

図 II.2.7 平均流と行徳地点の風向風速頻度分布

1.2 まとめ

2014 年度夏季の調査結果から三番瀬の流況の現況を整理し、2008 年度の調査結果と面的に比較することにより、三番瀬の流況の経年変化を把握し、三番瀬の流況の特徴を図 II.2.8 にまとめた。

○潮流

- 最も卓越していた M_2 分潮の潮流楕円の大きさ、長軸方向については、過年度と同様の結果となっていた。
- 当海域西部では岸沖方向の弱い往復流(2008 年度の検討結果より)、東部では南北方向(岸沖方向)の往復流が卓越し、中央部では東部ほど明瞭ではないものの、南北方向(岸沖方向)の往復流が卓越していた。

○平均流

- 平均流については、明瞭な経年変化はみられなかった。
- 当海域西部では平均流が弱く、特定方向の流れはみられず、東部では秋・冬は北風に対応した南西向き**の強い平均流が確認されたが**(2008 年度の検討結果より)、夏は風の変動により平均流が弱くなっていた。
- 当海域中央部は、秋・冬は流向にややばらつきがあるものの、強い平均流が確認され(2008 年度の検討結果より)、夏は平均流が弱くなっていた。

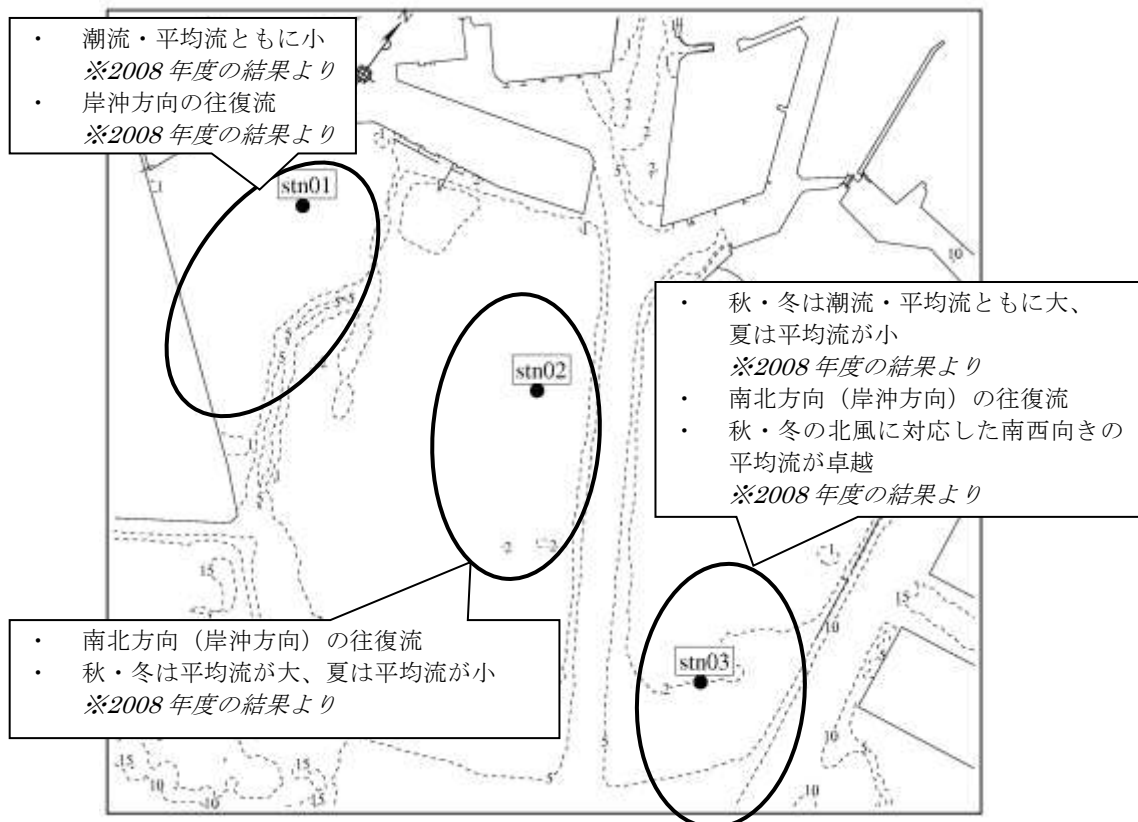


図 II.2.8 三番瀬の流況のまとめ(観測結果から把握した概況)

II.2.2 水質

2.1.1 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および広域総合水質調査結果を用いて、以下の項目について経年変化を整理した。

対象年代：1980年～2014年

項目：透明度、水温、塩分、pH、DO、COD、NH₄-N、NO₂-N、NO₃-N、T-N、PO₄-P、T-P、クロロフィル a

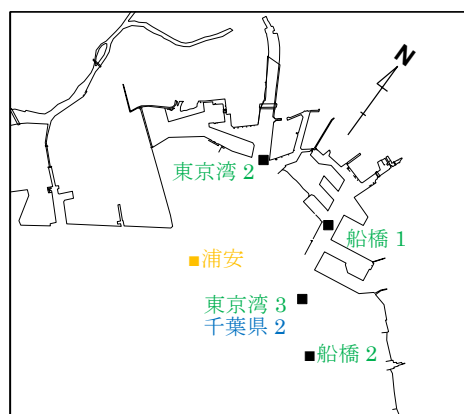


図 II.2.9 三番瀬周辺の水質調査地点(公共用水域水質測定、広域総合水質調査)

水質については、とくに環境省が実施している広域総合水質調査が、1979年から実施されておられ、35年に渡る水質の変動が把握できた。

各項目の変動については、統計的に有意であるかどうかを判定してその結果を表II.2.1に示した。長期間観測されている広域総合水質調査結果について有意な変化傾向と判定された項目は、水温、T-N（全窒素）、T-P（全リン）、 $PO_4\text{-P}$ （リン酸態リン）の3項目であった。水温については、35年間で1.5℃程度上昇しており、一方で、全窒素は0.63mg/L低下、全リンは0.049mg/L低下、 $PO_4\text{-P}$ は0.06mg/L低下していた。

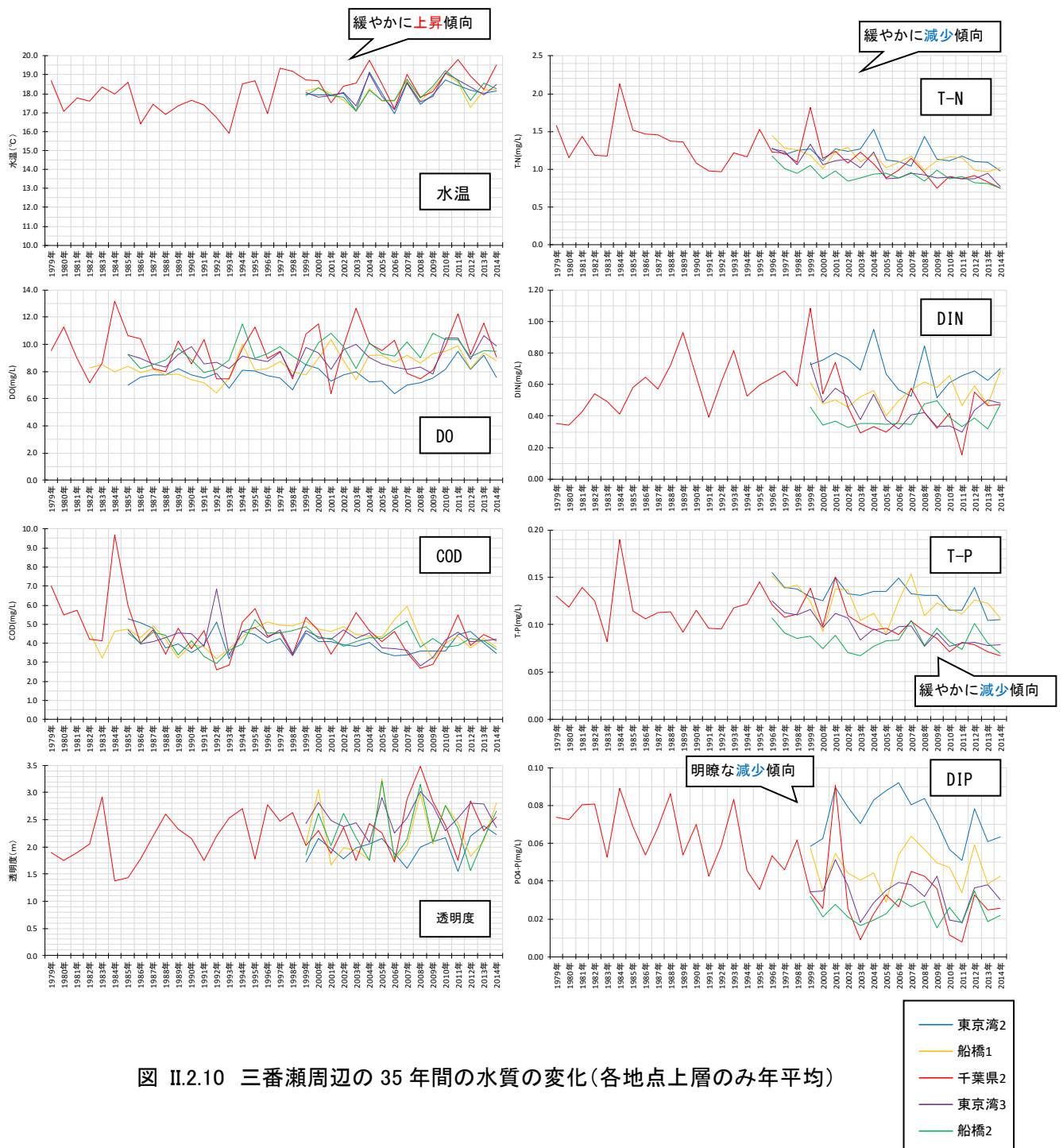


図 II.2.10 三番瀬周辺の35年間の水質の変化(各地点上層のみ年平均)

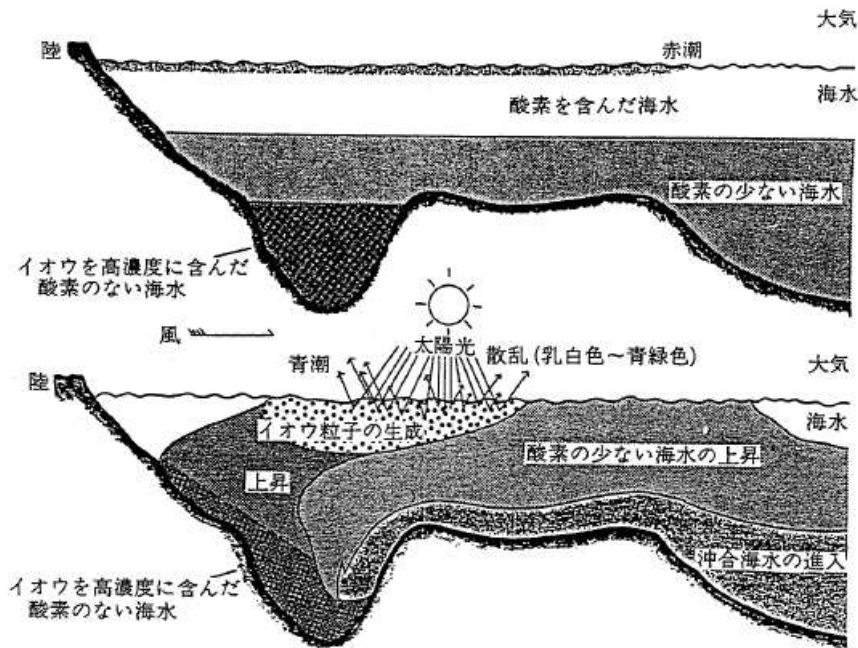
表 II.2.1 水質変動の回帰分析結果(上層、年平均値を用いて解析)

項目	地点	長期 (1979-2014)	短期 (1998-2014)	項目	地点	長期 (1979-2014)	短期 (1998-2014)
水温	東京湾2			T-N	東京湾2		
	船橋1				船橋1		0.19mg/L低下
	千葉県2	1.5℃上昇			千葉県2	0.63mg/L低下	0.59mg/L低下
	東京湾3				東京湾3		0.36mg/L低下
	船橋2				船橋2		0.15mg/L低下
DO	東京湾2			DIN	東京湾2		
	船橋1				船橋1		
	千葉県2				千葉県2		
	東京湾3				東京湾3		
	船橋2				船橋2		
COD	東京湾2			T-P	東京湾2		0.024mg/L低下
	船橋1				船橋1		
	千葉県2				千葉県2	0.049mg/L低下	0.058mg/L低下
	東京湾3				東京湾3		0.035mg/L低下
	船橋2				船橋2		
透明度	東京湾2			PO4-P	東京湾2		
	船橋1				船橋1		
	千葉県2				千葉県2	0.060mg/L低下	
	東京湾3				東京湾3		
	船橋2				船橋2		

※表中の数値は、解析の結果有意な変化と認められた項目に変化の程度を示した。斜線部はデータなしを示す。

2.2 青潮の発生・移動・消滅過程

東京湾北部海域では、晩春から初秋にかけて成層期に、成層で形成された硫化水素を含む無酸素水が風などの作用により沿岸域に湧昇する。このため表層付近の水色が青白色あるいは青緑色に変色する現象（図 II. 2. 11）を青潮と呼び、魚介類のへい死などの被害が生じている。



(上) 夏季成層期の東京湾北部の様子、(下) 青潮出現の様子（陸側から沖に向かって風が吹き、また沖合海水の進入の度合いが大きいときに、無酸素水が湧昇して青潮となる）。

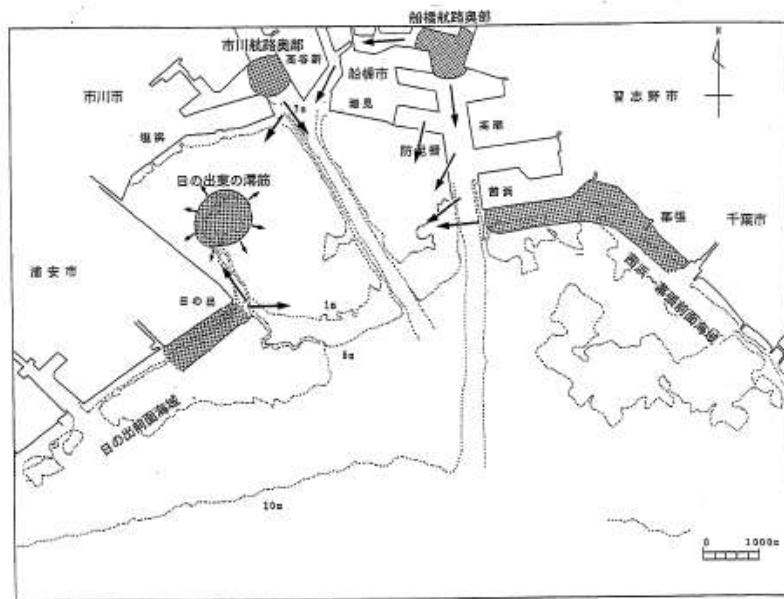
出典) 寒川(1991)：海と地球環境：日本海洋学会編, 東京大学出版会, 216(1991)

図 II.2.11 青潮の概念図

過年度の補足調査では、無酸素水を含めた貧酸素水の発生、移動、消滅についてその動向を把握し、青潮の発生起源の推定を行った。

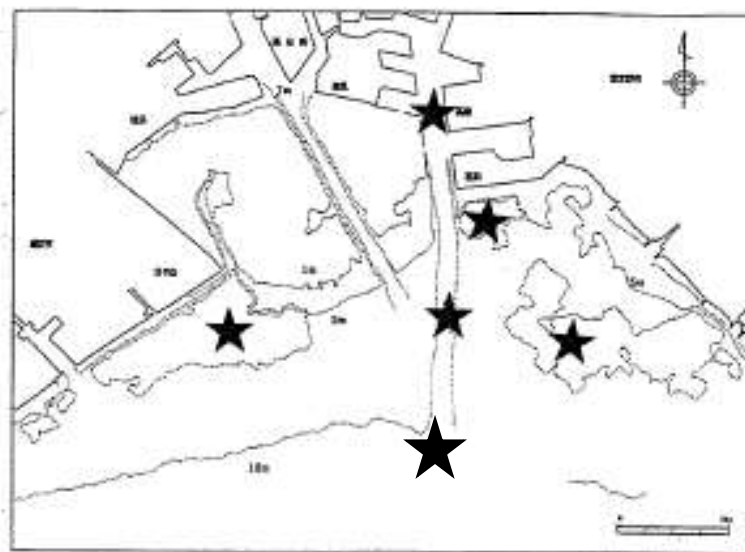
貧酸素水の三番瀬内への移動経路については、図 II. 2. 12 に示すように、船橋航路奥部から防泥柵の間およびその先端、茜浜～幕張前面海域からは岸沿いに三番瀬内へ流入するとしている。また、船橋航路奥部で湧昇した貧酸素水は水路部を通じて三番瀬へ流入すると推定している。さらに、市川航路奥部および日の出東の滞筋を通じて湧昇した貧酸素水が三番瀬内へ流入する経路であることが示されている。

青潮の発生起源については、図 II. 2. 13 に示すように、浚渫窪地（浦安沖、茜浜沖、幕張沖）や船橋航路（奥部～沖側部）、沖合底層水であると推定している。



出典)千葉県企業庁・千葉県土木部(1999)：市川二期地区京葉港二期地区に係る補足調査結果報告書 現況編 II (青潮の発生機構)

図 II.2.12 貧酸素水の三番瀬内への移動経路



出典)千葉県企業庁・千葉県土木部(1999)：市川二期地区京葉港二期地区に係る補足調査結果報告書 現況編 II (青潮の発生機構)

図 II.2.13 青潮の発生起源

2.2.1 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 II. 2. 14 および表 II. 2. 2 のとおりであり、青潮の発生事例は表 II. 2. 3 のとおりである。また、月別の青潮発生頻度を図 II. 2. 15 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。

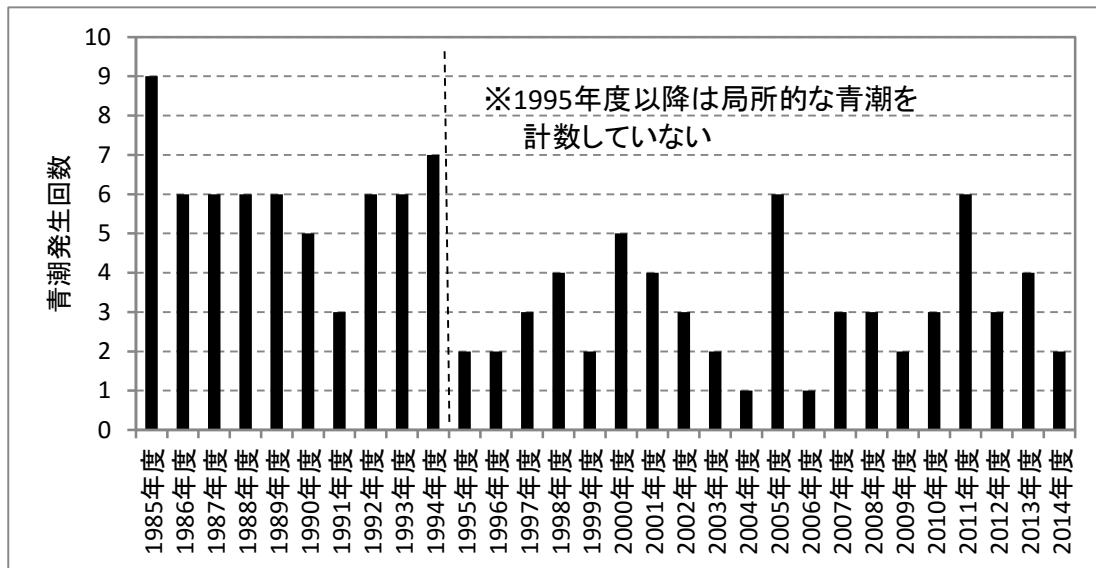
青潮の発生件数は、図 II. 2. 14 および図 II. 2. 15 に示したように、4 月から 11 月にかけて確認されており、発生頻度は 6 月から 9 月に多く、1 年間に 1~9 回程度発生している。経年変化をみると、局所的な青潮を計数していない 1995 年度以降をみると、2005 年度と 2011 年度に 6 件と高い時期はあるものの発生件数は概ね同程度で推移している。また、発生場所は、千葉港、船橋港、茜浜沖などが多い傾向となっている。

青潮の発生頻度が 6 月から 9 月に多く、9 月にピークとなっている要因としては、貧酸素水塊が夏の間に関達・蓄積されることと風の吹き方が密接に関わっていることが知られている。三番瀬近傍の風データは、千葉県漁業協同組合連合会が行徳で観測(東京湾海象情報システム)を行っており、2008 年の 5 月~10 月の風配図を図 II. 2. 16 に示す。5 月~8 月は概ね南北方向の風が出現し、南風の出現頻度が高い傾向となっているが、9 月、10 月になると北風が顕著となっている。このように陸側から海側へと吹く北風が連吹する時期である 9 月に青潮のピークがみられ、その後海水の成層構造が風によって混合されることにより、10 月以降は青潮の発生は低下していると考えられる。

また、青潮の発生頻度について、1985~1994 年度までの期間と 1995~2014 年度までの期間を比較すると、6 月から 11 月にかけて減少する傾向がみられたが、1995 年度以降は局所的な青潮が計数されていないことが現れていると考えられる。

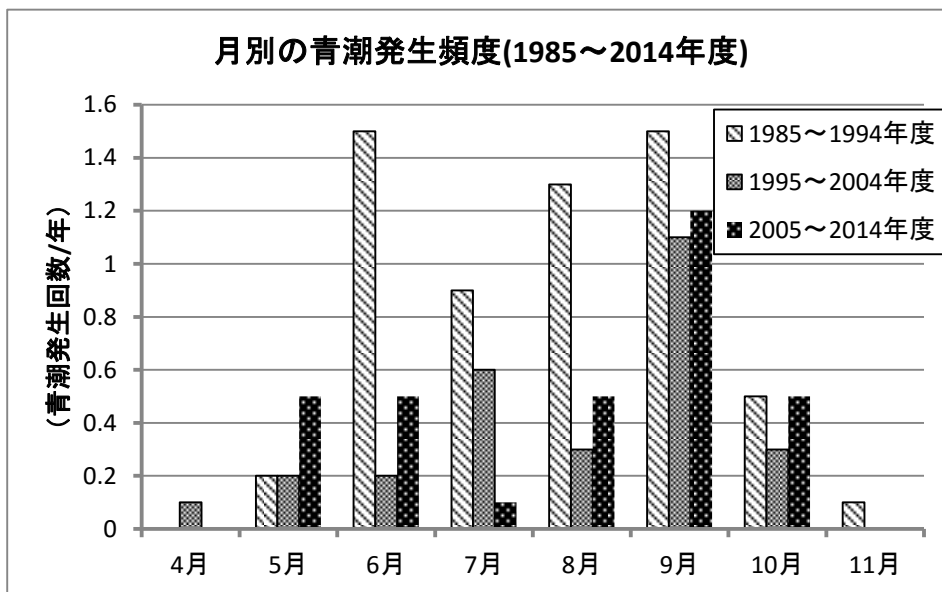
1995 年度以降の期間について、1995~2004 年度までの期間と 2005~2014 年度までの期間を比較すると、7 月に発生頻度が減少する傾向がみられたが、その他の月については、両期間で顕著な差はみられなかった。

青潮による被害は、表 II. 2. 3 に示したように、補足調査以降は 1997 年度にアサリが少量へい死、2008 年度に貝類のへい死した記録があるが、これ以外大きな漁業影響はみられていなかった。しかし、2010 年度の 9 月にはアサリのへい死率が 88%と非常に大きな漁業被害がみられ、2012 年度、2014 年度にもアサリやホンビノスガイのへい死の報告があった。



注)千葉県環境研究センター年報のデータを基に作成

図 II.2.14 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 II.2.15 月別の青潮の発生頻度(1985～2014年度)

表 II.2.2 青潮の発生件数一覧

	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	合計
1985年度			3		1	4	1		9
1986年度			2	1	2	1			6
1987年度			1	1	2	2			6
1988年度		1	1	2	1	1			6
1989年度			2		1	1	2		6
1990年度			1		1	2	1		5
1991年度		1			2				3
1992年度			3	1	1	1			6
1993年度			1	3	1	1			6
1994年度			1	1	1	2	1	1	7
1995年度			1			1			2
1996年度				1		1			2
1997年度		1				2			3
1998年度				2		2			4
1999年度						1	1		2
2000年度			1		1	2	1		5
2001年度	1			1	1		1		4
2002年度				1	1	1			3
2003年度		1				1			2
2004年度				1					1
2005年度		2	1			2	1		6
2006年度						1			1
2007年度						1	2		3
2008年度					1	1	1		3
2009年度		1			1				2
2010年度						3			3
2011年度		1		1	2	1	1		6
2012年度		1	1			1			3
2013年度			2			2			4
2014年度			1		1				2
合計	1	9	22	16	21	38	13	1	121

注)千葉県環境研究センター年報を基に作成

表 II.2.3(1) 青潮の発生事例

年度	発生日	発生場所	被害状況等
1988年度	5月24日	行徳地先、船橋航路の一部、茜浜～花見川沿岸部	漁業影響なし
	6月27日	千葉港～稲毛沖、花見川沖～、市川航路沖合花見川沖～茜浜	漁業被害なし
	7月17日	行徳～船橋市地先、船橋港・茜浜前・花見川沖千葉港内	漁業被害なし
	7月25日	船橋港内～航路、千葉港内	漁業被害なし
	8月19日～22日	行徳地先～市川航路、船橋港内～航路千葉港内	アサリ被害発生
	9月3日～8日	船橋港内、航路	漁業影響なし
1989年度	6月9日	千葉港～稲毛沖	漁業影響なし
	6月20日	船橋～花見川	漁業影響なし
	8月26日～27日	船橋～茜浜	漁業被害なし
	9月22日～24日	船橋～稲毛沖	漁業影響なし
	10月3日～5日	船橋～千葉港沖	漁業被害なし
	10月30日	船橋～幕張	漁業影響なし
1990年度	6月28日～7月2日	船橋航路～茜浜～稲毛沖	魚の浮上あり 漁業影響なし
	8月6日	市川航路～船橋航路～茜浜～稲毛浜	漁業影響なし
	9月7日～8日	浦安～船橋港～茜浜	魚の浮上あり 漁業影響なし
	9月27日～29日	船橋～茜浜～幕張～磯辺地先	漁業影響なし
	10月22日	幕張沖～千葉新港～西海域	漁業影響なし
1991年度	5月28日～29日	千葉港～市原沖千葉航路～茜浜～幕張～花見川河口	漁業影響なし
	8月5日	市川航路～船橋航路～茜浜～千葉港	魚の浮上あり 漁業影響なし
	8月10日～26日	市川航路～船橋航路～茜浜～千葉港	漁業影響なし
1992年度	6月1日	船橋航路～船橋港～茜浜地先～幕張地先	漁業影響なし
	6月11日	千葉港	漁業影響なし
	6月19日	船橋航路～船橋港～茜浜地先、千葉港	漁業影響なし
	7月2日	船橋沖～茜浜地先	漁業影響なし
	8月3日～6日	市川航路～船橋航路～茜浜地先	漁業影響なし
	9月6日～12日	葛西臨海公園地先～市原港沖	漁業影響なし
1993年度	6月2日	養老川河口～江戸川河口	漁業影響なし
	7月1日～3日	千葉港～検見川浜、船橋港内、三番瀬 付近	漁業影響なし
	7月8日	千葉港～幕張地先、船橋航路内	漁業影響なし
	7月21日～21日	千葉市～浦安市、船橋港	漁業影響なし
	8月27日	千葉中央港	漁業影響なし
	9月10日	京葉港沿岸付近	漁業影響なし
1994年度	6月29日～30日	千葉中央港、川鉄西工場～出洲・中央 埠頭～新港の一角	漁業影響なし
	7月28日～30日	市川航路、千葉港～船橋市・市川市・浦安市	漁業影響なし
	8月22日～25日	千葉中央港～千葉航路～幕張、茜浜～浦安沖、船橋市・市川港、船橋・市川航路、江戸川河口部	船橋で一部 アサリのへい死
	9月13日～19日	千葉中央港、幕張、茜浜、船橋・市川港、浦安	ハゼ、ボラ、スズキ等の被害、アサリのへい死
	9月27日～29日	千葉中央港、船橋・市川航路、浦安の一部	漁業影響なし
	10月26日～28日	千葉中央港、幕張海岸～茜浜～船橋港	漁業影響なし
	11月4日～8日	稲毛の浜沖～幕張沖～茜浜沖	漁業影響なし

注)青潮による漁業影響が確認された事例について、網掛け表示した。

出典) 千葉県環境研究センター年報

表 II.2.3(2) 青潮の発生事例

年度	発生日	発生場所	被害状況等
1995年度	6月10日～14日	川鉄西工場前～習志野茜浜、船橋港、千葉港、千葉新港	漁業影響なし
	9月15日～21日	千葉港、千葉中央港、船橋港、習志野茜浜～浦安日の出を結んだ線の内側	アサリの少量へい死
1996年度	7月10日～11日	市川市塩浜前面～船橋海浜公園前面、船橋航路～茜浜地先～幕張前面、検見川前面～千葉港	漁業影響なし
	9月10日～12日	船橋海浜公園前面～船橋航路～茜浜 前面～幕張前面、浦安日の出前面～市川市塩浜前面～船橋航路～茜浜前面、船橋港	漁業影響なし
1997年度	5月22日～23日	市川市塩浜～幕張～稲毛～千葉港	漁業影響なし
	9月13日～16日	市川市塩浜～船橋市海浜公園～幕張～千葉港	漁業影響なし
	9月17日	市川市塩浜～船橋航路、千葉港内	アサリが少量へい死
1998年度	7月13日～14日	船橋港内、千葉中央港内、市原港内	漁業影響なし
	7月17日	船橋海浜公園前面、船橋港内、千葉中央港内	漁業影響なし
	8月31日～9月2日	市原港内、船橋海浜公園前面、船橋港内、千葉中央港内	漁業影響なし
	9月9日～10日	船橋港内、千葉中央港内	漁業影響なし
1999年度	9月30日	船橋港内	漁業影響なし
	10月18日～20日	船橋海浜公園前面、船橋港内	漁業影響なし
2000年度	6月25日～27日	千葉中央港、千葉新港、幕張沖、船橋港内	漁業影響なし
	8月13日～15日	千葉中央港、千葉新港、検見川沖～船橋航路、船橋港内	漁業影響なし
	9月5日～8日	千葉中央港、千葉新港、検見川沖～船橋航路、船橋港内、船橋海浜公園 前面	漁業影響なし
	9月27日～29日	茜浜沖～船橋航路、船橋港内、船橋海浜公園前面の市川航路側、荒川放水路河口沖	漁業影響なし
	10月3日～12日	千葉中央港、千葉新港、稲毛沖～船橋航路、船橋港内、船橋海浜公園前面～市川航路～浦安沖	漁業影響なし
2001年度	4月23日	習志野市茜浜地先～船橋航路	漁業影響なし
	7月26日～8月2日	市原市五井沖～市川航路	漁業影響なし
	8月31日～9月6日	千葉港内および船橋航路・茜浜・検見川浜の一部	漁業影響なし
	10月9日～10日	検見川浜～幕張・茜浜の一部、市川航路の一部	漁業影響なし
2002年度	7月24日～25日	千葉中央港及び新港（局所的）	漁業被害なし
	8月19日～21日	市川航路～船橋港内～幕張沖・稲毛沖～千葉中央港・新港（大規模）	漁業被害なし
	9月6日～11日	千葉中央港奥・川鉄前の一部及び船橋航路奥～船橋海浜公園前～市川航路奥（局所的）	漁業被害なし
2003年度	5月16日～19日	新港～千葉港・船橋港	漁業被害なし
	9月22日～24日	浦安市～市川航路～船橋港内～船橋航路～幕張沖・いなげ沖～千葉中央港	漁業被害なし
2004年度	7月28日～31日	市川航路～船橋港内～船橋航路～茜浜沖～幕張沖・稲毛沖～千葉中央港～養老川河口	漁業被害なし

注)青潮による漁業影響が確認された事例について、網掛け表示した。

出典) 千葉県環境研究センター年報

表 II.2.3(3) 青潮の発生事例

年度	発生日	発生場所	被害状況等
2005年度	5月16日～17日	浦安沖～市川航路～船橋港内～船橋航路～茜浜沖	漁業被害なし
	5月31日～6月1日	浦安沖～市川航路～船橋港内～船橋航路～茜浜沖～幕張沖～稲毛沖～千葉中央港～養老川河口	漁業被害なし
	6月15日～17日	船橋港内～船橋航路～茜浜沖～幕張沖、稲毛沖～千葉中央港	漁業被害なし
	9月6日～7日	市川航路～船橋港内～船橋航路、稲毛沖～千葉中央港	漁業被害なし
	9月26日～30日	市川航路～船橋港内～船橋航路～茜浜沖～幕張沖、稲毛沖～千葉中央港	漁業被害なし
	10月12日～17日	市川航路～船橋港内～船橋航路～茜浜沖～幕張沖～稲毛沖～千葉中央港	漁業被害なし
2006年度	9月13日～18日	ディズニースタジアム前～浦安沖～市川航路～船橋港内～船橋航路～茜浜沖～花見川河口、千葉中央港、千葉新港	漁業被害なし
2007年度	9月2日～4日	養老川河口～千葉中央港～稲毛沖～幕張沖～茜浜沖～船橋港～市川港	漁業被害なし
	10月1日～2日	船橋港内～船橋航路	漁業被害なし
	10月16日～18日	千葉中央港内、幕張沖～茜浜沖～船橋航路～船橋港、浦安沿岸	漁業被害なし
2008年度	8月22日～28日	千葉中央港～稲毛沖～幕張沖～茜浜沖～船橋港～市川港～三番瀬	貝類のへい死
	10月9日～10日	千葉中央港、茜浜～幕張沿岸、船橋航路、江戸川河口	漁業被害なし
	11月13日～14日	茜浜沖～船橋港～市川港	漁業被害なし
2009年度	5月29日～31日	千葉中央港～稲毛沖～幕張沖～茜浜～船橋沖	漁業被害なし
	8月31日～9月1日	千葉中央港～幕張沿岸、船橋港～市川港～三番瀬の一部	漁業被害なし
2010年度	9月9日～10日	船橋沖、市川沖（三番瀬含む）、千葉中央港、千葉新港	漁業被害なし
	9月15日～21日	千葉中央港、千葉新港～いなげの浜～幕張の浜～茜浜～船橋港～市川港（三番瀬含む）	アサリのへい死 総計4,750トン （へい死率：88%）
	9月24日～29日	千葉中央港、幕張沖～茜浜、船橋港	
2011年度	5月31日～6月2日	市原港～千葉中央港・外港～いなげの浜～幕張の浜～茜浜～船橋港～船橋沖	漁業被害なし
	7月21日～25日	江戸川放水路～三番瀬～船橋港、千葉中央港、千葉新港	漁業被害なし
	8月23日～24日	市原港～千葉中央港・外港～いなげの浜～幕張の浜～茜浜～船橋港～三番瀬～市川港	漁業被害なし
	9月27日～30日	千葉中央港、いなげの浜～幕張の浜、船橋港	漁業被害なし
	10月21日～24日	幕張の浜～茜浜～船橋港入口	漁業被害なし
2012年度	5月23日～25日	幕張沿岸～茜浜	漁業被害なし
	6月13日～15日	千葉中央港、幕張の浜～茜浜～船橋港～三番瀬（一部）	漁業被害なし
	9月23日～10月1日	養老川河口～五井沖～千葉沖～幕張沖～習志野沖～船橋沖～市川沖～浦安沖（最大時）	アサリ、ホンビノスガイへい死の報告あり

注)青潮による漁業影響が確認された事例について、網掛け表示した。

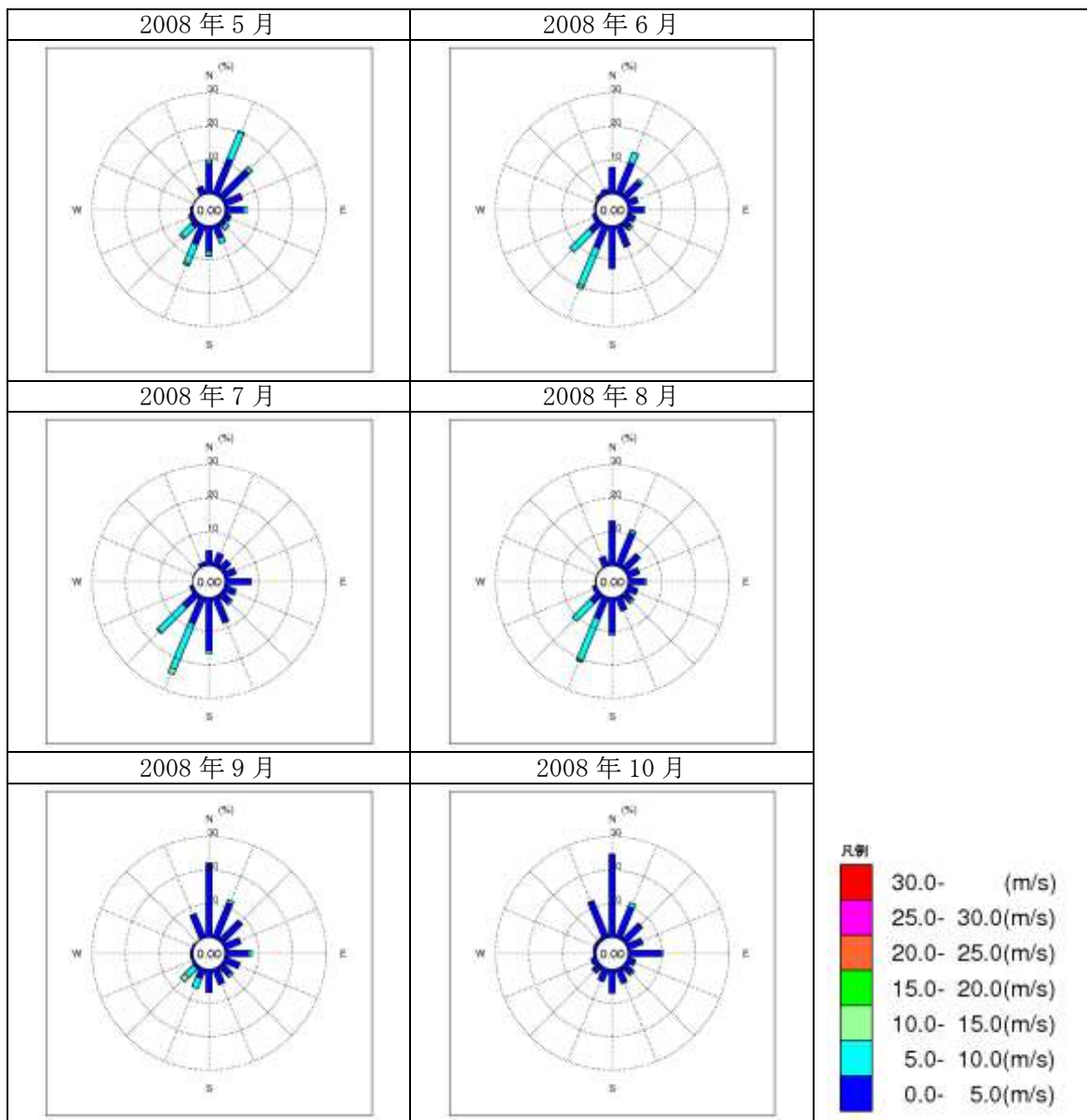
出典) 千葉県環境研究センター年報

表 II.2.3(4) 青潮の発生事例

年度	発生日	発生場所	被害状況等
2013年度	6月3日～4日	千葉中央港前、港内、市原港内	漁業被害なし
	6月13日～17日	市川・船橋港内～茜浜～幕張・検見川・稲毛沖～千葉新港・中央港内	漁業被害なし
	9月11日～13日	船橋港内～茜浜～幕張沖～花見川河口付近、千葉中央港、千葉新港内	漁業被害なし
	9月24日～27日	千葉中央港～稲毛の浜～花見川河口付近、幕張の浜～茜浜～船橋港	漁業被害なし
2014年度	6月3日～10日	千葉中央港、三番瀬～船橋沖～市川沖～浦安沖(最大時)	漁業被害なし
	8月27日～9月3日	千葉中央港内、幕張の浜～茜浜～船橋港～三番瀬～市川沖	アサリへい死の報告あり

注)青潮による漁業影響が確認された事例について、網掛け表示した。

出典) 千葉県環境研究センター年報



注) 東京湾海象情報システム (千葉県漁業協同組合連合会) の行徳の観測値を基に作成

図 II.2.16 2008年5月～10月の風向風速頻度分布(行徳)

2.2.2 貧酸素水

本報告における貧酸素および無酸素の定義を以下に示す。

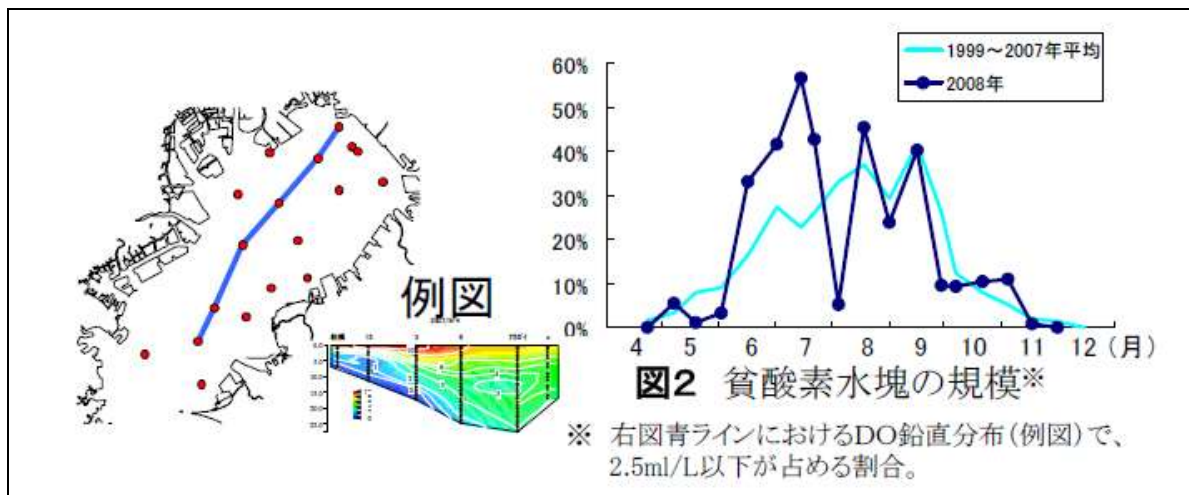
- ◆ 貧酸素：溶存酸素 2.5ml/L \approx 3.6mg/L 以下
- ◆ 無酸素：溶存酸素 0.025ml/L \approx 0.036mg/L 以下

(1) 東京湾奥部の貧酸素の状況

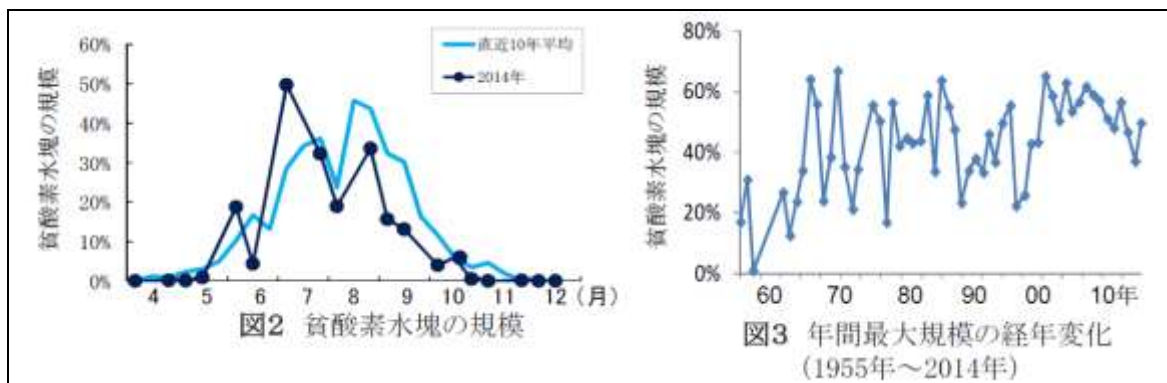
青潮の発生に密接に関連する底層の貧酸素水については、千葉県水産総合研究センターによる貧酸素水塊速報を整理した。2008年および2014年の貧酸素水塊は、図 II.2.17 に示すような状況となっていた。貧酸素水塊の形成から消滅までは、例年4月～5月に初確認され、6月になると貧酸素水塊が発達し、7月～9月にピークとなり、10月～11月にかけて貧酸素水塊が解消されるという変動となっている。

2014年の貧酸素水塊の規模は、7月上旬に最大(49%)となり、7月としては直近十年の平均を上回る大きさとなっていたが、過去の年間最大規模との比較では、ここ十数年と同等となっていた。

○2008年



○2014年



出典) 貧酸素水塊速報, 千葉県水産総合研究センター

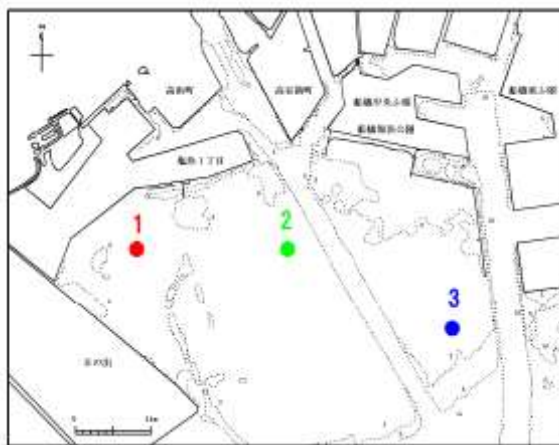
(<https://www.pref.chiba.lg.jp/lab-suisan/suisan/suisan/suikaisokuhou/>)

図 II.2.17 貧酸素水塊の規模(2008年、2014年)

(2) 三番瀬における貧酸素の状況

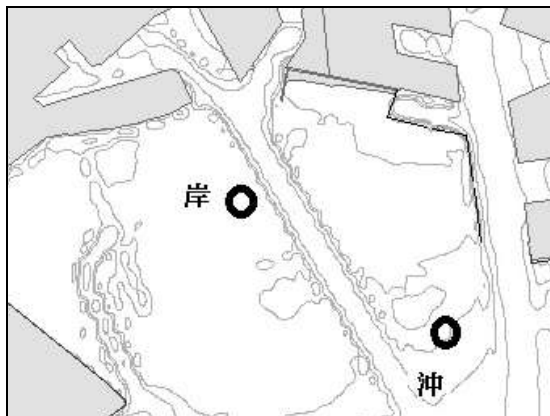
2008年度の三番瀬水環境モニタリング調査では、図 II.2.18 に示す3地点において、2008年6月～2009年3月まで水質の連続観測を実施している。この調査期間中、三番瀬の浅海域に及んだ貧酸素化の状況は、平成20年度三番瀬水環境モニタリング調査において報告されており、調査期間中および代表的な貧酸素発生時の概要を以下に示す（平成20年度三番瀬水環境モニタリング調査報告書, 概要版より引用）。

また、2014年度の平成26年度三番瀬海生生物現況調査(底生生物及び海域環境)では、図 II.2.19 に示す2地点（岸、沖地点（2008年度調査の地点2、3））において、2014年7月23日～2014年10月23日まで水質の連続観測を実施している。



出典)平成20年度三番瀬水環境モニタリング調査報告書,平成21年3月,三洋テクノマリン株式会社

図 II.2.18 平成20年度三番瀬水環境モニタリング調査の調査位置



出典)平成26年度三番瀬海生生物現況調査(底生生物及び海域環境)報告書,
平成27年3月,エヌエス環境株式会社

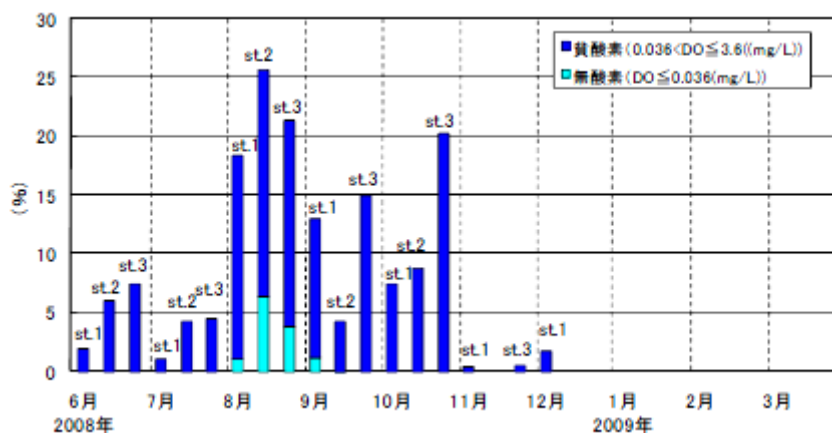
図 II.2.19 平成26年度三番瀬海生生物現況調査における水質調査位置

1) 調査期間中の貧酸素の状況

2008 年度と 2014 年度の調査期間中において、貧酸素が継続しない一時的なものも含め、貧酸素および無酸素の月別の出現率は図 II.2.20 に示す結果となっていた。

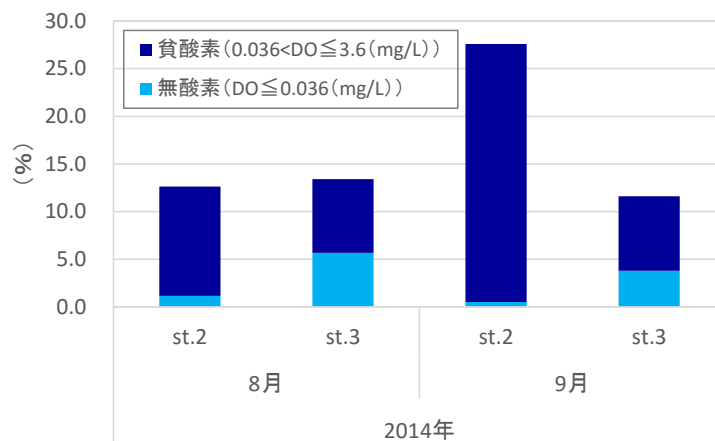
2008 年度は、貧酸素の発生がみられた 6 月～12 月において、貧酸素に該当する溶存酸素量および酸素飽和度の出現率は、測点 1 および測点 2 で約 8%、測点 3 で約 12%を占めており、最も沖側の測点 3 で貧酸素水は多くみられた。

2014 年度は、8 月～9 月において、貧酸素および無酸素に該当する溶存酸素量の出現率は、測点 2 で約 12～27%、測点 3 で約 12～13%を占めており、9 月において岸側の測点 2 で貧酸素水が多い傾向となっていた。



出典) 平成 20 年度三番瀬水環境モニタリング調査報告書, 平成 21 年 3 月, 三洋テクノマリン株式会社

図 II.2.20(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)



注 1) 上図は平成 26 年度三番瀬海生生物現況調査データを基に作図した。

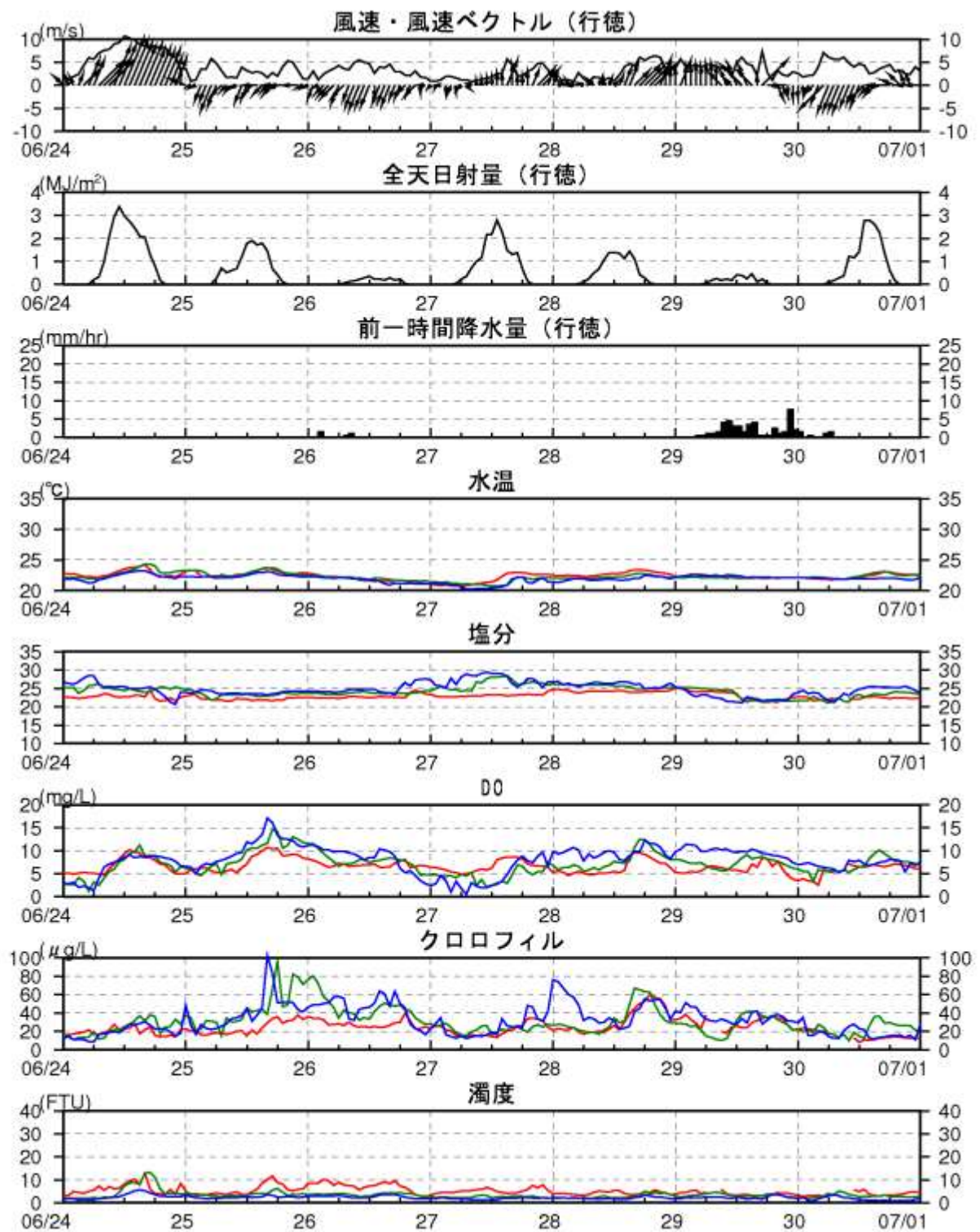
図 II.2.20(2) 貧酸素および無酸素の月別の出現率(2014 年 8 月～2014 年 9 月)

2) 2008 年度

(a) 2008 年 6 月 26 日～27 日（貧酸素発生時）

貧酸素の発生時として、2008 年 6 月 24 日～6 月 30 日の経時変化を図 II. 2. 21 に示し、水質調査結果の概要を以下に示す。

- ◆ 2008 年 6 月 25 日～26 日に北風（南へ向かう風）が連吹後、測点 2 および測点 3 で溶存酸素量が 2mg/L 程度まで低下すると同時に、1℃前後の水温の低下および 5psu 前後の塩分の上昇もみられた。これは貧酸素となっている沖あるいは航路の底層水の移動によるものと考えられ、約 1 日続いていた。
- ◆ 貧酸素化は測点 2 および測点 3 でほぼ同時期に始まり、風が南寄りに転じた後に溶存酸素量が回復を始め、同時期に解消していた。
- ◆ 測点 1 では貧酸素とはならず、測点 2 および測点 3 とは異なる変動傾向を示していた。
- ◆ 流れとの対応をみると、測点 2 では貧酸素出現前後に南流が多くなっており、貧酸素水は湾中央部からの移流によるものではなく、船橋航路付近で発生した貧酸素が船橋港内、運河を伝播し、市川航路奥部周辺の湾奥から南下してきたものではないかと考えられる。
- ◆ 測点 3 では、溶存酸素の低下過程で、北流→弱い南流→西流傾向と変化していたことより、貧酸素水の起源は、測点 3 の沖合もしくは船橋航路周辺であろうと推察される。



注1) 貧酸素発生は6月26日～27日。
 注2) 上図は平成20年度三番瀬水環境モニタリングデータを基に作図した。

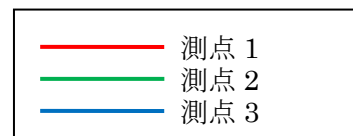
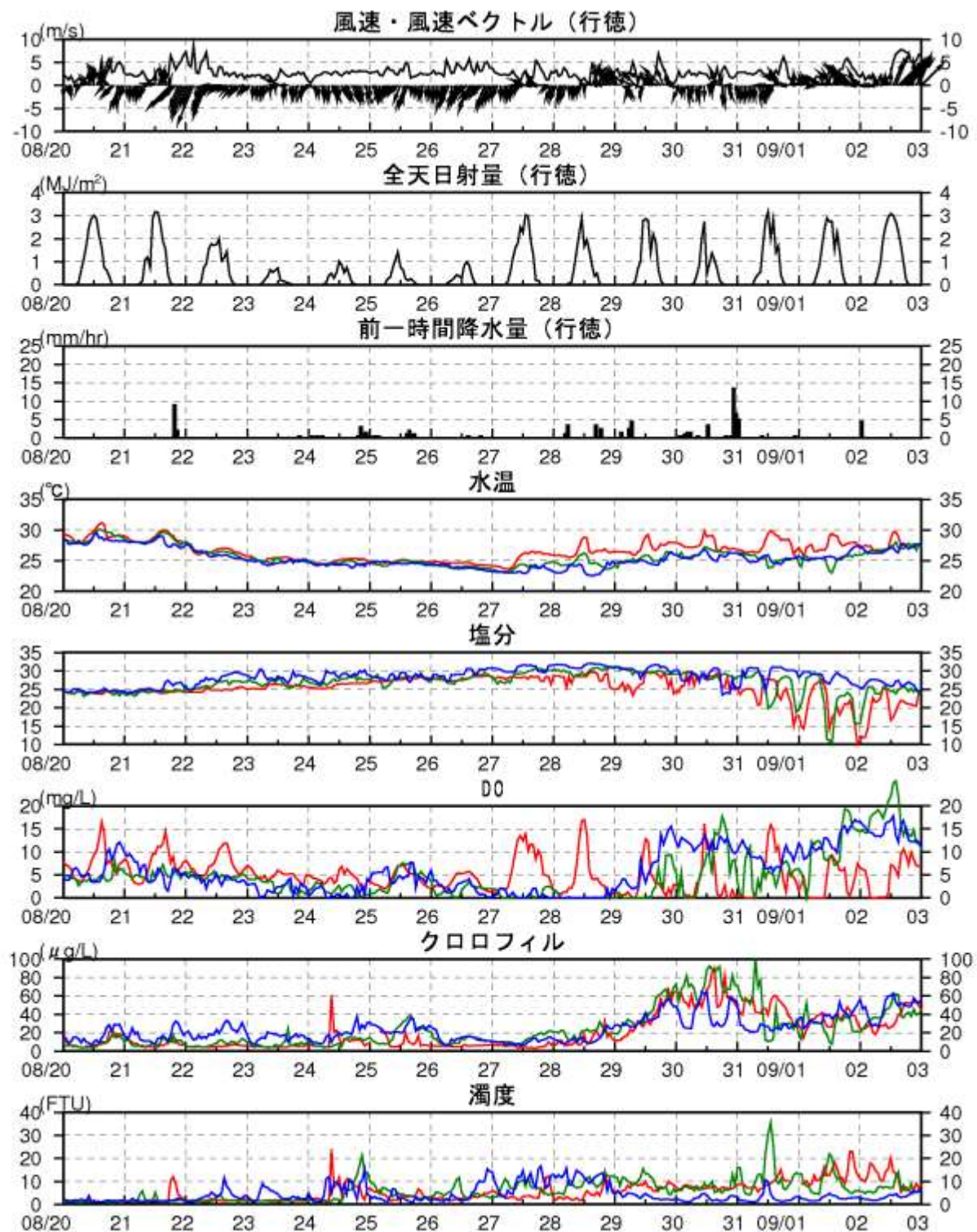


図 II.2.21 2008年6月の貧酸素発生時の経時変化

(b) 2008年8月23日～9月2日（青潮発生時）

貧酸素の発生時として、2008年8月20日～9月2日の経時変化を図 II.2.22 に示し、水質調査結果の概要を以下に示す。

- ◆ 2008年8月23日～9月2日にかけて、全ての測点で連続的あるいは断続的に貧酸素化がみられ、千葉県環境研究センター年報によると8月22日～28日にかけて当海域で青潮の発生が確認された。
- ◆ 2008年8月21日～27日に渡る北風の連吹時には、全ての測点で溶存酸素量の低下がみられると同時に、水温の低下および塩分の上昇がみられた。
- ◆ とくに8月27日～28日にかけては測点2および測点3で無酸素状態が続いていたのに対し、測点1では夜間に1mg/L前後の貧酸素化を示していたものの、日中は15mg/L前後まで溶存酸素量が上昇する日周期変動がみられた。これは日照の増加、気温の上昇と対応しており、植物の光合成によるものと考えられる。しかし、クロロフィルaには上昇がみられないことから、植物プランクトンによるものではなく、アオサ等の海藻類による光合成の可能性が考えられる。
- ◆ 無酸素状態の解消時期は、測点2で2008年8月29日、測点3では2008年8月28日となっており、測点2の方が測点3より18時間程度貧酸素水の解消が遅くなっていた。更に測点1では日中の高酸素化を除けば、8月31日まで貧酸素水がみられ、滞留しやすい湾奥部ほど回復が遅い傾向がみられた。
- ◆ 溶存酸素量の低下（青潮）が見られた時期は、測点2および測点3で5～15FTU程度まで濁度の上昇が見られた。これは底層の無酸素水に含まれる硫化物イオン（ S^{2-} イオン）が酸素と反応し（酸化）、生成されたコロイド状硫黄を感知した可能性が考えられる。



注1) 貧酸素発生は2008年8月23日～9月2日。青潮発生は2008年8月22日～28日。

注2) 上図は平成20年度三番瀬水環境モニタリングデータを基に作図した。

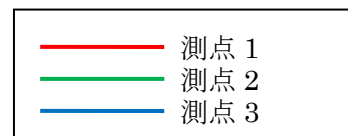


図 II.2.22 2008年8月の貧酸素発生時の経時変化

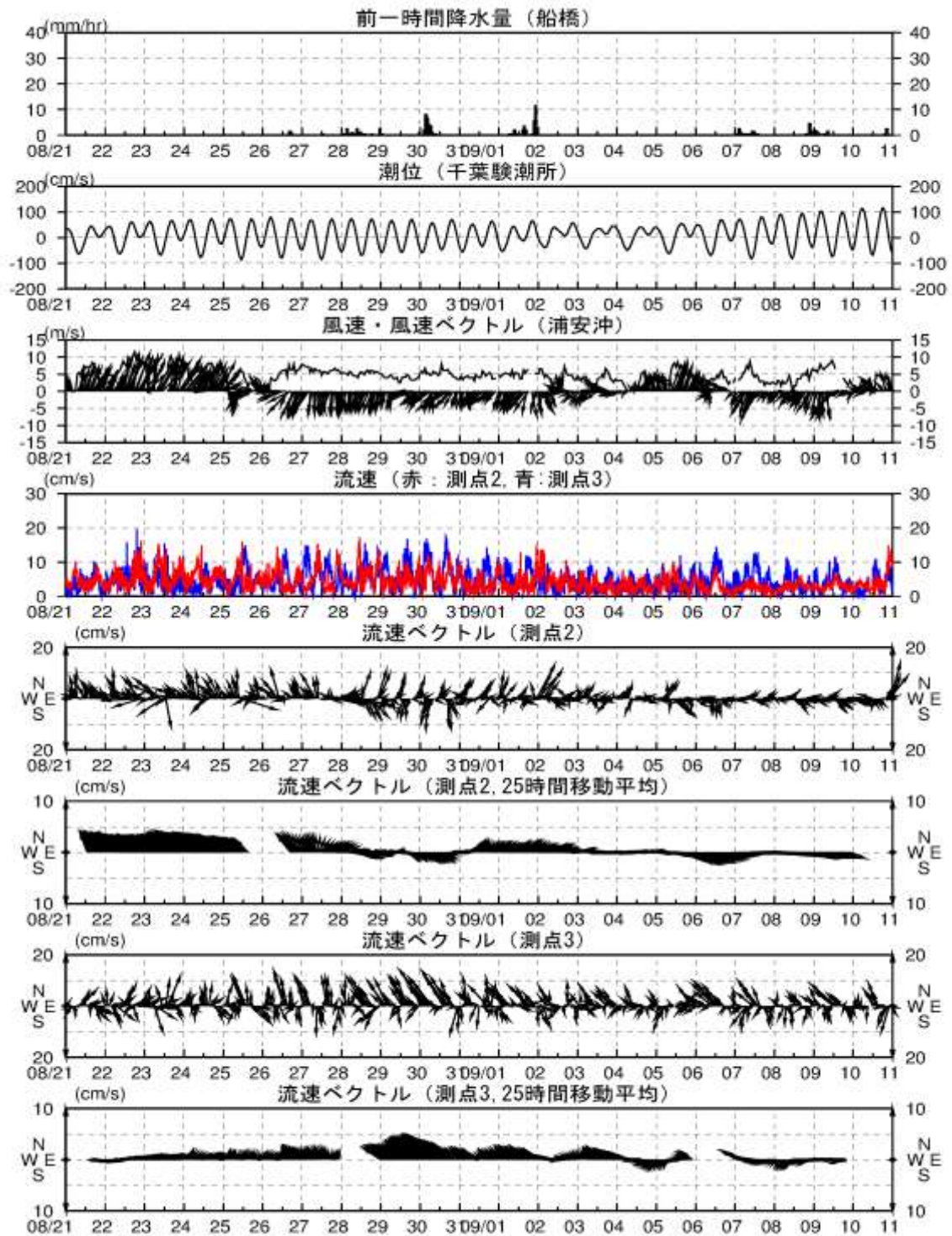
3) 2014 年度

(a) 2014 年 8 月 27 日～9 月 3 日（青潮発生時）

貧酸素の発生時として、2014 年 8 月 21 日～9 月 10 日の経時変化を図 II. 2. 23～図 II. 2. 30 に示し、水質調査結果の概要を以下に示す。

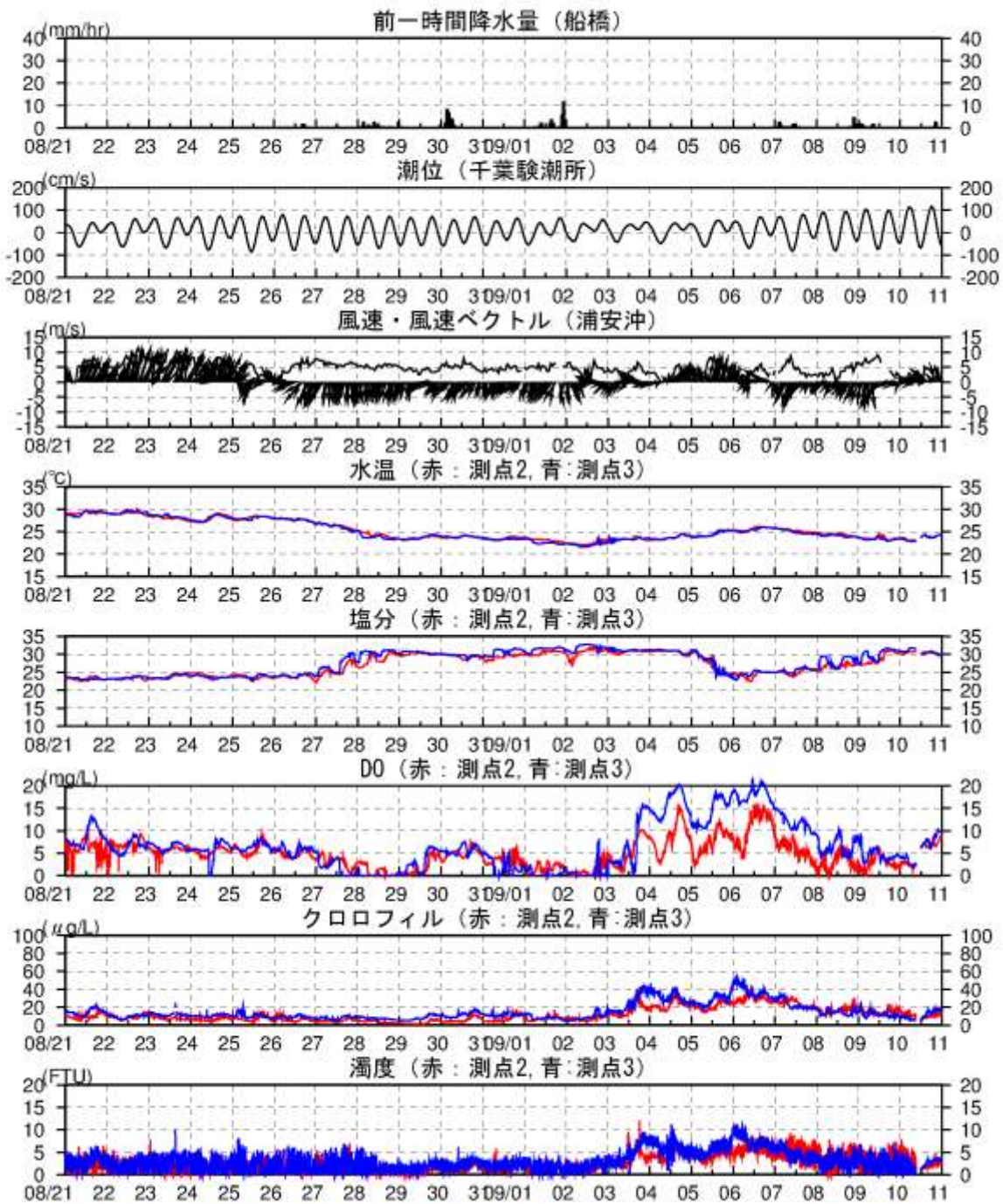
また、平成 22 年度三番瀬自然環境総合解析業務の三番瀬の潮流シミュレーション結果から考察した流れの特徴を図 II. 2. 31 に、千葉県水産総合研究センターの貧酸素水塊速報を図 II. 2. 32 と図 II. 2. 33 に示し、貧酸素の発生状況を確認した。

- ◆ 2014 年 8 月 26 日～9 月 2 日に北風（南へ向かう風）が連吹後、測点 2 および測点 3 で溶存酸素量が 0mg/L 近くまで低下すると同時に、5℃前後の水温の低下および 5psu 前後の塩分の上昇がみられた。
- ◆ 貧酸素化は測点 2 および測点 3 でほぼ同時期に始まり、降水のあった 8 月 30 日には一時的に溶存酸素量が回復したが、31 日には再び貧酸素化がみられた。その後、北風が弱まった 9 月 2 日頃から溶存酸素量が回復を始め、同時期に解消していた。
- ◆ 三番瀬より湾中央部のモニタリングポスト（東京湾環境情報センター）の浦安沖の経時変化（図 II. 2. 25）をみると、9 月 5 日頃から溶存酸素量が顕著に回復しており、測点 2 および測点 3 のほうが貧酸素の回復が早くなっていた。この要因として、周りからの移流による酸素供給が考えられるが、生物による酸素供給の効果や浅場としての物理的な効果（ばっ気）によって回復した可能性も考えられる。
- ◆ 湾中央部のモニタリングポストの浦安沖と千葉港波浪観測塔のイソプレット（図 II. 2. 27 および図 II. 2. 28）をみると、8 月 27 日に底層の貧酸素水が表層にまで及ぶ状況がみられ、8 月 31 日頃に一時的に表層の溶存酸素量が回復した後、9 月 4 日頃まで再び貧酸素化が表層まで進む状況が確認された。一方で、水温と塩分は 8 月 27 日から 9 月 5 日頃まで低温・高塩分化が継続する状況が確認され、混合期に移行していたと考えられる。
- ◆ 湾中央部のモニタリングポストの千葉港口第一号灯標と川崎人工島（図 II. 2. 26）では、表層は貧酸素になっていなかった。
- ◆ 貧酸素水塊速報（図 II. 2. 32 および図 II. 2. 33）をみると、湾中央部の貧酸素水塊が北風の連吹によって湾奥部へ波及し、三番瀬で貧酸素が確認されたと考えられる。
- ◆ 北風が連吹した場合の流れの状況（図 II. 2. 31）は、三番瀬では反時計回りの循環がみられており、船橋航路側からの流入が多くなり、東側から低温・高塩分の貧酸素水が移動すると考えられる。一方、南寄りの季節風が吹く状態では、三番瀬内は時計回りの循環で、沖合から海水が輸送されると考えられ、貧酸素水塊の解消に寄与していると考えられる。



- 注1) 貧酸素と青潮発生は2014年8月27日～9月3日。
 注2) 上図は平成26年度三番瀬水環境モニタリングデータを基に作図した。

図 II.2.23 2014年8月～9月の貧酸素発生時の経時変化(流況)



- 注3) 貧酸素と青潮発生は2014年8月27日～9月3日。
 注4) 上図は平成26年度三番瀬水環境モニタリングデータを基に作図した。

図 II.2.24 2014年8月～9月の貧酸素発生時の経時変化(水質)

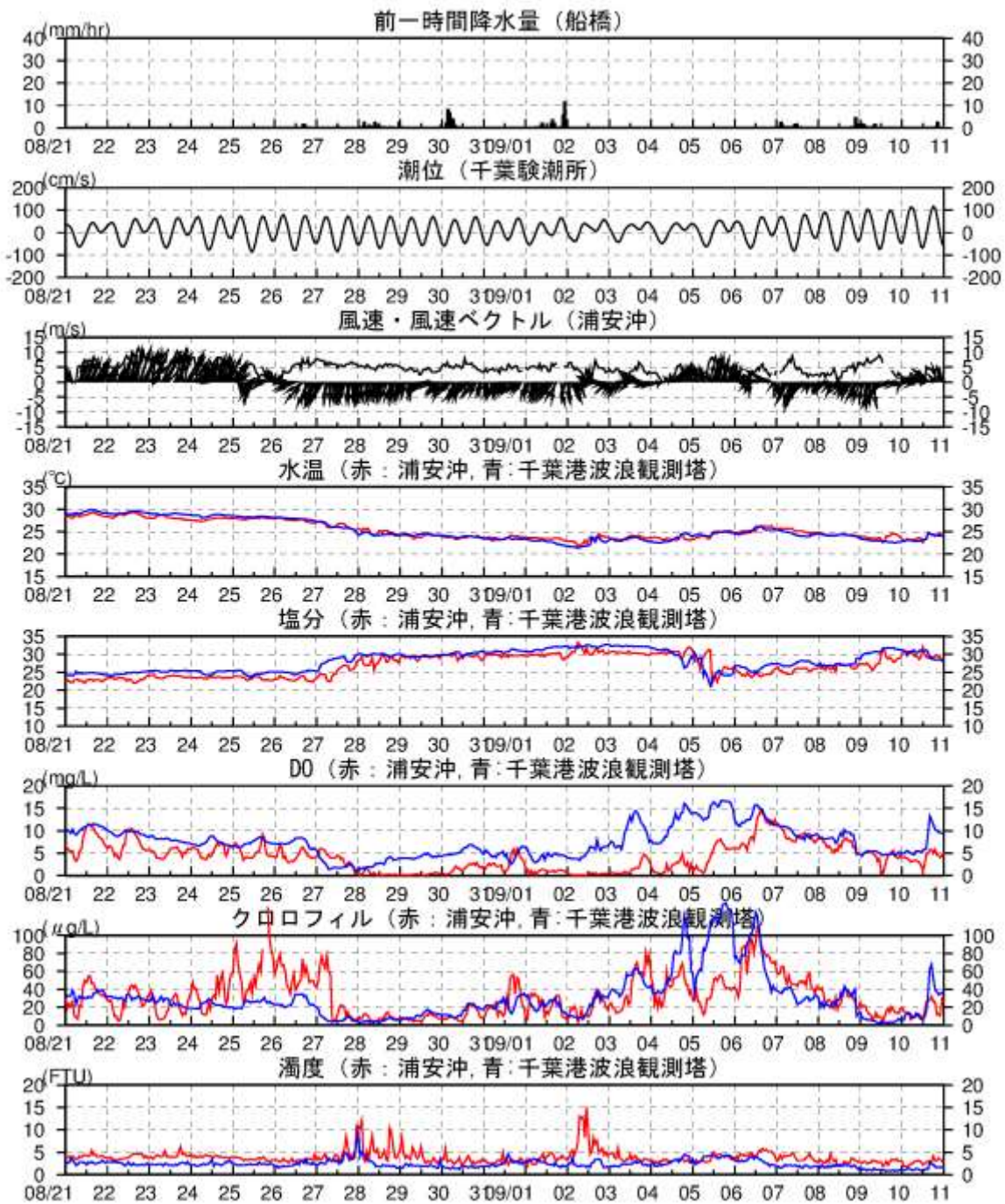


図 II.2.25 2014年8月～9月の貧酸素発生時の経時変化(表層)

(モニタリングポスト: 浦安沖、千葉港波浪観測塔)

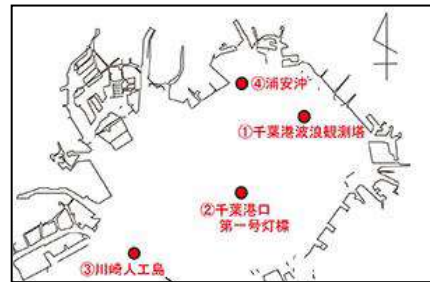
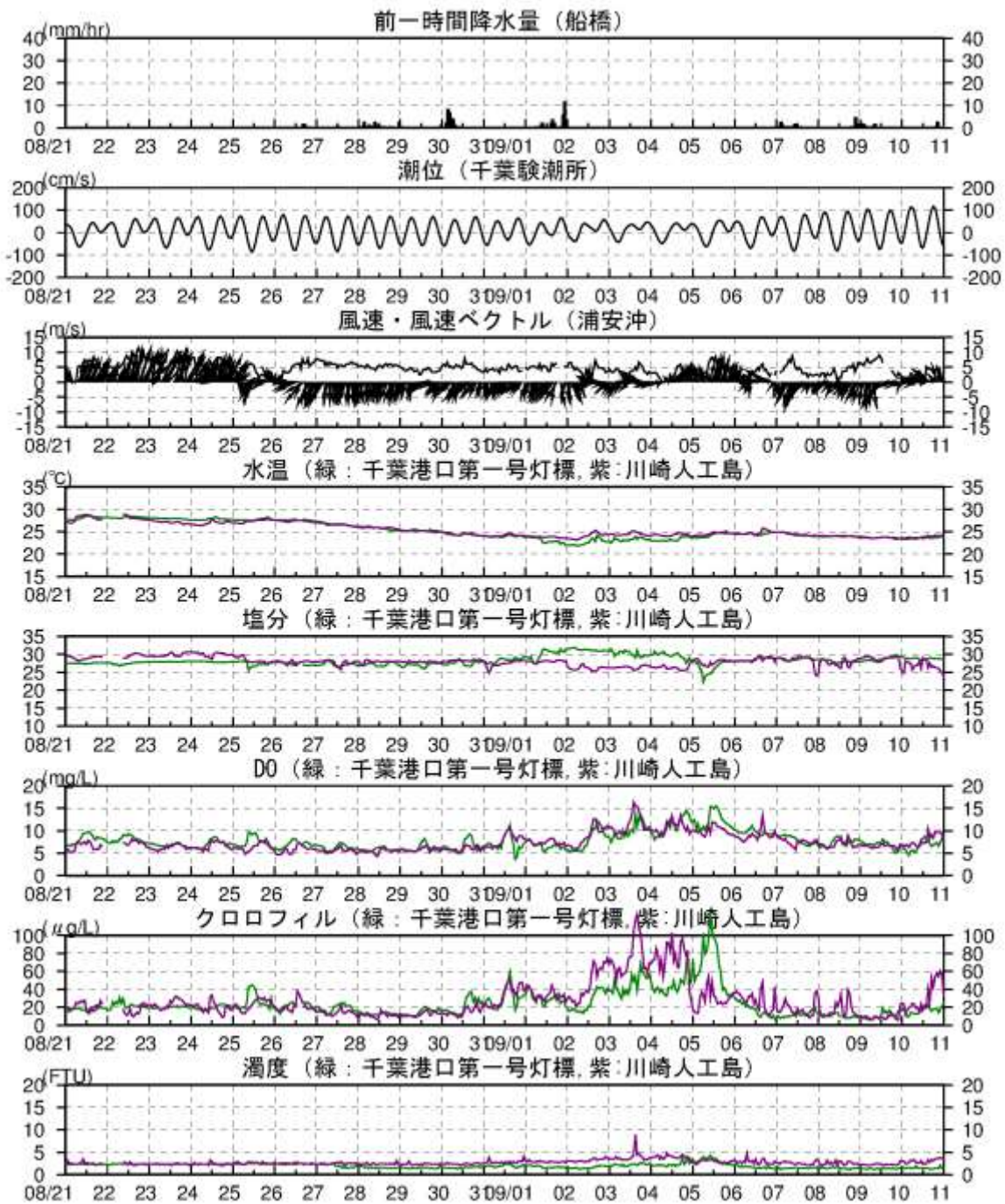


図 II.2.26 2014年8月～9月の貧酸素発生時の経時変化(表層)
 (モニタリングポスト:千葉港口第1号灯標、川崎人工島)

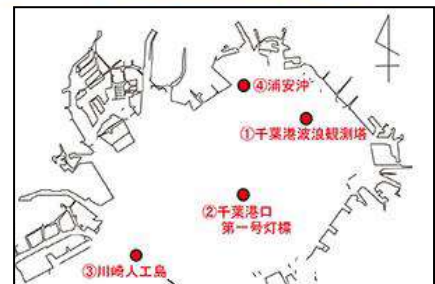
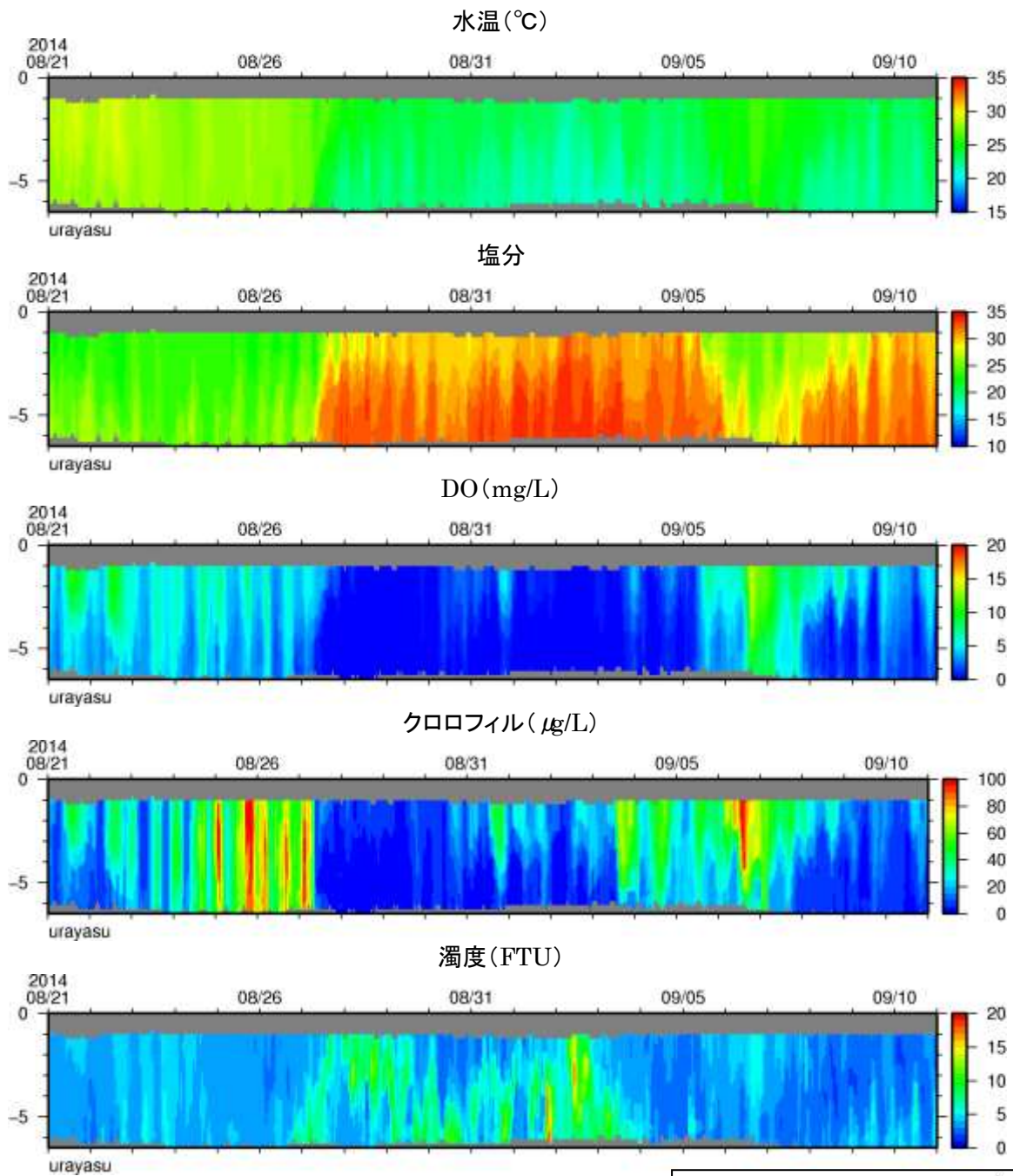


図 II.2.27 2014年8月～9月の貧酸素発生時のイソプレット
(モニタリングポスト: 浦安沖)

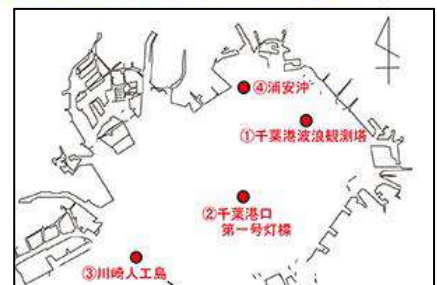
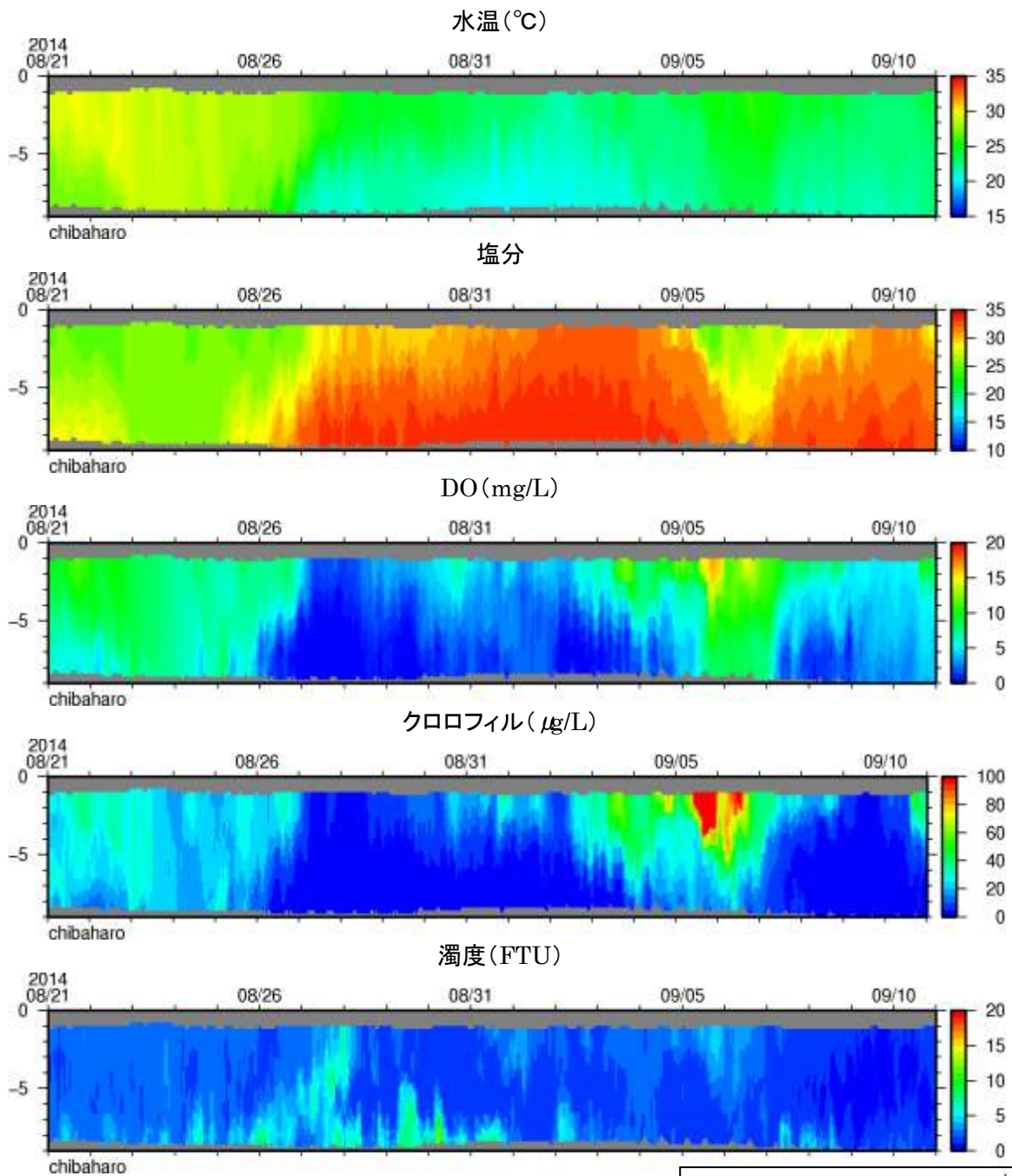


図 II.2.28 2014年8月～9月の貧酸素発生時のイソプレット
(モニタリングポスト:千葉港波浪観測塔)

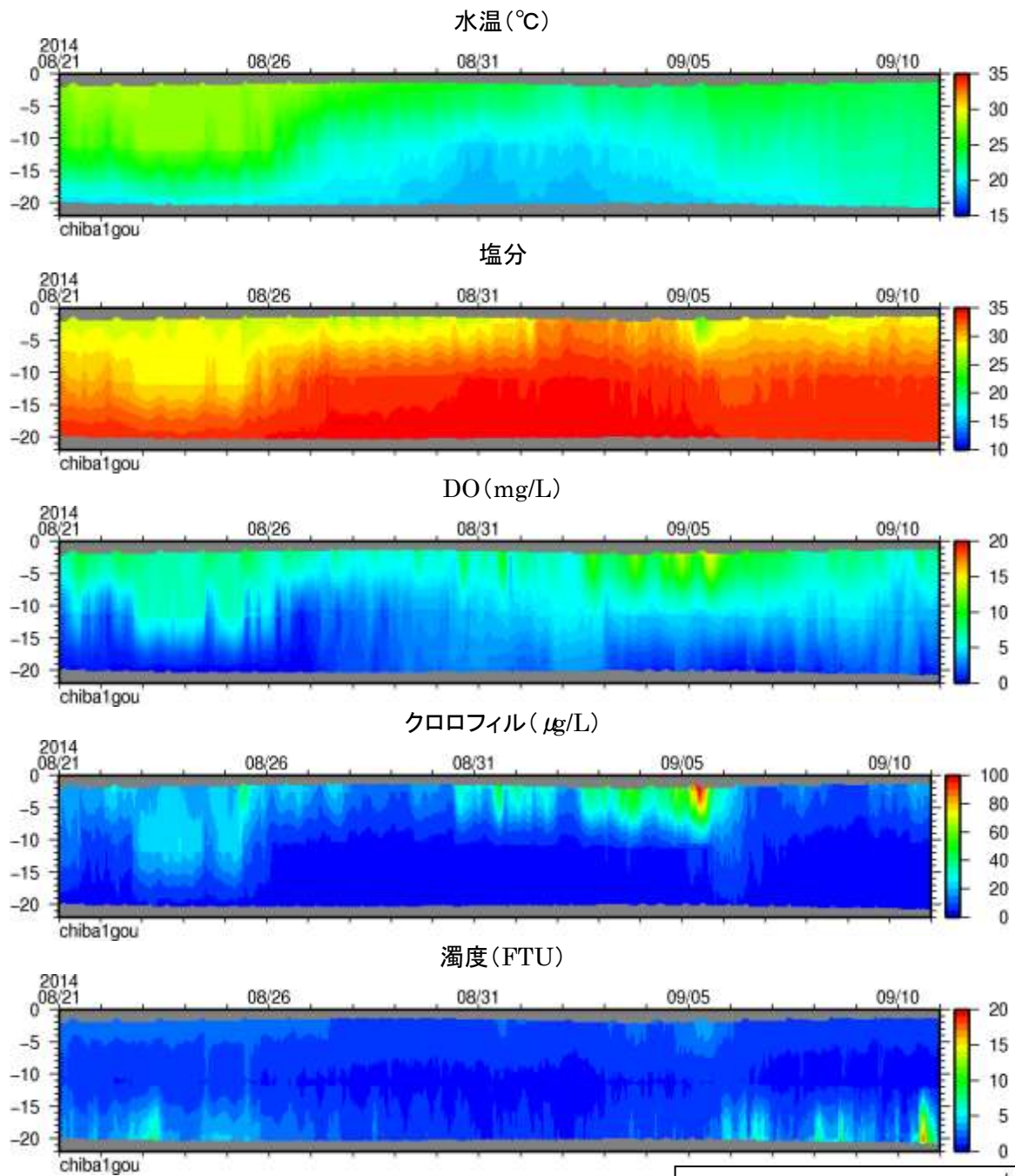


図 II.2.29 2014年8月～9月の貧酸素発生時のイソプレット
(モニタリングポスト:千葉港口第一号灯標)

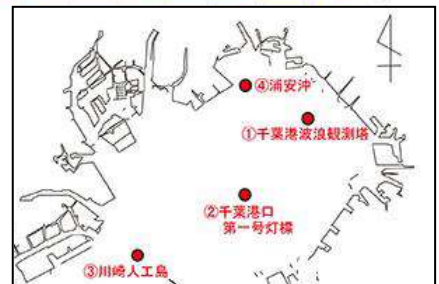
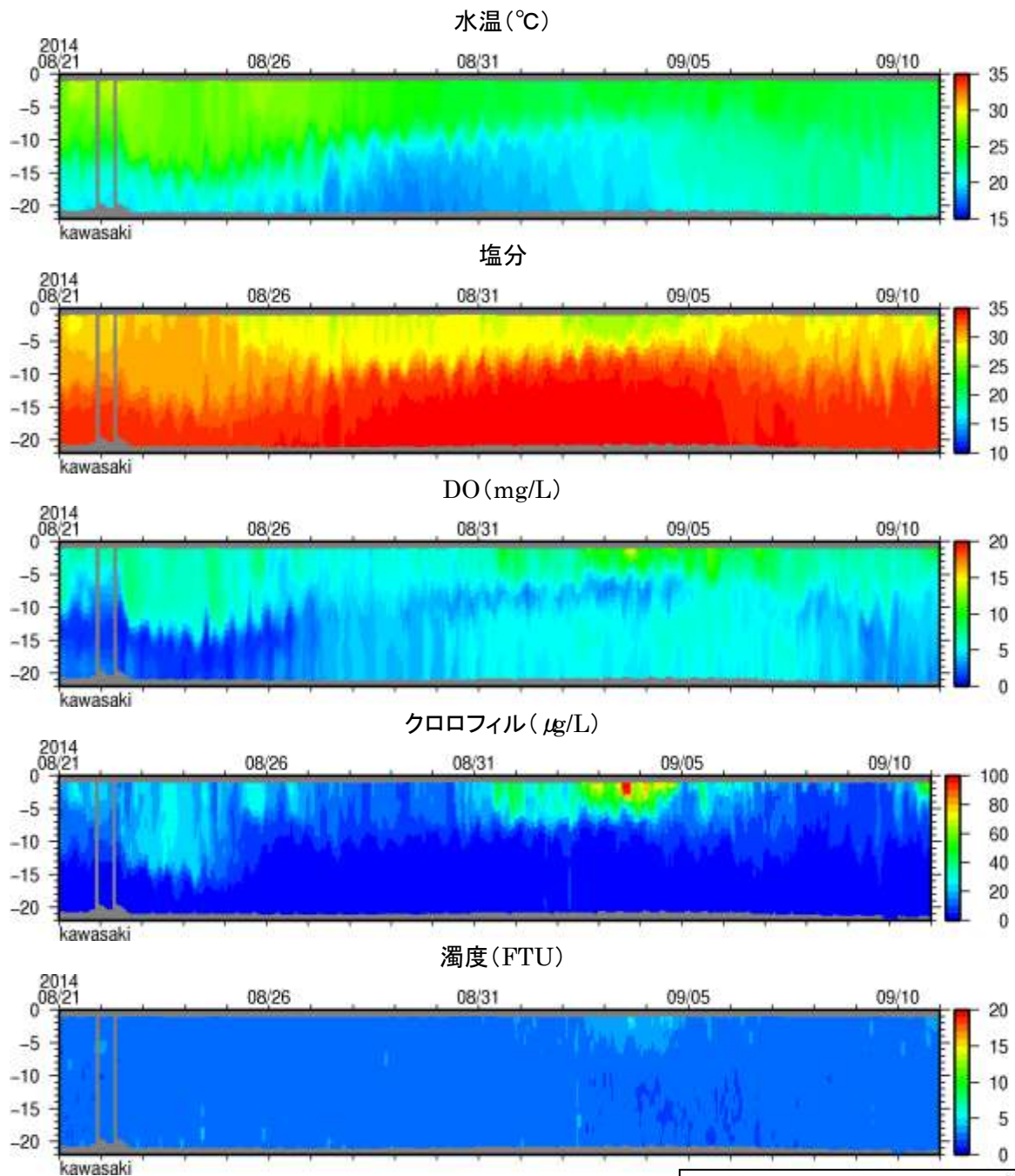


図 II.2.30 2014年8月～9月の貧酸素発生時のイソプレット
(モニタリングポスト:川崎人工島)

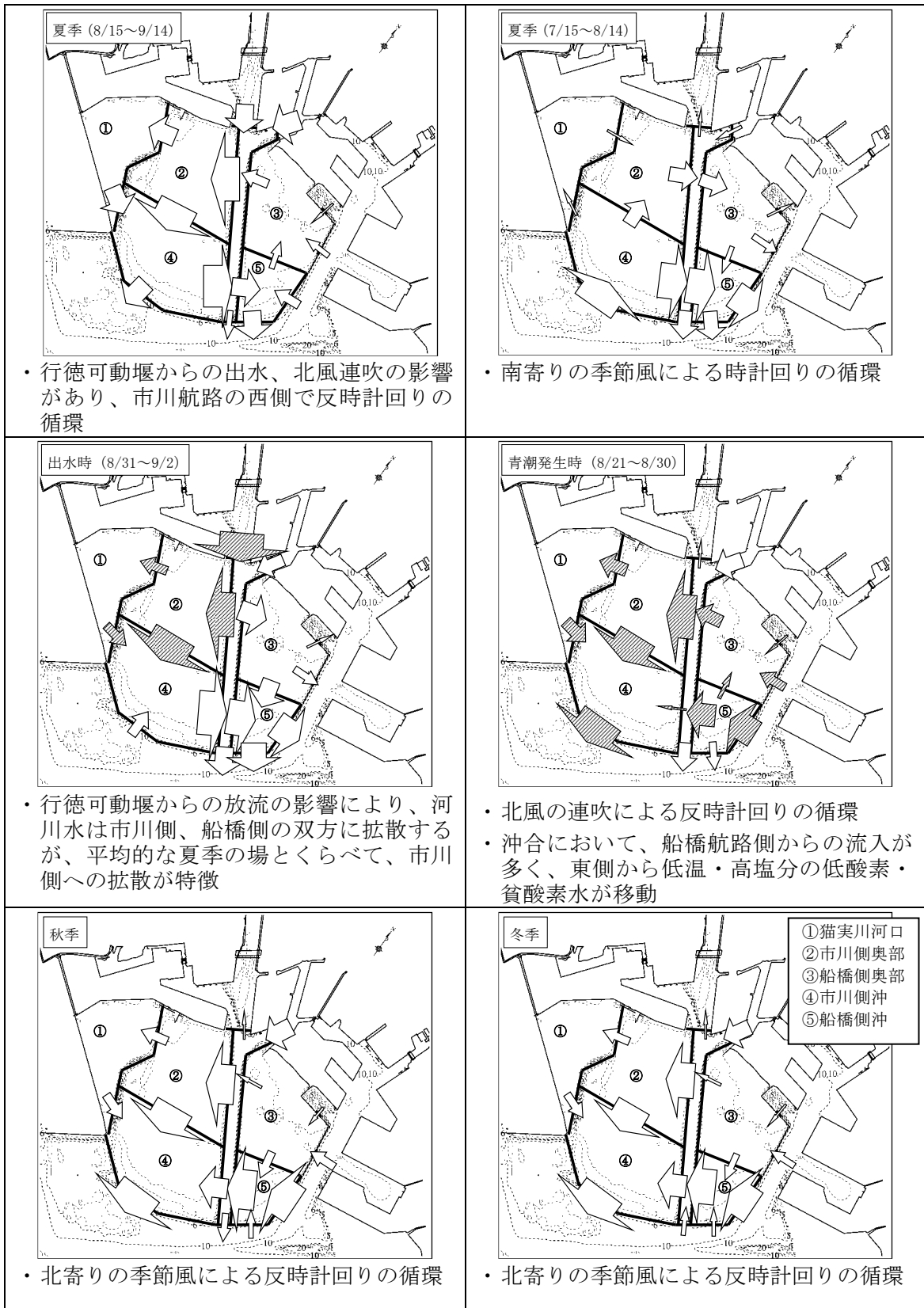


図 II.2.31 三番瀬の潮流シミュレーション結果(平成 22 年度総合解析業務報告書)

平成26年8月25～26日観測結果

貧酸素水塊は市原沖から内湾中央部にかけての広い範囲に分布しており、溶存酸素量が1.0ml/L以下の海域も広がっています(図1)。

一方、湾奥部の底層溶存酸素量は比較的高いですが、今後北風が吹くと、貧酸素水塊が湾奥部へ波及する可能性があります。注意が必要です。

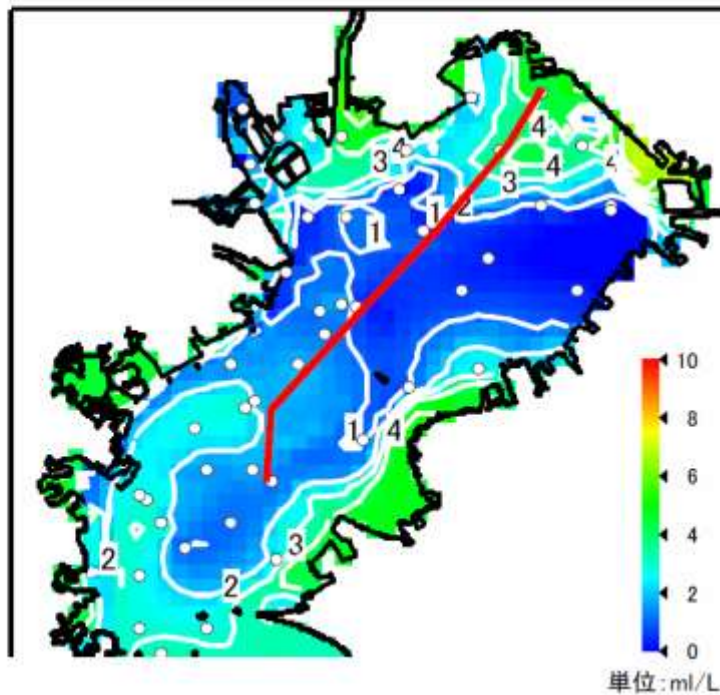


図1 底層の溶存酸素量分布(赤線は縦断ライン)

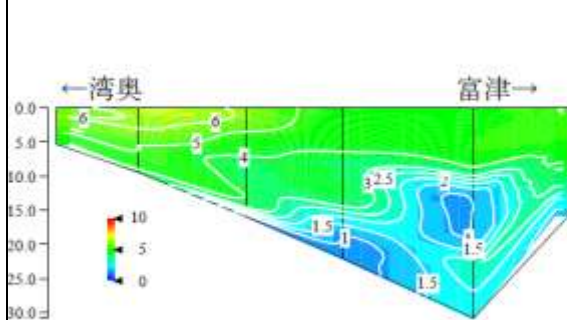


図2 縦断ラインでのDO鉛直分布

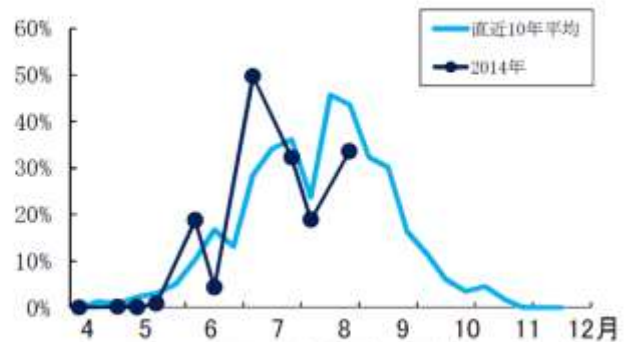


図3 貧酸素水塊の規模
(左図で貧酸素水塊(2.5ml/L以下)が占める割合)

出典) 貧酸素水塊速報、千葉県水産総合研究センター

図 II.2.32 貧酸素水塊速報(2014年8月)

平成26年9月1日観測結果

8月27日に湾奥(市川航路～幕張地先, 千葉港内)で青潮が発生したことにより、貧酸素水塊の分布範囲及び規模は小さくなりました(図1, 2, 3)。しかし、湾奥の一部では青潮が継続し、また、底層にはまだ1mL/L以下と強く貧酸素化している水塊が見られますので、引き続き注意が必要です。

(青潮に関しては千葉県水質保全課の情報を引用しています)

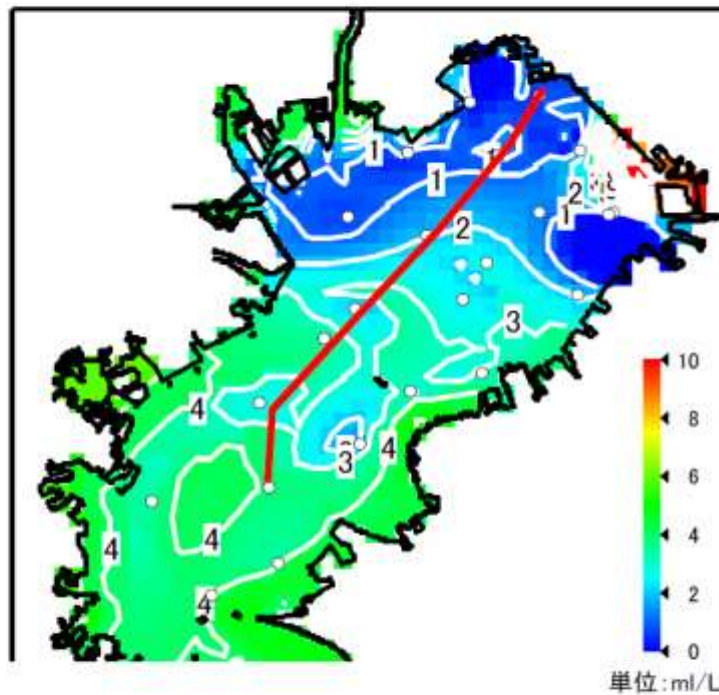


図1 底層の溶存酸素量分布(赤線は縦断ライン)

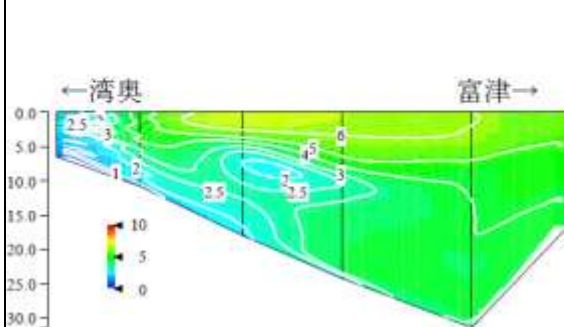


図2 縦断ラインでのDO鉛直分布

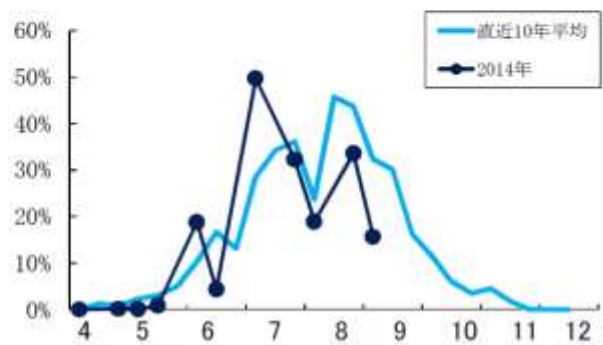


図3 貧酸素水塊の規模

(左図で貧酸素水塊(2.5ml/L以下)が占める割合)

出典) 貧酸素水塊速報、千葉県水産総合研究センター

図 II.2.33 貧酸素水塊速報(2014年9月)

2.2.3 青潮のまとめ

青潮は、年間に数回発生する状況は変わっていない。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 年度は貝類のへい死、2010 年はアサリのへい死率が 88% という状況となっており、2012 年度、2014 年度にもアサリやホンビノスガイのへい死の報告があった。

また、三番瀬の沖合には例年（1999～2007 年平均）と同程度かその規模を上回る貧酸素水塊が形成されていることを確認し、依然として三番瀬における生物生息環境は、厳しい状態が続いているものと考えられる。

II.3 底質

II.3.1 底質の変化

三番瀬の底質は、既往調査に加えて「平成 26 年度三番瀬海生生物現況調査(底生生物及び底質環境)」として 2014 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(2014 年 8 月調査は酸化還元電位のみ)。

(1) シルト・粘土分

シルト粘土分は、最新の 2014 年では三番瀬内の浅場の広い範囲で 10%未満であり(図 II.3.1)、2006 年と比較すると三番瀬内の広い範囲で大きく減少していた。平成 18 年以前と比べてもシルト粘土分が少なかった。これまでの調査では、猫実川河口を中心として日の出から塩浜の護岸沿いにはシルト粘土分が 40%以上の比較的泥分が多い海域が分布していたが、2014 年度はその範囲も非常に狭くなっており、猫実川河口前面にシルト分が多い海域が残る程度であった(図 II.3.2、図 II.3.4)。

中央粒径も、シルト粘土分の減少によって全体的に大きくなっており、2006 年度までは前置斜面周辺で値が大きく、岸側に向かって徐々に小さくなる分布であったが、2014 年度は前置斜面で大きい傾向は変わらないものの、浅場内も中央粒径が 150~200 μm の海域が広く占め、三番瀬内の底質が過去に比べると底質性状が面的に均一化している可能性がある(図 II.3.3、図 II.3.6)。

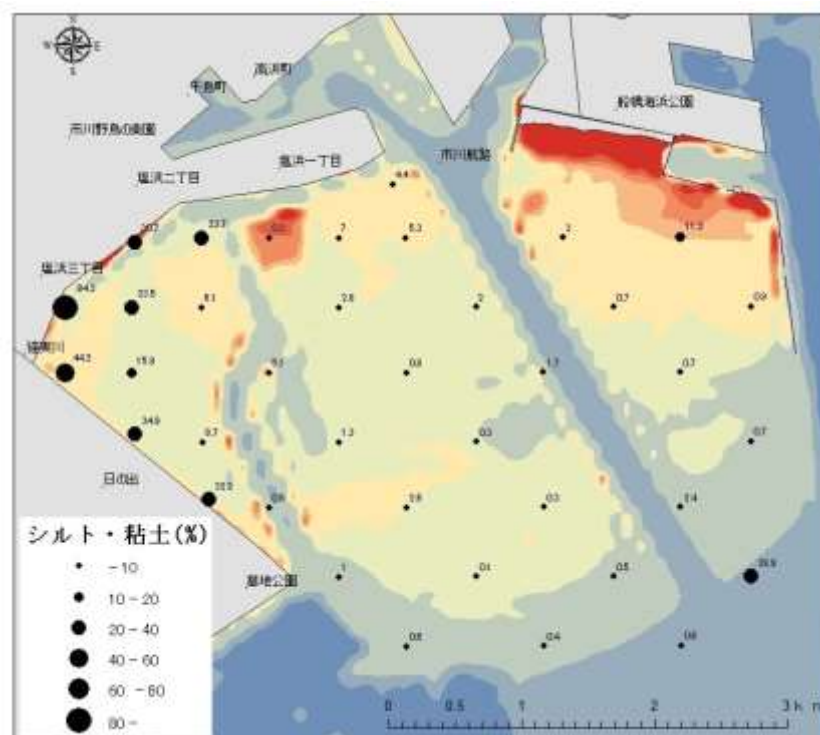
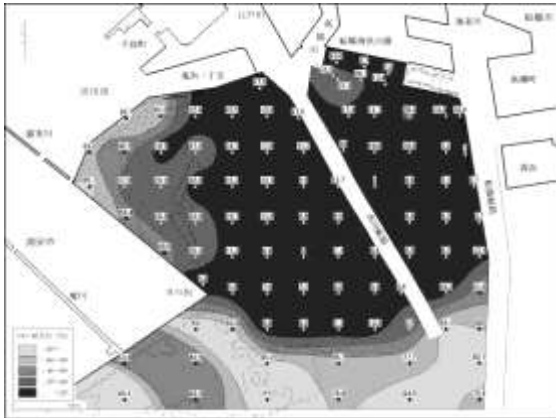
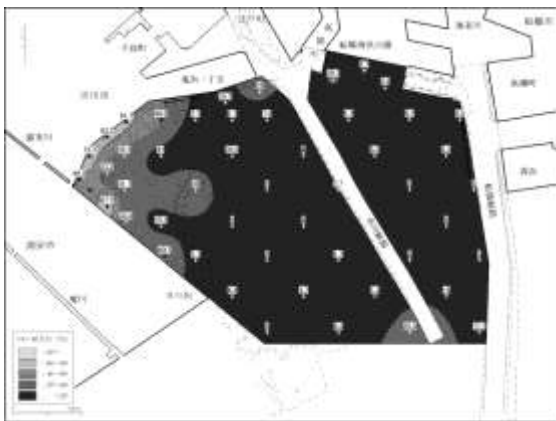


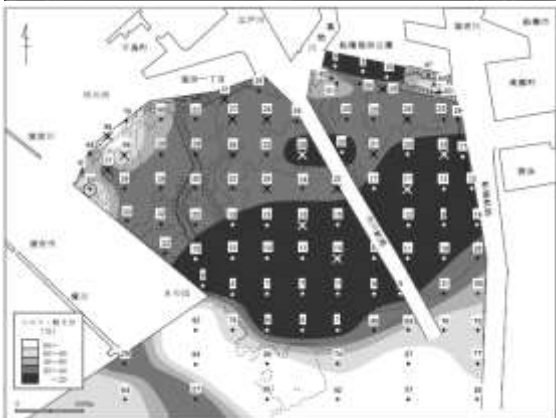
図 II.3.1 三番瀬の地形とシルト粘土分の分布(2014 年 5 月調査)



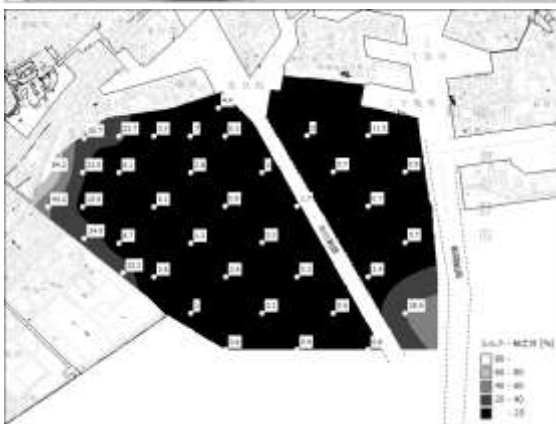
(1994～1996 年度、三季平均(秋以外))



(2002 年度調査、三季平均(春以外))



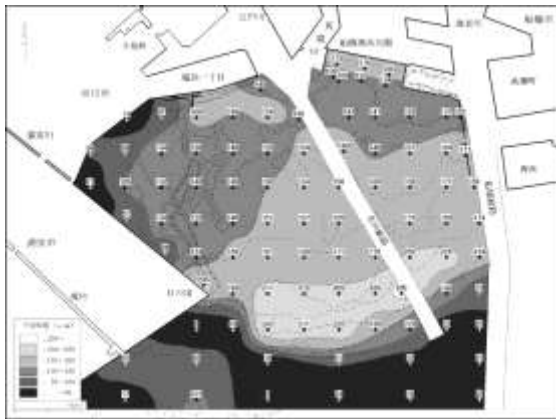
(2006 年度調査三季平均(秋以外))



(2014 年度調査、春季のみ)



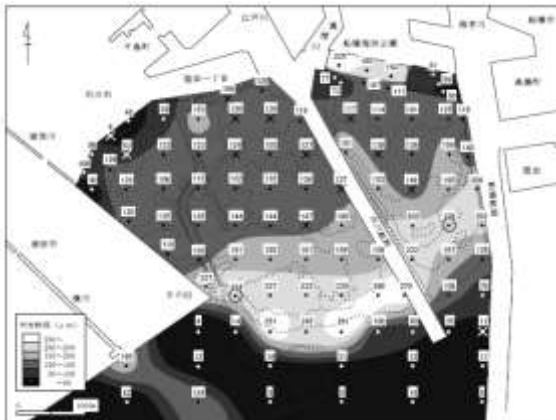
図 II.3.2 シルト・粘土分の分布の変化



(1994~1996 年度、三季平均(秋以外))



(2002 年度調査、三季平均(春以外))



(2006 年度調査、三季平均(秋以外))



(2014 年度調査、春季)

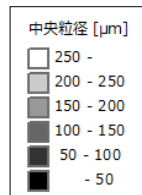


図 II.3.3 中央粒径の分布の変化

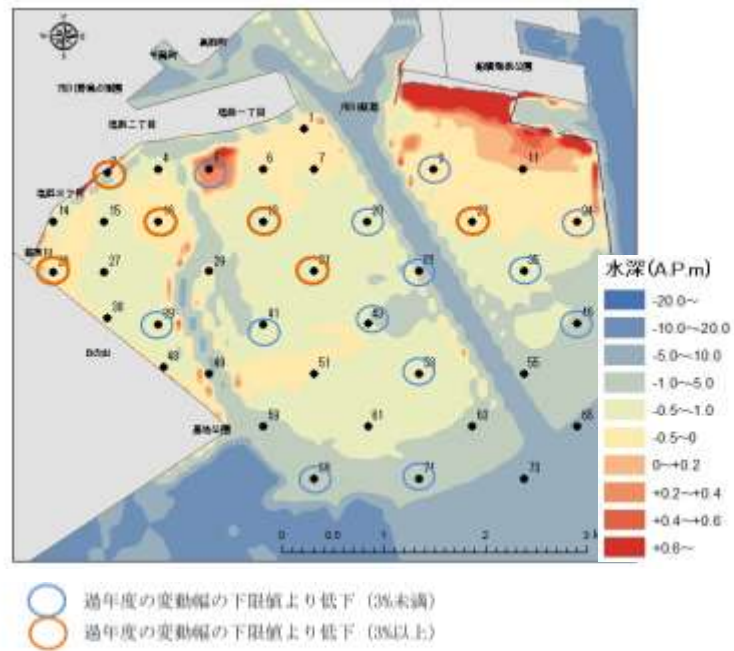
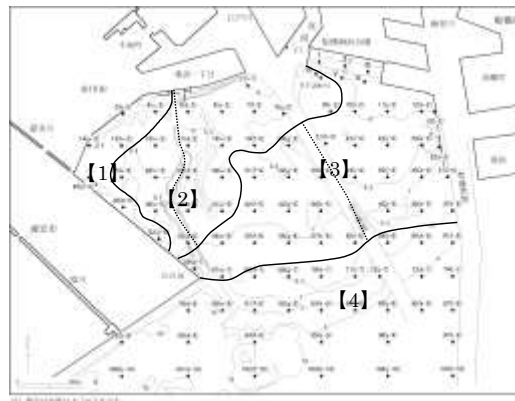


図 II.3.4 シルト粘土分の過去との比較(2014 年度調査)

<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

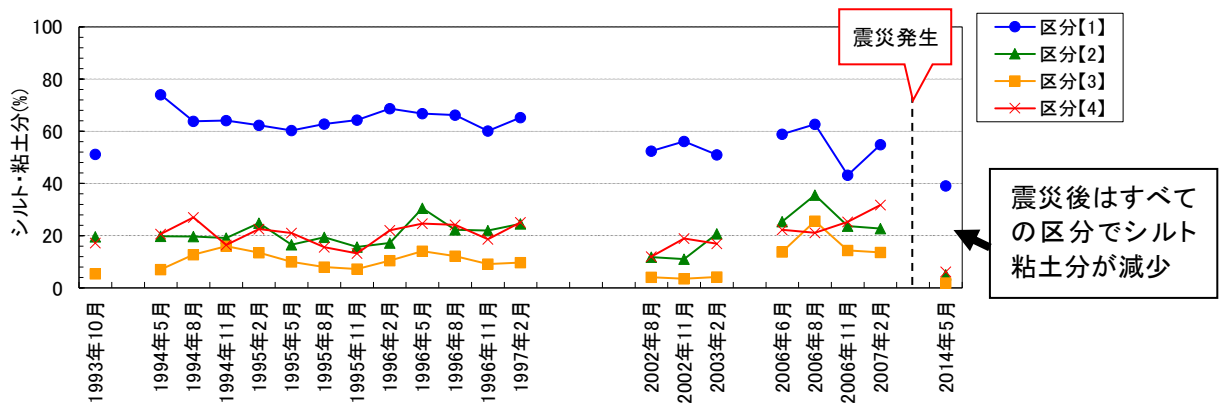
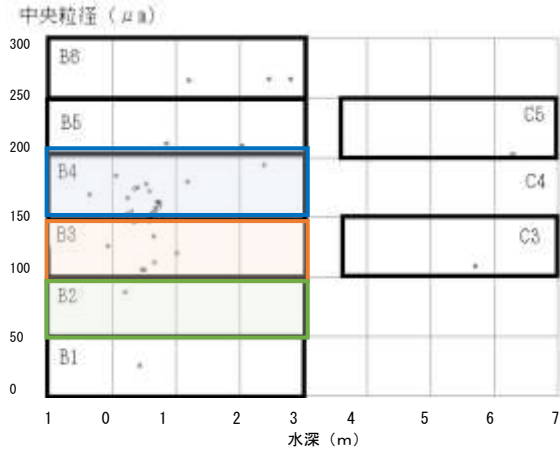


図 II.3.5 シルト粘土分の区分ごとの経年変化(平均値)



<水深と中央粒径による海域区分(プロットは平成 26 年度調査結果)>

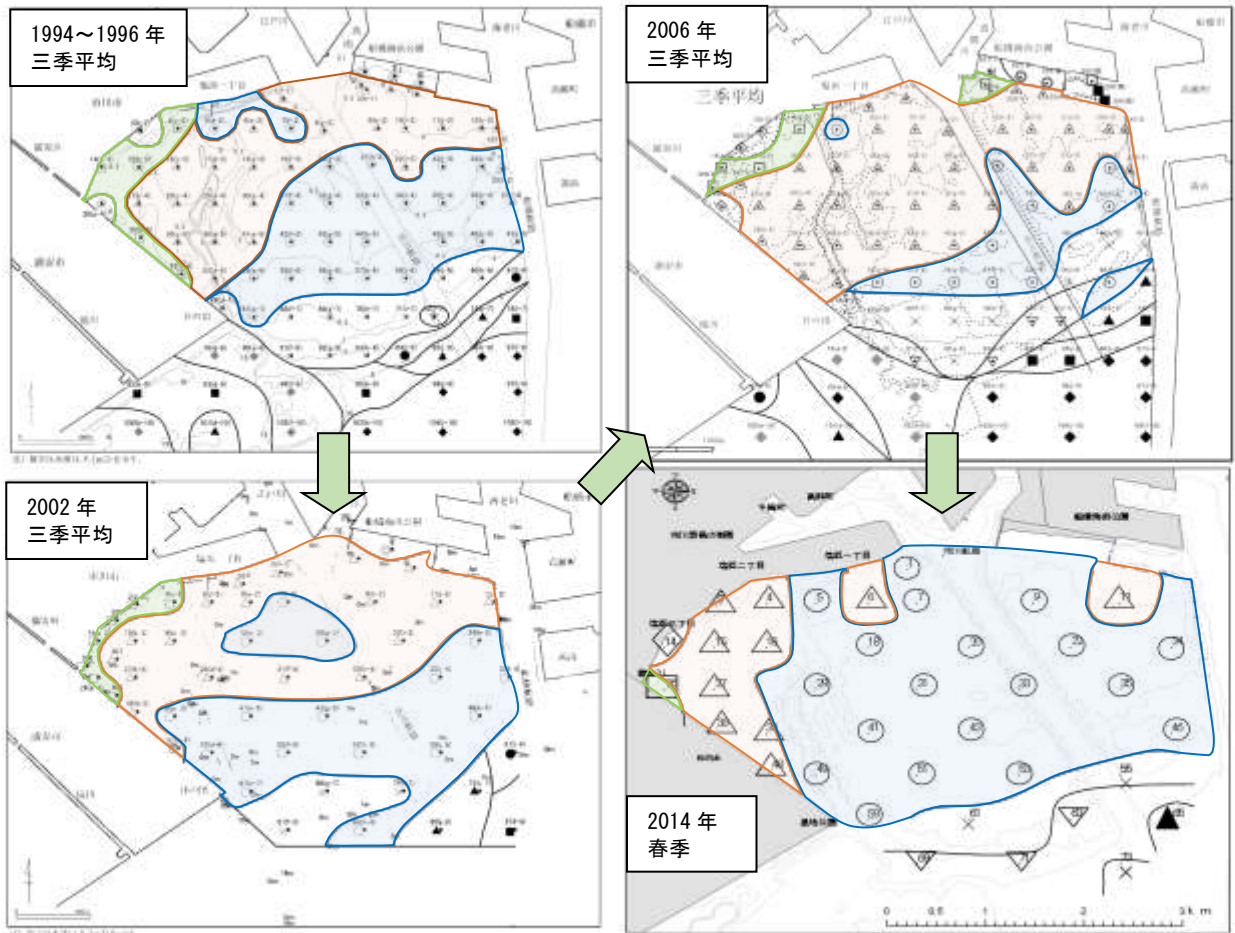


図 II.3.6 水深と中央粒径からみた海域区分

(2) 強熱減量

強熱減量は、2014年の調査では三番瀬の広い範囲で同程度の値を示した。長期的にみると、区分【1】、【2】においては1993年～1997年に若干の減少傾向にあり、2002年以降は区分【1】は引き続き減少傾向で、区分【2】は横ばいで推移している。区分【3】、【4】においては、1993年以降目立った変動はなく一定のレベルで推移している。

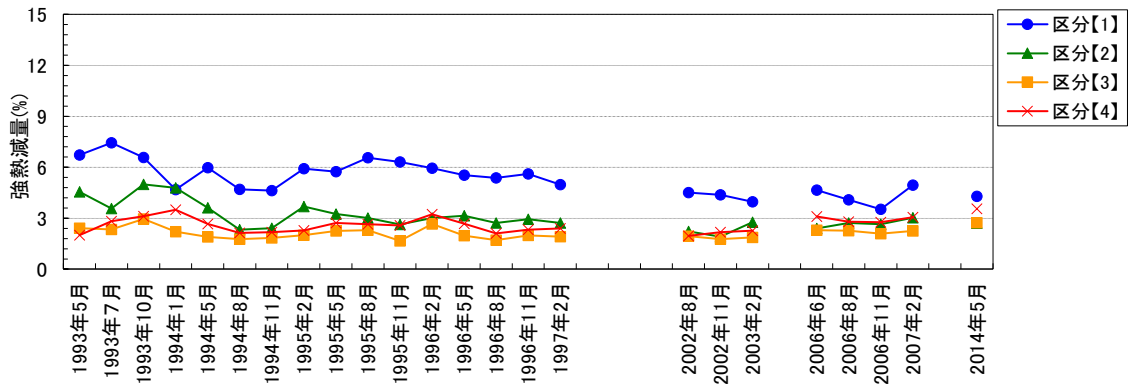


図 II.3.7 強熱減量の区分ごとの経年変化 (平均値)

(3) 酸化還元電位

酸化還元電位は、最も浅場奥側の区分【1】でもっとも低く、その他の区分は概ね区分【2】、【4】、【3】の順に低かった。ただし、2014年調査では区分【1】が最も低い傾向は変わらないが、その他の区分ではほとんど差がみられなかった。

経年的には、1993年～1997年にかけて区分【2】【3】【4】はやや増加傾向にあったが、2006年以降は減少傾向に転じている。また、季節変動が大きく夏期に減少し、冬期に高くなるという季節変動がみられた。

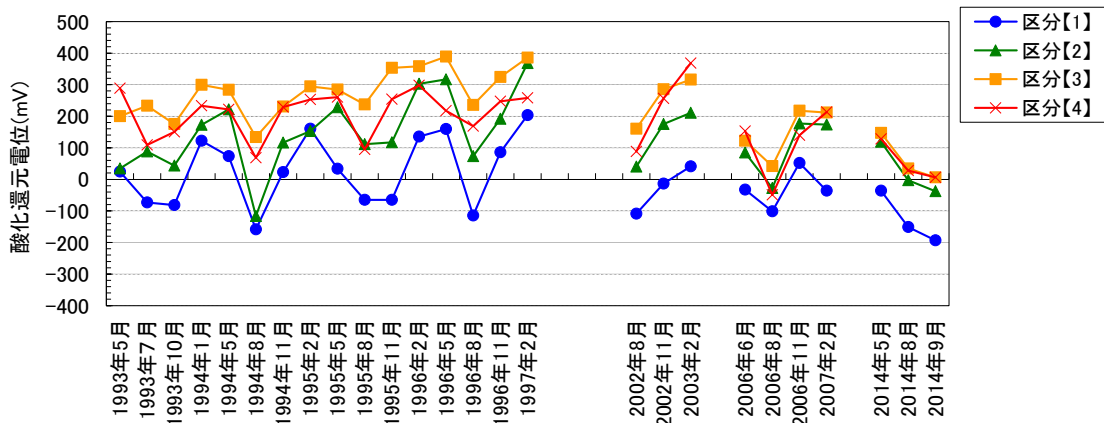


図 II.3.8 酸化還元電位の区分ごとの経年変化(平均値)

II.3.2 底質のまとめ

- 底質調査としては東日本大震災後に初めて実施した2014年調査では、平成18年に比べて三番瀬内の広範囲にわたってシルト・粘土分が減少していた。
- 2006年調査までは、三番瀬内の中央粒径は沖から岸に向かって徐々に小さくなる分布がみられたが、2014年調査では岸沖方向の変化が不明瞭で、中央粒径150~200 μm の範囲が沖側から岸側まで広く分布しており、過去に比べて浅場内の底質性状が一様になっている可能性がある。
- 強熱減量は、長期的には浅場の西側奥部では減少傾向であり、沖側の海域ではほとんど変動がなかった。
- 酸化還元電位は、夏季に低下し冬季に上昇する季節的な変動が大きいですが、経年的にも2006年以降に全体的に低下傾向がみられ、大きな変化はみられなかった。但し、2014年度は猫実川河口付近がそれ以外の区域より低く、底質の粒度組成の変化の影響を受けている可能性が示唆される。
- 前述の地形・波浪の章にある通り、猫実川河口部は震災後は波高の増大よりも地盤低下（水深の増加）の影響が大きいため、震災後は底面摩擦速度は低下していると考えられる。しかしながら、2014年調査では猫実川河口部においてもシルト・粘土分が減少しており、震災時に細粒分が流出した影響が現在も残っている可能性がある。
- 震災後の2014年調査で浅場内の広範囲でシルト・粘土分が低下した原因は、以下の3つの可能性が考えられる。
 - 東日本大震災（2011年3月）による地盤低下後に三番瀬内の波が高くなって細粒分が流出した
 - 東日本大震災に伴う津波によって細粒分が沖へ流出しその後回復していない
 - 細粒分の供給源でもある行徳可動堰の開放が2011年から調査まで3年近くなかった

II.4 底生生物

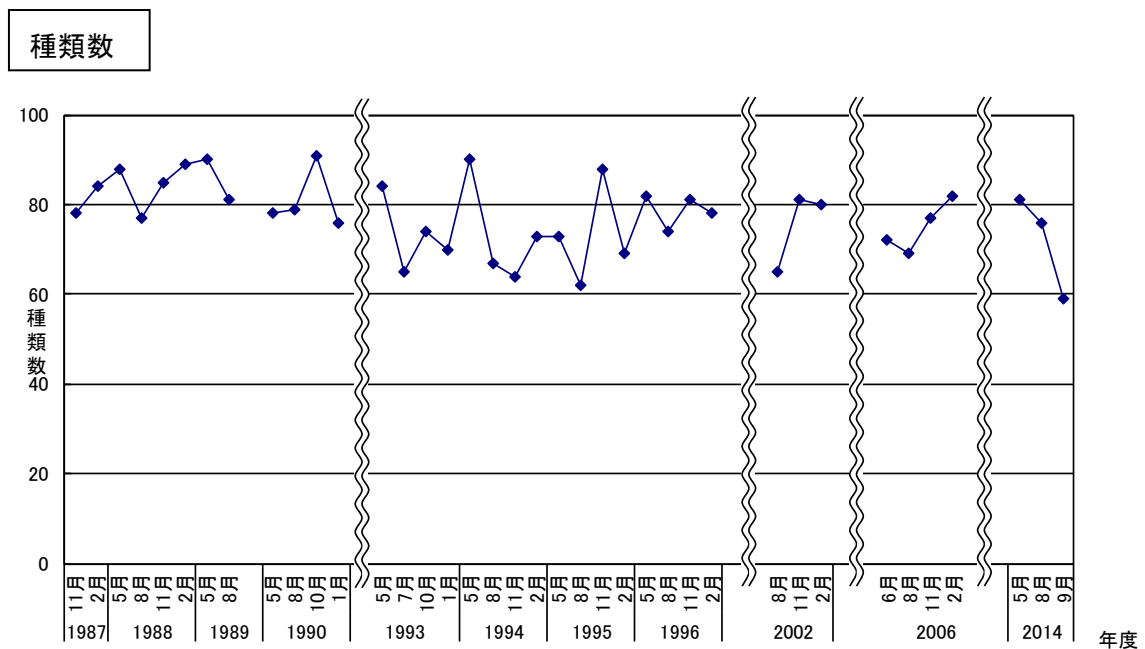
II.4.1 経年変化

底生生物は、「平成 26 年度三番瀬海生生物現況調査（底生生物及び底質環境）」として平成 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。

過年度からの底生生物の種類数、個体数、湿重量の経年変化を図 II. 4. 1、図 II. 4. 2 に示した。種類数は過年度から緩やかな減少傾向がみられる。とくに、平成 26 年度は採集面積が過年度に比べてやや広がったが（例年 0.1 m²/地点に対して、0.15 m²/地点）、種類数としては過年度と同程度であった。

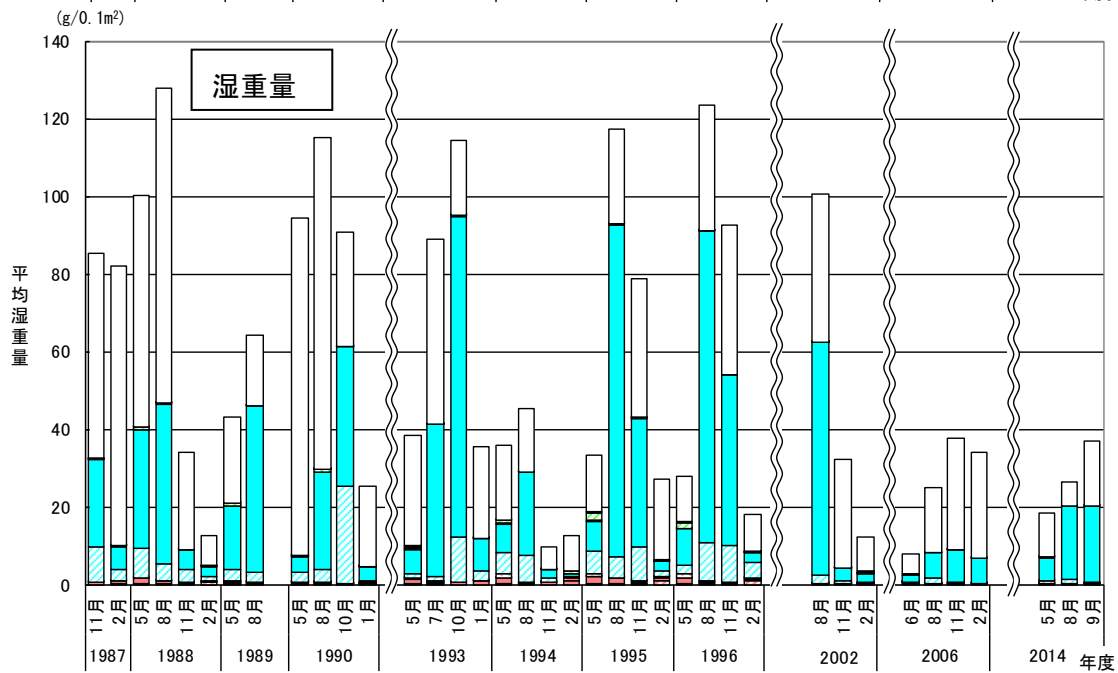
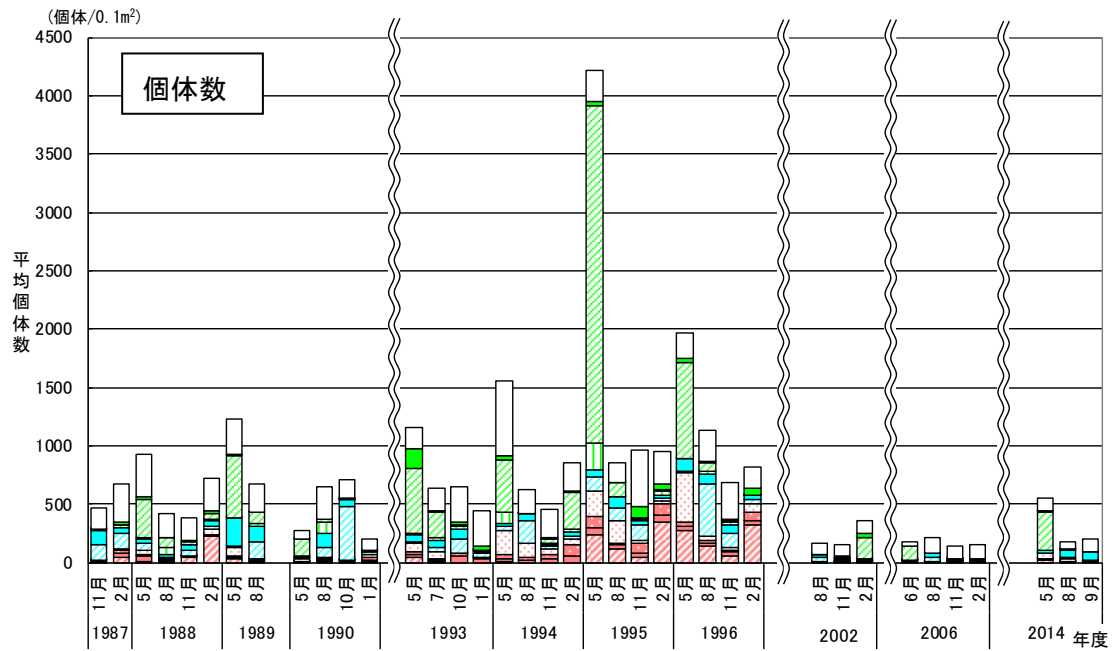
個体数は、過年度からの推移をみると、1993 年～1996 年に多かったが 2002 年に大きく減少しその後横ばいで推移している。個体数の内訳をみると Rynchospio 属、ドロオニスピオ、アリアケドロクダムシなどの減少が目立った。

湿重量は、1993 年～2002 年は夏季もしくは秋季にアサリが多かったが、2006 年以降は少なく、湿重量全体も少ない状況が続いている。



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 II.4.1 底生生物の種類数の変化

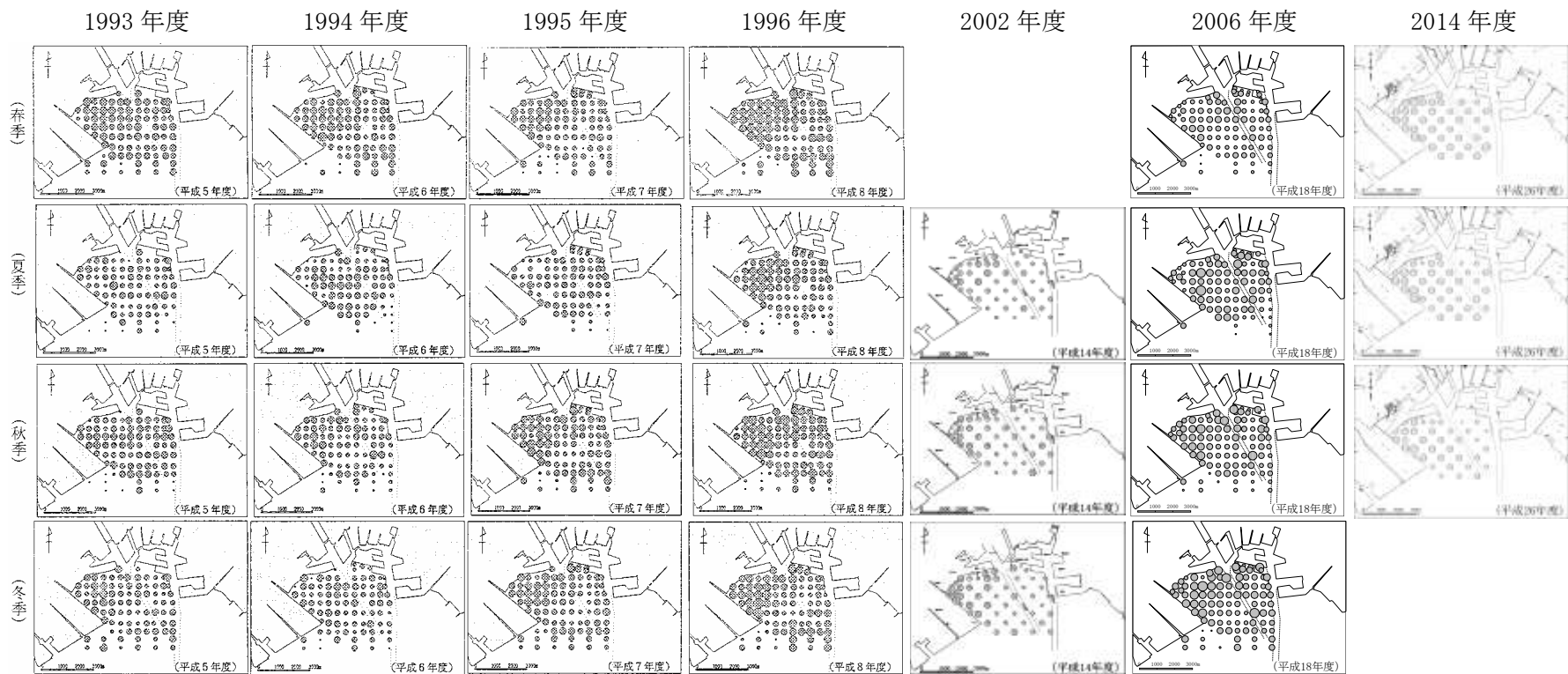


- | | | |
|-------------------|-------------|-----------------|
| ■ Rhynchospio属の一種 | ■ ミシホコカイ | ■ Capitella属の一種 |
| □ トロオニスピオ | ■ ホトギスガイ | ■ アサリ |
| ■ コハエビ科の一種 | ■ アリアケロクダムシ | ■ ニホントロソコエビ |
| □ その他 | | |

赤は多毛類、青は二枚貝類、緑は甲殻類を示す。

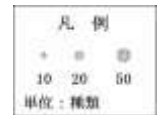
注) 各年度・調査時期で共通している調査地点38地点の平均個体数、平均湿重量を示す。

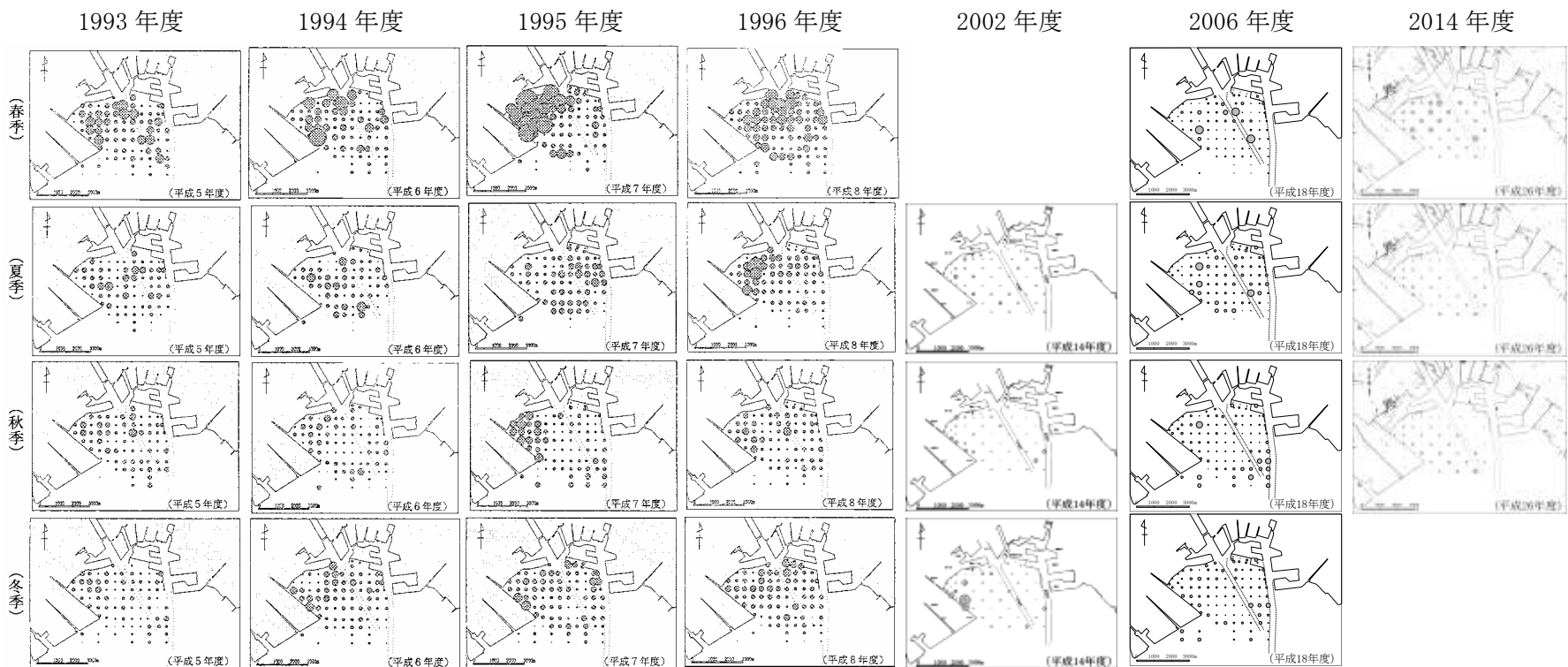
図 II.4.2 底生生物の個体数、湿重量の経年変化



出典) 千葉県・株式会社東京久栄 (2007) : 平成 18 年度 三番瀬海生生物現況調査(底生生物及び海域環境)報告書

図 II.4.3(1) 底生生物の水平分布(種類数)

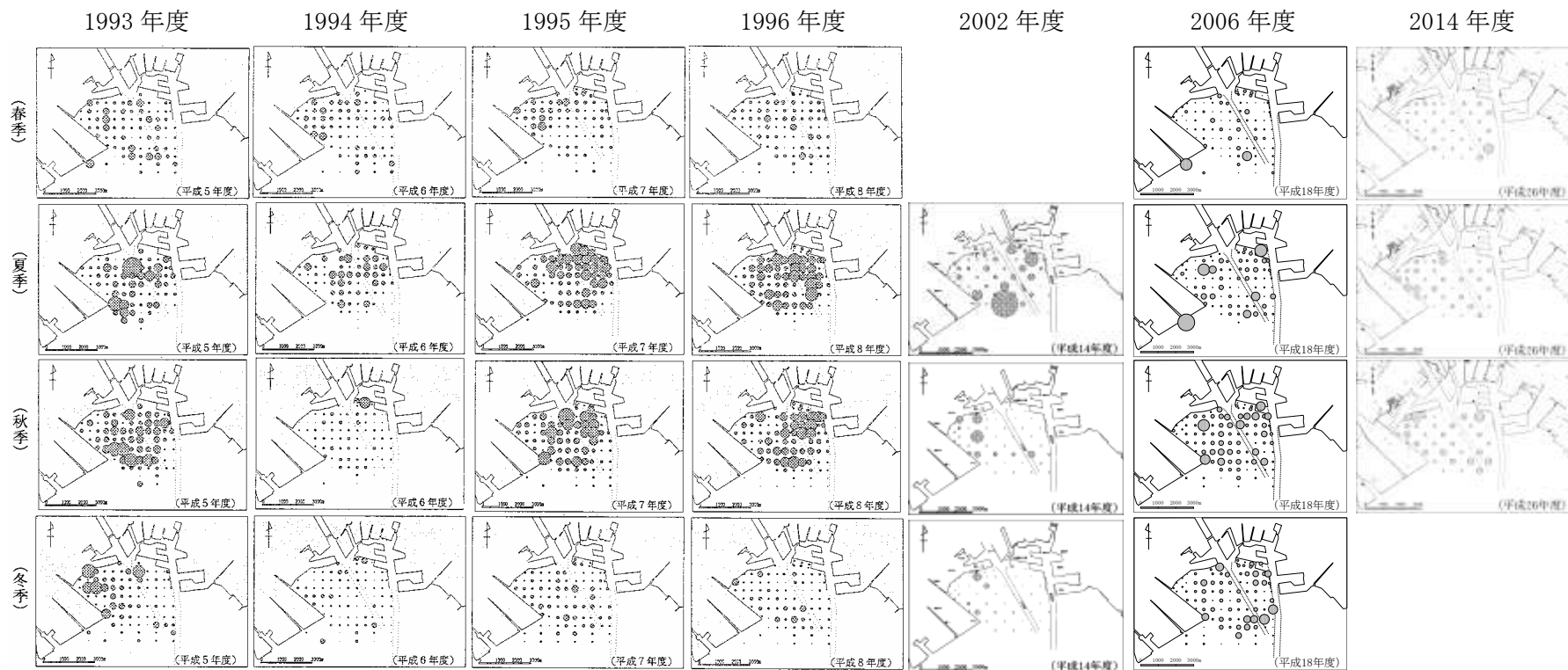




出典) 千葉県・株式会社東京久栄 (2007) : 平成 18 年度 三番瀬海生生物現況調査(底生生物及び海域環境)報告書

図 II.4.3(2) 底生生物の水平分布(個体数)





出典) 千葉県・株式会社東京久栄 (2007) : 平成 18 年度 三番瀬海生生物現況調査(底生生物及び海域環境) 報告書

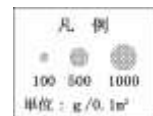


図 II.4.3(3) 底生生物の水平分布(湿重量)

II.4.2 主要種に着目した整理

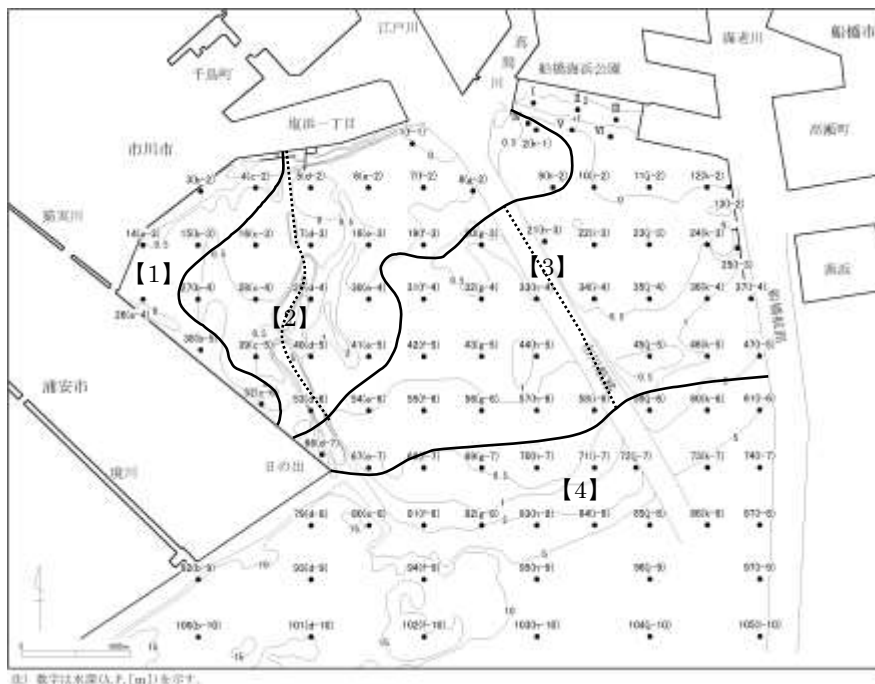
三番瀬で確認される底生生物のうち、主要な種として表 II. 4. 1 に示す観点から選出し、経時的な変化の傾向を把握した。この際、図 II. 4. 4 に示す海域区分において、【2】の範囲はさらに濤の東西、【3】の範囲は市川航路の市川側、船橋川に分けて整理した。さらに、底質との関係性に着目し、生物の生息に影響を与える変化要因の検討を行った。

また、表 II. 4. 1 に示す種のうち、バカガイ、ホンビノスガイ、アサリについては、地元漁業協同組合と千葉県水産総合研究センターが協力をして 1988 年から継続的に概ね 2 ヶ月に 1 回の頻度で貝類資源量調査を行っている。その調査において 2010 年以降はアサリ以外にバカガイやホンビノスガイも調査されていることから、それらの結果を用いて資源の変化について整理した。

なお、経時的な変化、底質との関係性の把握はいずれも、1987 年～2014 年度において継続的な調査を実施している 38 地点を選出した。

表 II.4.1 底生生物の主要な種と選定の観点

種名	選定の観点
(1) シノブハネエラスピオ (ヨツバネスピオタイプ A) (2) ミズヒキゴカイ (3) アリアケドロクダムシ	三番瀬において個体数の多い種
(4) ウミゴマツボ (エドガワミズゴマツボ)	希少な種として選定されている (千葉県)
(5) バカガイ	底質が砂の場所に生息し、シルト・粘土分に弱い
(6) ホンビノスガイ	近年東京湾奥部において注目されている北米東岸を原産とする外来種
(7) アサリ	水産有用種



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 II.4.4 水深と底質からみた海域区分(補足調査時)

(1) シノブハネエラスピオ(ヨツバナエラスピオタイプ A)

主に【4】の範囲で多く確認されており、2014 年度も同様の傾向であった。2014 年度の個体数密度は、過年度より減少傾向にあるが、最も個体数が多くなるのは夏季から秋季のうち秋季調査を実施していない点に留意が必要である。また、2014 年度は、市川航路付近での確認個体数が減少した。

有機汚濁性指標種とされているが、底質とは顕著な関連は見られなかった。

(2) ミズヒキゴカイ

経時的に【1】、【2】の範囲(市川航路や濤の周辺)における確認個体数が多い。2002 年度以降、確認個体数は減少しており、2014 年度も同様であった。夏季の分布をみると、2006 年度から 2014 年度にかけて、【1】の範囲で特に個体数が増加していた。

中央粒径が 100~150 μm で確認される傾向にあった。その他の底質項目とは顕著な関連性は見られなかった。

(3) アリアケドロクダムシ

1994~1996 年度に【1】【2】を中心に非常に多く確認されたが、2002 年度以降は同海域

での確認が少なく、【2】の西側や【3】の市川側でやや多く確認された。2014年度は2002年度と同様の傾向を示し、【2】の範囲での確認個体数がやや多い状況であった。

水深約 1m 以浅の浅場に多く確認されており、底質項目とは顕著な関連性は見られなかった。

(4)ウミゴマツボ(エドガワミズゴマツボ)

1987年度～1997年度は、【1】や、【2】の西側で多く確認されていた。2002年度、2006年度は【1】【2】においても確認個体数は少なく、2014年度は猫実川河口でわずかに確認されているほかは、確認されていない。

シルト・粘土分が多い地点で確認個体数が多い傾向にあり、砂泥または軟泥底の環境に生息する生態を示していると考えられる。

(5)バカガイ

主に【3】【4】の範囲で確認されていたが、1994年度以降は確認個体数が少ない。2014年度は【4】以外ではほとんど確認されておらず、これは2006年度と同様の傾向であった。但し、夏季の分布をみるとやや沖よりの地点での確認個体数が増加した。

底質との関連性をみると、中央粒径が大きくシルト・粘土分が少ない地点で、強熱減量が低く酸化還元電位の高い清浄な底質に多く確認された。分布がやや沖よりに変化した要因はこうした環境要因が変化している可能性がある。

資源量調査結果によると、毎年8月をピークとして増減する季節変動を示していた。また、2010年から2013年にかけて減少傾向が見られ、2016年まで少ない状態が続いている。

(6)ホンビノスガイ

1996年度までは確認されていないが、2002年度～2006年度には【2】【3】【4】の範囲で多く確認個体数が大きく増加した。2014年度も春季～夏季にかけて増加しており、2006年度と同様の傾向を示した。夏季の分布は、2006年度～2014年度にかけて、やや市川側寄りへと変化したほか、特に【1】の猫実川河口付近において確認個体数が増加した。

資源量調査結果によると、毎年10月をピークとして増減する季節変動を示していた。また、2010年以降はやや増減があるが2015年にかけて増加傾向である。

(7)アサリ

主に【2】【3】【4】の範囲で多く確認されている。継時的に減少傾向にあるが、2006年度に確認個体数が少なかった【1】【3】の船橋側、【4】については、2014年度の調査では、やや確認個体数が増加している。夏季の分布をみても、猫実川河口付近～日の出において、2002年度、2006年度よりも2014年度調査では確認個体数が増加した。また、市川航路の沖側でも増加した。