

平成 28 年度三番瀬自然環境総合解析業務 とりまとめ状況の中間報告

1. 調査・解析の手法

1.1. 業務の内容

本業務の目的は、下記に示すとおりである。

- (1) 三番瀬の地形について、震災直後の状況からの変化の有無を確認するため、全延長 30km 程度の深浅測量調査を行う。
- (2) 平成 23 年度以降に千葉県及び他の機関等が実施した諸調査の結果から、三番瀬の現状について整理し、現状と過去の調査結果を比較することで、三番瀬の自然環境がどのように変化しているか把握するとともに、変化している場合はその要因を考察する。さらに、三番瀬の自然環境の概ね 5 年後の変化傾向を考察し、今後、三番瀬の自然環境の把握に必要な調査及び情報の収集・整理・解析にはどのようなものがあるか示す。

1.2. 深浅測量調査方法

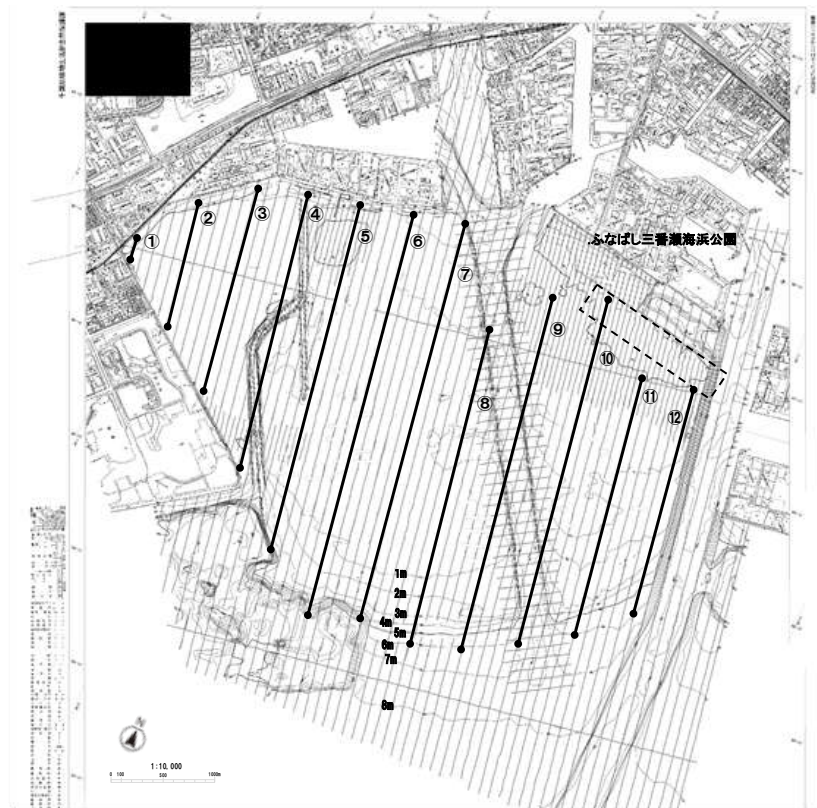
1.2.1. 測量位置

深浅測量調査は平成 23 年度調査と同一の計測測線から、測線間隔 500m で測線を抽出し実施した。測線位置図を図 1 に示す。

1.2.2. 測量方法、時期

本深浅測量調査は音響測深器及び RTK-GPS を用いて基本的に船上から行い、一部の浅場のみ陸上から行った。

調査は、平成 28 年 7 月に行った。



注) 測線は太線の①～⑫。図中の細い線が H23 年度調査の測線を示す。

図 1 測量位置

1.3. 総合解析の手法

1.3.1. 解析の内容・流れ・構成

各項目の解析は、現状の分布及び過去からの推移により現況の解析を行い、変化の傾向、その要因について考察する。また、変化傾向や周辺事業を考慮して今後の状況について考察するとともに、今後必要と考えられる定期的調査等についてとりまとめる。

解析の全体構成を図 2 に、各項目の解析内容を以下に示す。

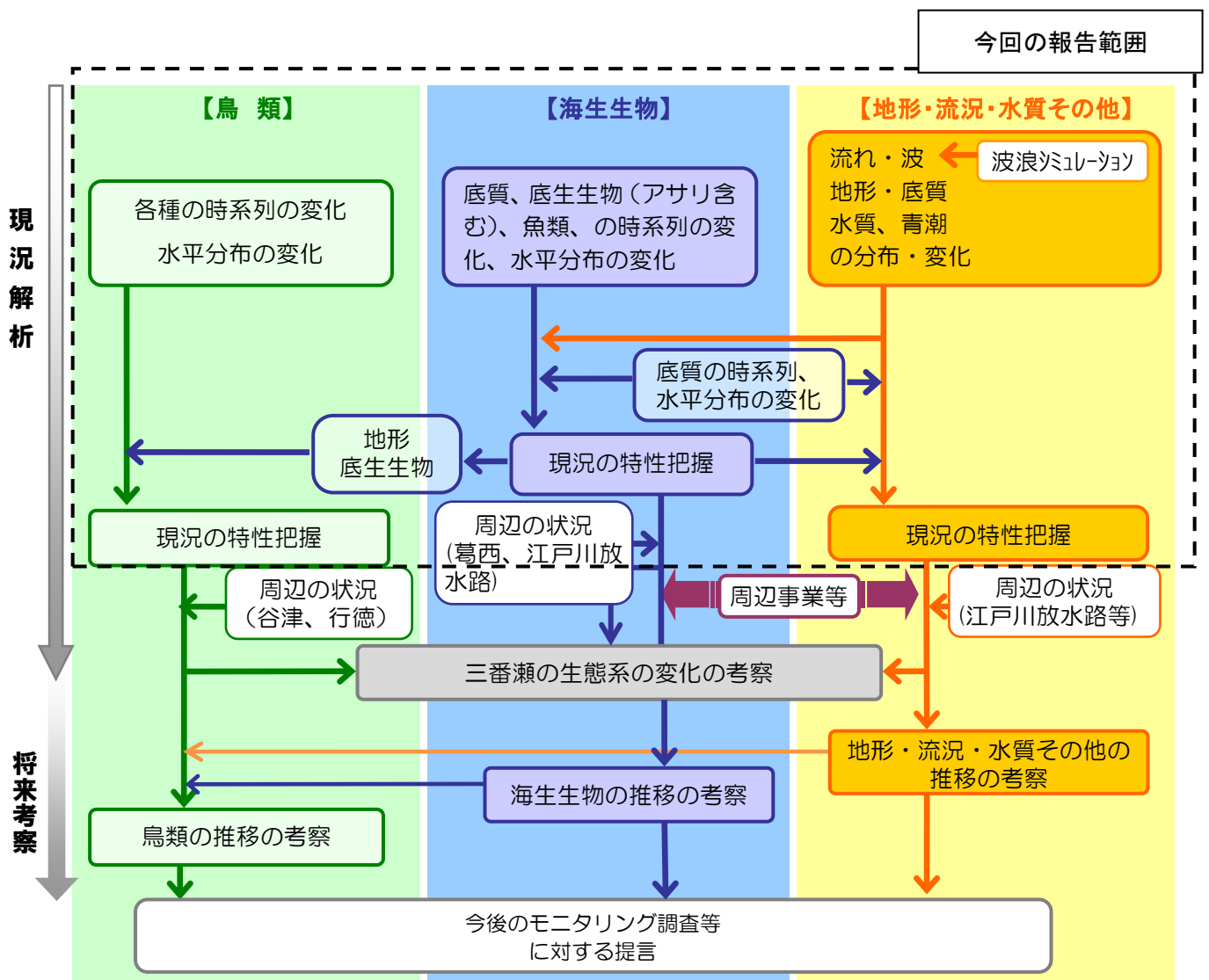


図 2 解析の全体の構成

2. 調査・解析結果

2.1. 地形

2.1.1. 深浅測量調査

平成 28 年 7 月に実施した測量結果について、過年度の測量結果と比較した。12 測線のうち 2 測線を図 3 に示す。解析対象とする深浅測量結果は今年度結果を含め以下の 8 回分である。地盤高の変化をみると、震災前の 2009 年と 2012 年を比べると場所によっては 30cm 程度の地盤低下がみられ、震災後から現在にかけては変化なしか沖側の深場に続く前置斜面では侵食傾向が続いているのが確認された（図 3（2）測線⑥）。

① 1980 年 10 月	⑤ 2003 年 1～2 月
② 1986 年 9～10 月	⑥ 2009 年 2～3 月
③ 1991 年 9 月	⑦ 2012 年 2 月（震災から約 1 年後）
④ 2000 年 7～8 月	⑧ 2016 年 7 月（今年度調査、震災から約 5 年後）

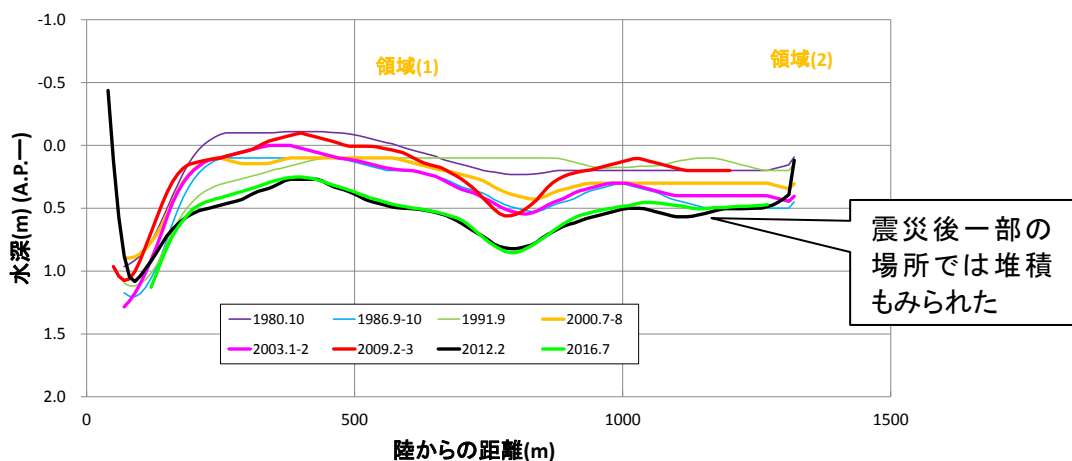


図 3（1）鉛直断面地形の変化（測線②）

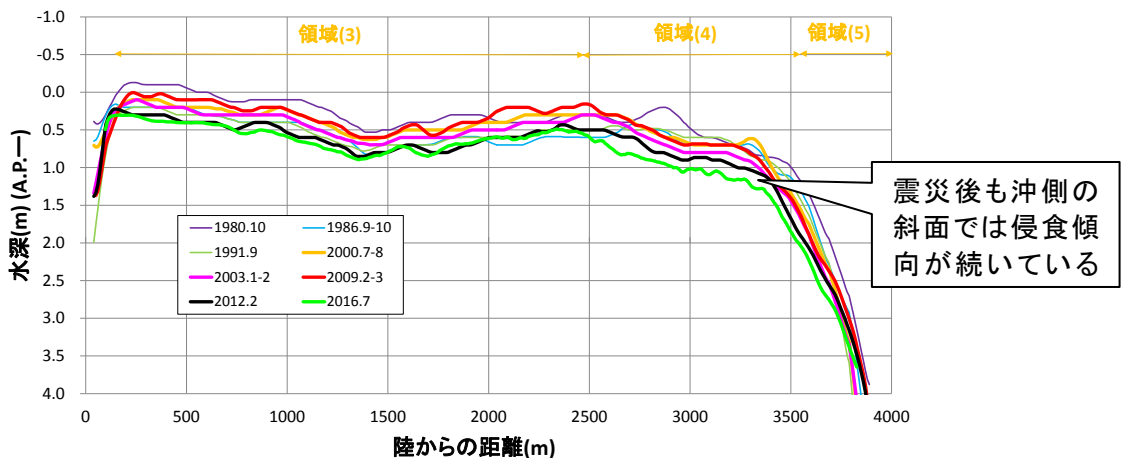


図 3（2）鉛直断面地形の変化（測線⑥）

2.1.2. 領域別水深変化量

三番瀬海域を図 4 のように 7 領域に分割して解析を行った。領域 1～7 までの平均水深の変化を整理した結果を図 5 に示す。

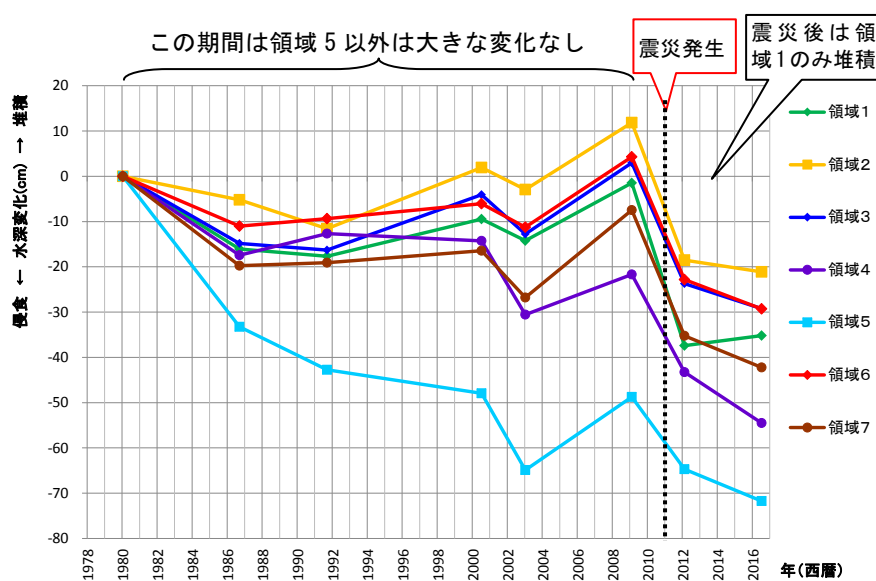
2012 年 2 月には、3 年前と比べて全般に 20～30cm 水深が深くなっており、2011 年に発生した東日本大震災による侵食や地盤沈下の影響が示唆される。

また、東日本大震災（2011 年度）による地盤低下後、領域 1（猫実川河口部）を除いて、今年度までは全般的に若干の侵食傾向がうかがえる。



注) ①～⑫は本調査による深浅測量の測線，背景画像は Google Earth

図 4 領域分割図



【鉛直断面図の比較より】

図 5 領域平均の水深変化 (1980 年度を 0 とした場合)

2.2. 波浪

2.2.1. 検討条件

東日本大震災による地盤低下によって、三番瀬の浅場における波高分布はどのように変化したのか把握するために、震災の前後それぞれの地形条件で波浪シミュレーション計算を行った。シミュレーション方法は、過年度業務において三番瀬内での再現性の検証を行った SWAN という計算方法を用いた。検討の条件としては、震災前の地形は平成 21 年の測量結果、震災後の地形は平成 24 年の測量結果を用い、波高は年最大規模とした。

2.2.2. 波浪シミュレーション結果

波浪シミュレーション結果を図 6 に示す。震災後の地盤が低くなった地形では、震災前に比べて波高が高くなっている海域が広がっているのが確認された。

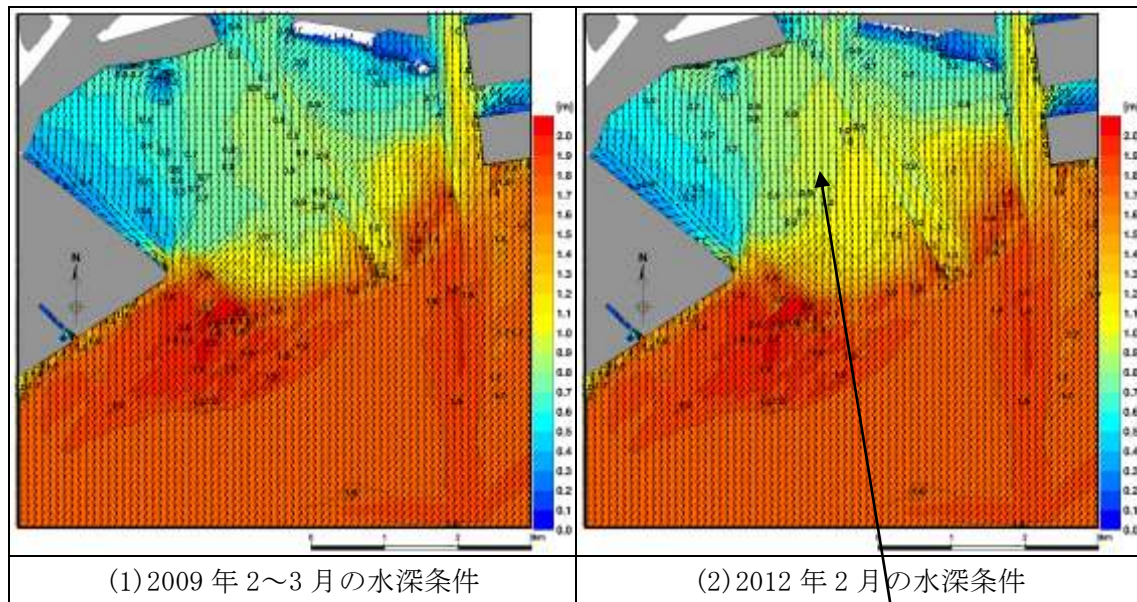


図 6 波高分布(年最大波, M. S. L) ※波高 1.7m、波向き SSW

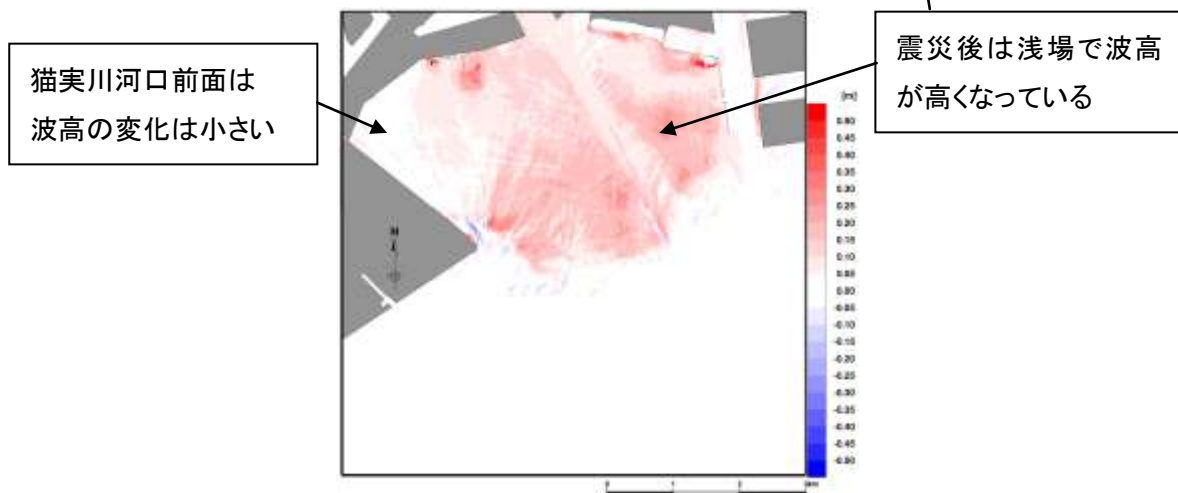


図 7 波高の差異の平面分布(年最大波, M. S. L) : $H_{2012.2} - H_{2009.2-3}$

2.3. 水質

2.3.1. 三番瀬周辺の水質調査結果

三番瀬近傍で実施されている公共用水域水質測定結果（月1回）および広域総合水質調査結果（年4回）を用いて、長期的な水質の経年変化を整理した。その結果、約35年間で水温は緩やかに上昇傾向であり、全窒素（T-N）、全リン（T-P）などは緩やかに減少傾向であった。

対象年代：1980年～2014年
 項目：透明度、水温、塩分、pH、DO、COD、T-N、T-P、クロロフィルa等

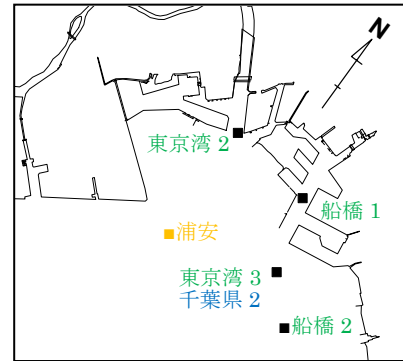


図8 三番瀬周辺の水質調査地点

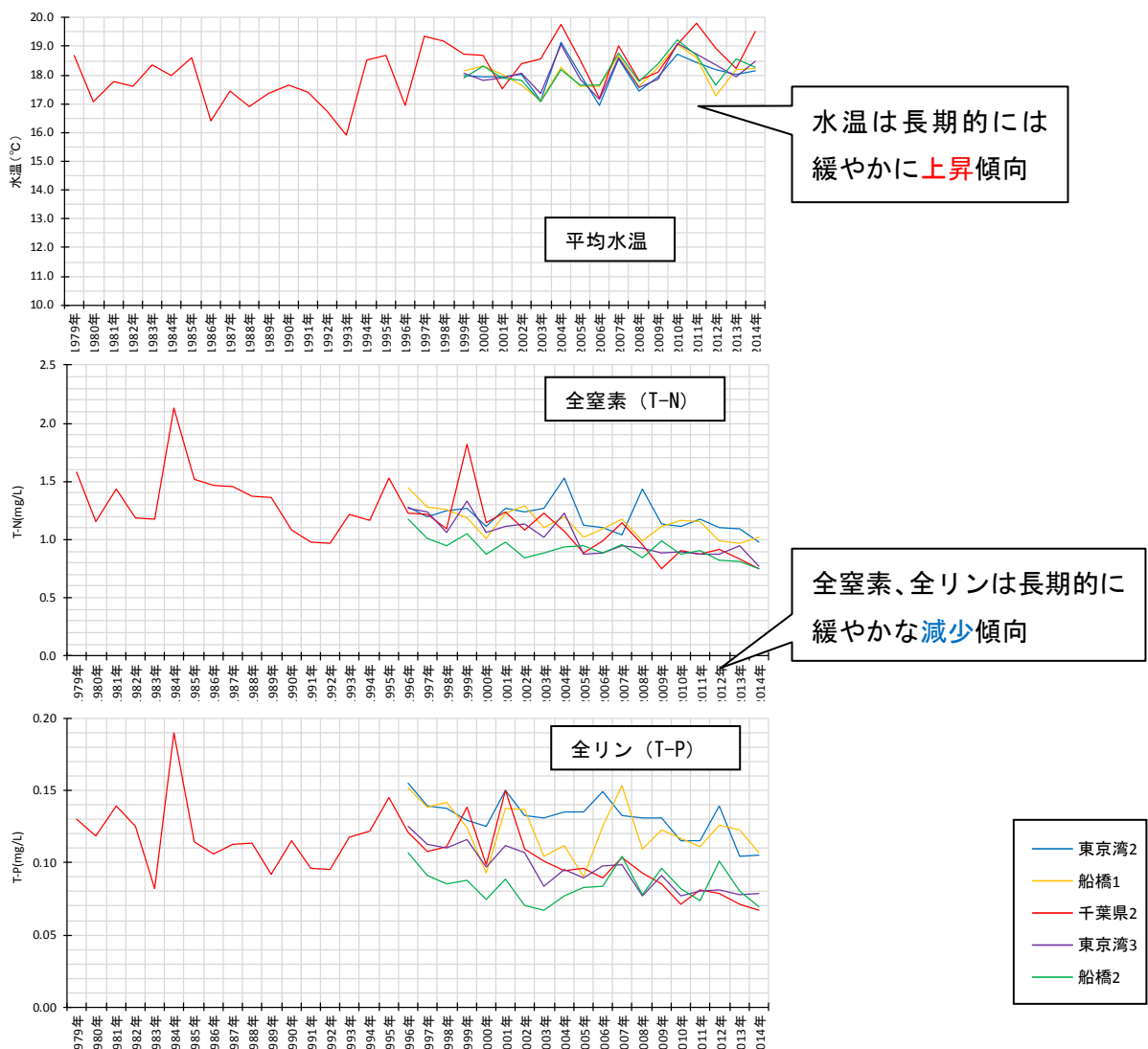
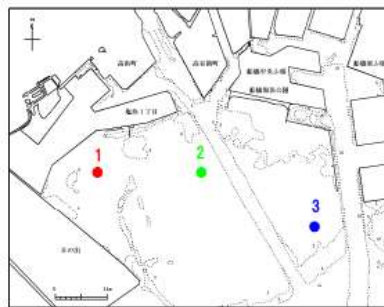


図9 三番瀬周辺の35年間の水質の変化（各地点上層のみの年平均値）

2.3.2. 三番瀬における貧酸素の状況

2008 年度、2014 年度に実施した水質の連続観測結果から貧酸素および無酸素状態の月別の出現率を図 11 に示す。

2008 年度調査では、8 月に岸側の測点 2 において溶解酸素量 3.6mg/L (2.5ml/L) 以下の貧酸素状態になる頻度が約 25%になっており、2014 年度は 9 月に同じく岸側の測点 2 で貧酸素状態になる頻度が 27%であった。以上から、夏季はたびたび生物の生息に厳しい状況になっているものと考えられる。



※2008 年度は上記の 3 地点で実施。2014 年度は測点 2、測点 3 の 2 地点のみで実施
 図 10 2008 年度、2014 年度に実施した水質連続観測の調査地点

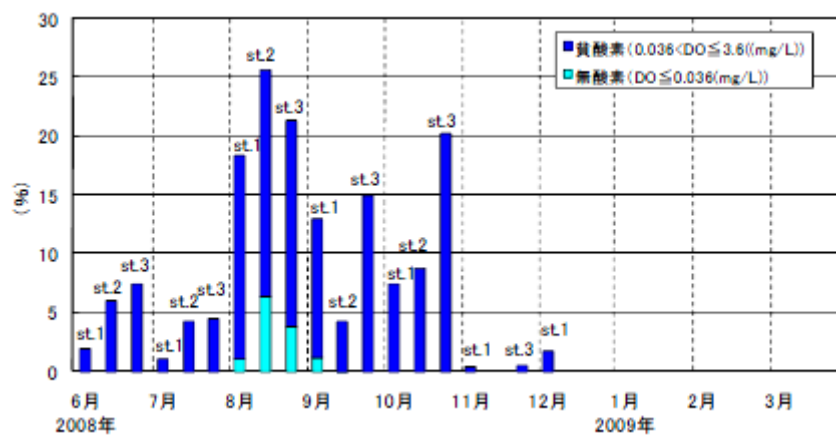


図 11(1) 貧酸素および無酸素の月別の出現率 (2008 年 6 月～2009 年 3 月)

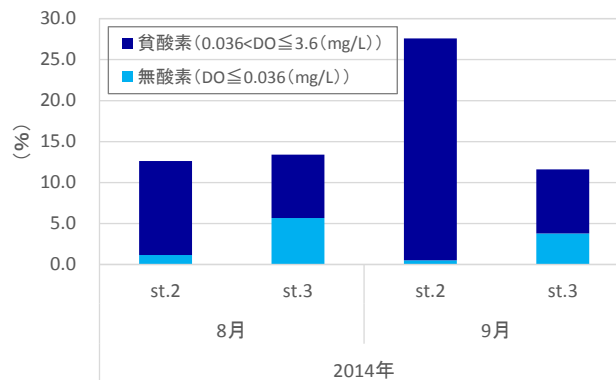
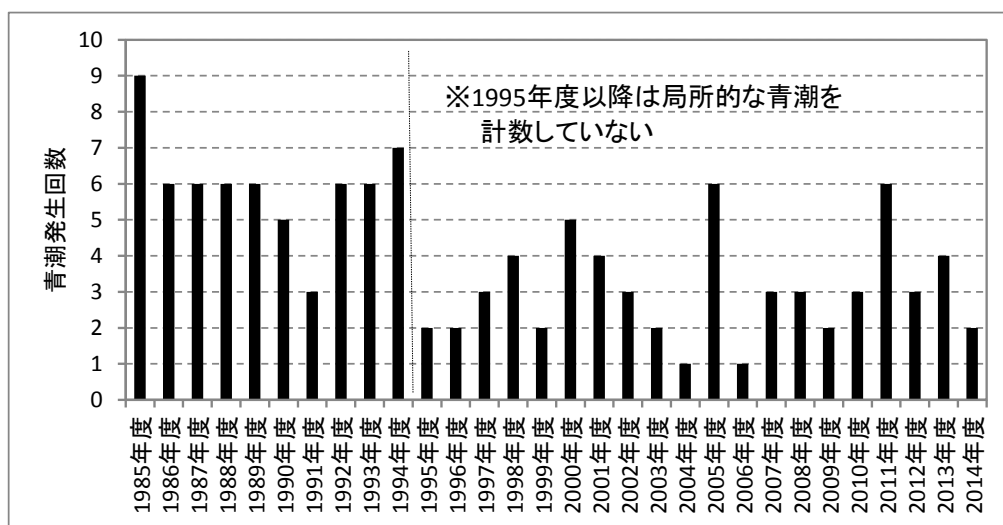


図 11(2) 貧酸素および無酸素の月別の出現率 (2014 年 8 月～2014 年 9 月)

2.3.3. 青潮の発生件数および発生事例

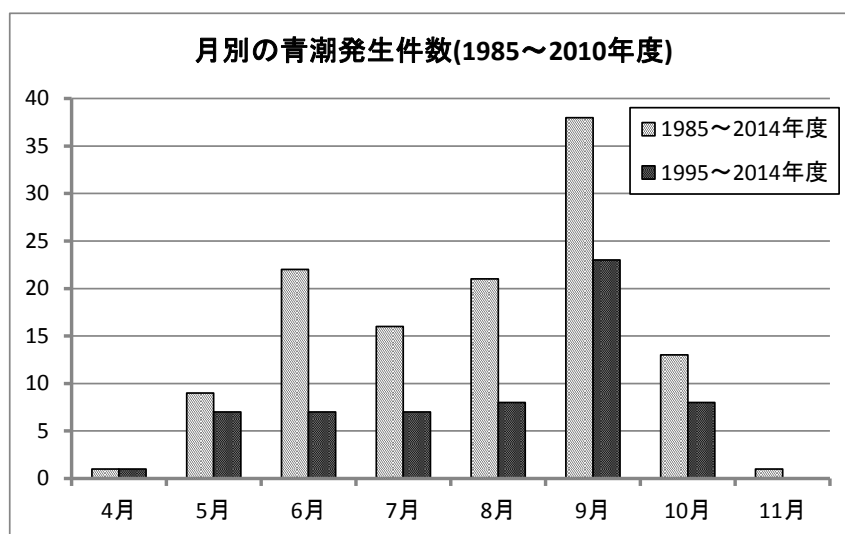
千葉県環境研究センターによれば2014年度までの青潮の発生件数は図 12 のとおりであり、月別の青潮発生件数を図 13 に示した。なお、1995 年以降は、局所的な青潮は計数されていない。

青潮の発生件数は、図 13 に示したように、4月から11月にかけて確認されており、発生頻度は6月から9月に多く、1年間に1~9回程度発生している。経年変化をみると、局所的な青潮を計数していない1995年度以降をみると、2005年度と2011年度に6件と高い時期はあるものの発生件数は概ね同程度で推移している。



注)千葉県環境研究センター年報のデータを基に作成

図 12 青潮の発生件数の経年変化(1985~2014年度)



注)千葉県環境研究センター年報のデータを基に作成

図 13 月別の青潮の発生件数(1985~2014年度)

2.4. 底質

2.4.1. 底質の変化

三番瀬の底質は、近年では 2014 年（平成 26 年）5 月、8 月に調査が行われている。分析項目は、粒度組成、強熱減量、酸化還元電位である（平成 26 年 8 月調査は酸化還元電位のみ）。これらのうち、季節変化が比較的少ない粒度組成について、シルト粘土分を過年度調査結果と比較し変化を整理した。

シルト粘土分は、2014 年（平成 26 年）は三番瀬内の浅場の広い範囲で 10%未満であり（図 14）、過去の調査結果と比較しても三番瀬内の浅場の広い範囲で大きく減少していた（図 15）。

平成 26 年調査時に広範囲でシルト粘土分の減少した要因として、震災時に地盤が低下したことによって三番瀬の波が高くなり細粒分が流失しやすくなったことと、震災時の津波の来襲によって細粒分が流失し、その後回復していないことが関係していると考えられる。

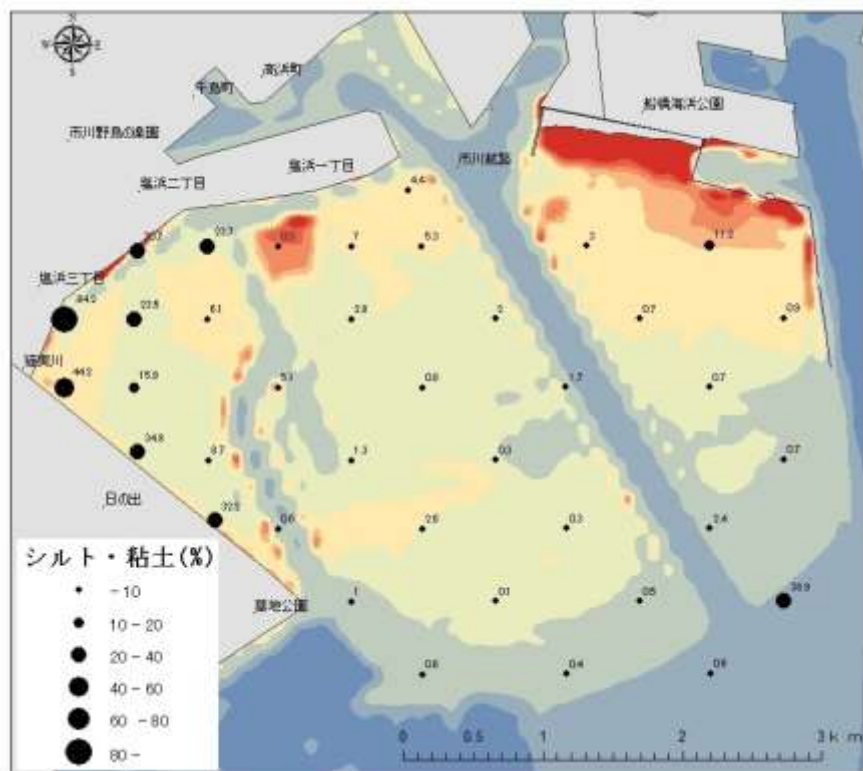


図 14 三番瀬の地形とシルト粘土分の分布（平成 26 年 5 月調査）

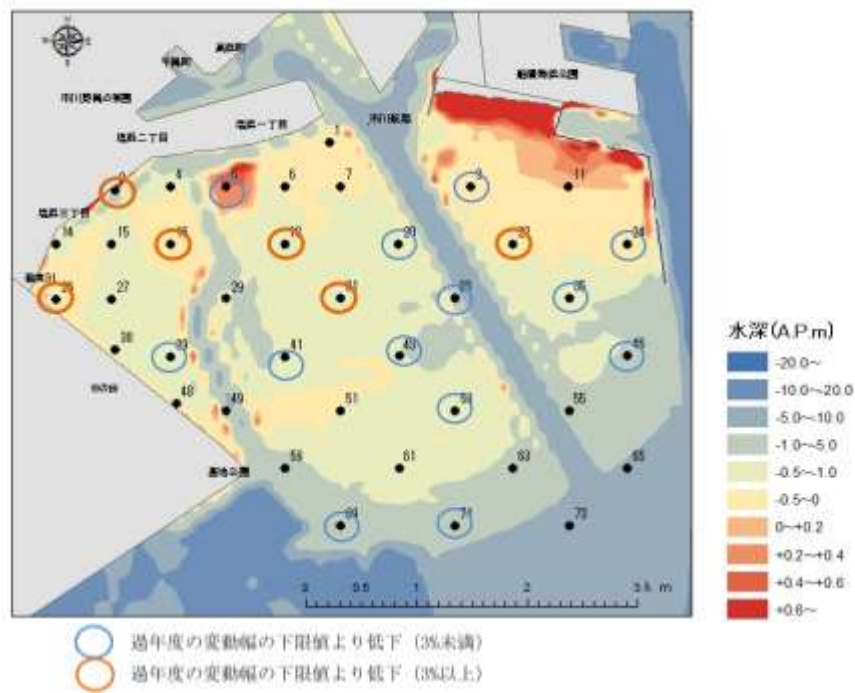
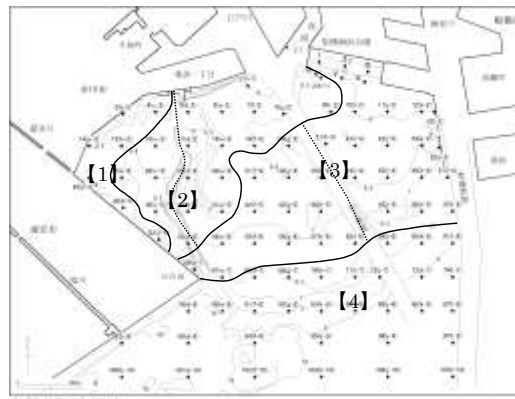


図 15 シルト粘土分の過去との比較

<水深と底質からみた海域区分>



注) 千葉県 (2004) : 平成 15 年度 三番瀬自然環境総合解析「三番瀬の現状」報告書 より、補足調査時 (1994~1996 年度) を基に作成

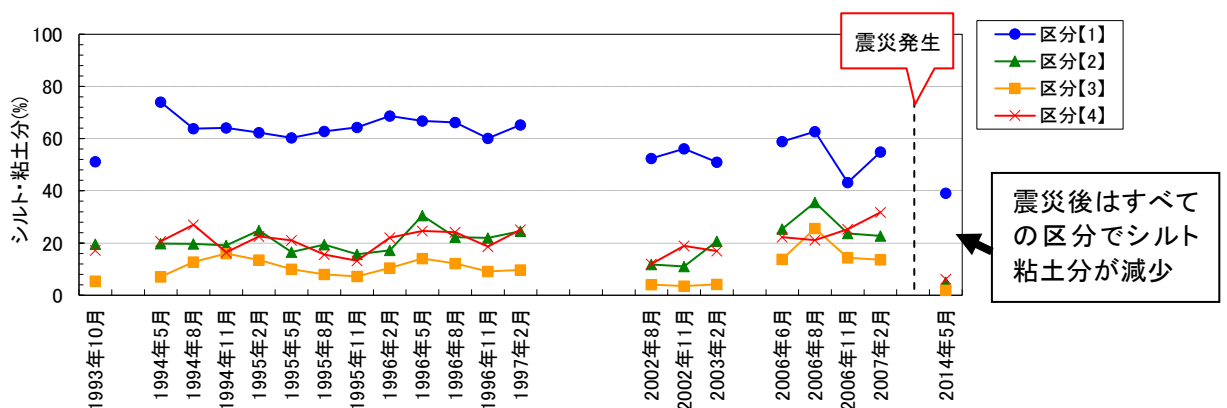


図 16 シルト粘土分の区分ごとの経年変化

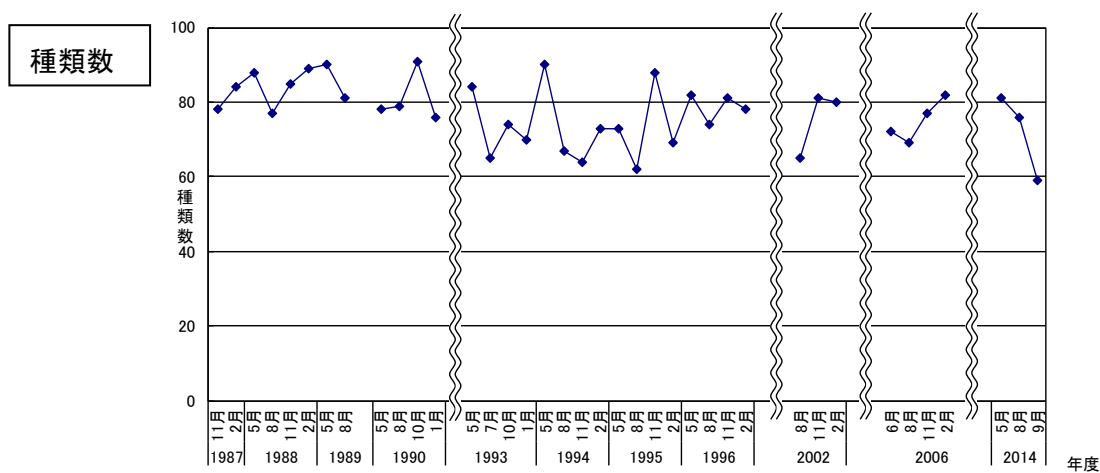
2.5. 底生生物

2.5.1. 経年変化

底生生物は、近年では2014年（平成26年）5月、8月、9月に調査が行われている。9月は青潮発生直後に調査を実施し青潮発生後の状況を把握している。調査は採泥器で0.1m²採泥し、1mm目のふるいでふるい分析試料としている（ただし2014年は0.15m²採取）。

過年度からの底生生物の種類数、個体数の経年変化を図17に示した。種類数は80種程度で横ばいで推移していたが、2014年9月の青潮後は60種に減少した。

個体数は、過年度からの推移をみると、1993年～1996年に多かったが2002年に大きく減少しその後横ばいで推移している。



注) 種類数は、各年度・調査時期で共通している調査地点38地点の総種類数を示す。

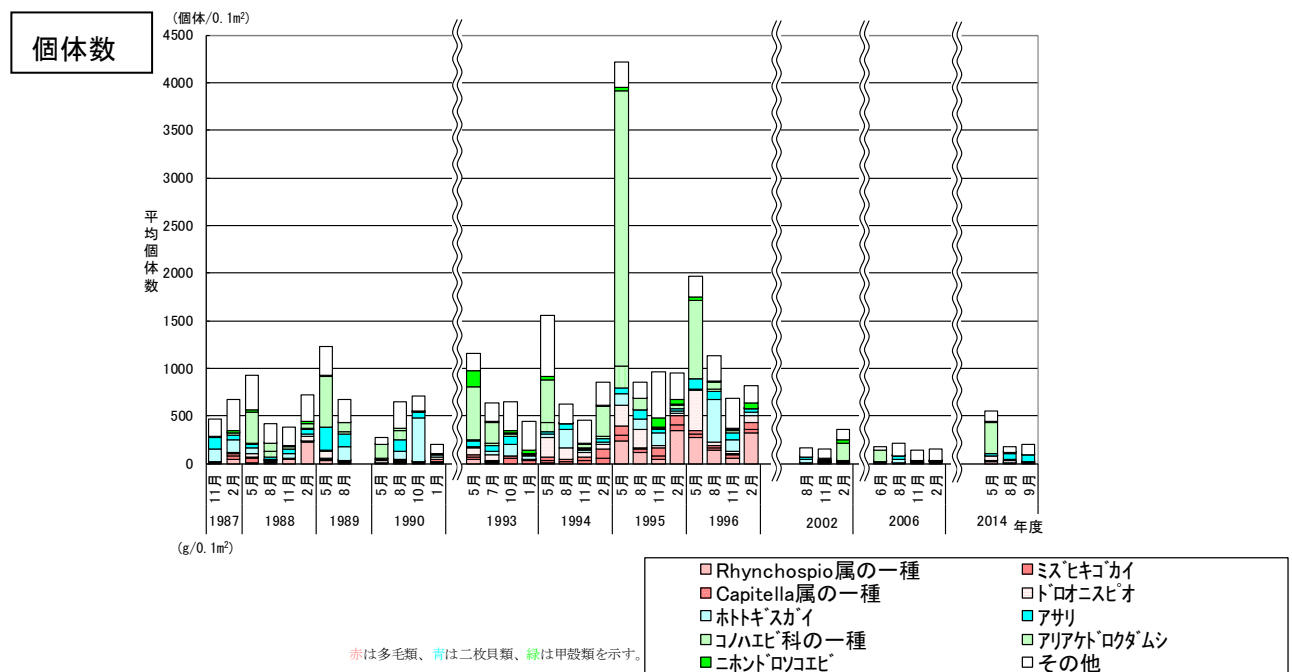


図17 底生生物の個体数、湿重量の経年変化

2.5.2. 増減傾向がみられた底生生物

1986年以降の調査で確認された底生生物の個体数の増減傾向について、一次回帰式をあてはめ、約30年の間で一定の増減傾向がみられた種を表1、図18に示す。

増加傾向がみられた種はアラムシロガイ、ホンビノスガイ、減少傾向がみられた種はホトトギスガイ、ムラサキイガイ、*Harmothoe* 属、アシナガゴカイ、イトエラスピオ、コノハエビ科、イソギンチャク目であった。

表1 増減傾向がみられた種

門	綱	目	科	種名	増減傾向
軟体動物	腹足	バイ	ムシロガイ	アラムシロガイ	増加
	二枚貝	イガイ	イガイ	ホトトギスガイ	減少
				ムラサキイガイ	減少
		ハマグリ	マルスダレガイ	ホンビノスガイ	増加
環形動物	多毛	サシバゴカイ	ウロコムシ	<i>Harmothoe</i> 属	減少
環形動物	多毛	サシバゴカイ	ゴカイ	アシナガゴカイ	減少
		スピオ	スピオ	イトエラスピオ	減少
節足動物	甲殻	コノハエビ	コノハエビ	コノハエビ科	減少
刺胞動物	花虫	イソギンチャク	—	イソギンチャク目	減少

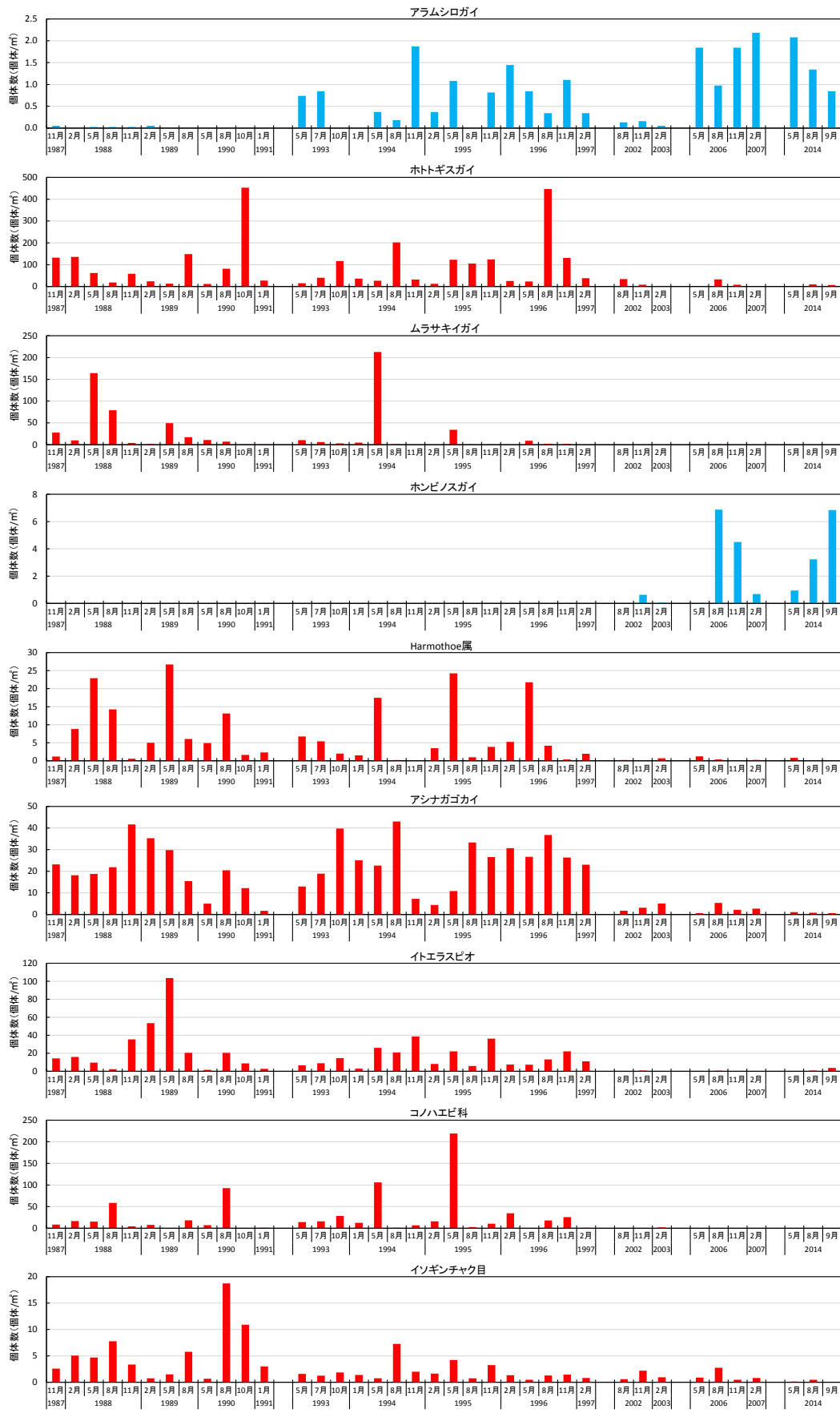


図 18 増減傾向がみられた底生生物

2.6. 魚類（稚魚）

魚類は、2015 年度に毎月調査が行われている。調査は稚魚を対象に、押し網（150cm×30cm、目合 2mm）を約 100m 押しして採集している。2015 年度の出現種の組成をみると、春季にマハゼ、ハゼ科、夏季にニクハゼ、マハゼ、秋季から冬季にヒメハゼやイシガレイが確認される大きな傾向は変わっていない（ハゼ科は種まで同定できなかった小型個体）。過年度からの推移をみると、春季から夏季にマハゼ、秋季から冬季にヒメハゼ、イシガレイが多いが、2007 年以降は夏季にニクハゼが確認されるようになった。（図 19）。

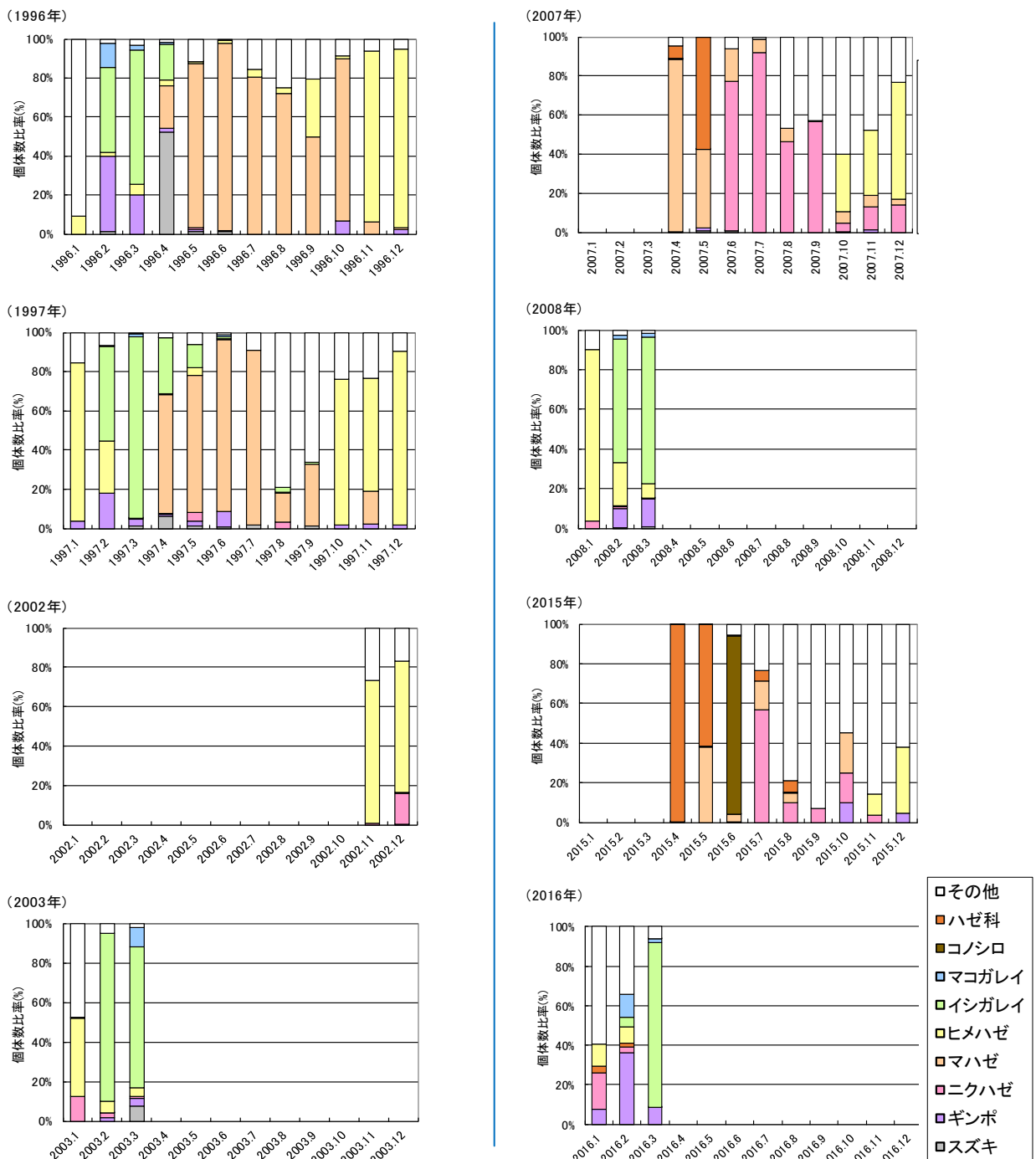
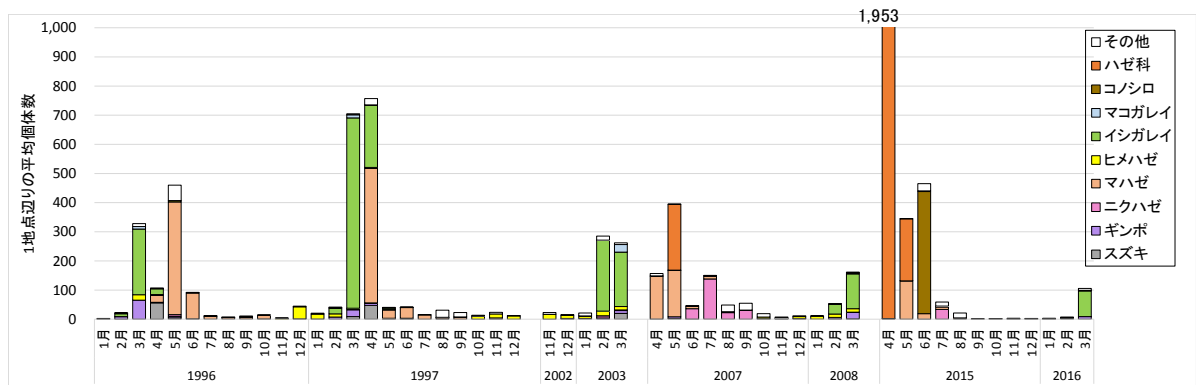


図 19 魚類（稚魚）の種組成の変化（1996～2016 年）

図 20 には、調査年ごとの地点数の違いを考慮して 1 地点あたりの確認個体数の推移を示した。2015 年は、4 月に種まで同定できなかった「ハゼ科」が多かった。

魚類については、年によって増減の変動が大きく、一定の変化傾向は認められない。



※1996～1997 年、2002～2003 年調査については、三番瀬の地点のみを対象とした。

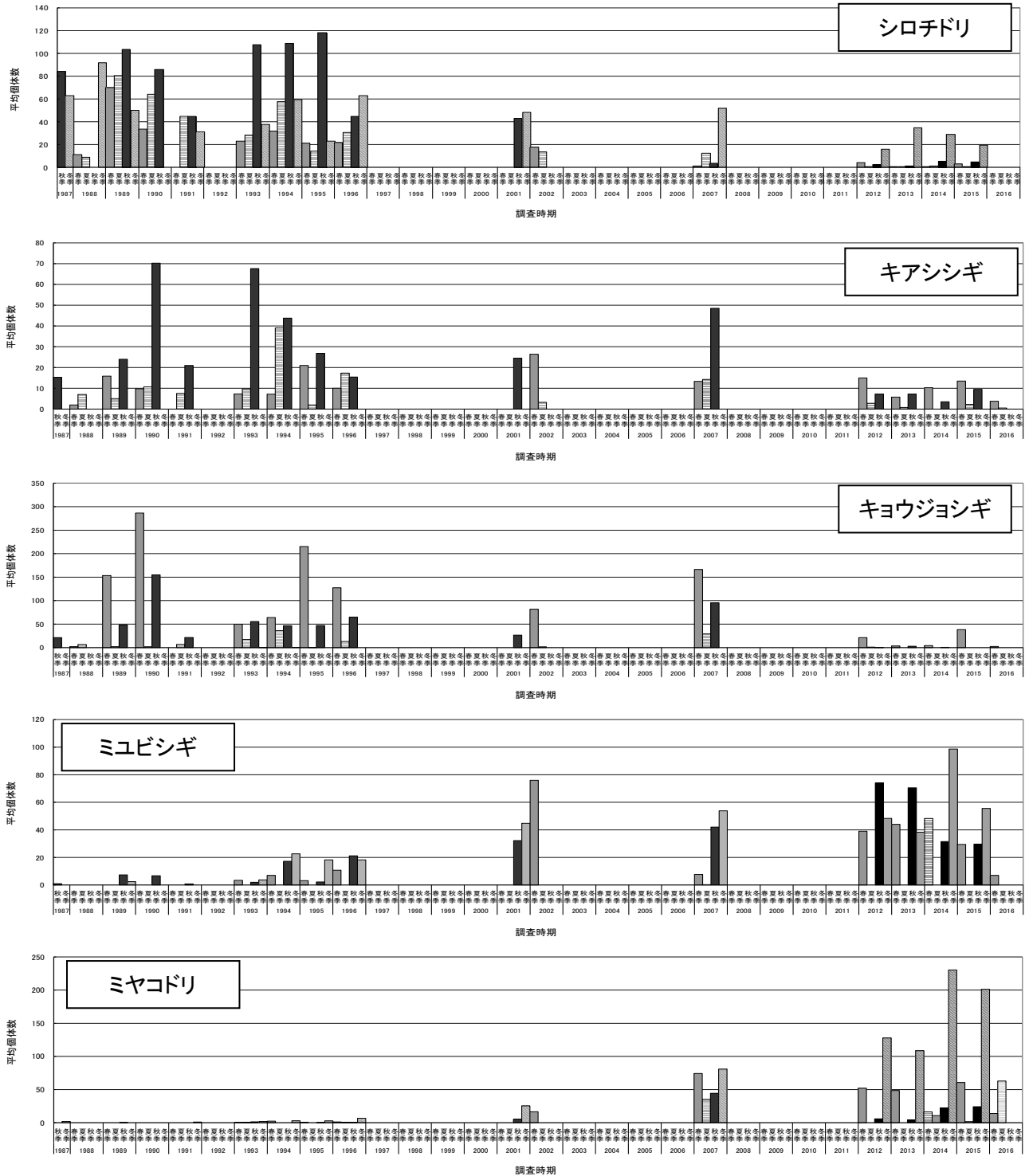
地点数は 1996～1997 年 (4 地点)、2002～2003 年 (14 地点)、2007～2008 年 (11 地点)、2015～2016 年 (8 地点)

図 20 1 地点辺りの稚魚個体数

2.7. 鳥類

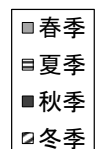
2.7.1. 個体数の経年変化

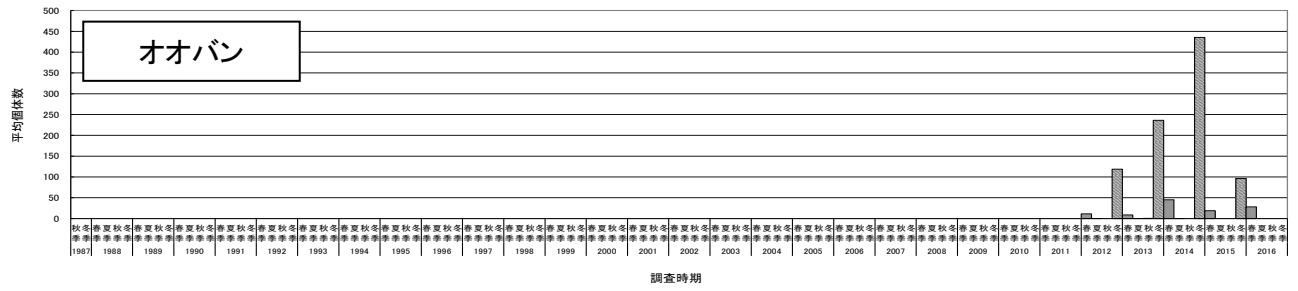
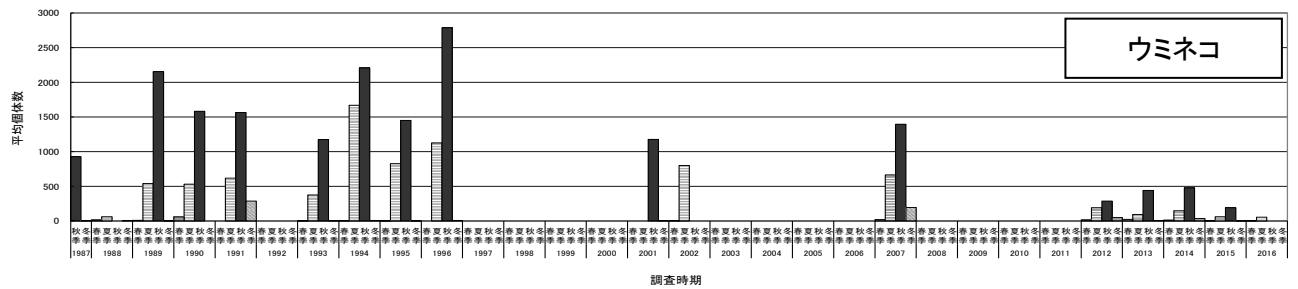
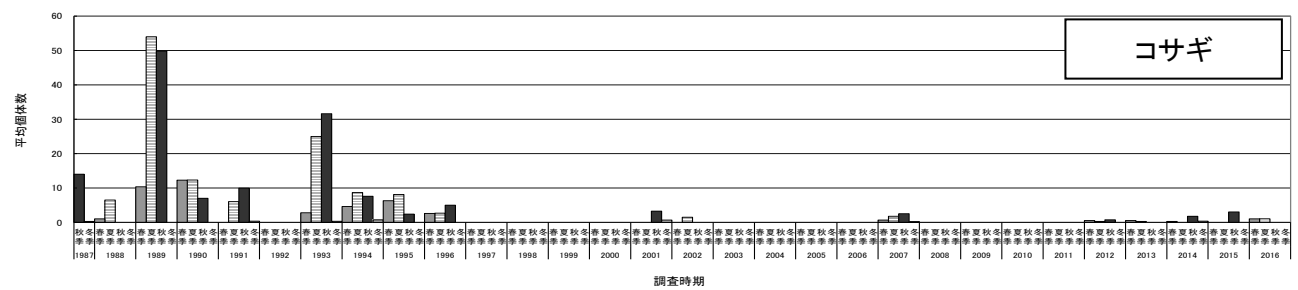
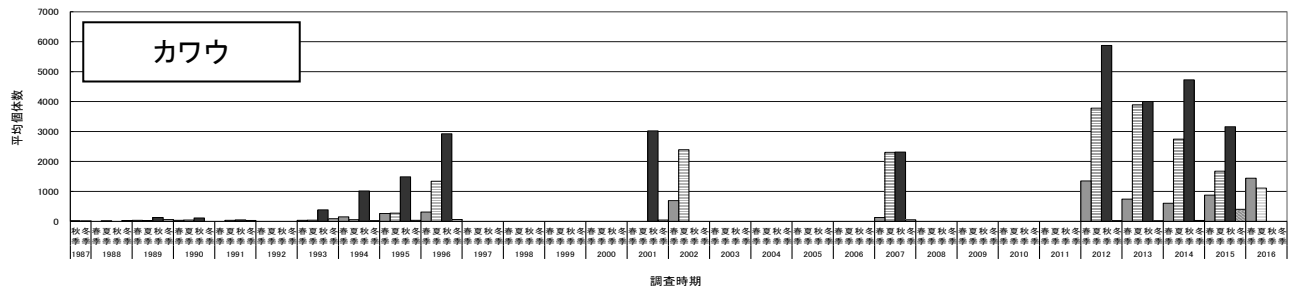
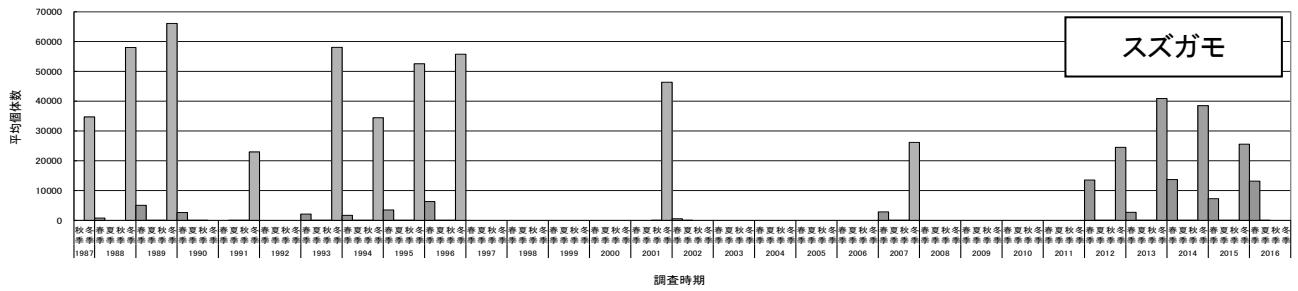
千葉県調査による三番瀬における各種の個体数の推移を示す。なお、2016 年度調査結果に関しては、6 月分までを整理した。



※鳥類の春の渡り時期に相当する「春季」(4・5月)、鳥類の繁殖期に相当する「夏季」(6・7月)、鳥類の秋の渡り時期に相当する「秋季」(8・9月)、鳥類の越冬期に相当する「冬季」(12・1・2月)の平均個体数を集計した。

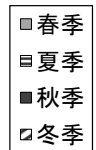
図 21 (1) 増減傾向がみられた鳥類





※鳥類の春の渡り時期に相当する「春季」(4・5月)、鳥類の繁殖期に相当する「夏季」(6・7月)、鳥類の秋の渡り時期に相当する「秋季」(8・9月)、鳥類の越冬期に相当する「冬季」(12・1・2月)の平均個体数を集計した。

図 21 (2) 増減傾向がみられた鳥類



三番瀬における 1987 年 8 月～2016 年 6 月の時期別個体数の経年変化の傾向を表 2、三番瀬において増減が見られた種について全国での経年変化の傾向と変動要因を表 3 に示した。

三番瀬では平均個体数の長期的な減少傾向がみられた種はシロチドリ、キアシシギ、キョウジョシギ、コサギ、ウミネコであった。

シロチドリの個体数減少は、全国的に渡来数が減少していること、谷津干潟、行徳鳥獣保護区においても個体数が減少している。

キアシシギ、キョウジョシギについては、全国的な渡来数は増減傾向がみられておらず、三番瀬における利用度が減少している可能性がある。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が、これらの餌生物の生息状況との関連性については、現時点では不明である。

コサギについては、1990 年代に減少傾向がみられ、以降は少数で推移している。本種は新浜御猟場のコロニー(集団営巣地)由来の個体が多数飛来していたが、コロニーがなくなった 1990 年代以降は個体数が減少していることが知られている。

ウミネコの個体数の減少は、谷津干潟、行徳鳥獣保護区においても個体数が減少傾向にある。

なお、これらシロチドリ、キアシシギ、キョウジョシギ、コサギ、ウミネコについて、過去 5 年程度の出現傾向に大きな変動はみられない。

一方、この期間において、三番瀬で平均個体数の増加傾向がみられた種は、ミユビシギ、ミヤコドリ、カワウ、オオバンであった。

ミヤコドリは、全ての季節で増加がみられ、特に春季と秋季が顕著であった。

オオバンは近年冬季に確認されはじめ、増加傾向がある。三番瀬では 2004 年に確認されはじめ、以降は安定してみられるようになっており、全国的にも増加傾向にある。

カワウについては、1990 年代に大幅に増加し、その後は変動があるものの、3,000 羽以上で推移している。谷津干潟及び行徳鳥獣保護区においても、三番瀬と同様に 1990 年代に大幅に増加し、その後は変動があるものの、増減はみられない。

その他の種については、変動が大きいなど、顕著な増減傾向はみられなかった。

なお、スズガモについては、全国的に減少傾向がみられる一方で、三番瀬で顕著な減少傾向がみられていない。このことから、三番瀬はスズガモの中心的な分布地となっており、重要な生息地であると考えられる。

表 2 三番瀬における個体数の経年変化の傾向

春季	増加	ミユビシギ、ミヤコドリ
	減少	シロチドリ、メダイチドリ、キョウジョシギ、ハジロカイツブリ、セグロカモメ
	傾向なし	ダイゼン、オオソリハシシギ、チュウシャクシギ、キアシシギ、トウネン、ハマシギ、スズガモ、ヒドリガモ、カワウ、コサギ、カモメ、ユリカモメ、アジサシ、コアジサシ
夏季	増加	(なし)
	減少	シロチドリ、メダイチドリ、チュウシャクシギ、コサギ、ウミネコ、
	傾向なし	キアシシギ、カワウ、
秋季	増加	メダイチドリ、ミユビシギ、ミヤコドリ
	減少	シロチドリ、チュウシャクシギ、キアシシギ、キョウジョシギ、コサギ、ウミネコ、アジサシ
	傾向なし	ダイゼン、オオソリハシシギ、トウネン、カワウ、コアジサシ
冬季	増加	ミユビシギ、ミヤコドリ、ハジロカイツブリ、カモメ、オオバン
	減少	シロチドリ、ヒドリガモ、オナガガモ、ホシハジロ、ホオジロガモ、セグロカモメ
	傾向なし	ダイゼン、ハマシギ、スズガモ、カワウ、ユリカモメ

調査期間：1987年8月～2016年3月

注1) 「傾向なし」は変動が大きいなど増減傾向がみられなかったものを示す。

表 3 三番瀬及び全国における個体数の経年変化の傾向と変動要因

種名	三番瀬にける傾向	全国における傾向	三番瀬における変動要因
シロチドリ	減少	やや減少	全国的に減少傾向であり、三番瀬でもその傾向が反映されたと考えられる。
ホオジロガモ	減少	減少	
キアシシギ	減少	増減なし	干潟の底生生物（付着生物を含む）を摂餌する種であり、餌生物の生息状況との関連を今後整理予定である。
キョウジョシギ	減少	やや増加	
スズガモ	やや減少	減少	全国的に減少傾向だが、三番瀬ではその傾向が小さく、中心的な分布地となっていると考えられる。
オナガガモ	減少	増減なし	海藻を摂餌する種であり、アオサ類が繁茂する谷津干潟へ移動した可能性が考えられる。
ヒドリガモ	減少	増減なし	
ミユビシギ	増加	増加	全国的に増加傾向であり、三番瀬でもその傾向が反映されたと考えられる。
ミヤコドリ注1	増加	増加	
オオバン	増加	増加	

調査期間：1987年8月～2016年3月

注1) 三番瀬での確認個体数を除いた全国における傾向を示す。

2.8. 各項目の変化傾向のまとめ（中間とりまとめ）

項目	内容
地形・波浪	<ul style="list-style-type: none"> ・ 2011年3月の東日本大震災により三番瀬の海底は全体的に地盤が20～30cm低下したものと考えられる。地盤低下の要因は、海底の液状化による締固め及び津波来襲時の侵食が考えられる。海底地形については、その後現在に至るまで回復は見られない。 ・ 浦安側の前置斜面は、東日本大震災による地盤低下とは別に、波の影響により長期的に侵食傾向が継続している。
流況	<ul style="list-style-type: none"> ・ 過年度と比較して震災後も特に大きな変化は認められない。（検討結果は本資料には掲載していない。）
水質	<ul style="list-style-type: none"> ・ 三番瀬近傍で観測されている水質結果から、長期的には水温は上昇傾向で、全窒素、全リンは減少傾向にある。 ・ 青潮は、年間に数回発生する状況は近年変わっていない。1997年以来青潮による漁業被害は記録されていなかったが、2008年、2010年、2012年、2014年に二枚貝のへい死の報告があった。 ・ 溶存酸素量については、水質観測を行った2008年、2014年ともに、夏季に陸側の地点において2.5ml/L（3.6mg/L）以下の貧酸素状態になる頻度が25%程度であり、夏季は度々、生物の生息に厳しい状況になっているものと考えられる。
底質	<ul style="list-style-type: none"> ・ 2014年まで、長期的に一定の変化傾向はみられていなかったが、2014年5月の調査で全般的なシルト・粘土分の低下がみられた。要因としては、①震災時の地盤低下により三番瀬内の波が高くなったこと、②震災時の津波によって細粒分が流出しその後回復していないこと、③調査前約3年間は行徳可動堰が開放されていなかったことが影響していると考えられる。
底生生物	<ul style="list-style-type: none"> ・ 確認種類数は横ばいかやや減少傾向で、個体数は2002年調査で大きく減少した後は横ばいで推移している。過去の調査結果と比較して増加傾向の種としてはホンビノスガイ、アラムシロガイ、減少傾向の種としてはホトトギスガイ、アシナガゴカイ、イトエラスピオなどが挙げられる。
魚類	<ul style="list-style-type: none"> ・ 出現種の組成をみると、春季から夏季にマハゼ（ハゼ科含む）、ニクハゼ、秋季にヒメハゼ、冬季にイシガレイが多く確認される傾向は変わっておらず、個体数も一定の変化傾向はみられない。
鳥類	<ul style="list-style-type: none"> ・ 三番瀬で長期的な減少傾向がみられる種としてはシロチドリ、キアシシギ、キョウジョシギ、コサギ、ウミネコが挙げられる。一方で、増加傾向の種としてはミユビシギ、ミヤコドリ、カワウ、オオバンが挙げられる。

上記のような各項目の変化傾向について、今後項目間の関連を含めて解析を行う予定である。