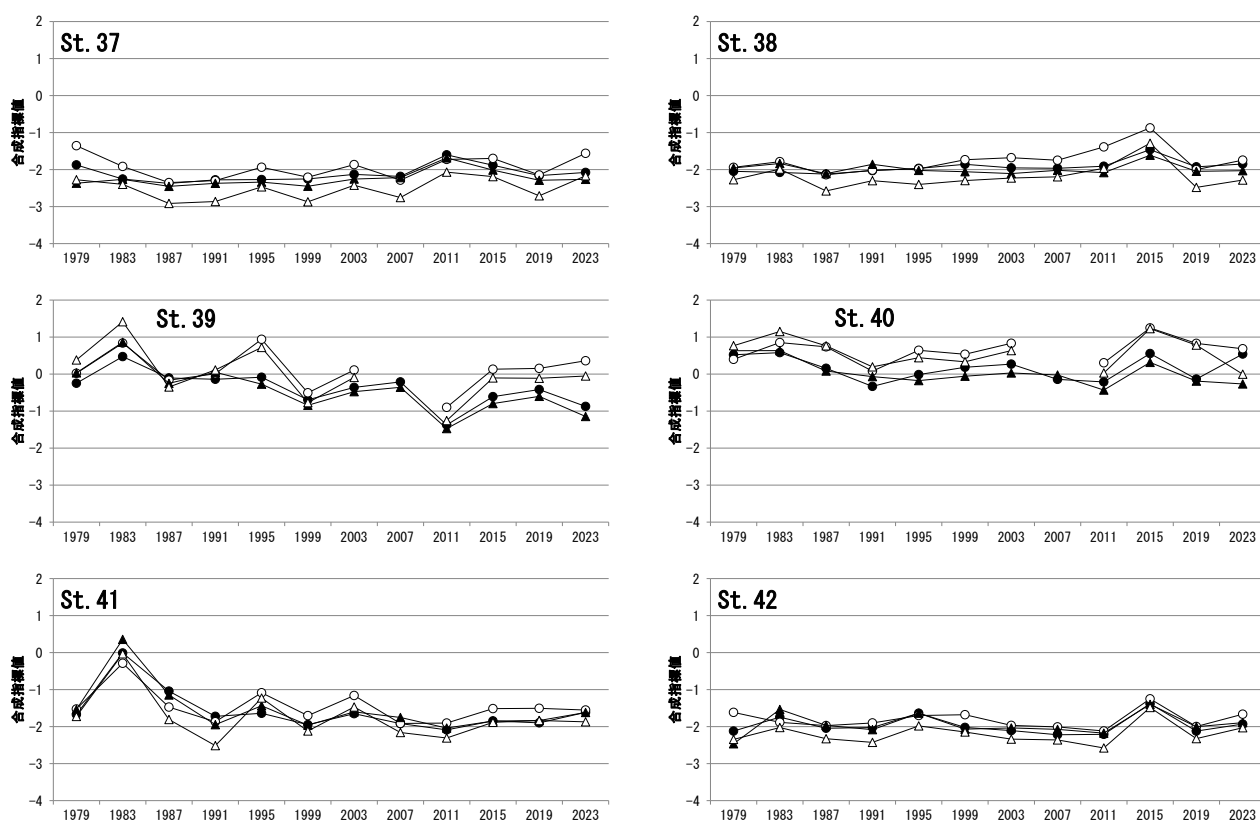


図 2-4d 調査地点別の合成指標経年変化

(A : COD, TS, MC B : COD, TS, MC, H' C : IL, TS, MC D : IL, TS, MC, H')

考 察

本調査では漁場環境の評価を行うため、水質・底質・底生生物など様々な項目を調べているが、基準値が設定されている項目は少ないため、陸奥湾の総体としての環境評価が難しい。今回は一元的な評価の一例として、前述の合成指標 A～D のいずれも正の値であった定点を汚染判定された定点とし、その点数の推移を汚染の進行の目安として用いた（図 3）。汚染判定された点数は、最も多かったのが調査開始初期の 1979 年および 1983 年の 10 点であり、それに比べると今回は 2 点と少なかった。ただ、過去 12 回の結果では 1～12 点と大きく変動し、点数の増減等の傾向も認められないことから、年により変動が大きいことがうかがえる。

陸奥湾は主に春から夏にかけて水温上昇とともに鉛直的な成層化が進み、海底堆積物により底層の環境が一時的に悪化する。その後、秋に水温の低下とともに鉛直混合が起き、海水の混合とともに成層構造が解消され底層の環境が回復する。本調査は陸奥湾の汚染の程度を監視する目的で、成層構造による海底環境が最も悪くなると見込まれる 9 月に行っている。しかし、混合時期は年によって多少前後するため、同じ時期に調査を実施しても結果にバラツキが生じると推察される。

水平的な分布では、すり鉢状の断面の陸奥湾は必然的に中央部に泥がたまり沿岸域に比べ底質が悪く、今回も概ね同様の傾向が見られた。沿岸域においても調査日前の気象や潮流などによる底泥の巻き上がりや水平移動などで、一時的に汚染物質の分布に偏り生じる可能性も示唆される。これらの一時的なバラツキにより、前述の汚染判定された定点数の変動が大きいと考えられるが、このバラツキは秋季から冬季にかけて鉛直・水平的に混合することで解消されるため、本調査の結果の数値が翌年まで持ち越すことは考えづらい。年々明確な増加が見られるのであれば環境悪化が懸念されるが、今回もこれまでと同様に全

点・全項目においてそのような傾向は認められなかった。

以上のことから、陸奥湾全体として漁場環境は保全されているものと判断された。しかし、汚染指標種が前回より増加したことや、合成指標値が過去最高を示した定点があることなども鑑み、今後も監視を継続することが必要であると考えられた。

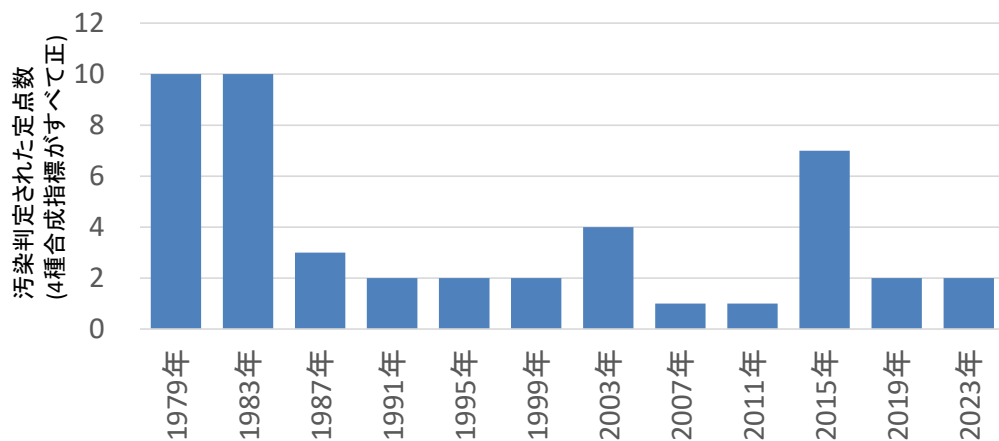


図 3. 合成指標 A～D 全てで汚染判定とされる定点数の推移