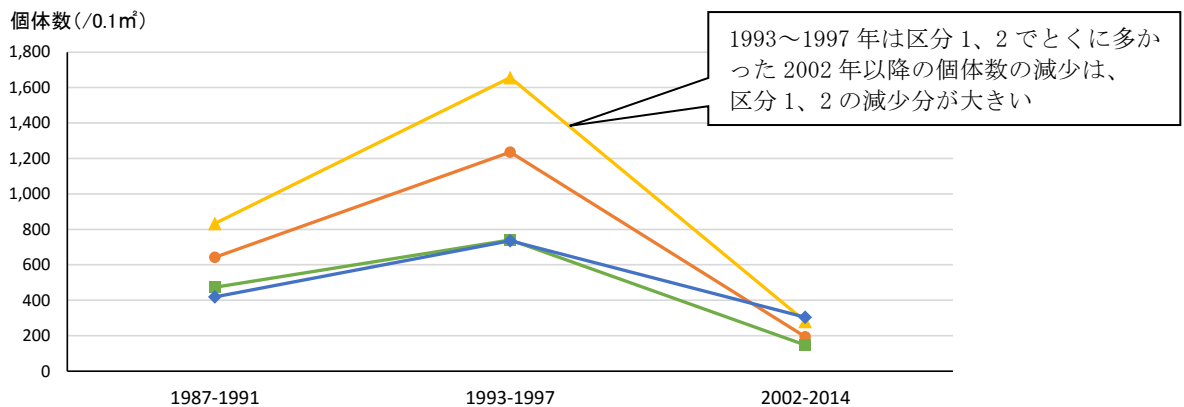
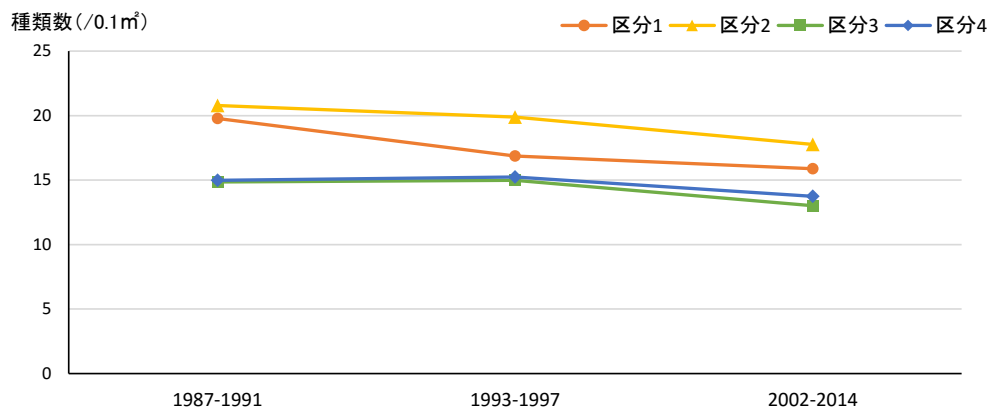


注: 各年度・調査時期で共通している調査地点 38 地点を対象として、調査ごとの値を海域区分内で平均し、調査時期の近い 3 時期ごとにさらに平均した値を示す。

図 III.2.15 海域区分ごとの底質の変化



注: 各年度・調査時期で共通している調査地点 38 地点を対象として、調査ごとの値を海域区分内で平均し、調査時期の近い 3 時期ごとにさらに平均した値を示す。

図 III.2.16 海域区分ごとの底生生物の変化

(1) 群集組成解析（地点ごとの底生生物の種組成に関するクラスター分析）

底生生物の地点ごとの種類、個体数の出現状況から算出される地点間の類似性をもとにクラスター分析（群集組成解析）を行い、生物相（種類、個体数）が似通った地点をグルーピングして、それらの分布状況の変化を整理した。なお、クラスター分析を行うにあたり、調査が全 38 回（各調査 38 地点）と多く、調査ごとに解析を行ってもばらつきが多く経年変化が把握しにくかったことから、長期的な変化傾向を把握するために全調査データを一括で解析を行った。

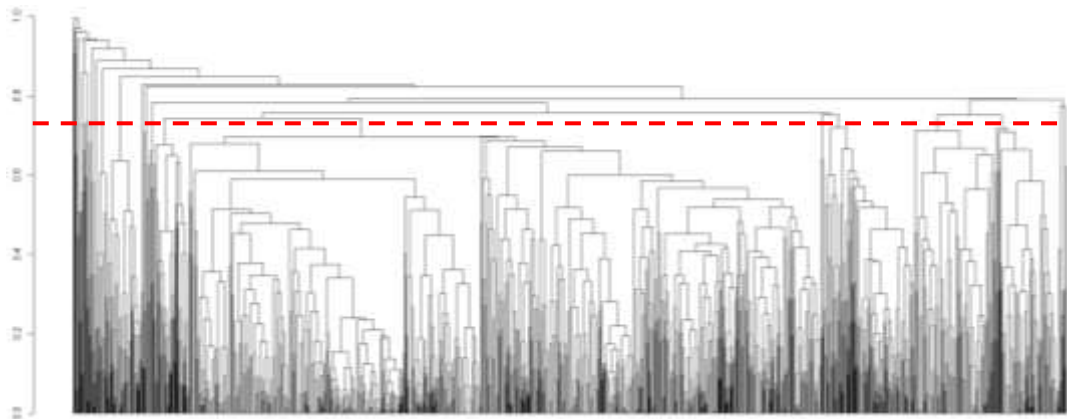
その結果、非類似度 0.7 を境とすると 24 のグループに分けられた（表 III. 2. 4）。その中でも全体の地点数（データ数）の 90%以上が 5 つのグループに属していたため、その 5 つのグループの分布状況を平面図で示した（図 III. 2. 18、図 III. 2. 19）。また各グループに含まれる地点数の割合の経年変化を図 III. 2. 20 に示した。

各グループの特徴は表 III. 2. 4 に示した通りであり、グループ 1 は猫実川河口を中心に日の出から塩浜にかけての岸側に分布し、グループ 2 はそれよりも沖側の浅海域に分布していた。グループ 3 は主に夏季、秋季に浅海域に広く分布した。グループ 4 は沖側を中心にまれに護岸寄りの地点でも確認された。グループ 5 は 2006 年に多く確認されたグループで、グループ 1 に置き換わるように確認された。

経年的な変化としては、多くの地点を占めるグループ 1、グループ 2 に着目すると、猫実川河口寄りの岸側にグループ 1 が分布し、それよりも沖側の浅海域にグループ 2 が分布する傾向は過去から変わっていない。しかしながら、2002 年以降はグループ 1 に属する地点数が減少し、分布範囲が猫実川河口部寄りに限られるようになっている。

水深と中央粒径からみた底質区分と底生生物のクラスター分析結果との対応を図 III. 2. 21 の通り示す。

底質区分の推移からは、西側奥部に分布している B3 の範囲（橙色）が 2014 年に狭くなり、より中央粒径の大きい B4 の範囲（青色）が広がっている様子がみられる。底生生物についても西側奥部に分布しているグループ 1 の地点（緑色）が 1995 年と比較して 2006 年、2014 年には少なくなり、グループ 2（青色）の地点が広がっている。グループ 2 は 1 より種類数、個体数とも少ないため、この変化に伴って全体的な種類数、個体数も減少しているものと考えられる。



注：赤点線はクラスターの区分の基準とした高さ（0.75）

図 III.2.17 地点ごとの底生生物の種組成に関するクラスター分析結果の樹形図

表 III.2.4 底生生物の種組成に関するクラスター分析により分けられたグループの特徴

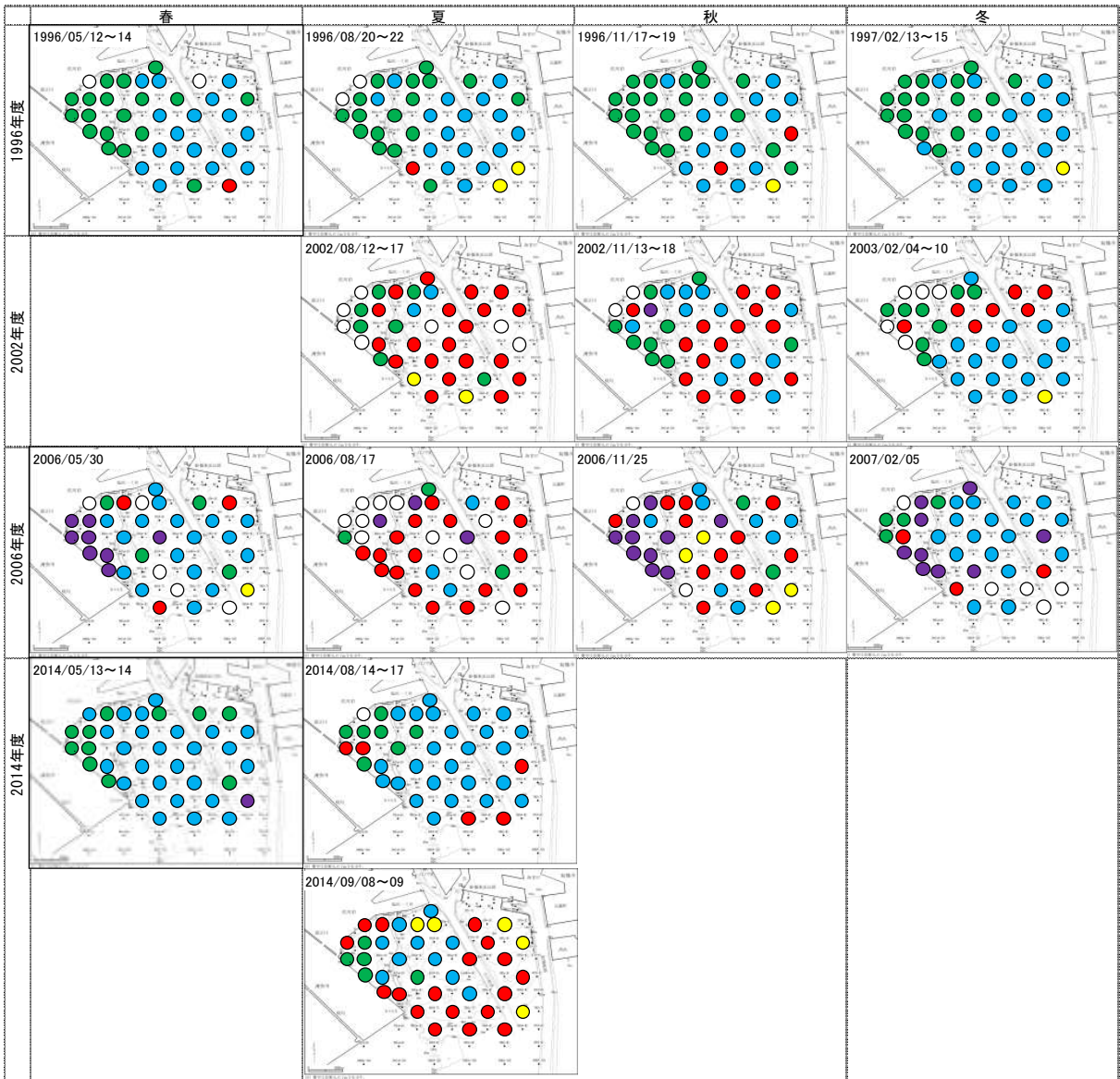
| グループNO. | 種類数 | 個体数 | データ数 | 全データに占める割合 | 凡例 | グループの特徴 |
|---------|-----|-------|------|------------|----|---|
| 1 | 20 | 1,178 | 557 | 38.6% | ■ | 奥部（猫突川前面）寄りに分布。徐々に少なくなっている。（特に2002年度以降） |
| 2 | 16 | 540 | 555 | 38.5% | ■ | 沖側寄りに分布。冬季～春季に多くなる。 |
| 3 | 13 | 297 | 174 | 12.1% | ■ | 夏季～秋季に多くなる。2002年度以降多い。 |
| 4 | 12 | 318 | 43 | 3.0% | ■ | 護岸沿いか最も沖側で見られる。 |
| 5 | 20 | 175 | 35 | 2.4% | ■ | 2006年度の奥部（猫突川前面）寄りに多い。 |
| 6 | 16 | 339 | 13 | 0.9% | | |
| 7 | 9 | 73 | 9 | 0.6% | | |
| 8 | 10 | 231 | 8 | 0.6% | | |
| 9 | 0 | 0 | 7 | 0.5% | | |
| 10 | 7 | 301 | 6 | 0.4% | | |
| 11 | 15 | 166 | 5 | 0.3% | | |
| 12 | 12 | 292 | 4 | 0.3% | | |
| 13 | 15 | 415 | 4 | 0.3% | | |
| 14 | 7 | 38 | 4 | 0.3% | | |
| 15 | 13 | 134 | 4 | 0.3% | | |
| 16 | 8 | 24 | 3 | 0.2% | | |
| 17 | 4 | 10 | 2 | 0.1% | | |
| 18 | 5 | 14 | 2 | 0.1% | | |
| 19 | 13 | 1,114 | 2 | 0.1% | | |
| 20 | 11 | 43 | 2 | 0.1% | | |
| 21 | 18 | 1,490 | 1 | 0.1% | | |
| 22 | 2 | 3 | 1 | 0.1% | | |
| 23 | 4 | 14 | 1 | 0.1% | | |
| 24 | 1 | 1 | 1 | 0.1% | | |
| 合計 | | | 1444 | | | |

全体（1444 地点）の95%の地点が5つのグループのいずれかに該当した



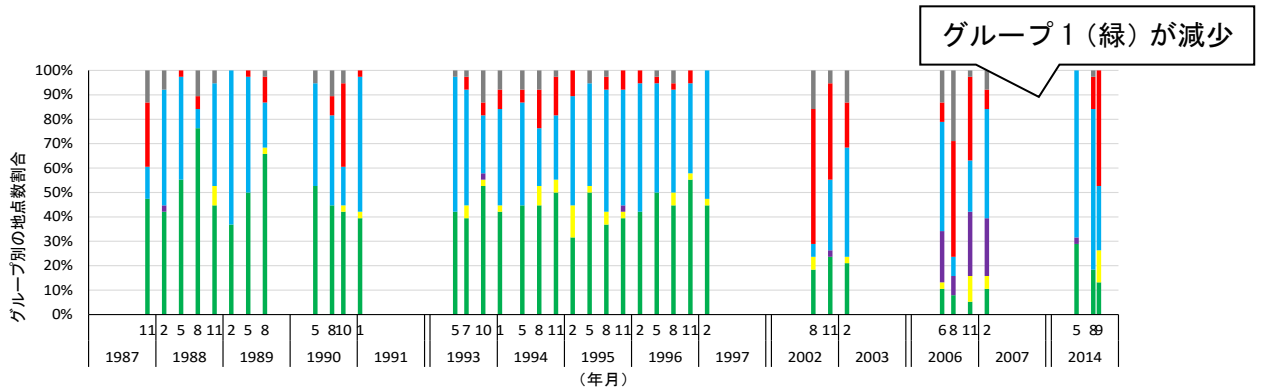
注) 色の凡例は表 III. 2. 4 に準ずる。

図 III.2.18 底生生物の種組成に関するクラスター分析結果の平面分布 (1987~1995 年度)



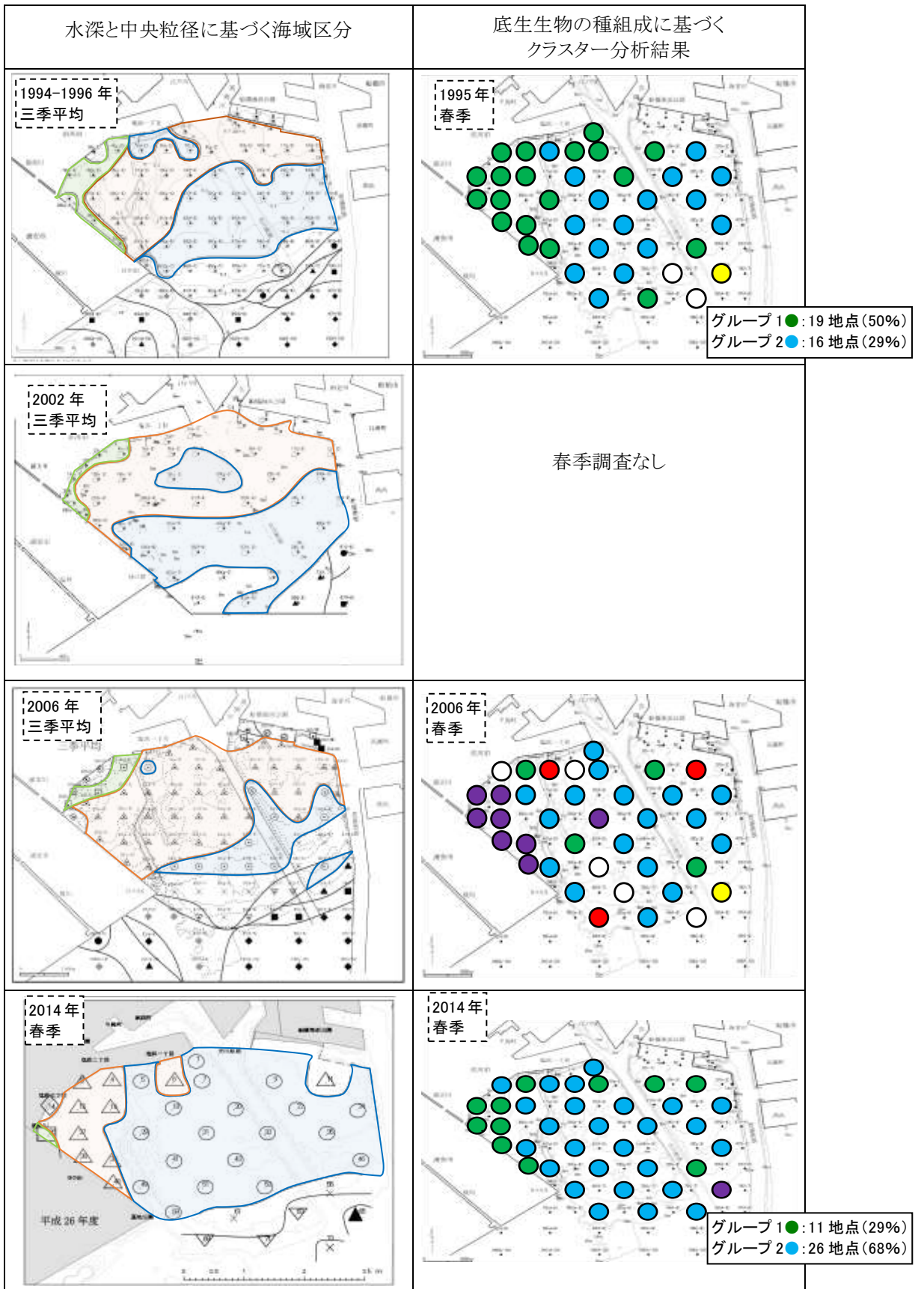
注) 色の凡例は表 III. 2. 4 に準ずる。

図 III. 2. 19 底生生物の種組成に関するクラスター分析結果の平面分布 (1996~2014 年度)



注) 色の凡例は表 III. 2. 4 に準ずる。

図 III. 2. 20 底生生物の種組成に関するクラスター分析結果の経年変化



注: 凡例は図 III.2.22、表 III.2.5 に示す。

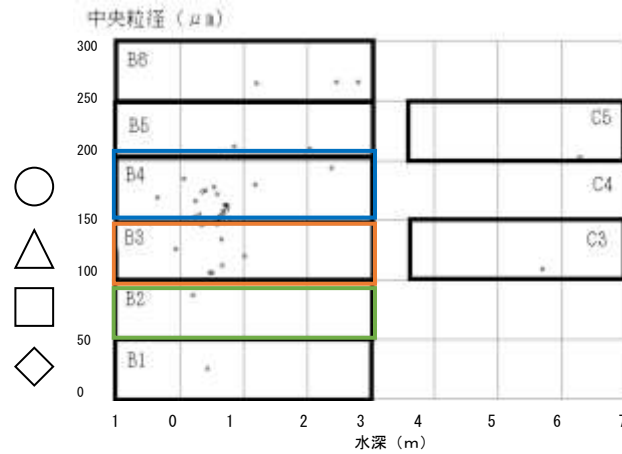


図 III.2.22 水深と中央粒径に基づく海域区分の凡例

表 III.2.5 底生物の種組成に関するクラスター分析結果の凡例

| 凡例 | グループ No. | 各グループの生物の特徴 | 平均種類数 | 平均個体数 | 地点割合 |
|----|----------|--|-------|-------|------|
| | 1 | 泥質や砂泥質を好む生物が多い | 20 | 1,178 | 39% |
| | 2 | 砂質を好む生物が多い | 16 | 540 | 39% |
| | 3 | 砂質を好む生物が多い 確認個体数がやや少なく、イトゴカイ科やシノブハネエラスピオなど貧酸素に強い生物も多い | 13 | 297 | 12% |
| | 4 | 底質との関連は不明だが、イトゴカイ科、イトエラスピオ、シノブハネエラスピオなど貧酸素耐性を持つ多毛類が多い | 12 | 318 | 3% |
| | 5 | 底質やイトゴカイ科、Glycinde 属、ミズヒキゴカイなどの多毛類が多い | 20 | 175 | 2% |
| | その他 | — | — | — | 5% |

注:平均種類数・個体数、地点割合は、すべての調査時期における結果を対象とした、各グループに含まれる地点における平均値もしくは割合を示す。

注:グループの特徴は、表 III.2.6 の分類に基づく

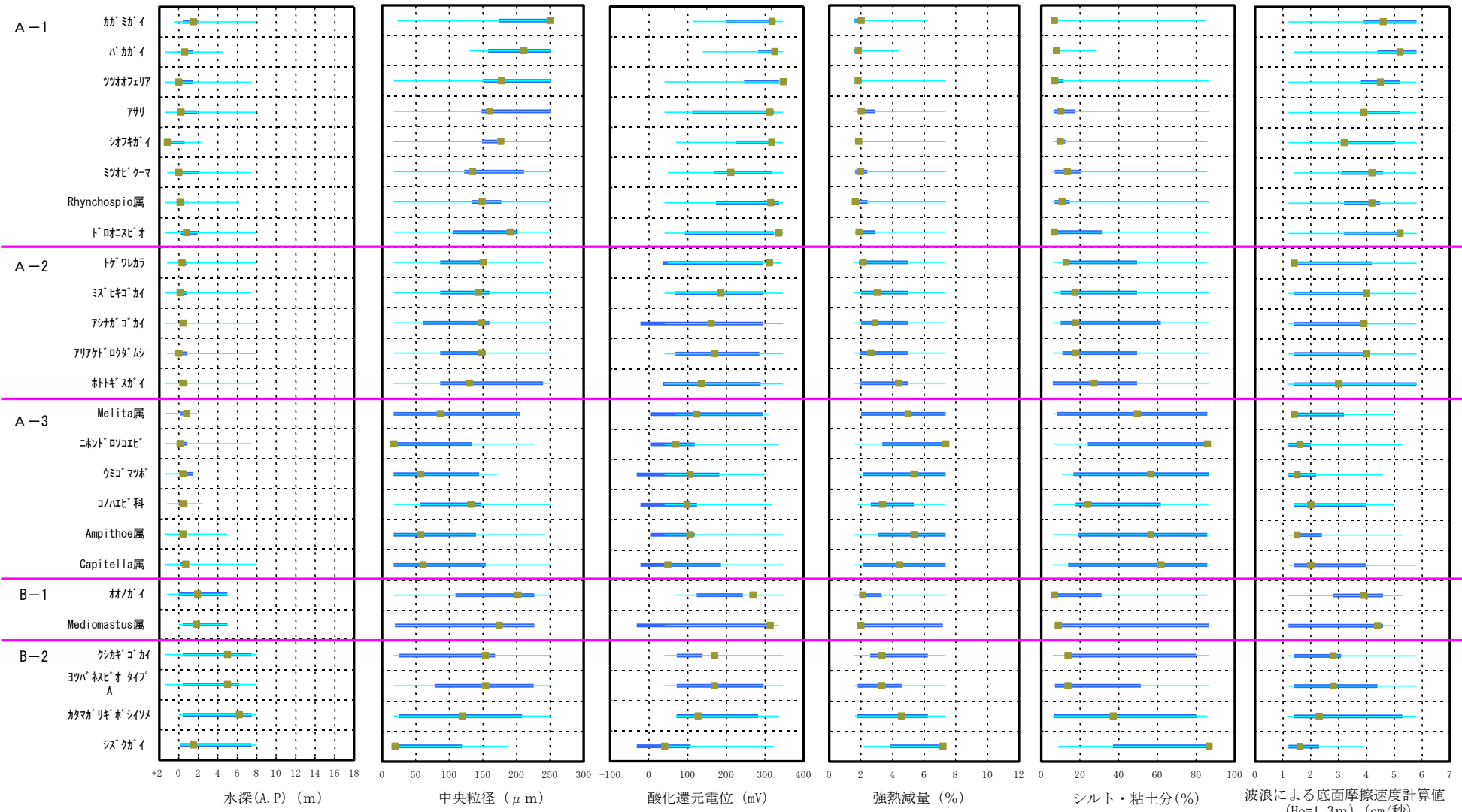
表 III. 2. 6 各グループの代表的な種(個体数が多い種)と底質条件

| 門 | 綱 | 種名 | グループ | グループ | グループ | グループ | グループ |
|------------|-----|--------------|------|------|------|------|------|
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 軟体動物 | 腹足 | カワグチツボ | ● | | | | |
| | | ウミゴマツボ | ● | | | | |
| | | ブドウガイ | ● | | | | |
| | 二枚貝 | ホトギスガイ | ● | | | | |
| | | ムラサキガイ | ● | | | | |
| | | ウスカラシオツガイ | ● | | | | |
| | | シオフキガイ | | ● | ● | | |
| | | バカガイ | | ● | ● | | |
| | | アサリ | | ● | ● | | |
| | | カガミガイ | | ● | ● | | |
| 環形動物 | 多毛 | カタマガリギボシイソメ | | | ● | ● | |
| | | Capitella属 | ● | | | | |
| | | イトゴカイ科 | ● | | ● | ● | ● |
| | | Armandia属 | | ● | | | |
| | | エゾカサネカンザシゴカイ | ● | | | | |
| | | Harmothoe属 | ● | | | | |
| | | Ophiodromus属 | ● | | | | |
| | | ハナオカカギゴカイ | ● | | ● | ● | |
| | | アシナゴカイ | ● | | | | |
| | | Eteone属 | ● | ● | | | |
| | | Glycera属 | | ● | ● | | ● |
| | | Glycinde属 | | ● | | ● | |
| | | Polydora属 | ● | | | | |
| | | Prionospio属 | | ● | | | |
| | | Rhynchospio属 | | ● | | | |
| | | イトエラスピオ | ● | | | ● | |
| | | シノブハネエラスピオ | | ● | ● | ● | |
| | | ドロオニスピオ | | ● | | | |
| | | ミスヒキゴカイ | ● | | | | ● |
| | | 節足動物 | 甲殻 | クーマ科 | | ● | |
| コノハエビ科 | ● | | | | | | |
| アリアケドロクダムシ | ● | | | | | | |
| Ampithoe属 | ● | | | | | | |
| ニホンドロソコエビ | ● | | | | | | |
| トゲワレカラ | ● | | | | | | |
| イソギンチャク目 | ● | | | | | ● | |
| 刺胞 | 花虫 | | | ● | | | |
| 紐形 | - | 紐形動物門 | | | ● | | |
| 原索動物 | ホヤ | フクロボヤ科 | ● | | | | |
| | | Ciona属 | ● | | | | |

※各グループの特徴種は、出現頻度及び個体数が平均値以上で確認され、かつ全調査を通して個体数が比較的多い種(平均1個体/0.1m²以上)を示す。

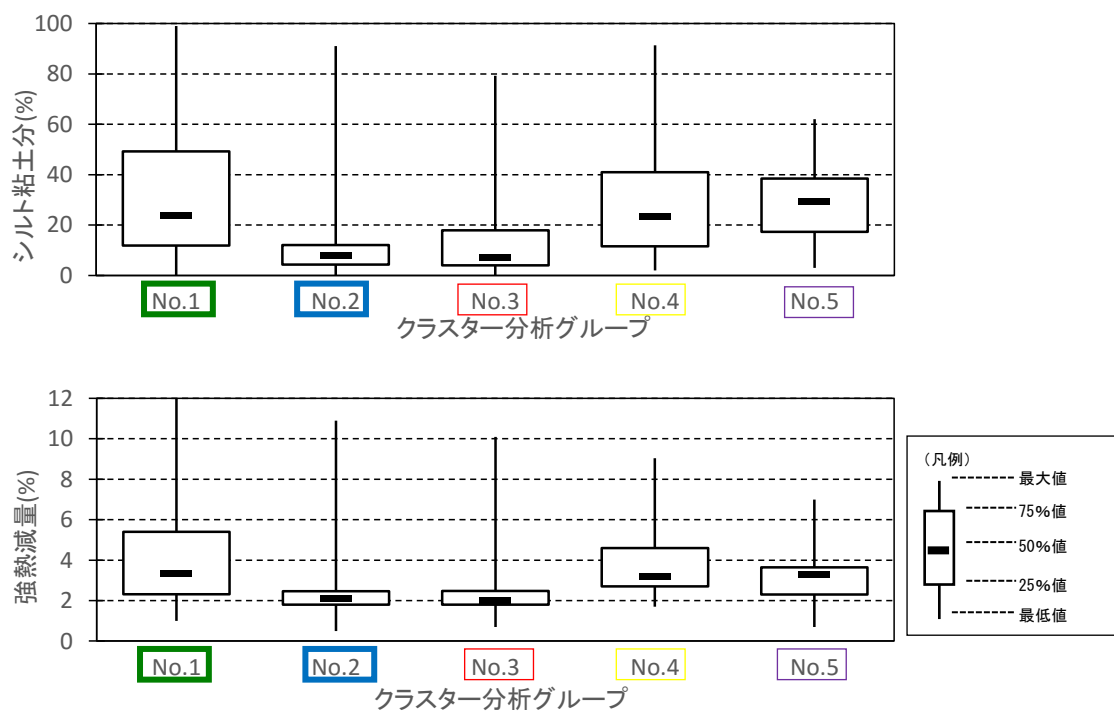
※それぞれの種が1994~1996年度の調査で個体数が多かった地点の条件に基づいて以下のグループに色分けして示した(詳細は図III.2.23)。

- (A-1)** 粒度が粗く、シルト粘土分や有機物が少なく、波浪の影響が大きい地点に多い。
 (概ねシルト粘土分20%以下、中央粒径100~150μm、強熱減量3%以下、底面摩擦速度3cm/s以上)
- (A-2)** A-1、A3の中間的な性質を持つ
 (概ねシルト粘土分5~60%、中央粒径50~250μm、強熱減量3%以下、底面摩擦速度1~6cm/s)
- (A-3)** 粒度が細かく、シルト粘土分や有機物が多いところから少ないところまで、波浪の影響が小さい地点に多い。(概ねシルト粘土分5~90%、中央粒径10~200μm、強熱減量2~8%、底面摩擦速度1~4cm/s以上)



凡例 ■：1994～1996年度三季の平均個体数が最大の地点における値、—：同上位9地点（全地点数の10%）における値の範囲、—：1994～1996年度三季を通した出現地点における値の範囲
 注1) A-1～3、B-1～2は分布域の環境条件からみたタイプ分けを示す。
 注2) 沖合の調査地点（地点No.79,80,92～105）を除外し、2002年度の調査範囲内の地点のデータを使用した。
 （出典）平成15年度三番瀬自然環境総合解析、千葉県。

図 III.23 主な底生生物の生息環境との関係（1994～1996年度三季平均）



注) クラスター分析によって分けられたグループ内の底質条件の整理結果を示す。

図 III. 2. 24 底生生物の種組成に関するクラスター分析の各グループの底質環境
(上：粒度組成、下：強熱減量)

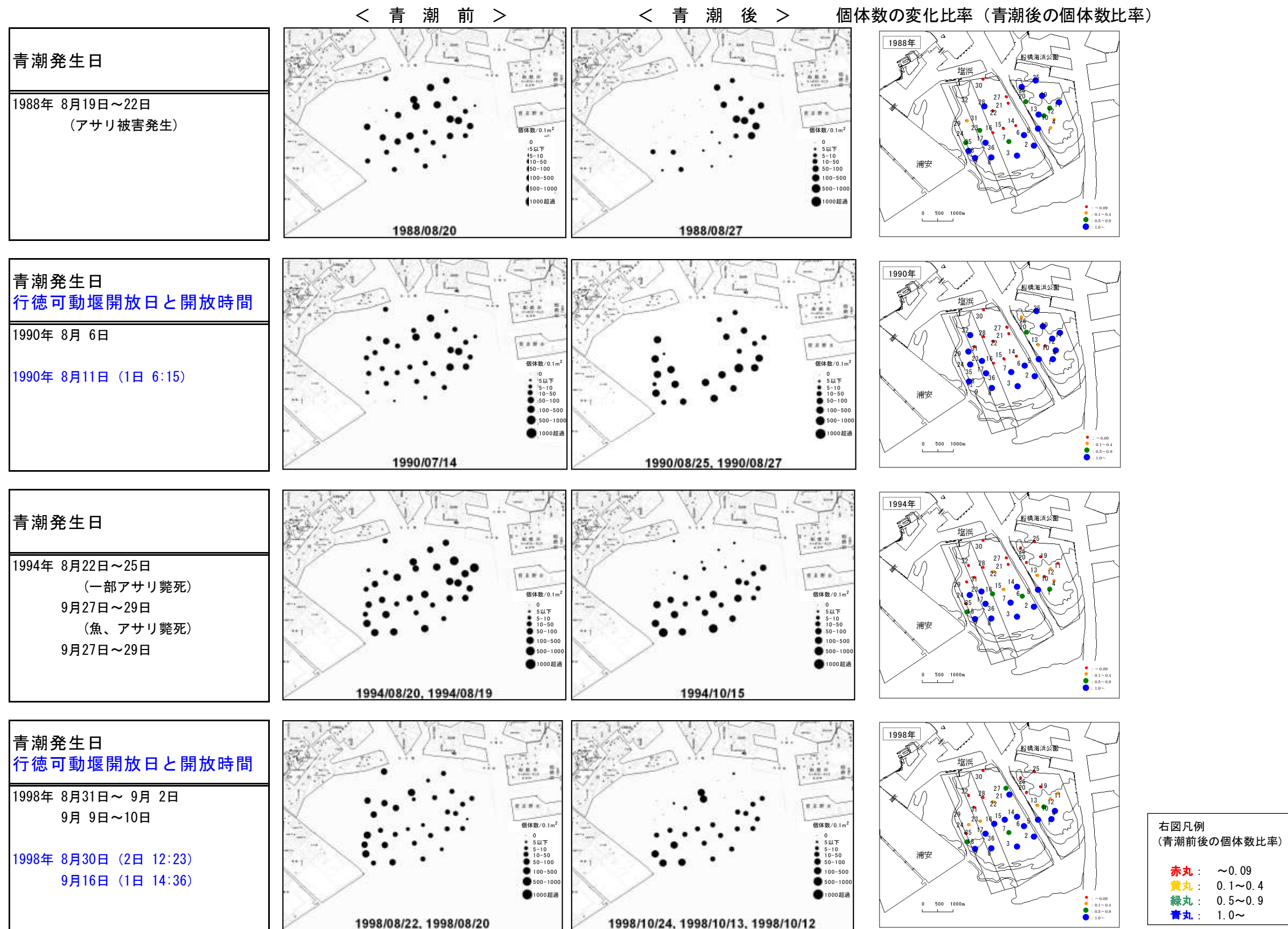
1.4 (D) 水質（青潮、貧酸素水）の変化と底生生物の変化（水質⇒底生生物）

(1) 青潮の発生とアサリの生息密度の変化

青潮発生後や江戸川放水路の行徳可動堰開放後は、度々アサリ等の二枚貝の大量斃死が確認されており、アサリだけでなく浅海域に生息する底生生物の生息量にも影響を及ぼしていると考えられる。図 III. 2. 25 に、貝類資源量調査結果を用いて青潮発生前後でアサリの影響が顕著に表れた時期のアサリの分布状況を示した。行徳可動堰の開放があった時期はその情報も付記した。このように、青潮や江戸川放水路からの放水の影響を受けてアサリの生息密度の低下が確認されることもあったが、一方で、影響がほとんど確認できないケースもみられた。これは、青潮で死亡している個体もいるが、8月から10月調査の間に新たに加入している個体もいるため、青潮や江戸川放水路からの放水の影響が見えにくくなっていると考えられる。

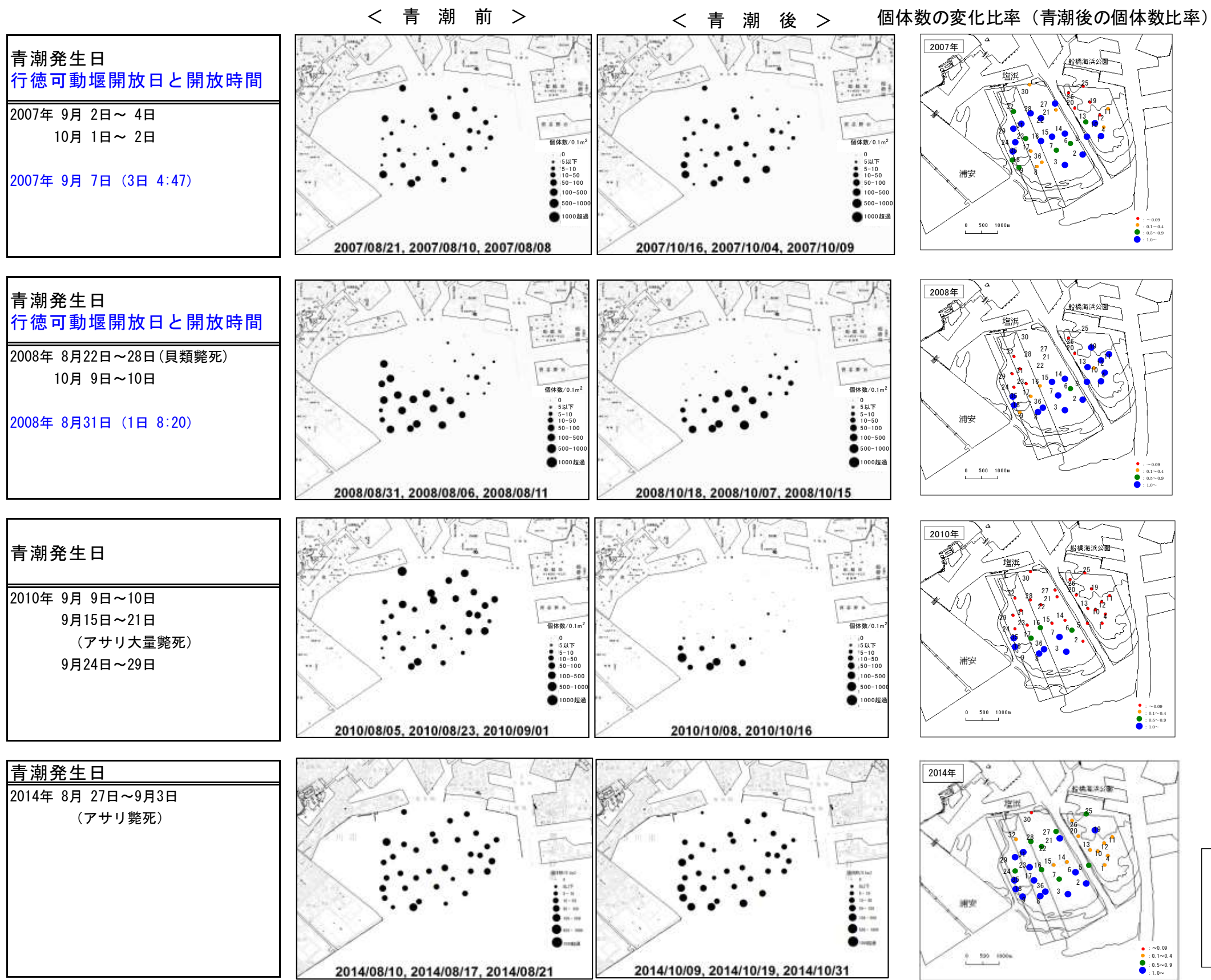
アサリの地点ごとの増減傾向を平面図で示すと、貝類資源量調査結果の整理で示したように（図 III. 2. 26 に再掲）、浦安沖地先の地点は個体数が減少してもその後回復することがあるが（グループ A）、主に船橋沖（浅海域の東側）では1997年以降は減少したまま回復していない（グループ C）（各グループの変動傾向は図 II. 4. 41 参照）。このように平面的にはアサリの分布は浦安側に偏りが生じている。過去の貧酸素水塊の挙動に関する解析では、貧酸素水塊は船橋側で滞留時間が長く、浦安沖地先は滞留時間が短いことが推察されていることから（図 III. 2. 27）、アサリの分布が浦安側に偏って分布するようになった一要因として、浦安市日の出地先が青潮や江戸川放水路からの出水の影響を受けにくい特性があることが関連していると考えられる。

ただし、図 III. 2. 27、図 III. 2. 28 に示すように、東京湾内の貧酸素水塊の年間最大の規模と湾奥部で確認された青潮発生日数の年間累計日数をみても明瞭な相関はみられず、貧酸素水塊の規模が大きくても気象条件等が揃わなければ、生物への影響が大きい長期間続く青潮は発生していないと考えられる。また、貧酸素水塊の規模や青潮発生の年間累計日数とアサリの生息密度との関係をみてもとくに関連性はみられず、アサリの長期的な減少要因は、貧酸素水塊の規模や青潮の発生状況だけではなく、幼生の加入や冬季の風浪による攪乱など、様々な要因が関係していると考えられる。



※青字の年月日は淡水放流日(放流時間)を示す。

図 III.2.25 (1) 青潮発生、淡水放流前後のアサリの分布状況 (全サイズ合計)

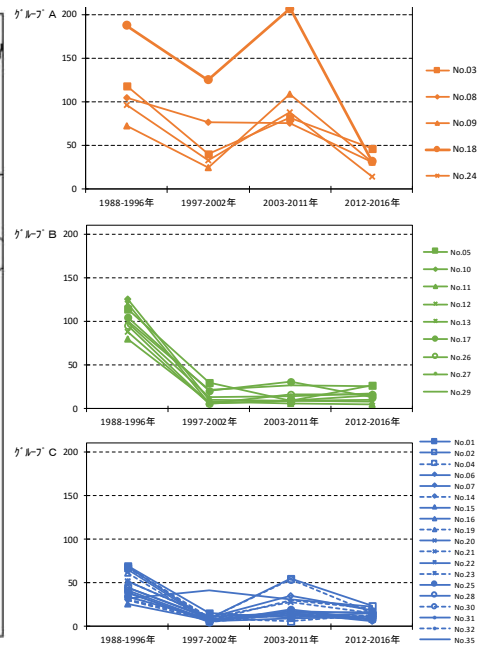


※青字の年月日は淡水放流日（放流時間）を示す。

図 III. 2. 25 (2) 青潮発生、淡水放流前後のアサリの分布状況（全サイズ合計）



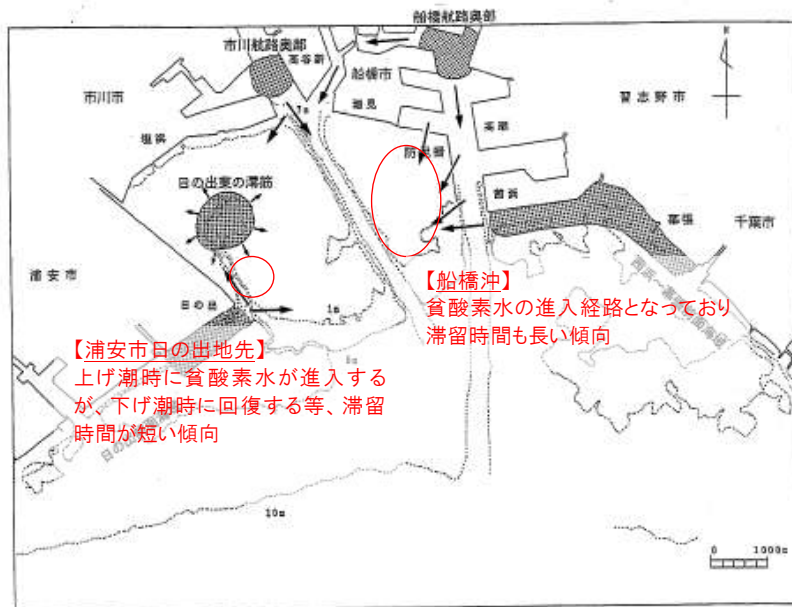
注：○グループA、○グループB、○グループC



注：縦軸は、期間ごとのアサリ個体数の平均値(/0.1 m²)

図 III. 2. 26 クラスター分析によるグループの水平分布

(図 II.4.42、図 II.4.41 再掲)



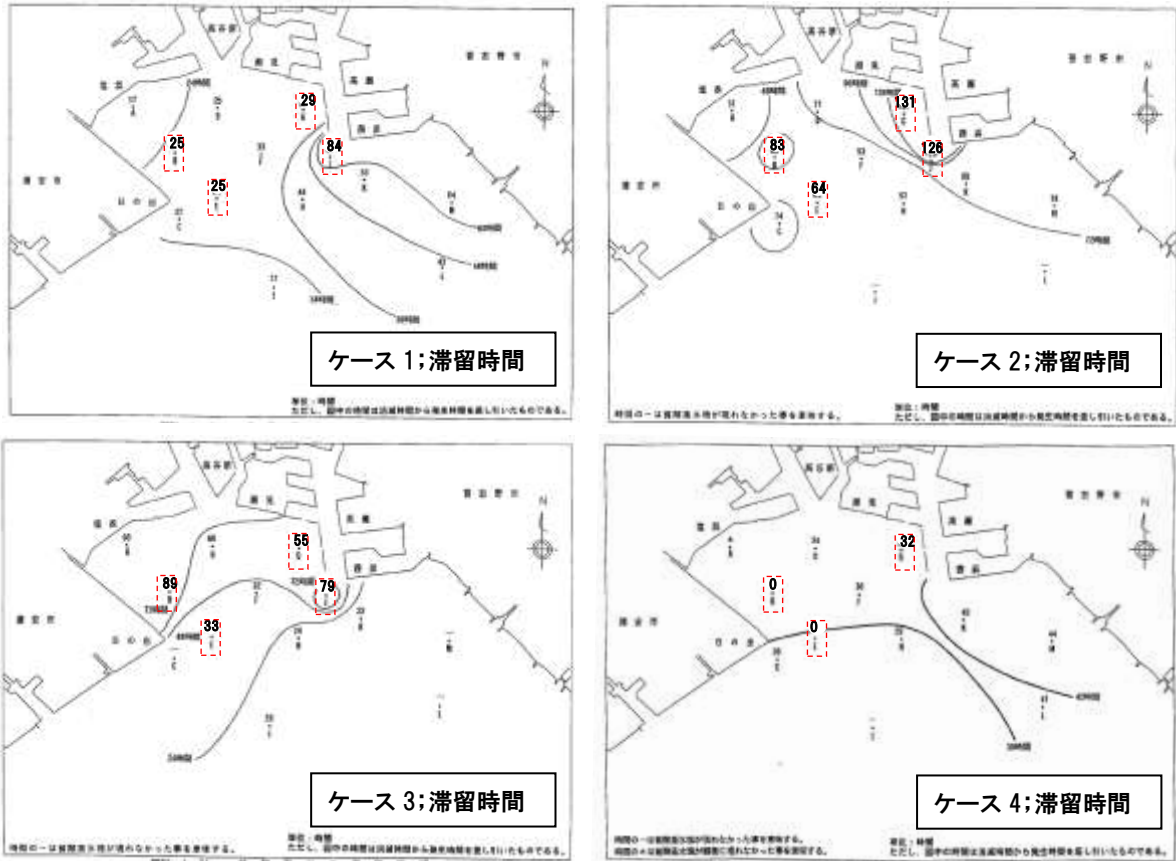
【浦安市日の出地先】
 上げ潮時に貧酸素水が進入するが、下げ潮時に回復する等、滞留時間が短い傾向

【船橋沖】
 貧酸素水の進入経路となっており滞留時間も長い傾向

出典) 千葉県(1999) 市川二期地区・京葉港二期地区計画に係る補足調査結果報告書現況編Ⅱ (青潮の発生機構) p602 図V-3 より作成 (次ページの参考図、参考表参照)

図 III. 2. 27 三番瀬の貧酸素水の進入経路

【参考】貧酸素水の滞留時間のシミュレーション結果



出典) 千葉県(1999) 市川二期地区・京葉港二期地区計画に係る補足調査結果報告書現況編Ⅱ (青潮の発生機構)

参考図 1996年7～9月の青潮4ケースの貧酸素(DO; 3mg/L以下)の滞留時間

参考表 1996年の青潮発生時の三番瀬内の貧酸素水発生時間と滞留時間の比較

| 項目 | | 浦安市 日の出地先 | | 船橋沖 | |
|---|------|------------------|------------------|-------|-------|
| | | St. B | St. E | St. G | St. J |
| 北風連吹から貧酸素水発生までの時間 (DO; 3mg/Lを下回るまでの時間) | ケース1 | 56 | 64 | 62 | 51 |
| | ケース2 | 26 | 50 | 7 | 9 |
| | ケース3 | 107 | 113 | 87 | 72 |
| | ケース4 | * | * | 34 | |
| 貧酸素水の滞留時間 | ケース1 | 25 | 25 | 29 | 84 |
| | ケース2 | 83 | 64 | 131 | 126 |
| | ケース3 | 89 | 33 | 55 | 79 |
| | ケース4 | 0 (顕著な貧酸素水なし) | 0 (顕著な貧酸素水なし) | 32 | |

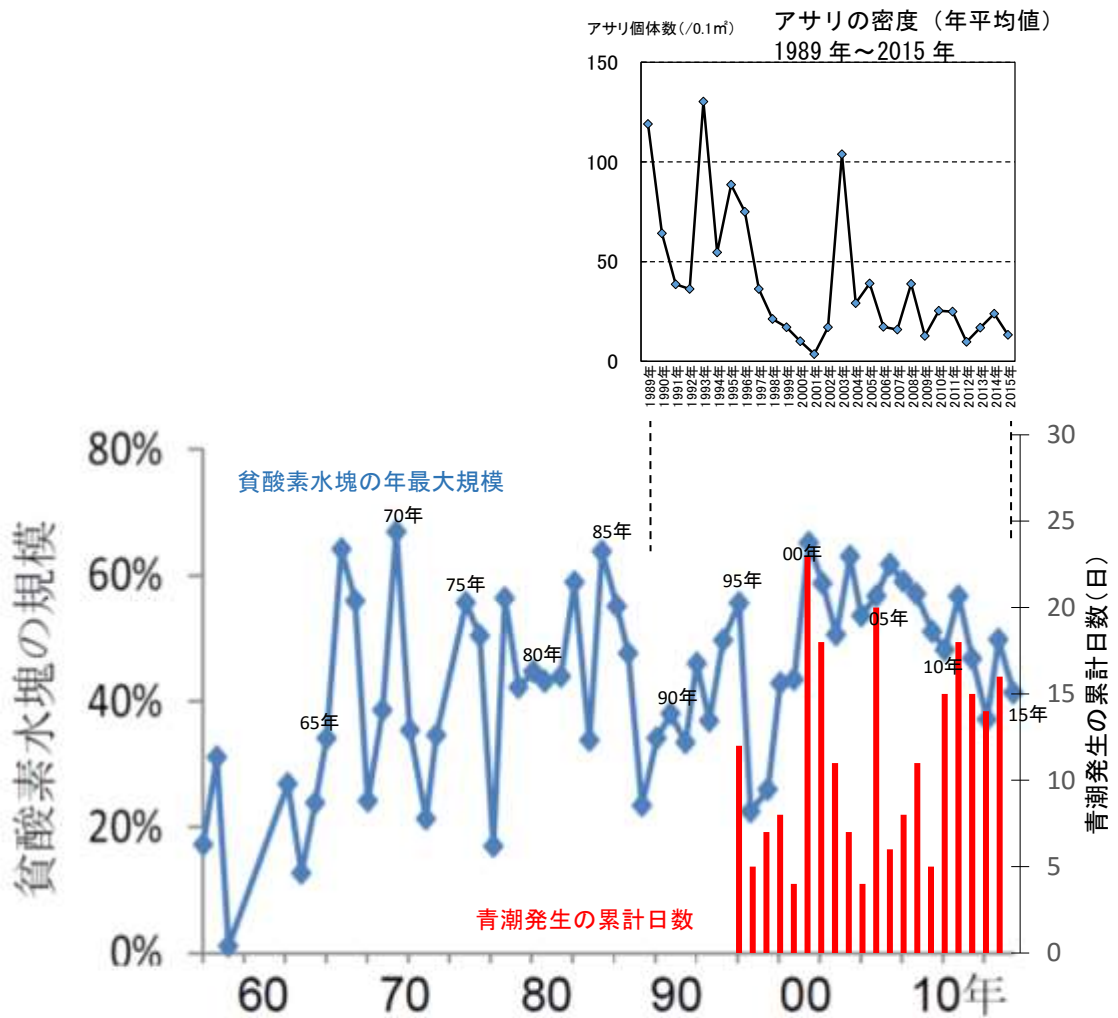
※ケース1; 7月6日～7月12日

ケース2; 8月6日～8月12日

ケース3; 8月24日～9月2日

ケース4; 9月9日～9月16日

出典) 千葉県(1999) 市川二期地区・京葉港二期地区計画に係る補足調査結果報告書現況編Ⅱ (青潮の発生機構)より作成



注：千葉県水産総合研究センター貧酸素水塊速報の貧酸素水塊の規模に、千葉県環境研究センター年報から1995年～2014年の青潮の発生状況を集計して作成した。青潮発生日数については確認方法が変わった95年以降を対象とした。1955年～2015年。貧酸素水塊の規模は1974年以前に複数回欠測がある。

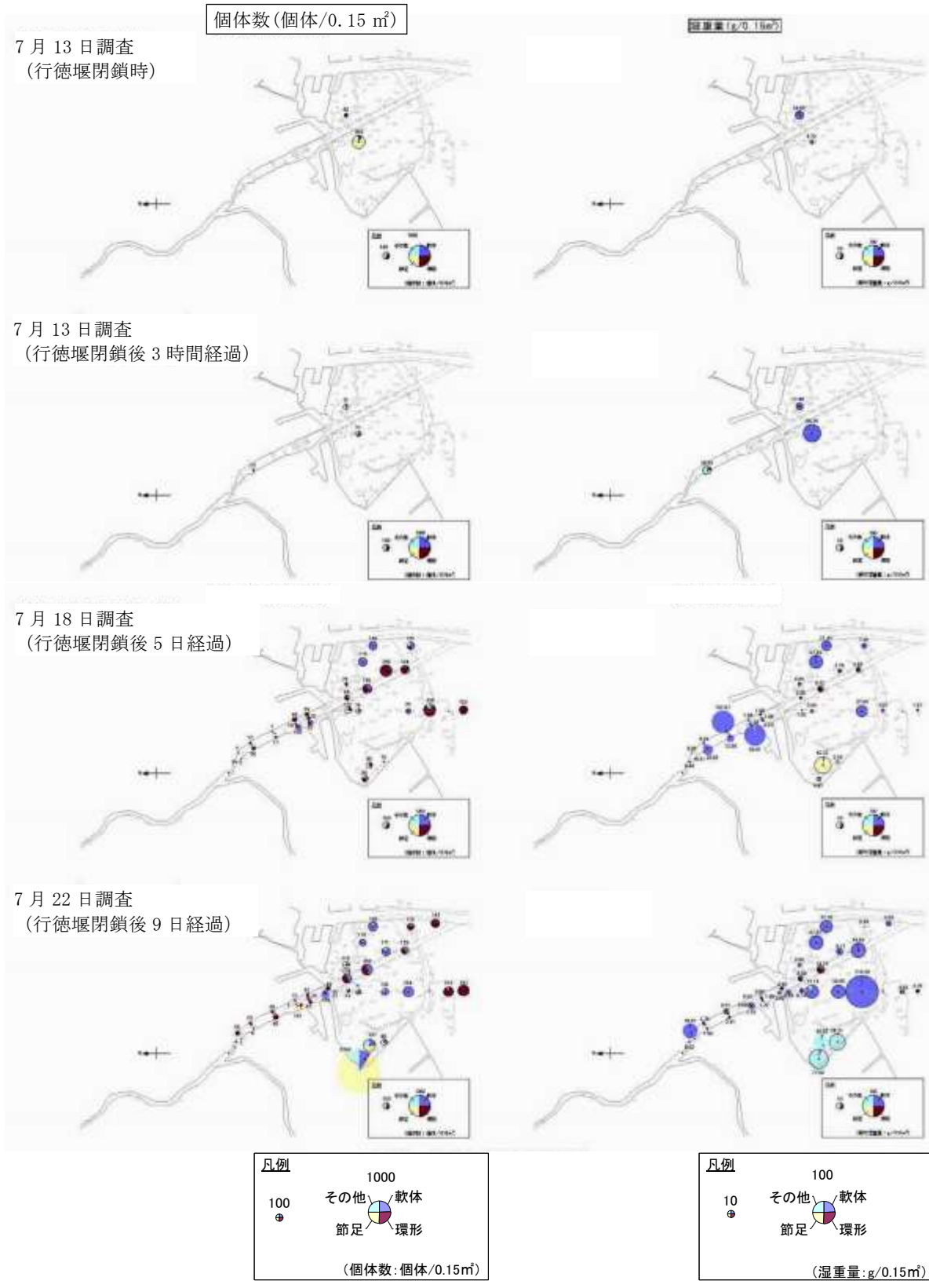
図 III. 2. 28 貧酸素水塊の年間最大規模と湾奥部の青潮発生の累計日数

(2) 江戸川放水路からの放水による底生生物への影響

榎本（2002）¹⁷の調査によると、2001年9月の行徳可動堰開放前後の底生生物の採集調査結果の比較では、アサリ、シオフキガイ、チロリ科が江戸川放水路全域に渡って減少し、淡水放流後にはオキシジミやシオフキガイを中心とした二枚貝の殻長5mm以下の小型個体の出現がほとんど認められなかった。江戸川放水路の中流部では底質のシルト・粘土分が減少し、下流部の干潟上部では浮泥が堆積していた。しかし、開放の5日経過後から貝類などの軟体動物やゴカイなどの環形動物が徐々に増加しており、生物は比較的速やかに回復することも確認された（図 III. 2. 29）。

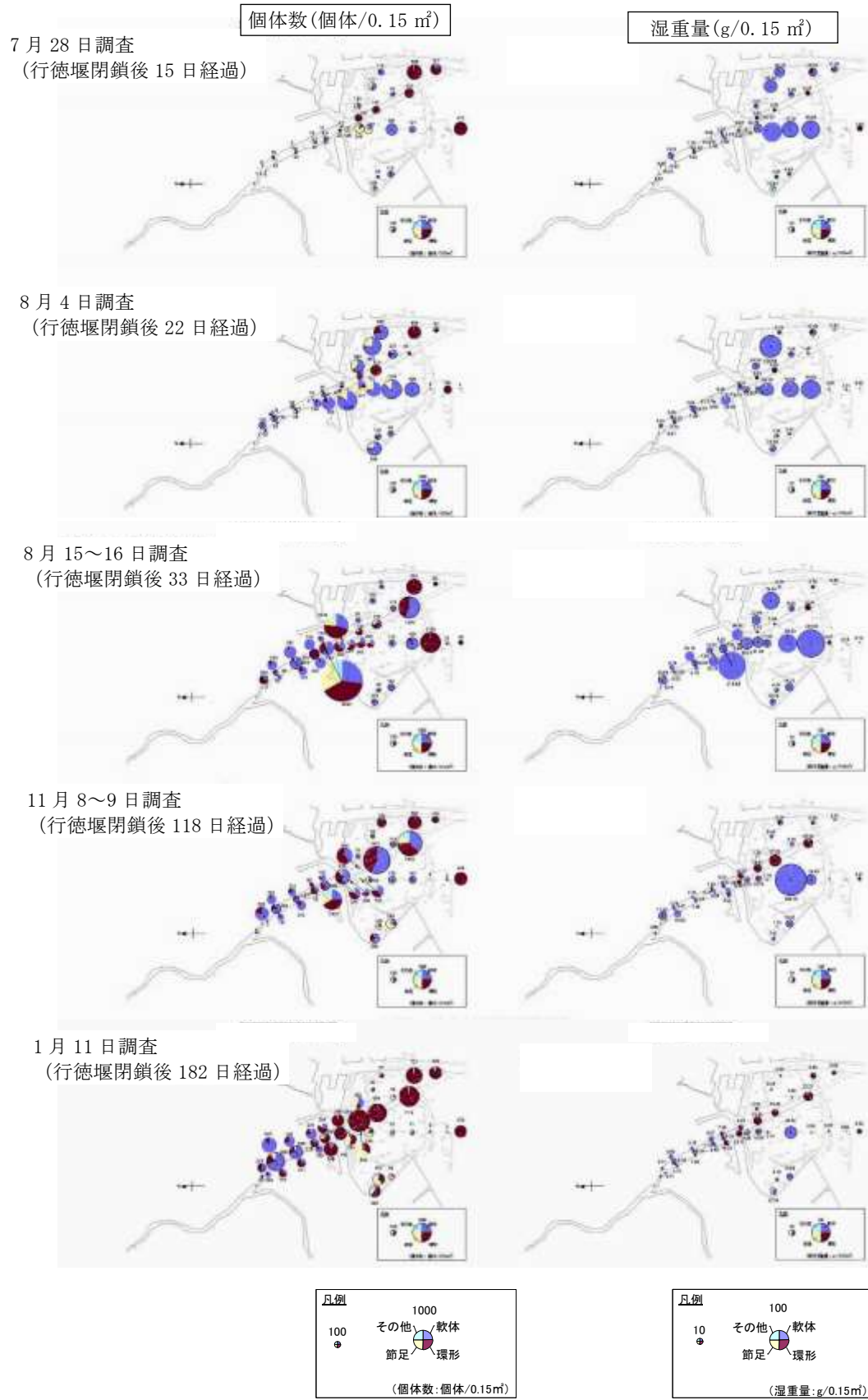
このように、江戸川放水路の行徳可動堰開放後は底質の細粒化が確認されており、淡水放流時の底質の攪乱、泥分の堆積が底生生物の成育に影響を及ぼしていると考えられる。ただし、調査毎に影響の程度や継続時間は異なっており、どの要素がどの程度影響したかは明らかではない。

¹⁷ 榎本輝樹（2002）：東京湾最奥部江戸川放水路干潟のマクロベントス群集と群集に与える青潮ならびに淡水放流の影響。2002年度東邦大学大学院理学研究科修士論文。



出典) 株式会社建設技術研究所 (2006): 平成17年度江戸川洪水流拡散状況調査業務報告書

図 III.2.29(1) 底生生物の出現状況 (2002年出水時)



出典) 株式会社建設技術研究所 (2006) : 平成 17 年度江戸川洪水流拡散状況調査業務報告書

図 III.2.29(2) 底生生物の出現状況 (2002 年出水時)

(3) 魚類の餌生物の整理

魚類（稚魚）の確認個体数の増減とこれらの餌となる底生動物の生息状況の関係の整理を試みた。稚魚調査でやや減少傾向がみられるイシガレイと、底生生物の調査結果からマコガレイ¹⁸、イシガレイ¹⁹の稚魚の食性に関する文献に基づいてエビ目、アミ目、クーマ目、ヨコエビ目の餌生物の湿重量の経年変化を図 III. 2. 31、図 III. 2. 32 に整理した。その結果、これらの生物の中ではヨコエビ目がとくに区分 1、2（浅海域の北西側で猫実川河口部を含む）で多く確認されており、春季～夏季にかけて増加する季節変動があった。イシガレイも春季に確認される種であり、これらの結果によれば上記の餌生物に限れば、イシガレイの稚魚が生息する時期は餌生物の減少は見られていない。

もう少し長期間のカレイ類の変動をみるために、東京湾内のマコガレイ、イシガレイの漁獲量の変動をみると（図 III. 2. 33）、1980 年代後半をピークに、その後は千葉県、神奈川県、東京都ともに共通して減少している。そのため、稚魚調査においてイシガレイが減少傾向であったのは、東京湾内の広範囲でイシガレイの親魚が減少傾向にあり、その影響で三番瀬に来遊するイシガレイの稚魚も減少している可能性が考えられる。

三番瀬における稚魚の種類や個体数と、餌生物の増減傾向との関連について詳細は不明であるが、三番瀬では多くの種類の稚魚が比較的規則的な季節変動をしながら確認されており、三番瀬の浅海域は魚類のとくに稚魚期の成育場として重要な海域であると考えられる。

<イシガレイの確認個体数の変化>

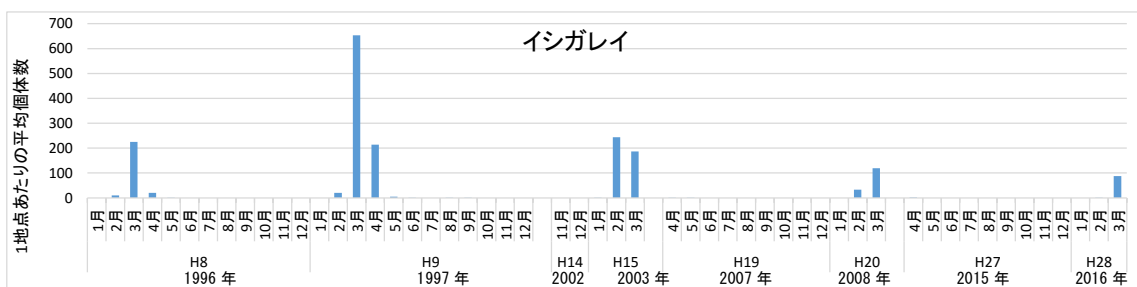


図 III.2.30 イシガレイの個体数の変化（図 II.5.3 を再掲）

¹⁸ 高橋豊美（1999）文部科学省科学研究補助金研究成果報告書：北海道津軽海峡のマコガレイ稚魚の採餌に関する研究

¹⁹ 南卓志（1984）日本水産学会誌：イシガレイの初期生活史

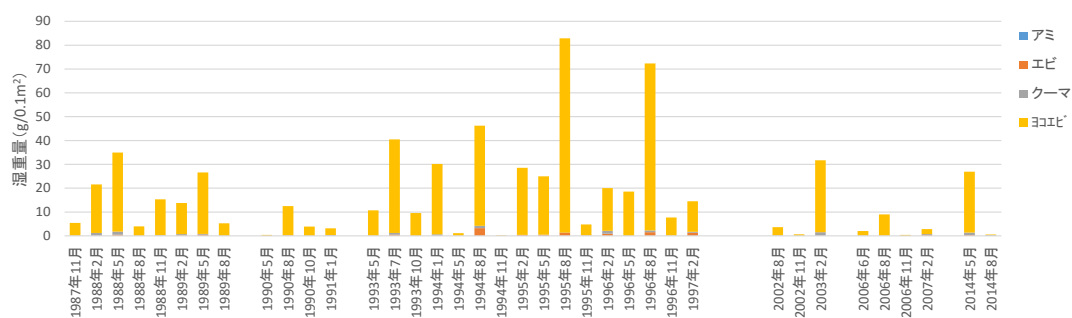


図 III. 2. 31 餌生物の湿重量の変化

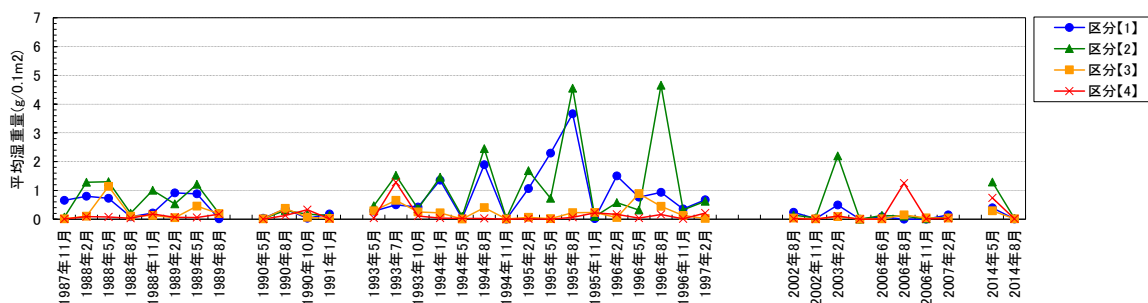


図 III. 2. 32 餌生物の湿重量の変化

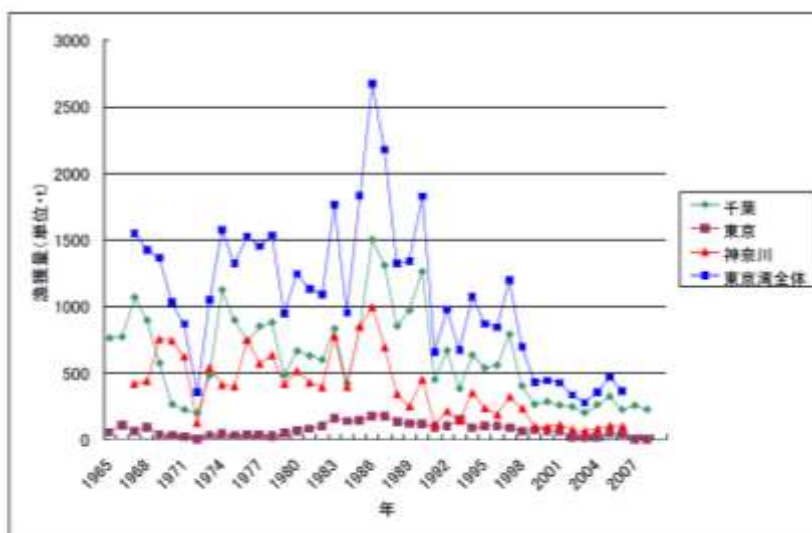


図 III. 2. 33 東京湾における各都県別のカレイ類の漁獲量の経年変化²⁰

²⁰ 財団法人 日本生態系協会(2011)平成22年度水産生物の生活史に対応した漁場環境形成推進委託事業のうち水産生物の生活史に対応した広域的に連携する漁場環境形成手法の検討業務報告書

1.5 (E) 地形（干出）や底生生物の分布の変化による水鳥類の分布変化（地形・底生生物⇒鳥類）

鳥類の増減傾向の解析結果から、全国における確認状況に対して三番瀬および近傍の谷津干潟で減少傾向がみられた種として、キアシシギとキョウジョシギが挙げられる。これらの種は、三番瀬周辺の環境変化によって増減傾向が表れた可能性があるため、地形や餌生物との関連について検討した。

(1) 地形の変化と鳥類の分布変化について

キアシシギは干潟の底生動物、キョウジョシギは岩礁で甲殻類や貝類を食べる種であり、三番瀬内では1980年代前半に塩浜護岸前面に造成された養貝場などで多く確認されていた。しかし、東日本大震災以降は、この養貝場が30～50 cmほど沈下しており、その結果干出する面積が減少、または干出時間が短縮した（図 III. 2. 34、図 III. 2. 35）。船橋海浜公園でも同様に、震災直後の測量結果をみると震災前に比べて、人工海浜やその沖にあった牡蠣礁のような両種が好む地形の地盤高の低下がみられ、干出面積の減少、干出時間の短縮が生じていると考えられる。そのため、キアシシギ及びキョウジョシギが好む採餌場が直接的に減少したことが、両種の三番瀬における利用度が減少した1つの要因であると考えられる。また、日の出では両種とも目立った減少は見られていないが、これは震災後も消波ブロックや護岸等のキアシシギとキョウジョシギの採餌場となる環境が残っていたことが要因と考えられる。

(2) 餌生物と鳥類の個体数変化について

キアシシギ、キョウジョシギの個体数の増減とこれらのエサとなる底生生物の生息状況の関係をみるために、船橋海浜公園、日の出、塩浜周辺で行っていた底生生物（甲殻類、多毛類）の調査結果とキアシシギ、キョウジョシギの個体数を図 III. 2. 36 に示した。

キアシシギ、キョウジョシギについては、船橋海浜公園および塩浜において個体数の減少が顕著で、日の出では個体数の増減が顕著ではなく、地点によって差がみられた。しかし、餌生物となる底生生物はいずれの地点においても減少傾向であり、キアシシギ、キョウジョシギとエサとなる底生生物の量との関連性は確認できなかった。山本ら（2016）は、ダイゼンやハマシギの分布は、多毛類の個体数密度と関連性があることを示唆しており²¹、キアシシギ、キョウジョシギの分布や個体数の変化も餌生物量と関連がある可能性があるが、本解析で明瞭な関連性はみられなかった。

²¹ 山本正岳、佐野光彦（2016）東京湾の干潟における底質環境とマクロベントス量がシギ・チドリ類の分布と採食へ与える影響、Bird Research vol. 12, pp. A1-A17.

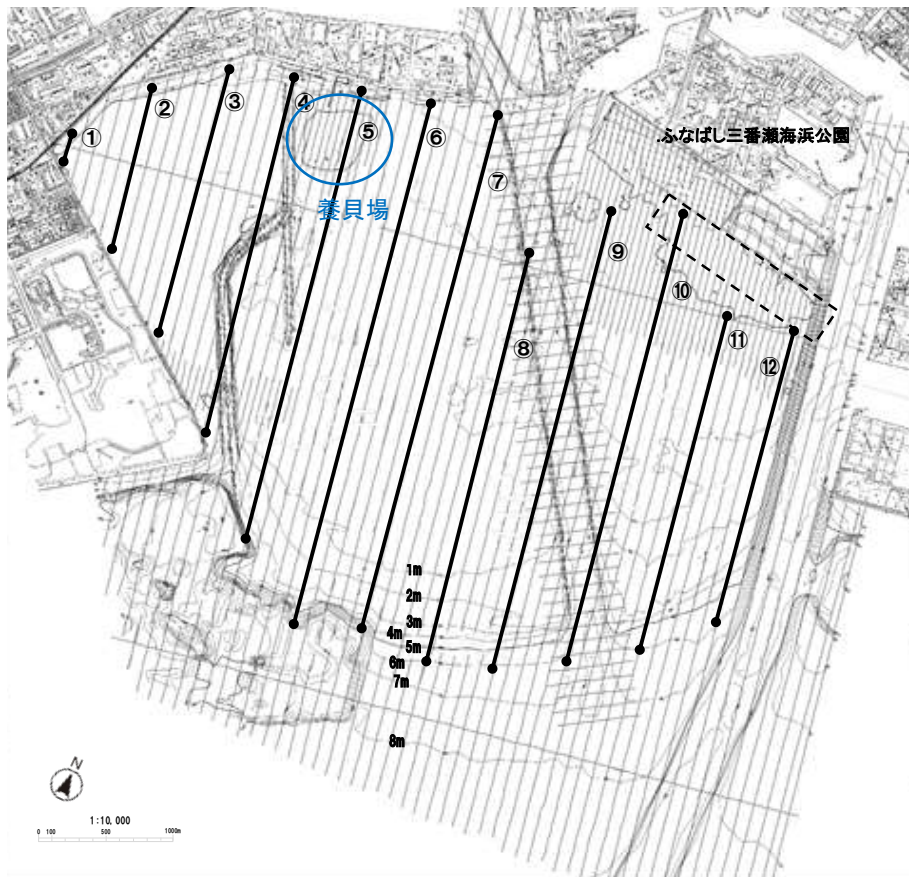


図 III. 2. 34 測量位置

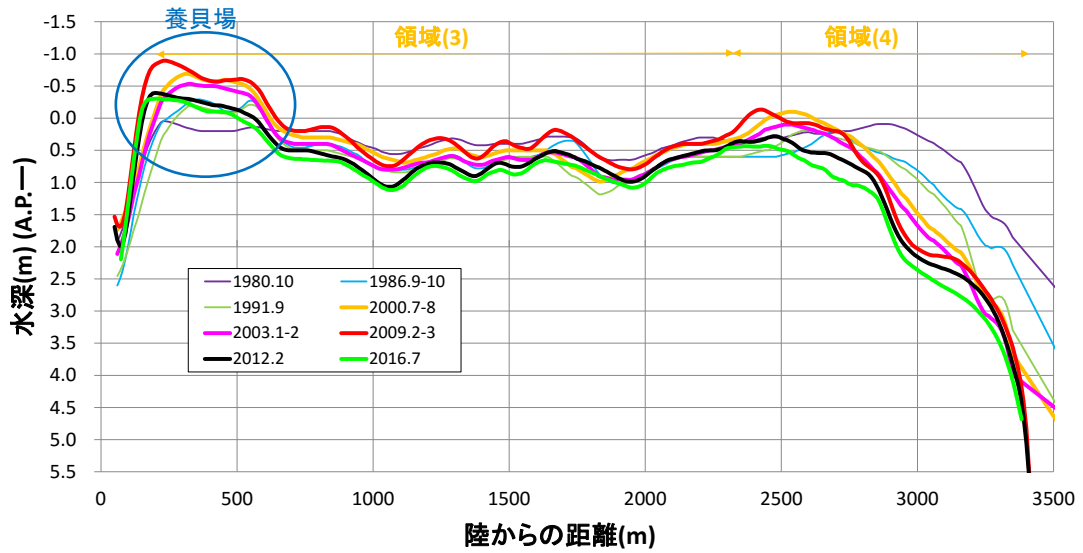


図 III. 2. 35 鉛直断面地形の変化(測線⑤)

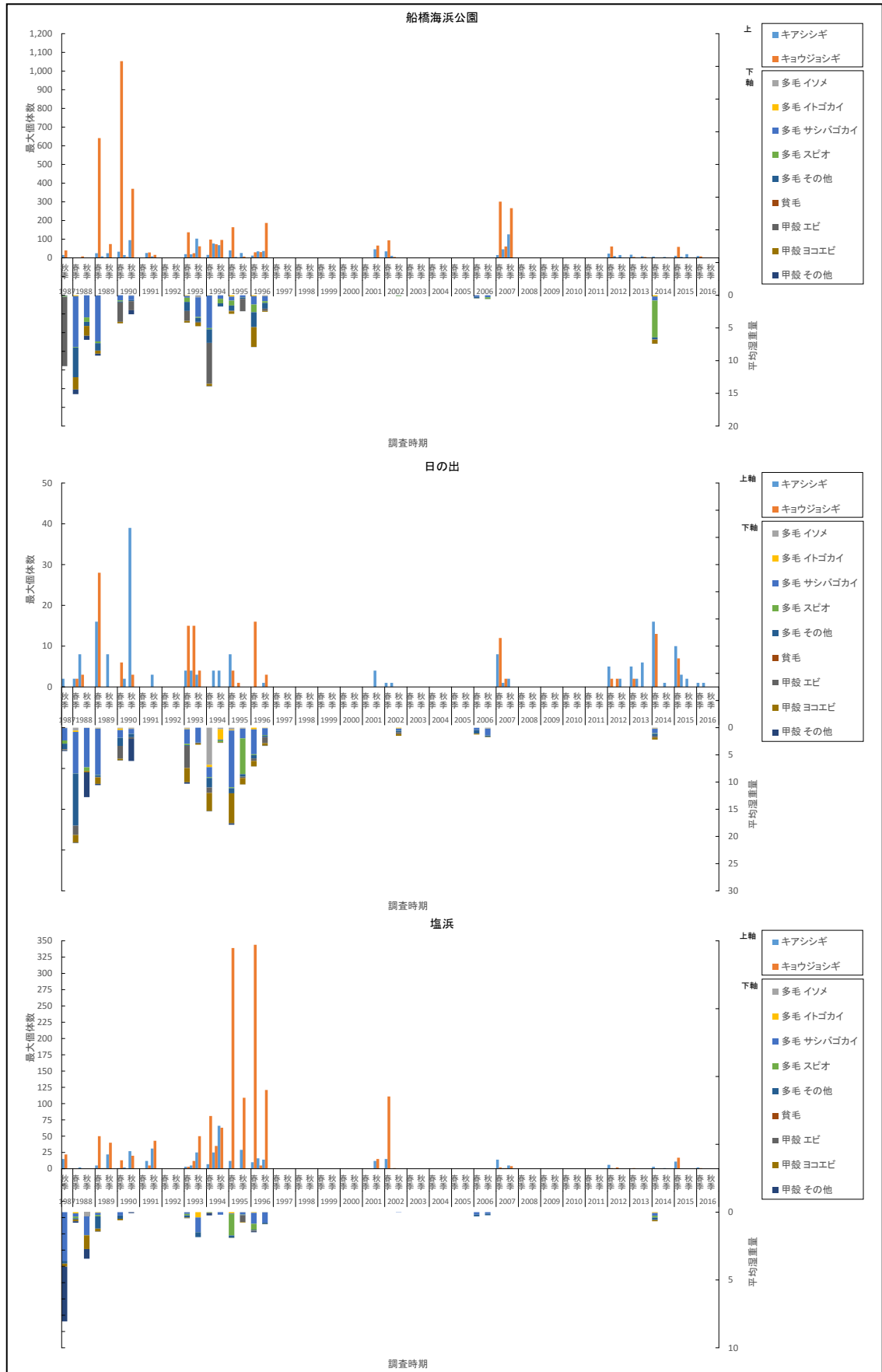


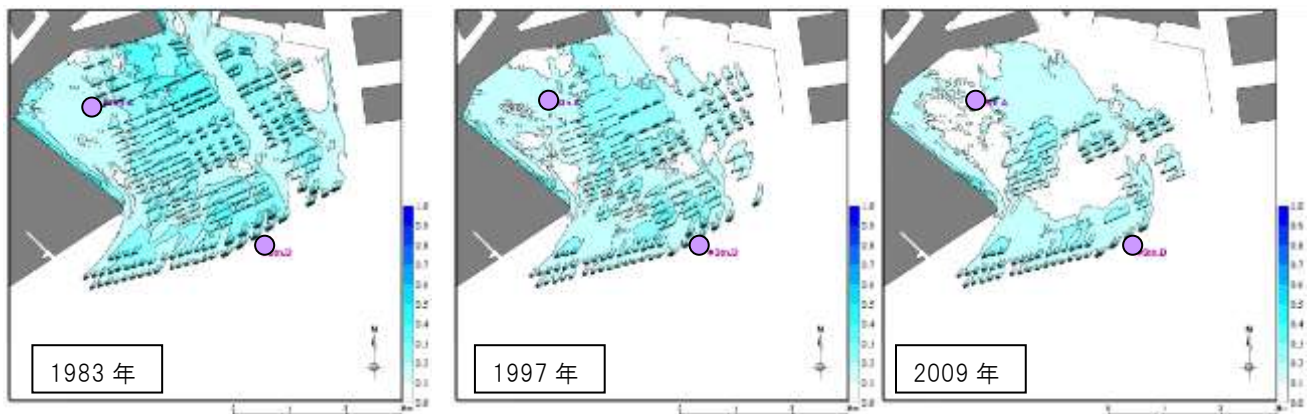
図 III. 2. 36 三番瀬におけるキョウジョシギとキアシシギの最大個体数と餌量

1.6 (F) その他（人間活動（漁業活動等）⇒波浪）

三番瀬では冬季にアサリの減耗が確認されており、柿野（2006）²²は低水温、年によって起こる餌不足、海底砂の流動による潜砂行動のストレス等によって活力が低下し、冬季の季節風による海底砂の侵食や堆積に応じた砂中の鉛直運動に対応出来ずに斃死していると推定している。

アサリは本来静穏性を好み自ら移動しない二枚貝であり、生息密度の低下に関わるアサリの移動は海底砂の流動とともに発生すると想定される。近年は、波浪減衰効果を持つノリ養殖支柱柵が減少しているため、浅海域内の波高は増大していると推定される。

冬季のノリ養殖施設による波高減衰率を図 III.2.37 に示す。色が濃いほどノリ網養殖施設によって波高が低減していることを示す。1983年当時のノリ養殖施設の密度であれば、沖波に対する岸側への波高減衰率およそ20%程度であるが、1997年、2009年と養殖施設の減少に伴い波高減衰率が低下しており、ノリ養殖施設による波浪低減効果が得られない海域の面積も広がっていることが分かった。したがって、近年のノリ養殖施設減少による浅海域内の波高の増大が冬季のアサリの減耗を助長している可能性が示唆される。



(計算条件) 波浪条件: 波高は1月最大波高、波向きはSW、
潮位条件: 平均潮位、
個々のノリ養殖施設の波高減衰率: 水深に依らず20%とした。
単位は、ノリ養殖施設無しの条件と比較した際の、各年の養殖施設有り条件における波高減衰率
(出典) 平成22年度三番瀬自然環境総合解析、千葉県

図 III.2.37 ノリ養殖施設条件による波高減衰率 (M. S. L)

²² 柿野 純 (2006) アサリの減耗に及ぼす物理化学的環境の影響に関する研究. 水産工学, 43(2), 117-130.

III.3 三番瀬の長期的な環境変化の整理

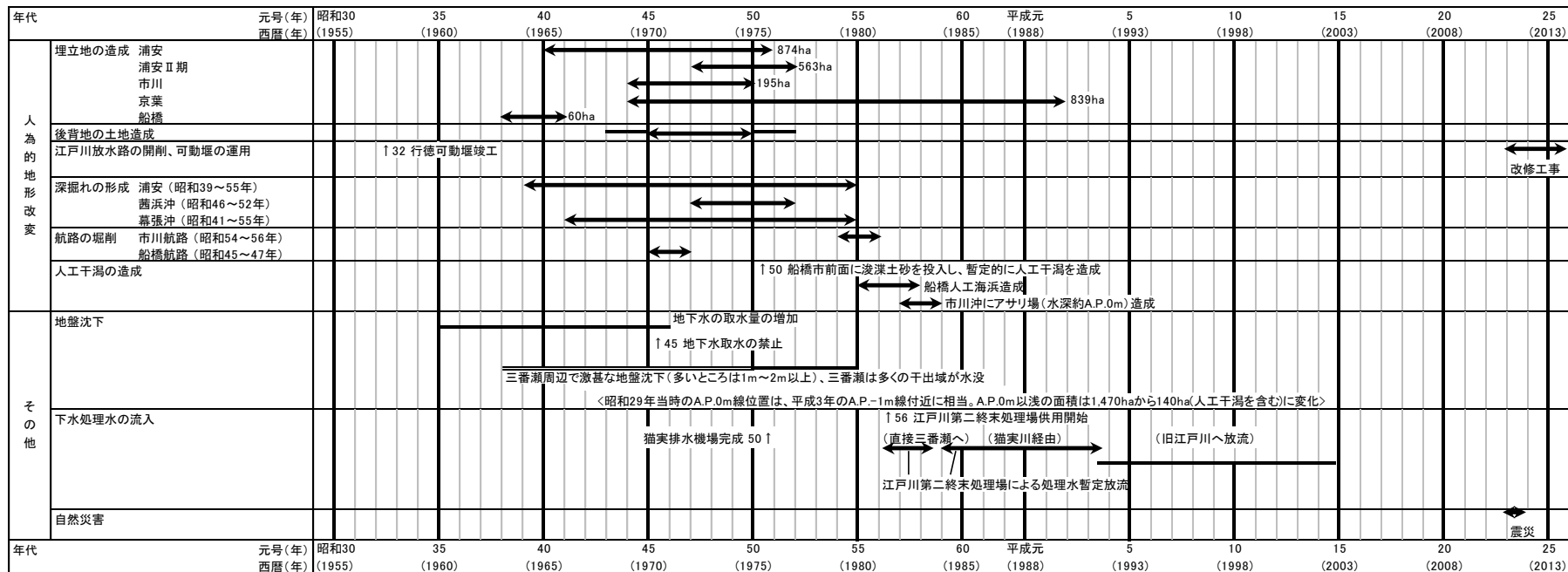
三番瀬の長期的な自然環境の変化について、三番瀬周辺の様々な人為的改変や東京湾の広域で生じるインパクトとの連関をインパクト・レスポンスフローとしてまとめ、環境変化のメカニズムを検討するとともに、今後どのような環境変化に着目する必要があるか整理した。

検討にあたっては、埋め立て地の造成後の長期的な変化と 2011 年に発生した東日本大震災を原因とする変化を区別するため、2 図を作成した。

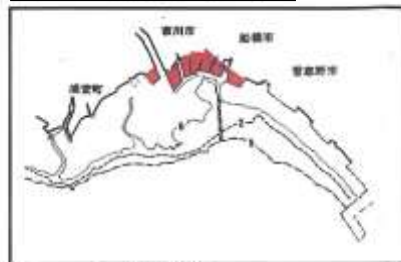
三番瀬における長期的な変化として、埋立地が造成され現在の地形になった 1960 年代（昭和 40 年代）～1970 年代（昭和 50 年代）以降から東日本大震災までの図（図 III. 3. 2）を作成するとともに、震災発生による環境変化がどのように生じたのかを検討するために震災発生を加えた現在までのフローを分けて作成した。また、影響の伝搬経路については、過去の調査で確認された事項と、影響が伝搬している可能性が高いが、調査では確認されていない事項とを区別して整理した。

インパクト・レスポンスフローの整理の結果、原因が排除されておらず、三番瀬において今後も変化が継続すると考えられる項目としては、前置斜面の侵食、浅海域の波高増大、底質の粗粒化（底質分布の均一化）、水生生物の長期的な減少が挙げられる。

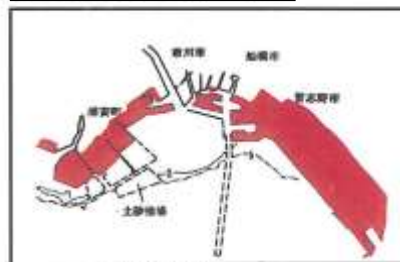
これらのうち、東日本大震災後に、地盤低下に伴う浅海域の波高の増大、および底質の粗粒化（底質分布の均一化）については、進行が認められたため、特にこれらの項目やそこに繋がる影響伝播経路については、今後も注意する必要があると思われる。



昭和 38~42 年



昭和 42~51 年



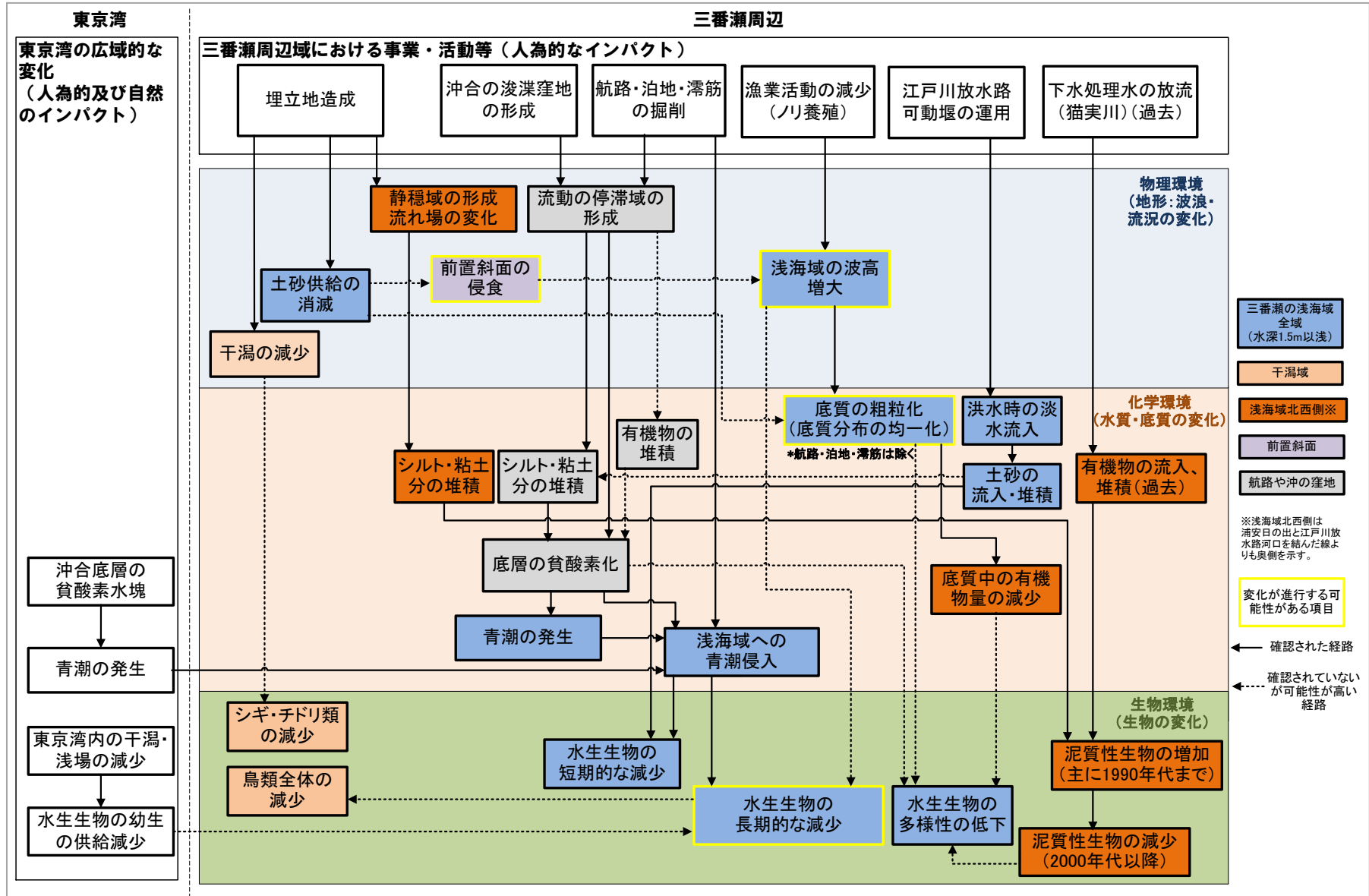
昭和 51~58 年



(注) 赤塗り部分は埋め立て部分を示す。

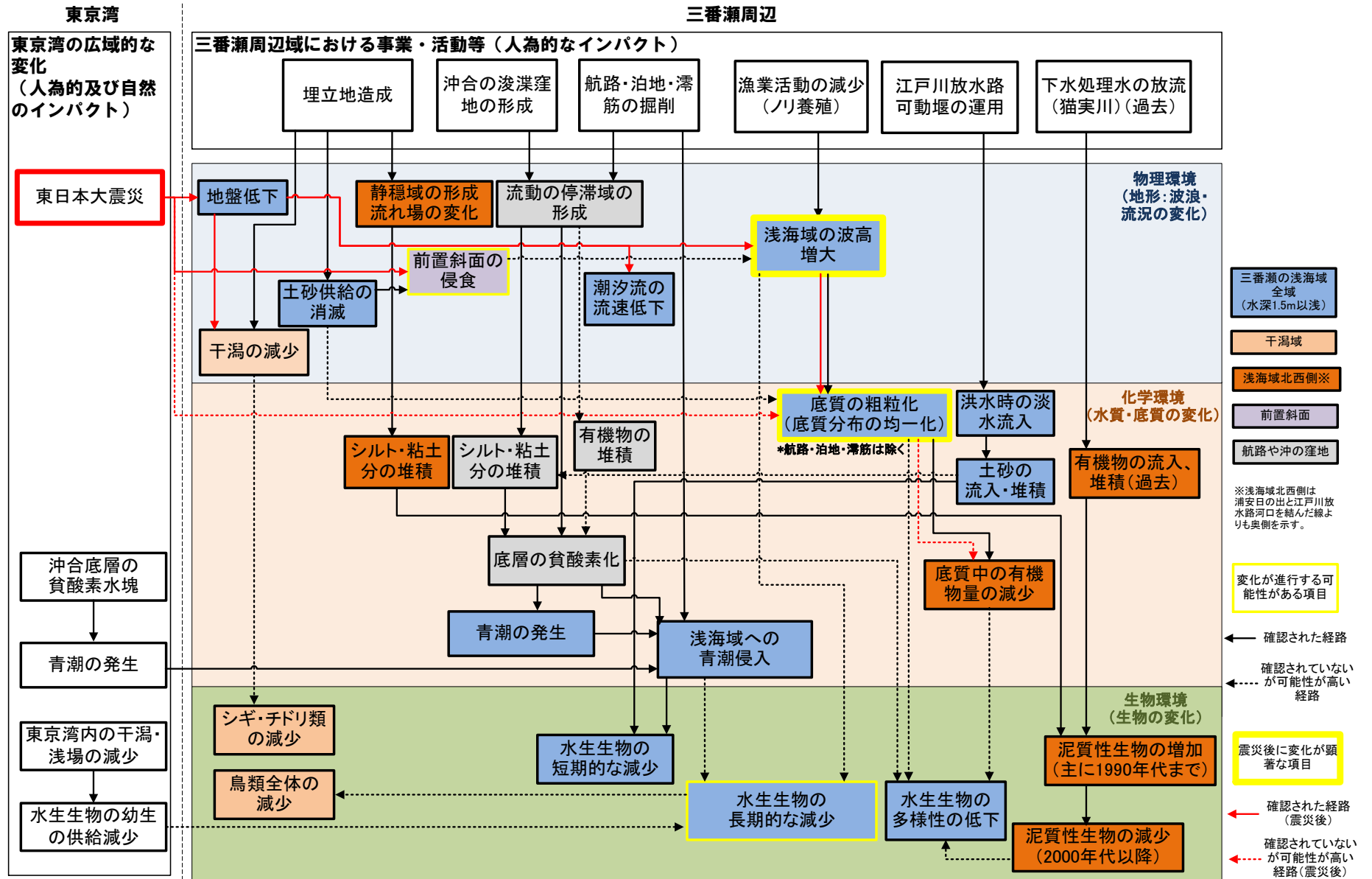
(出典) 「千葉県土木部・千葉県企業庁(1999)三番瀬の環境の推移」をもとに作成

図 III. 3.1 三番瀬における人為的なインパクト等の年表



※このインパクト・レスポンスフローは、これまでに三番瀬で生じた環境変化およびその要因を整理するために作成している。なお、現地調査で把握された事象だけでなく仮説や推測が含まれている。また、主な環境変化を図示しておりすべての事象を整理できている訳ではない。

図 III.3.2(1) 人為的、自然的インパクトと環境変化の関連性整理 (震災前までの状況) (案)



※このインパクト・レスポンスフローは、これまでに三番瀬で生じた環境変化およびその要因を整理するために作成している。なお、現地調査で把握された事象だけでなく仮説や推測が含まれている。また、主な環境変化を図示しておりすべての事象を整理できている訳ではない。

図 III.3.2 (2) 人為的、自然的インパクトと環境変化の関連性整理 (震災後の状況) (案)

第IV編 今後の変化に関する考察

IV.1 物理環境、化学環境の今後の変化の考察

1.1 地形

東日本大震災による地盤沈下が発生する前の約 30 年間では、三番瀬の地盤高は、沖側の前置斜面を除いて、長期的には概ね安定していた。今年度を実施した測量結果によれば、震災後の約4年間で、猫実川河口部を除いた範囲で平均数 cm 程度の侵食傾向が見られたが、震災前においても短期的には侵食傾向が見られたこともあり、この侵食傾向が今後とも継続するかは不明である。ただし、前置斜面は震災前から侵食が続いており、その傾向は今後も継続するものと考えられる。また、やや閉鎖的な猫実川河口部は、概ね安定な傾向が今後も継続すると考えられる。

全般的には、今後 5 年程度の間であれば、地盤高が大きく変化することはないと考えられる。

1.2 波浪

東日本大震災による地盤沈下によって三番瀬内に侵入した波浪は減衰しにくくなっており、地形が回復しない限りは、同じ風況であれば、震災前よりも波がやや高くなる状況が今後も継続する。

1.3 流況

東日本大震災以前までは、とくに一定の変化傾向は見られていない。震災時に地盤高が広範囲で低下して潮流の流速がやや低下している可能性があるが、震災後は顕著な地形変化は見られていないことから、流速についても今後 5 年程度は大きな変化はないと考えられる。

1.4 水質

周辺部の下水道普及率向上に伴い窒素やりんなどの流入負荷量は減少しており、海域の窒素やりんの濃度は、今後も横ばい、もしくは減少傾向が続くことが予想される。逆に、水温については、地球温暖化の進行状況によるが上昇傾向が続く可能性がある。水温の上昇は、海水の躍層形成の長期化につながる可能性があり、貧酸素水塊の規模が大きくなる可能性があるため、三番瀬だけでなく東京湾全域の底層の貧酸素水塊の規模には注視する必要がある。

1.5 底質

震災時に前置斜面や浦安日の出地先の砂堆の地盤高が低下したことから、三番瀬の浅海域の広い範囲で波浪が強まりやすい状況にある。そのため、今後も台風などの高波浪時

には底質がより一層粗粒化する可能性はある。とくに、浦安市日の出と江戸川放水路を結んだ線よりも奥側（浅海域の北西側、滞筋は除く）はシルト粘土分や強熱減量の減少が震災前からみられていたことから（図 III. 2. 15）、江戸川放水路などの放流によって短期的には泥分が供給される可能性もあるが、長期的には減少傾向が続く可能性がある。

IV.2 生物環境の今後の変化の考察

1.1 底生生物

底生生物の個体数は、1980年代に比べて1990年代に増加後、2000年代に入ってから大きく減少している（図 III. 2. 16）。90年代に多く確認された種は、浦安市日の出と江戸川放水路を結んだ線よりも奥側（浅海域の北西側）を中心に、泥質や砂泥質を好み、有機汚濁に強い種が多く含まれていた。現在は、この浅海域の北西側は底質中の有機物やシルト粘土分は減少傾向がみられることから、現在の底質状況では90年代のような個体数まで増加する可能性は低いと考えられる。三番瀬全体では種類数の減少は顕著ではないが、浅海域の北西側では1地点あたりの種類数がやや減少傾向であることから、このまま底質中の有機物量やシルト粘土分の減少が続くと、そういった場所を好む生物の種類数が減少し、長期的にみると底生生物の多様性の低下につながる可能性がある。ただし、今後5年程度の短期間では、地形や底質が大きく変化しなければ、底生生物の生息状況も大きく変化しないものと考えられる。

アサリについては、長期的に減少傾向が続いており、同じ東京湾の盤洲干潟でも同様に減少傾向がみられている。東京湾内のアサリの親貝の減少に伴い、三番瀬への幼生の加入自体が減っている可能性もあるが、長期的な減少の原因については不明である。今後5年程度で考えると、2003年のように突発的に増加する可能性はあるが、地形や底質の状況が大きく変わらなければ、概ね現在の密度で推移するものと考えられる。

1.2 魚類

稚魚は、マハゼ、ヒメハゼ、マコガレイなどが季節ごとに多く確認される傾向は現在も変わらない。個体数は増減が大きく傾向が不明瞭であり、今後の変化を考察するに十分な情報がないが、調査対象としている稚魚は、生活史の一部において三番瀬の干潟、浅場を成育場、餌場、隠れ場などに利用していると考えられることから、地形、餌生物などが今後5年程度で大きく変化しなければ、稚魚の生息状況も現在の状況が続くと考えられる。

1.3 鳥類

三番瀬ではキアシシギやキョウジョシギといった一部の種において、確認数の減少が確認された。これは東日本大震災による地盤沈下の影響により、干潟や牡蠣礁といったシギ・チドリ類が好む環境の干出面積の減少や干出時間の減少が生じたためと考えられる。

ただし、震災後の約4年間で地形は安定しており、これ以上の地形の変化による生息環境の減少はなく、シギ・チドリ類の確認数も2012年以降の値で概ね安定すると考えられる。

餌となる底生生物については、1990年代をピークに2000年代では著しく減少したことが確認されている。底質の状況から餌量が1990年代の水準まで回復する可能性は低いと考えられる。底生生物調査結果と鳥類の採餌状況との関連は示唆されなかったが、餌生物の減少によっては、一部の鳥類の個体数が減少する可能性も考えられた。ただし、鳥類の個体数は2012年以降概ね安定しており、今後5年程度では個体数の大きな変動の可能性は低いと考えられた。

第V編 今後の調査提案について

第IV編まで、主に2010年度以降に実施された調査結果を用いて、地形から鳥類までの各種事項ごとに、三番瀬の状況を確認し、長期・短期の両面からその変化を整理するとともに、今後の変化に関する予測をしたところである。

解析作業としては以上のとおりだが、最後にこれら作業の過程で得られた情報や知見に基づき、今後調査を実施するにあたり留意すべき事項を、各事項別に提案する。

V.1 地形・流況

三番瀬の状況を確認するための最も基礎的な事項のひとつであり、三番瀬の変化を継続的に監視していくためのモニタリング調査として、定期的な実施することが望ましい。定期調査を継続的に実施することにより、三番瀬全体の変化傾向を的確に把握できるものと考えられる。実施の頻度としては、3～5年を目安に定期的な間隔で実施していくことが望まれる。

調査位置や方法については、経年的な比較ができるようにするため、同一規模、同一地点で継続することが必要である。

1.1 地形

地形の変化は、流況、底質、水生生物などの状況に大きな影響を与えると考えられるため、三番瀬の状況を把握するうえで、地形の調査は最も重要なもののひとつであると考えられる。三番瀬の地形については、場所によって変化が生じている場所とそうでない場所がみられるが、今後も継続していくことが望ましい。

調査方法は、データの継続性を考慮し、これまでに実施されてきた深淺測量を引き続き実施することが望ましい。

測量間隔は、これまでは不定期であったが、できれば定期的な間隔で実施することが望ましい。

測量時期は、季節変動の影響を取り除くために同一時期に実施することが望ましい。

測量範囲（測線数）については、既往調査で全域100m間隔のような詳細測量を実施したこともあるが、今年度を実施したような計12測線で500m間隔程度の測線でも全体の変化傾向を把握するモニタリング調査としては足りるものと考えられる。

また、地形の変化は底質の変化に繋がるため、深淺測量時に底質調査も同時に実施する、もしくは同じ年に実施することが望ましい。

1.2 流況

三番瀬内の流況については、2008年度（平成20年度）の調査結果と2014年度（平成26年度）の調査結果を比較した結果、大局的にみて、流れの状況は概ね同様の傾向となっており、経年的な変化傾向はみられなかった。ただし、東日本大震災時には地

盤高が広範囲で低下しており、これまでの調査結果からは不明ではあるが、潮流の流速が低下している可能性も否定はできない。

三番瀬の再生計画（事業計画）に関しては、大規模な地形改変を伴う事業は計画されていないことから緊急性はないものの、一定期間ごとに三番瀬の流況を把握しておくことは、三番瀬全体の変化を早期に把握するために重要であると考えられる。

調査地点の配置については、2010年度（平成22年度）の三番瀬自然環境総合解析で、市川航路を挟んで船橋側と市川側、三番瀬の陸側と沖側において、風の影響や洪水の影響によって流れの特徴が変化していることが明らかとなったことを勘案して、2014年度（平成26年度）と同様に2地点程度配置することを提案する。

なお、上記の流況調査と合わせて、後述する水質の青潮・貧酸素に関する調査を同時に行うことで、現況解析や将来予測において重要となってくると考えられる。

V.2 水質・底質

これまでも水質環境や底質環境の調査は、一定期間ごとにモニタリングを実施してきており、これらの調査を継続することが重要である。とくに、底質は浦安市日の出地先と江戸川放水路を結んだ線よりも奥側（浅海域の北西側、滞筋は除く）はシルト粘土分や強熱減量の減少がみられていることから、これらの変化を把握するために、過年度と同じ地点配置、項目で実施することが重要である。

また、平成20年度に実施した水環境モニタリング調査では、水温・塩分、溶存酸素や濁度などの連続観測を実施しており、貧酸素水塊や洪水時の淡水の影響について把握されている。この調査で行われたように、水質と流況の連続観測を同時に行うことで、三番瀬で生じる現象の理解を深めることができたことから、今後も同様に流況と水質の同時観測を行うことが望ましいと考えられる。

V.3 水生生物

1.1 底生生物

現況把握とともに過去からの変化を把握できるようにするため、定期的に調査を実施することが望ましい。経年的な比較検討に耐えられる調査とするためには、調査位置、方法、時期、分析精度等が過去の調査と一致している必要がある。例えば、底生生物調査では、調査位置、採泥方法、時期等が一致しても、篩の目合いの大きさが変わってしまうと比較が困難になるため、注意が必要である。

三番瀬では、二枚貝類など水生生物の長期的な減少が確認されており、浅海域では底質の粗粒化に伴い多様性の低下も懸念される。また、外来種も複数種類確認されていることから、それらの動向を把握する観点から、平成26年度に実施した程度の地点数で数年に一回、4季に調査を行い生物相を把握することを提案する。

三番瀬では長期間継続する青潮や江戸川放水路からの大規模な出水によって生物

相が大きく変化することから、それらの事象が発生した場合には、上記の定期調査に加えて、臨時的に生物調査を実施することが望ましい。これにより、生物の変化要因を把握しやすくなるものと考えられる。

三番瀬周辺の生物調査は、様々な機関によって実施されており、これらのデータを継続的に活用していくことも重要であると考えられる。例えば、千葉県水産総合研究センターが実施している二枚貝の資源量調査は、同じ方法で長期間にわたって継続されており、三番瀬のアサリなどの二枚貝類の資源量の動向を把握するうえでは非常に有効なデータである。

1.2 魚類

埋立が進んだ東京湾奥部において、三番瀬には魚類（とくに稚魚期）の成育場として重要な浅海域が広がっている。これまでの調査でも、季節によって多くの種が入れ替わりながら生活史の一時期（稚魚期）を三番瀬で過ごしているのが確認されている。確認される個体数については変動が大きく種ごとの増減傾向については不明瞭な種が多いが、種類については、調査を継続し変化を追うことで、今後、南方系種の増加など海水温上昇による変化を捉える指標になると考えられる。そのため、平成27年度に実施した程度の地点数で月に一回、稚魚調査を行い稚魚の生息状況を把握することを提案する。

V.4 鳥類

鳥類の個体数は、年により変動が大きく、数年に1回の調査頻度では、変化の状況を的確に把握できない可能性がある。そこで、特に重要と考えられる場所については、毎年調査を行うことが望ましい。

対象とする地点は、三番瀬内における変化を把握するために重要と考えられる船橋海浜公園、日の出、塩浜の3地点に加え、三番瀬に隣接し、生息状況が相互に関連していると考えられる谷津干潟、行徳鳥獣保護区の合計5地点とすることが望ましいと考えられる。

また一方で、既往調査で使用した14地点での個体数経年調査を数年に1回行うことができれば、既往の調査結果との比較を行うことができ、より詳細に三番瀬の状況把握ができるものと考えられる。

調査方法については、既往調査結果との比較を行うため、既往調査同様に定点調査法等による個体数のカウントを行うことが必要と考える。

調査時刻については、2012年度以降の調査において実施されているものと同様に、今後も各地点同時刻に調査を実施することが望ましい。

特にスズガモは三番瀬のシンボルともなる重要な種であり、鳥類調査を実施するにあたっては必須の調査対象であるが、本種は飛来数が非常に多く、個体数を正確に把

握することが難しい。したがって、各地点同時刻に調査を実施することは、スズガモの個体数の経年変化を把握する上で有効と考えられる。

シギ・チドリ類の多くの種は、水際付近で採餌することが多く、干出域の分布の変化が採餌環境に影響している。近年のシギ・チドリ類の出現傾向に大きな変化は見られないものの、東日本大震災後は地盤沈下により干出域が減少し、一部のシギ・チドリ類の観察個体数に影響を与えたと考えられた。したがって、鳥類の採餌環境変化の要因の把握のためにも、深浅測量による干出域の変化（地形の変化）の継続的なモニタリングを実施することが望ましい。

