３章 有明海・八代海等の環境等変化

1.汚濁負荷

有機物や栄養塩の海域への流入は、赤潮や貧酸素水塊発生等の要因となる可能性があることから、有明海・八代海へのCOD、T-N及びT-Pの汚濁負荷量について1965～2013年度までの経年変化を算定した。

（１）排出負荷量

排出負荷量とは、家庭（生活系）、事業場（産業系）、家畜（畜産系）、山林、田畑等（自然系）といった各発生源から排出される負荷量である。

有明海のCOD、T-N及びT-P、八代海のCOD及びT-Pの排出負荷量は、1975～1985年度頃が高く、徐々に減少している（図 3.1.1）。八代海のT-Nについては、長期的な変化傾向はみられない（図 3.1.2）。

発生源別にみると、両海域とも、CODは1975～1985年度頃では生活系及び産業系の割合が高いが、近年になるにつれ、それらは減少している。T-Nは1975～1985年度頃では産業系及び自然系の割合が高かったが、近年になるにつれ産業系の割合は減少しており、畜産系及び自然系の割合が高くなっている。T-Pは、1975～1985年度頃では生活系及び産業系の割合が高いが、近年になるにつれ、産業系の割合は減少している。

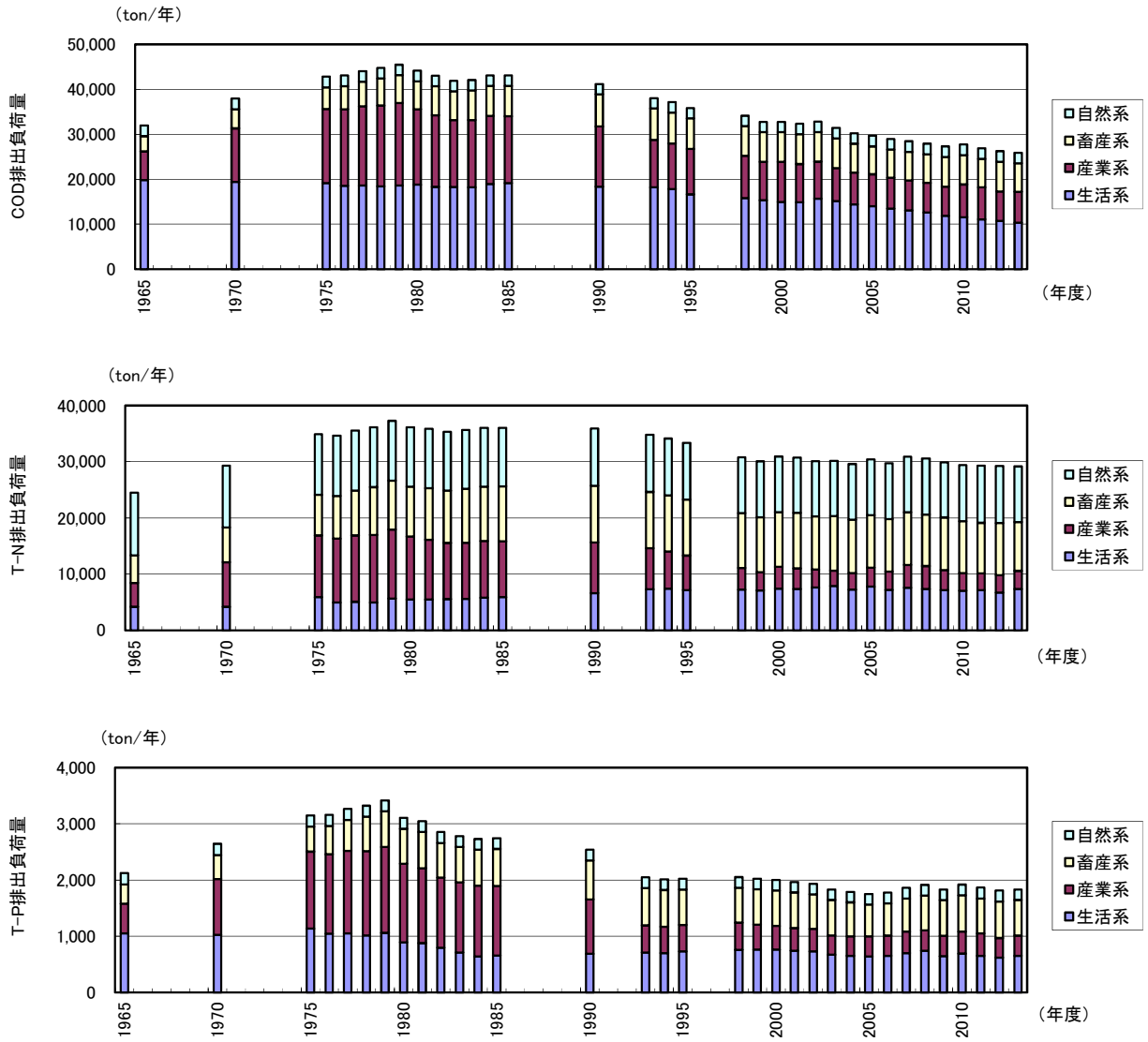


図 3.1.1　有明海への排出負荷量の経年変化

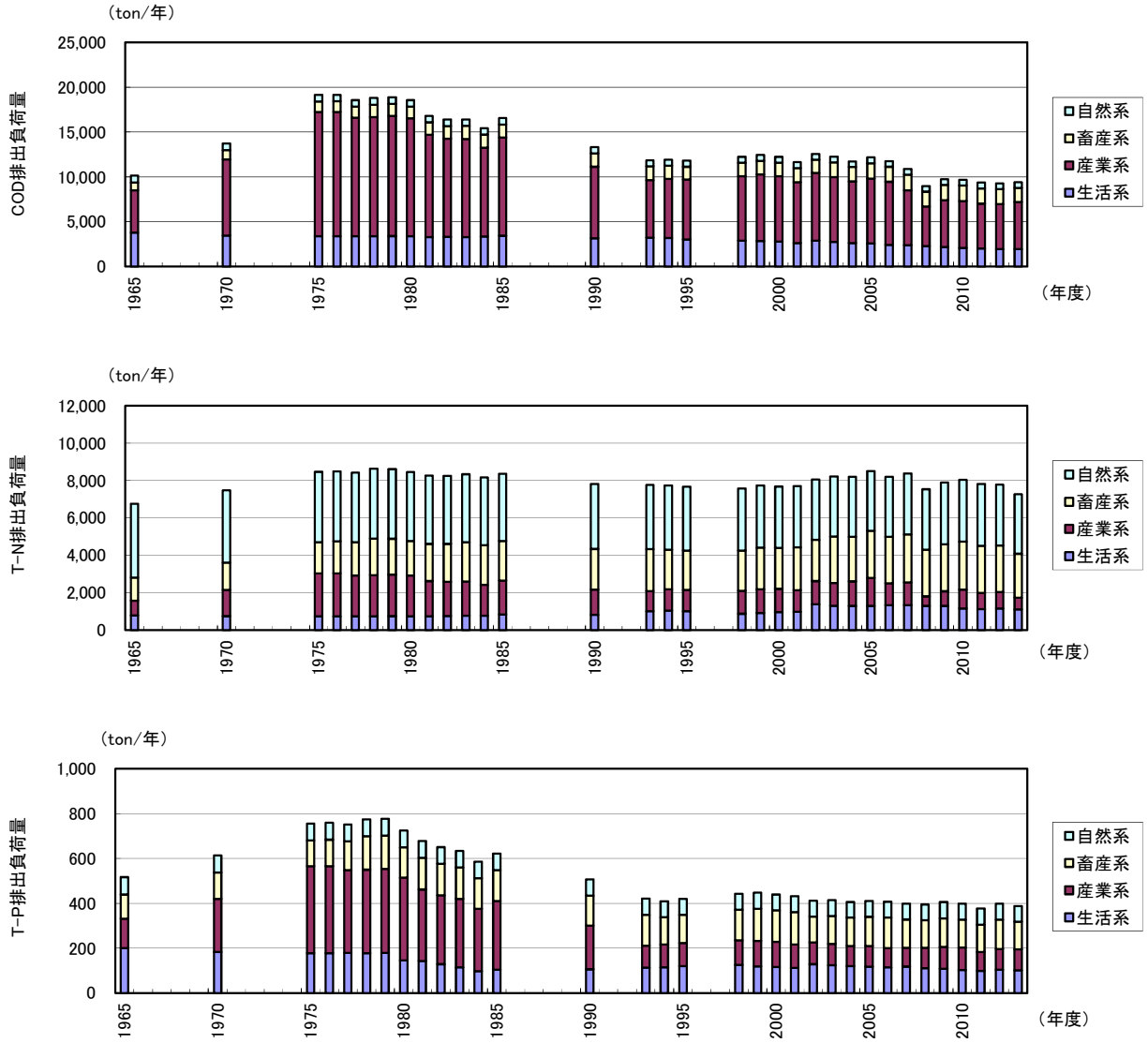


図 3.1.2　八代海への排出負荷量の経年変化

（２）陸域からの流入負荷量

陸域からの流入負荷量について、河川等を通じて有明海及び八代海に流入する負荷量を試算した。

有明海における COD、T-N 及び T-P、八代海における COD 及び T-P の流入負荷量は、相対的に 1975～1980 年度頃に高く、その後減少し、1990 年代後半からは概ね横ばいである（図 3.1.3～図 3.1.6）。流域別にみると、有明海では筑後川流域からの流入負荷量が最も大きく、それぞれ全体の 20～45%程度、八代海では球磨川流域からの流入負荷量は全体の 14～70%程度を占めている（図 3.1.5、図 3.1.6）。

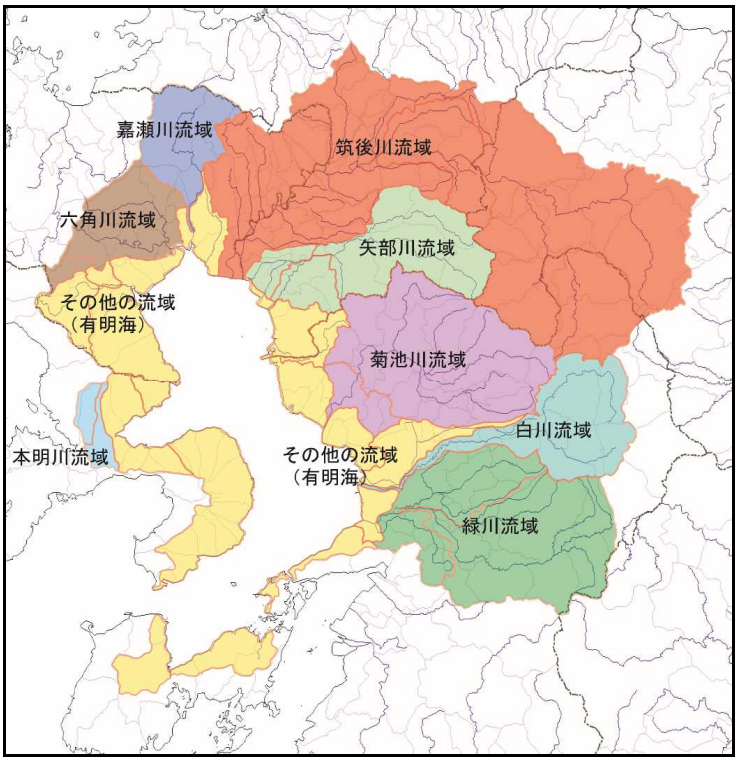


図 3.1.3　有明海の流域図

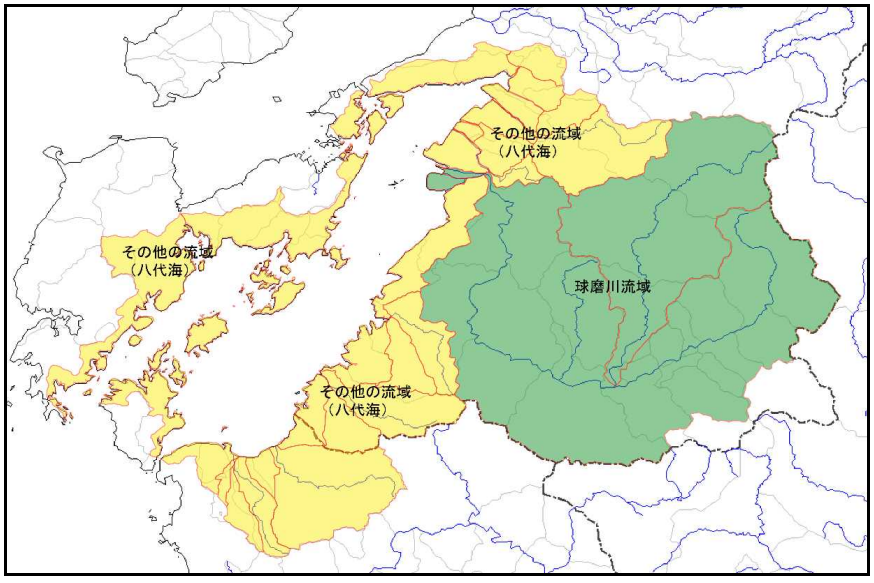
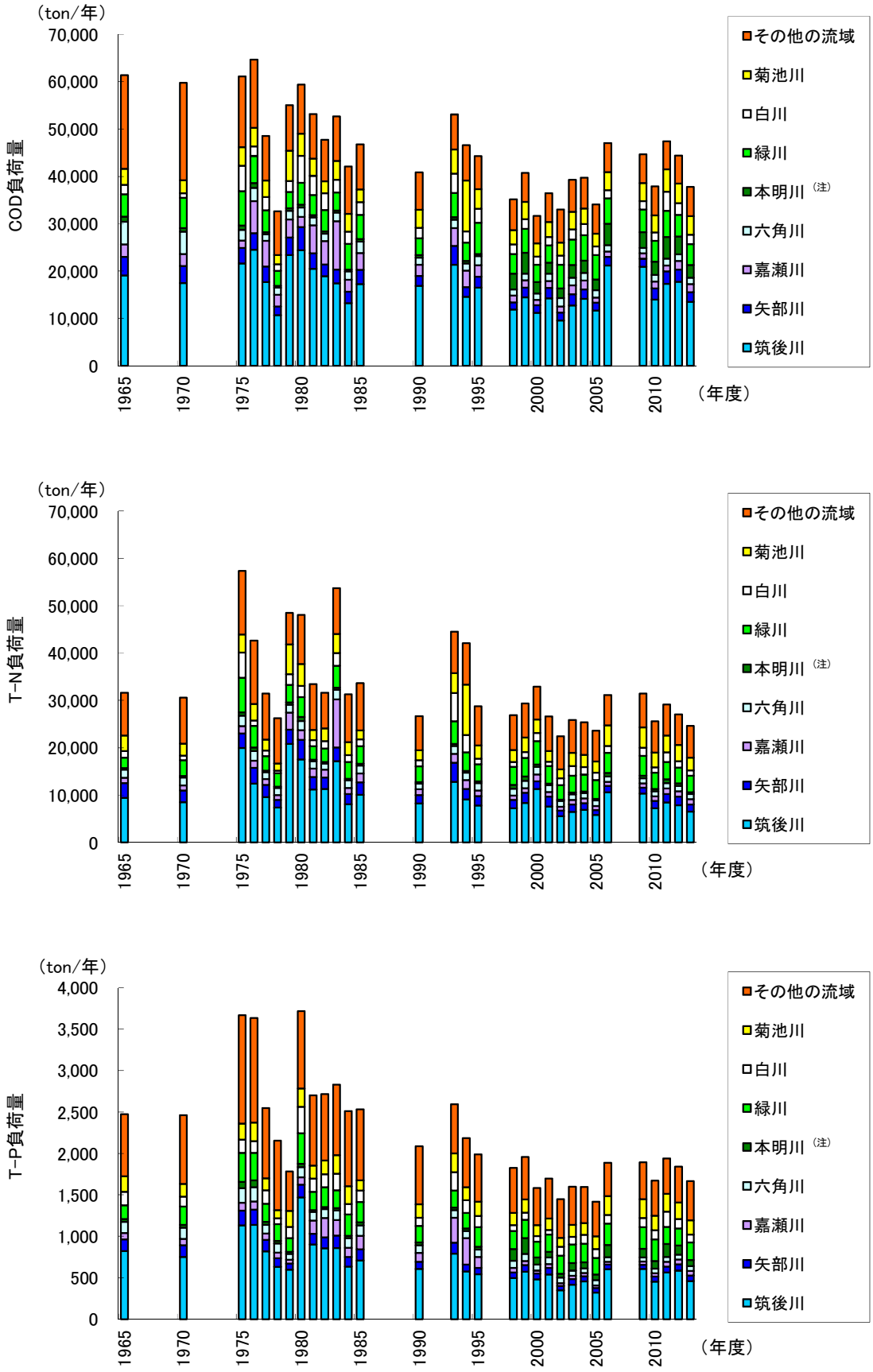


図 3.1.4　八代海の流域図



注）1995 年までは、グラフ中の「本明川」の項目に本明川流域（図３参照）からの負荷量を記載し、本明川流域以外から諫早湾（有明海）に流入する負荷量は「その他の流域」の一部として記載している。一方、1998 年以降は、「本明川」の項目に諫早湾干拓事業の潮受堤防排水門からの負荷量（調整池の水質と排水量より算出したもの）を記載している。

図 3.1.5　有明海への流入負荷量の経年変化

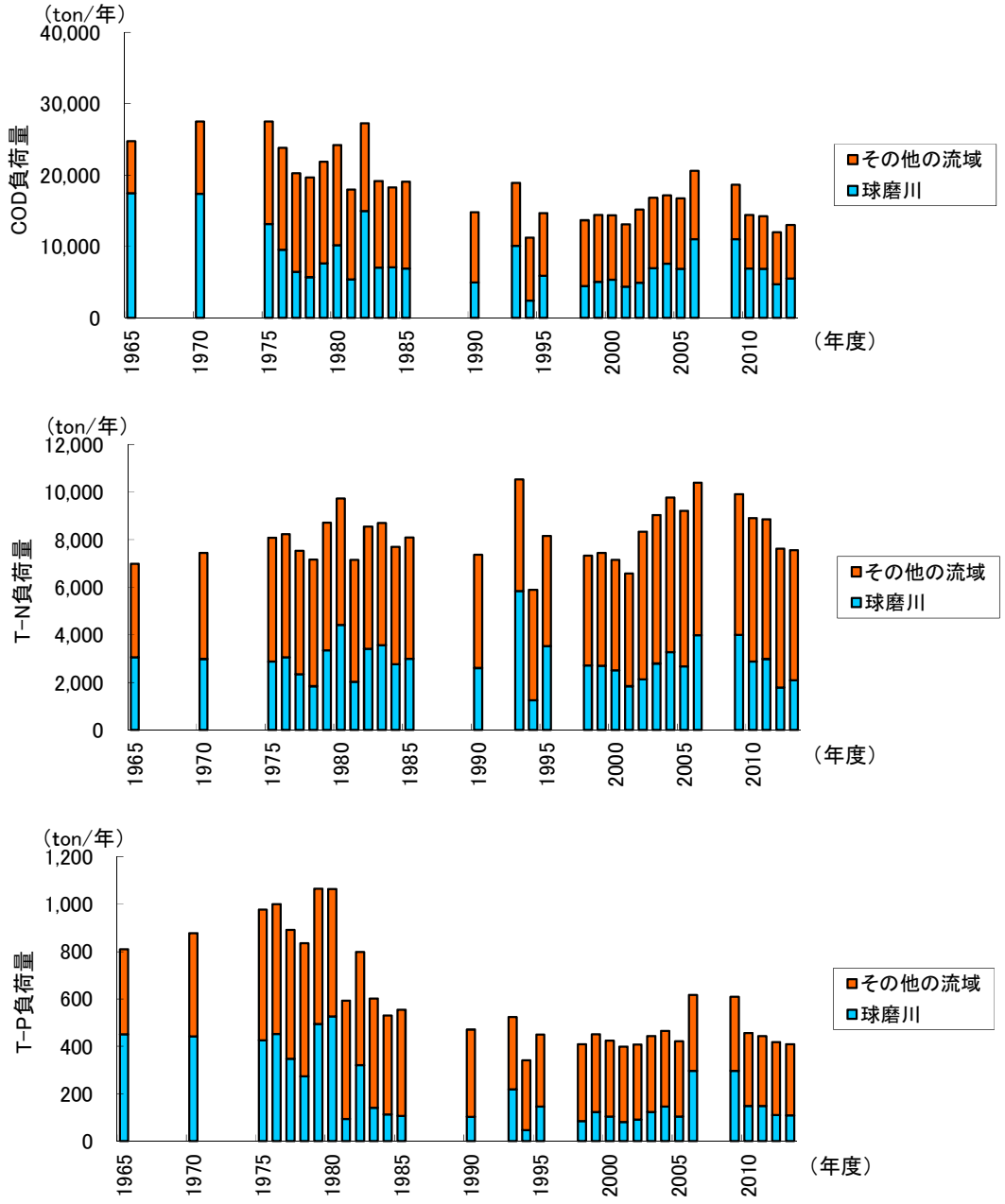


図 3.1.6　八代海への流入負荷量の経年変化

（３）海域への直接負荷量を含めた汚濁負荷量

陸域からの流入負荷量に加え、直接負荷量(降雨、ノリ養殖(酸処理剤及び施肥)、魚類養殖、底質からの溶出）を含めた海域への汚濁負荷量を試算した。

なお、本報告では、底質からの栄養塩の溶出について 2 つの方法（表 4 参照）で得られた溶出量の低い結果を最小値、高い結果を最大値として示している。

【有明海】

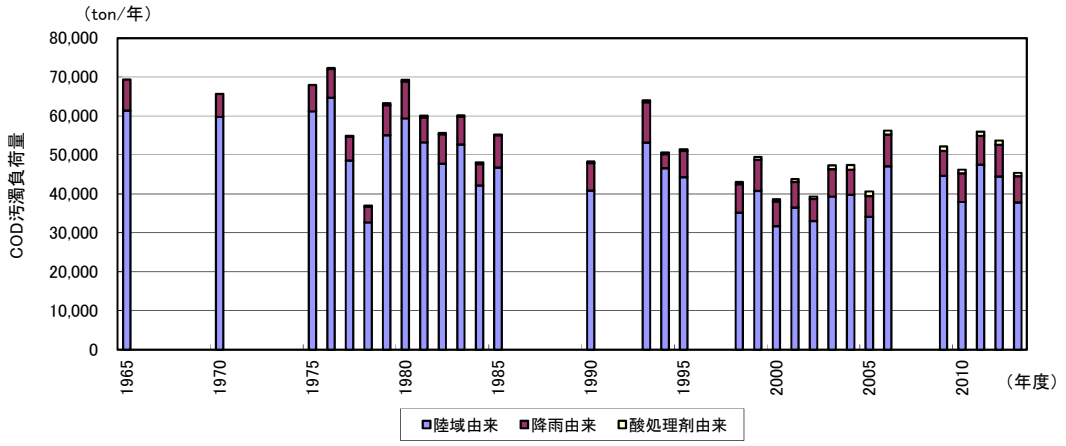
有明海への直接負荷量を含めた汚濁負荷量については、陸域からの流入負荷量とほぼ同じ傾向にあり、1975～1980 年度頃に高く、その後減少し、1990 年代後半からは概ね横ばいである（図 3.1.7)。

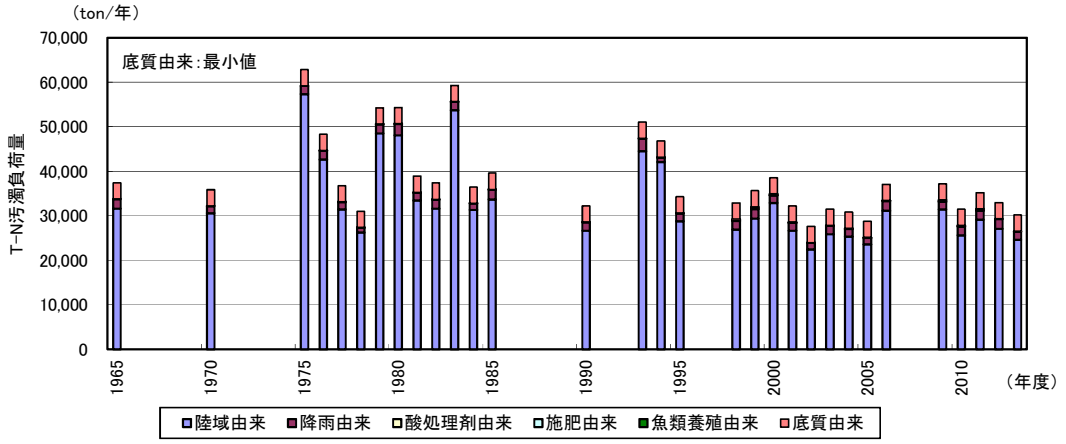
・陸域からの流入負荷量が COD、T-N で全体の 80～90%以上を占め、T-P では全体の 70～90%程度を占める。
・底質からの溶出量は、T-N では全体の 6～30%（最小値～最大値)、T-P では全体の 19%未満である。
・降雨の負荷量は、COD では全体の 7～18%、T-N では全体の 2～7%、T-P では全体の 2～4%程度である。
・ノリ養殖の負荷量は、T-P では全体の 5.9%以下、T-N では 1.2%以下、魚類養殖の負荷（T-N、T-P）も全体の１%未満である。

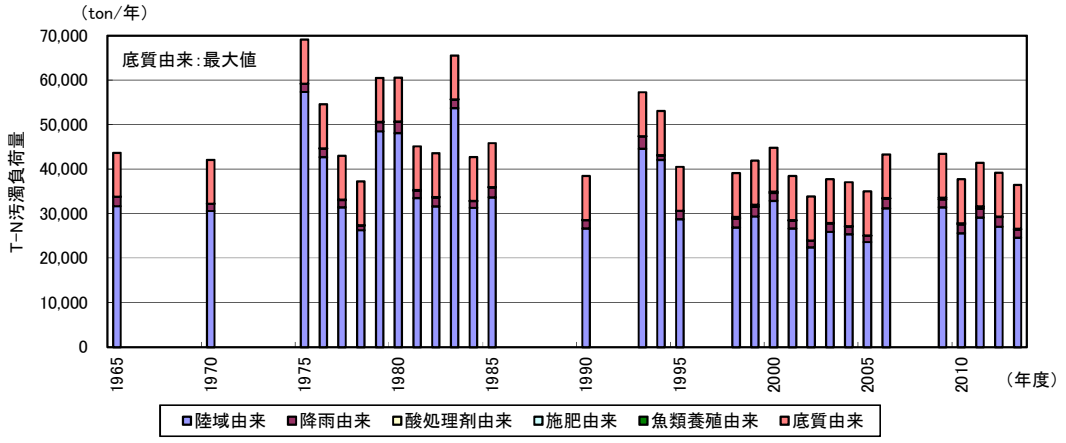
【八代海】

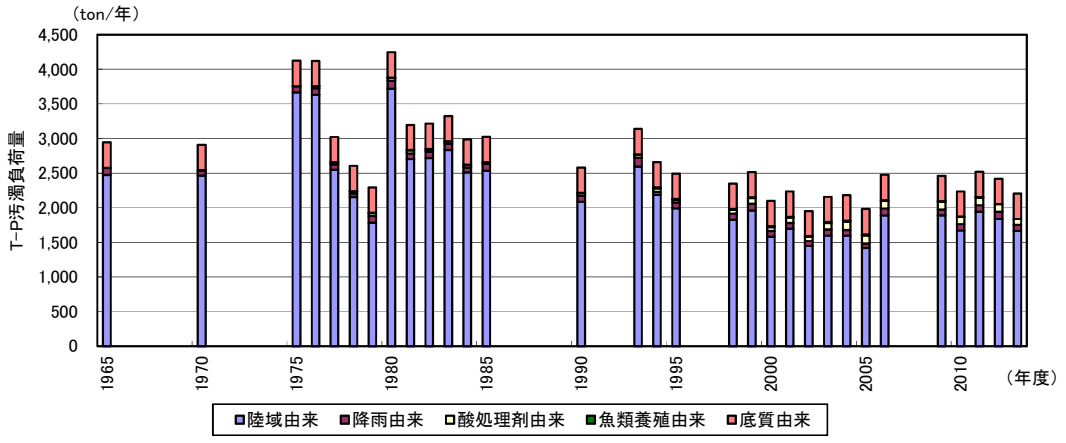
八代海への直接負荷量を含めた汚濁負荷量については、COD は陸域からの流入負荷量とほぼ同じ傾向にあり、1975～1980 年度頃に高く、その後は減少傾向にある。T-N 及び T-P は、2006、2009 年度頃が最大であり、2010 年度以降はやや少ない傾向にある（図 3.1.8)。

・陸域からの流入負荷量について、COD は全体の 65～90%程度、T-N は全体の 35～70%程度、T-P は全体の 14～67%程度を占める。
・底質からの溶出量は、T-N では全体の 9～32%程度（最小値～最大値)、T-P では全体の 17～55%程度（最小値～最大値）である。
・降雨の負荷量は、COD では全体の 13～34%程度、T-N では全体の 5～15%程度、T-P で 2～6%程度である。
・魚類養殖（2009～2013 年度平均）の負荷量は T-N では全体の 27～31%程度、T-P では全体の 34～48%程度を占め、陸域からの流入負荷とともに大きな負荷源となっている。



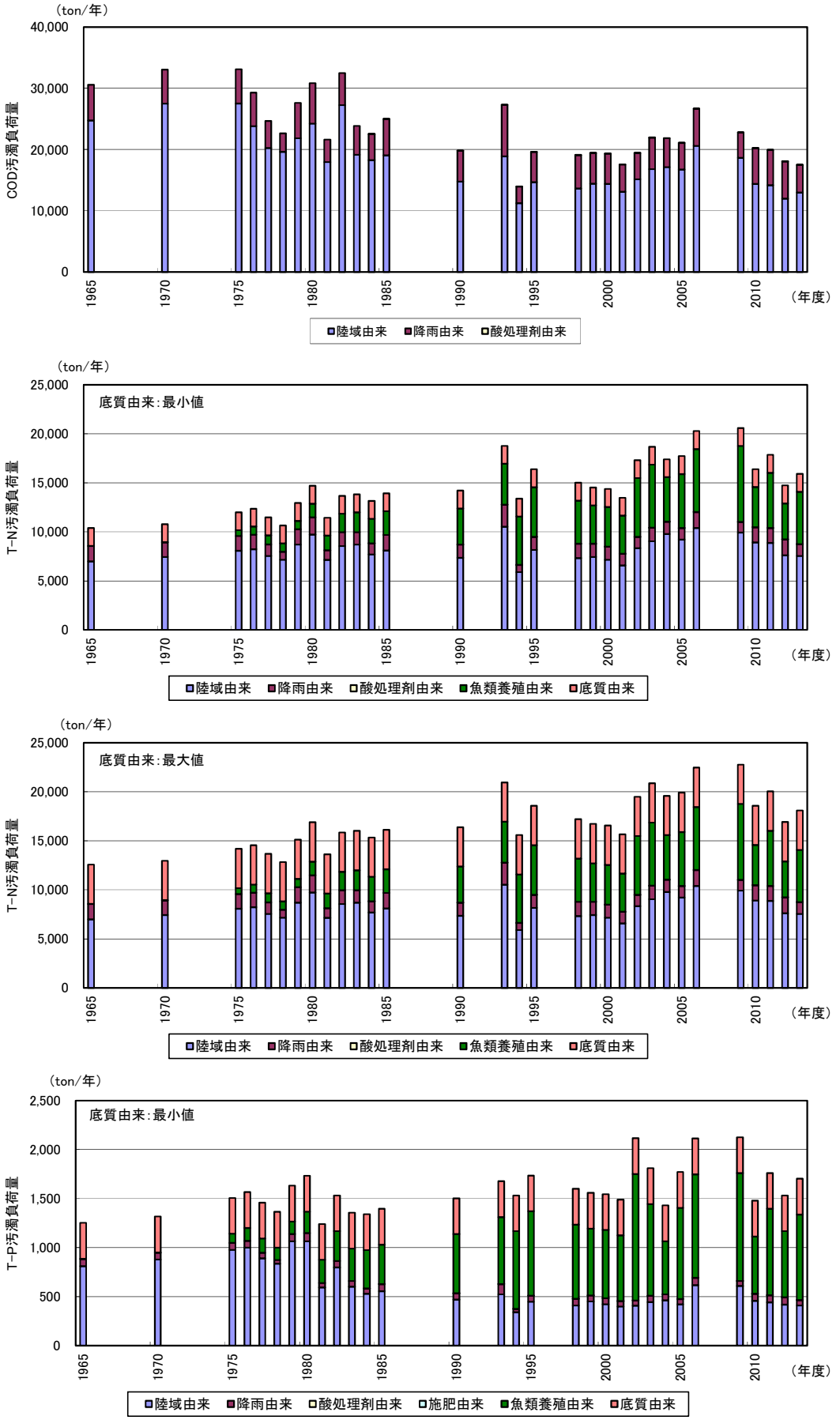






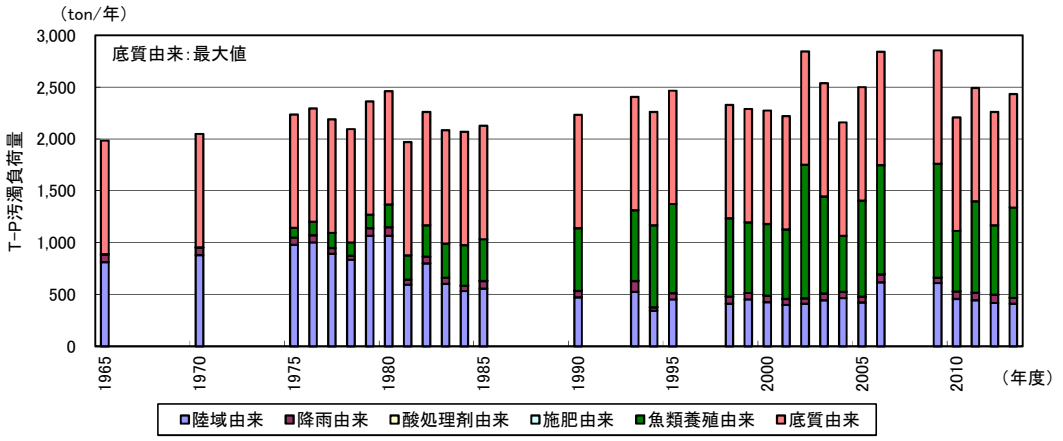
注）T-N は底質からの N の溶出調査結果の最小値と最大値

図 3.1.7　有明海への直接負荷を含めた汚濁負荷量の経年変化



注）T-N は底質からの N の溶出調査結果の最小値と最大値、T-P は底質からの P の溶出調査結果の最小値

図 3.1.8(1)　八代海への直接負荷を含めた汚濁負荷量の経年変化
（COD、T-N、T-P：底質由来最小値）

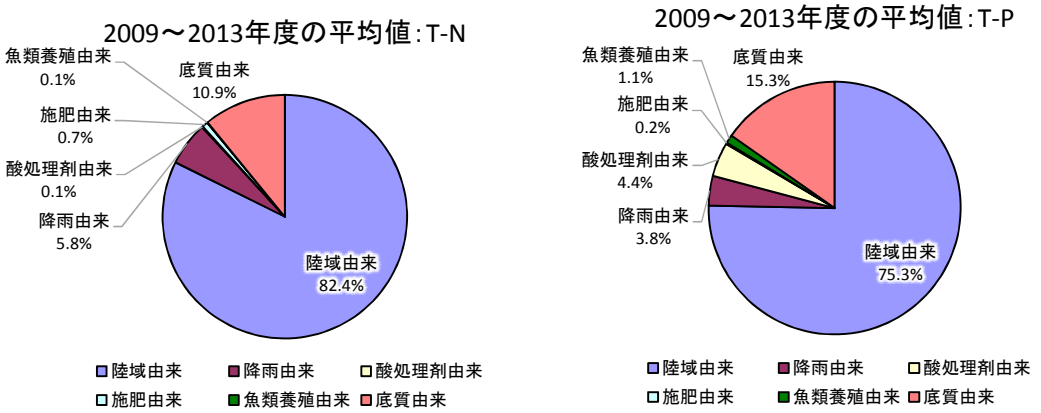


注）T-P は底質からの P の溶出調査結果の最大値

図 3.1.8(2)　八代海への直接負荷を含めた汚濁負荷量の経年変化

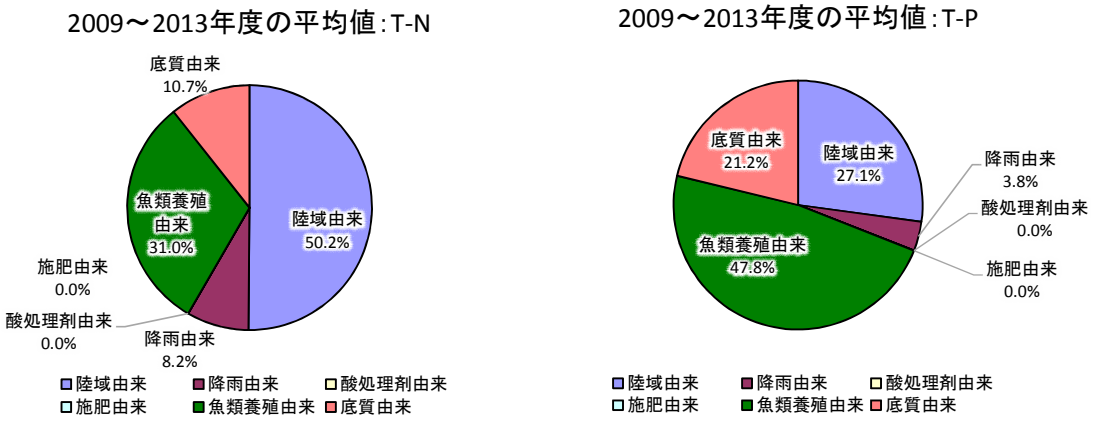
（T-P：底質由来最大値）

海域への直接負荷量を含めた汚濁負荷量について、直近５年（2009～2013 年度）平均値の構成を示した（図 3.1.9、図 3.1.10）。



注）T-N の底質由来（底質からの溶出）の負荷量は最小値を用いている。

図 3.1.9　有明海への直接負荷量を含めた汚濁負荷量の割合



注）底質由来（底質からの溶出）の負荷量は最小値を用いている。

図 3.1.10　八代海への直接負荷量を含めた汚濁負荷量の割合

（４）まとめ

有機物や栄養塩の海域への流入は、赤潮や貧酸素水塊発生等の要因となる可能性があることから、有明海・八代海へのCOD、T-N及びT-Pの汚濁負荷量について1965～2013年度までの経年変化を算定した。

排出負荷量とは、家庭（生活系）、事業場（産業系）、家畜（畜産系）、山林、田畑等（自然系）といった各発生源から排出される負荷量であり、有明海のCOD、T-N及びT-P、八代海のCOD及びT-Pは、1975～1985年度頃が高く、徐々に減少している。八代海のT-Nについては、長期的な変化傾向はみられない。

流入負荷量とは、河川等を通じて海域に流入する負荷量であり、有明海におけるCOD、T-N及びT-P、八代海におけるCOD及びT-Pの流入負荷量は、相対的に1975～1980年度頃に高く、その後減少し、1990年代後半からは概ね横ばいである。

陸域からの流入負荷量に加え、直接負荷量（降雨、ノリ養殖（酸処理剤及び施肥）、魚類養殖、底質からの溶出）を含めた有明海・八代海への汚濁負荷量を試算した。

有明海への直接負荷量を含めた汚濁負荷量については、陸域からの流入負荷量とほぼ同じ傾向にあり、1975～1980年度頃に高く、その後減少し、1990年代後半からは概ね横ばいである。

- 陸域からの流入負荷量がCOD、T-Nで全体の80～90%以上を占め、T-Pでは全体の70～90%程度を占める。
- 底質からの溶出量は、T-Nでは全体の6～30%（最小値～最大値）、T-Pでは全体の19%未満である。
- 降雨の負荷量は、CODでは全体の7～18%、T-Nでは全体の2～7%、T-Pでは全体の2～4%程度である。
- ノリ養殖の負荷量は、T-Pでは全体の5.9%以下、T-Nでは1.2%以下、魚類養殖の負荷（T-N、T-P）も全体の１%未満である。

八代海への直接負荷量を含めた汚濁負荷量については、CODは陸域からの流入負荷量とほぼ同じ傾向にあり、1975～1980年度頃に高く、その後は減少傾向にある。T-N及びT-Pは、2006、2009年度頃が最大であり、2010年度以降はやや少ない傾向にある。

- 陸域からの流入負荷量について、CODは全体の65～90%程度、T-Nは全体の35～70%程度、T-Pは全体の14～67%程度を占める。
- 底質からの溶出量は、T-Nでは全体の9～32%程度（最小値～最大値）、T-Pでは全体の17～55%程度（最小値～最大値）である。
- 降雨の負荷量は、CODでは全体の13～34%程度、T-Nでは全体の5～15%程度、T-Pで2～6%程度である。
- 魚類養殖（2009～2013年度平均）の負荷量はT-Nでは全体の27～31%程度、T-Pでは全体の34～48%程度を占め、陸域からの流入負荷とともに大きな負荷源となっている。

別添資料１：汚濁負荷算定方法

１．汚濁負荷量の算定項目

海域への汚濁負荷量の算定項目は、COD、T-N 及び T-P とした。

２．汚濁負荷量の算定年度

海域への汚濁負荷量の算定年度は、表１に示すとおりであり、33 カ年とした。

表１　海域への汚濁負荷量の算定年度

年度	算定年度	年度	算定年度	年度	算定年度	年度	算定年度	年度	算定年度
1965	○	1975	○	1985	○	1995	○	2005	○
1966		1976	○	1986		1996		2006	○
1967		1977	○	1987		1997		2007	○
1968		1978	○	1988		1998	○	2008	○
1969		1979	○	1989		1999	○	2009	○
1970	○	1980	○	1990	○	2000	○	2010	○
1971		1981	○	1991		2001	○	2011	○
1972		1982	○	1992		2002	○	2012	○
1973		1983	○	1993	○	2003	○	2013	○
1974		1984	○	1994	○	2004	○		

３．海域への汚濁負荷量の算定方法

3.1 排出負荷量

全流域について原単位法で算定した。原単位の設定は表2に示すとおりである。

3.2 陸域からの流入負荷量

陸域からの流入負荷量は表２のとおり算定した。一級河川の水質基準点より上流域については水質と月平均流量の積、水質基準点より下流域及びその他の流域については原単位法で算定した。各河川の水質基準点は表3に示すとおりである。

表 2　陸域からの流入負荷量の算定方法

区分		1965 年度～2001 年度	2002 年度以降
基準点上流（一級河川）		各月の水質と月平均流量から、河川ごとに負荷量を算定	各月の水質と月平均流量から、河川ごとに負荷量を算定
基準点下流・その他の流入域	生活系	「平成 13･14 年度有明海海域環境調査（国土総合開発事業調整費調査）」（国土交通省等）の原単位等を用い、過去の原単位を推定し、各系のフレーム値を乗じて算定 ※八代海の産業系は、2002 年度以降の「発生負荷量調査」の結果を踏まえ、有明海と同様の方法で算定	「発生負荷量調査」（環境省）で用いられた原単位を用い、各系のフレーム値を乗じて算定
	産業系		
	畜産系	「発生負荷量調査」（環境省）で用いられた原単位を用い、各系のフレーム値を乗じて算定	
	自然系		

注）1998 年度以降、本明川及びその他の流域から諫早湾干拓調整池を通じて潮受堤防排水門から諫早湾（有明海）へ流入する負荷量については、流入負荷量を（潮受堤防排水門近傍での調整池の水質×潮受堤防排水門からの排水量）により算出している。

表 3　各河川の水質基準点

河川名	水質基準点	河川名	水質基準点
筑後川	瀬ノ下	矢部川	船小屋
嘉瀬川	川上 官人橋	六角川	潮見橋
本明川	鉄道橋（1995 年度まで）	緑川	城南
白川	代継橋	菊池川	白石
球磨川	横石		

3.3 海域への直接汚濁負荷量

3.3.1 海域への直接汚濁負荷源の分類

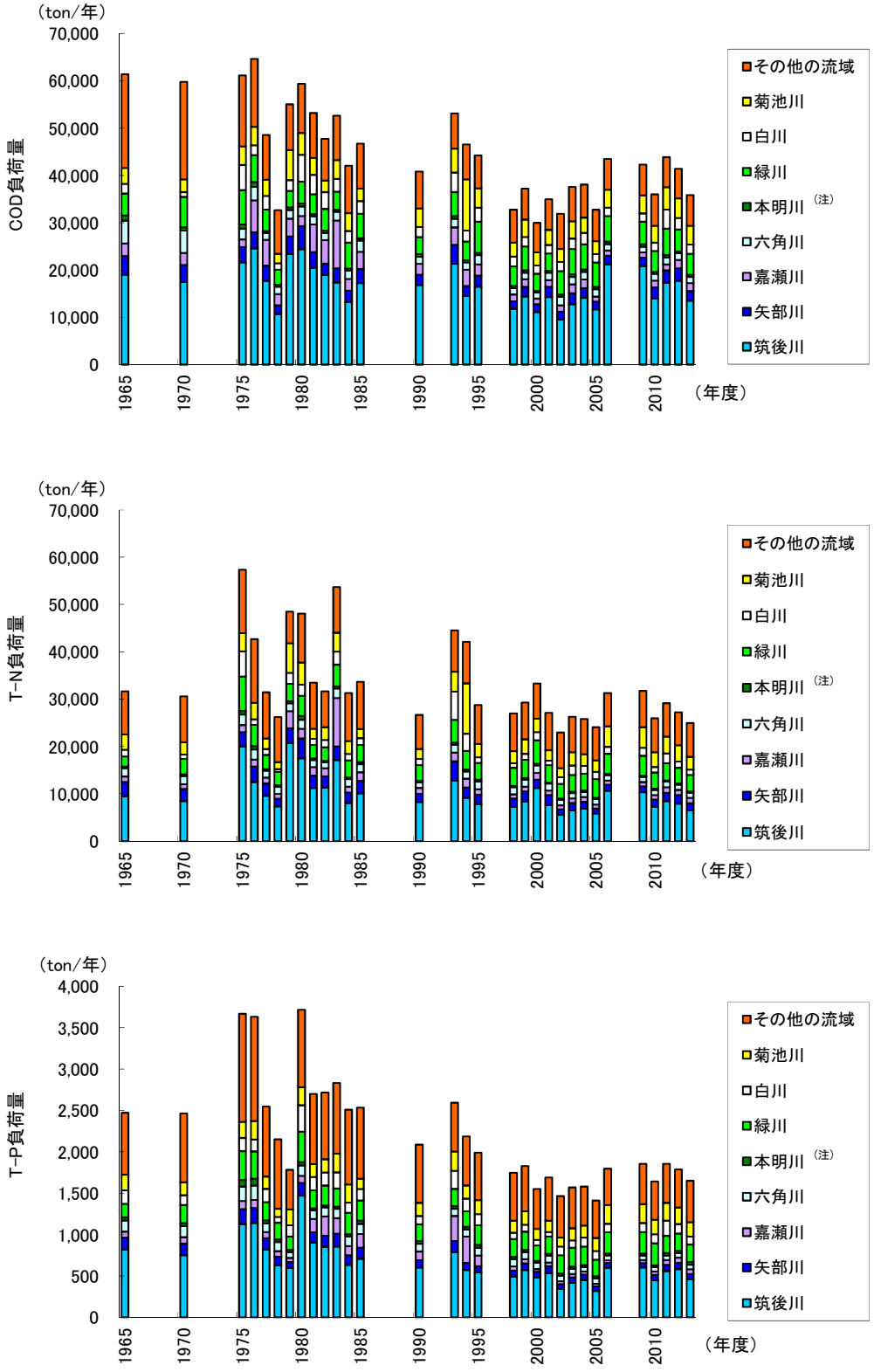
●降雨による負荷
●ノリ養殖で使用する酸処理剤による負荷
●ノリ養殖で使用する施肥による負荷
●魚類養殖の飼料による負荷
●底質からの溶出による負荷

3.3.2 海域への直接汚濁負荷量の算定方法

表 4　海域への直接汚濁負荷量の算定方法

汚濁負荷源	算定方法
降雨	負荷量=年間平均降水量×海面面積×単位体積当たりの負荷量 ※　年間平均降水量：有明海、八代海の各沿岸域の気象観測所の各年の降水量の平均。 ※　海面面積：有明海 1,700km^2、八代海 1,200km^2 ※　単位体積当たりの負荷原単位:「流域別下水道整備総合計画調査指針と解説（平成 11 年版)」の降雨の原単位と有明海、八代海の各沿岸域の気象観測所の平年値から導いた負荷量
ノリ養殖（酸処理剤）	負荷量=酸処理剤の使用量（t/年）×COD、T-N 及び T-P の含有率 ※　酸処理剤の使用量： 関係県より入手（使用量が不明な年度については、酸処理剤の使用量がノリ収穫量に依存すると仮定して試算） ※　酸処理剤の COD、T-N 及び T-P の含有率： 関係県から入手した情報、有明海ノリ不作等対策関係調査検討委員会及び既存資料をもとに設定
ノリ養殖（施肥）	【佐賀県で 1998 年度より実施：T-N のみ】 佐賀県資料を基に設定。ただし、使用量が不明な 1998 年度はノリの収穫量より推定
魚類養殖の飼料	【T-N、T-P のみ】 環境省調査（発生負荷量等算定調査）における「生産量」「増肉係数」「飼料構成比」「窒素・りん含有率」により、魚種別に以下の算定式から求めた。 算定発生負荷量[kg/日]＝生産量[t/年]×(増肉係数-1) ×(生餌構成比×生餌 NP 含有率＋配合飼料構成比 ×配合飼料 NP 含有率)÷年度内日数[注)]×1000 注)年度内日数　平年:365 日、閏年:366 日 ※2001 年度以前について、「増肉係数」「飼料構成比」「窒素・りん含有率」は 2001 年から平成 25 年の平均値、「生産量」は「農林水産統計年報（ブリ、たい類、その他魚類)」より設定
底質からの溶出	【T-N、T-P のみ】 環境省調査（有明海及び八代海の底質を用いた溶出調査）から各海域において、コアサンプル法、数理モデル法の 2 つの方法で求めた溶出量で設定。 ※「有明海における底泥からの栄養塩類溶出把握実態調査　報告書」(2004 年 3 月、環境省)、「八代海における底泥からの栄養塩類溶出把握実態調査　報告書」(2005 年 3 月、環境省) ※底質からの溶出量は上記調査結果しかなく、毎年算出できないため、全ての年で同じとした。

（参考）「図 3.1.5 有明海の流入負荷量の変遷」について、図 3.1.3 に示す各流域から有明海等に流入する負荷量を算定した場合の結果を示す。



有明海の流入負荷量の変遷（各流域からの負荷量として算定）

注）グラフ中の「本明川」には本明川流域（図３参照）からの負荷量を記載し、本明川流域以外から諫早湾に流入する負荷量は「その他の流域」の一部として記載した。

2. 河川からの土砂流入

河川からの土砂流入の減少は、海域での底質の細粒化の要因になる可能性があることから、有明海・八代海に流入する代表的な河川について、その流況と海域に流入する土砂量に関する情報を整理した。海域に流入する土砂量について経年的な実測データが無いことから、流入土砂量に影響を与えると考えられる砂利採取等の量や河床変動などについて経年変化を整理した。

有明海･八代海に流入する河川は各々100 河川､47 河川あり（表 3.2.1､図 3.2.1）、有明海では筑後川、八代海では球磨川の影響が大きい。

表 3.2.1　有明海、八代海の流入河川の流域面積

種別		名称等	流域面積(㎢)	種別		名称等	流域面積(㎢)
一級河川	有明海流入8河川	筑　後　川	2,860	二級河川	有明海流入92河川	福　岡　県（ 4河川）	1,209.69
		緑　　川	1,100			佐　賀　県（28河川）	
		菊　池　川	996			長　崎　県（36河川）	
		矢　部　川	647			熊　本　県（24河川）	
		白　　川	480		八代海流入46河川	熊　本　県（42河川）	1,091.08
		嘉　瀬　川	368			鹿児島県（ 4河川）	
		六　角　川	341	有明海		100河川	8,250.69
		本　明　川	249	八代海		47河川	2,971.08
	八代海流入	球　磨　川	1,880	合計		147河川	11,221.77

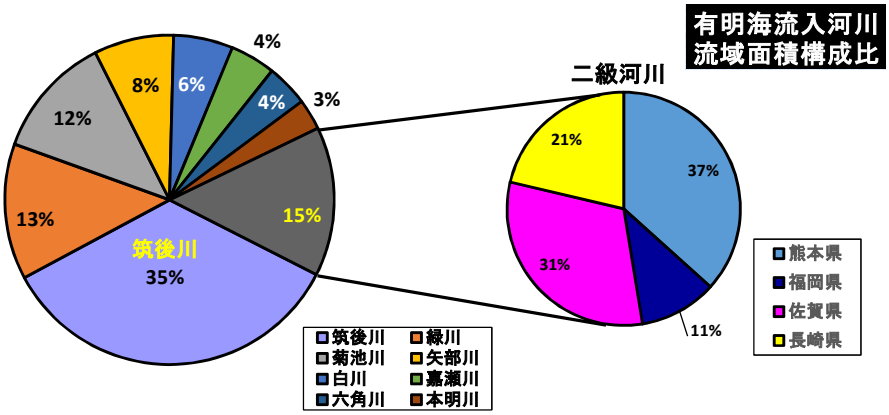


図 3.2.1　有明海流入河川流域面積構成比

出典：第 13 回有明海・八代海総合調査評価委員会　資料-3（福岡）を改変

（１）河川の流況及び河床変動等の変化

ア）筑後川

第 13 回評価委員会福岡委員発表資料（2005）によると[1)]、有明海の代表河川である筑後川の概要は、流域面積 2,860km^2、幹川流路延長 143km、平均年間総流量 36.6 億 m^3（最大 66.3 億 m^3、最小 16.5 億 m^3：1973(昭和 48)～2014(平成 26)）、低水流量約 47m^3/s、流域内人口約 109 万人（1995 年度末）である。筑後大堰の築造は、固定堰の撤去と河道掘削により洪水流下能力を 6,000m^3/s から 9,000m^3/s に増大させるとともに、新規利水として 0.35m^3/s を開発した。可動堰化により洪水時は流下

を阻害せず、平常時は塩水の流入を阻止して安定した取水を可能とした。流域外への導水量（水道用水）年間 7,000 万～9,000 万 m^3 は、年間総流量に比して少なく、取水された農業用水（域内導水）も有明海に戻る。筑後大堰の全開回数は年平均 3.8 回（流入量 1,000m^3/s 以上の洪水時に全開）であり、これにより堰上流の堆砂を解消している。筑後川の年間総流量は降水量に応じて変化しているが、年間総流量の変化に単調な増減傾向は認められない（図 3.2.2）。

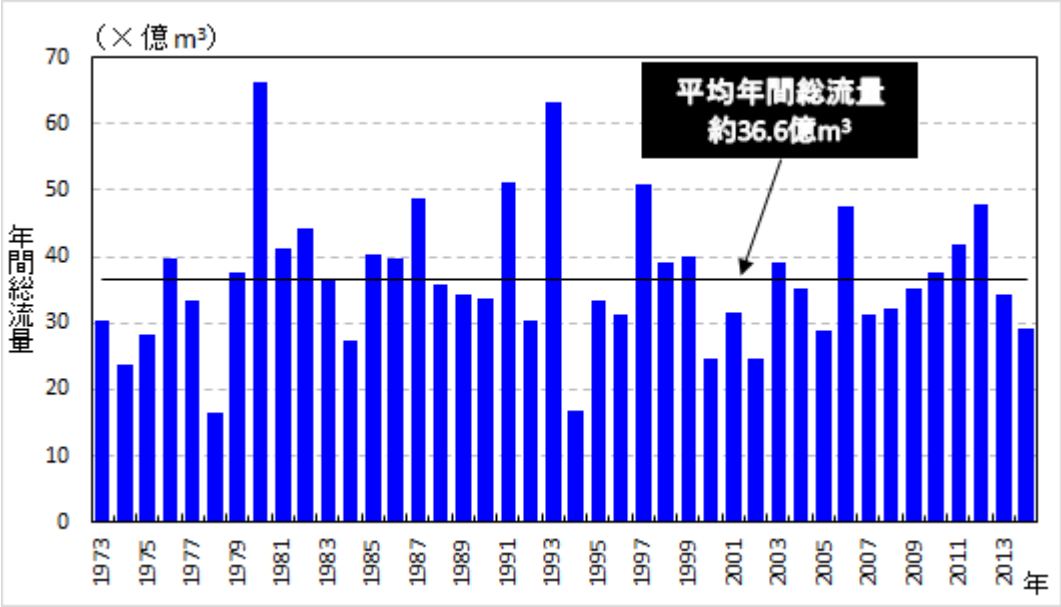


図 3.2.2　筑後川（瀬の下）の年間総流量の推移

資料：「水文水質データベース」（国土交通省）より作成

筑後川の河床は、1953（昭和 28）年を基準として 50 年間で約 3,400 万 m^3 分低下しており、その内訳は、砂利採取 2,490 万 m^3、河川改修 500 万 m^3、ダム堆砂 260 万 m^3、干拓利用 160 万 m^3 となっており（図 3.2.3）、1970（昭和 45）年以降では約 1,200 万 m^3 分の低下がみられた。砂利採取により河床材料が変化し、下流部（河口から 0～22km）ではシルト・粘土の増加と細砂・粗砂の減少、上流部では礫の増加がみられる（図 3.2.4）。

2010 年度の筑後川下流河道における柱状コアサンプリング調査によれば、河床には砂と粘性土が複雑な互層構造で分布しており、洪水時だけでなく平常時にも河床を砂が移動していると推定されている。（図 3.2.5）。

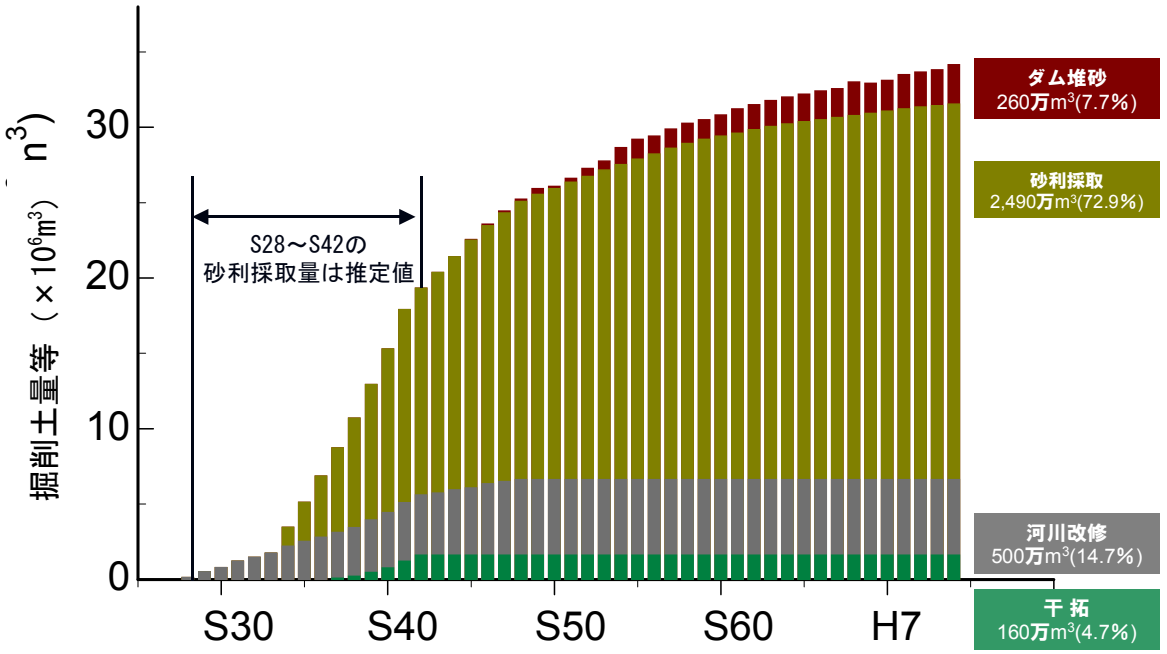


図 3.2.3　河川（筑後川）からの土砂の持出し等の累積値

出典：第 13 回有明海・八代海総合調査評価委員会　資料-3（福岡）

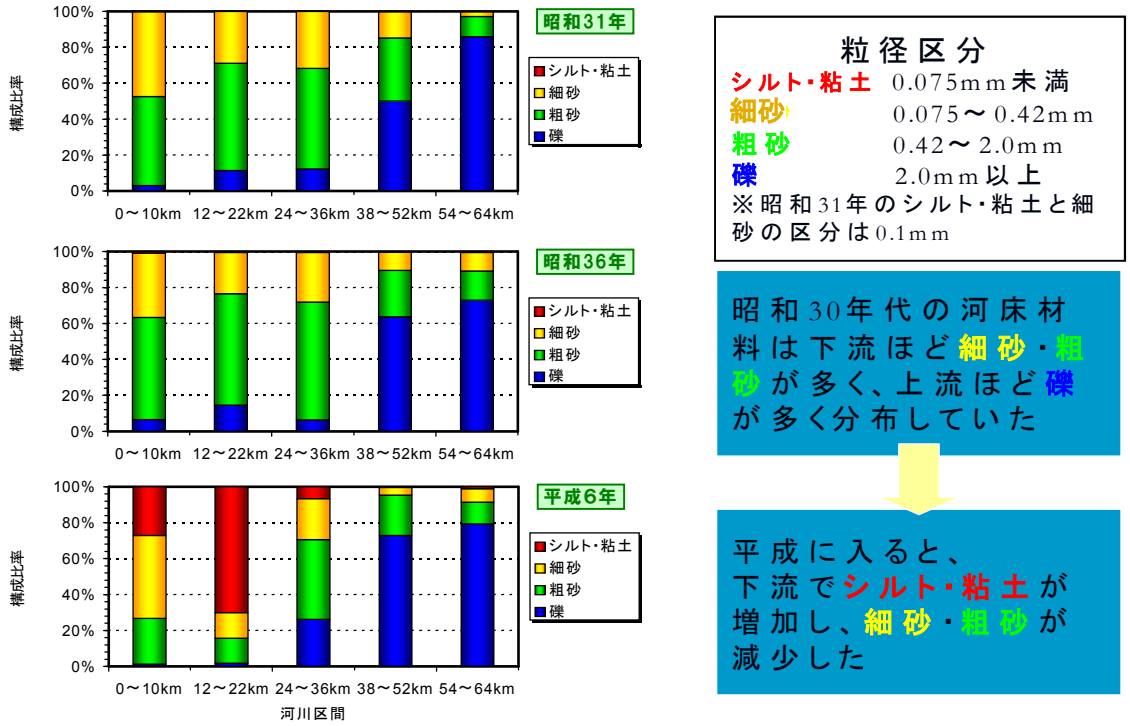


図 3.2.4　筑後川の河床材料の変化

出典：第 13 回有明海・八代海総合調査評価委員会　資料 2-3（福岡）

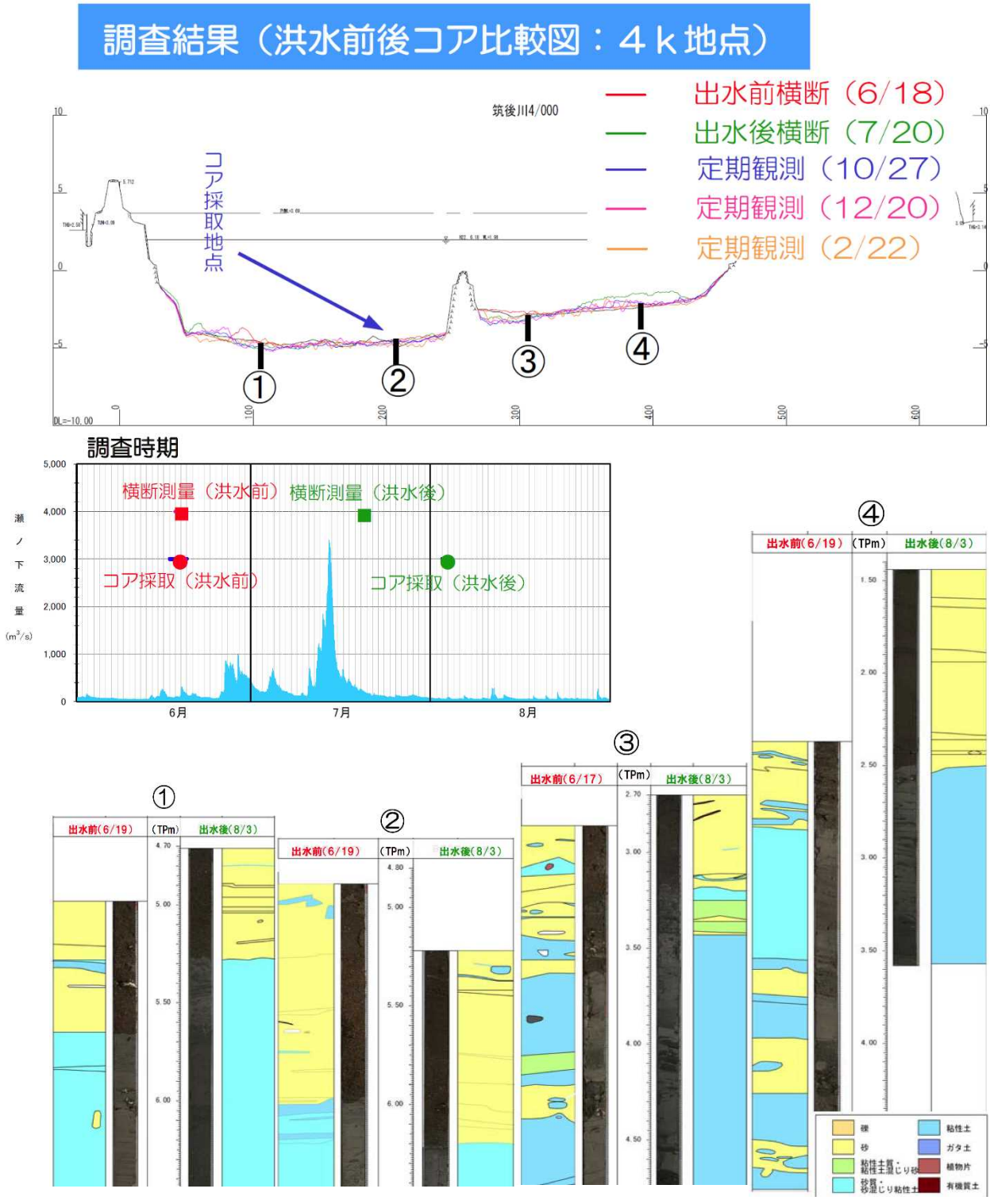


図 3.2.5　筑後川の河床材料の変化

出典：第 29 回有明海・八代海等総合調査評価委員会資料 3-2（国土交通省）

長期的な河床変動をみると、砂利採取によって下流側の河道が緩やかな勾配となり（図 3.2.6)、筑後川からの土砂流入が減少（河川の運搬能力の低下）するとともに、海から筑後川へのガタ土の流入が増大している。

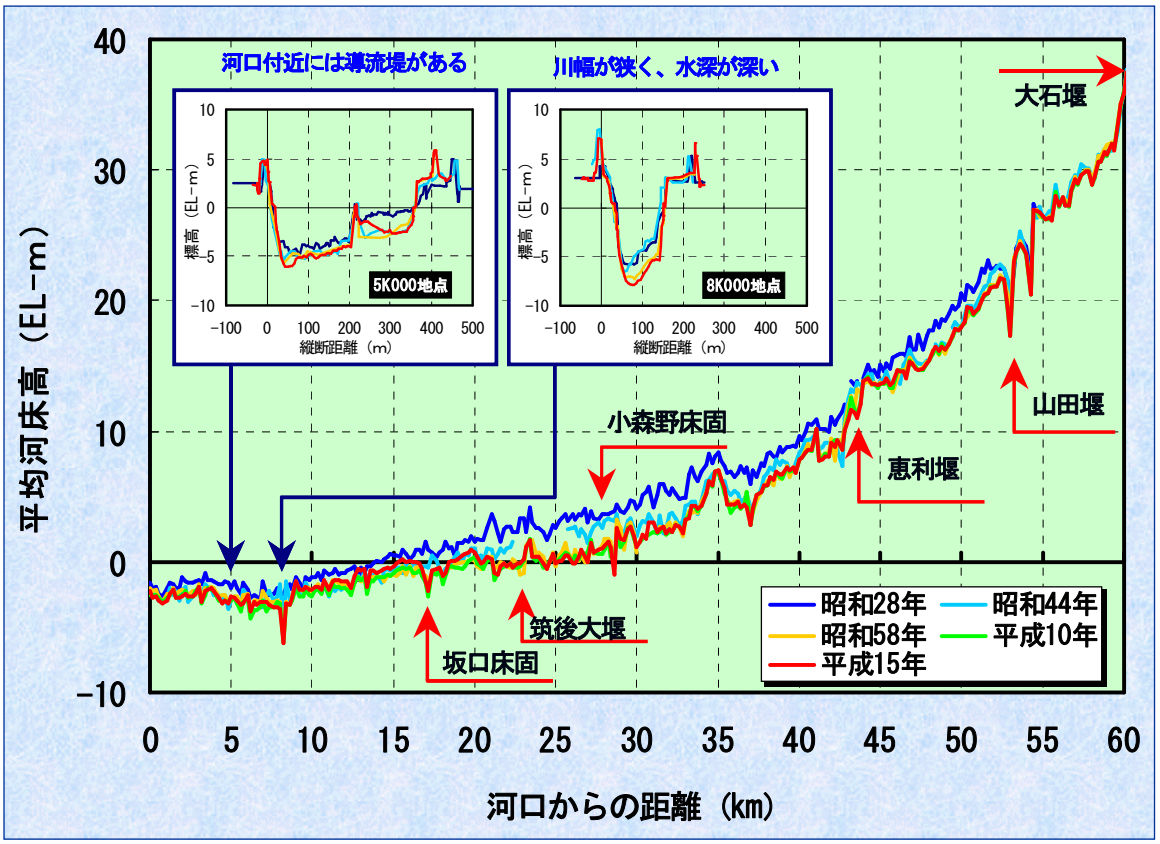


図 3.2.6　筑後川の平均河床高の変動状況

出典：第 13 回有明海・八代海総合調査評価委員会　資料 2-3（福岡）

イ）六角川

六角川水系河川整備基本方針　土砂管理等に関する資料(案)(2008)によると[2]、有明海湾奥部に流入する河川である六角川(牛津川)の河床は、順流区間において、多少のばらつきがあるものの、概ね安定している。感潮区間においては、洪水と有明海の潮汐の影響により、ガタ土が移動し、河床が洗掘・堆積を繰り返しているものの、経年的な変化は小さく、概ね安定している（図 3.2.7～図 3.2.10）。

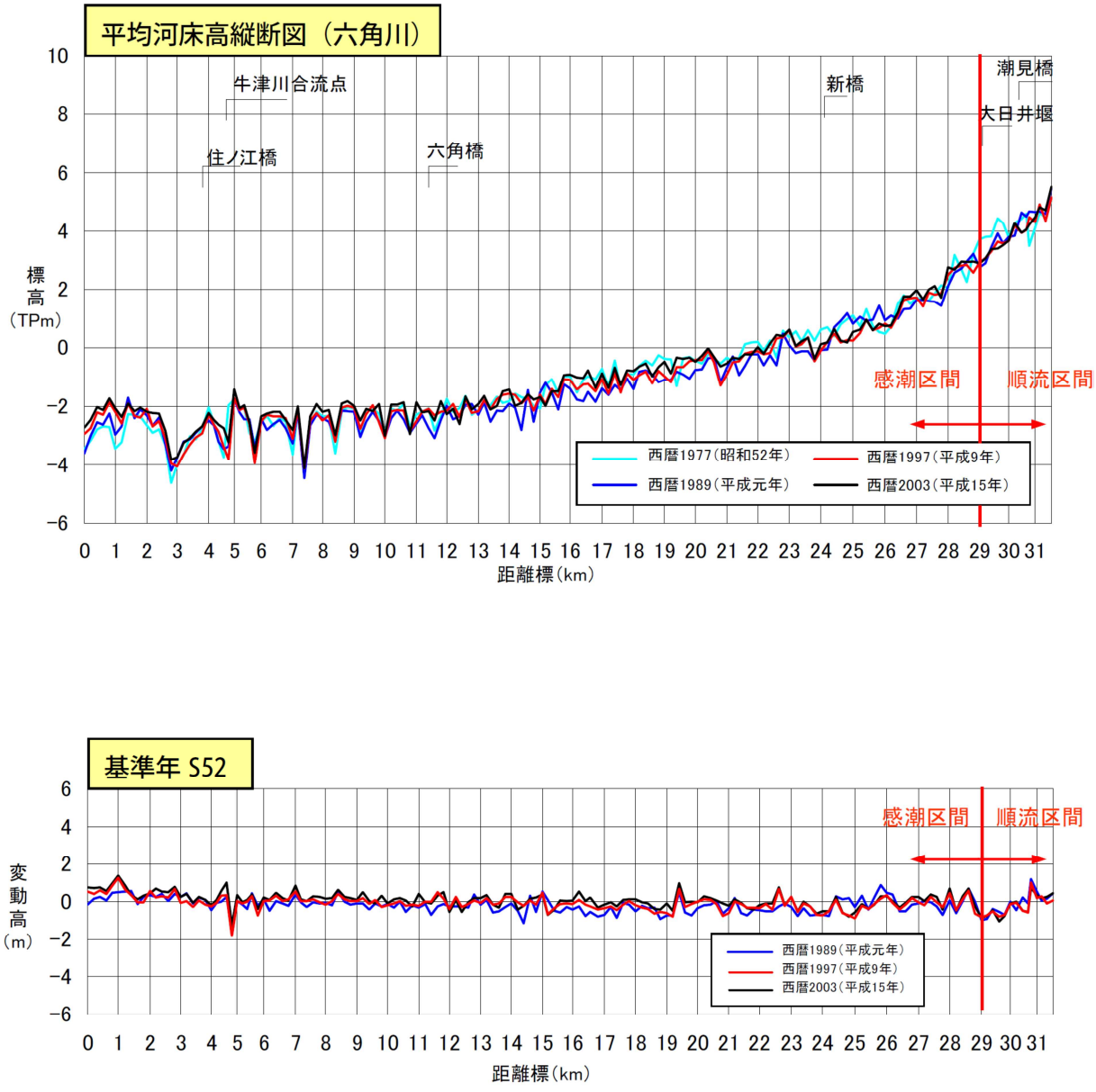


図 3.2.7　六角川の平均河床高の推移

出典：国土交通省河川局（2008）「六角川水系河川整備基本方針 土砂管理等に関する資料(案)」

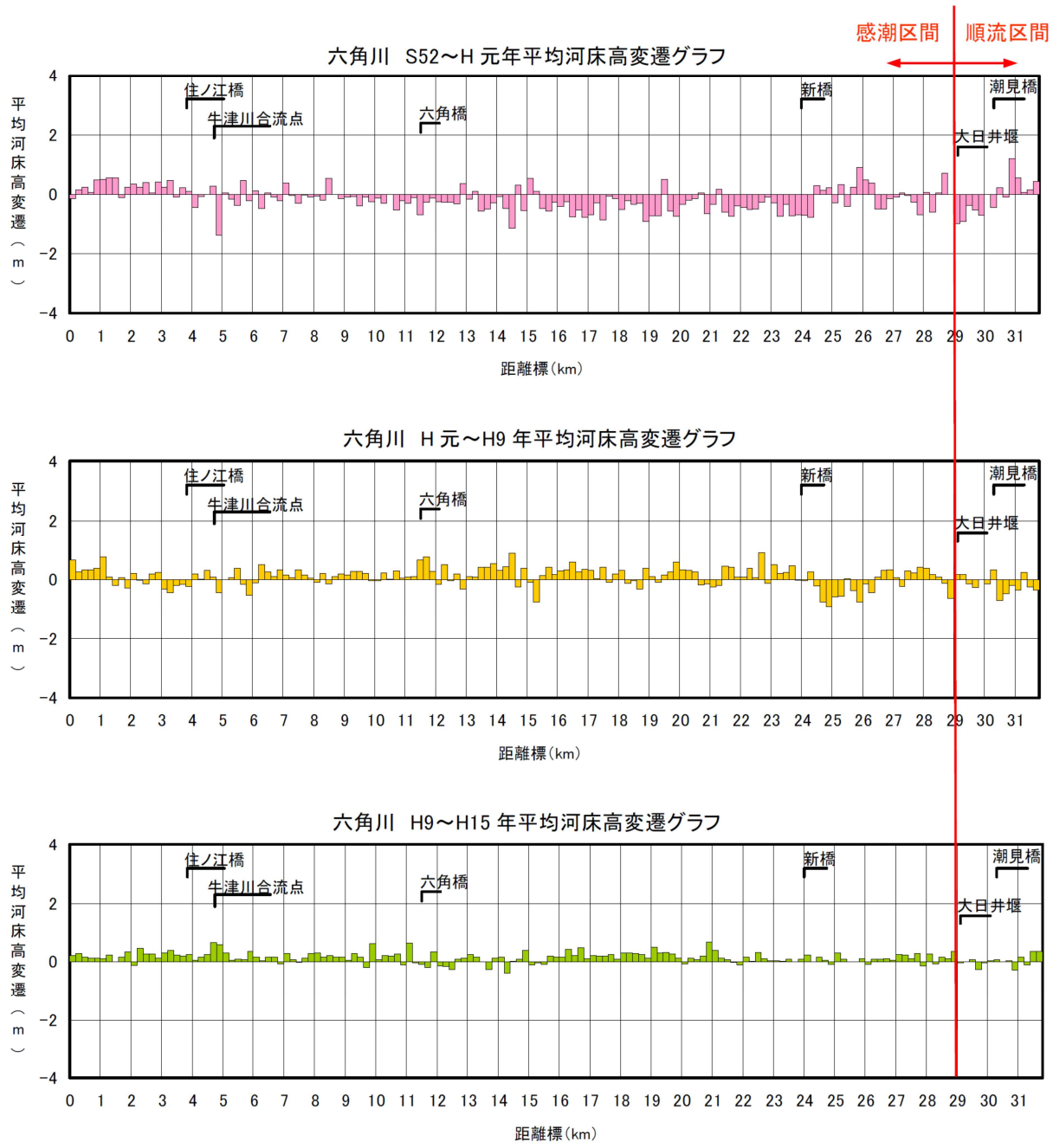


図 3.2.8　六角川の平均河床高の変遷(年代別)

出典：国土交通省河川局（2008）「六角川水系河川整備基本方針 土砂管理等に関する資料（案）」

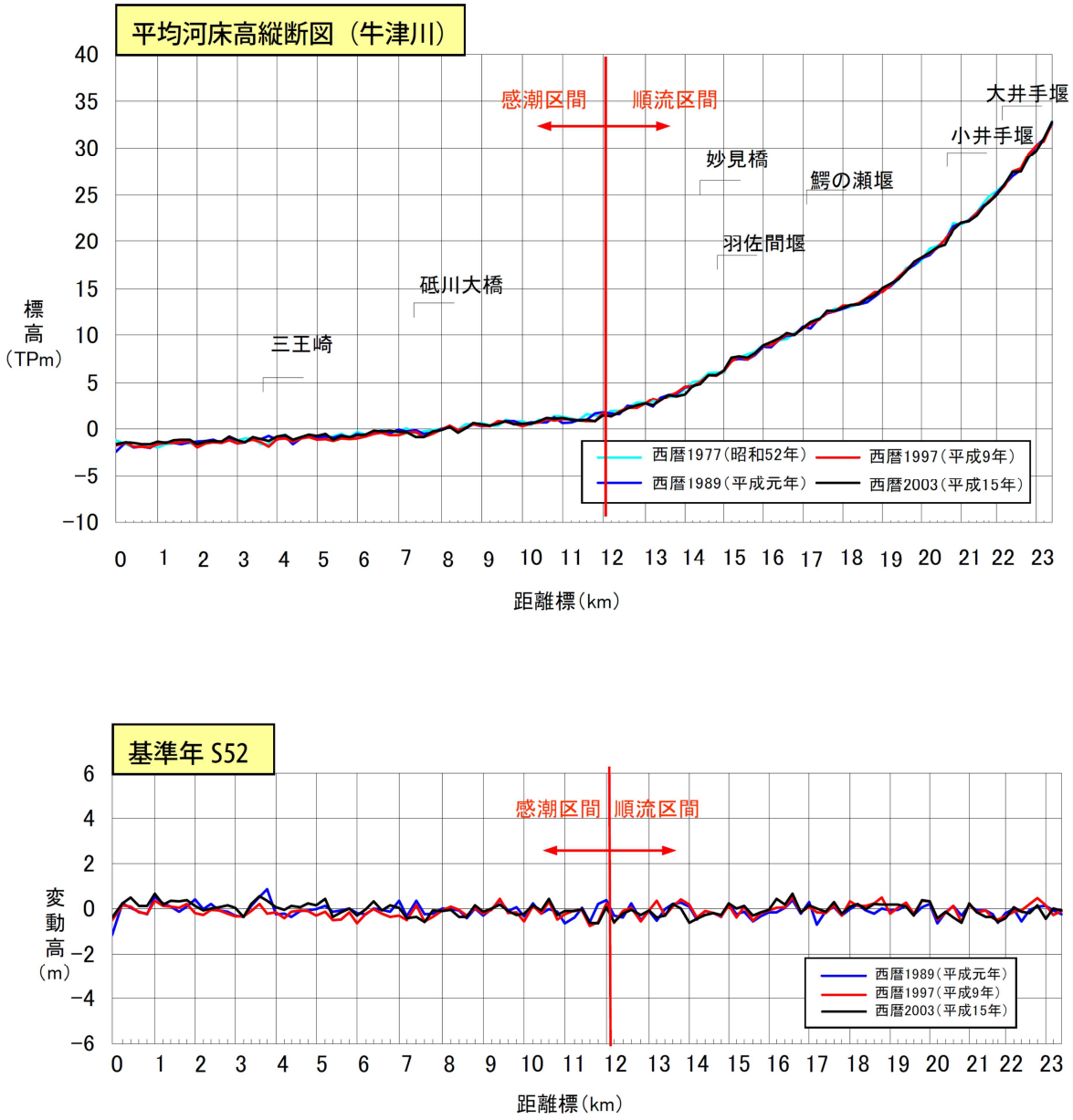


図 3.2.9　牛津川の平均河床高の推移

出典：国土交通省河川局（2008）「六角川水系河川整備基本方針 土砂管理等に関する資料（案）」

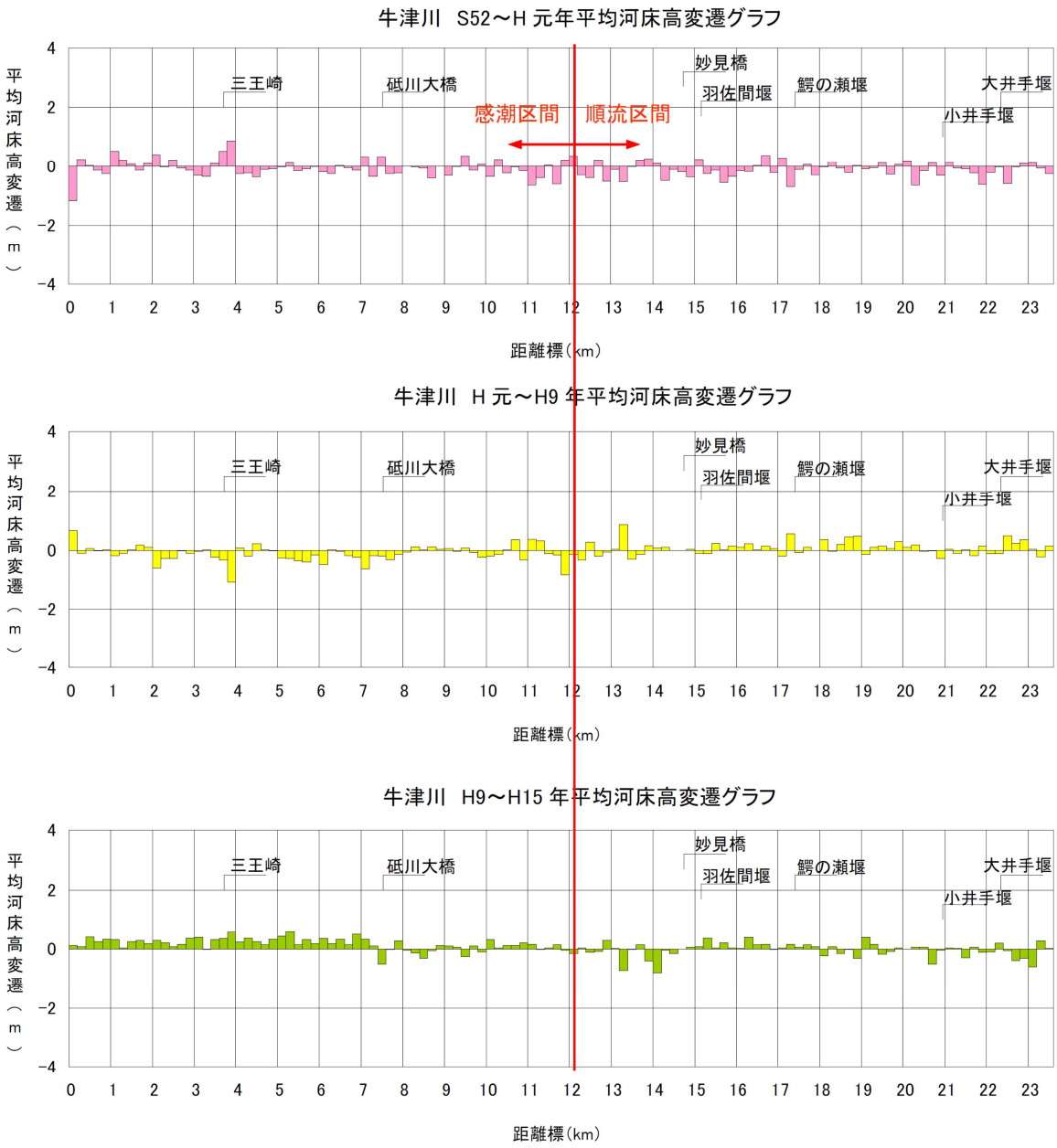


図 3.2.10　牛津川の平均河床高の変遷(年代別)

出典:国土交通省河川局(2008)「六角川水系河川整備基本方針 土砂管理等に関する資料(案)」

ウ）菊池川

菊池川水系河川整備基本方針　土砂管理等に関する資料(案)(2007)によると[3]、菊池川の河床は 1963（昭和 38）年～1981（昭和 56）年にかけて砂利採取と河川改修が進められたことから低下していた。しかし、2000（平成 12）年以降、砂利採取が行われなくなり、近年では全川で概ね安定の傾向がみられる（図 3.2.11、図 3.2.12)。

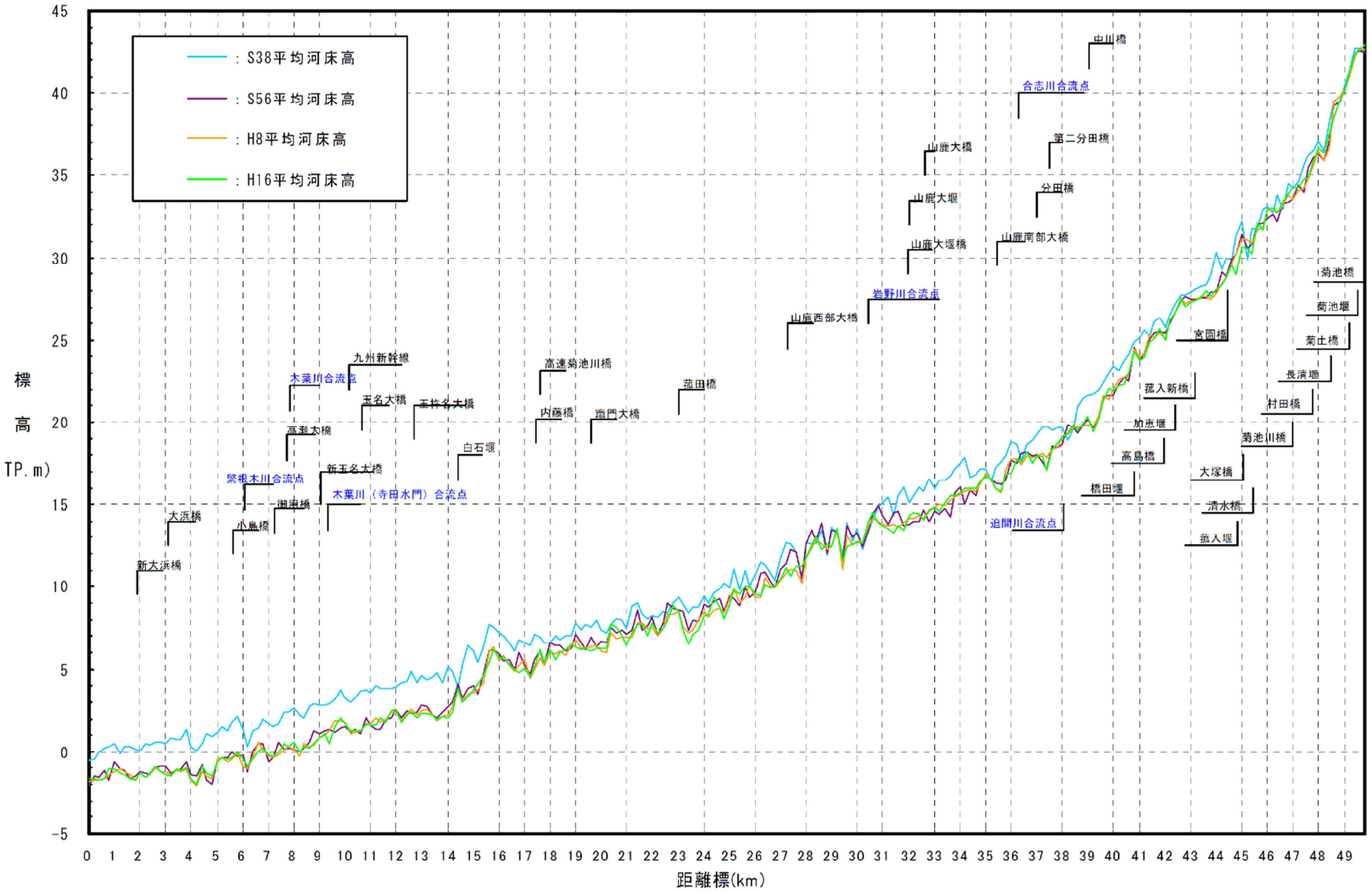


図 3.2.11　菊池川の平均河床高縦断図

出典：国土交通省河川局（2007）「菊池川系河川整備基本方針 土砂管理等に関する資料（案）」

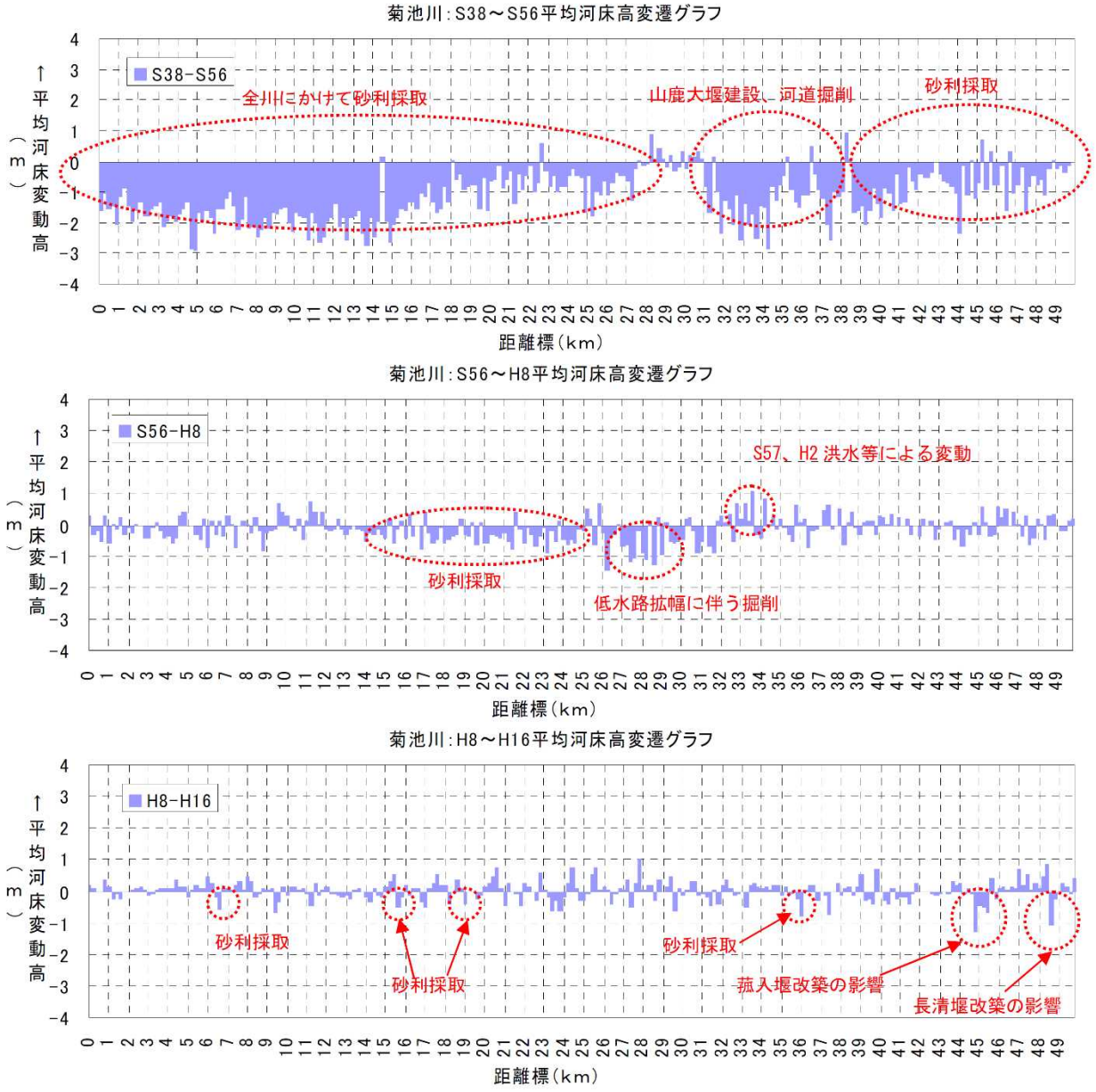


図 3.2.12　菊池川の河床変動傾向

出典：国土交通省河川局（2007）「菊池川系河川整備基本方針 土砂管理等に関する資料（案）」

エ）緑川

国土交通省資料によると[4]、緑川における 1970（昭和 45）年～2003（平成 15）年の間の砂利採取量は 253 万 m^3、ダム堆砂量は 447 万 m^3 であり（表 3.2.2)、過去においては河床の低下もみられ、1968（昭和 43）年、1978（昭和 53）年と比べると近年の河床高は一部区間で低い状態にある。緑川水系河川整備基本方針　土砂管理等に関する資料（案）によると[5]、緑川の河床は、昭和 40 年代（1965 年～）から昭和 60 年代（1985 年～）はじめにかけて砂利採取等により低下したが、平成以降は、砂利採取量の減少に伴い河床の変動量は小さく、近年では一部を除き、安定している（図 3.2.13、図 3.2.14)。

表 3.2.2　緑川における砂利採取量、ダム堆砂量の推移

年号	西暦	砂利採取量（千m^3）	緑川ダム堆砂量（千m^3）		砂利採取量＋年間堆砂量*
S41	1966	332	1964 緑川ダム工事着手		332
S42	1967	221			221
S43	1968	129			129
S44	1969	146			146
S45	1970	100	緑川ダム完成		226
S46	1971	104			230
S47	1972	124			250
S48	1973	143			269
S49	1974	148	（堆砂量）	（年間堆砂量）	274
S50	1975	118	758		244
S51	1976	131	1191	433	564
S52	1977	119	1383	192	311
S53	1978	149	1464	81	230
S54	1979	126	1611	147	273
S55	1980	104	1728	117	221
S56	1981	123	1852	124	247
S57	1982	113	2233	381	494
S58	1983	143	2267	34	177
S59	1984	78	2438	171	249
S60	1985	91	2505	67	158
S61	1986	77	2607	102	179
S62	1987	134	2628	21	155
S63	1988	95	2856	228	323
H1	1989	59	3009	153	212
H2	1990	22	3176	167	189
H3	1991	20	3265	89	109
H4	1992	16	3397	132	148
H5	1993	51	3800	403	454
H6	1994	39	3812	12	51
H7	1995	43	3943	131	174
H8	1996	9	4065	122	131
H9	1997	20	4278	213	233
H10	1998	0	4303	25	25
H11	1999	7	4324	21	28
H12	2000	3	4359	35	38
H13	2001	13	4403	44	57
H14	2002	3	4466	63	66
H15	2003	2	4477	11	13
砂利採取計		3355	砂利採取＋堆砂（累計値）		7830

＊ 1970年～1975年の6年間は年平均の堆砂量を126千m3(758千t÷6年間)と推計して算出

資料：国土交通省資料

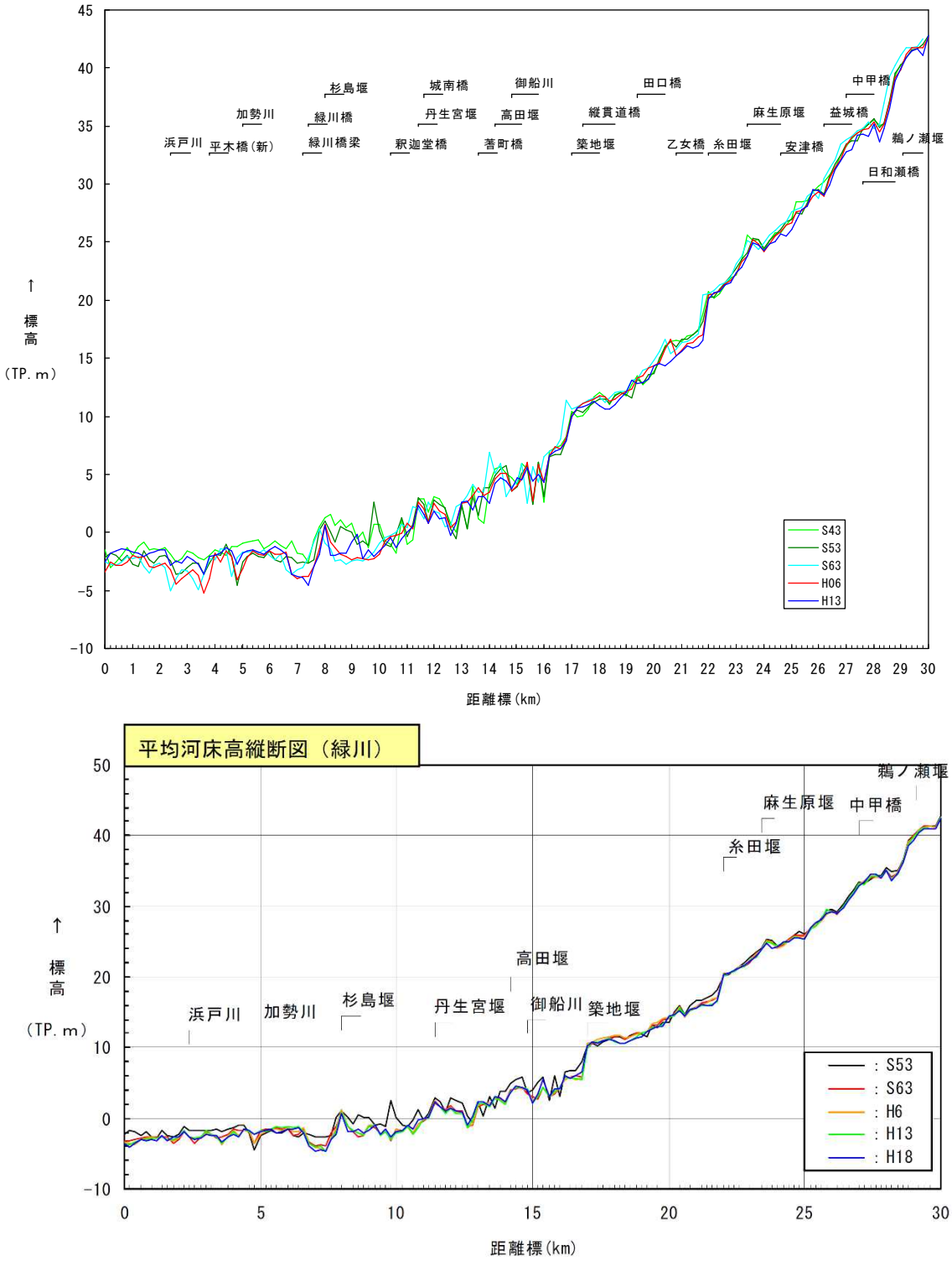


図 3.2.13　緑川の平均河床高縦断図

出典:国土交通省河川局(2008)「緑川系河川整備基本方針 土砂管理等に関する資料(案)」

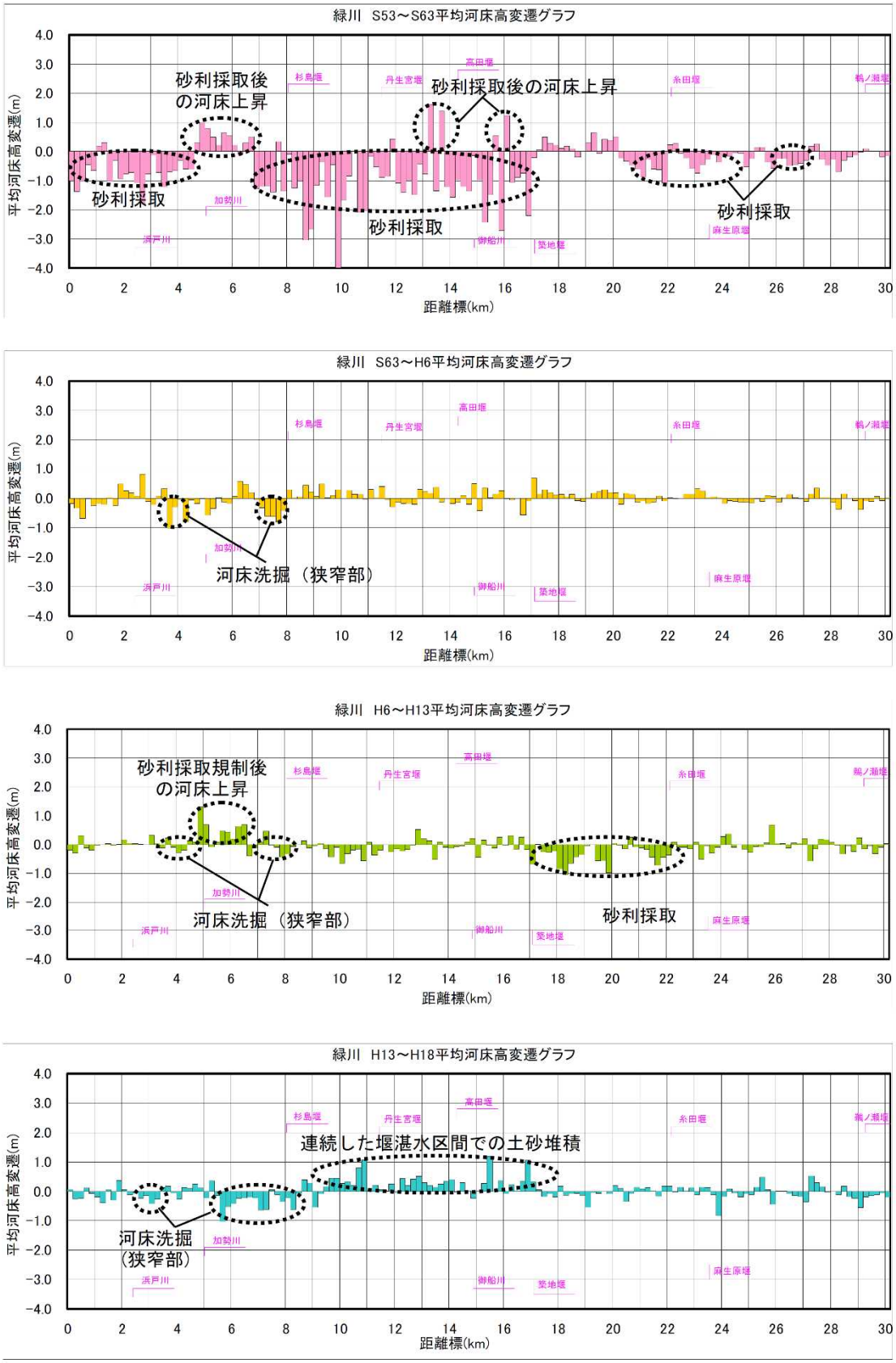


図 3.2.14　緑川水系の平均河床高の変遷(年代別)[5)]

出典：国土交通省河川局（2008）「緑川系河川整備基本方針 土砂管理等に関する資料（案）」

オ）球磨川

八代海に流入する 47 河川のうち、球磨川は唯一の１級河川であって、流域面積 1,880km^2（全体の 61%）、平均年間総流量 38.6 億 m^3（最大 78.3 億 m^3、最小 15.7 億 m^3）である。八代海周辺の年間降水量は、天草から八代海にかけて少ないが、球磨川流域を中心とする山間部では大きい。球磨川の年間総流量は降水量に応じて変化しているが、年間総流量の変化に単調な増減傾向は認められない（図 3.2.15）。

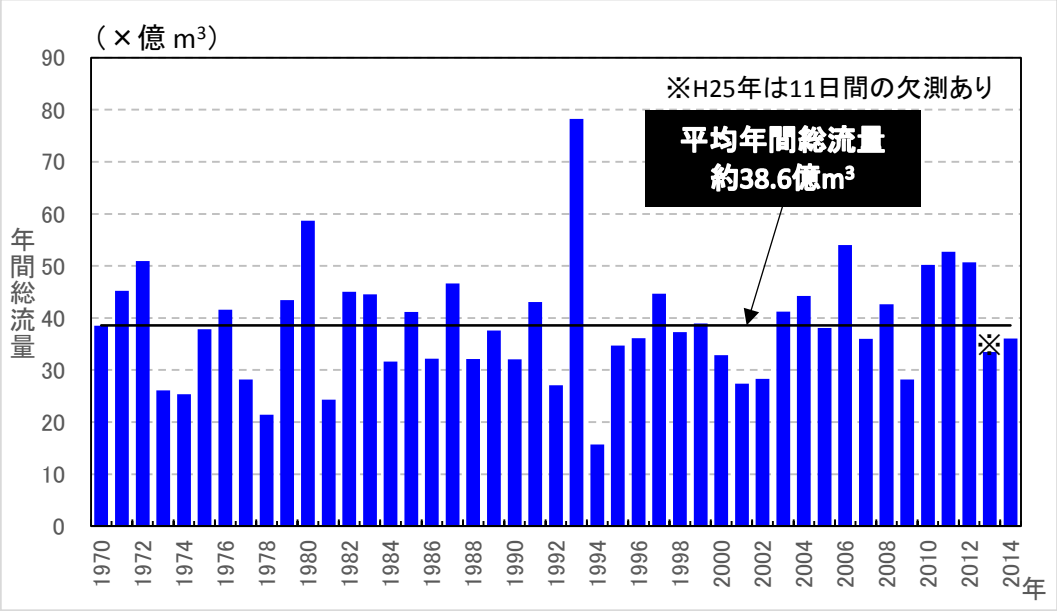


図 3.2.15　球磨川（横石）の年間総流量の推移

資料：「水文水質データベース」（国土交通省）より作成

国土交通省　九州地方整備局　八代河川国道事務所資料によると[6]、球磨川の河床は、1966（昭和 41）年度から 1982（昭和 57）年度にかけて砂利採取等による河床低下があったが、近年では比較的安定している（図 3.2.16、図 3.2.17）。

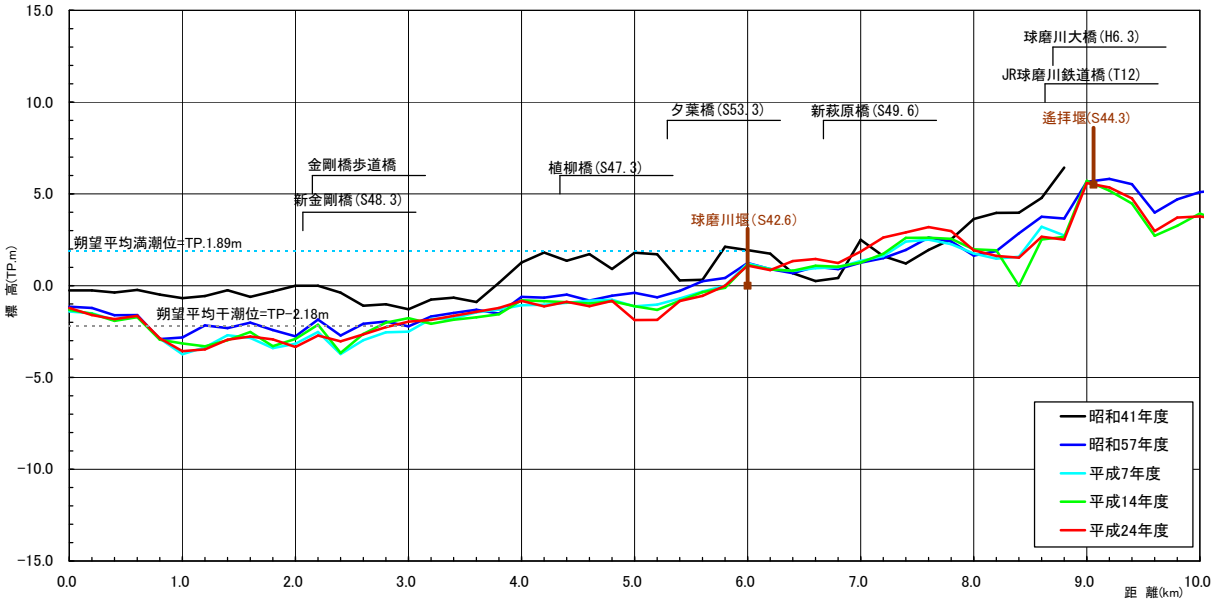


図 3.2.16　球磨川下流の平均河床高縦断図

出典：国土交通省 九州地方整備局 八代河川国道事務所資料

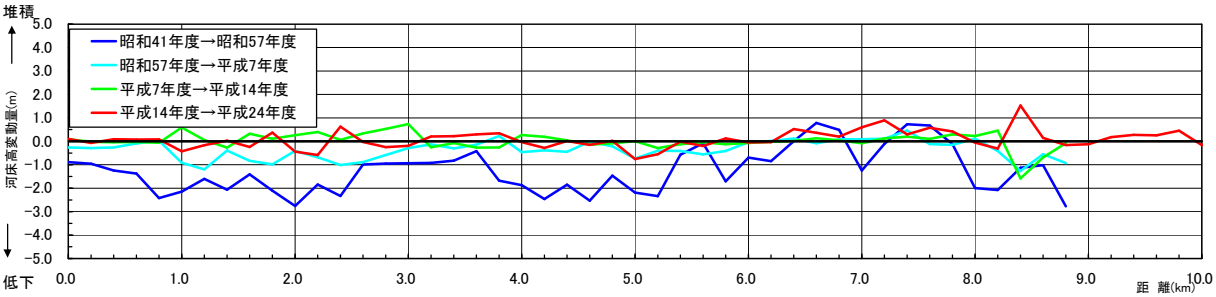


図 3.2.17　球磨川下流の河床変動傾向

出典：国土交通省 九州地方整備局 八代河川国道事務所資料

八代海域における環境保全のあり方について（2003）によると[7]、球磨川の既設ダムの堆砂量は 1991（平成 3）年～2000（平成 12）年の間で年間 11 万 m^3、1996（平成 8）年以降の砂利採取量は年間２～10 万 m^3 と報告されている（図 3.2.18）。宇野木によると[8]、砂利採取量とダム堆砂量の累計については、各々220 万 m^3、480 万 m^3、合計 700 万 m^3 に達するとの報告がされている（表 3.2.3）。

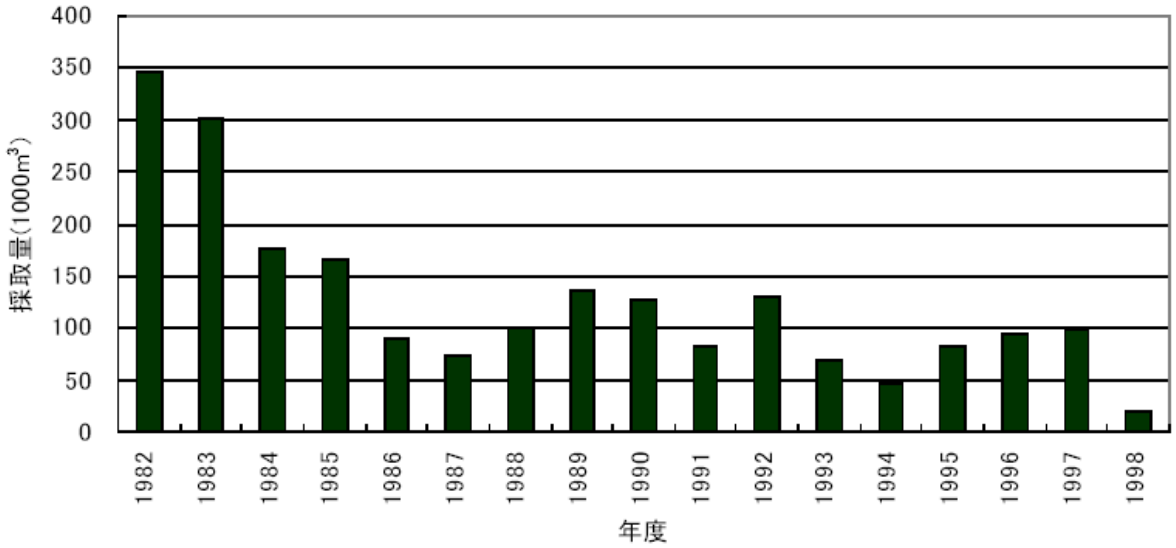


図 3.2.18　球磨川における砂利採取量の推移

出典：八代海域調査委員会（2003）「八代海域における環境保全のあり方について（資料）」p.58

表 3.2.3　平成 12（2000）年までのダム堆砂量及び河川からの採砂量

	建設年	貯水容量 （100 万 m^3）	堆砂率(%) （2000 年現在）	堆砂量 （100 万 m^3）
荒瀬ダム	1954	10.137	0.6	1.075
瀬戸石ダム	1958	9.930	6.6	0.655
市房ダム	1959	40.200	7.7	3.095
			（ダム堆砂計）	4.825
			（砂利採取）	2.200
			合　計	7.025

出典：宇野木早苗（2002）：河川事業が沿岸環境へ与える影響を物理面から考える：海の研究 第 11 巻 第 6 号，pp.637-650

（2）河川を通じた陸域からの土砂流入の変化

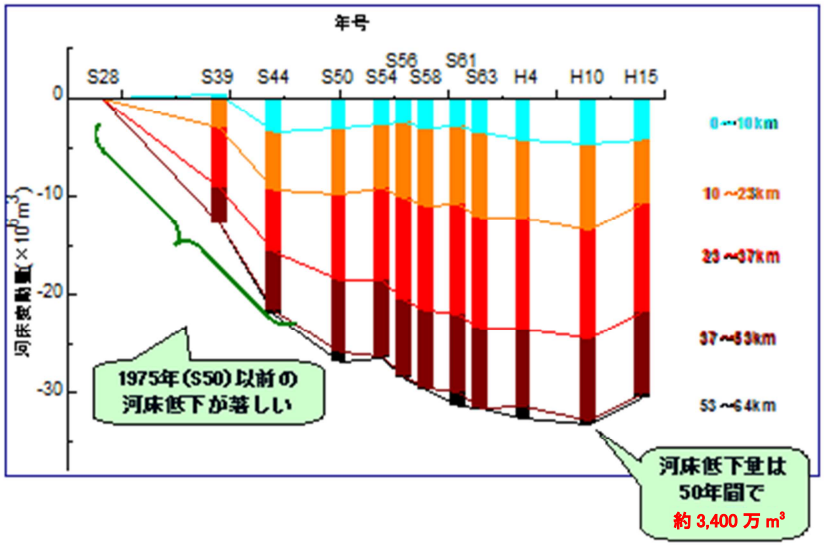
河川からの粗粒土砂の海域への流入が特に減少したとすれば、このことが底質の細粒化の一因となる可能性が指摘されている[1)]。

河川流域から海域への土砂の流入過程には、土砂の生産、流出、流送、堆積・沈降など多くの場がシステムとして係わっている。

以下、筑後川について得られている情報の範囲内で土砂流入を考察する。

筑後川は有明海へ流入する河川の流域面積の約 35%を占め、有明海への影響が最も大きく、筑後川流域の土砂生産量は 36 万 m^3/年と推計されている。

筑後川では 1953 年から 50 年間に各種事業により土砂が持ち出され、約 3,400 万 m^3 の河床低下が生じたと推定される（図 3.2.19）。特に、砂利採取は 1950 年代後半から 1970 年代前半の年間採取量が大きく、最盛期には年間 200 万 m^3 程度と推定されている。



注）1. 1953（昭和 28）年を基準とし、各断面ごとの変動量を算出・累計したもの。
2. 正が増加（堆積）、負が減少（侵食）を表す。
3. 河床変動量の内訳には、河床の低下量のみでなく、河道拡幅量も含まれている。

図 3.2.19　筑後川の河床変動量の経年変化

資料：第 13 回有明海・八代海総合調査評価委員会　資料-3（福岡）を改変

また、横山（2004）によると[9)]、河床の緩勾配化によって、ばらつきはあるものの掃流砂量[i]に減少傾向が認められる（図 3.2.20）と指摘されている。

このようなことから、1950 年代後半から 1970 年代前半の砂利採取等によって河床の砂の現存量が減少するとともに、下流側の河床が緩勾配化し、土砂の持ち出し以降、筑後川から海域への土砂流入量は減少したものと考えられる。

近年では砂利採取量は減少し、年間 1 万 m^3 程度となっている[2)]。また、第 29 回

[i]掃流砂：河床土砂（砂や礫）が流れによって滑動、転動、跳躍しながら河床上を移動するもの。浮遊砂・掃流砂を含めた海域への土砂流入量の全量が経年的に把握されていないため、ここでは経年的に既知の流量等から推定された掃流砂の知見を提示した。

有明海・八代海等総合調査評価委員会資料 3-2（2012）によると[10]、2000（平成 12）年～2008（平成 20）年の筑後川流域全体の土砂収支計算によれば、年間 12.5 万 m^3 が有明海へ流入していると推計されている（図 3.2.21）が、過去の土砂収支は推計されていない。

また、横山ら（2005）によると[11]、短期的なイベントとしては、筑後川の感潮域に堆積したシルト・粘土が出水時に浸食されて河口沖合域に堆積する事例が報告されている（図 3.2.22）が、大規模な洪水時には、感潮域河床を構成する砂分が有明海に流入することも考えられる。

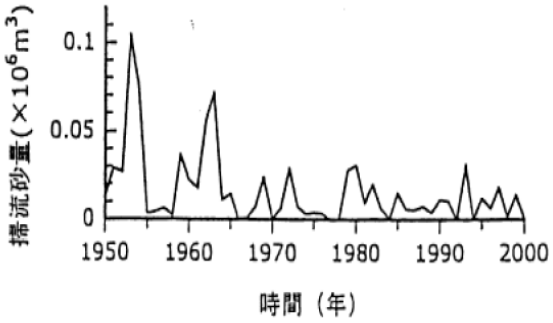
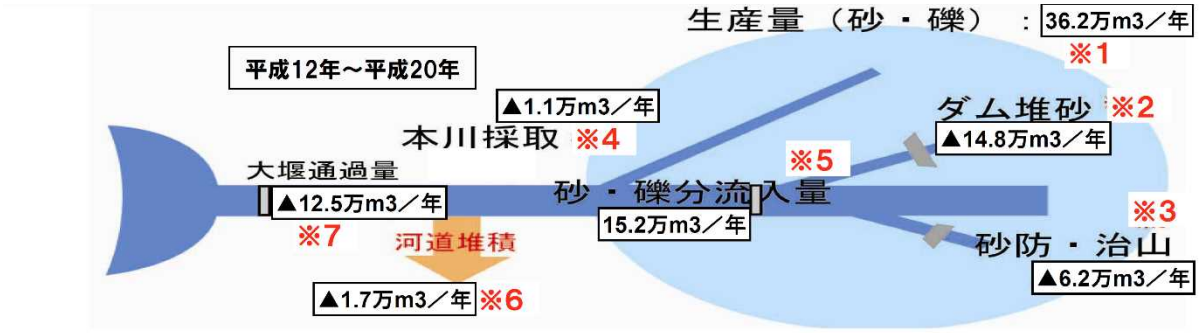


図 3.2.20　掃流砂量（芦田・道上式による推算値）の経年変化（25.5km 地点）

出典：横山勝英（2004）：陸域からの土砂流出－筑後川における流砂環境の変容-、有明海・八代海研究者会議（公開シンポジウム）資料、 PAGE.11-14



※1	土砂生産量：流域の土砂生産域を対象に治水ダム及び砂防・治山ダムの堆砂実績より推定	36.2 万m3/年
※2	ダム堆砂量：実績堆砂量を年代区分別に推定	14.8 万m3/年
※3	砂防・治山ダム堆砂量：砂防台帳・土石流危険渓流カルテを基に堆砂量を年代区分別に推定	6.2 万m3/年
※4	本川（支川）採取｛土砂持出量｝：筑後大堰上流での砂利採取量（河川改修による採取含む）の実績値を年代区分別に推定	1.1 万m3/年
※5	砂（礫）分流入量：土砂生産量（※1）から堆砂量（※2，※3）を差し引いて算出	15.2 万m3/年
※6	河道堆積：年代区分別に推定した河道形状変化量より採取量（※4）を差し戻して算出	1.7 万m3/年
※7	筑後大堰通過量：（※5）－（※4）－（※6）	12.5 万m3/年

図 3.2.21　筑後川流域の土砂収支推計結果

出典：第 29 回有明海・八代海等総合調査評価委員会資料 3-2（国土交通省）

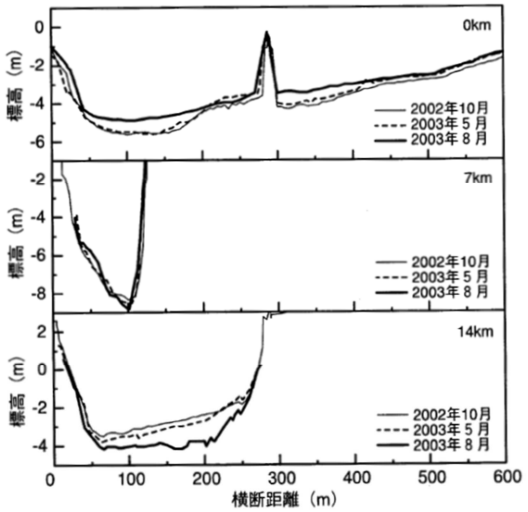


図-7　河床横断図（0 km，7 km，14 km）

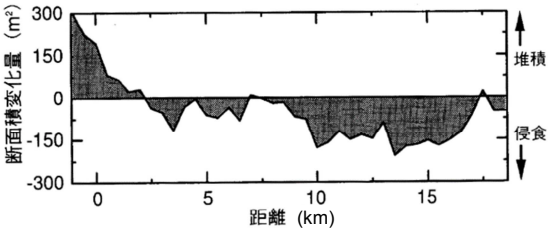


図-8　筑後川感潮域における出水前後の断面積変化

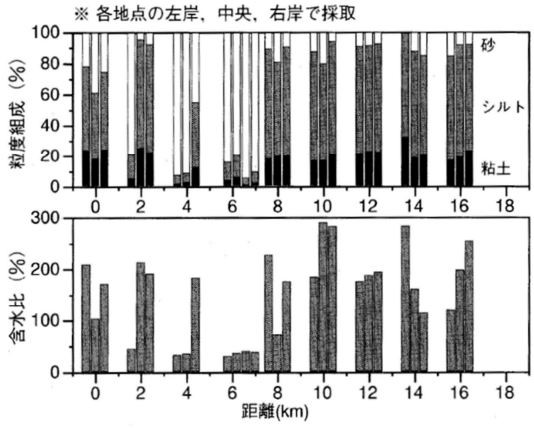


図-3　筑後川感潮域の粒度組成と含水比（出水前）

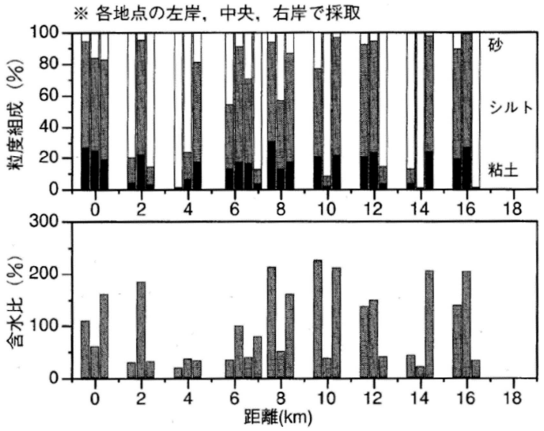


図-4　筑後川感潮域の粒度組成と含水比（出水後）

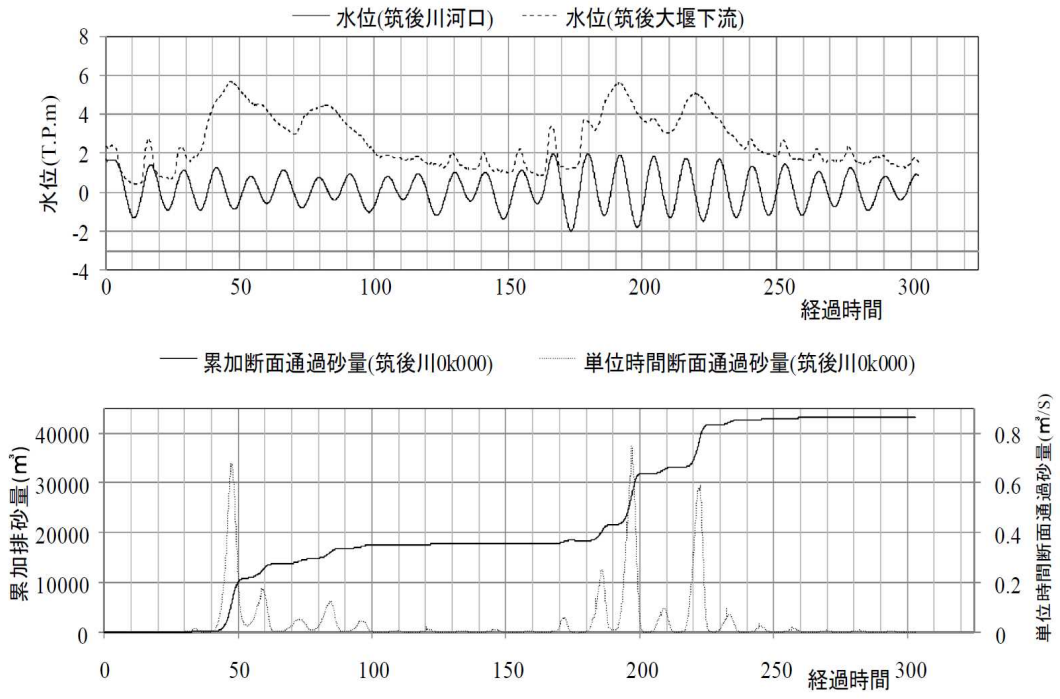
注）左上図は河床横断（0km,7km,14km）、右上図は筑後川感潮域における出水前後の断面積変化、左下図は筑後川感潮域の粒度組成と含水比（出水前）、右下図は筑後川感潮域の粒度組成と含水比（出水後）を示す。

図 3.2.22　筑後川感潮域における土砂動態

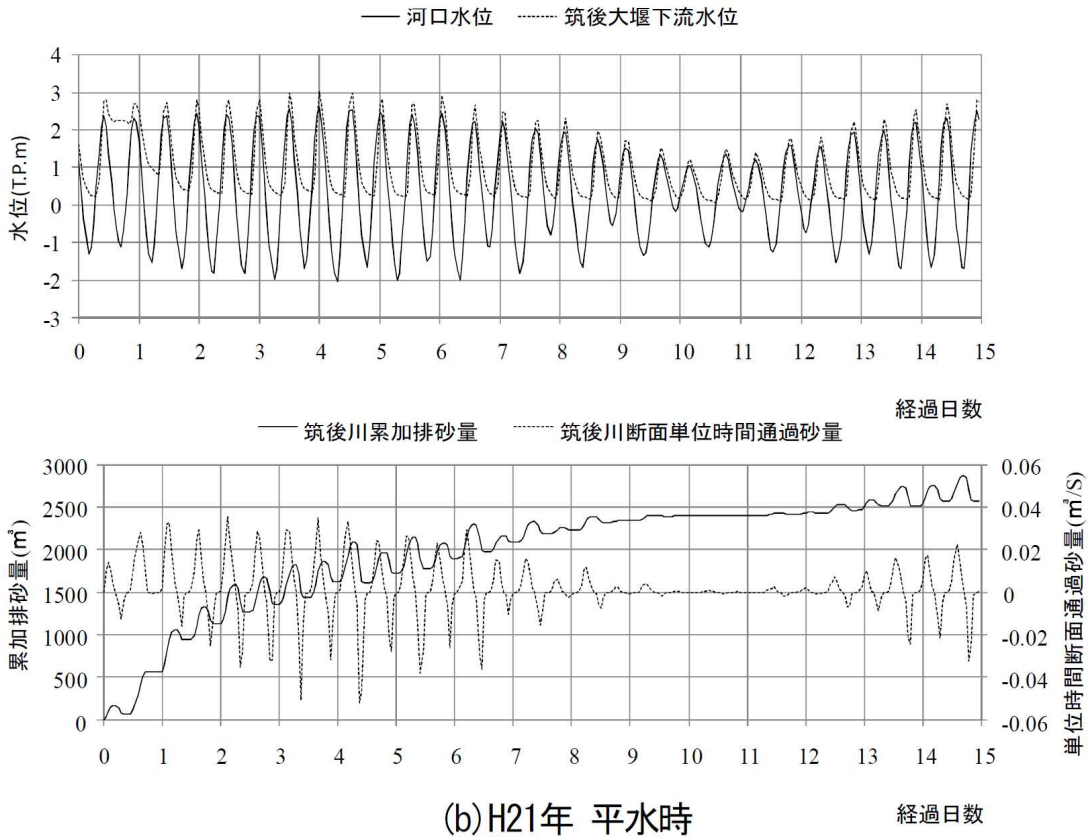
出典：横山勝英,河野史郎,山本浩一（2005）：有明海湾奥部の地形・底質分布に関する現地調査,海岸工学論文集 VOL.52 NO.2;PAGE.936-940

島本ら（2012）[12] によると、2009（平成 21）年の筑後川下流域の河床変動解析による有明海への土砂流入量推算では、洪水時には筑後川河口から有明海に流入する土砂量は干潮時に洪水ピークが重なった時が最も多く、洪水期間中は約 4.5 万 m^3 が流入している（図 3.2.23(a)）。

また、横山ら[11]（2005）によると、平水時には潮位変動とともに有明海に流入する土砂量は変動し、流量が増える大潮時に多量の土砂が流入している。大潮から小潮の約 15 日間で約 0.29 万 m^3 の土砂が有明海に流入していることから、平水時年間（11.5 ヵ月）の有明海に流入する土砂量は約 6.7 万 m^3 と見積もられ（図 3.2.23(b)）、2009（平成 21）年の 2 回の洪水による約 4.5 万 m^3 を合算すれば、2009（平成 21）年の有明海に流入する土砂量は 11 万 m^3/年以上と推算される。これは、2000（平成 12）年～2008（平成 20）年の土砂収支による推算と同程度となっている。



(a)H21年 洪水時



(b)H21年 平水時

図 3.2.23　筑後川流域河床変動解析による流量時系列と有明海に流入する土砂量の推算結果

出典：島元尚徳,久保世紀,鈴木健太,福岡捷二（2012）：筑後川流域における土砂収支の推算と有明海への砂の流出量に関する研究，河川技術論文集，第 18 巻

（3）まとめ

河川からの土砂流入の減少は、海域での底質の細粒化の要因となる可能性があることから、有明海・八代海に流入する代表的な河川についてその流況と海域に流入する土砂量に関する情報を整理した。海域に流入する土砂量について経年的な実測データが無いことから、流入土砂量に関連する砂利採取等の量や河床変動などについて経年変化を整理した。

河川の流況について、有明海の代表河川である筑後川を見ると 1973 年～2014 年の平均年間総流量は 36.6 億 m^3（最大 66.3 億 m^3、最小 16.5 億 m^3）、八代海の代表河川である球磨川を見ると 1970 年～2014 年の平均年間総流量は 38.6 億 m^3（最大 78.3 億 m^3、最小 15.7 億 m^3：1973(昭和 48)～2014(平成 26)年）である。それらは降水量に応じて変化しているが、両河川とも年間総流量の変化に単調な増減傾向は認められない。

筑後川の河床は、1970（昭和 45）年以降では、砂利採取やダム堆砂により約 1,200 万 m^3 分の低下がみられた。1953（昭和 28）年からの河床変動をみると、砂利採取によって下流側河道が緩やかな勾配となり、筑後川から海域への土砂流入が減少（河川の土砂運搬能力が低下）した可能性が推定される。

六角川(牛津川)では、データのある 1977（昭和 52）年以降では、順流区間及び感潮区間とも河床は概ね安定している。

緑川における 1970（昭和 45）年～2003（平成 15）年の間の砂利採取量とダム堆砂量は合計 700 万 m^3 であり、球磨川における 2000（平成 12）年までの砂利採取量とダム堆砂量の累計については合計 700 万 m^3 に達するとの報告がある。砂利採取等による河床の低下は、菊池川、緑川、球磨川でもみられたが、砂利採取の減少等により近年では概ね安定している。

さらに、代表的な河川である筑後川について、河川を通じた陸域から海域への土砂流入の変化及びその要因について考察した。

筑後川では 1953 年から 50 年間に各種事業により土砂が持ち出され、約 3,400 万 m^3 の河床低下が生じたと推定されている。1950 年代後半から 1970 年代前半の砂利採取等によって河床の砂の現存量が減少するとともに、下流側の河床が緩勾配化し、土砂の持ち出し以降、筑後川から海域への土砂流入量は減少したものと考えられる。

近年では砂利採取量は減少し、年間 1 万 m^3 程度となっている。

また、2000(平成 12)年から 2008(平成 20)年の筑後川流域全体の土砂収支計算によれば、年間 12.5 万 m^3 の土砂が有明海へ流入していると推計されているが、過去の土砂収支は推計されていない。

参考文献

1）福岡捷二（2005）「第13回有明海・八代海総合調査評価委員会 資料3 有明海・八代海における河川の影響について」
2）国土交通省河川局（2008）「六角川水系河川整備基本方針 土砂管理等に関する資料（案）」
3）国土交通省河川局（2007）「菊池川水系河川整備基本方針 土砂管理等に関する資料（案）」
4）国土交通省資料
5）国土交通省河川局（2008）「緑川水系河川整備基本方針 土砂管理等に関する資料（案）」
6）国土交通省 九州地方整備局 八代河川国道事務所資料
7）八代海域調査委員会（2003）「八代海域における環境保全のあり方について（資料）」
8）宇野木早苗（2002）：河川事業が沿岸環境へ与える影響を物理面から考える：海の研究 第11巻 第6号, pp.637-650
9）横山勝英（2004）：陸域からの土砂流出－筑後川における流砂環境の変容-、有明海・八代海研究者会議（公開シンポジウム）資料、 PAGE.11-14
10）国土交通省 九州地方整備局（2012）「第29回有明海・八代海等総合調査評価委員会 資料3-2 『土砂に関する知見の蓄積』に関する報告」
11）横山勝英,河野史郎,山本浩一（2005）：有明海湾奥部の地形・底質分布に関する現地調査, 海岸工学論文集　VOL.52 NO.2;PAGE.936-940
12）島元尚徳,久保世紀,鈴木健太,福岡捷二（2012）：筑後川流域における土砂収支の推算と有明海への砂の流出量に関する研究, 河川技術論文集, 第18巻

3.潮汐・潮流

[潮位の変動]

（１）有明海について

ア）潮位の状況

有明海では１日２回の満潮と干潮を迎える際の潮位差が大きく、特に湾奥では大潮期には最大約 6m に達する。

潮汐は主に月と太陽の引力から生じる異なる周期を持つ分潮で構成され、M_2 分潮（主太陰半日周潮）、S_2 分潮（主太陽半日周潮）、O_1 分潮（主太陰日周期）、K_1 分潮（日月合成日周期）を主要４分潮と呼ぶ。月の引力による分潮（主要４分潮では、M_2、K_1、O_1）は月の軌道の昇交点の周期変動（約 18.6 年周期）の影響を受けて振幅や位相が毎年変動する。有明海では湾口から湾奥に向かって潮位差は増大するが（表 3.3.1)、これは有明海の固有振動周期が半日周期に近く、半日周期の外洋の潮汐振幅と湾内水が共振現象を起こすためである。有明海の最も大きな分潮成分は M_2 分潮であり、S_2 分潮がこれに次ぐ（表 3.3.2)。湾奥の潮位差の増大には湾の固有振動による半日周潮(M_2 分潮＋S_2 分潮)の増幅が大きく関与する。なお、有明海の潮位変動の解析に際しては以下の点に留意する必要がある。

① 環境問題との関係をみるには、実際の振幅変化（分潮振幅に 18.6 年周期の変化（係数 f※）をかけたもの）を考える必要があること

② 実際の潮位には気象・海象等の要因が加わり、潮汐変動以外に特異な変動が含まれること

③ 潮汐振幅の長期変化の要因については、1)海水面積の減少、2)平均潮位の上昇、3)外洋の潮汐振幅の減少の３つの要因に整理されて議論されていること

※係数 f：M_2 分潮は 1979 年頃と 1997 年頃に極大、1988 年頃と 2006 年頃に極小をむかえる。一方、K_1 および O_1 分潮は M_2 分潮とは逆位相で、M_2 分潮が極大のときに極小をむかえるが、有明海では M_2 分潮の振幅が卓越しているため、実際の潮汐の 18.6 年周期の変動は、ほぼ M_2 分潮の係数 f の変動で表される。なお、S_2 分潮には 18.6 年周期の変動はない。

表 3.3.1　有明海各地点の潮位差

地名	潮差	平均潮差 cm	大潮差 cm	小潮差 cm
富	岡	192	278	106
口之	津	208	290	126
柳ノ瀬	戸	238	338	138
三	角	250	354	146
島	原	294	406	182
大	浦	315	453	178
竹	崎	316	454	178
三	池	318	456	180
若	津	322	458	186
住ノ	江	344	494	194

表 3.3.2　主要分潮の潮汐調和定数（振幅）

地名	分潮	M_2		S_2		K_1		O_1	
		Hcm	K°	Hcm	K°	Hcm	K°	Hcm	K°
富	岡	96	230	43	252	27	208	20	190
口之	津	104	254	41	290	28	216	21	192
柳ノ瀬	戸	119	252	50	287	28	220	20	197
三	角	125	254	52	295	26	220	19	201
島	原	147	258	56	299	25	219	20	204
大	浦	158	266	69	302	29	222	22	201
竹	崎	158	259	69	299	29	220	22	203
三	池	159	259	69	299	27	219	21	198
若	津	161	262	68	301	25	228	20	193
住ノ	江	172	267	75	306	27	221	22	206

注）上記地名の位置は図 3.3.1 に示すとおりである。

出典：気象庁（1974)「有明海・八代海海象調査報告書」

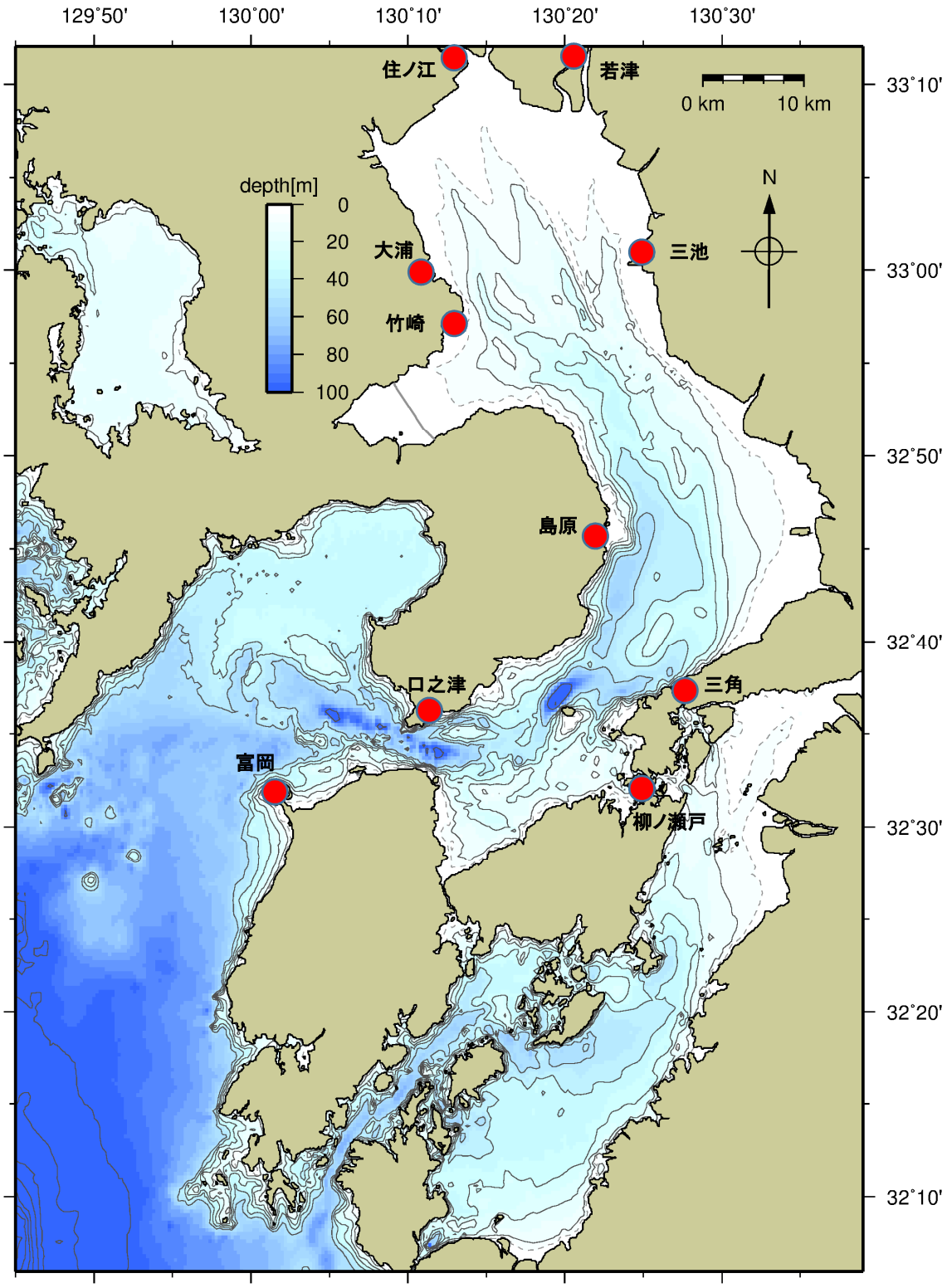
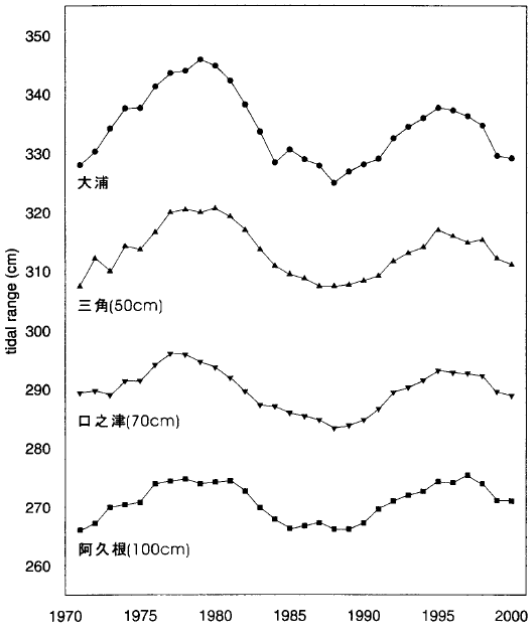


図 3.3.1　表 3.3.1 及び表 3.3.2 の潮位観測の地名の位置

イ）潮位差の比較

武岡（2003）[1)] によると、有明海は湾奥ほど年平均潮位差が大きく、大浦の潮位差は 1979 年頃（潮位差約 345cm）と 1995 年頃（同 337cm）に極大、1988 年頃（同 325cm）に極小をもつ変動がみられる。また、外洋に面している阿久根の潮位差は 1979 年頃(同 175cm)と 1997 年頃(同 175cm)に極大、1988 年頃(同 166cm)に極小をもつ変動がみられる（図 3.3.2)。大浦における年平均潮位差の変動は、M_2 分潮の f と振幅自体の変動でほぼ説明でき、1979 年頃の極大と 1988 年の極小の差(20cm 強)は、M_2 分潮の振幅と係数 f の変化(3.7%)から期待される変化とほぼ一致する。また、1979 年頃の極大と 1995 年頃の極大の差(約 9cm、M_2 分潮の振幅の 2.9%に相当)は、大浦における M_2 分潮の振幅の減少率でほぼ説明できる。



注）三角、口之津及び阿久根での値は図中のカッコ内の値を加えている。

図 3.3.2　有明海内外の観測点における年平均潮位差の経年変化

出典：武岡英隆（2003）：有明海における M_2 潮汐の変化に関する論議へのコメント，沿岸海洋研究，第 41 巻，第 1 号，pp.61-64

大浦における 1970 年から現在までの M_2 分潮振幅は、全体としては減少傾向にあり、この中で、周期的な増減を示し、外洋により近接する口之津においても同様の変化傾向が見られる。月昇交点位置変化の影響を含む長期的な M_2 分潮振幅の増減は、いずれも 1979 年頃と 1995 年頃に極大となった後、2007 年にかけて減少し、その後再び増加しており、2015 年頃に再び極大を迎えると考えられる（図 3.3.3)。

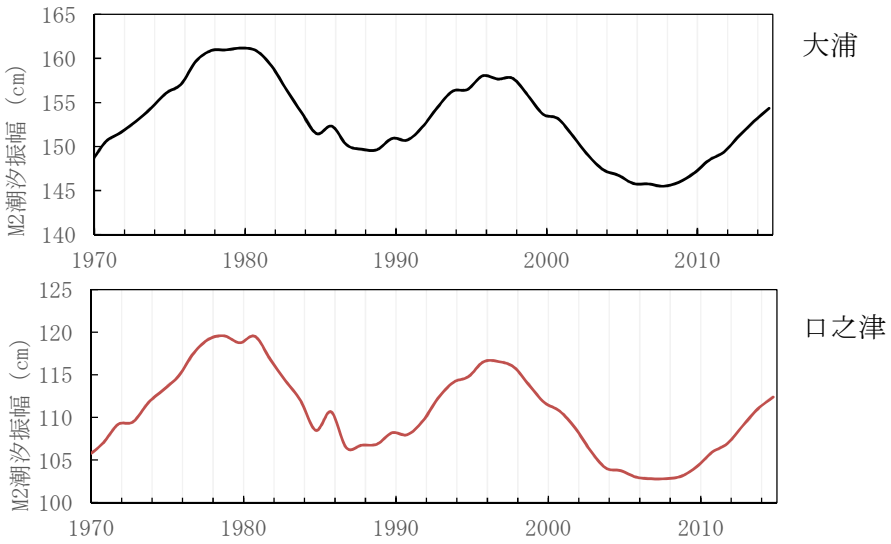


図 3.3.3　大浦及び口之津の M_2 潮汐振幅の経年変化（月昇交点位置変化の影響を含む）

資料：大浦・口之津毎時潮位（JODC オンラインデータ提供システム，気象庁潮位観測資料）

平成 18 年度の有明海・八代海総合調査評価委員会報告においては、潮位差減少と諫早湾の潮受堤防との関係について、実測とシミュレーションの知見として、それぞれ、農林水産省（2003）による 1970（昭和 45）年～2001（平成 13）年の大浦の年平均潮位差、大潮差の経年変化から明らかな変化はみられなかったという報告（図 3.3.4）と滝川・田淵（2002）[2] らの数値シミュレーションでは、潮受堤防により潮位差は減少し、その影響は湾奥ほど大きく、最奥の住ノ江では潮位差の約 2.5%の減少となることという報告が示されている（図 3.3.5）。

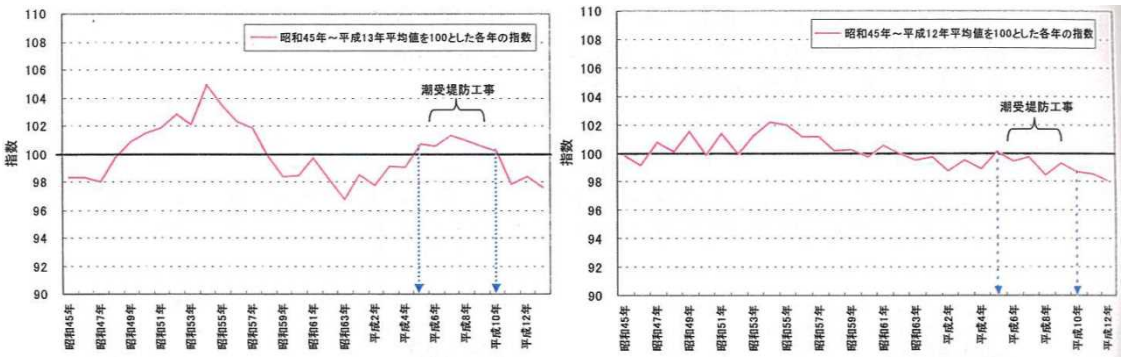


図 3.3.4　大浦検潮所における年平均潮位差と大潮差の推移

出典：農林水産省九州農政局（2003）「諫早湾干拓事業開門総合調査報告書」

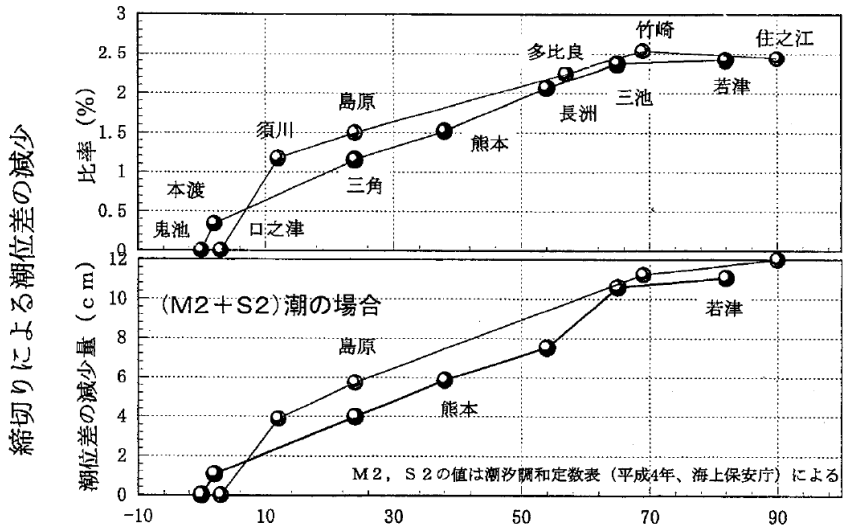


図 3.3.5　諫早湾締切りの潮位差への影響

出典：滝川清, 田淵幹修（2002）：有明海の潮汐変動特性と沿岸構造物の影響，海岸工学論文集，第 49 巻，pp.1061-1065

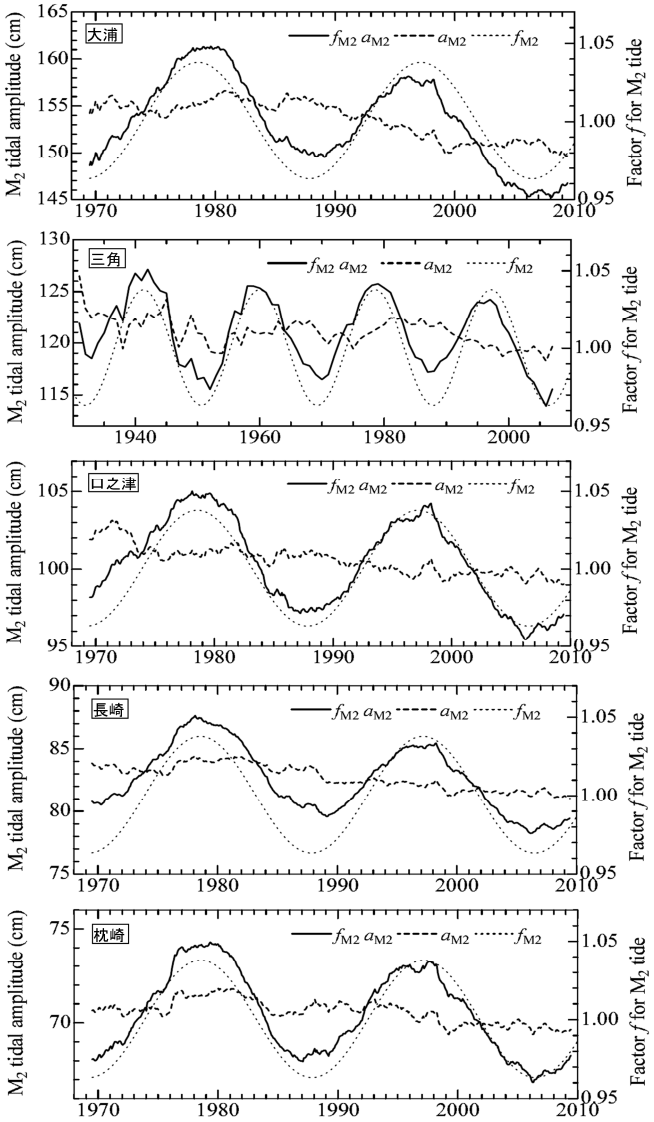
ウ）M_2分潮振幅の比較

有明海で最も大きな分潮成分である M_2 分潮振幅の変動に関する知見を整理した。

田井ら（2010）[3] によると、大浦の M_2 分潮振幅は 1980 年～1999 年の間に約 4%減少しているが、この減少は口之津のほか外洋でもみられる。

月昇交点位置変化の影響を除いた M_2 分潮振幅は、過去約 40 年間で減少しており、それが前述イ）で示した極大年の年平均潮位差の減少（1979 年頃＞1995 年頃）の主な要因と考えられる（図 3.3.6)。

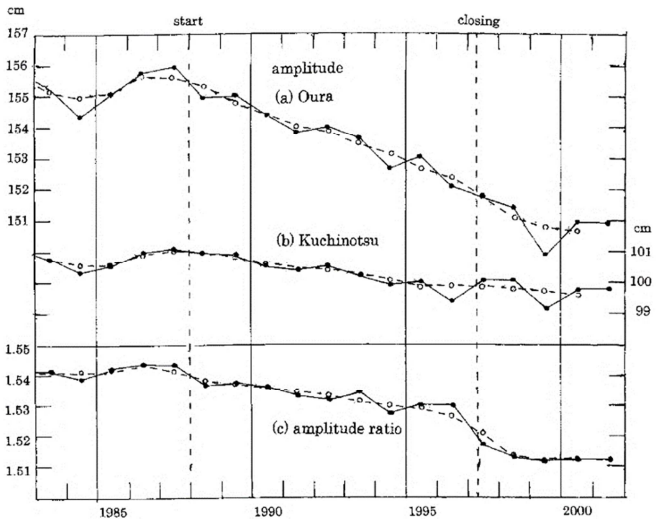
諫早干拓事業開始から潮受堤防締切りまでの間に大浦から口之津に至る M_2 分潮振幅の増幅率が 1.54 から 1.52 に減少しており、この減少は干拓事業に伴う地形変化が原因との報告[4] がある（図 3.3.7）一方、口之津を 1 とした場合の大浦の M_2 分潮振幅の増幅率に明らかな変化はみられなかったとの報告もある（図 3.3.8）[5]。なお、田井ら（2008）[6] によると、諫早湾の潮受堤防締切りによる有明海内の M_2 分潮振幅の増幅率は、外洋の潮汐振幅に依存するため、外洋の潮汐振幅が等しい場合を比較する必要があることが報告されている。



fM_2aM_2:昇交点運動の変化を含めた振幅、aM_2:昇交点運動の変化を取り除いた振幅

図 3.3.6　M_2分潮の調和定数（振幅）と f 値の経年変化

出典：田井明、斎田倫範、矢野真一郎、小松利光（2010）：潮汐振幅の全球的な長期変化，ながれ，第 29 巻，pp. 427-431



注）1.(a)は大浦、(b)は口之津の M2 分潮振幅を示し、(c)は振幅比、すなわち増幅率を示す。
2. 実線は観測値、破線は 3 年間の移動平均値（短周期ノイズを消すために実施）である。
3. 縦の破線は、諫早湾干拓事業の開始と潮受け堤防による締切り。

図 3.3.7　大浦と口之津の M_2 分潮振幅の経年変化

出典：宇野木早苗（2004）：有明海の潮汐・潮流の変化に関わる科学的問題と社会的問題，沿岸海洋研究，第 42 巻，第 1 号，pp.85-94

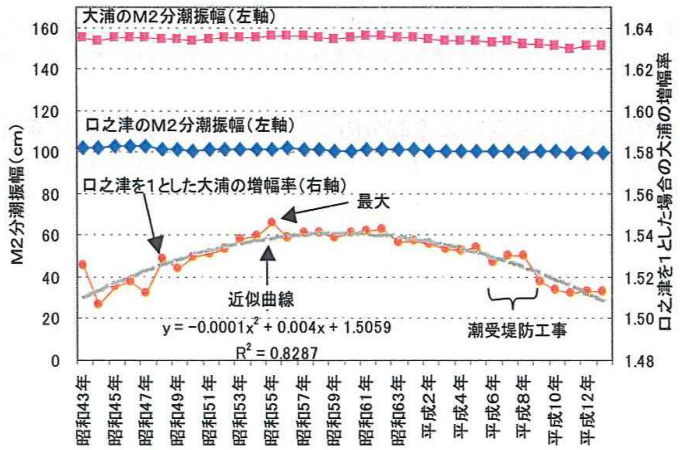


図 3.3.8　口之津検潮所と大浦検潮所の M_2 分潮増幅率の経年変化

出典：農林水産省九州農政局（2003）「諫早湾干拓事業開門総合調査報告書」

M_2分潮振幅（月昇交点変化の影響を含まない）については、大浦で約 20 年の間に約６cmの減少がみられる(図 3.3.6)。このM_2分潮振幅の減少要因としては、有明海内の海水面積の減少（内部効果)、平均潮位の上昇（外部効果)、外洋の潮汐振幅の減少（外部効果）などが挙げられているが、その影響度合いに関する見解は異なっている（表 3.3.3)。

表 3.3.3　M_2分潮振幅の減少に関する各要因の寄与率に関する見解

見解 / 要因	見解 1	見解 2	見解 3	見解 4	見解 5
有明海内の海水面積の減少	50%	40～50%	潮受堤防の締切り 10～20%	諫早堤防：24% 熊本新港：2%	－
平均潮位の上昇	10%	極めて小さい	－	0%	－
外洋潮汐振幅の減少	40%	50～60%	－	76%	過去80年間では、M_2分潮振幅減少の大部分は干拓等の海岸線の変化ではなく、外海のM_2分潮振幅の減少である。

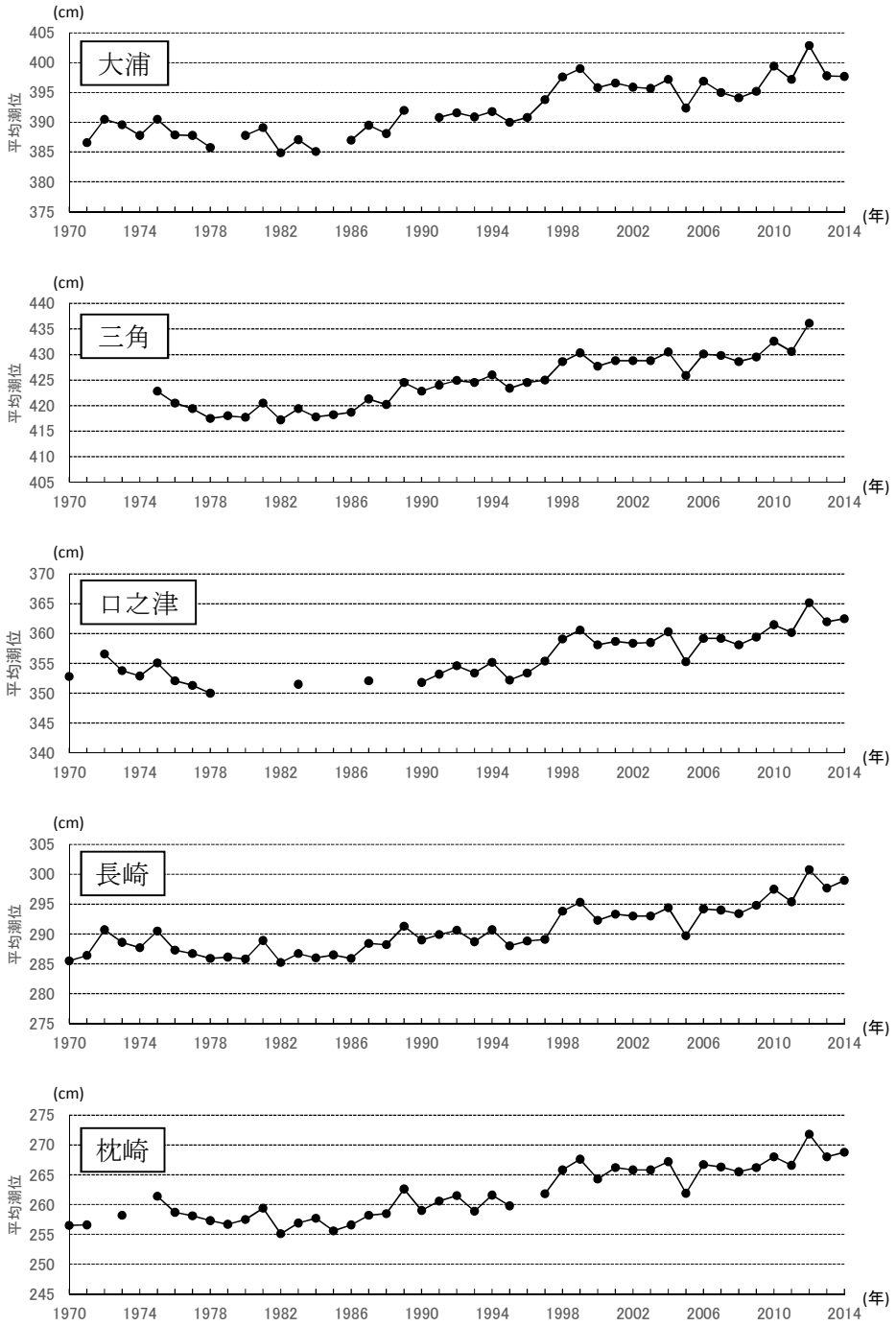
注）各見解の解析にかかる条件、方法等は、それぞれ異なることから単純に比較ができないことに留意が必要である。

出典：

見解 1）宇野木早苗 (2003)：有明海の潮汐減少の原因に関する観測データの再解析結果，海の研究，第 12 巻，第 3 号、pp. 307-312
見解 2）灘岡和夫、花田岳 (2002)：有明海の潮汐振幅減少要因の解明と諫早堤防締め切りの影響，海岸工学論文集，第 49 巻，pp. 401-405
見解 3）塚本秀史、柳哲雄 (2002)：有明海の潮汐・潮流，海と空，第 78 巻，第 1 号，pp. 31-38
見解 4）藤原孝道，経塚雄策，濱田考治 (2004)：有明海における潮汐・潮流減少の原因について，海の研究，第 13 巻，第 4 号，pp. 403-411
見解 5）田井明、斎田倫範、橋本彰博、矢野真一郎、多田彰秀、小松利光 (2010)：有明海および八代海における半日周期潮汐の長期変化について，水工学論文集，第 54 巻，pp. 1537-1542

エ）有明海の平均潮位の上昇

平均潮位は、湾奥の大浦、より外洋に近接した口之津で共に近年上昇しており、外洋の長崎や枕崎においても同様の傾向で上昇している（図 3.3.9)。



注 1) 本図は、有明海･八代海総合調査評価委員会･環境省「委員会報告」(平成 18 年 12 月)の図 3.5.7 に海岸昇降検知センターHP：日本列島沿岸の年平均潮位(1894 年～)の 2001 年以降の値を追加している。
2) 平均潮位データは、験潮場の地盤を基準とした海面変化であり、地殻上下変動に伴う験潮場の標高の変化は加味されていない。

図 3.3.9　年間の平均潮位の推移

（２）八代海について

八代海の潮位観測点は有明海に比べて数少ないが、1980 年以降、有明海と同様に平均潮位の上昇と潮位差の減少傾向が観測されている（図 3.3.10）。八代海の潮位変動特性（湾振動）に関わる詳細な知見は少ないが、外洋からの入射波周期に対する八代海の各点での振動応答を２次元の数値計算より算定した結果によると（図 3.3.11）、八代海の湾振動周期は約３時間であり、これが八代海の長軸方向の固有振動周期である。また、９時間以上の振動応答は、有明海の固有周期による影響であり、八代海と有明海の潮汐流動の調査に際しては相互の影響についても考慮する必要がある[7)]。

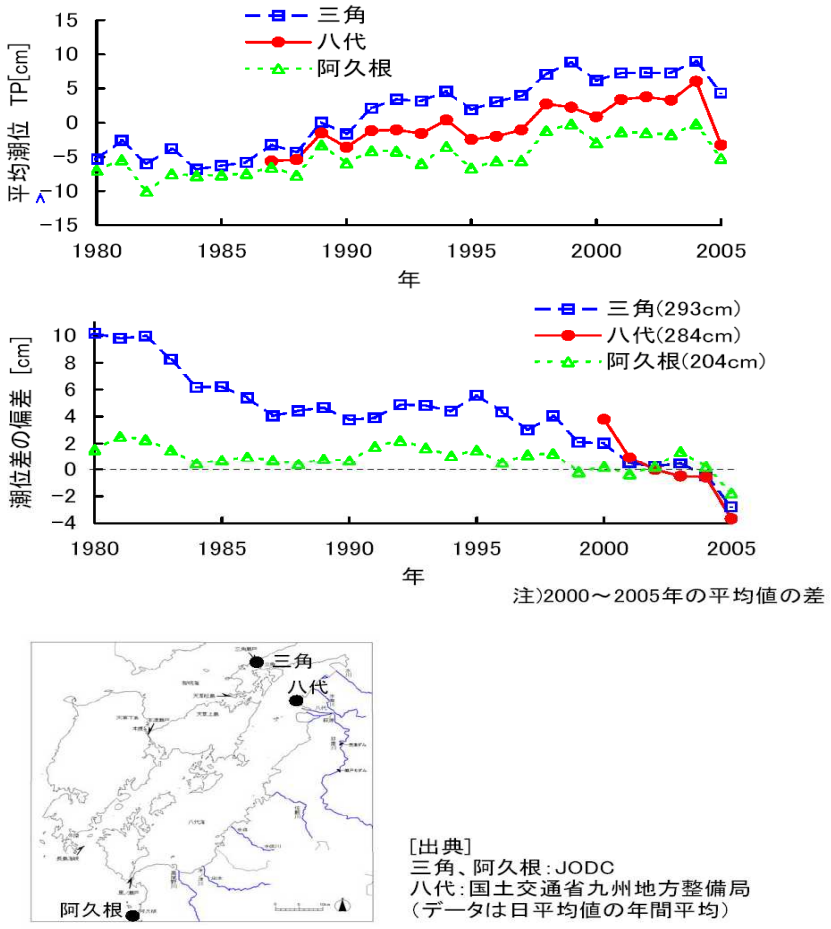


図 3.3.10　八代海における平均潮位及び潮位差の年変動

出典：大和田紘一, 本城凡夫[八代海検討グループ](2006)「第 23 回有明海・八代海総合調査評価委員会　資料-2-3 八代海に関する検討」

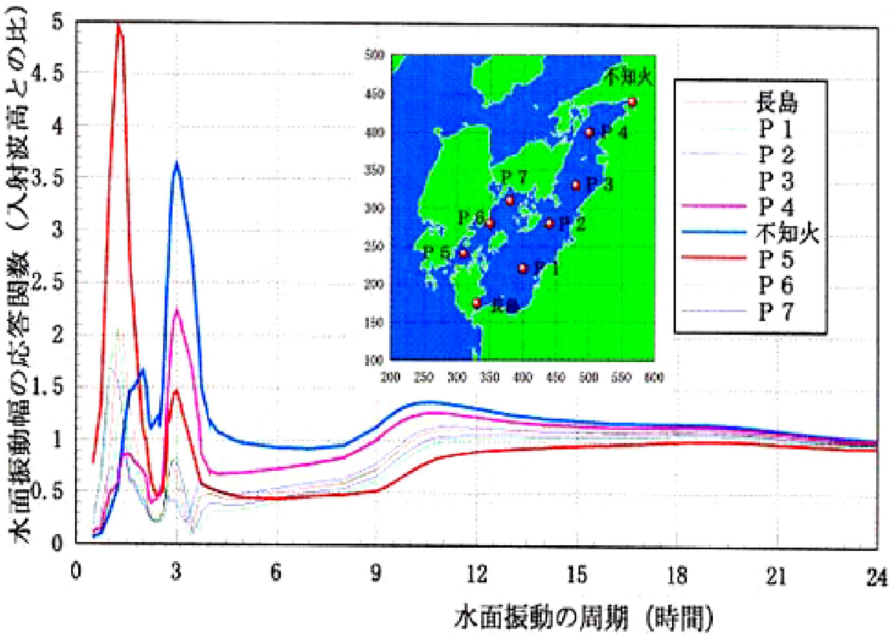


図 3.3.11　八代海における水面振動幅の応答関数

出典：滝川ら(2004)、八代海の環境変動の要因分析に関する研究、海岸工学論文集、第 51 巻、土木学会、916-920

［潮流の変化］

海域の流れは、潮流と平均流（恒流）に分類され、潮流は潮汐による海面昇降を起こす海水の水平方向の往復運動であり、潮汐と同様な周期成分で構成される。

次に、平均流は潮流を除いた、潮汐残差流、河川からの淡水流入等によって引き起こされる密度流、風によって生じる流れ等を総称したものである。平均流のひとつである潮汐残差流は、潮流の非線形性によって生じる一方向の流れで、潮流により運ばれる水粒子は、一周期終わっても元の位置に戻らず、実際の湾ではややずれた位置にたどり着くことがあり、これは潮汐残差流によるものである。この潮汐残差流を含む平均流は、長期の物質輸送に重要な役割を果たす。

また、岸近くの干潟部などでは澪筋に沿った流出入が起きるなど地形の影響を強く受ける。

（１）有明海の潮流について

ア）潮流・平均流の状況

ａ）潮流の状況

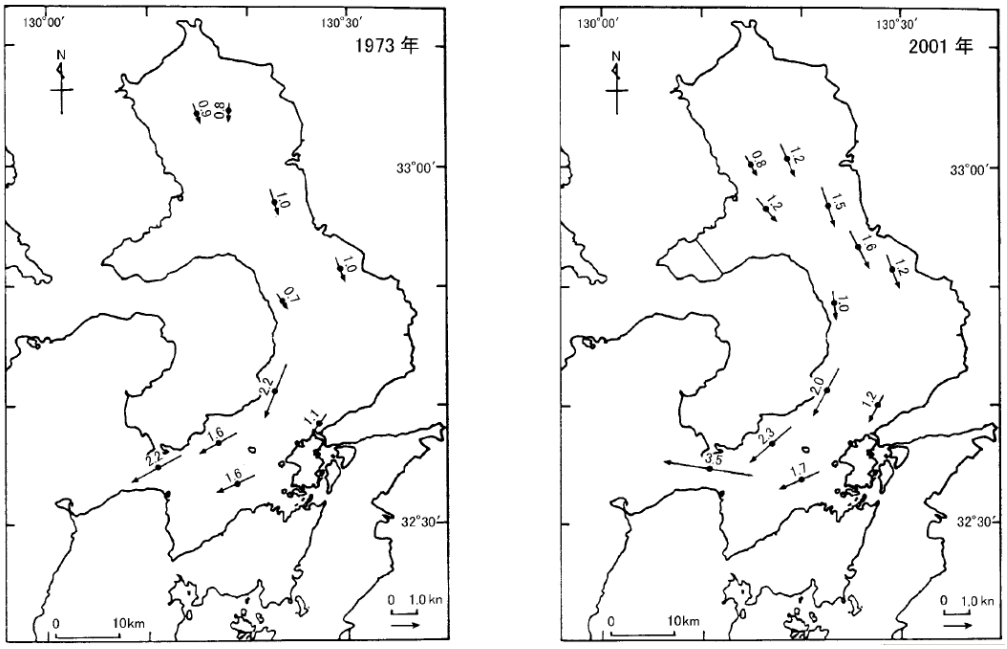
大潮平均流速は湾口部の早崎瀬戸で最大７ノットを超え、湾南部で 2～3 ノット、湾中央部で 1.5～2 ノット、湾奥部と沿岸部でも 1～1.5 ノットに達する。湾奥部でも強い流速を有するのは潮汐と同様に湾の共振による振動増幅及び水深減少のためと考えられている。また、浅海部の観測によると、湾奥河口域では澪筋に速い流れが出現している。

有明海の流動は、大きな潮位差によって引き起こされる卓越した潮流が特徴的である。ただし、坪野ら(2009) [8] によると、夏季の諫早湾口周辺においては潮位差だけでなく海陸風の影響も日周期の流れに対して見られると報告している。

海上保安庁による 1973 年と 2001 年の 2 回の観測結果より（図 3.3.12)、平均大潮期の下げ潮流では、三池港沖では 1.0 ノットから 1.5 ノット、島原沖では 0.7 ノットから 1.0 ノット、深江沖では 2.2 ノットから 2.0 ノットと増減は様々である。また、各測点の潮流の鉛直分布も特徴的な変化*)が現れており、これは淡水流入条件による密度構造の違いによる可能性が大きいこと等が報告されている[9]。しかしながら小松ら（2006）[10] によるとこの 2 回の観測結果は、観測した季節が同じでなく、河川流入量や水温などの違いにより密度構造の効果が異なっていたおそれがあること等から、地形変化のみの効果を取り出して評価するまでに至っていないと考えられる。

西海区水産研究所が実施した 2001 年（平成 13 年）2 月の下げ潮時の観測によると、25 年前の同時期の推定値と比較して、有明海全体(熊本県大矢野島諏訪原と島原半島有家町石田を結ぶ線以北)の潮流流速は約 12%低い値を示したことが報告されている[11]（図 3.3.13)。

*)測点 7(島原沖)の 10m層の潮流は顕著な変化はないものの、3m層では流速が増加するなど、明らかな変化がみられた。測点 4（三池沖）の潮流では、1973 年では下層ほど増大するのに対し、2001 年では下層ほど減少していた。



注）各地点の潮流は平均流を含まず、平均大潮に換算されている。

図 3.3.12　1973 年と 2001 年の平均大潮時の海面下 3mにおける下げ潮流の比較

出典：小田巻実，大庭幸広，柴田宣昭（2003）：有明海の潮流新旧比較観測結果について，海洋情報部研究報告，第 39 号，pp. 33-61

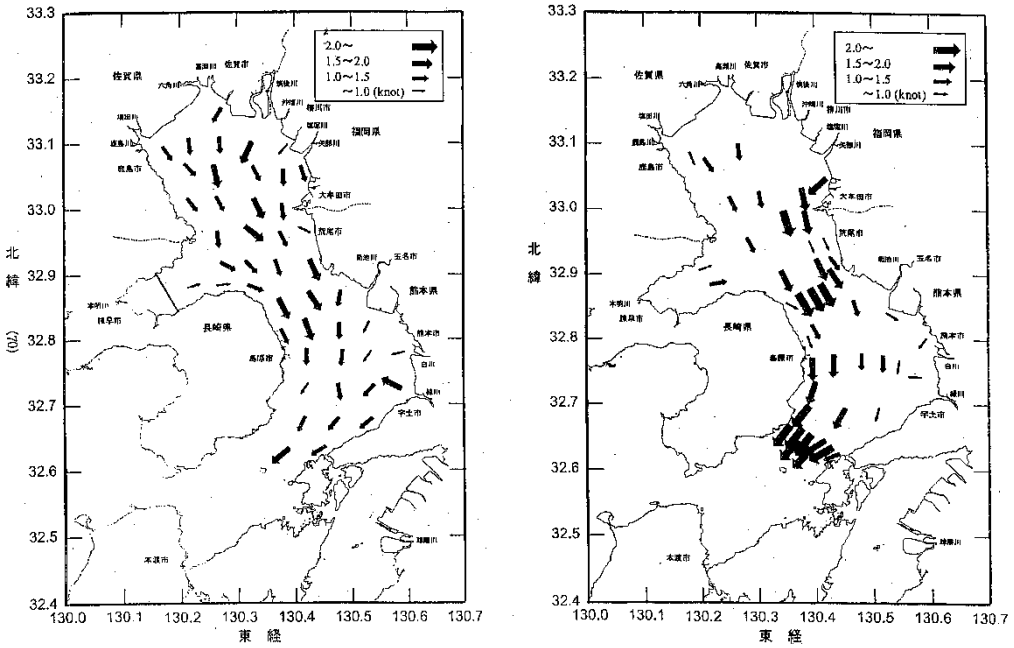


図 3.3.13　2001（平成 13）年と 1975（昭和 50）年頃の下げ潮時の流速水平分布

出典：独立行政法人水産総合研究センター　西海区水産研究所（2004）「第 9 回有明海・八代海総合調査評価委員会　資料-2 行政特別研究　有明海の海洋環境の変化が生物生産に及ぼす影響の解明について」ほか

ｂ）平均流の状況

平均流については、有明海では河川流入水の変動や風が平均流に与える影響が大きく、長期的な変化については不明な点も多い。

海上保安庁が作成した夏の表層での平均流の分布図によると、湾内には、湾南部、湾中央部、湾奥部にそれぞれ独立した流れが形成されている。湾奥部では東部の三池沖に北向きの流れが存在し、湾奥になるにしたがって北西に向きが変わり、全体として反時計回りの環流がみられるとされている。湾中央部では島原市北方と長洲町沿岸には湾奥に向かって 0.4 ノットの流入がみられる。一方、島原半島の沿岸で 0.2～0.6 ノット程度の明瞭な南下流が形成されている。この強い南下流は、その後の観測でも見いだされている。湾南部では全般的に湾口に向かう流れとなっている。

河川流入水の影響について、淡水が流入すると鉛直方向に流れの変化が生じ、夏季を中心に上層で流出、下層で流入のエスチュアリー循環（密度流）が発達する。

風の影響については、季節平均で検討した万田ら（2006）[12] の有明海中央部における解析結果では、吹送流の流速が最大となる秋季でもその大きさは密度流に比べて一桁小さいことが報告されている。また、出水時を含めた 1 週間程度の期間を対象に検討した井下ら（2016）[13] によると、有明海奥部では出水や潮流に加えて吹送流の影響も大きいことが示されている。このように検討の対象期間によっては、風による影響の程度が異なる場合がある。

海上保安庁による観測結果では､1973 年と 2001 年の 2 回の結果を比較すると、後者では島原半島を南下する沿岸流の平均流の流速が約 1/3 になっていた（図 3.3.14)。ただし、平均流は、地形など場所毎の条件に加え、河川水の流入、水温、風などの変動の影響を受けるため、長期的な変化とその要因を単純に評価することはできない。

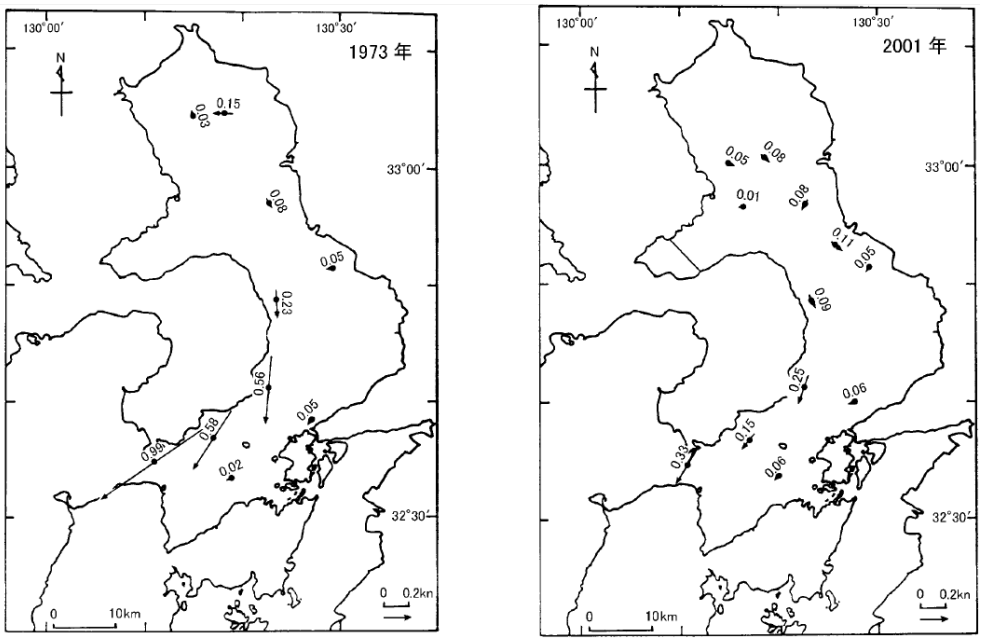


図 3.3.14　1973 年と 2001 年の 15 昼夜観測の平均流の比較

出典：小田巻実，大庭幸広，柴田宣昭（2003）：有明海の潮流新旧比較観測結果について，海洋情報部研究報告，第 39 号，pp. 33-61

イ）潮流流速の変化の主な要因とその影響

有明海の潮流に全体的な影響を及ぼす要因としては、1)干拓・埋立て等による海水面積の減少並びに地形の変化、2)東シナ海全体の平均潮位の上昇に伴う有明海湾内の平均潮位の上昇、3)外洋の潮汐振幅の減少があげられる。これは、前述の潮汐振幅に与える影響要因と同様であり、流体力学の基本原理である連続条件（体積保存則）から、潮汐振幅が減少すると潮流流速は減少していなければならないことに起因する。

有明海では、干拓・埋立て、海岸線の人工化（護岸化）、港湾等の人工構造物の構築、ノリ網の敷設（柵数は1970年頃をピークに減少）がなされてきた。

また、前述のとおり、外洋の平均潮位の上昇に伴って、有明海の内湾でも平均潮位の上昇がみられ、外洋の M_2 分潮振幅も内湾と同様に1970年から現在までの過去40年間で、全体としては減少傾向がみられる。

なお、実際の内湾では、潮流は潮位差により生じるもののほか、気象による影響や密度差による影響も複雑に関係するため、潮流の観測結果の比較は容易ではないが、これまでの研究報告や観測結果が得られている事項について、以下のとおり知見を整理した。

①　干拓・埋立てによる潮流流速への影響

1970年以降、有明海では佐賀県白石地区、福岡県三池港北部、熊本県長洲港北部、諫早湾などの干拓、熊本新港建設による埋立てが行われている。有明海における潮流流速は、東シナ海全体の平均潮位の上昇に伴う有明海湾内の平均潮位の上昇、外洋の潮汐振幅の減少の影響とともに、過去の様々な開発行為の影響を受けていると考えられるが、この内、調査・研究報告がみられる事例について、以下のとおり整理した（熊本港建設による影響は別途後述）。

諫早湾内における潮流調査の実測結果[14]から、諫早湾の湾奥部と湾央部では堤防締切り後に潮流流速が低下し、諫早湾の湾口部でも湾奥部や湾央部ほど顕著ではないものの、流速が低下する傾向がみられたが、諫早湾外では観測年によるデータのばらつきが大きく、変化の傾向も異なった（図 3.3.15）。また、シミュレーションによると、下げ潮時の潮流流速は潮受堤防設置により諫早湾口北側の一部海域で増加、湾内から島原半島に沿った広い領域では減少するとの結果が得られている（図 3.3.16）[15]。

矢野ら（2014）[16]によると、諫早湾内の表層での潮流流速の変化量（潮受堤防がない場合とある場合）を数値シミュレーションにより解析した結果、潮受堤防による諫早湾の容量の減少により潮流流速が全体的に減少し、下げ潮最強から干潮にかけて、島原半島沿いに帯状の増速域と減速域が見られる。これは、潮受堤防の有無による諫早湾から有明海湾口へ流出する入退潮量の違いにより、島原半島沿いに流下する下げ潮流の流速が変化し、その結果として慣性力が変化し、流軸がずれたために起こったと考えられる（図 3.3.17）。

次に、矢野ら(2015)[17]は、3次元シミュレーションによる解析によって、諫早湾の潮受堤防建設による鉛直混合能の変化が塩淡成層の発達に対して与えた影響は、大潮期では堤防の影響が顕著であるが小潮期では小さいこと、また、その

影響は諫早湾内と島原半島沿岸で強く、北部有明海ではほとんど無いことを報告している。

西ノ首ら（2004）[18]によると、観測データとしては、島原半島沿岸部の観測結果（1993 年と 2003 年)から、潮流流速は大きく減少（約 21～27%)し、この減少率は締切りで減少した面積(約 3,667ha)が北部有明海（有明-長洲ライン以北、約 75,435ha）に占める割合(約 5%)と比して大きく、諫早湾への水塊の流出入が島原半島沿岸で集中的に生じることが示唆されるとの報告がある(図 3.3.18)。(ただし、これについては前述の矢野ら（2014）が報告しているように、流れの分布の変化が影響した可能性も無視できない。)

千葉ら（2002）[19]の数値シミュレーションによると、潮受堤防による最大潮流速度の変化は、堤防前面で 0.3～0.4m/s の減少、諫早湾外北側の地点で僅かに増速（0.0～0.1m/s）する部分がある以外は、有明海全体で最大潮流速度の変化は非常に小さい（0.0～0.1m/s の減速）とされている（図 3.3.19)。

また、長期的、短期的な地形変化に伴う潮流流速の変化にかかるシミュレーションから、

(a) 有明海湾奥部の干拓（1970 年以前）に伴う地形変化により、湾奥部を中心に潮流流速は 10～30%減少する、

(b) 諫早湾干拓に伴う地形変化により、諫早湾内で潮流流速は 20～60%減少し、有明海中央部で潮流流速は 5%減少する、

との結果が得られている（図 3.3.20)。

また、田井ら（2014）[20]は、数値シミュレーションにより、潮流への諫早湾干拓事業の影響は諫早湾から島原半島沿いに限られ、有明海湾奥部においては諫早湾干拓事業より前（1900 年頃～）に行われた干拓によって流速が大きく減少しており、湾奥部に関して諫早湾干拓事業による湾奥部の流速の変化は月の昇交点運動による潮汐振幅の変動の影響に比べて非常に小さいことを示している（図 3.3.21)。

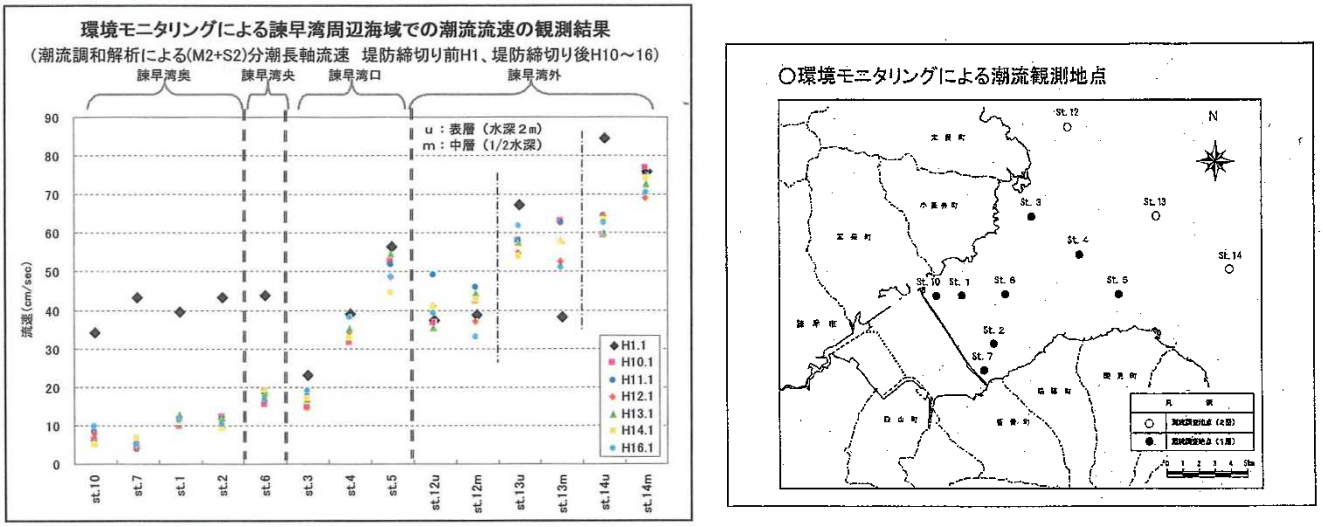


図 3.3.15　潮流調査による諫早湾周辺海域での潮流流速の観測結果

出典：農林水産省農村振興局(2004)「第 8 回有明海・八代海総合調査評価委員会　資料-3 諫早湾干拓事業　開門総合調査に係る補足説明」

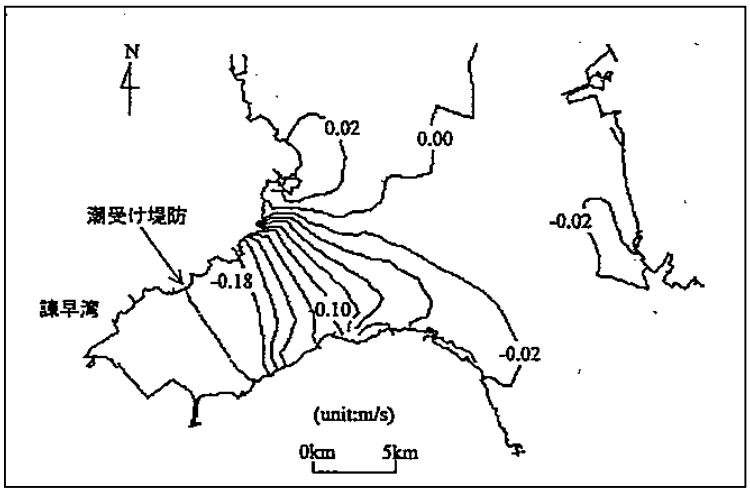
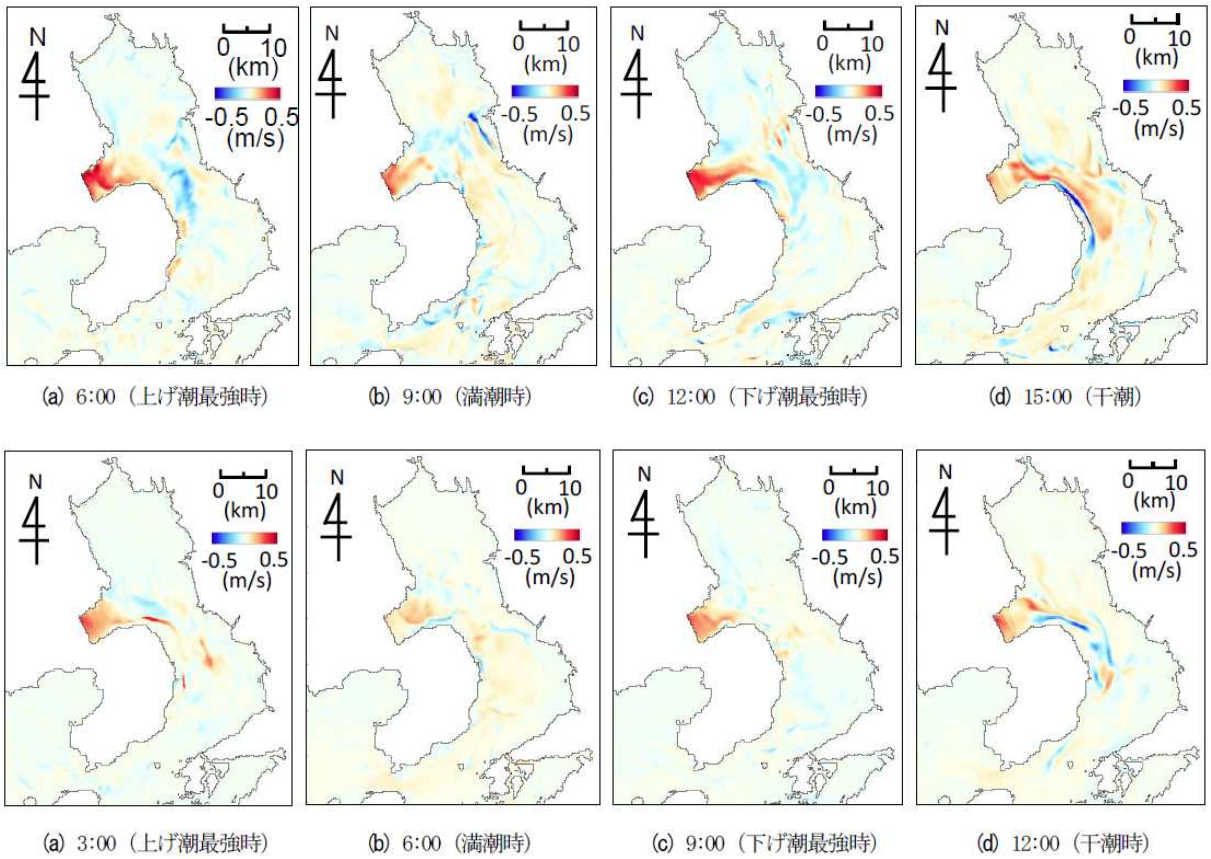


図 3.3.16　下げ潮時の流速強度に関する閉め切り前後の差

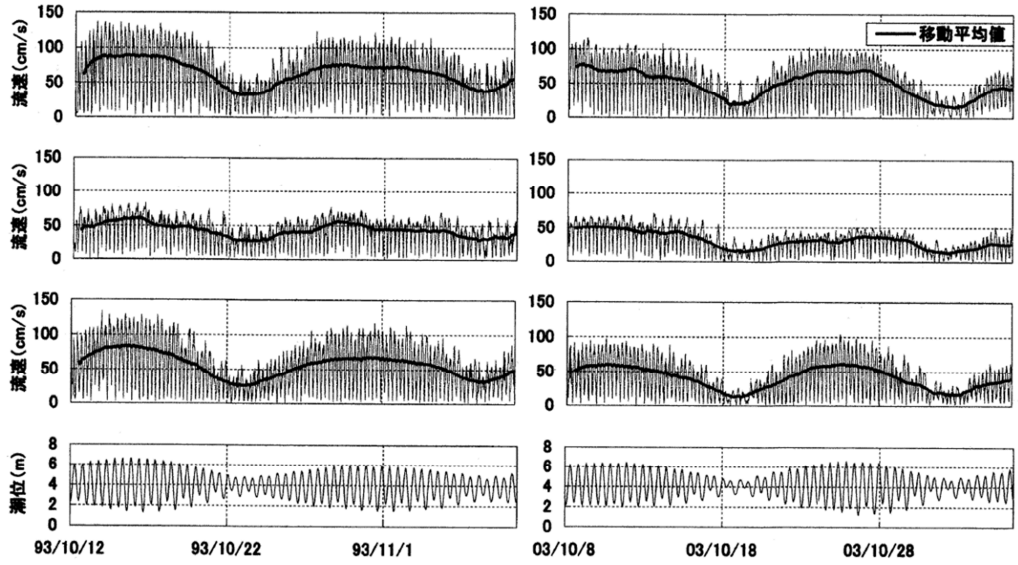
出典：灘岡和夫,花田岳(2002)：有明海における潮汐振幅減少要因の解明と諫早堤防締め切りの影響，海岸工学論文集，第 49 巻，pp.401-405

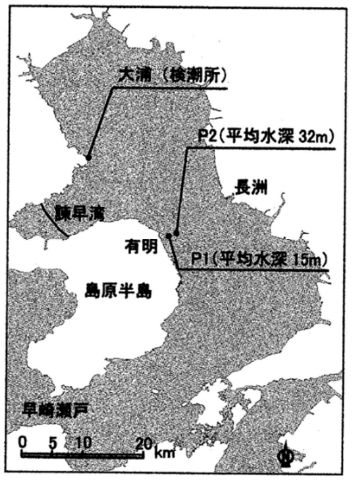


注）上段は出水のあった時期の大潮期（2006 年 7 月 26 日）、下段は出水のない大潮期（2006 年 6 月 9 日）の状況を表した計算結果である。

図 3.3.17　表層での流速の変化量（[潮受堤防がない場合]-[潮受堤防がある場合]）

出典：矢野真一郎,西村圭右（2014）：諫早湾干拓事業が与えた有明海の塩淡バロクリニック構造への影響に関する検討，土木学会論文集 B3（海洋開発），Vol.70，No.2





〔観測実施位置の概略図〕

注）1.左図は 1993 年 10 月 12 日～11 月 1 日、右図は 2003 年 10 月 9 日～11 月 7 日
2.上段より、P1(水深 5m)、P2(水深 5m)、P2(水深 20m)における水平流速の絶対値、潮位

図 3.3.18　観測結果の時系列

出典：西ノ首英之,小松利光,矢野真一郎,斎田倫範（2004）：諫早湾干拓事業が有明海の流動構造へ及ぼす影響の評価，海岸工学論文集，第 51 巻，第 1 号，pp.336-340

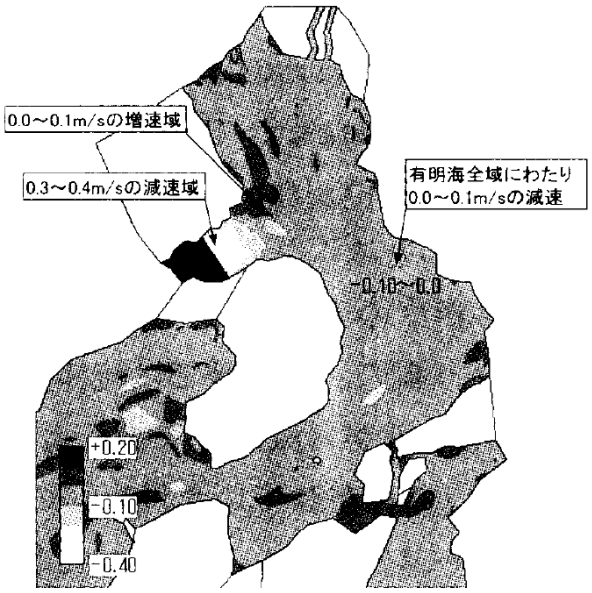


図 3.3.19　最大潮流速度の偏差分布（潮受堤防の影響）

出典：千葉賢, 武本行正 (2002)：諫早湾潮受け堤防の影響評価のための潮位観測値の分析と流況数値解析, 四日市大学環境情報論文, 第 5 巻, 第 1･2 号合併号, pp39-70

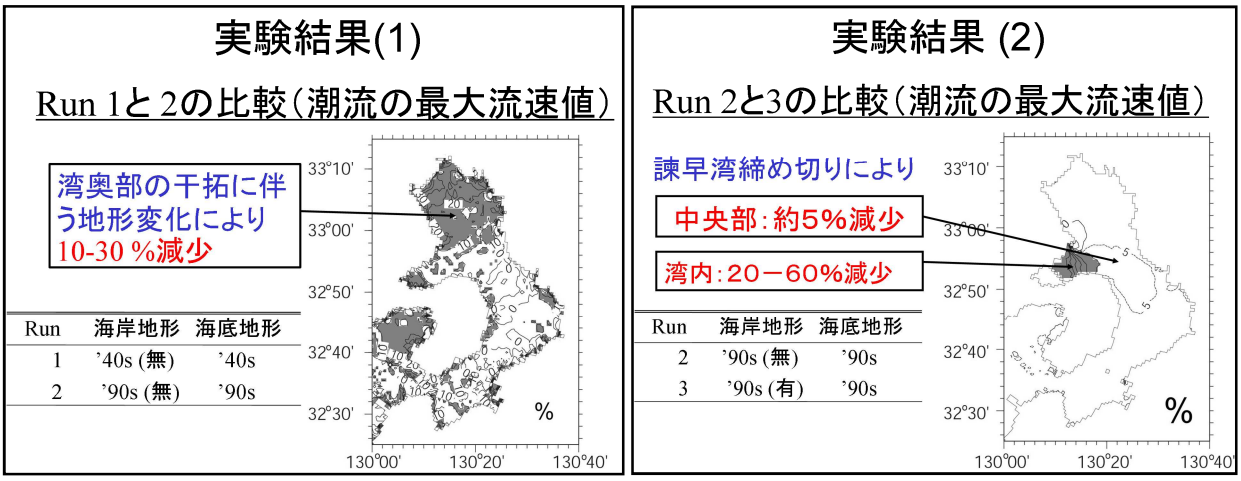
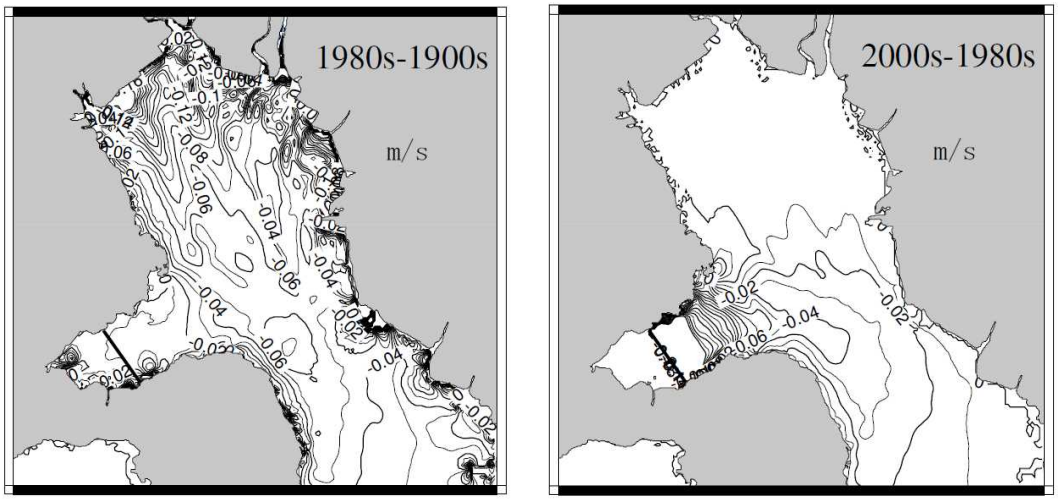
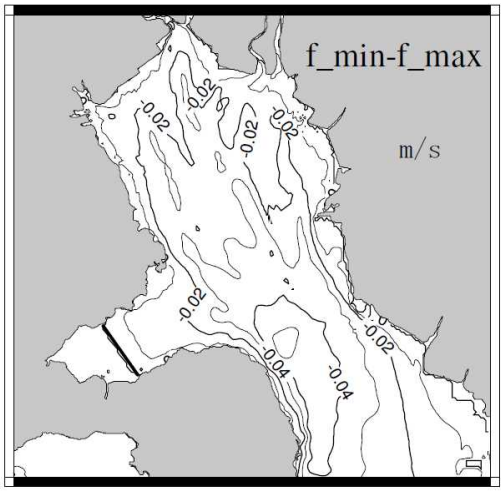


図 3.3.20　潮流流速の数値シミュレーション結果

出典：有明海･八代海総合調査評価委員会･環境省「委員会報告」(平成 18 年 12 月)



(a) 諫早湾干拓事業以前の干拓による流速の変化　(b) 諫早湾干拓事業による流速の変化



(c) 月の昇交点運動による潮汐振幅の極大期と極小期の流速の変化

図 3.3.21　数値シミュレーションによる各要因による流速の変化

出典：田井明・田中香（2014）：有明海の物理環境に関する漁業者を対象としたヒアリング結果と科学的知見の比較，土木学会論文集 B3（海洋開発），Vol.70，No.2

② 港湾による潮流流速への影響

滝川ら(2002)[21]によると、熊本港建設による影響については、数値シミュレーションの結果、港の周辺で20～30cm/sの潮流流速の変化があり、潮位差への影響は港の周辺で±2cm程度との報告がある。

③ ノリ養殖施設による潮流流速への影響

滝川ら(2002)[23]によると、ノリ養殖施設の影響については、数値シミュレーションの結果、湾中央から湾奥にかけての海水の流動が小さくなる傾向にあること（図3.3.22)、最大潮流流速はノリ網設置地域で0.3～0.5m/sの減少、湾奥中央部で0～0.1m/sの増加が報告されている。また、有明海湾奥部における潮流と浮泥輸送に関する数値実験結果から、ノリ養殖域やその沖側前面部分ではノリ養殖施設の流体抵抗によって、潮流流速や浮泥濃度が低減、抵抗が小さい船通し部分で上昇し、ノリ養殖施設が潮流や浮泥輸送の空間構造に影響している可能性が示されている。なお、ノリ網の柵数については1960年代に急激に増加したのち、1970年以降は減少傾向にある。

山口ら(2009)[22]は、1985年から1998年の早津江川河口沖の観測データによる解析で、同観測地点における潮流の変化にはノリ養殖の影響が大きく、養殖期には平均で潮流流速が約23%弱まると報告している。

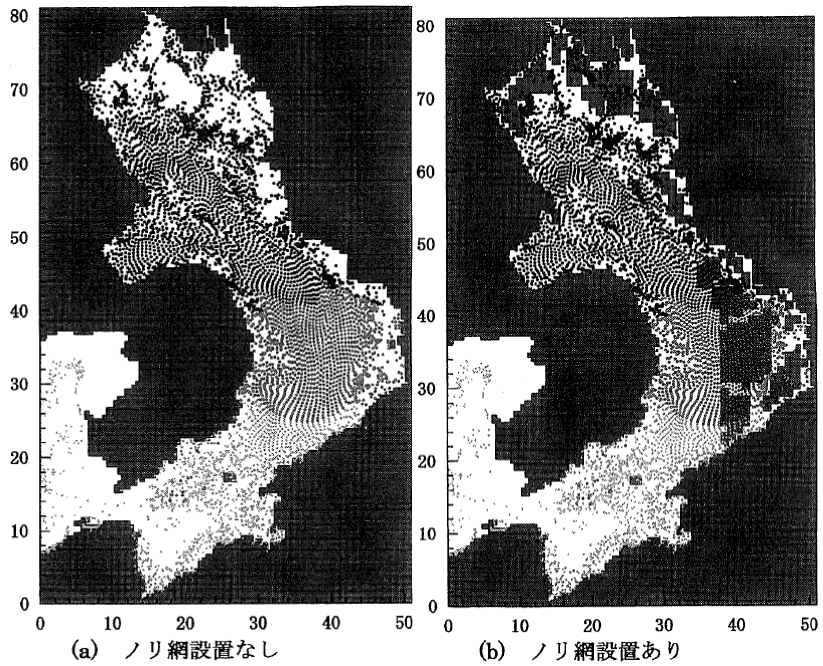


図 3.3.22　ノリ網設置の有無による流況変化（粒子追跡開始３潮汐後）

出典：滝川清, 田淵幹修 (2002)：有明海の潮汐変動特性と沿岸構造物の影響，海岸工学論文集，第49巻，pp. 1061-1065

（２）八代海の潮流等について

八代海は九州本土と天草諸島・長島に囲まれ、本渡瀬戸・三角瀬戸・満越瀬戸を通じて有明海と繋がり、長島瀬戸や黒之瀬戸を通じて東シナ海と繋がっている。外洋水は長島瀬戸と黒之瀬戸から流入し、流入量は黒之瀬戸に比べて長島瀬戸は 4 倍である。有明海と通じる三角瀬戸、満越瀬戸、本渡瀬戸では海水の交流は少ない。干満差は湾奥で 4m 以上となり、このため長島瀬戸での潮流流速は、大潮時には約 8 ノットにもなる。また、東流及び西流時に長島瀬戸等の湾口部で潮流流速が早く、北部海域ではその数分の１程度の潮流流速である。

数値シミュレーションによる夏季の平均流(2001 年～2006 年の各 8 月の平均場)をみると、表層では八代海湾央部の東岸から湾奥部での平均流の流速が小さく、海水が停溜する傾向にあり、南西部の長島海峡からの流出と黒之瀬戸からの流入量が大きい（図 3.3.23）[23)]。

また、これらの流況は、河川流入水によっても変動し、河川流量がある場合、満越瀬戸や長島瀬戸を通じて流出するような残差流となる。

なお、八代海については、1970 年頃以降の潮流の変化を示す経年的な実測データは無かった。

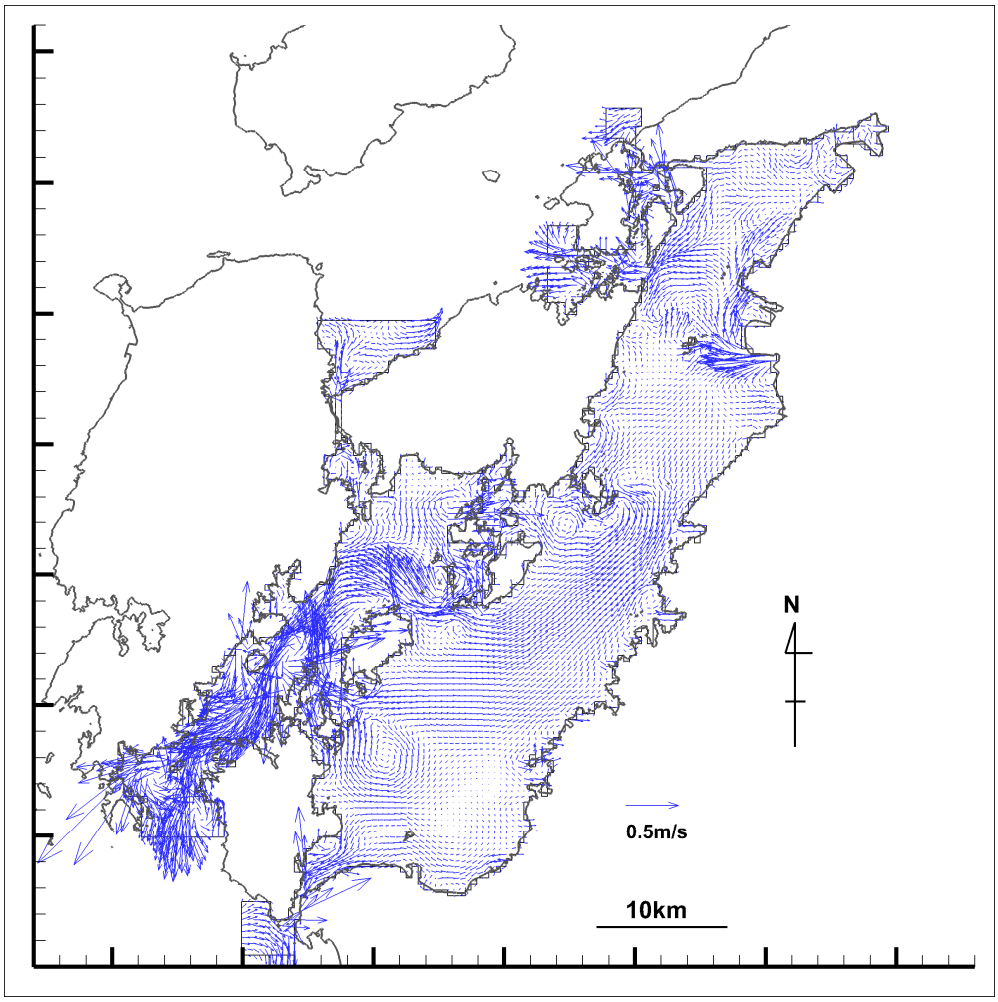


図 3.3.23　八代海における表層の平均流(平均的な夏季１ヵ月間：8 月)

出典：いであ(株)・熊本大学「平成 27 年度八代海における環境管理方策の検討業務報告書」

田井ら（2011）[24] によると、数値シミュレーションを用いて八代海における 1900 年代から 2000 年代の海岸線の改変に伴う潮流の変化について検討がなされた結果、湾内全域で潮流流速が低下しており、湾奥部で 30%程度、南部海域で 5～10%程度の減少が明らかとなった（図 3.3.24）。

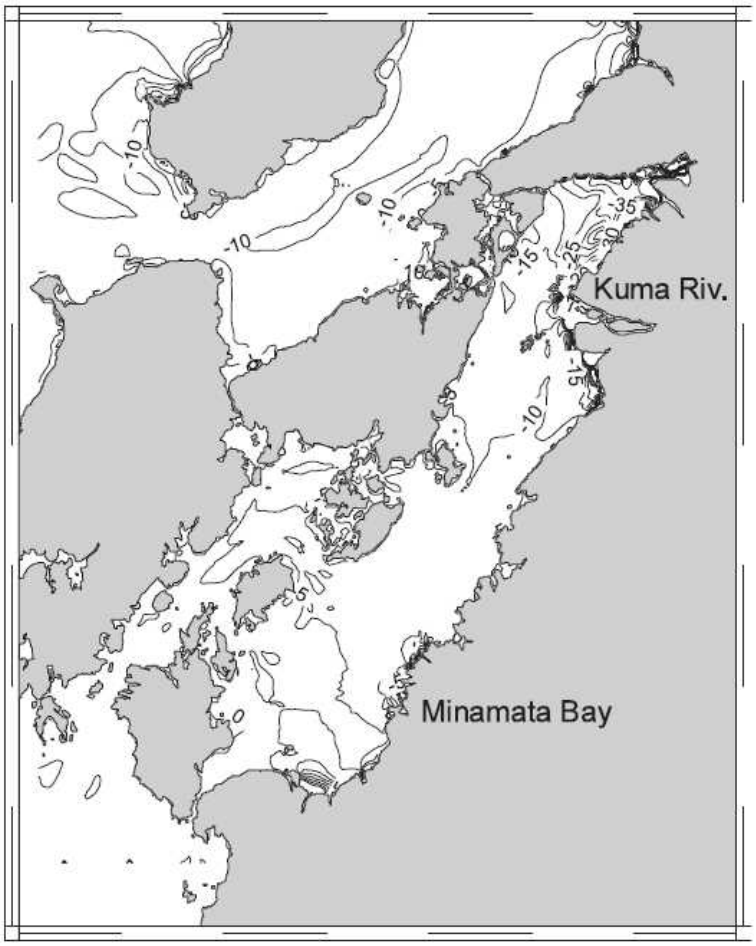


図 3.3.24　1900 年代～2000 年代の潮流振幅の変化率（%）

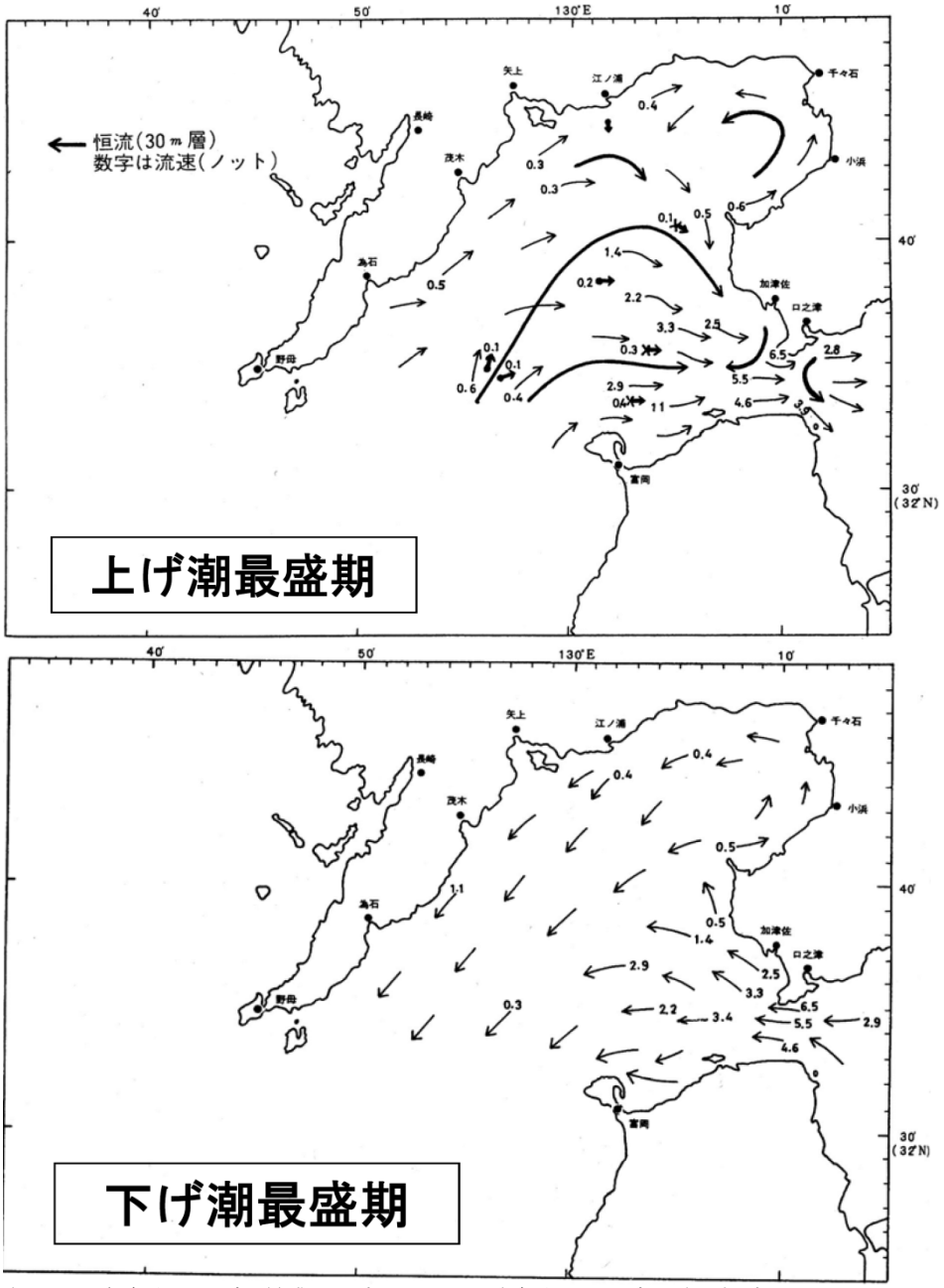
出典：田井明, 矢野真一郎, 多田彰秀, 上久保祐志, 矢野康平, 齋田倫範, 橋本彰博, 石原拓也（2011）：八代海における夏季の低塩分水塊の挙動ならびに過去の海岸線の変化による物理場の変化，土木学会論文集 B2（海岸工学），Vol. 67，No. 2

（３）橘湾の流況について

橘湾は、有明海と外海水とを連結する海域であり、有明海から流出する河川系水の変動の影響を大きく受ける。

図 3.3.25 に示すとおり、下げ潮時に有明海から流出した海水は島原半島に沿って橘湾の湾奥部を左回りの環流となって通過していることがわかる。

このほか、橘湾の流況を示す研究はいくつかみられるものの（例えば、藤家ほか(2004)[25]、玉置ら(2009)[26]など）、橘湾内の海洋構造（水塊構造）の変動実態は解明されていないのが現状である。



注）上図の細矢印は上げ潮最盛期の流況を表し、太矢印は１昼夜平均の恒流を表す。
下図の細矢印は下げ潮最盛期の流況を表す。

図 3.3.25　橘湾における潮流と平均流(30m 層)の概況

出典：第 30 回有明海・八代海総合調査評価委員会　資料３（中田）

《まとめ》

海水面積、平均潮位の上昇ならびに潮汐振幅の減少は、潮流流速の減少につながる。

以下に示すとおり、潮汐・潮流の長期変化の主な要因としては月昇交点位置変化による影響が大きい。それ以外の変化については、1)干拓・埋立て等による海水面積の減少並びに地形の変化、2)平均潮位の上昇、3)外洋の潮汐振幅の減少など様々な要因が複合的に作用することから、実際の潮汐・潮流の変化にかかる各種要因の影響の程度は明らかとなっていない。

[潮位の変動]

有明海では 1 日 2 回の満潮と干潮を迎える際の潮位差が大きく、潮位差は湾口から湾奥に向かって増大し、湾奥では大潮期には最大約 6m に達する。年平均潮位差は湾奥ほど大きく、例えば、湾奥の大浦の年平均潮位差は 1979 年頃（潮位差約 345cm）と 1995 年頃（同 337cm）に極大、1988 年頃（同 325cm）に極小をもつ変動（1979 年頃の極大と 1988 年頃の極小の差は 20cm 強、1988 年頃の極小と 1995 年頃の極大の差は約 12cm）が観測され、1979 年頃と 1995 年頃の極大時を比較すると年平均潮位差が約 9cm 減少していた。

年平均潮位差の極大時と極小時の値の差（上述の 20cm 強、約 12cm の差）には、月の軌道の昇交点の 18.6 年周期の変化（月昇交点位置変化）が最も大きな影響を及ぼしている。有明海で最も大きな分潮成分である M_2 分潮振幅の変動に関する知見によると、月昇交点位置変化の影響を除いた M_2 分潮振幅は、1970 年代から現在までの過去 40 年間で減少しており、これが上述の極大年（1979 年頃、1995 年頃）における年平均潮位差の減少の主な要因と考えられる。

なお、M_2 潮汐振幅の長期変化の要因については、1)有明海内の海水面積の減少（内部効果）、2)平均潮位の上昇（外部効果）、3)外洋潮汐振幅の減少（外部効果）などが挙げられているが、その影響度合いに関する見解は異なっている。

平均潮位は、1970 年以降、有明海及び外洋で上昇傾向が観測されており、八代海においても、データのある 1980 年以降、有明海と同様に平均潮位の上昇が観測されている。

[潮流の変化]

有明海の潮流に影響を及ぼす要因としては、1)干拓・埋立て等による海水面積の減少並びに地形の変化、2)平均潮位の上昇、3)外洋の潮汐振幅の減少があげられる。これは、潮汐振幅に与える影響要因と同様であり、流体力学の基本原理である連続条件（体積保存則）から、潮汐振幅が減少すると潮流流速が減少していなければならないことに起因する。

有明海では、干拓・埋立て、海岸線の人工化（護岸化）、港湾等の人工構造物の構築、ノリ網の敷設（柵数は 1970 年頃をピークに減少）がなされてきた。

前述のとおり、外洋の平均潮位の上昇に伴って、有明海の内湾でも平均潮位の上昇がみられ、外洋の M_2 分潮振幅も内湾と同様に過去 40 年間で減少がみられる。

干拓による潮流流速への影響については、諫早湾から島原半島沿岸での流速の低

下を示す次のようなモニタリング又はシミュレーションによる観測結果や研究報告の知見がある。

・諫早湾内の潮流調査の実測結果(1989年(平成元年)及び1998年(平成10年)～2004年(平成16年)) から、諫早湾の湾奥部、湾央部及び湾口部では堤防締切り後に潮流流速が低下する傾向がみられた。
・島原半島沿岸部の観測結果 (1993年と2003年)から、潮流流速は約21～27%減少した。(ただし、これについては流れの分布の変化が影響した可能性も無視できない。)
・数値シミュレーションによると、潮流への諫早湾干拓事業の影響は諫早湾から島原半島沿いに限られ、有明海湾奥部に関しては諫早湾干拓事業による湾奥部の流速の変化は月の昇交点運動による潮汐振幅の変動の影響に比べて非常に小さい。

熊本港建設による影響については、数値シミュレーションの結果、港の周辺で 20～30cm/s の潮流流速の変化があり、潮位差への影響は港の周辺で±2cm 程度との報告がある。

ノリ養殖施設の影響については、有明海奥部における潮流流速の観測から、早津江川河口沖では養殖期に平均で流速が約 23%弱まるとの報告がある。なお、ノリ網の柵数については1960 年代に急増したのち、1970年以降は減少傾向にある。

平均流については、有明海では河川水の流入量の変動や風の影響が大きい。湾奥部では、全体として反時計回りの環流がみられ、夏季を中心に上層で流出、下層で流入のエスチュアリー循環（密度流）が発達し、上層では湾奥部から湾口部、下層では湾口部から湾奥部への流れとなっている。風による影響については、吹送流に関する既存の報告では、検討の対象期間によって、その影響の程度が異なる場合がある。

平均流は、地形など場所毎の条件に加え、河川水の流入、水温、風などの変動の影響を受けるため、長期的な変化とその要因を単純に評価することはできない。

八代海については、1970 年頃以降の潮流・平均流の経年的な変化を示す実測データは無かった。

参考文献

1) 武岡英隆 (2003) : 有明海における M2 潮汐の変化に関する論議へのコメント, 沿岸海洋研究, 第41巻, 第1号, pp.61-64
2) 滝川清・田淵幹修 (2002) : 有明海の潮汐変動特性と沿岸構造物の影響, 海岸工学論文集, 第49巻, pp.1061-1065
3) 田井明、斎田倫範、矢野真一郎、小松利光 (2010) : 潮汐振幅の全球的な長期変化, ながれ, 第29巻, pp.427-431
4) 宇野木早苗 (2004) : 有明海の潮汐・潮流の変化に関わる科学的問題と社会的問題, 沿岸海洋研究, 第42巻, 第1号, pp.85-94
5) 農林水産省九州農政局 (2003)「諫早湾干拓事業開門総合調査報告書」

6）田井明・矢野真一郎（2008）：外海を基準とした有明海のM2 潮増幅率の変動特性と諫早湾潮受け堤防建設による影響，海の研究，17(3)，pp205-211
7）滝川清・田中健路・森英次・渡辺枢・外村隆臣・青山千春（2004）：八代海の環境変動の要因分析に関する研究，海岸工学論文集，第51巻，pp916-920
8）坪野孝樹・吉井匠・松山昌史・坂井伸一・多田彰秀（2009）：海陸風と海洋レーダで観測された諫早湾口周辺の表層の日周期潮流速，土木学会論文集B2（海岸工学），Vol.B2-65，No.1，pp401-405
9）小田巻実・大庭幸広・柴田宣昭（2003）：有明海の潮流新旧比較観測結果について，海洋情報部研究報告，第39号，pp.33-61
10）小松利光・矢野真一郎・齋田倫範・田井明（2006）：有明海の潮流ならびに物質輸送の変化に関する研究，海岸工学論文集，第53号，pp.326-330
11）独立行政法人水産総合研究センター　西海区水産研究所（2004）「第9回有明海・八代海総合調査評価委員会　資料-2 行政特別研究　有明海の海洋環境の変化が生物生産に及ぼす影響の解明について」ほか
12）万田敦昌・兼原壽生・青島隆・筒井博信・木下宰・中田英明・柳哲雄（2006）：有明海中央部における物質輸送過程の季節変動，海の研究，15(6)，pp.465-477
13）井下恭次・藤家亘・矢永純一・武元将忠・小野英治・白谷栄作（2016）：有明海湾奥部に流入した筑後川河川水の挙動に及ぼす吹送流の影響について，土木学会論文集B3(海洋開発)，Vol.72，No.2
14）農林水産省農村振興局(2004)「第8回有明海・八代海総合調査評価委員会　資料-3 諫早湾干拓事業　開門総合調査に係る補足説明」
15）灘岡和夫,花田岳(2002)：有明海における潮汐振幅減少要因の解明と諫早堤防締め切りの影響，海岸工学論文集，第49巻，pp.401-405
16）矢野真一郎・西村圭右（2014）：諫早湾干拓事業が与えた有明海の塩淡バロクリニック構造への影響に関する検討，土木学会論文集B3（海洋開発），Vol.70，No.2
17）矢野真一郎・西村圭右・Camilla RANLUND（2015）：諫早湾干拓締切堤による鉛直混合能の変化が有明海の塩淡成層構造に与えた影響，土木学会論文集B2（海洋工学），Vol.71，No.2，pp1243-1248
18）西ノ首英之,小松利光,矢野真一郎,斎田倫範（2004）：諫早湾干拓事業が有明海の流動構造へ及ぼす影響の評価，海岸工学論文集，第51巻，第1号，pp.336-340
19）千葉賢・武本行正（2002）：諫早湾潮受け堤防の影響評価のための潮位観測値の分析と流況数値解析，四日市大学環境情報論文，第5巻，第1･2号合併号，pp39-70
20）田井明・田中香（2014）：有明海の物理環境に関する漁業者を対象としたヒアリング結果と科学的知見の比較，土木学会論文集B3（海洋開発），Vol.70，No.2，pp1014-1019
21）滝川清・田淵幹修（2002）：有明海の潮汐変動特性と沿岸構造物の影響，海岸工学論文集，第49巻，pp.1061-1065
22）山口創一・濱田孝治・速水祐一・瀬口昌洋・大串浩一郎（2002）：有明海奥部筑後川河口沖における流れの季節および経年変動，土木学会論文集B2（海岸工学），Vol.B2-65，No.1，436-440
23）いであ(株)･熊本大学「平成27年度八代海における環境管理方策の検討業務報告書」
24）田井明・矢野真一郎・多田彰秀・上久保祐志・矢野康平・齋田倫範・橋本彰博・石原拓也（2011）:八代海における夏季の低塩分水塊の挙動ならびに過去の海岸線の変化による物理場の変化，土木学会論文集B2（海岸工学），Vol. 67，No. 2
25）藤家亘・柳哲雄・玉置昭夫・松野健（2004）：富岡干潟におけるハルマンスナモグリ幼生の回帰戦略の数値モデルによる解析，海の研究，13(4)，pp371-387
26）玉置昭夫・万田敦昌・大橋智志・Sumit Mandal・浜口昌巳（2009）：橘湾および有明海湾口部の砂質干潟に生息するハルマンスナモグリ（十脚甲殻類スナモグリ科）・イボキサゴ（腹足類ニシキウズガイ科）幼生の輸送，沿岸海洋研究，第46巻，第2号，pp119-126

4. 水質

（1）水質環境基準達成率の推移

ア）ＣＯＤ

COD の環境基準達成率[i]（図 3.4.1）について、有明海では、1974 年度（昭和 49 年度）以降、80%以上で推移している。八代海では、1996 年度（平成 8 年度）までは達成率が高く、100%の年もあったが、それ以降は若干低下し、60～90%で推移している。橘湾[ii]では 30～100%と変動が大きいものの、100%の年が他の海域より多く見られる。

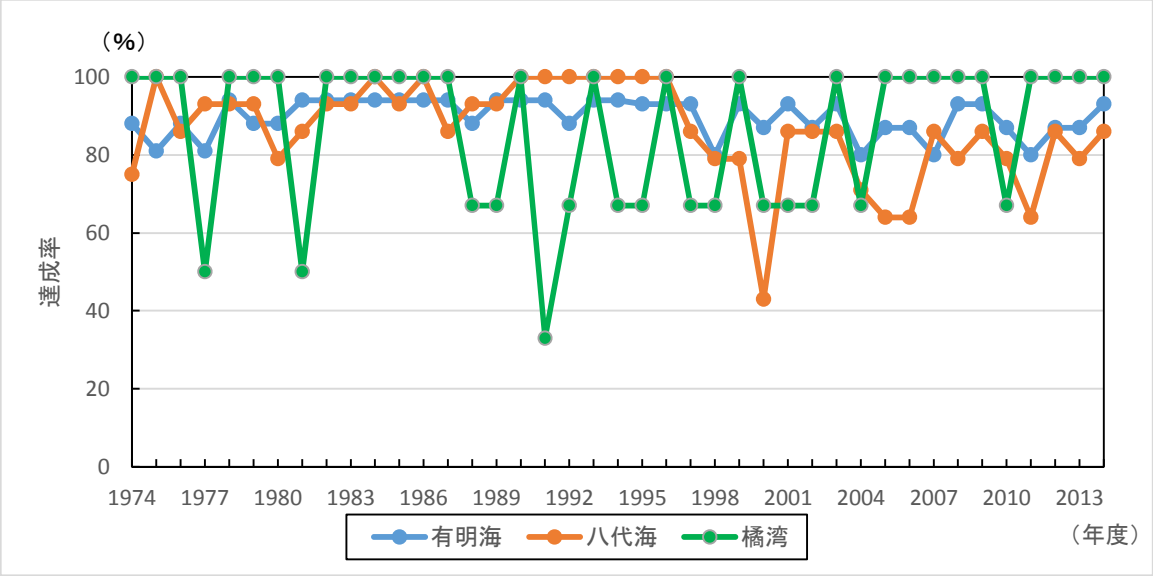


図 3.4.1　有明海、八代海及び橘湾の環境基準達成率の推移：ＣＯＤ

資料：「平成 26 年度公共用水域水質測定結果」（平成 27 年 12 月、環境省水・大気環境局）、公共用水域水質測定結果（長崎県、熊本県）

イ）全窒素及び全燐

全窒素及び全燐の環境基準の達成率[i]（図 3.4.2）については、有明海では、比較的達成率が低く、2006 年度以降は 40%で推移している。八代海では近年は 75～100%で推移している。なお、橘湾では全窒素及び全燐の類型指定はされていない。

[i]環境基準達成率（%）＝（達成水域数／類型指定水域数）×100
全窒素及び全燐はともに環境基準を満足している場合に、達成水域とした。
[ii]橘湾は、「有明海及び八代海等を再生するための特別措置に関する法律」（平成 14 年法律第 120 号）による水域での環境基準達成率を算出した。橘湾の類型は全域Ａ類型である。

全窒素（T-N）（図 3.4.3)については、有明海では 2007 年度以降 80%以上で推移しており、直近年の 2014 年度は 100%である。八代海では 2003 年度以降は全て 100%である。

全燐（T-P）（図 3.4.4)については、有明海では 2006 年度以降は全て 40%である。八代海では、2009 年度に一時的に 50%となったものの、その他の年は 75%以上で推移しており、直近年の 2014 年度は 100%である。

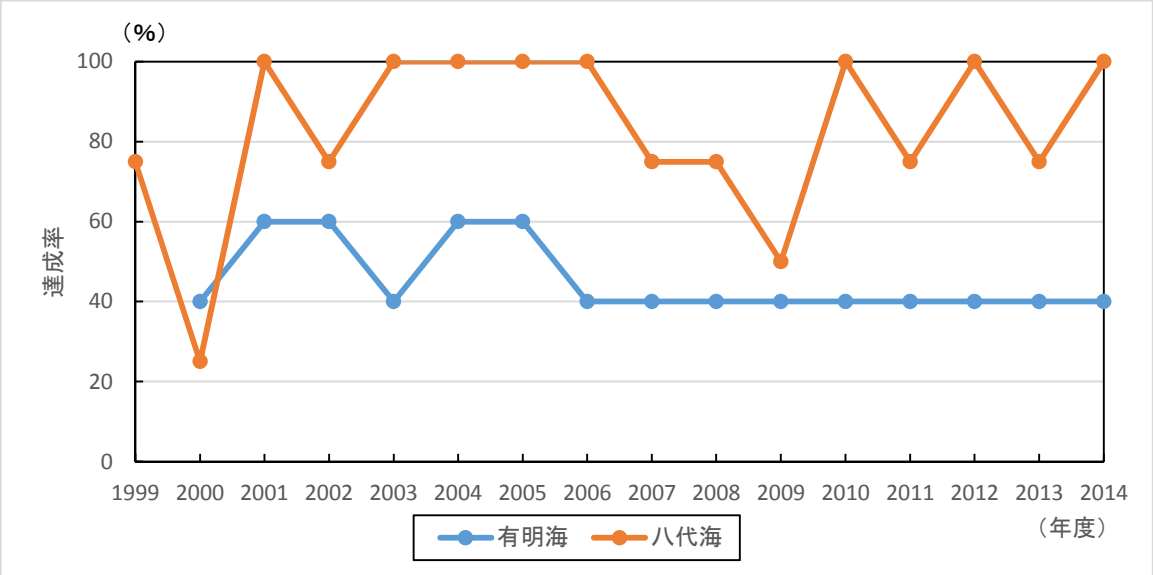


図 3.4.2　有明海及び八代海の環境基準達成率の推移：全窒素及び全燐

資料：「平成 26 年度公共用水域水質測定結果」（平成 27 年 12 月、環境省水・大気環境局）

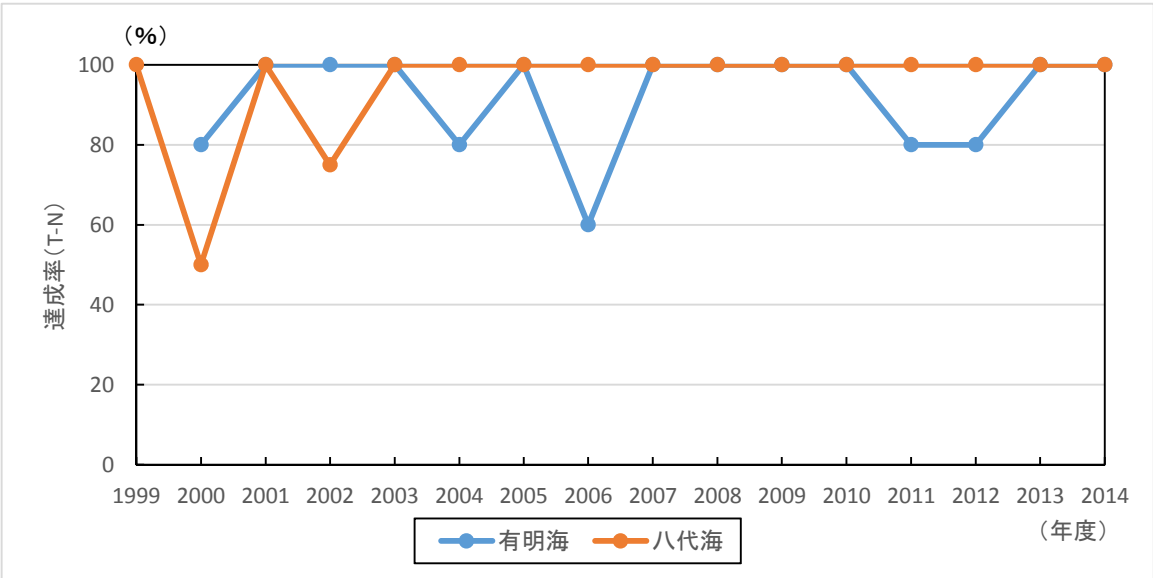


図 3.4.3　有明海及び八代海の環境基準達成率の推移：全窒素

資料：「平成 26 年度公共用水域水質測定結果」（平成 27 年 12 月、環境省水・大気環境局）

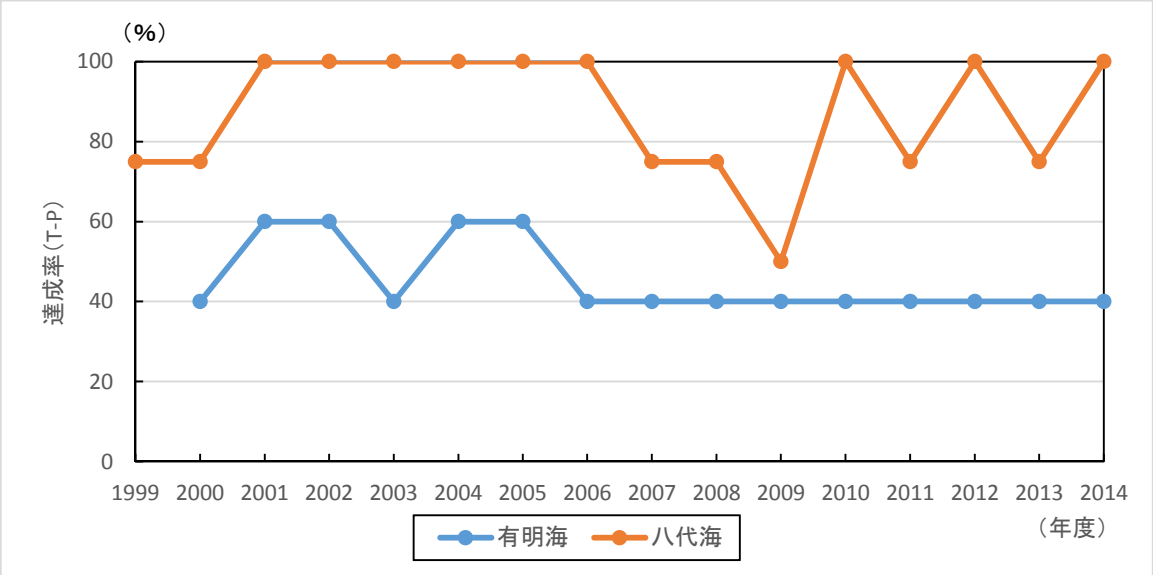
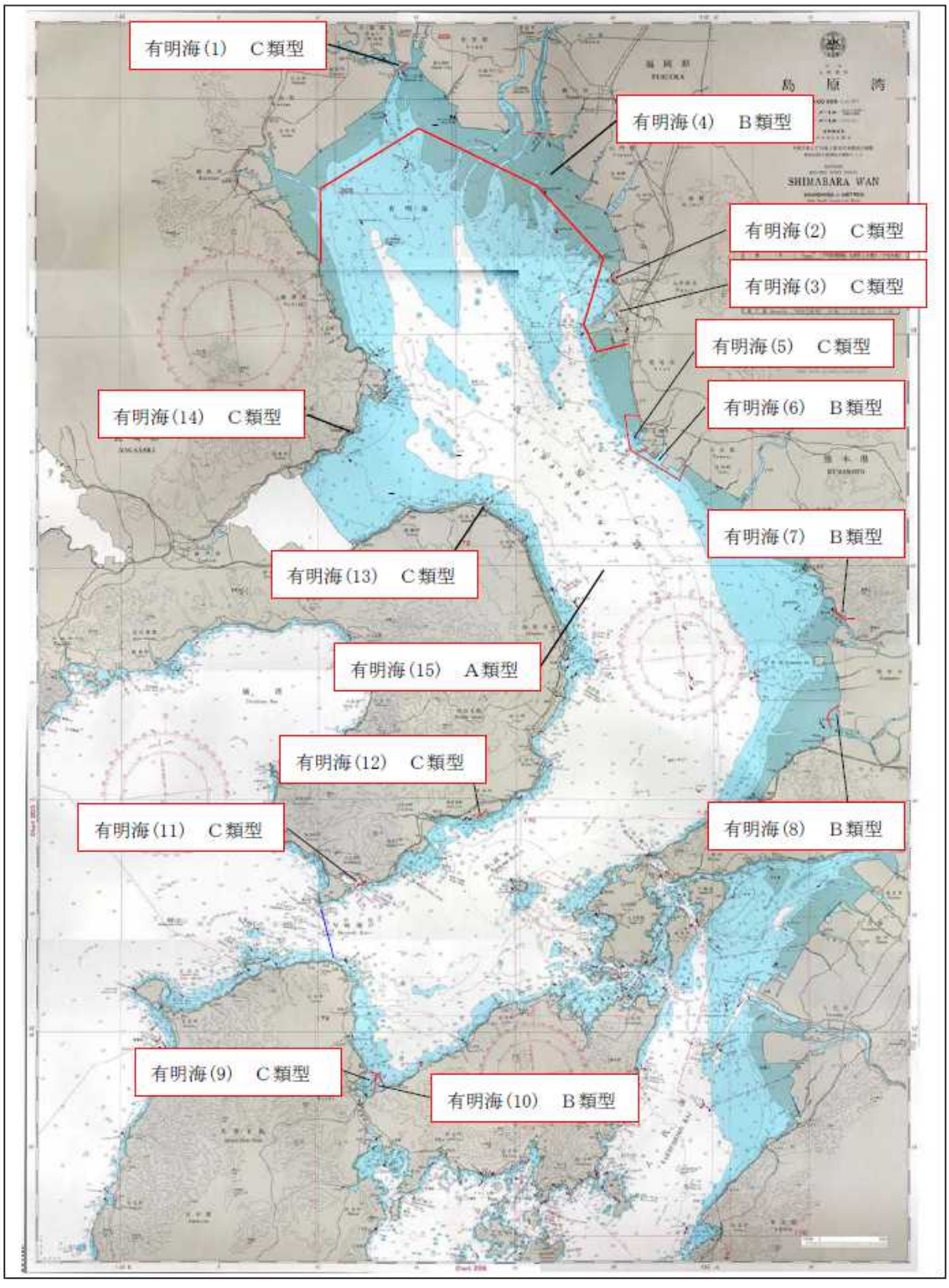


図 3.4.4　有明海及び八代海の環境基準達成率の推移：全燐

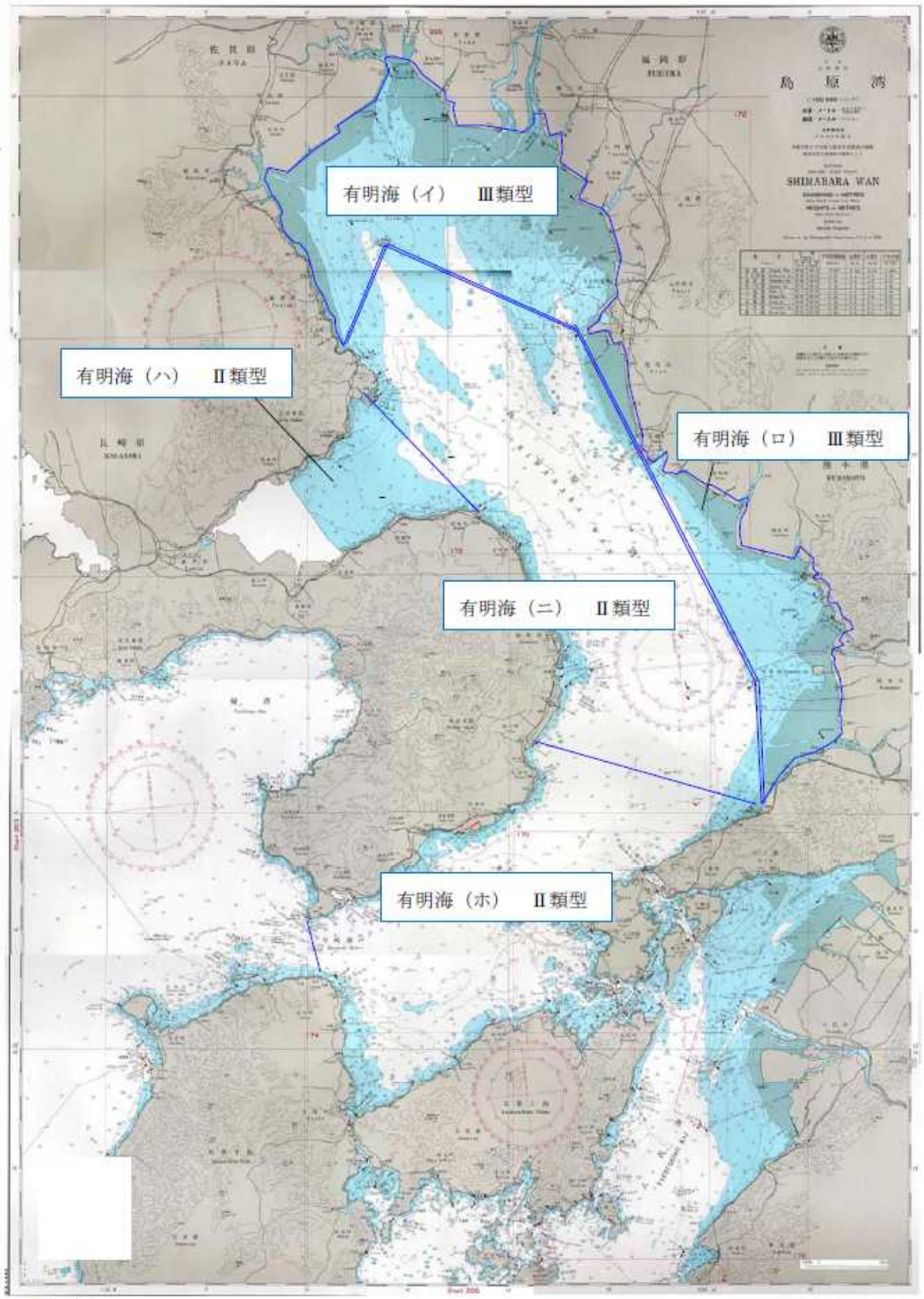
資料：「平成 26 年度公共用水域水質測定結果」（平成 27 年 12 月、環境省水・大気環境局）



＜凡例＞

□COD の水域名　－COD 水域区分

図 3.4.5　有明海の COD の類型指定状況



＜凡例＞

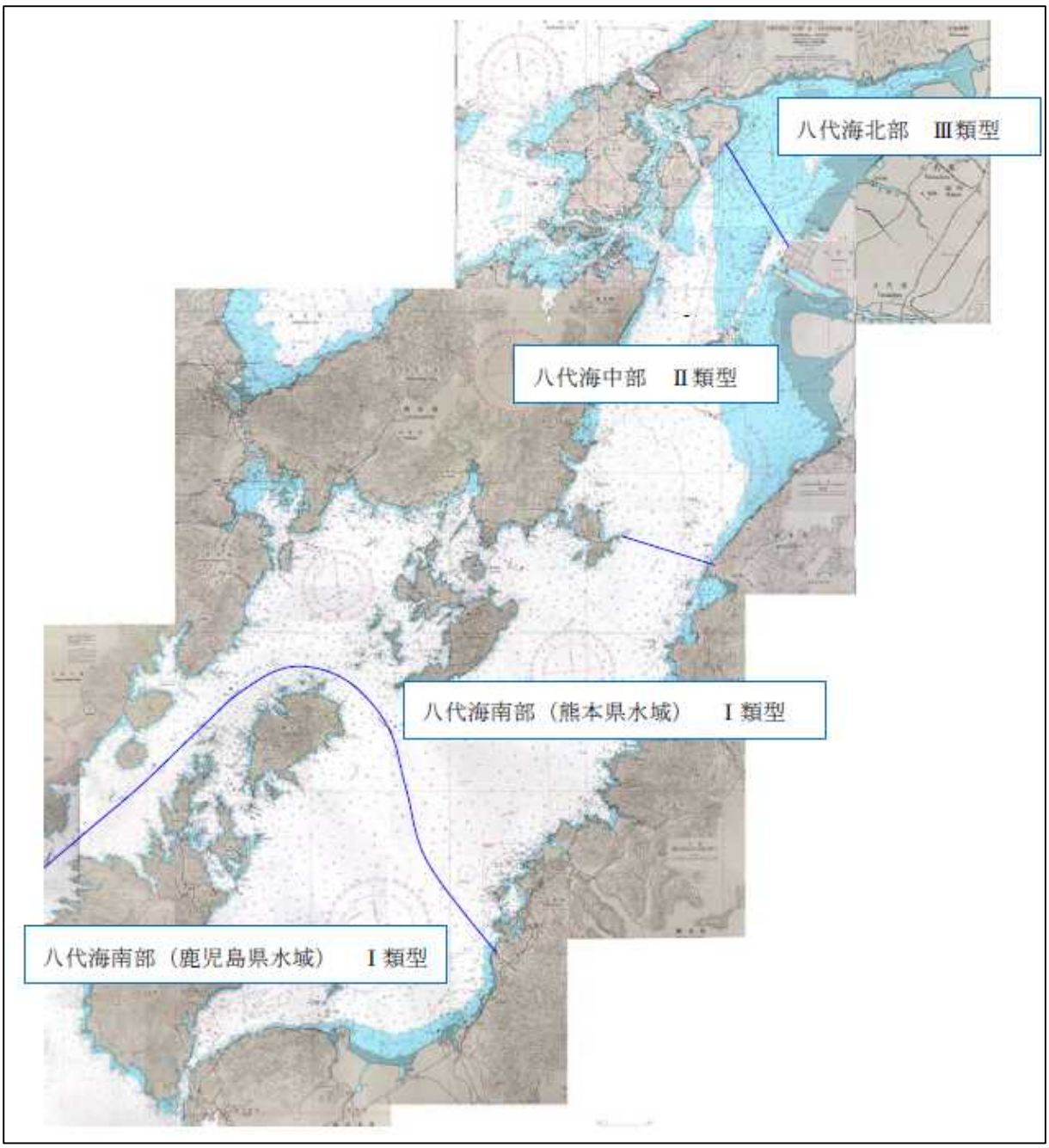
□：全窒素、全りんの水域名　　－：全窒素、全りん水域区分

図 3.4.6　有明海の全窒素・全燐の類型指定状況

＜凡例＞

□：COD の水域名　ー：COD 水域区分

図 3.4.7　八代海の COD の類型指定状況



＜凡例＞
□：全窒素、全りんの水域名　－：全窒素、全りん水域区分

図 3.4.8　八代海の全窒素・全燐の類型指定状況

（2）水質の動向

1970 年頃から現在までの水質の経年変化を公共用水域水質測定結果及び浅海定線調査結果から整理した。水質の主な変動傾向を表 3.4.1 から表 3.4.4 に示す。

なお、基本として 1970 年頃から現在までのデータを対象として整理しているが、この期間のデータがない項目については、データがある期間を対象として整理している（詳細は表 3.4.5 から表 3.4.8、図 3.4.11 から図 3.4.15 のとおり。）。

表 3.4.1　有明海における水質の主な変動傾向

	水質の主な変動傾向
COD（上層）	直近５年間の年平均値は 0.8～3.5mg/L。12 測点のうち、４測点（有明海湾奥奥部の一部及び有明海諫早湾）で有意な減少傾向。１測点（有明海湾奥奥部の一部）で有意な増加傾向。他の７測点では有意な変化傾向はみられない。なお、統計的に有意ではないが、変化の割合が大きい減少傾向が１測点（有明海中央東部の一部）においてみられる。
T-N（上層）	直近５年間の年平均値は 0.2～0.7mg/L。12 測点のうち、２測点（有明海湾奥奥部の一部）で有意な減少傾向（特に 1980 年代前半の減少率が高い）。１測点（有明海湾口部の一部）で有意な増加傾向。他の９測点では有意な変化傾向はみられない。なお、統計的に有意ではないが、変化の割合が大きい増加傾向が１測点（有明海中央東部の一部）、減少傾向が１測点（有明海中央東部の一部）においてみられる。
T-P（上層）	直近５年間の年平均値は 0.02～0.18mg/L。12 測点のうち、３測点（有明海湾奥奥部の一部及び有明海湾口部）で有意な増加傾向。１測点（有明海湾奥奥部の一部）で有意な減少傾向。また、１測点（有明海湾奥奥部の一部）でも有意な増加傾向がみられるが、変化の割合は 10 年間で 10%未満。他の７測点では有意な変化傾向はみられない。なお、統計的に有意ではないが、変化の割合が大きい増加傾向が２測点（有明海中央東部）、減少傾向が１測点（有明海諫早湾）においてみられる。4 測点（有明海湾奥奥部及び有明海湾奥東部）において 1980 年代前半の減少率が高い傾向が見られた。
水温（上層）	直近５年間の年平均値は 17.5～20.0℃。12 測点のうち、４測点（有明海湾奥奥部の一部及び有明海中央東部）で有意な昇温傾向。１測点（有明海湾口部の一部）で有意な降温傾向がみられるが、変化の割合は 10 年間で 0.25℃未満。他の７測点では有意な変化傾向はみられない。
塩分（上層）	直近５年間の年平均値は 25.0～34.3。10 測点のうち、３測点（有明海湾奥奥部の一部）で有意な上昇傾向がみられ、変化の割合は 10 年間で 3%程度。他の７測点では有意な傾向はみられない。
SS（上層）	直近５年間の年平均値は 1.0～82.8mg/L。７測点のうち、３測点（有明海湾奥奥部の一部及び有明海湾奥東部）で有意な減少傾向。他の４測点では有意な変化傾向はみられない。5 測点（有明海湾奥奥部及び有明海湾奥東部）において 1980 年代前半の減少率が高い傾向が見られた。
透明度	直近５年間の年平均値は 0.4～9.4m。11 測点のうち、１測点（有明海中央東部の一部）で有意な上昇傾向。また、６測点（有明海湾奥奥部の一部、有明海湾奥西部、有明海中央東部及び有明海湾口部の一部）でも有意な上昇傾向がみられるが、変化率は 10 年間で 10%未満。他の４測点では有意な変化傾向はみられない。

注）1. 有意水準は 5%(回帰検定)。「変化の割合が大きい」基準は変化の割合が 10 年間で 10%（水温については 0.25℃）以上。

2. COD の測定方法は、時期・測点により測定法（酸性法、アルカリ法）が異なる。
3. 熊本県の COD については、酸性法で測定が行われている 1998 年以降を対象に回帰分析を行った。また、瀬詰崎沖（長崎）及び島原沖（長崎）の COD についても、酸性法で測定が行われている 2000 年以降を対象に回帰分析を行った。
4. 水温、塩分、COD、T-N、T-P、SS は公共用水域水質測定結果、透明度は公共用水域水質測定結果及び浅海定線調査結果から取りまとめた。

表 3.4.2　八代海における水質の主な変動傾向

	水質の主な変動傾向
COD（上層）	直近５年間の年平均値は 0.9～2.8mg/L。３測点のうち、１測点（八代海湾口東部）で有意な増加傾向がみられるが、変化の割合は 10 年間で 10%未満。他の２測点では有意な変化傾向はみられない。なお、統計的に有意ではないが、変化の割合が大きい増加傾向が１測点（八代海湾奥部）でみられる。
T-N（上層）	直近５年間の年平均値は 0.1～0.5mg/L。３測点のうち、１測点（八代海湾口東部）で有意な減少傾向。他の２測点では有意な変化傾向はみられない。なお、統計的に有意ではないが、変化の割合が大きい減少傾向が１測点（球磨川河口部）でみられる。
T-P（上層）	直近５年間の年平均値は 0.01～0.07mg/L。３測点のうち、１測点（八代海湾奥部）で有意な増加傾向。他の２測点では有意な変化傾向はみられない。なお、統計的に有意ではないが、変化の割合が大きい増加傾向が１測点（球磨川河口部）でみられる。
水温（上層）	直近５年間の年平均値は 18.7～21.5℃。３測点のうち、２測点（八代海湾奥部及び球磨川河口部）で有意な昇温傾向。他の１測点では有意な変化傾向はみられない。
塩分（上層）	直近５年間の年平均値は 27.1～33.2。全３測点において有意な変化傾向はみられない。
SS（上層）	直近５年間の年平均値は 3.1～37.6mg/L。測点は熊本県の１ヶ所のみであり、有意な変化傾向はみられない。
透明度	直近５年間の年平均値は 0.9～13.1m。３測点のうち、１測点（球磨川河口部）で有意な上昇傾向。１測点（八代海湾奥部）で有意な低下傾向。１測点（八代海湾口東部）では透明度がおおむね 10m以上と高いものの年変動が大きく、有意な変化傾向はみられない。

注）1. 有意水準は 5%(回帰検定)。「変化の割合が大きい」基準は変化の割合が 10 年間で 10%（水温については 0.25℃）以上。
2. 熊本県の COD については、酸性法で測定が行われている 1998 年以降を対象に回帰分析を行った。
3. 公共用水域水質測定結果から取りまとめた。

表 3.4.3　橘湾における水質の主な変動傾向

	水質の主な変動傾向
COD（上層）	直近５年間の年平均値は 1.0～1.9mg/L。６測点のうち、３測点（有喜漁港、加津佐漁港）で有意な増加傾向。１測点（小浜港）で有意な増加傾向、別の１測点（茂木港）では有意な減少傾向がみられるが、変化率は 10 年間で 10%未満。他の２測点では有意な変化傾向はみられない。
水温（上層）	直近５年間の年平均値は 17.6～20.8℃。６測点のうち、１測点（為石漁港）で有意な昇温傾向。他の５測点では有意な変化傾向はみられない。なお、統計的に有意ではないが、変化の割合が大きい増加傾向が１測点（小浜港）でみられる。
塩分（上層）	直近５年間の年平均値は 30.7～34.3。全６測点において有意な変化傾向はみられない。
透明度	直近５年間の年平均値は 3.2～10.5m。６測点のうち、加津佐港以外の５測点で有意な上昇傾向。１測点（加津佐港）では有意な変化傾向はみられない。

注）1. 有意水準は 5%(回帰検定)。「変化の割合が大きい」基準は変化の割合が 10 年間で 10%（水温については 0.25℃）以上。
2. 公共用水域水質測定結果から取りまとめた。

表 3.4.4　牛深港における水質の主な変動傾向

	水質の主な変動傾向
COD（上層）	直近５年間の年平均値は 1.3～1.5mg/L。全２測点において有意な上昇傾向。
T-N（上層）	直近５年間の年平均値は 0.1～0.2mg/L。２測点のうち、１測点で有意な減少傾向。なお、統計的に有意ではないが、変化の割合が大きい減少傾向が他の１測点でみられる。
T-P（上層）	直近５年間の年平均値は 0.02mg/L。全２測点において有意な変化傾向はみられない。なお、統計的に有意ではないが、変化の割合が大きい増加傾向が１測点でみられる。
水温（上層）	直近５年間の年平均値は 19.6～21.8℃。２測点のうち、１測点で有意な昇温傾向。他の１測点では有意な変化傾向はみられない。
塩分（上層）	直近５年間の年平均値は 32.8～33.8。全２測点において有意な変化傾向はみられない。
透明度	直近５年間の年平均値は 9.7～15.5m。特に牛深港地先ではおおむね透明度が 10m 以上と高いものの、年変動が大きく、港内と同じ程度の透明度となる場合もある。全２測点において有意な変化傾向はみられない。

注）1. 有意水準は 5%(回帰検定)。「変化の割合が大きい」基準は変化の割合が 10 年間で 10%（水温については 0.25℃）以上。
2. COD については、酸性法で測定が行われている 1998 年以降を対象に回帰分析を行った。
3. 公共用水域水質測定結果から取りまとめた。

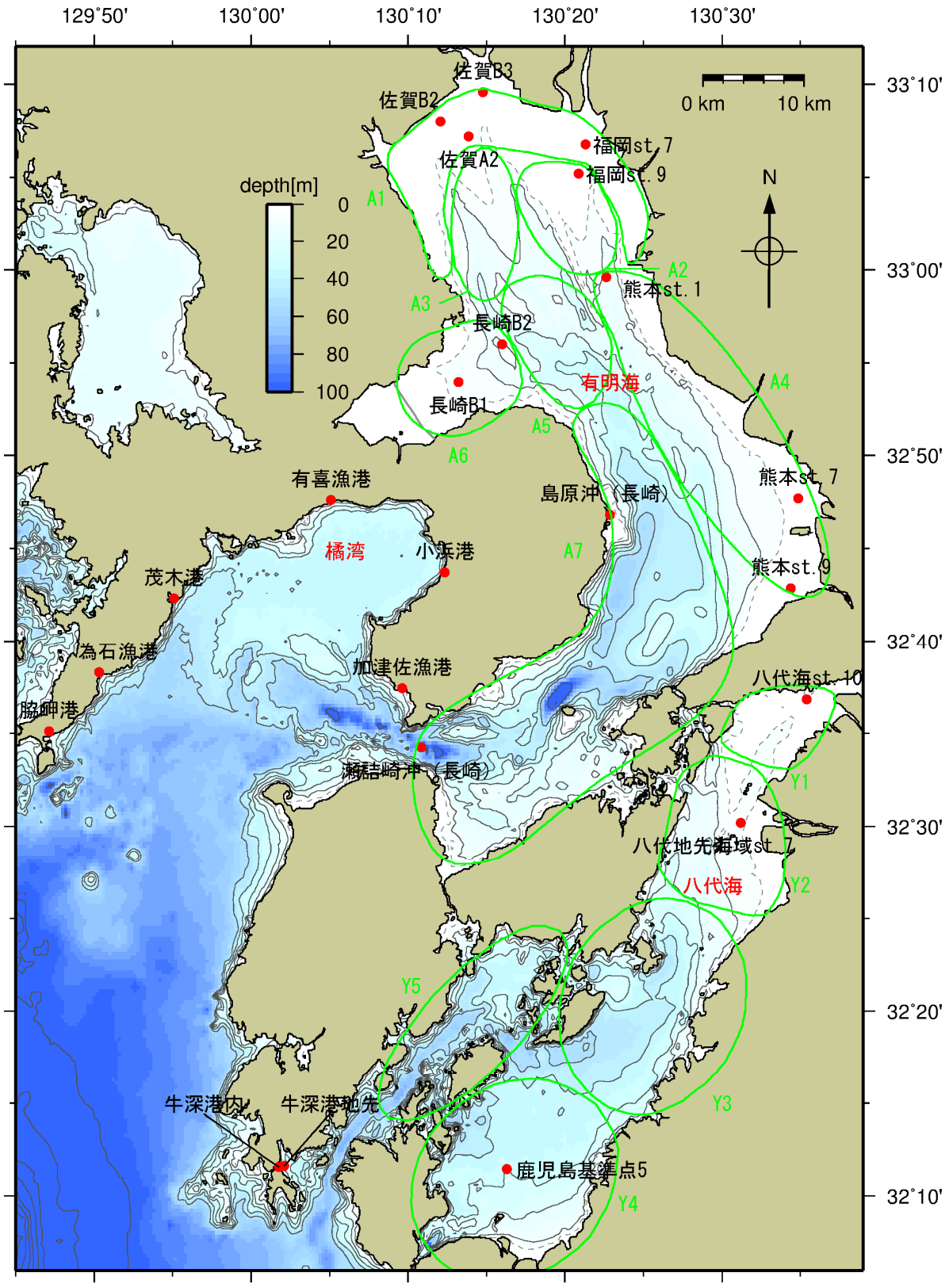


図 3.4.9　公共用水域水質測定結果の整理を行った測点

注）図中の有明海、八代海の緑色の範囲は海域区分を示す。なお、海域区分の考え方等は「４章　２．海域区分」に示す。

Ａ１海域…有明海湾奥奥部	Ａ２海域…有明海湾奥東部	Ａ３海域…有明海湾奥西部
Ａ４海域…有明海中央東部	Ａ５海域…有明海湾央部	Ａ６海域…有明海諫早湾
Ａ７海域…有明海湾口部	Ｙ１海域…八代海湾奥部	Ｙ２海域…球磨川河口部
Ｙ３海域…八代海湾央部	Ｙ４海域…八代海湾口東部	Ｙ５海域…八代海湾口西部

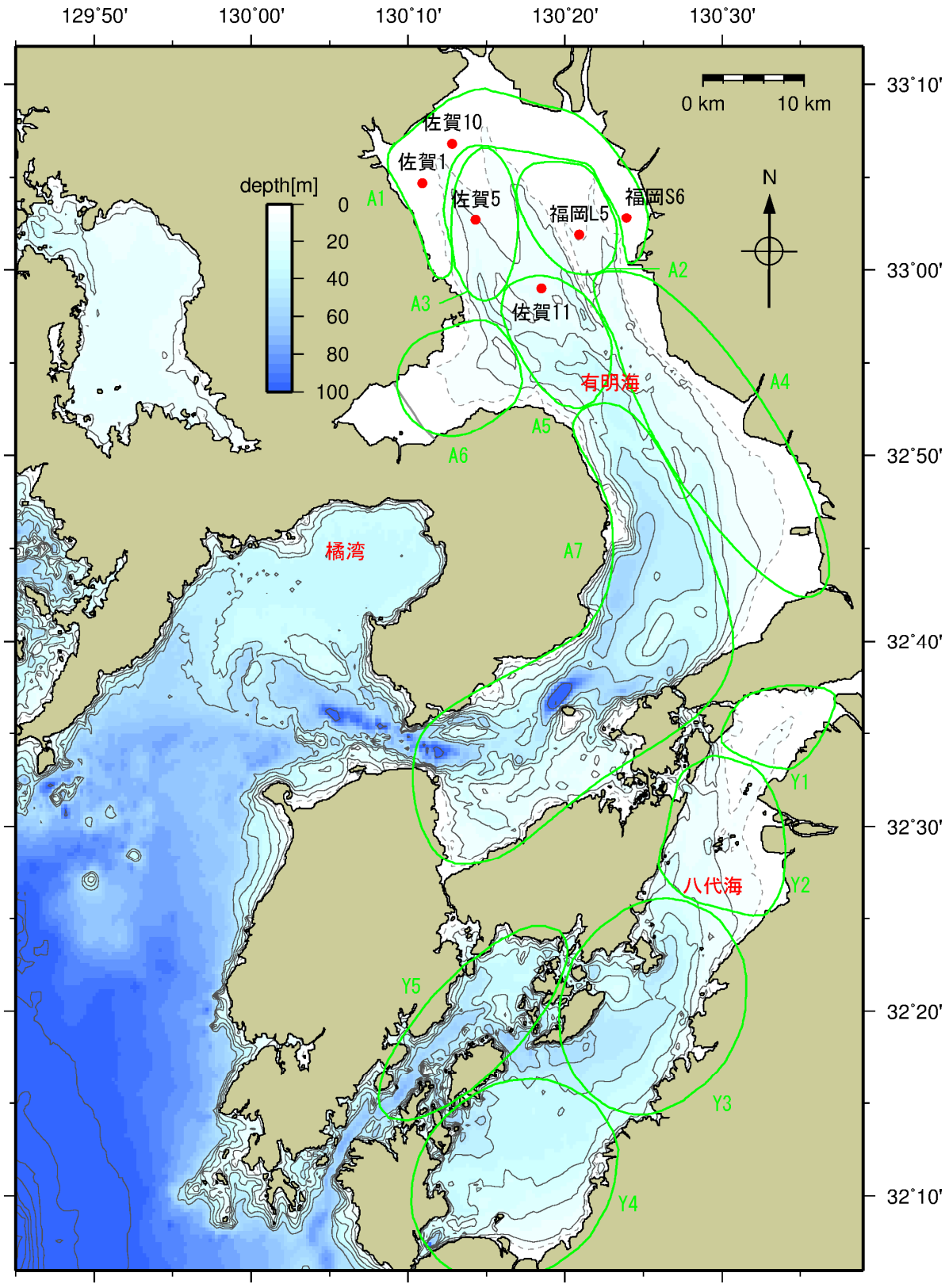


図 3.4.10　浅海定線調査結果の整理を行った測点

注）図中の有明海、八代海の緑色の範囲は海域区分を示す。なお、海域区分の考え方等は「４章　２．海域区分」に示す。

Ａ１海域…有明海湾奥奥部	Ａ２海域…有明海湾奥東部	Ａ３海域…有明海湾奥西部
Ａ４海域…有明海中央東部	Ａ５海域…有明海湾央部	Ａ６海域…有明海諫早湾
Ａ７海域…有明海湾口部	Ｙ１海域…八代海湾奥部	Ｙ２海域…球磨川河口部
Ｙ３海域…八代海湾央部	Ｙ４海域…八代海湾口東部	Ｙ５海域…八代海湾口西部

表 3.4.5(1)　回帰分析結果（公共用水域水質測定）：有明海

		COD	T-N	T-P	水温	塩分	SS
A1海域（有明海湾奥奥部）	佐賀B2	－－	－	＋	－	＋	－－
	佐賀B3	－－	－	＋＋	－	＋	－
	福岡 st.7	－	－－	－	＋＋	＋	－
	佐賀A2	＋＋	－	＋	－	＋	－－
A2海域（有明海湾奥東部）	福岡 st.9	－	－－	－－	＋	－	－－
A4海域（有明海中央東部）	熊本 st.1	$-^{**}$	$--^{**}$	$++^{**}$	＋＋	$-^{**}$	
	熊本 st.7	$-^{**}$	$-^{**}$	$+^{**}$	＋＋		
	熊本 st.9	$--^{**}$	$++^{**}$	$++^{**}$	＋＋		
A6海域（有明海諫早湾）	長崎B1	$--^{*}$	$-^{*}$	$-^{*}$	$-^{*}$	$+^{*}$	
	長崎B2	$--^{*}$	$-^{*}$	$--^{*}$	$-^{*}$	$-^{*}$	
A7海域（有明海湾口部）	瀬詰崎沖(長崎)	$-^{**}$	$+^{*}$	＋＋	＋	－	－
	島原沖(長崎)	$+^{**}$	$++^{*}$	＋＋	－	－	－

注）1. ■、■で網掛けしている項目は、有意水準 5%で有意な変化傾向が認められたことを示す。／はデータなし・不足等による評価対象外であることを示す。
2. 近似一次回帰式の傾きが 10 年間あたりで全データの算術平均の 10%以上の増加、減少(水温については 0.25℃の昇温、降温)がある場合は”＋＋”、”－－“とし、それに満たない場合は”＋”、”－“とした。
3. 熊本県の COD については、酸性法で測定が行われている 1998 年以降を対象に回帰分析を行った。また、瀬詰崎沖（長崎）及び島原沖（長崎）の COD についても、酸性法で測定が行われている 2000 年以降を対象に回帰分析を行った。
4. 熊本県の T-N、T-P は 1999 年以降採水方法を変更したため、1999 年以降を対象に回帰分析を行った。
5. *を付したものは 1990 年前後から現在までの期間の評価であり、**を付したものは 2000 年前後から現在までの期間の評価を示す。なお、2000 年以降から測定が開始された項目のうち、データ数が少ない項目については評価対象外とした。

資料：公共用水域水質測定結果（福岡県、熊本県、長崎県、佐賀県）

表 3.4.5(2)　回帰分析結果（浅海定線調査、公共用水域水質測定）：有明海

		透明度
A1海域（有明海湾奥奥部）	福岡S6	＋
	佐賀1	＋
	佐賀10	＋
A2海域（有明海湾奥東部）	福岡L5	＋
A3海域（有明海湾奥西部）	佐賀5	＋
A4海域（有明海中央東部）	熊本st.1	＋
	熊本st.7	＋
	熊本st.9	＋＋
A5海域（有明海湾央部）	佐賀11	＋
A7海域（有明海湾口部）	瀬詰崎沖(長崎)	＋
	島原沖(長崎)	－

注）1. ■、■で網掛けしている項目は、有意水準5%で有意な変化傾向が認められたことを示す。
2. 近似一次回帰式の傾きが 10 年間あたりで全データの算術平均の 10%以上の上昇、低下がある場合は”＋＋”、”－－“とし、それに満たない場合は”＋”、”－“とした。

資料：公共用水域水質測定結果（福岡県、熊本県、長崎県、佐賀県）
浅海定線調査結果（福岡県、熊本県、長崎県、佐賀県）

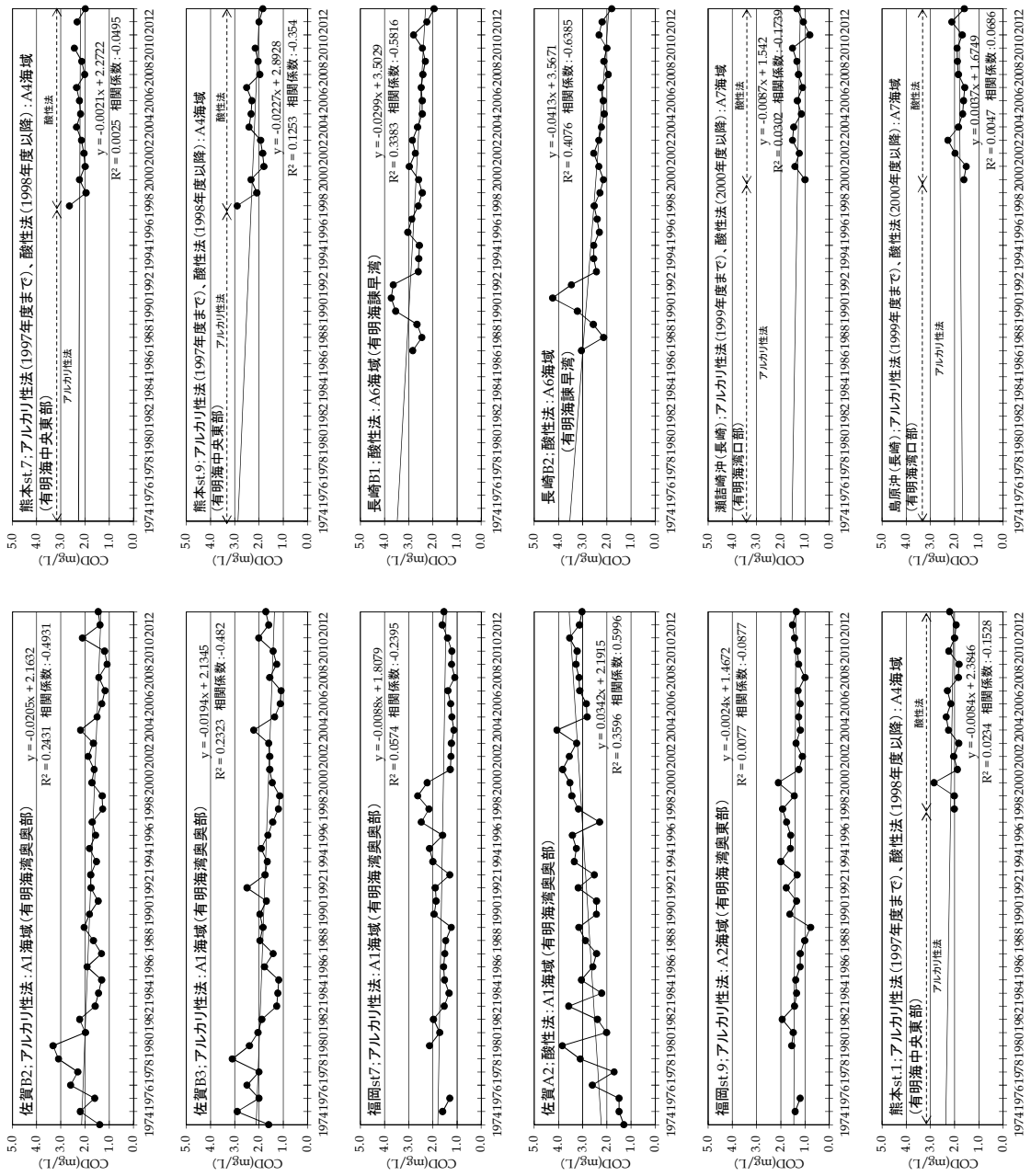


図 3.4.11(1)　水質の経年変化[有明海]：COD（上層年平均値）

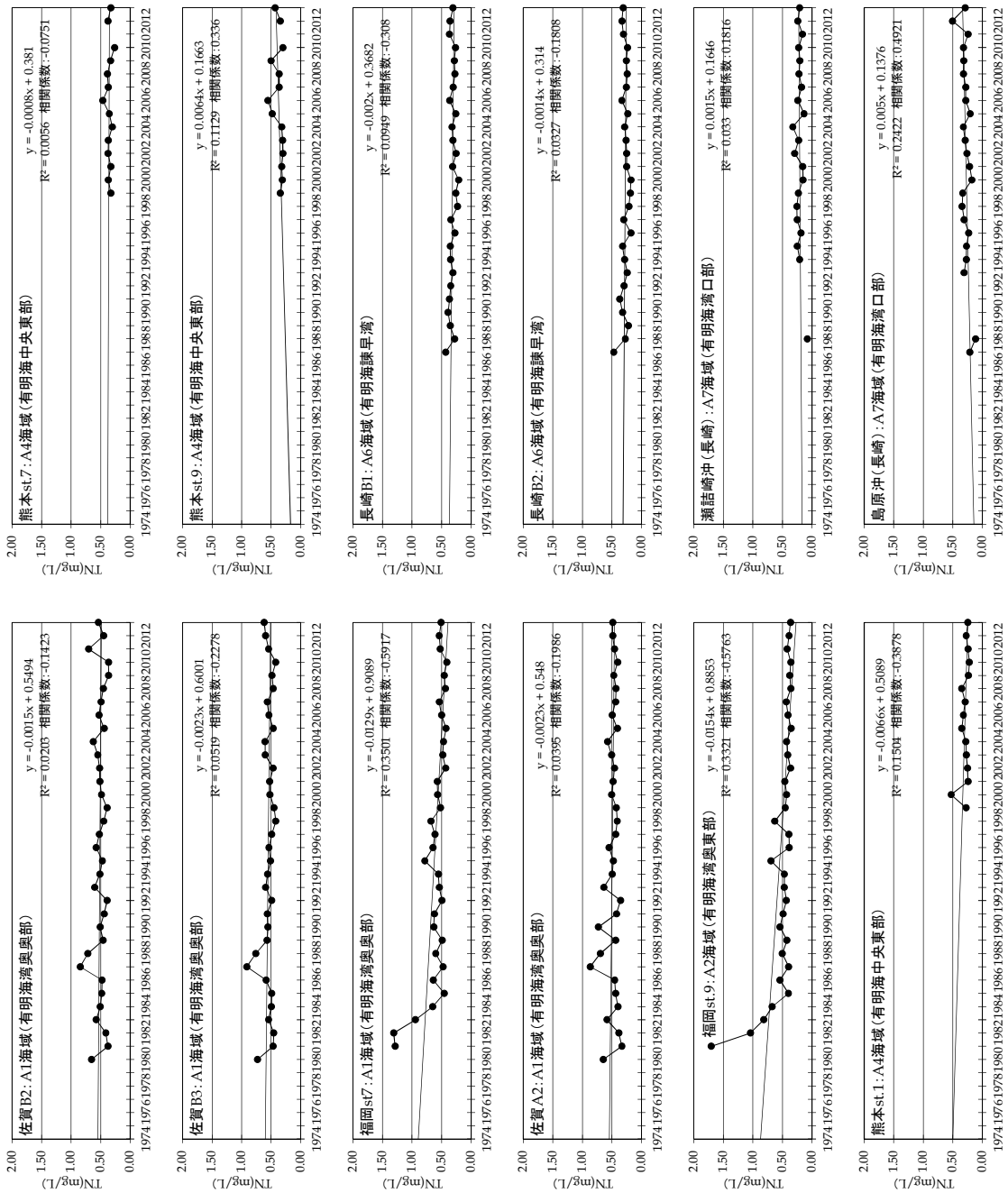


図 3. 4. 11(2)　水質の経年変化［有明海］：T-N（上層年平均値）

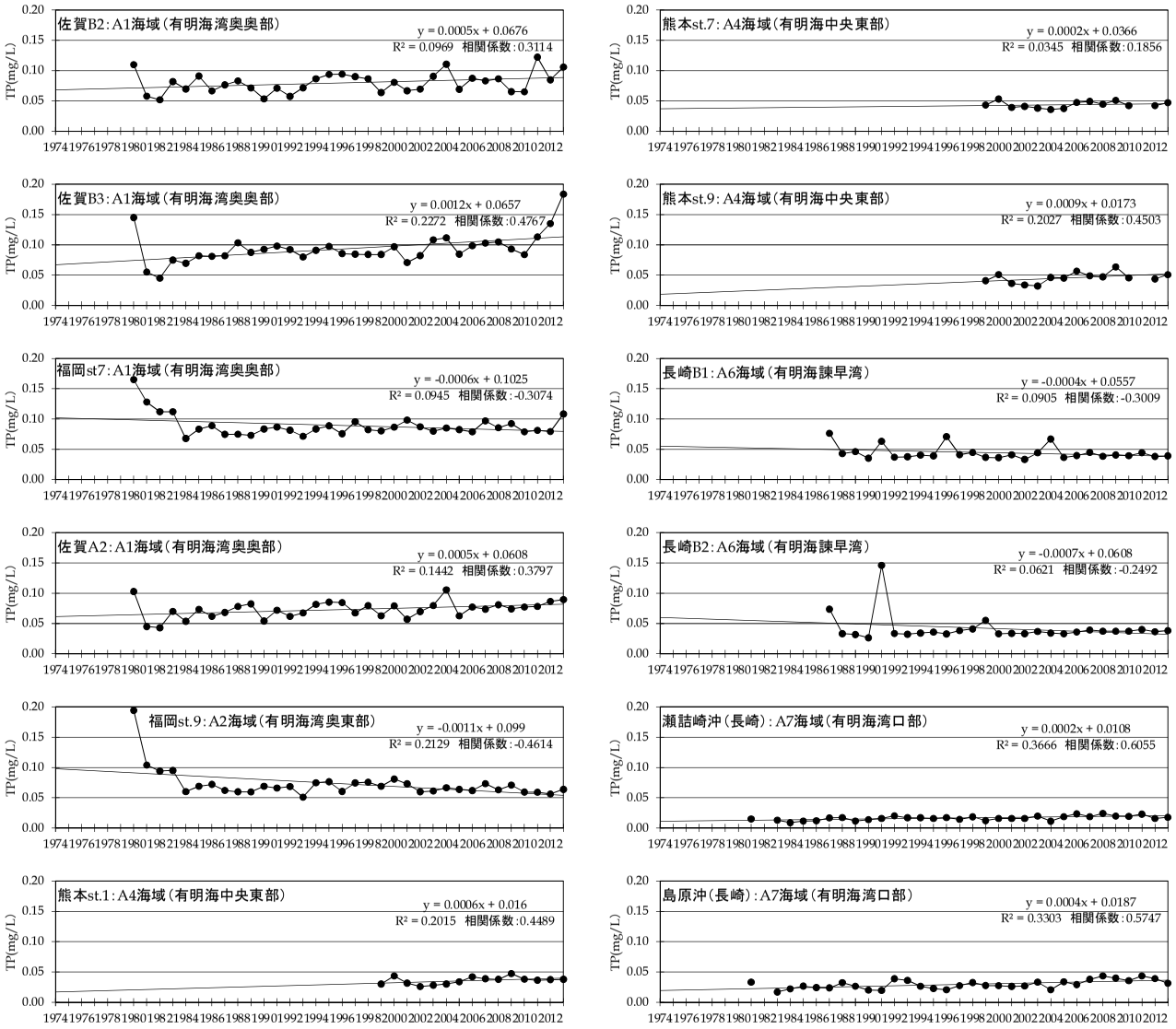


図 3.4.11(3)　水質の経年変化[有明海]：T-P（上層年平均値）

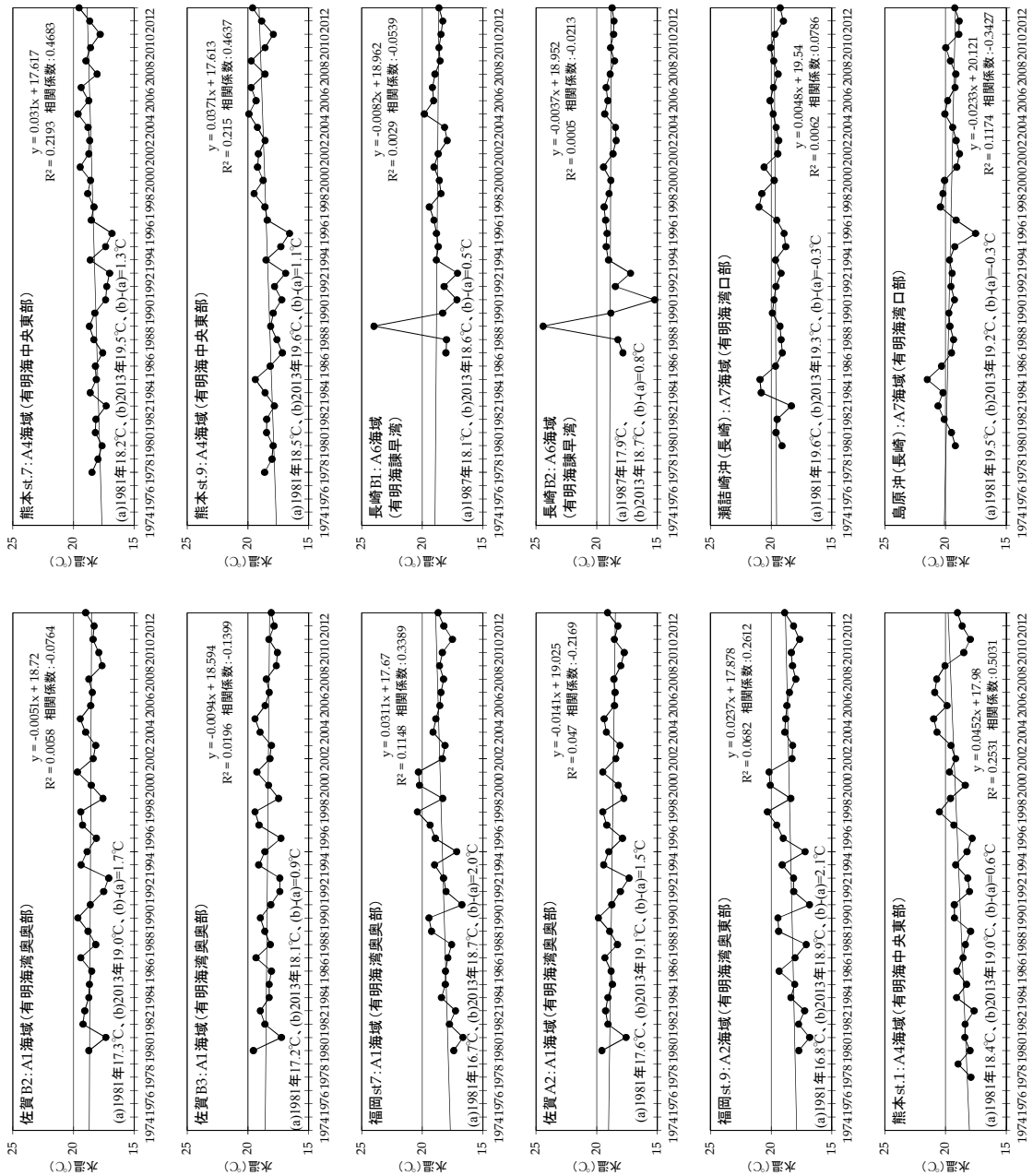


図 3.4.11(4)　水質の経年変化[有明海]：水温（上層年平均値）

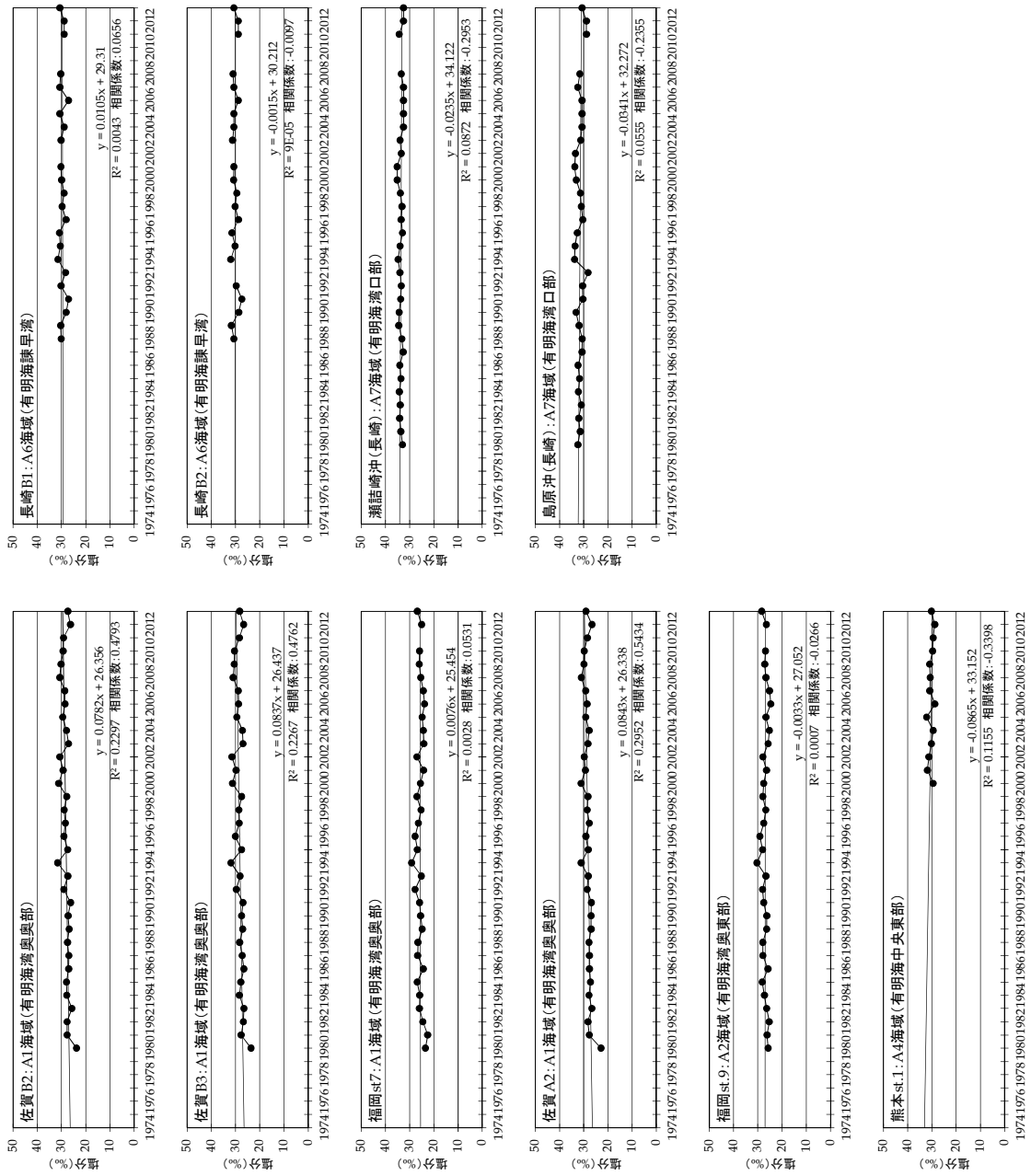


図 3.4.11(5)　水質の経年変化[有明海]：塩分（上層年平均値）

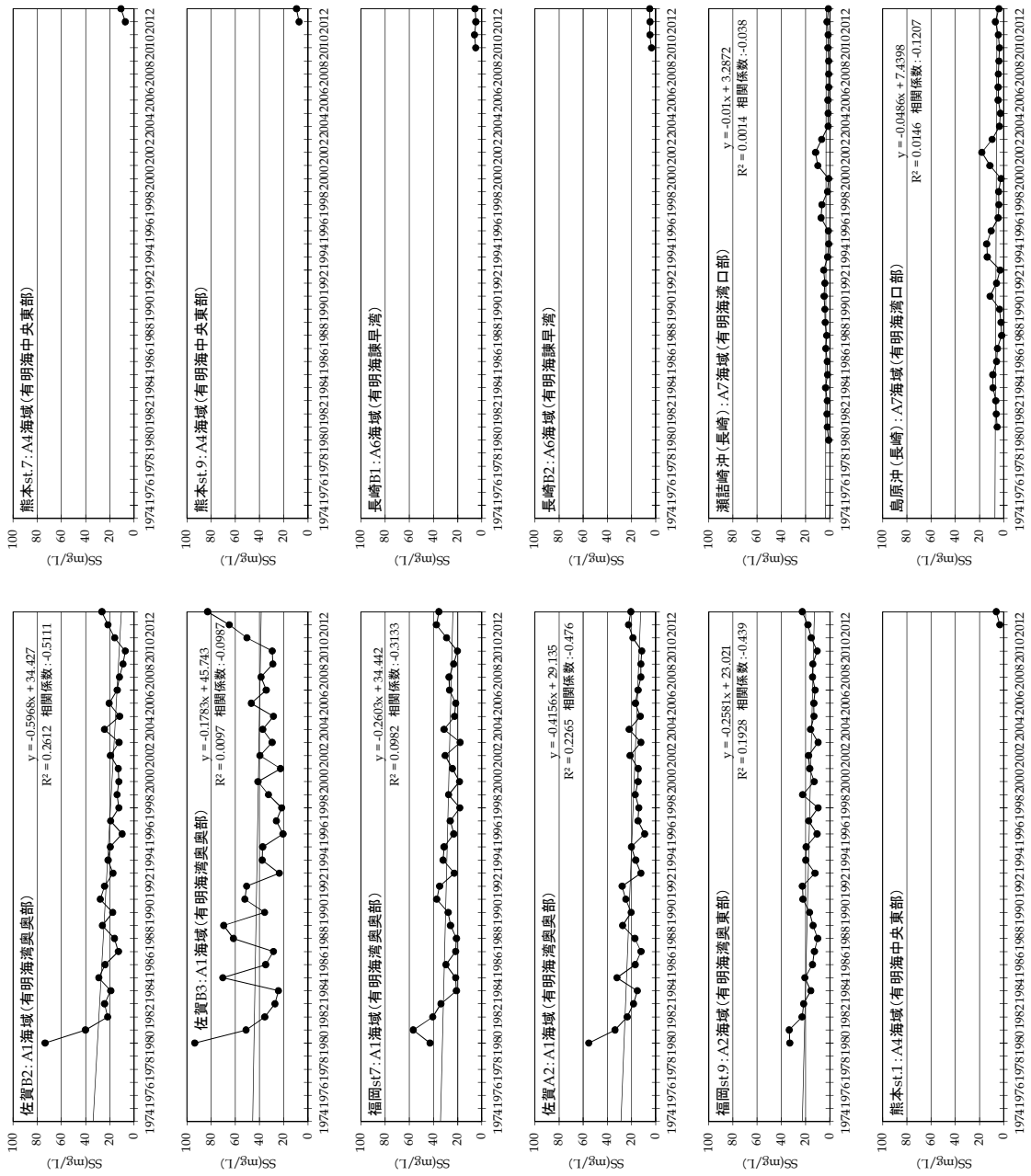


図 3.4.11(6)　水質の経年変化[有明海]：SS（上層年平均値）

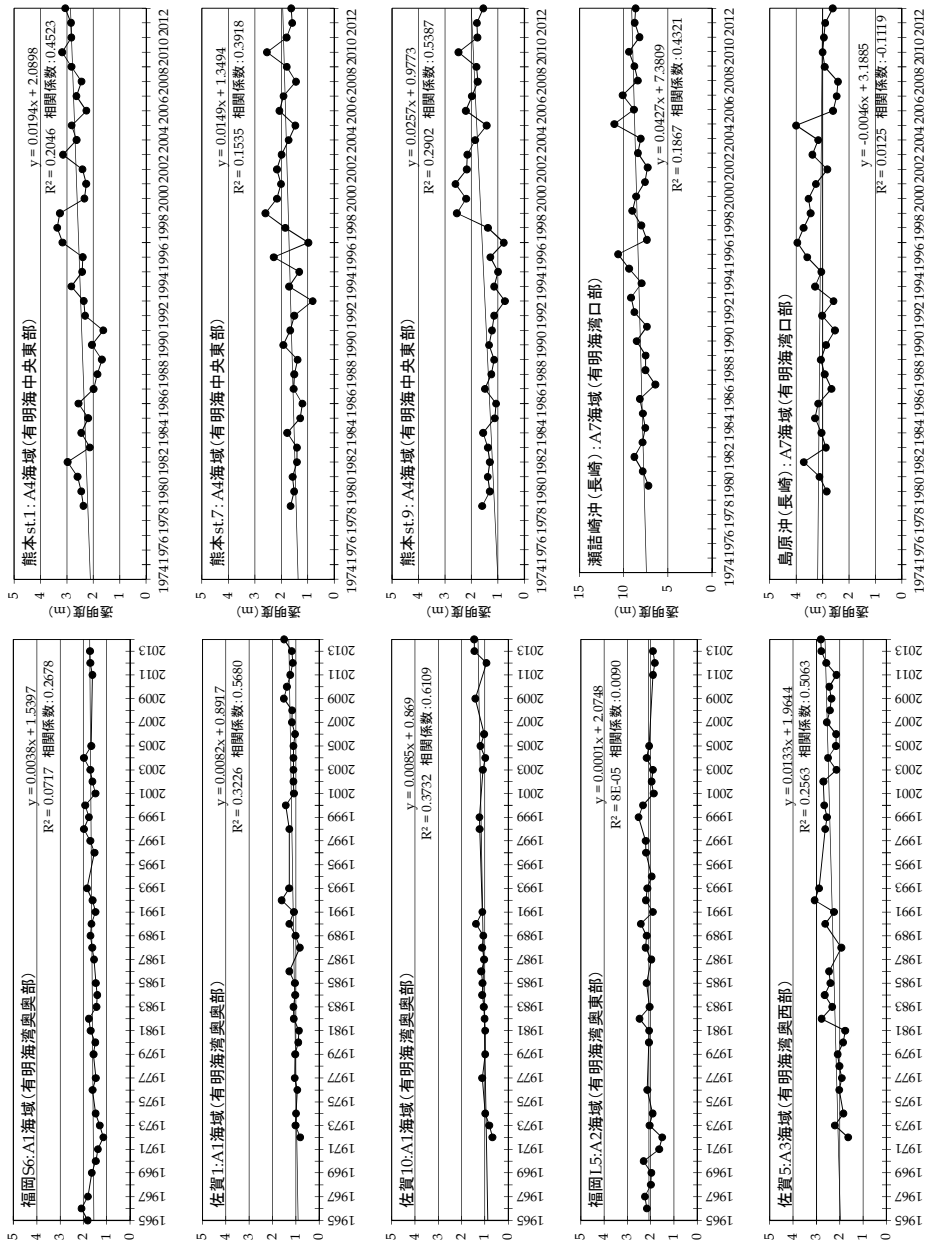


図 3.4.11(7)　水質の経年変化[有明海]：透明度

表 3.4.6　回帰分析結果（公共用水域水質測定）：八代海

		COD	T-N	T-P	水温	塩分	SS	透明度
Y1海域（八代海湾奥部）	八代海st.10（熊本）	++**	+**	++**	++	+**	−	−−
Y2海域（球磨川河口部）	八代地先海域St.7(熊本)	−**	−−**	++**	++	−**		++
Y4海域（八代海湾口東部）	鹿児島基準点5	+	−−**	−**	+	−		+

注）1. ■、■で網掛けしている項目は、有意水準 5%で有意な変化傾向が認められたことを示す。／はデータなし・不足等による評価対象外であることを示す。
2. 近似一次回帰式の傾きが 10 年間あたりで全データの算術平均の 10%以上の増加、減少（水温については 0.25℃の昇温、降温）がある場合は”＋＋”、”－－“とし、それに満たない場合は”＋”、”－“とした。
3. 熊本県の COD については、酸性法で測定が行われている 1998 年以降を対象に回帰分析を行った。
4. 熊本県の T-N、T-P は 1999 年以降採水方法を変更したため、1999 年以降を対象に回帰分析を行った。
5. *を付したものは 1990 年前後から現在までの期間の評価であり、**を付したものは 2000 年前後から現在までの期間の評価を示す。なお、2000 年以降から測定が開始された項目のうち、データ数が少ない項目については評価対象外とした。

資料：公共用水域水質測定結果（熊本県、鹿児島県）

八代海の水温・気温・東シナ海北部海面水温の時系列変動特性より、八代海の水温変動は東シナ海の海面水温の変動の影響を強く受けているとの報告がある[1)]。

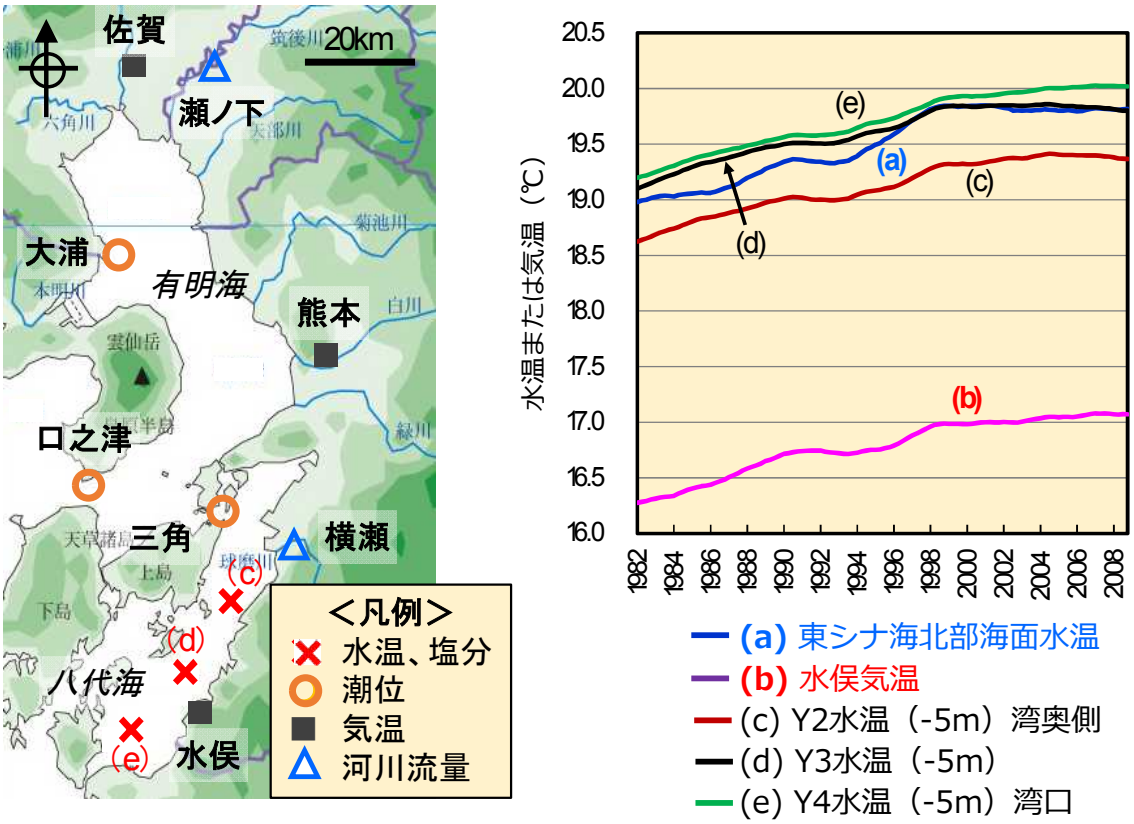


図 3.4.12　水温・気温・東シナ海北部海面水温の時系列変動特性

資料：滝川委員提供資料

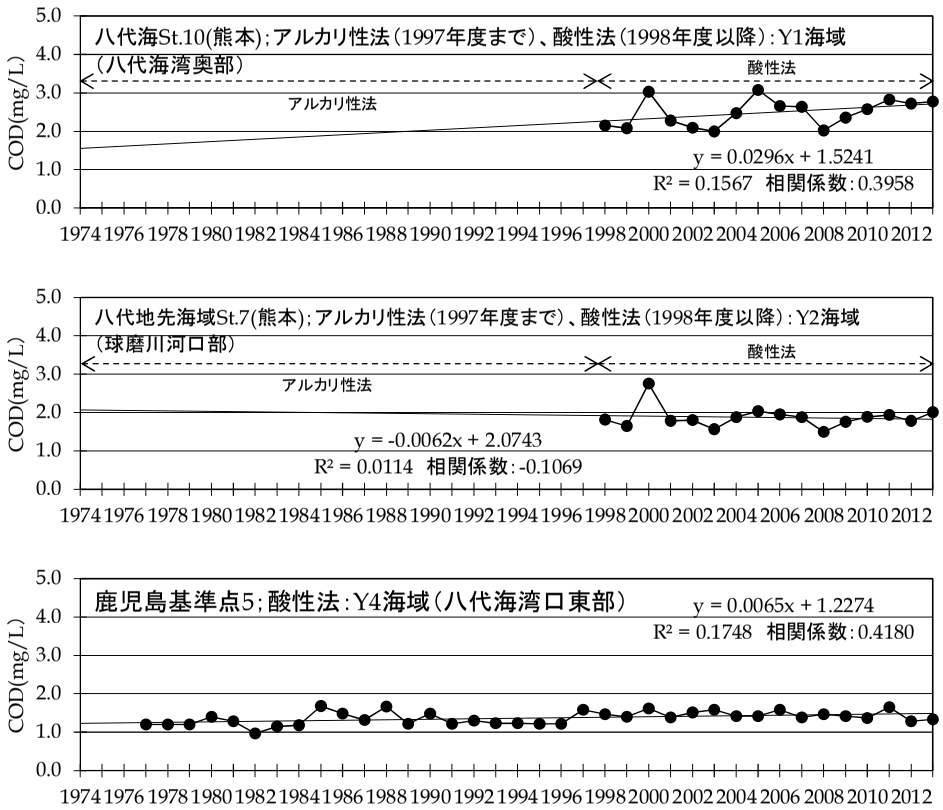


図 3.4.13(1)　水質の経年変化[八代海]：COD、T-N(上層年平均値)

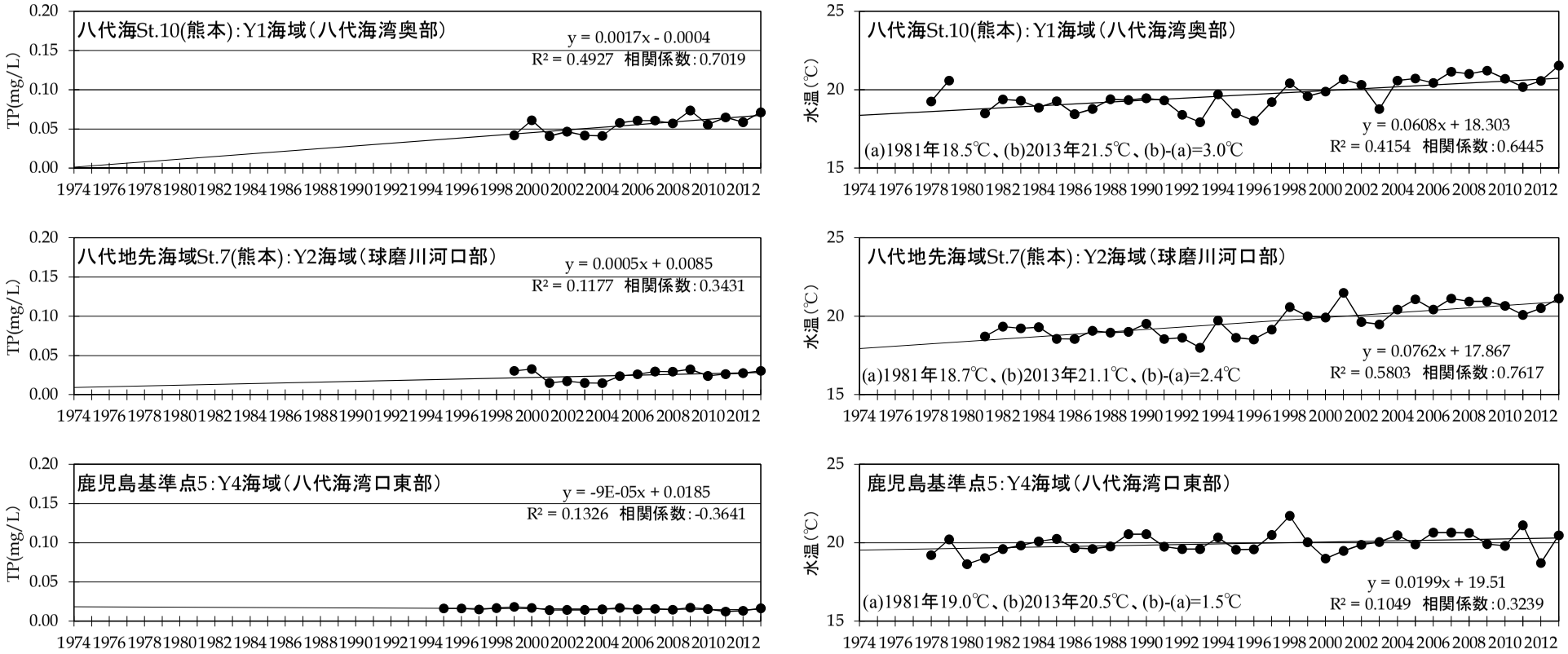


図 3.4.13(2)　水質の経年変化[八代海]：T-P、水温(上層年平均値)

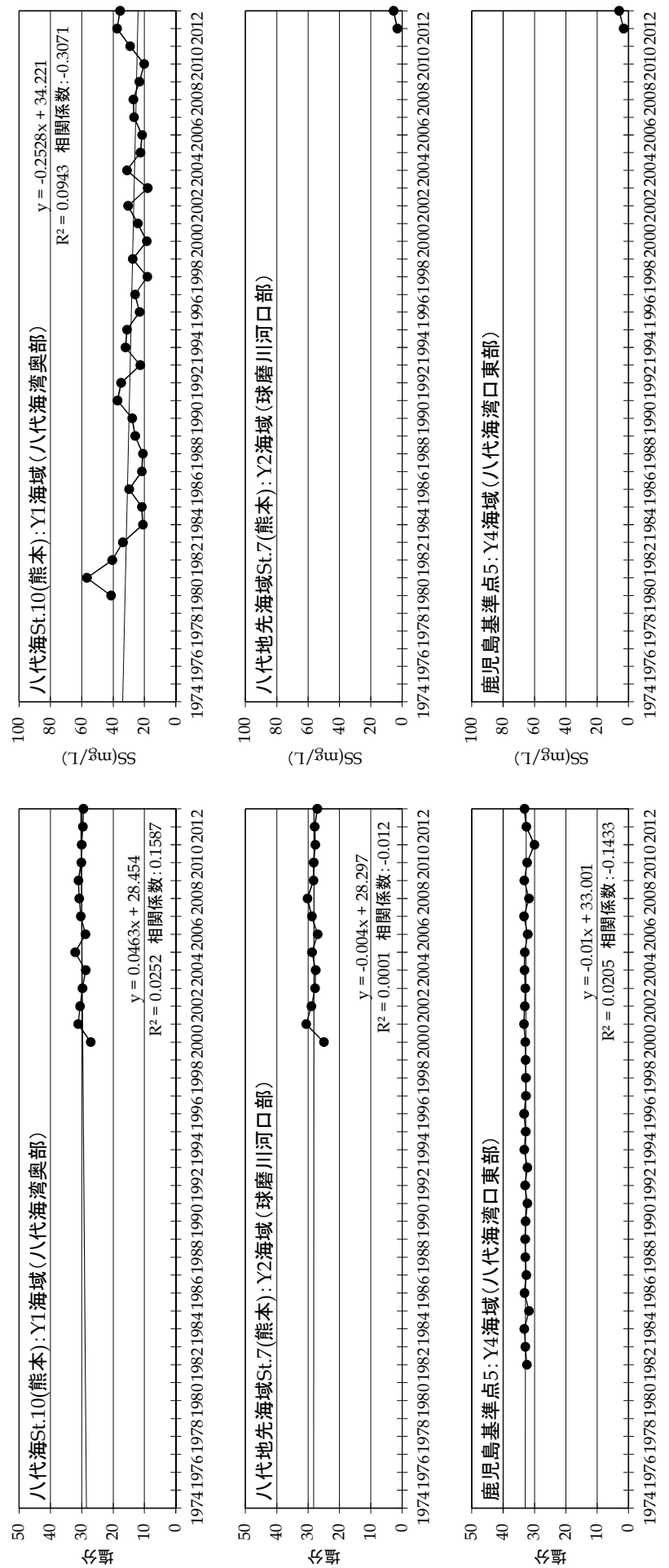


図 3.4.13(3)　水質の経年変化[八代海]：塩分、SS(上層年平均値)

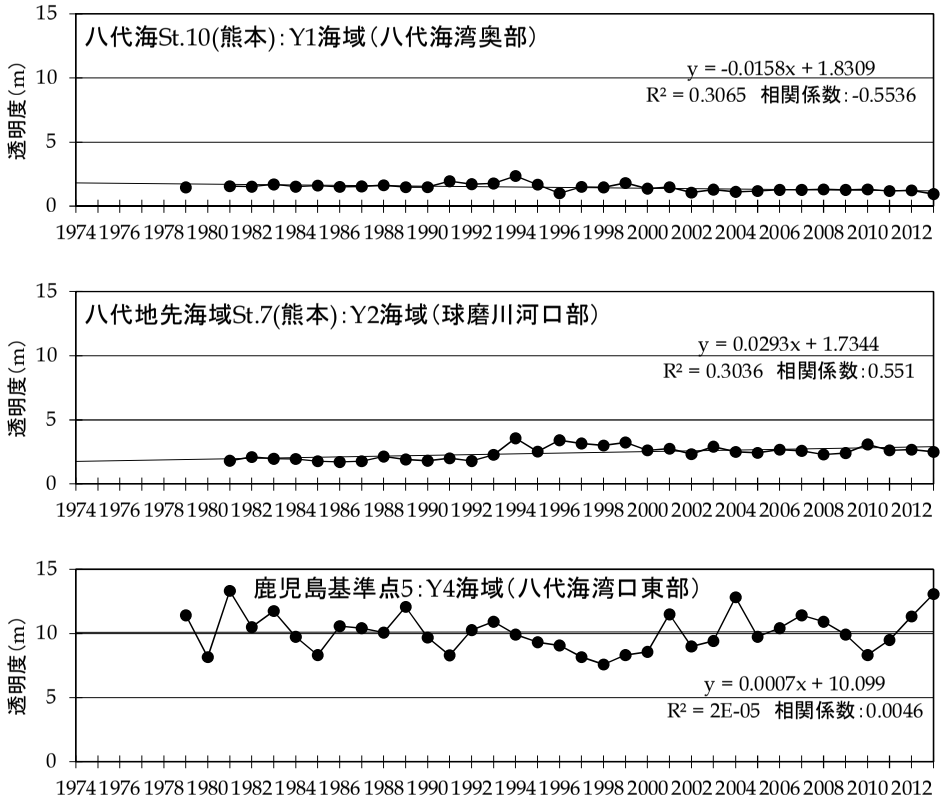


図 3.4.13(4)　水質の経年変化[八代海]：透明度(上層年平均値)

表 3.4.7　回帰分析結果：橘湾

	COD	T-N	T-P	水温	塩分	SS	透明度
脇岬港	＋			＋	－**		＋＋
為石漁港	＋			＋＋	＋**		＋＋
茂木港	－			＋	＋**		＋＋
有喜漁港	＋＋			＋	－**		＋＋
小浜港	＋			＋＋	－**		＋＋
加津佐港	＋＋			＋	－**		－

注）1. ■、■で網掛けしている項目は、有意水準 5%で有意な変化傾向が認められたことを示す。／はデータなし・不足等による評価対象外であることを示す。
2. 近似一次回帰式の傾きが 10 年間あたりで全データの算術平均の 10%以上の増加、減少（水温については 0.25℃の昇温、降温）がある場合は”＋＋”、”－－“とし、それに満たない場合は”＋”、”－“とした。
3. *を付したものは 1990 年前後から現在までの期間の評価であり、**を付したものは 2000 年前後から現在までの期間の評価を示す。なお、2000 年以降から測定が開始された項目のうち、データ数が少ない項目については評価対象外とした。

資料：公共用水域水質測定結果（長崎県）

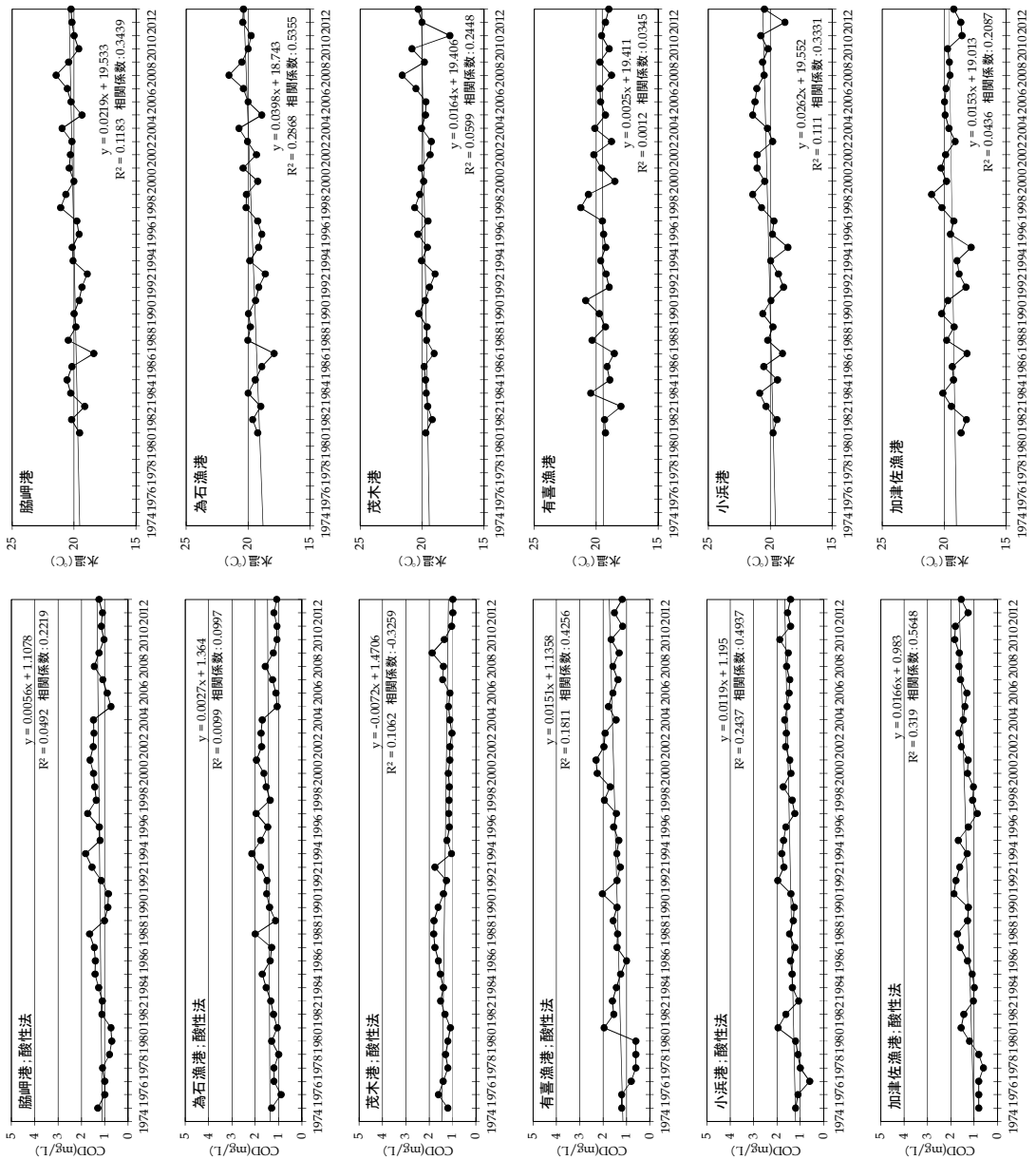


図 3.4.14(1)　水質の経年変化[橘湾]：COD、水温(上層年平均値)

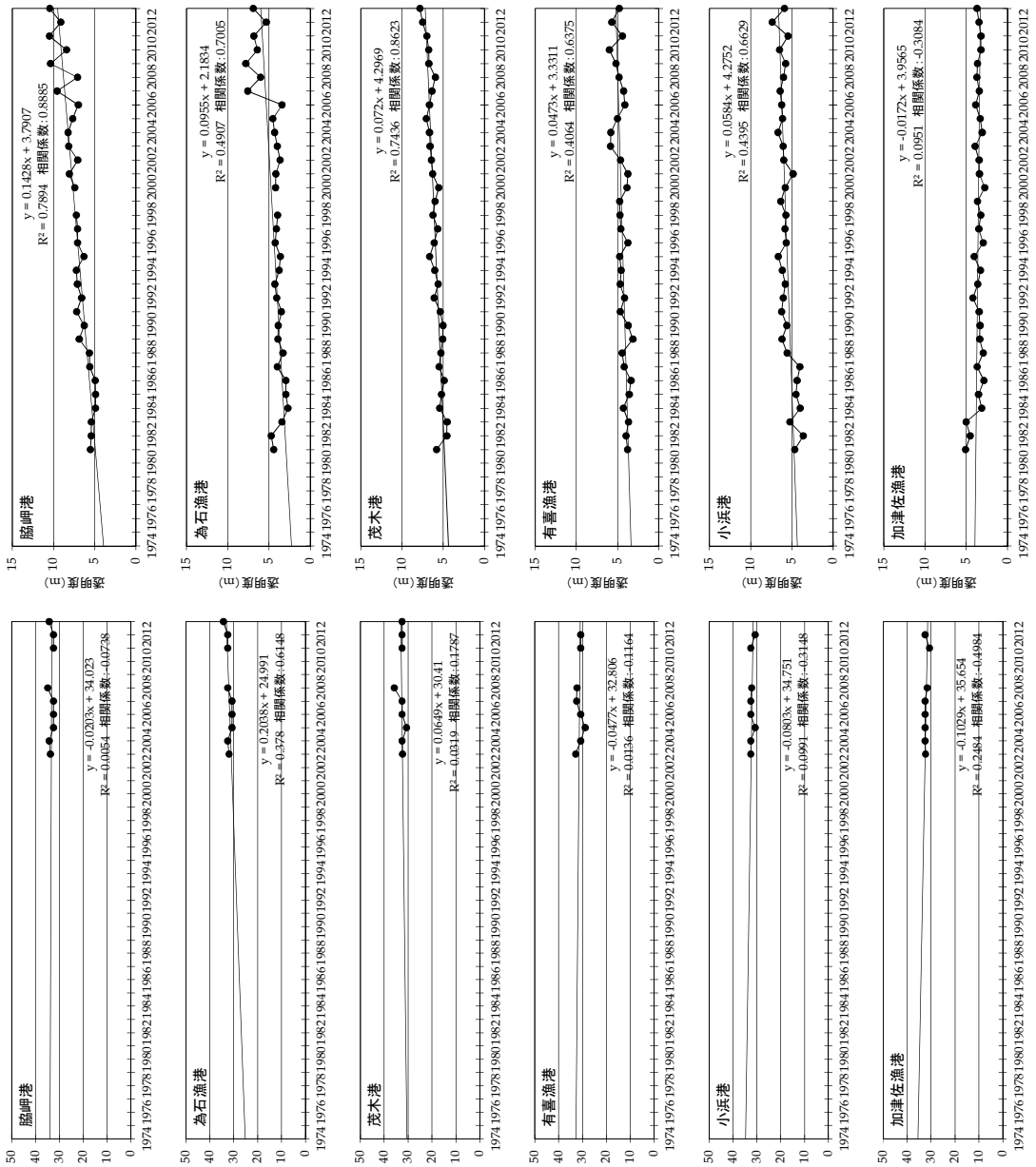


図 3.4.14(2)　水質の経年変化[橘湾]：塩分、透明度(上層年平均値)

表 3.4.8　回帰分析結果：牛深港

	COD	T-N	T-P	水温	塩分	SS	透明度
牛深港地先	＋＋**	－－**	＋＋**	＋	＋**		＋
牛深港内	＋＋**	－－**	＋**	＋＋	＋**		＋

注）1. ■、■で網掛けしている項目は、有意水準 5%で有意な変化傾向が認められたことを示す。／はデータなし・不足等による評価対象外を示す。
2. 近似一次回帰式の傾きが 10 年間あたりで全データの算術平均の 10%以上の増加、減少(水温については 0.25℃の昇温、降温)がある場合は”＋＋”、”－－“とし、それに満たない場合は”＋”、”－“とした。
3. 熊本県の T-N、T-P は 1999 年以降採水方法を変更したため、1999 年以降を対象に回帰分析を行った。
4. *を付したものは 1990 年前後から現在までの期間の評価であり、**を付したものは 2000 年前後から現在までの期間の評価を示す。なお、2000 年以降から測定が開始された項目のうち、データ数が少ない項目については評価対象外とした。

資料：公共用水域水質測定結果（熊本県）

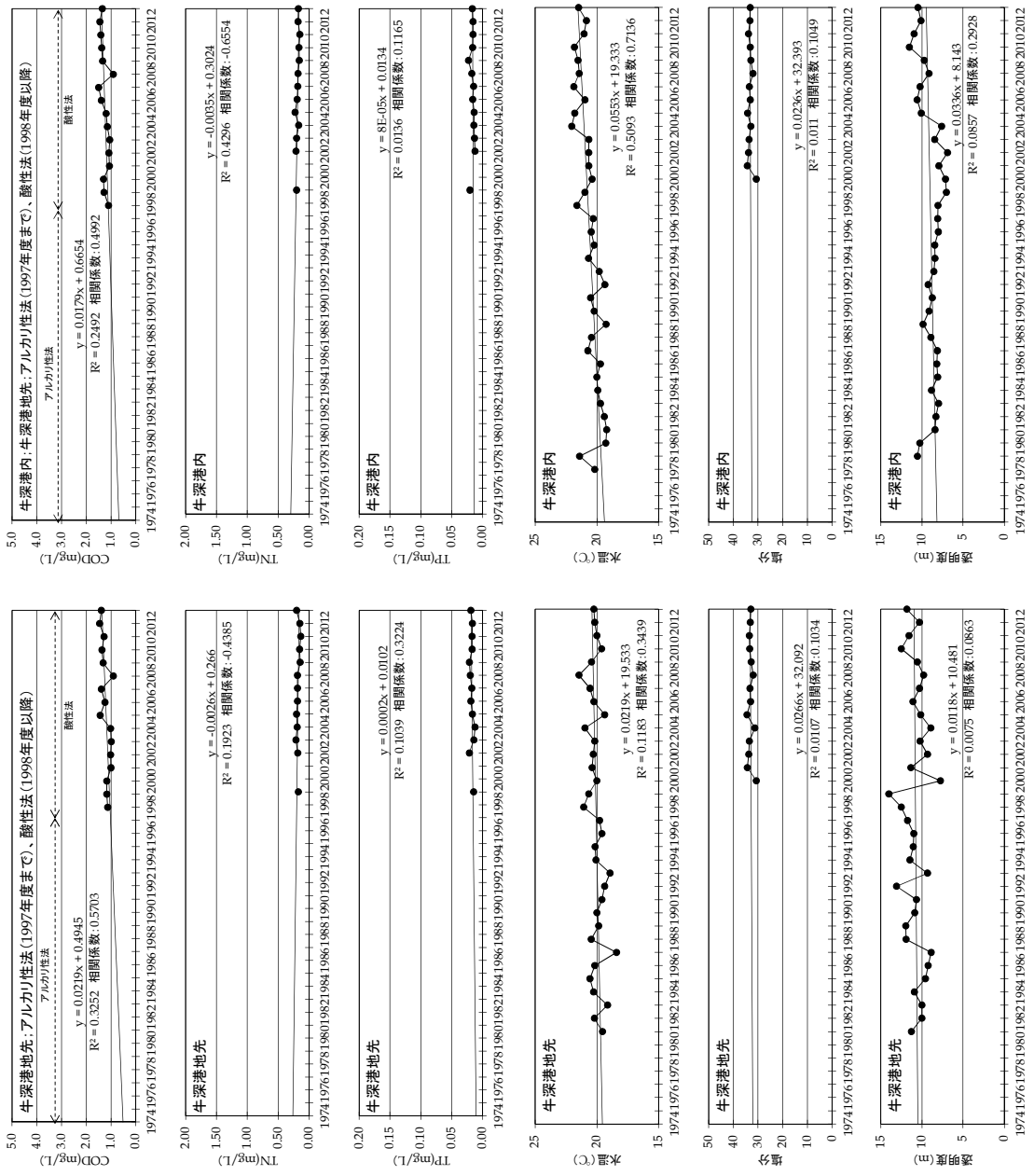


図 3.4.15　水質の経年変化[牛深港]

（3）まとめ

1970 年頃から現在までの水質環境基準達成率（COD、全窒素及び全燐）の推移及び水質（公共用水域水質測定等）の主な経年変化については以下のとおりである。

［有明海］

・COD(上層)については、水質環境基準達成率は 1974 年度以降 80%以上で推移しており、直近年の 2014 年度は 93%である。12 測点における直近５年間の年平均値は 0.8～3.5mg/L であり、1974 年度から 2013 年度にかけて、４測点（有明海湾奥奥部の一部及び有明海諫早湾）で減少傾向、１測点（有明海湾奥奥部の一部）で増加傾向がみられる。

・全窒素及び全燐の水質環境基準達成率は低く、2006 年度以降は 40%で推移しいる。

全窒素（T-N）(上層)については、水質環境基準達成率は 2007 年度以降 80%以上で推移しており、直近年の 2014 年度は 100%である。の 12 測点における直近５年間の年平均値は 0.2～0.7mg/L であり、1980 年度から 2013 年度にかけて、２測点（有明海湾奥奥部の一部）で減少傾向、１測点（有明海湾口部の一部）で増加傾向がみられる。

全燐（T-P）(上層)については、水質環境基準達成率は 2006 年度以降 40%で推移しており、直近年の 2014 年度も 40%である。の 12 測点における直近５年間の年平均値は 0.02～0.18mg/L であり、1980 年度から 2013 年度にかけて、３測点（有明海湾奥奥部の一部及び有明海湾口部）で増加傾向、１測点（有明海湾奥奥部の一部）でやや増加傾向、１測点（有明海湾奥東部）で減少傾向がみられる。

・水温(上層)については、12 測点における直近５年間の年平均値は 17.5～20.0℃であり、1978 年度から 2013 年度にかけて、４測点（有明海湾奥奥部の一部及び有明海中央東部）で昇温傾向、１測点（有明海湾口部の一部）でやや降温傾向がみられる。

・塩分(上層)については、10 測点における直近５年間の年平均値は 25.0～34.3 であり、３測点（有明海湾奥奥部の一部）でやや上昇傾向がみられる。

・SS(上層)については、7 測点における直近５年間の年平均値は 1.0～82.8mg/L であり、1980 年度から 2013 年度にかけて、３測点（有明海湾奥奥部の一部及び有明海湾奥東部）で減少傾向がみられる。

・透明度については、11 測点における直近５年間の年平均値は 0.4～9.4ｍであり、1970 年度から 2014 年度にかけて、１測点（有明海中央東部の一部）で上昇傾向がみられ、6 測点（有明海湾奥奥部の一部、有明海湾奥西部、有明海中央東部及び有明海湾口部の一部）でやや上昇傾向がみられる。

［八代海］

・COD(上層)については、水質環境基準達成率は 100%の年もあったが、近年は 60

～90％で推移しており、直近年の 2014 年度は 86％である。3 測点における直近５年間の年平均値は 0.9～2.8mg/L であり、1974 年度から 2013 年度にかけて、１測点（八代海湾口東部）でやや増加傾向がみられる。

・全窒素及び全燐ともに水質環境基準を達成している率は、近年は 75～100％で推移しており、直近年の 2014 年度は 100％である。

全窒素（T-N）（上層）については、水質環境基準達成率は 2003 年度以降 100％で推移しており、直近年の 2014 年度は 100％である。3 測点における直近５年間の年平均値は 0.1～0.5mg/L であり、1980 年度から 2013 年度にかけて、１測点（八代海湾口東部）で減少傾向がみられる。

全燐（T-P）（上層）については、水質環境基準達成率は 2010 年度以降 75％以上で推移しており、直近年の 2014 年度は 100％である。3 測点における直近５年間の年平均値は 0.01～0.07mg/L であり、1980 年度から 2013 年度にかけて、１測点（八代海湾奥部）で増加傾向がみられる。

・水温（上層）については、3 測点における直近５年間の年平均値は 18.7～21.5℃であり、1978 年度から 2013 年度にかけて、２測点（八代海湾奥部及び球磨川河口部）で上昇傾向がみられる。

・塩分（上層）については、3 測点における直近５年間の年平均値は 27.1～33.2 であり、1980 年度から 2013 年度にかけて、全点で有意な変化傾向はみられない。

・SS（上層）については、1 測点における直近５年間の年平均値は 3.1～37.6mg/L であり、1980 年度から 2013 年度にかけて、有意な変化傾向はみられない。

・透明度については、3 測点におけるの直近５年間の年平均値は 0.9～13.1ｍであり、1979 年度から 2014 年度にかけて、３測点のうち１測点（球磨川河口部）で増加傾向、１測点（八代海湾奥部）で減少傾向がみられる。鹿児島県の１測点（八代海湾口東部）では、透明度がおおむね 10ｍ以上と高いものの年変動が大きかった。

［橘湾］

・COD（上層）については、水質環境基準達成率 30～100%で推移しているが、ここ数年は 100％となっている。6 測点における直近 5 年間の年平均値は 1.0～1.9mg/L であり、1975 年度から 2013 年度にかけて、2 測点（有喜漁港と加津佐漁港）で増加傾向、1 測点（小浜港）でやや増加傾向、1 測点（茂木港）でやや減少傾向がみられる。

・全窒素及び全燐については、類型指定はされていない。

・水温（上層）については、6 測点における直近 5 年間の年平均値は 17.6～20.8℃であり、1981 年度から 2013 年度にかけて、1 測点（為石漁港）で昇温傾向がみられる。

・塩分（上層）については、6 測点における直近 5 年間の年平均値は 30.7～34.3 であり、2003 年度から 2013 年度にかけて、有意な変化傾向はみられない。

・透明度については、6 測点における直近５年間の年平均値は 3.2～10.5ｍであり、1981 年度から 2013 年度にかけて、加津佐港以外の５測点で上昇傾向がみられる。

［牛深港］

・COD(上層)については、2 測点における直近 5 年間の年平均値は 1.3～1.5mg/L であり、1998 年度から 2013 年度にかけて、全 2 測点で増加傾向がみられる。
・全窒素(T-N)(上層)については、2 測点における直近 5 年間の年平均値は 0.1～0.2mg/L であり、1999 年度から 2013 年度にかけて、1 測点で減少傾向がみられる。
・全燐(T-P)(上層)については、2 測点における直近 5 年間の年平均値は 0.02mg/L であり、1999 年度から 2013 年度にかけて、有意な変化傾向はみられない。
・水温(上層)については、2 測点における直近 5 年間の年平均値は 19.6～21.8℃であり、1979 年度から 2013 年度にかけて、1 測点で昇温傾向がみられる。
・塩分(上層)については、2 測点における直近 5 年間の年平均値は 32.8～33.8 であり、2000 年度から 2013 年度にかけて、有意な変化傾向はみられない。
・透明度については、2 測点における直近 5 年間の年平均値は 9.7～15.5ｍであり、1979 年度から 2013 年度にかけて、有意な変化傾向はみられない。

参考文献

1) 滝川委員提供資料

5.底質

（1）有明海の底質

底質の分布状況は、複雑な様相を呈しているため一概には言えないが、湾奥西部及び湾央東側の底質は主に泥あるいは砂泥で含泥率が高く、大浦沖・諫早湾口では1～4ｍにわたって泥が堆積している。湾央西側から湾口部にかけては砂質土もしくは礫が広がっている（図 3.5.1）。また、有明海では海底堆積物の移動・再分配が繰り返し生じており、水深0～5mと40m以深の面積が減る一方、10～30mの海域が増え、水深が平均化されている[1)]。

クラスター分析結果（各区分の平均値：H26まで）

区分	底質名	中央粒径	含泥率	含水率	硫化物	強熱減量	COD	全窒素	全リン
		φ	%	%	mg/g	%	mg/g	mg/g	mg/g
A	砂	1.30	10.4	28.0	0.04	5.6	4.1	0.48	0.48
B	泥混じり砂	2.55	38.9	37.0	0.17	8.0	7.5	0.79	0.48
C	砂混じり泥	4.86	64.1	50.0	0.20	9.5	9.3	1.08	0.53
D	泥	6.56	89.2	67.0	0.68	10.7	12.9	1.75	0.66

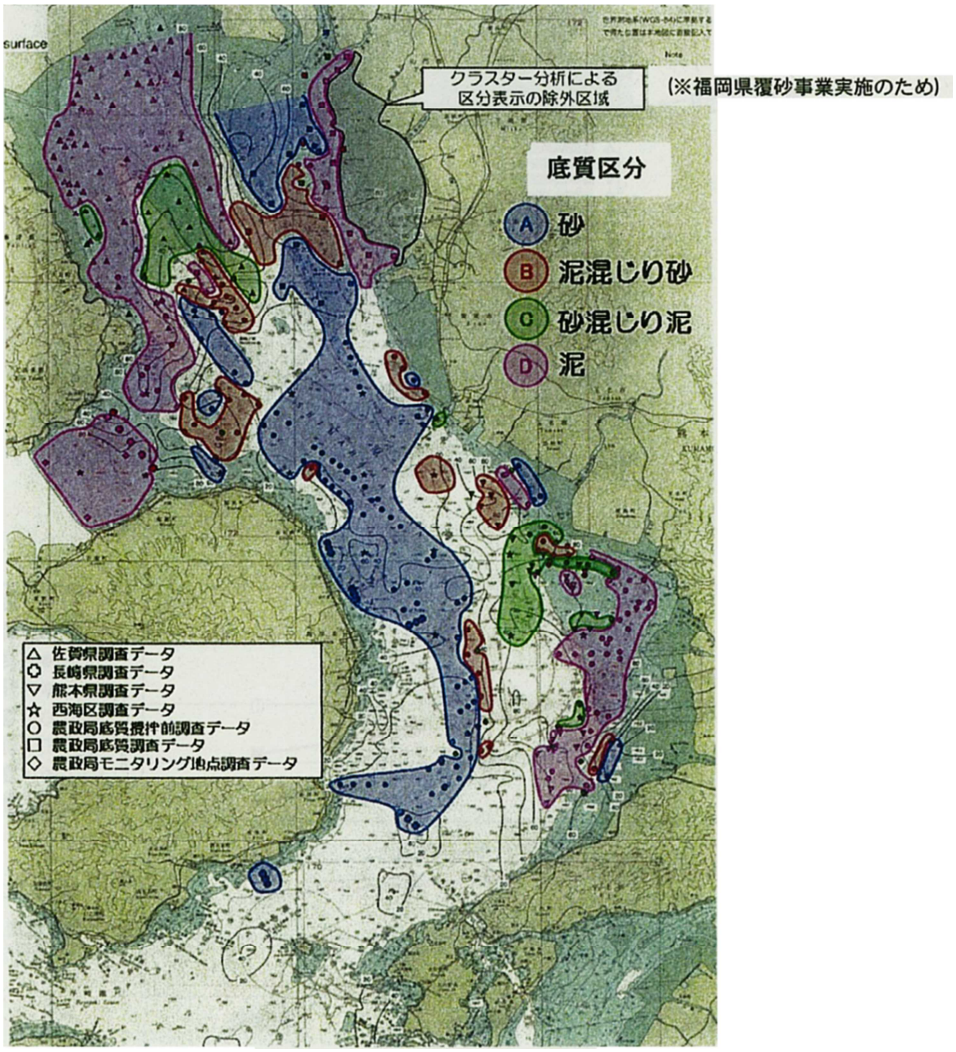


図 3.5.1　有明海の底質特性別海域区分図(2014 年)

出典：九州農政局（平成 28 年 3 月）「有明海漁場環境改善連絡協議会(第 22 回)
資料 5　国営干拓環境対策調査について」

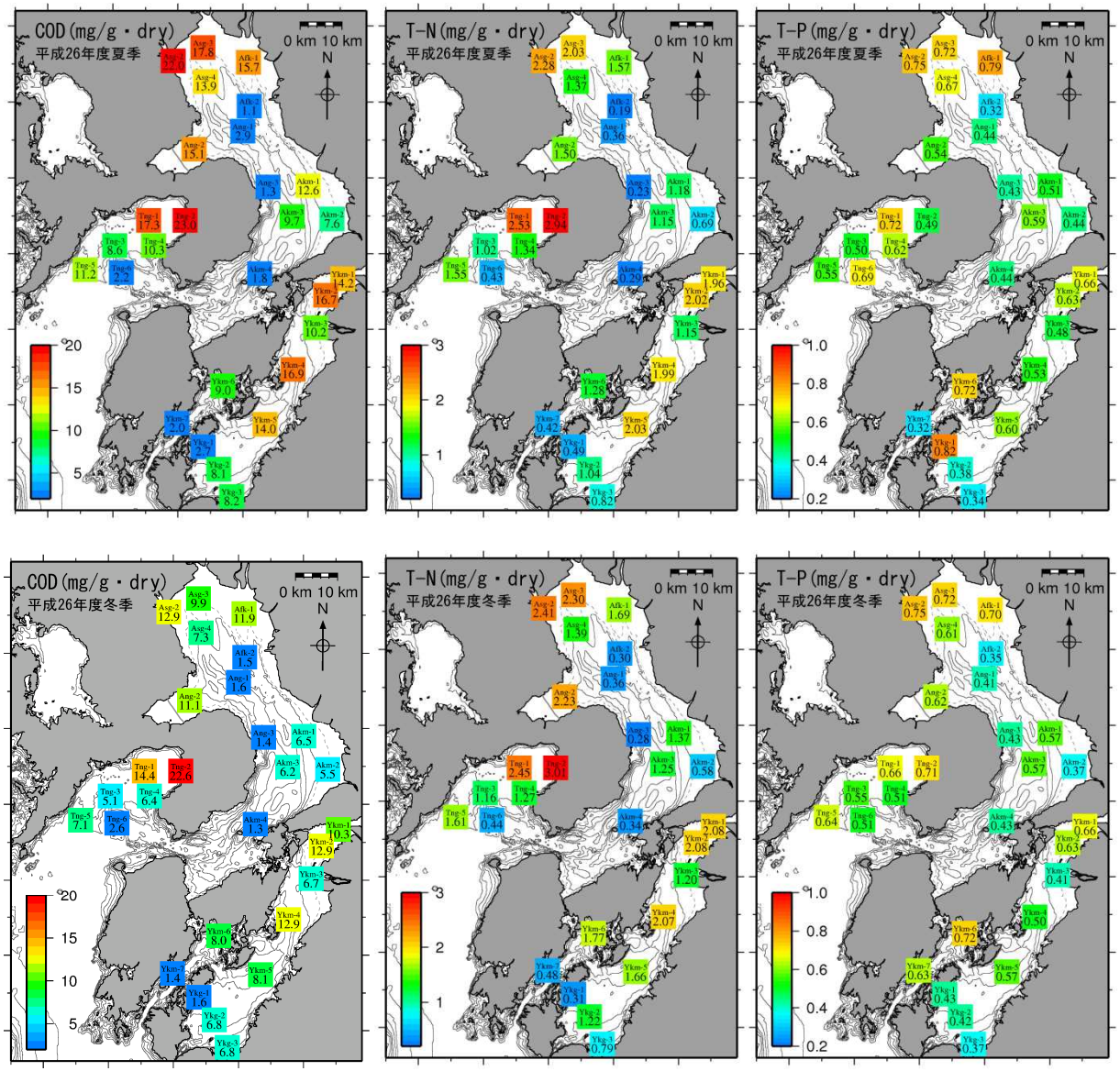


図 3.5.2　2014 年度の底質分析結果の水平分布（上段：夏季　下段：冬季）

2014 年度に実施した底質 COD、T-N、T-P 観測の結果を図 3.5.2 に示す。いずれの項目も濃度の空間分布は同じ傾向であり、有明海では湾奥部で最も高く、湾央北部と湾口部で低い。

海底堆積物中の珪藻類のシストの変化等（図 3.5.3）からも環境変化の開始時期が推定されており、有明海の富栄養化は 1950～1960 年頃から顕著に進行していると報告されている。底質の COD、T-N、T-P 濃度が比較的高い海域である熊本沖では、図 3.5.4 に示す潮目のところで硫化水素臭を伴う泥が 20～30mm 堆積している。堆積速度は年間約 1mm と推定されており、それに基づくと、底質の変化は 1970～1980 年頃から始まったと推察される。

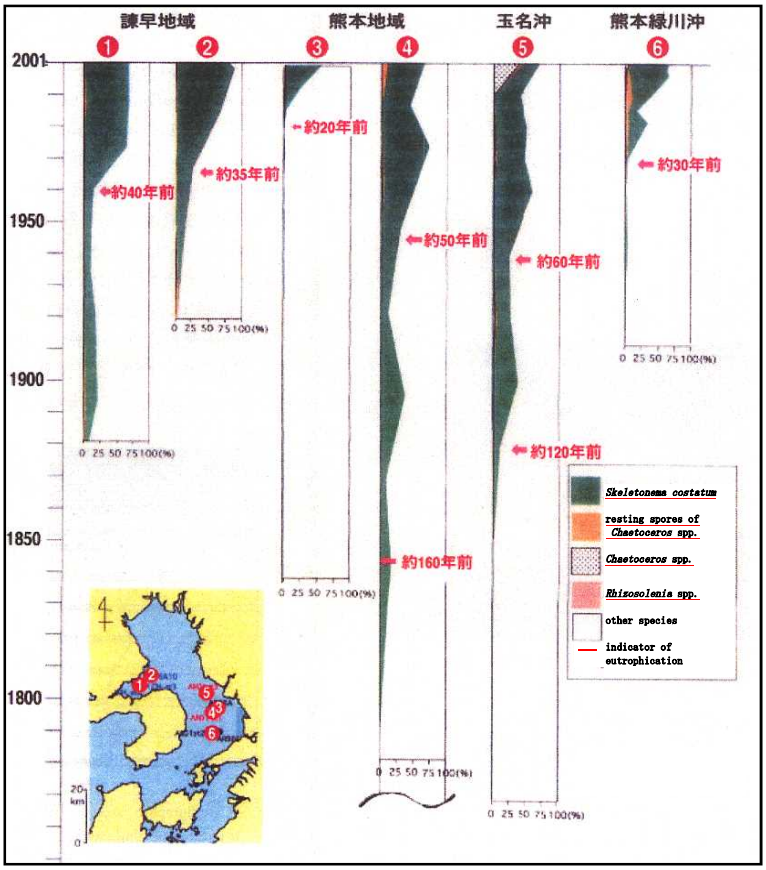


図 3.5.3　海底堆積物中に含まれる富栄養化を示唆する珪藻属
・種の出現頻度の変遷

出典：滝川清（2005）「第 14 回有明海・八代海総合調査評価委員会
資料-3 有明海・八代海の底質環境について」

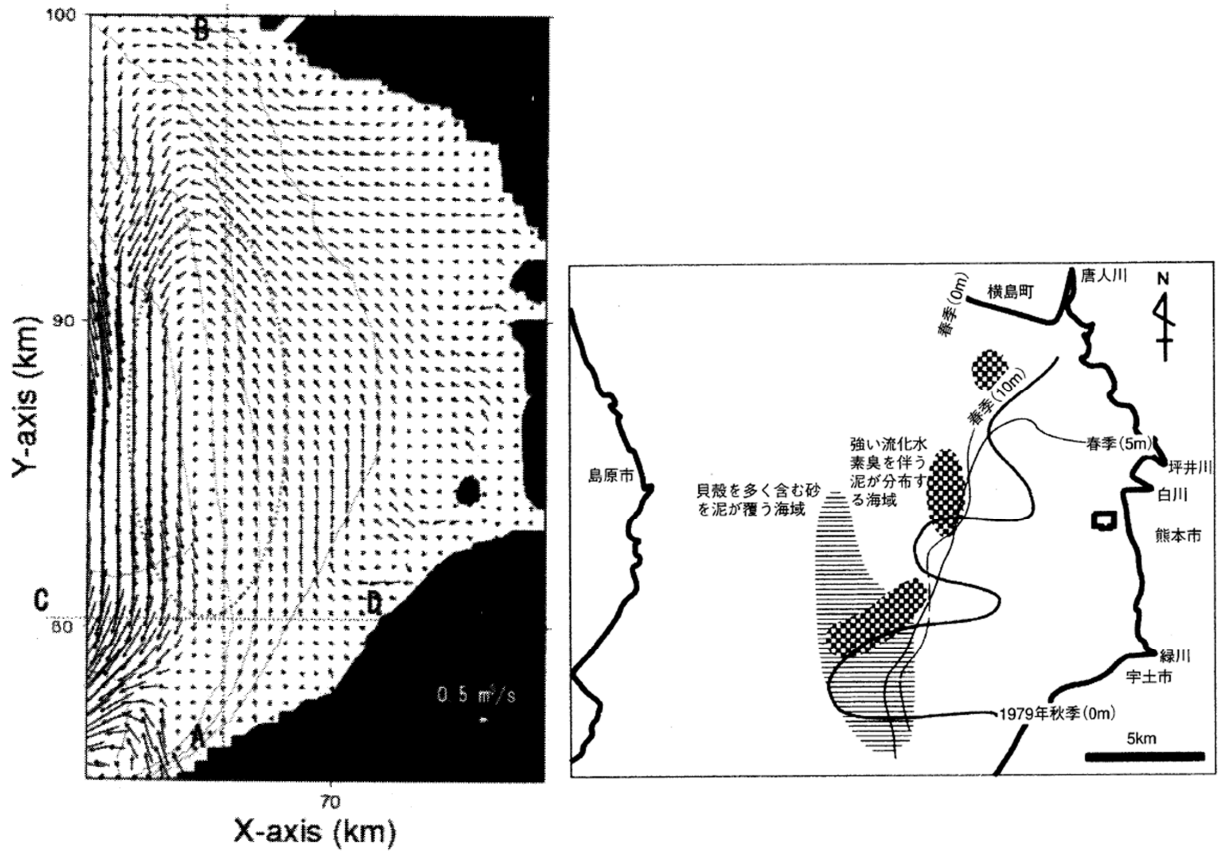


図 3.5.4　熊本港沖の残差流（線流量）と熊本沖の水塊境界と硫化水素臭泥の分布

出典：滝川清, 秋元和實, 平城兼寿, 田中正和, 西村啓介, 島崎英行, 渡辺枢（2005）：有明海熊本沖の水塊構造と表層堆積物分布特性，海岸工学論文集，第 52 巻，pp. 956-960

図 3.5.5 の有明海の 11 測点における底質の変動傾向を表 3.5.1 に示す。なお、1970 年頃からの底質の調査結果がないため、ここでは 2001 年頃以降の調査結果を整理した。T-N は２測点（有明海中央東部及び有明海湾口部の一部）で増加傾向・１測点（有明海湾央部）で減少傾向、COD は４測点（有明海湾奥奥部の一部、、有明海湾奥西部、有明海中央東部、有明海湾口部の一部）で増加傾向・１測点（有明海湾央部）で減少傾向、強熱減量は１測点（有明海湾央部）で減少傾向、T-S は３測点（有明海中央東部及び有明海湾口部の一部）で増加傾向、粘土シルト含有率は１測点（有明海中央東部）で増加傾向・１測点（有明海湾央部）で減少傾向を示し、T-P では増減傾向はみられない(表 3.5.1)。海域毎にみると、A4、A7 海域の測点で増加傾向を示す項目が多く、A5 海域では４項目で減少傾向にあった。詳細は４章において海域区分毎に記す。

表 3.5.1　有明海における底質の変動傾向

		T-N	T-P	COD	強熱減量	T-S	粘土シルト含有率
A1海域（有明海湾奥奥部）	Afk-1	…	…	…	…	…	…
	Asg-2	…	…	＋＋	…	…	…
	Asg-3	…	…	…	…	…	…
A2海域（有明海湾奥東部）	Afk-2	…	…	…	…	…	…
A3海域（有明海湾奥西部）	Asg-4	…	…	＋＋	…	…	…
A4海域（有明海中央東部）	Akm-2	＋＋	…	＋＋	…	＋＋	＋＋
A5海域（有明海湾央部）	Ang-1	－－	…	－－	－－	…	－－
A6海域（有明海諫早湾）	Ang-2	…	…	…	…	…	…
A7海域（有明海湾口部）	Ang-3	…	…	…	…	＋＋	…
	Akm-3	＋＋	…	＋＋	…	＋＋	…
	Akm-4	…	…	…	…	…	…

注）　＋＋、－－は、近似一次回帰式の決定係数が 0.2 以上であり、かつ、回帰直線による 10 年間の変化予測量が全データの算術平均の 10%以上となる項目を示しており、＋＋はその傾きが正、－－はその傾きが負であることを示した。…は決定係数が 0.2 未満、又は回帰直線による 10 年間の変化予測量が全データの算術平均の 10%未満であることを示す。

資料：環境省 有明海・八代海再生フォローアップ調査、有明海・八代海再生重点課題対策調査 等

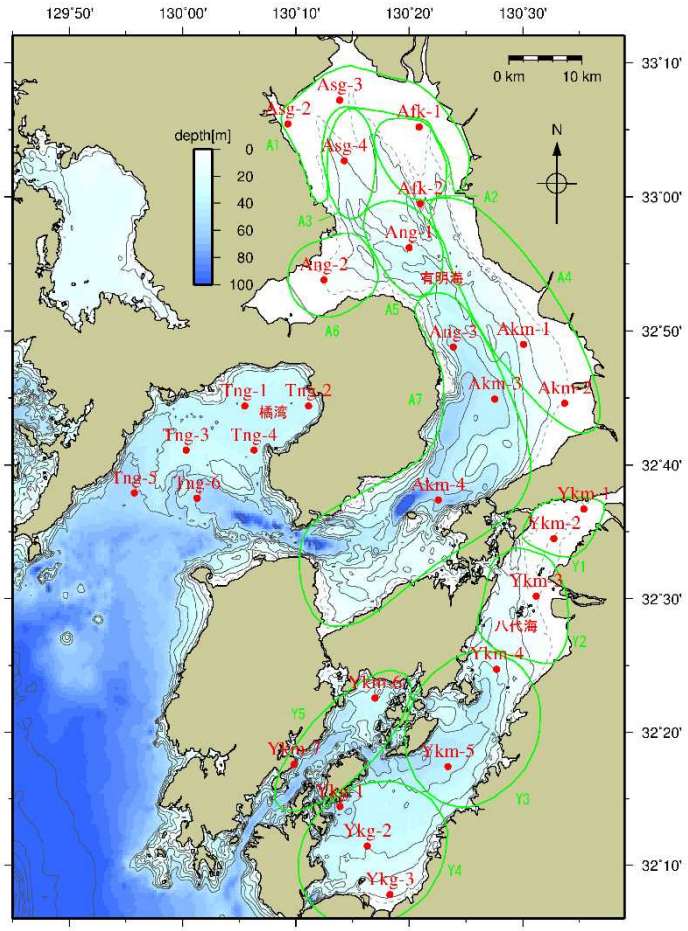


図 3.5.5　有明海・八代海・橘湾における底質の調査地点

注）図中の有明海、八代海の緑色の範囲は海域区分を示す。なお、海域区分の考え方等は「４章　２．海域区分」に示す。

Ａ１海域…有明海湾奥奥部	Ａ２海域…有明海湾奥東部	Ａ３海域…有明海湾奥西部
Ａ４海域…有明海中央東部	Ａ５海域…有明海湾央部	Ａ６海域…有明海諫早湾
Ａ７海域…有明海湾口部	Ｙ１海域…八代海湾奥部	Ｙ２海域…球磨川河口部
Ｙ３海域…八代海湾央部	Ｙ４海域…八代海湾口東部	Ｙ５海域…八代海湾口西部

底泥中に含まれる有機物量や硫化物量の増減には、流動や水質及び生物が複雑に関与しているが、一般的には植物プランクトン由来の有機物の沈降・堆積が最たる支配要因と考えられている。有明海では、ノリ養殖が盛んであることから、陸域からの負荷のみならず、ノリ養殖で行われている酸処理や施肥による水質・底質への影響も懸念されている。

本章の「１.汚濁負荷」で述べられているように、有明海における直接負荷を含めた汚濁負荷量に占める酸処理及び施肥の割合は、近年、T-N で 1.2%以下、T-P で 5.9%以下である。また、酸処理及び施肥による負荷量とノリ養殖による取り上げ量とを比較すると、窒素については、ノリ養殖による取り上げ量が酸処理及び施肥による負荷量を上回っており、リンについては、両者がほぼ同じ水準にある。海水中に含まれる有機酸のモニタリング調査の結果、海水中から有機酸が検出された事例はない。底泥間隙水中に含まれる有機酸のモニタリング調査も実施されているが、ノリ漁場内の底泥中から、酸処理剤の主成分であるクエン酸、リンゴ酸、乳酸などの有機酸はほとんど検出されていない。

以上のことから、酸処理の使用や施肥が適正に行われれば、底泥中の有機物や硫化物の増加の主たる要因となる可能性は少ないと思われる。ただし、酸処理剤や施肥により負荷された有機酸や栄養塩の挙動については知見に乏しいことから、今後の調査・研究が必要である。また、環境中への負荷が増加すると有機物や硫化物の増加につながる可能性があることから、海域で使用される酸処理剤等に由来する栄養塩量や有機酸量等の継続的なチェックを適切に実施することも重要である。

＜資料＞ノリ酸処理剤に関する調査結果

①ノリ酸処理剤の希釈は、通常（2～5m 水深の漁場）では 20 万～90 万倍である。底質への移行については、5 万倍希釈（20ppm）で 6 時間接触させた場合は検出不可、2 万倍希釈（50ppm）より高い濃度の場合は微量のクエン酸が検出された[2)]。

②有機酸のモニタリング調査としてはクエン酸、リンゴ酸およびグルコン酸濃度を測定した事例がある。総数 256 検体の測定結果はすべて検出限界値（0.01ppm＞または 0.1ppm）を下回った[3)]。

③海域に負荷される酸処理剤の成分としては、水素イオン及び有機酸、さらに栄養効果と pH を下げるための補助剤として添加されているリン酸等があげられる。海域の pH をモニタリングしているが、pH7.4 以下は酸処理剤使用前も使用後も検出されていない。クエン酸やリンゴ酸等の有機酸のモニタリング例をみても測定結果はすべて測定限界値以下であった。このように、酸処理剤の影響は海域のモニタリングでは検出されていないが、酸処理剤が海水で希釈された場合にはその有機成分は２～10 日で分解されるという結果からも頷ける[3)]。

④佐賀県海域のノリ漁場内の地点を中心に、３カ年（2011～2013 年度）にわたり、ノリ養殖期間中（12～3 月）の海底泥間隙水中に含まれる有機酸（リンゴ酸、乳酸、クエン酸）濃度を測定。いずれの試料からも有機酸は検出されなかった[4)]。

⑤複数県のノリ漁場内に設けた地点において、ノリ養殖期間中に底泥間隙水中に含まれる有機酸（リンゴ酸、乳酸、クエン酸）濃度を測定。その結果、１地点の底泥間隙水から極めて微量の乳酸が確認されたが、酸処理実施中には全地点で有機酸は定量下限未満であった[5)]。

（2）八代海の底質

八代海の底質（図 3.5.6）は主に泥が北部、中部東側の日奈久から津奈木にかけての沿岸域、中部西側の天草上島・御所浦島沿岸域、及び水俣湾周辺に分布している。中部海域の北側では球磨川河口からの極細粒砂（粒径 0.063～0.125mm）が広がっているのに対し、南部では細粒砂（粒径 0.125～0.25mm）より粗い砂が分布する。

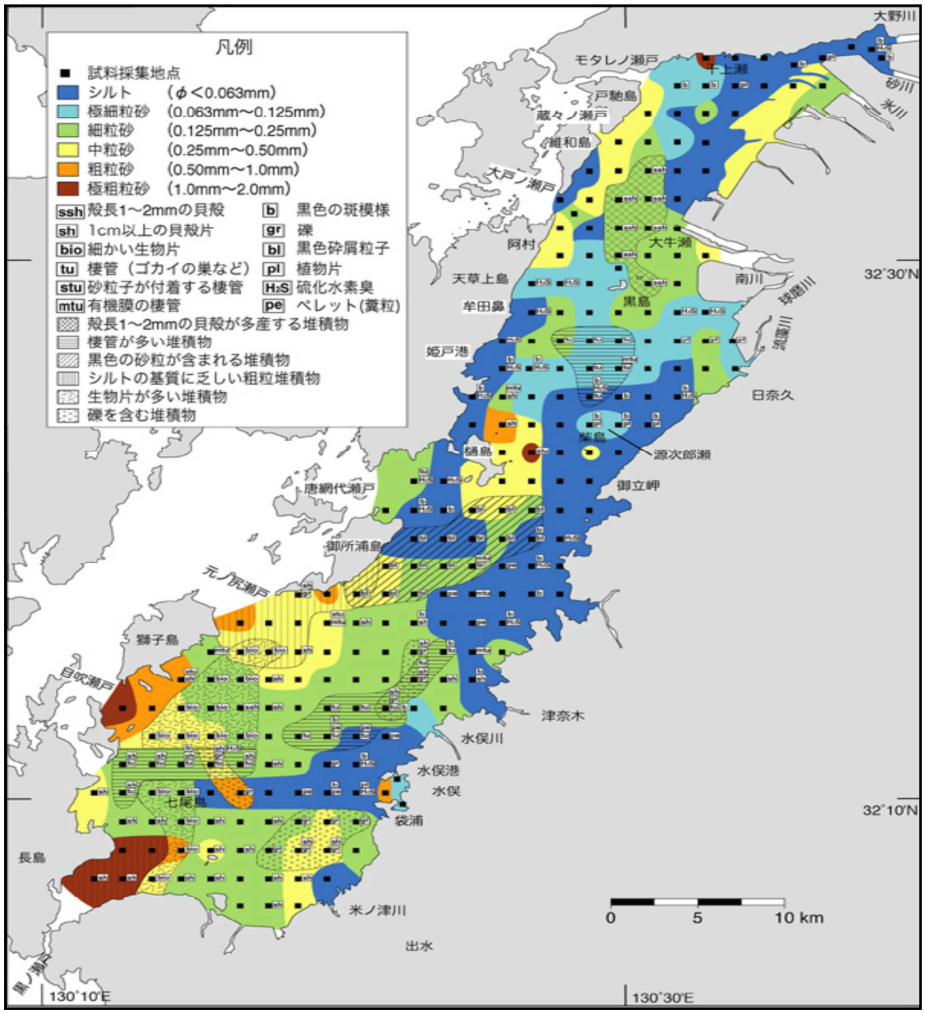


図 3.5.6　八代海の表層堆積物の分布(2004～2005 年)

出典：NPO みらい有明・不知火（2005）「くちぞこが観た八代海の風景」

図 3.5.5 の八代海の 10 測点における底質の変動傾向を表 3.5.2 に示す。なお、1970 年頃からの底質のモニタリング結果がないため、ここでは 2001 年頃以降の調査結果を整理した。T-N は１測点（八代海湾奥部）で増加傾向、T-P は２測点（八代海湾央部）で減少傾向、COD は７測点（八代海湾奥部、球磨川河口部、八代海湾奥部の一部、八代海湾口東部の一部及び八代海湾口西部の一部）で増加傾向、強熱減量は１測点（八代海湾奥部の一部）で増加傾向、粘土シルト含有率は１測点（八代海湾奥部の一部）で増加傾向・１測点（八代海湾口東部）で減少傾向を示し、他の測点及び T-S では増減傾向はみられない(表 3.5.2)。Y1 海域の Ykm-1 では多くの項目で増加傾向を示し、また、COD は多くの地点で増加傾向にあった。詳細は４章において海域区分毎に記す。

表 3.5.2　八代海における底質の変動傾向

		T-N	T-P	COD	強熱減量	T-S	粘土シルト含有率
Y1海域（八代海湾奥部）	Ykm-1	＋＋	…	＋＋	＋＋	…	＋＋
	Ykm-2	…	…	＋＋	…	…	…
Y2海域（球磨川河口部）	Ykm-3	…	…	＋＋	…	…	…
Y3海域（八代海湾央部）	Ykm-4	…	－－	＋＋	…	…	…
	Ykm-5	…	－－	…	…	…	…
Y4海域（八代海湾口東部）	Ykg-1	…	…	…	…	…	－－
	Ykg-2	…	…	＋＋	…	…	…
	Ykg-3	…	…	＋＋	…	…	…
Y5海域（八代海湾口西部）	Ykm-6	…	…	＋＋	…	…	…
	Ykm-7	…	…	…	…	…	…

注）　＋＋、－－は、近似一次回帰式の決定係数が 0.2 以上であり、かつ、回帰直線による 10 年間の変化予測量が全データの算術平均の 10%以上となる項目を示しており、＋＋はその傾きが正、－－はその傾きが負であることを示した。…は決定係数が 0.2 未満、又は回帰直線による 10 年間の変化予測量が全データの算術平均の 10%未満であることを示す。

資料：環境省 有明海・八代海再生フォローアップ調査、有明海・八代海再生重点課題対策調査 等

（3）その他の海域の底質

橘湾では、湾奥部から湾西部にかけて泥分が多く、早崎瀬戸から湾東部にかけては砂分が多い海域が広がる。変動傾向を分析する期間における底質測定に係る一般項目のデータがなかった。

なお、牛深町周辺の海域については、底質のデータがなかった。

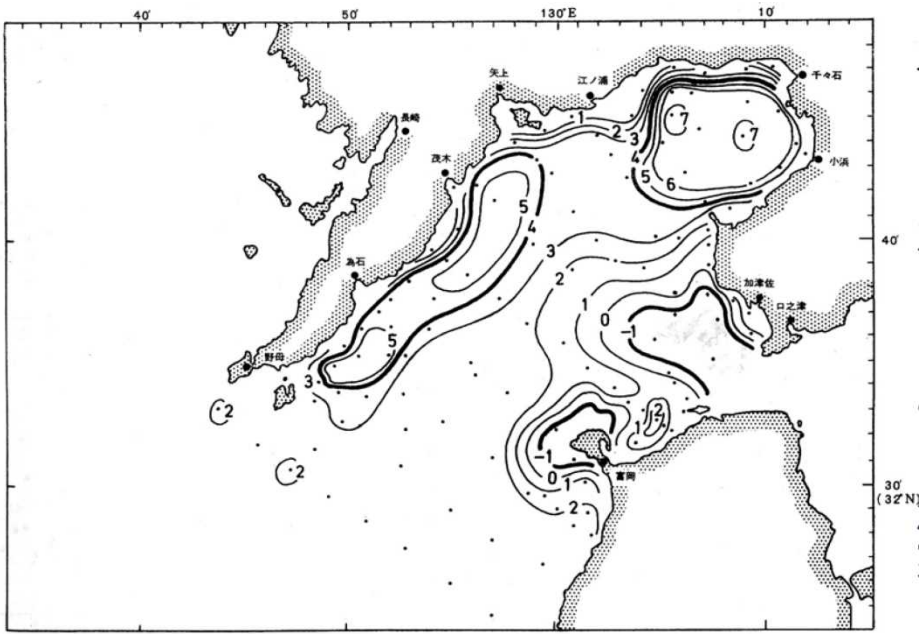


図 3.5.7　橘湾の中央粒径(Mdφ)の分布

出典：中田（2012）「第 30 回有明海・八代海等総合調査評価委員会
資料-3 橘湾の海域特性について」

（4）有明海、八代海における底質中の重金属・有害化学物質

有明海・八代海の底質中の重金属（総水銀、カドミウム、鉛、亜鉛、砒素）の測定値は、東京湾、大阪湾、三河湾及び伊勢湾の既往値と同等以下であった[6)、7)]。また、有明海の底質中に含まれるトリブチルスズ化合物、トリフェニルスズ化合物、ノニルフェノール、4-t-オクチルフェノール、フタル酸ジ(2-エチルヘキシル)、ＰＣＢ、17β-エストラジオール、農薬（ピリダフェンチオン、ブタクロール、1,2-ジクロロベンゼン）についても東京湾、大阪湾、三河湾及び伊勢湾の既往値と同等以下もしくは不検出であった[6)]。

（5）まとめ

有明海の底質は 2014 年までに行われた調査によると、湾奥西部及び湾央東側の底質は主に泥あるいは砂泥で含泥率が高く、湾央西側から湾口部にかけては砂質土もしくは礫が広がっている。また、大浦沖・諫早湾口では泥が、熊本沖では硫化水素臭を伴う泥が堆積している。

有明海について、経年データのある 2001 年頃以降の調査結果から底質の変動傾向（10 年間で 10%以上の変化）を整理したところ、11 測点のうち、T-N は２測点（有明海中央東部及び有明海湾口部の一部）で増加傾向・１測点（有明海湾央部）で減少傾向、COD は４測点（有明海湾奥奥部の一部、有明海湾奥西部、有明海中央東部及び有明海湾口部の一部）で増加傾向・１測点（有明海湾央部）で減少傾向、強熱減量は１測点（有明海湾央部）で減少傾向、T-S は３測点（有明海中央東部及び有明海湾口部の一部）で増加傾向、粘土シルト含有率は１測点（有明海中央東部）で増加傾向・１測点（有明海湾央部）で減少傾向を示し、T-P では増減傾向はみられなかった。

ノリ酸処理・施肥の影響については、酸処理剤の底質中のモニタリング調査結果によれば、ノリ漁場における底質から有機酸は殆ど検出されなかった。酸処理剤の使用や施肥が適正に行われれば、底泥中の有機物や硫化物の増加の主たる要因となる可能性は少ないと思われる。ただし、酸処理や施肥により負荷された有機酸や栄養塩の挙動については知見に乏しいことから、今後の調査・研究が必要である。また、環境中への負荷が増加すると有機物や硫化物の増加につながる可能性があることから、海域で使用される酸処理剤等に由来する栄養塩量や有機酸量等の継続的なチェックを適切に実施することも重要である。

八代海の底質は、含泥率の高い層が湾奥部、日奈久以南の湾東部及び天草上島東部に分布し、南部では細粒砂、南端の瀬戸付近では中粒砂より粗い砂が分布する。

八代海について、経年データのある 2001 年頃以降の調査結果から底質の変動傾向を整理したところ、10 測点のうち、T-N は１測点（八代海湾奥部の一部）で増加傾向、T-P は２測点（八代海湾央部）で減少傾向、COD は７測点（八代海湾奥部、球磨川河口部、八代海湾奥部の一部、八代海湾口東部の一部及び八代海湾口西部の一部）で増加傾向、強熱減量は１測点（八代海湾奥部の一部）で増加傾向、粘土シルト含有率は１測点（八代海湾奥部の一部）で増加傾向・１測点（八代海湾口東部）で減少傾向を示し、T-S では増減傾向はみられなかった。

参考文献

1）滝川清（2005）「第 14 回有明海・八代海総合調査評価委員会 資料-3 有明海・八代海の底質環境について」
2）鬼頭釣（2003）「第 6 回有明海・八代海総合調査評価委員会 資料-2 有明海におけるノリ養殖について」
3）農林水産省水産庁(1995)「のり酸処理試験研究成果の概要」
4）佐賀県有明水産振興センター（2015）平成 26 年度水産研究成果情報，有明海佐賀県海域における環境中の有機酸モニタリング
5）長﨑慶三・虫明敬一・生田和正（2015）：有明海の海水・海底泥間隙水中の有機酸測定．水産技術，8，37-41
6）環境省（2002）「平成 13 年度 有明海水質等状況補足調査 報告書」
7）中田晴彦、島田英昭、安武章、秋元和實、滝川清（2006）：八代海における化学汚染の現状分析，月刊海洋，Vol.38，No.2，pp.131-136

6.貧酸素水塊

（1）有明海の底層溶存酸素量の状況

有明海における底層溶存酸素量の経年的傾向について、浅海定線調査（基本的に毎月1回大潮満潮前後に調査、測点は図 3.6.1）の結果を整理した。本調査データの年間最低値について整理したところ、データのある 1972 年度以降、６測点のうち、佐賀県の２測点（有明海湾奥西部及び有明海湾央部）で有意に減少する傾向がみられ、その他の４測点（有明海湾奥奥部及び有明海湾奥東部）では有意な変化はみられなかった（表 3.6.1、図 3.6.2)。ただし、有明海における底層溶存酸素量は、小潮期に低くなる傾向があるが、ここで評価に用いた浅海定線調査は大潮期のものであることに留意が必要である。2004 年から有明海湾奥部で実施されている底層溶存酸素量の連続観測結果（後述する図 3.6.11）によると、濃度低下の程度や継続期間には年による違いがあるものの、2004 年から 2015 年までの 12 年のうち、全ての年で最低値が 3.0mg/L を下回っており、うち 11 年については 2.0mg/L を下回る状況がみられた。また、諫早湾で実施されている底層溶存酸素量の連続観測結果（2006 年～2014 年）によると、全ての年で日平均値の年間最低値が 2.0mg/L を下回る状況がみられた。（図 3.6.3)。

また、底層溶存酸素量について、環境基準の基準値として示されている 2.0mg/L 以上及び 3.0mg/L 以上に基づき整理したところ、長期間のデータがある浅海定線調査（大潮満潮時に観測）に基づいた底層溶存酸素量の年間最低値については、佐賀県の 1 測点（有明海湾奥西部）では、他の有明海奥部の測点と比べ、最近 10 年間（2005 年～2014 年）で 2.0mg/L 又は 3.0mg/L を下回る回数（各４回、９回）が多く、また、1972 年～1984 年と比べても、2.0mg/L 又は 3.0mg/L を下回る回数が多くなっている（表 3.6.2)。

有明海水質連続観測調査等によると、底層溶存酸素量の日平均値が 2.0mg/L 未満又は 3.0mg/L 未満の日数は 2006 年で最も多く（各地点の平均で各 37 日、55 日)、2009 年で少なく（同じく各３日、16 日）なっており、有意な変化傾向はみられなかった（図 3.6.4)。

底層溶存酸素量に関しては、水域の底層を生息域とする魚介類等の水生生物や、その餌生物が生存できることはもとより、それらの再生産が適切に行われることにより、底層を利用する水生生物の個体群が維持できる場を保全・再生することを目的に、2016 年 3 月に生活環境項目環境基準に追加された。類型及び基準値(表 3.6.3)は、生物１類型の基準値は 4.0mg/L 以上、生物 2 類型の基準値は 3.0mg/L 以上、生物 3 類型の基準値は 2.0mg/L 以上であり、今後、海域毎に類型指定の検討が進められることになる。

なお、後述するように、有明海の貧酸素水塊は、小潮期に発達しやすく、大潮期に緩和あるいは解消する場合が多いという特徴がある。

表 3.6.1　回帰分析結果：有明海（左：浅海定線調査、右：有明海水質連続観測調査等）

		底層溶存酸素量
A1海域（有明海湾奥奥部）	福岡S6	＋
	佐賀1	－
	佐賀10	－
A2海域（有明海湾奥東部）	福岡L5	＋
A3海域（有明海湾奥西部）	佐賀5	－－
A5海域（有明海湾央部）	佐賀11	－

		底層溶存酸素量
A1海域（有明海湾奥奥部）	T13	
	T14	－－**
A3海域（有明海湾奥西部）	P1	－－**
	P6	－－**
A6海域（有明海諫早湾）	B3	

注）1. ■、■で網掛けしている項目は、有意水準 5%で有意な変化傾向が認められたことを示す。／はデータなし・不足等による評価対象外であることを示す。
2. 近似一次回帰式の傾きが 10 年間あたりで全データの算術平均の 10%以上の増加、減少がある場合は”＋＋”、”－－“とし、それに満たない場合は”＋”、”－“とした。
3. *を付したものは 1990 年前後から現在までの期間の評価であり、**を付したものは 2000 年前後から現在までの期間の評価を示す。なお、2000 年以降から測定が開始された項目のうち、データ数が少ない T13、B3 については評価対象外とした。

資料：浅海定線調査結果（福岡県、佐賀県）、有明海水質連続観測調査結果（西海区水産研究所）
有明海貧酸素水塊広域連続観測結果[諫早湾]（九州農政局）

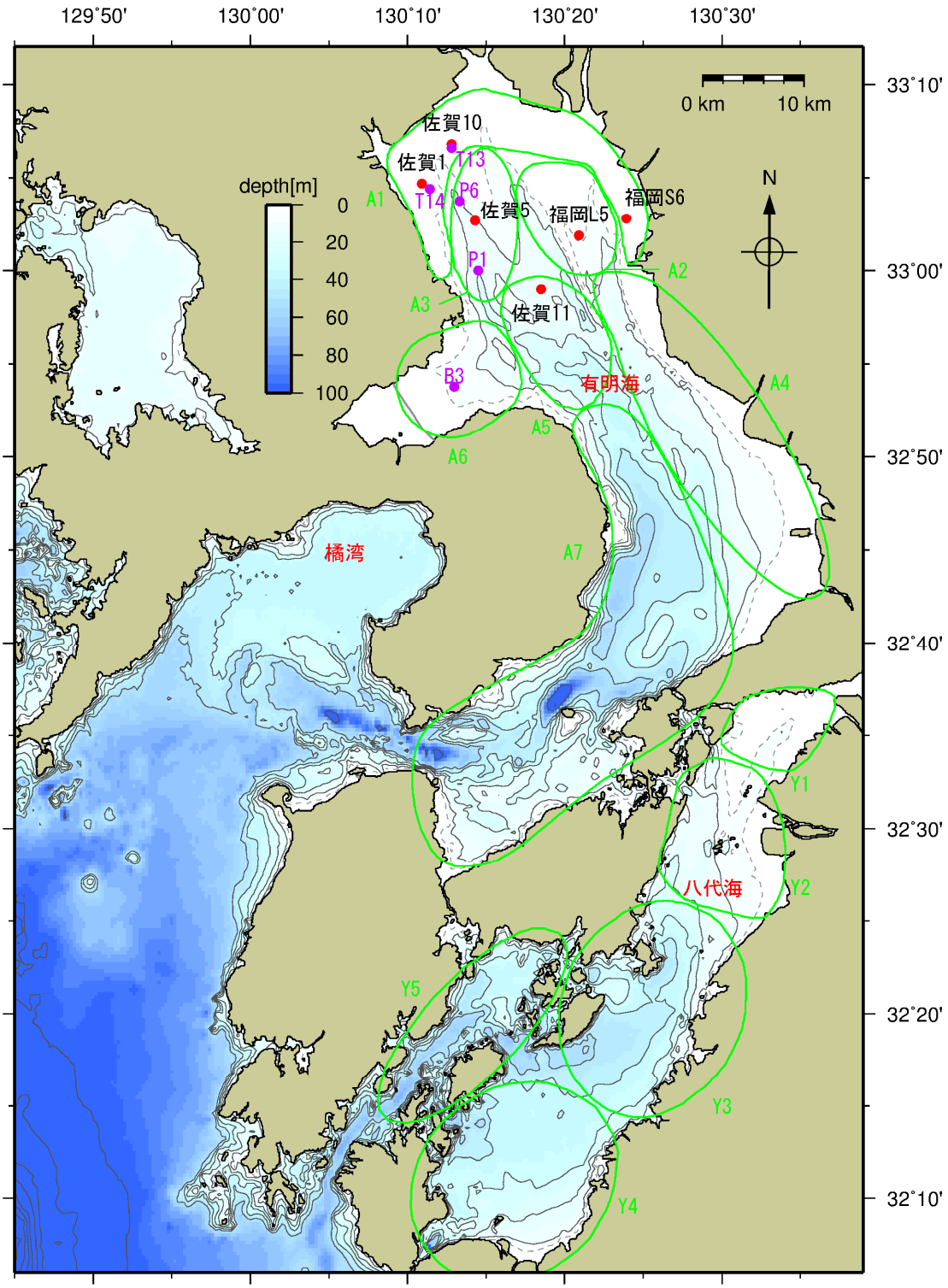


図 3.6.1　底層溶存酸素量の結果整理を行った測点

注）図中の有明海、八代海の緑色の範囲は海域区分を示す。なお、海域区分の考え方等は「４章　２．海域区分」に示す。

Ａ１海域…有明海湾奥奥部	Ａ２海域…有明海湾奥東部	Ａ３海域…有明海湾奥西部
Ａ４海域…有明海中央東部	Ａ５海域…有明海湾央部	Ａ６海域…有明海諫早湾
Ａ７海域…有明海湾口部	Ｙ１海域…八代海湾奥部	Ｙ２海域…球磨川河口部
Ｙ３海域…八代海湾央部	Ｙ４海域…八代海湾口東部	Ｙ５海域…八代海湾口西部

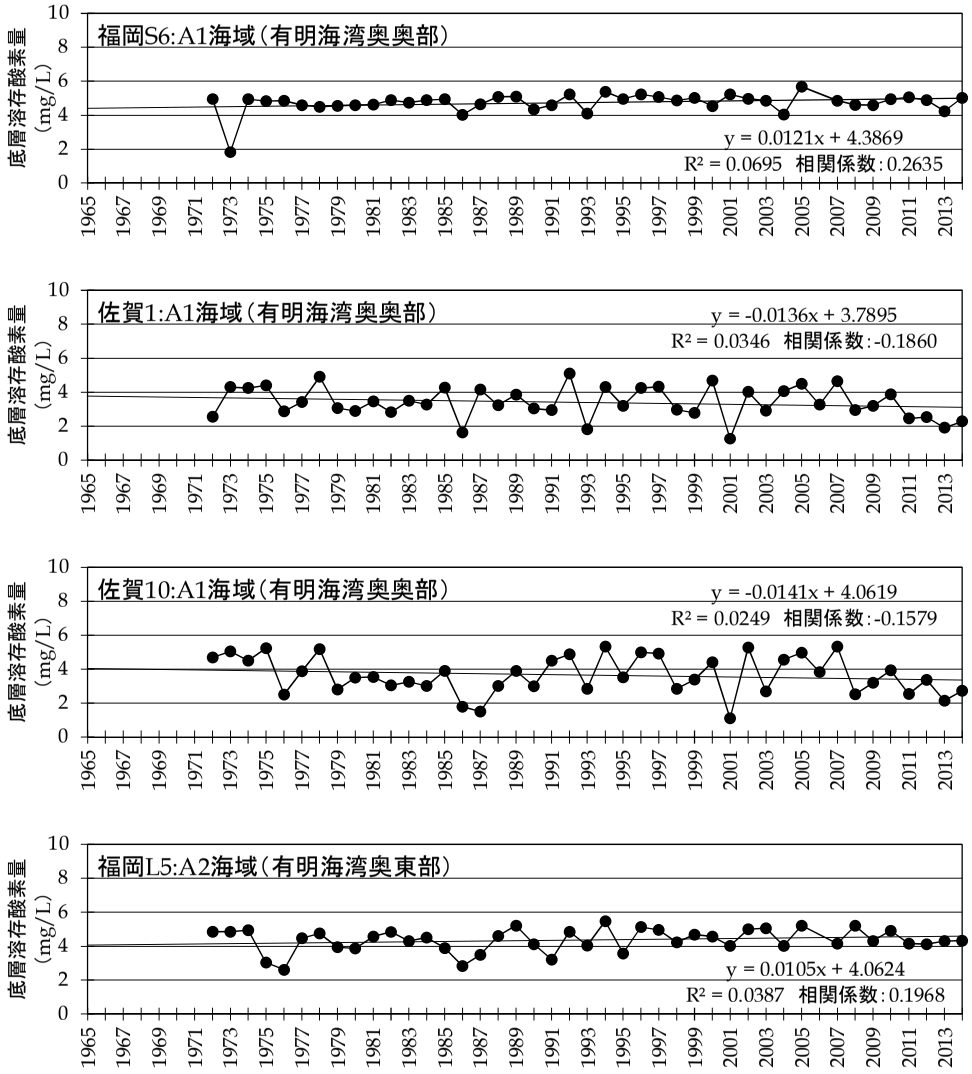


図 3.6.2　底層溶存酸素量の経年変化[有明海：浅海定線]（年間最低値）

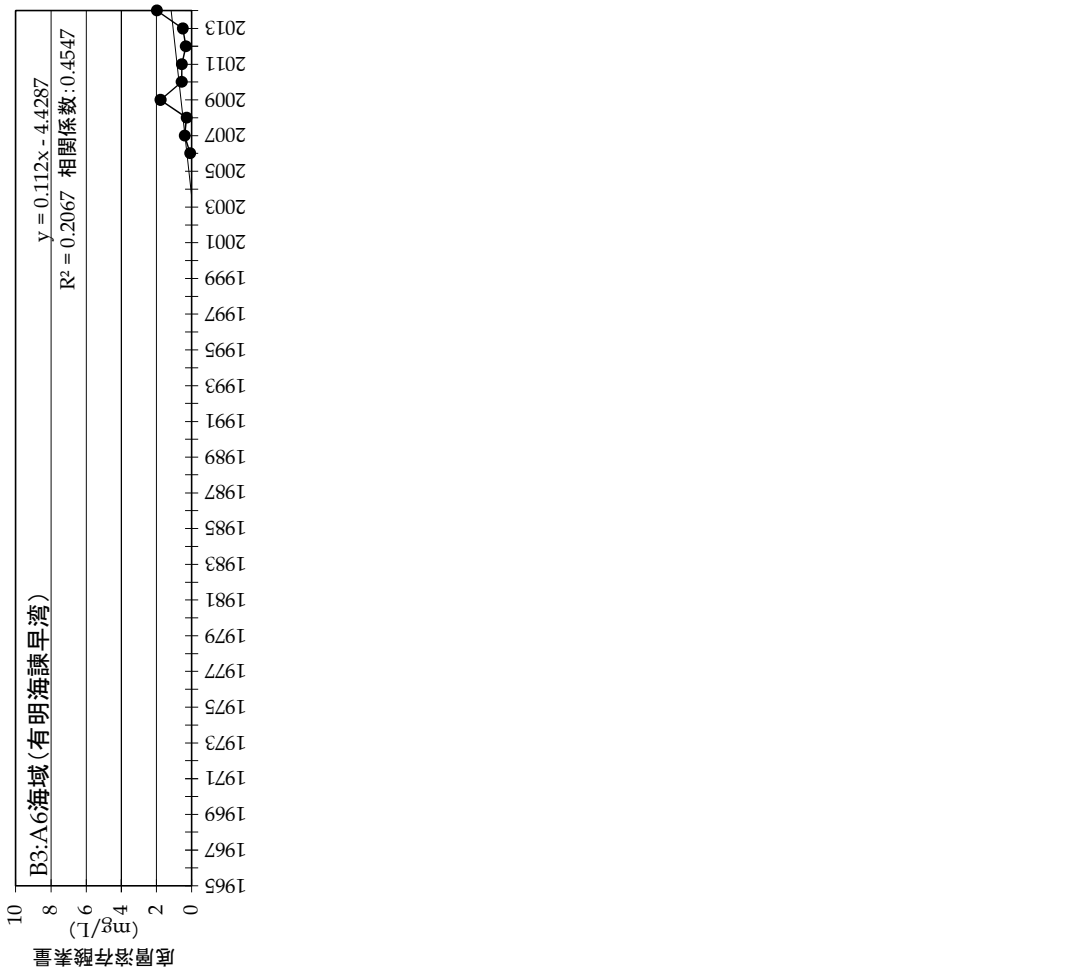


図 3.6.3　底層溶存酸素量の経年変化[有明海：連続観測]（日平均値の年間最低値）

表 3.6.2　各期間の底層溶存酸素量の評価値（年間最低値）の状況（浅海定線調査）

【底層溶存酸素量の評価値 2.0mg/L 未満の回数】

調査地点/期間		1972～1984	1985～1994	1995～2004	2005～2014
A1海域（有明海湾奥奥部）	福岡S6	1	0	0	0
	佐賀1	0	2	1	1
	佐賀10	0	2	1	0
A2海域（有明海湾奥東部）	福岡L5	0	0	0	0
A3海域（有明海湾奥西部）	佐賀5	0	3	1	4
A5海域（有明海湾央部）	佐賀11	0	0	0	0

【底層溶存酸素量の評価値 3.0mg/L 未満の回数】

調査地点/期間		1972～1984	1985～1994	1995～2004	2005～2014
A1海域（有明海湾奥奥部）	福岡S6	1	0	0	0
	佐賀1	4	3	4	5
	佐賀10	2	3	3	4
A2海域（有明海湾奥東部）	福岡L5	1	1	0	0
A3海域（有明海湾奥西部）	佐賀5	5	4	5	9
A5海域（有明海湾央部）	佐賀11	0	1	0	2

表 3.6.3　生活環境の保全に関する環境基準（底層溶存酸素量）

項目／類型	水生生物が生息・再生産する場の適応性	基準値
		底層溶存酸素量
生物1	生息段階において貧酸素耐性の低い水生生物が生息できる場を保全・再生する水域又は再生産段階において貧酸素耐性の低い水生生物が再生産できる場を保全・再生する水域	4.0mg/L以上
生物2	生息段階において貧酸素耐性の低い水生生物を除き、水生生物が生息できる場を保全・再生する水域又は再生産段階において貧酸素耐性の低い水生生物を除き、水生生物が再生産できる場を保全・再生する水域	3.0mg/L以上
生物3	生息段階において貧酸素耐性の高い水生生物が生息できる場を保全・再生する水域、再生産段階において貧酸素耐性の高い水生生物が再生産できる場を保全・再生する水域又は無生物域を解消する水域	2.0mg/L以上

資料：水質汚濁に係る環境基準（昭和 46 年環境庁告示第 59 号）

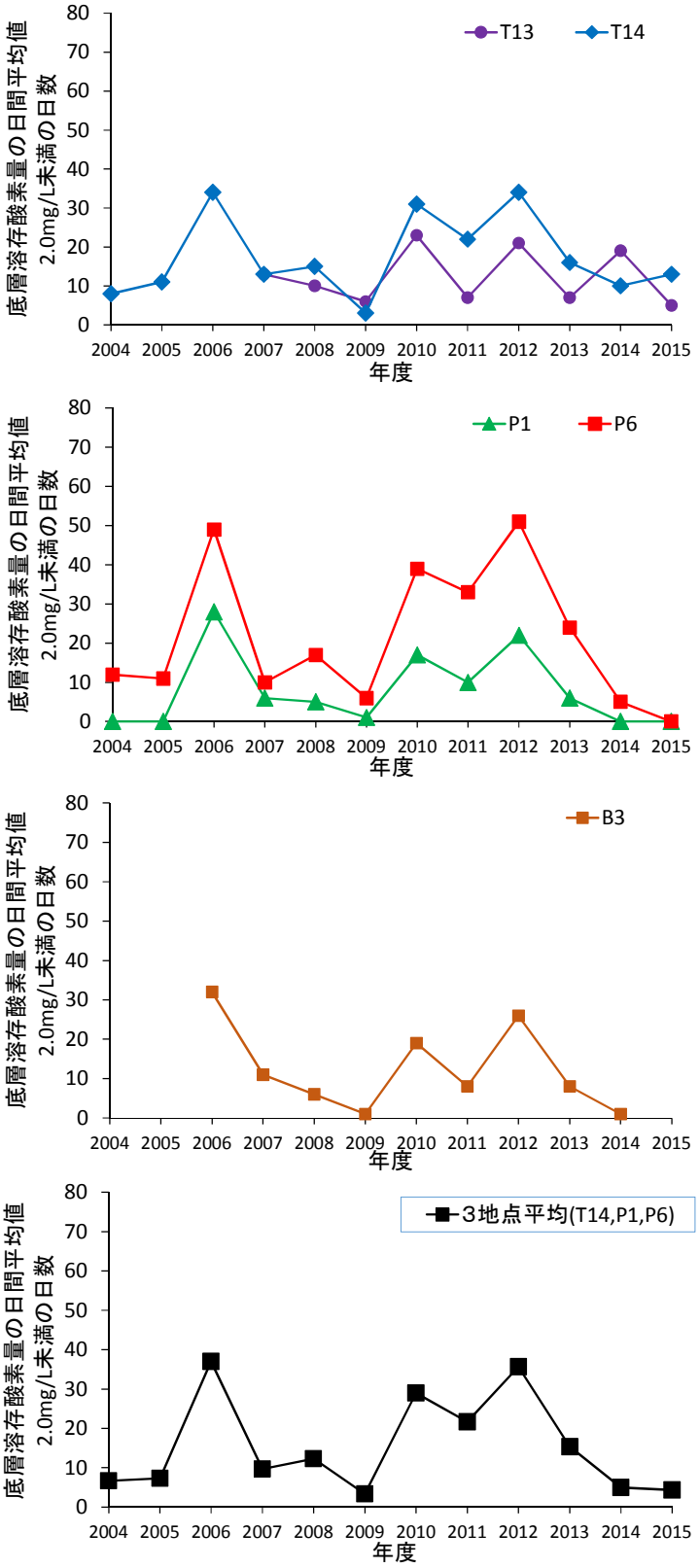


図 3.6.4(1)　各期間の底層溶存酸素量の日平均値(2.0mg/L 未満)の状況（連続観測調査）

資料：有明海水質連続観測調査結果（西海区水産研究所）、有明海貧酸素水塊広域連続観測結果[諫早湾]（九州農政局）より整理

注）各年度、各地点の底層溶存酸素量の日平均値が 2.0mg/L 未満となった日数を記載している。なお、観測期間は 6～9 月を中心に行われており、詳細な観測日数は各年度、各地点により異なる。

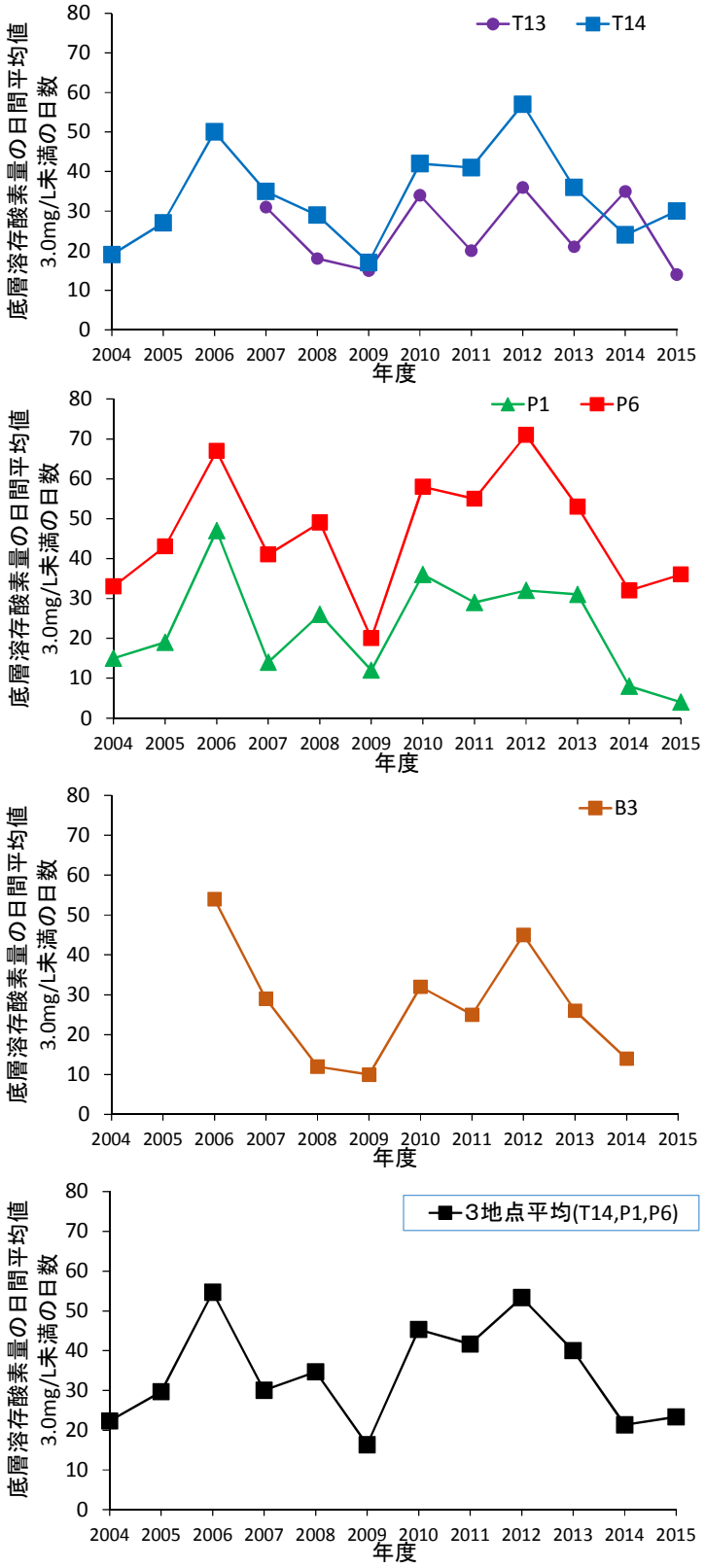


図 3.6.4(2)　各期間の底層溶存酸素量の日平均値(3.0mg/L 未満)の状況 (連続観測調査)

資料：有明海水質連続観測調査結果（西海区水産研究所)、有明海貧酸素水塊広域連続観測結果[諫早湾]（九州農政局）より整理

注）各年度、各地点の底層溶存酸素量の日平均値が 3.0mg/L 未満となった日数を記載している。なお、観測期間は 6～9 月を中心に行われており、詳細な観測日数は各年度、各地点により異なる。

（２）貧酸素水塊の発生状況

有明海における主要な貧酸素水塊は、夏季に有明海奥部と諫早湾の２カ所で別々に発生する（図 3.6.5）。各海域で発生した貧酸素水塊が他の海域の底層溶存酸素量に与える影響については、定量的な評価に至っていない。鉛直的には、貧酸素水塊は密度躍層よりも下層に形成され、有明海奥部では湾奥浅海域で特に溶存酸素量が低下する。このように浅い海域で貧酸素水塊が発達することは有明海の特徴である[1)]（速水，2007）。こうした密度成層は主として出水による淡水供給によってもたらされる[1)]（速水，2007）。さらに、有明海奥部及び諫早湾の貧酸素水塊は潮汐混合の影響を強く受けており、潮流が弱い小潮時に発達しやすく、潮流が強い大潮時には緩和あるいは解消することが多い[1)、2)]（山口・経塚，2006；速水，2007）。これは、潮流が弱まる小潮時に成層が発達するため貧酸素水塊が発達したものである。また、台風などによって強風が連吹した場合にも鉛直混合によって成層が弱まり、貧酸素は緩和あるいは解消する。ただし、成層が強い場合には、数週間にわたって

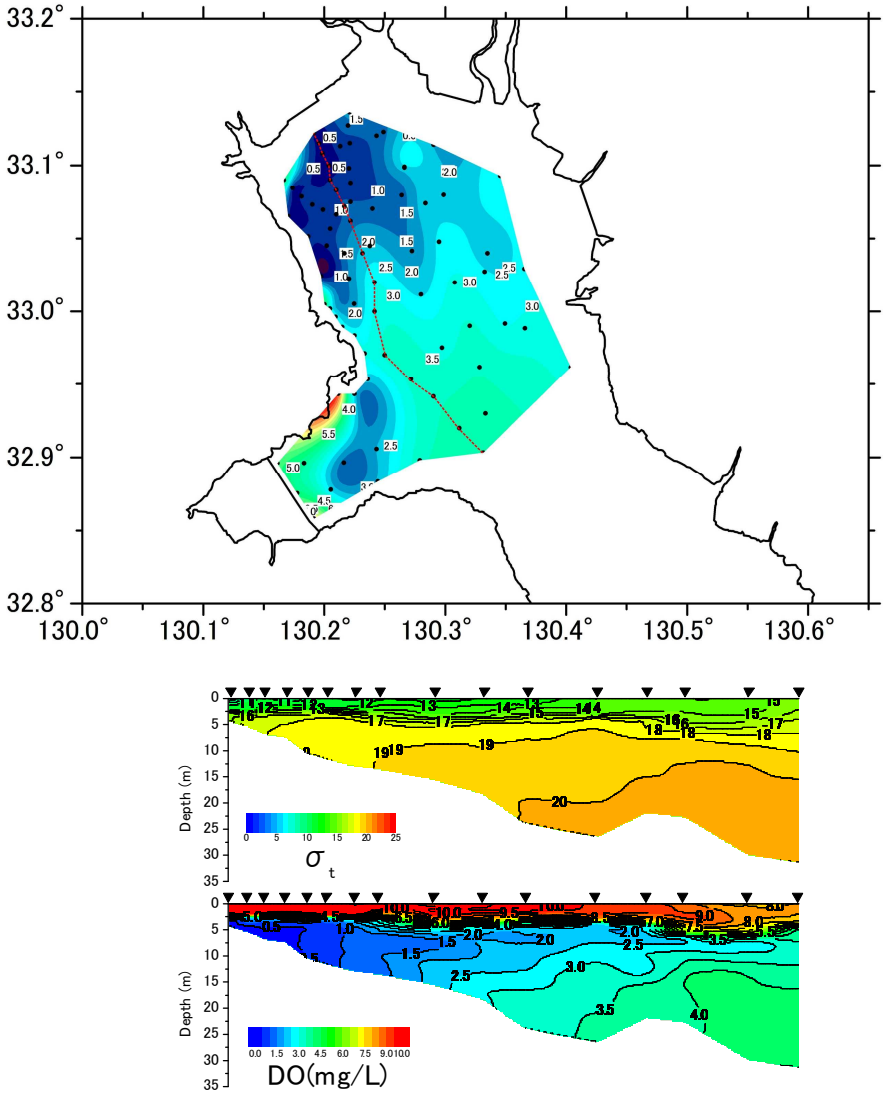


図 3.6.5　有明海奥部・諫早湾における底層溶存酸素量の分布と点線に沿った密度・溶存酸素量の断面分布（2010 年 8 月 4 日：西海区水研、佐賀県有明水産振興センター、芙蓉海洋開発、日本ミクニヤ、東京久栄による共同一斉観測）

貧酸素化が継続することもある。

有明海奥部における貧酸素水塊発生の模式図を図 3.6.6 に示す。有明海奥部では、出水によって大量の淡水が供給されたり、小潮時に潮汐混合が弱まって沖合いから海底に沿って高密度水が進入すると、密度成層が発達する。密度躍層が発達すると、表層から躍層以深への酸素供給が減少する。また、躍層の上ではしばしば赤潮が発達し、赤潮が終息すると大量の有機物が底層に供給され、底泥・底層水の酸素消費が増大する。このようにして急速な貧酸素化が生じる。さらに、底生動物がへい死すると、底質悪化と貧酸素化が進行し、底層水は無酸素状態となる。沖合域（水深 10m 以深）においては、潮汐による鉛直混合の影響は浅海域と比べて弱くなり、成層が形成されると底泥・底層水の酸素消費により徐々に貧酸素化し、台風等の擾乱が起きるまで底層溶存酸素量が低い状態が持続する。沖合域では浅海域に遅れて貧酸素化が起こることが多い。

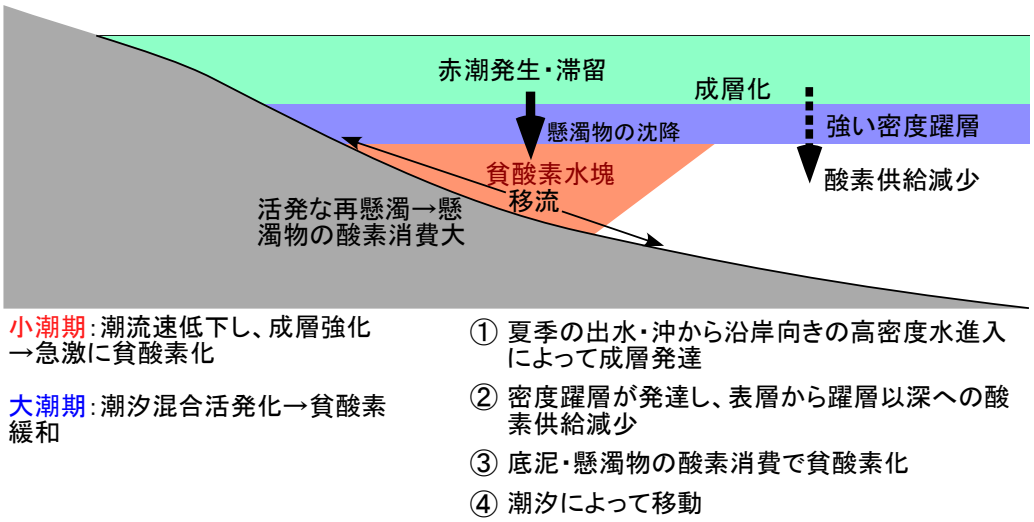


図 3.6.6　有明海奥部における貧酸素水塊発生の模式図

前述の有明海奥部及び諫早湾以外の観測事例として、有明海に流入する六角川の感潮域（図 3.6.7）や、福岡県大牟田沖（図 3.6.8）、有明海湾口外の橘湾（図 3.6.9）での底層溶存酸素量の観測事例を示す。

八代海においても、近年の調査データが蓄積されている（図 3.6.10）。鹿児島県水産技術開発センターの観測によると、八代海中部においても観測データがある 1989 年以降で 3.0mg/L 以下の溶存酸素量が４回観測、2.0mg/L 以下の溶存酸素量が１回観測されている。有明海の河川感潮域や大牟田沖、八代海及び橘湾の底層溶存酸素量については、有明海奥部や諫早湾と異なって情報が少なく、不明な点が多い。これらのエリアの底層溶存酸素量に起因する漁業被害の報告はない。

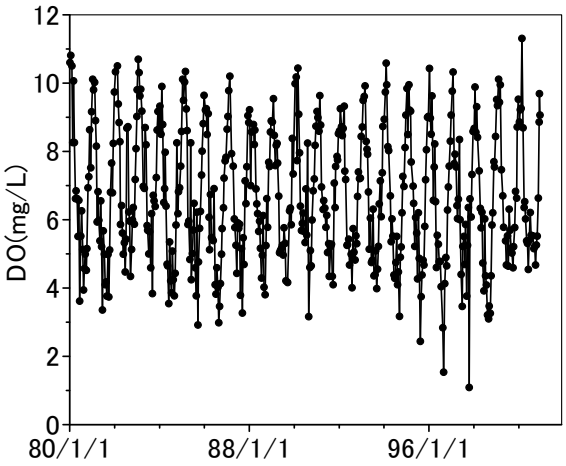


図 3.6.7　六角川感潮域における溶存酸素量の変動（吉田（2004）[3]を元に作図）

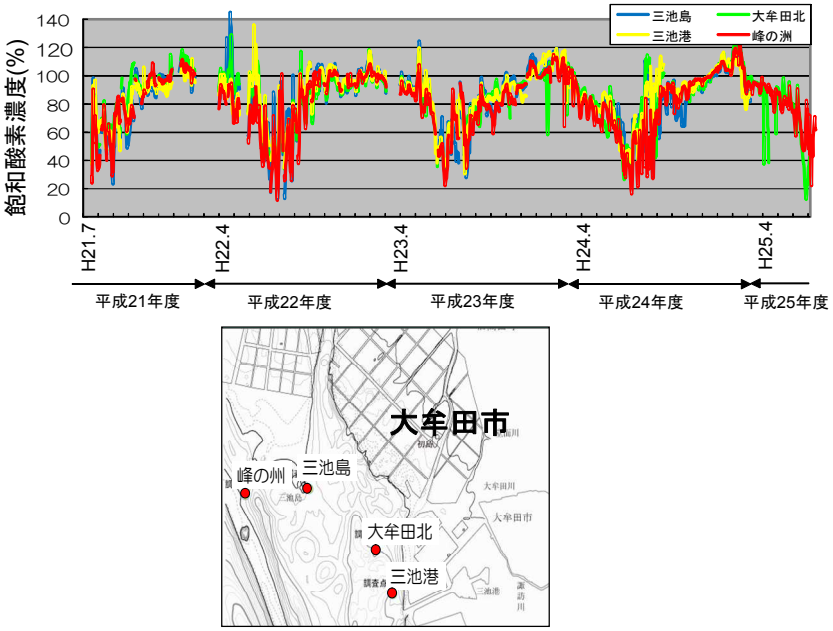


図 3.6.8　大牟田沖底上 5cm における溶存酸素の変動

（九州農政局委託調査による福岡県観測）

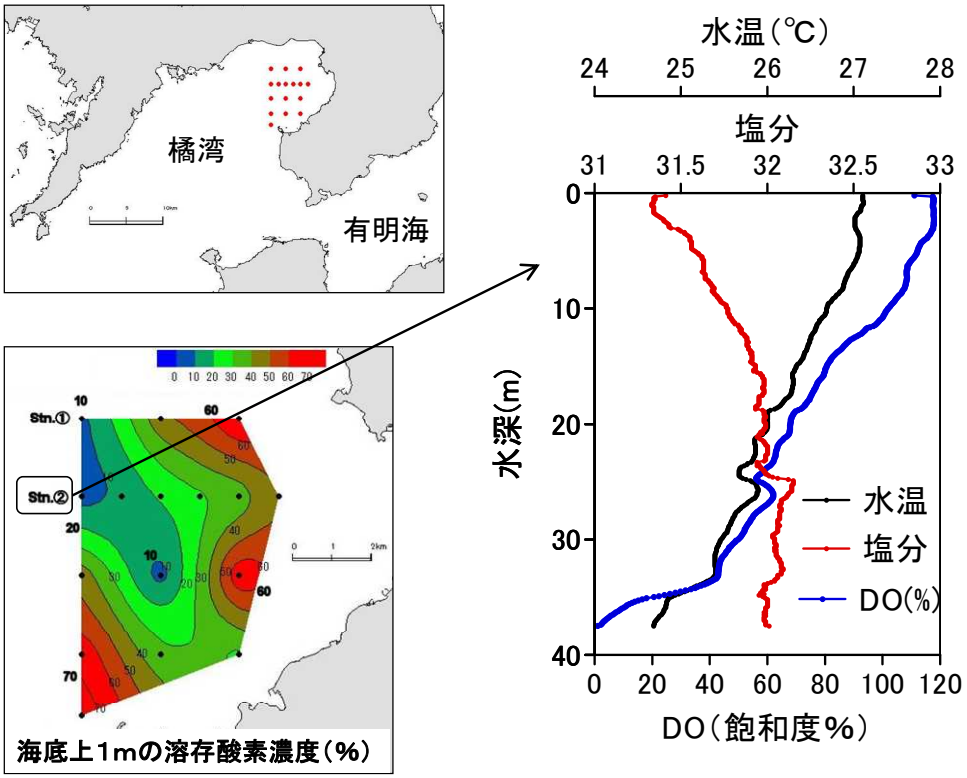


図 3.6.9　2012 年 9 月 13 日に観測された橘湾の貧酸素水塊
（長崎県総合水産試験場提供）

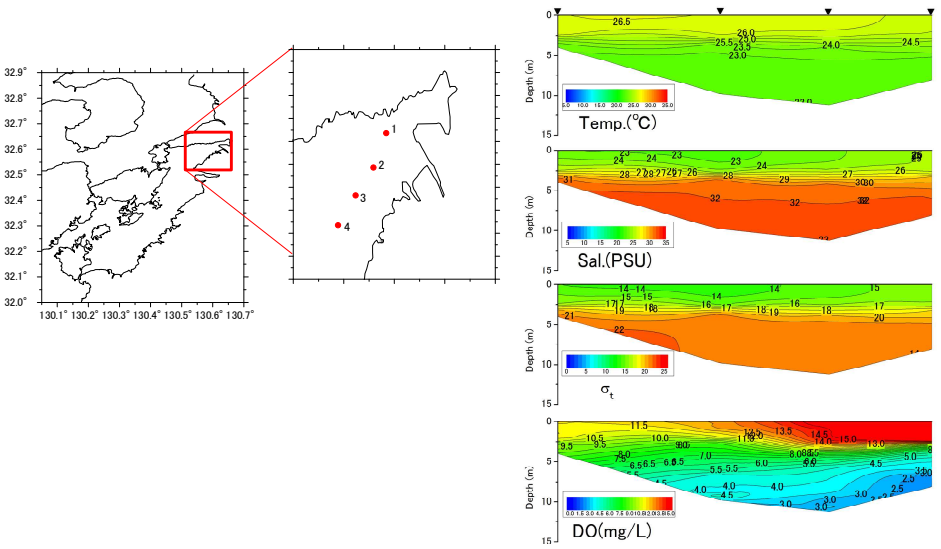


図 3.6.10　2013 年 7 月 2 日に観測された八代海奥部の水温・塩分・密度、溶存酸素量の鉛直断面（熊本県水産研究センター定期観測結果）

（３）貧酸素化に関わる酸素消費特性

海域の酸素消費が大きく、酸素供給を上回るようになると貧酸素化が進行する。底層水中の酸素消費には底泥と海水それぞれによる酸素消費が影響するが、有明海奥部の場合、底泥に比べて海水による酸素消費の寄与が大きい。西海区水産研究所が有明海奥部で行った 10 回の実験では、全酸素消費速度は 0.28～1.39mg/L/day の範囲にあり、平均するとそのうち海水による寄与（海水中の懸濁物による酸素消費を含む）が 70%、底泥による寄与が 30%であった[4]（西海区水産研究所，2009)。海水による酸素消費のうちでは、懸濁物による酸素消費が大きい。阿部ら（2003）は、酸素消費と SS 濃度に良い相関があることを示しており[5]、これを参考にすると、夏季の有明海奥部の海底上 5m の層では海水自体（溶存態物質）の酸素消費速度 1.32（$g/m^3/day$）に対して、懸濁物による酸素消費速度が最大 2.53（$g/m^3/day$）になる。さらに、児玉ら（2009）は、懸濁物の有機炭素安定同位体比及び炭素窒素比と酸素消費速度を比較することにより、海域起源の有機物量が多いほど酸素消費速度が大きくなることを示した[6]。これらの結果は、有明海の貧酸素水塊発達に対しては、植物プランクトンなど海域で生産された有機物分解の影響が大きいことを示している。また、有明海奥部西部・諫早湾では、浅い海域ほど表層堆積物中の有機物含量が多く[7]（岡村ら，2005)、浅海域で貧酸素水塊が発達する原因の１つと考えられる。

（4）貧酸素の経年変動特性

有明海奥部における貧酸素水塊は小潮時に発達する傾向があるが、2000 年以前の有明海では小潮時の底層溶存酸素量調査はほとんど行われていなかった。有明海奥部で広域的に貧酸素水塊が発生していることが初めて発見･報告されたのは 2001 年である[8]（日本自然保護協会，2001）。その後、木元ら（2003）は 2002 年に諫早湾で貧酸素水塊が発生したことを報告し[9]、2003 年には堤ら（2007）が有明海奥部で貧酸素水塊を観測した[10]。2004 年からは西海区水産研究所によって有明海奥部において底層溶存酸素量の連続観測が実施されているが、この結果によると、濃度低下の程度や継続期間には年による違いがあるものの、2004 年から 2015 年までの 12 年のうち、全ての年で最低値が 3.0mg/L を下回っており、うち 11 年については 2.0mg/L を下回っている（図 3.6.11）。底層溶存酸素量の日平均値が 3.0mg/L を下回る日数を経年的に比較すると、2004 年から 2015 年までの 12 年間では 2006 年が最も長い年であった（３地点平均で 55 日間）。2012 年がそれに次ぐ（同じく 53 日間）。一方で、2014～2015 年には比較的短かった（同じく 21 日間、23 日間）（図 3.6.12）。

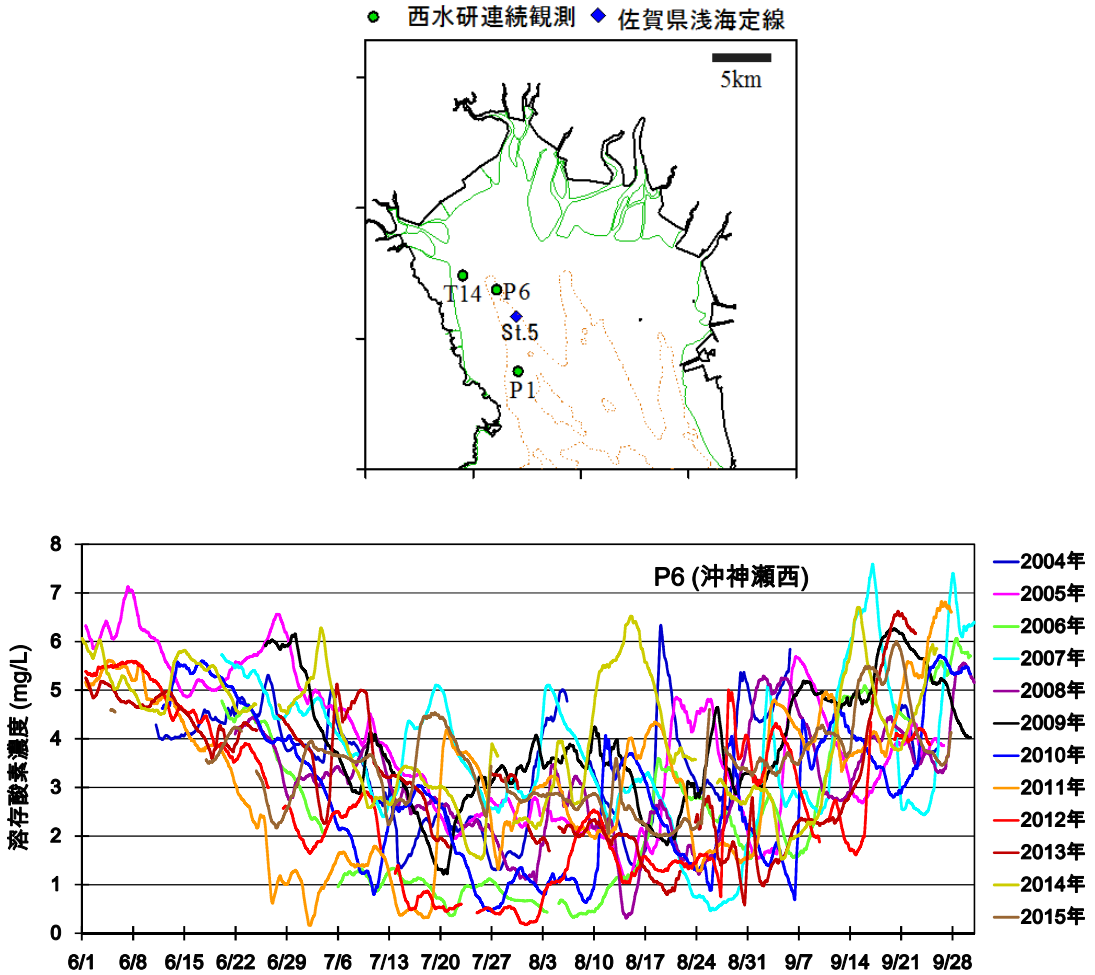


図 3.6.11　有明海奥部の定点 P6 の海底上 0.2ｍにおける溶存酸素量の変動の経年変化
（西海区水産研究所提供）

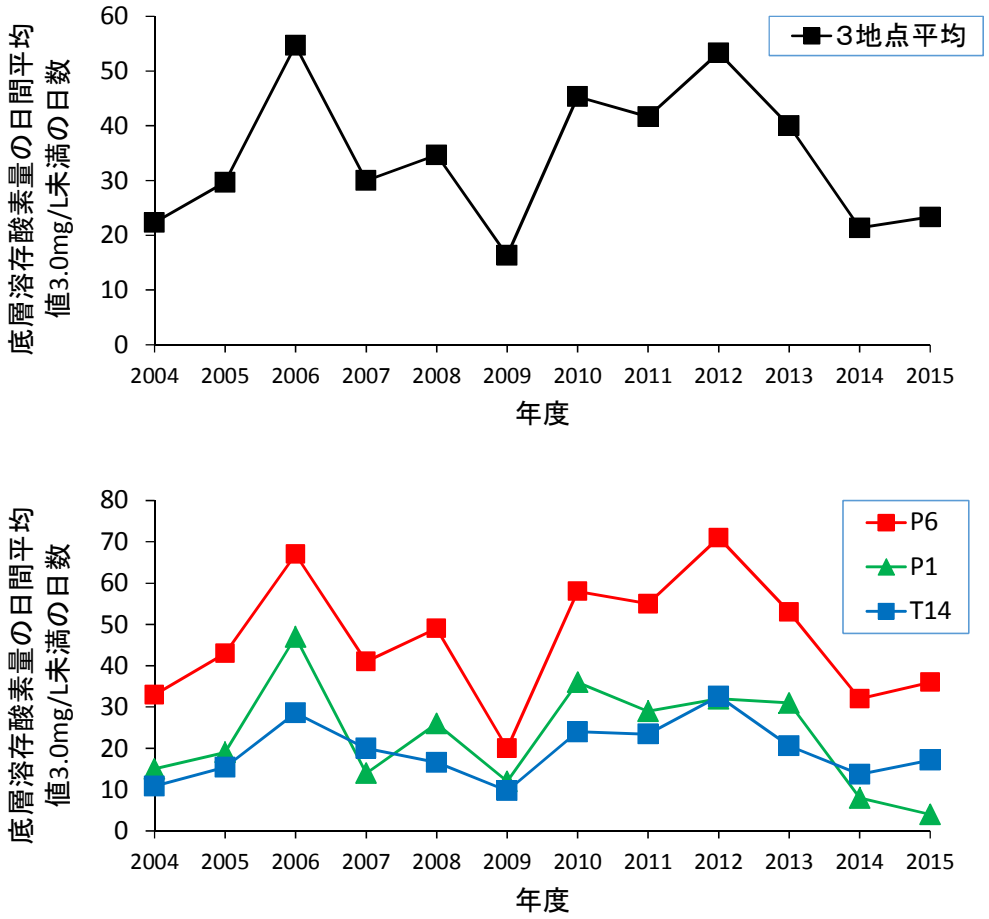


図 3.6.12　有明海奥部の定点 T14・P6・P1 における底層溶存酸素量の日平均値(3.0mg/L 未満)の経年変化

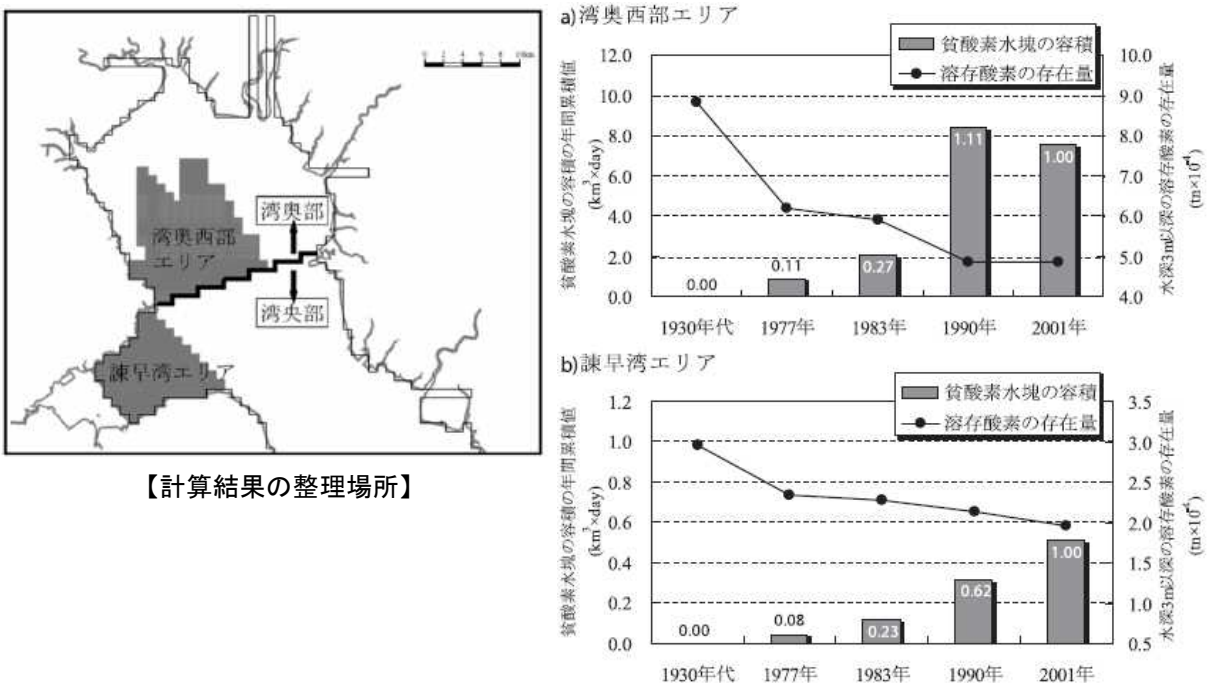
資料：有明海水質連続観測調査結果（西海区水産研究所）より整理

注）各年度、各地点の底層溶存酸素量の日平均値が 3.0mg/L 未満となった日数を記載している。なお、観測期間は 6～9 月を中心に行われており、詳細な観測日数は各年度、各地点により異なる。

底層溶存酸素量の経年変動については、永尾ら(2010)は数値実験によって、1930年代、1977、1983、1990、2001 年を対象に有明海を取り巻く長期的な環境変化と貧酸素水塊の発生との関係性を検討している[11)]。同実験では、溶存酸素量が 2.0mg/L 以下を貧酸素水塊としたところ、有明海湾奥西部及び諫早湾の両海域では、1983年から 1990 年の間に貧酸素水塊の容積（年間累積値）が増加した（図 3.6.13）。諫早湾では 1990 年から 2001 年にかけても増加した。本文献ではこうした変化の原因の 1 つはモデル内で計算された鉛直拡散係数(上層と下層の混ざりやすさ)とエリアごとの水平方向の流入出流量の変化であるとしている。湾奥西部エリアの鉛直拡散係数と当該エリアへの流入出量の 2 つの変動要因について考察した結果、当該エリアでの 1977 年以降の両要因の変化は、地形の改変等の影響よりも外海潮位振幅(M_2分潮の F 値)の自然変動の影響を強く受けていると報告している。

貧酸素水塊の経年変化に影響するもう 1 つの原因は生化学的な酸素消費量の変

化である。水中の酸素消費量が増加すると、貧酸素化が促進される。湾奥西部海域では1930年代の酸素消費量は2001年の半分以下であり、これは、二枚貝類の減少によって、一次生産起源の有機物が利用されず酸化分解へ移行する割合が増加した結果、酸素消費が増大したためと報告している。



注）図中の数値は、各年代の貧酸素水塊容積の計算結果の2001年比である。

図 3.6.13　貧酸素水塊の容積の年間累積値と溶存酸素の存在量（8 月平均値）の変化

資料：永尾謙太郎・竹内一浩・畑恭子・堀家健司・木村奈保子（2010）：有明海の長期的な環境変化に伴う貧酸素水塊の発生状況に関する数値実験．土木学会論文集 B2（海岸工学），66，1134-1140

（５）まとめ

有明海における主要な貧酸素水塊は、夏季に有明海奥部と諫早湾の２カ所で別々に発生する。鉛直的には、貧酸素水塊は密度躍層よりも下層に形成され、有明海奥部では湾奥浅海域で特に溶存酸素量が低下する。さらに、有明海奥部及び諫早湾の貧酸素水塊は潮汐混合の影響を強く受けており、潮流が弱い小潮時に発達しやすく、潮流が強い大潮時には緩和あるいは解消することが多い。

有明海・八代海での底層溶存酸素量の状況について示した。
（底層溶存酸素量については、2016 年 3 月に生活環境項目環境基準に追加（類型：基準値　生物１：4.0mg/L、生物２：3.0mg/L、生物３：2.0mg/L）されており、今後、海域毎の類型指定の検討が進められることになる）

浅海定線調査（大潮満潮時に観測）に基づいた有明海における底層溶存酸素量の年間最低値は、データのある 1972 年以降、福岡県・佐賀県の６測点のうち佐賀県の２測点（有明海湾奥西部及び有明海湾央部）で低下傾向がみられ、その他の測点は横ばい傾向であった。しかしながら、佐賀県の１測点（有明海湾奥西部）では、有明海湾奥奥部及び有明海湾奥東部の測点と比べ、最近 10 年間（2005 年～2014 年）で 2.0mg/L 又は 3.0mg/L を下回る回数（各４回、９回）が多く、また、1972 年～1984 年と比べても、2.0mg/L 又は 3.0mg/L を下回る回数が多くなっている。
2004年から実施されている有明海奥部における底層溶存酸素量の連続観測の結果（大潮・小潮を含めて連続的に計測）によると、濃度低下の程度や継続期間には年による違いがあるものの、データのある 2004 年から 2015 年までの 12 年のうち、全ての年で日平均値の最低値が 3.0mg/L を下回っており、うち 11 年については 2.0mg/L を下回っている。また、諫早湾で実施されている底層溶存酸素量の連続観測結果（2006 年～2014 年）によると、全ての年で日平均値の最低値が 2.0mg/L を下回っている。
底層溶存酸素量の日平均値が 2.0mg/L 未満又は 3.0mg/L 未満の日数は、2006 年で最も多く（各地点の平均で各 37 日、55 日）、2009 年で少なく（同じく各３日、16 日）なっており、有意な変化傾向はみられなかった。

八代海では、八代海中部において観測データがある 1989 年以降で 3.0mg/L 以下の溶存酸素量が４回観測、2.0mg/L 以下の溶存酸素量が１回観測されている。

参考文献

1）速水祐一（2007）： 有明海奥部の貧酸素水塊．海洋と生物，173，577-583.
2）山口創一・経塚雄策(2006) ：諫早湾における貧酸素水塊形成機構．海の研究，15，37-51.
3）吉田賢二（2004）：有明海佐賀県海域に流入する主要河川感潮域における水質環境の長期変動．佐賀県有明水産振興センター研報，22，81-89.
4）西海区水産研究所（2009）：平成 20 年度環境省請負業務「有明海貧酸素 水塊発生機構実証調査」報告書.
5）阿部淳、松永信博、児玉真史、徳永貴久、安田秀一（2003）：有明海西部海域における高濁度層の形成と酸素消費過程．海岸工学論文集，50，966-970.
6）児玉真史、徳永貴久、木元克則、柴原芳一（2009）：夏季の有明海奥部における基礎生産速度と有機懸濁物質の分解特性．土木学会論文集 B2（海岸工学），65，1006-1010.
7）岡村和麿、田中勝久、木元克則、清本容子（2005）：有明海奥部と諫早湾における表層堆積物中の有機物の分布と有機炭素安定同位体比，海の研究，15(2)，191-200.
8)公益財団法人日本自然保護協会(2001)： 有明海奥部における底層の溶存酸素濃度(速報). http://www.nacsj.or.jp/old_database/isahaya/isahaya-010817-hokoku.html.
9)木元克則､西内耕､岡村和麿(2003):有明海における溶存酸素分布.月刊海洋,394,261-265.
10）堤裕昭、堤彩、高松篤志、木村千寿子、永田紗矢香、佃政則、小森田智大、高橋徹、門谷茂（2007）:有明海奥部における夏季の貧酸素水発生域の拡大とそのメカニズム． 海の研究，16:183-202.
11）永尾謙太郎ほか（2010）：有明海の長期的な環境変化に伴う貧酸素水塊の発生状況に関する数値実験．土木学会論文集 B2（海岸工学），66，1134-1140.

7.藻場・干潟等

藻場･干潟は、水質浄化や生物多様性の維持など多様な機能を有し、良好な水環境を維持する上で重要な役割を果たしている。

（1）有明海の藻場・干潟

環境省自然環境保全基礎調査によると、有明海の藻場は 1978（昭和 53）年度調査から 1989（平成１）～1991（平成３）年度調査の間に、2,066ha から 1,640ha（20.6%減)、干潟は 1978（昭和 53）年度調査から第５回調査（1996（平成８）～1997（平成９）年度）の間に、22,070ha から 20,391ha（7.6%減）に、各々減少している。なお、第５回調査時以降、1997 年に諫早干拓により 1,550ha の干潟が減少しており(18,841ha となる)、有明海の干潟は 1978 年度当時から延べ 14.6%減となる（表 3.7.1)。

表 3.7.1　自然環境保全基礎調査（海域）結果の概要

◆現存干潟の面積(ha)

	第4回調査				第5回調査
	S53 (A) *1	H1～3 (B)	(A)-(B) *2	減少率	H8～9
全国	55,300 (100.0%)	51,443 (100.0%)	3,857	7.0%	49,380 (100.0%)
有明海	22,070 (39.9%)	20,713 (40.3%)	1,357	6.1%	20,391 (41.0%)
福岡県	3,137 (5.7%)	1,956 (3.8%)	1,181	37.6%	
佐賀県	9,612 (17.4%)	9,585 (18.6%)	27	0.3%	
長崎県	2,655 (4.8%)	2,606 (5.1%)	49	1.8%	
熊本県	6,666 (12.1%)	6,566 (12.8%)	100	1.5%	
八代海	4,604 (8.3%)	4,405 (8.6%)	199	4.3%	4,083 (8.3%)
熊本県	4,402 (8.0%)	4,203 (8.2%)	199	4.5%	
鹿児島県	202 (0.4%)	202 (0.4%)	0	0.0%	

◆現存藻場の面積(ha)*3

	第4回調査				第5回調査
	S53 (A) *1	H1～3 (B)	(A)-(B) *2	減少率	H8～9
全国	207,615 (100.0%)	201,212 (100.0%)	6,403	3.1%	142,459 (100.0%)
有明海	2,066 (1.0%)	1,640 (0.8%)	426	20.6%	1,599 (1.1%)
長崎県	383 (0.2%)	383 (0.2%)	0	0.0%	
熊本県	1,683 (0.8%)	1,257 (0.6%)	426	25.3%	
八代海	1,358 (0.7%)	1,339 (0.7%)	19	1.4%	1,141 (0.8%)
熊本県	610 (0.3%)	593 (0.3%)	17	2.8%	
鹿児島県	748 (0.4%)	746 (0.4%)	2	0.3%	

[備考]
・( )内は全国面積に占める割合
*1 第4回調査の調査対象に合わせて、第4回調査時に第2回調査結果を取りまとめた値
*2 昭和53年以降、第4回調査時(平成元年～3年)までに1ha以上消滅した面積
*3 第2回、第4回調査は水深20mまで、第5回調査は水深10mまでを対象とした。

出典：環境省（2003)「第 3 回有明海・八代海総合調査評価委員会　資料-10 自然環境保全基礎調査結果の概要（有明海・八代海)」

有明海では、江戸時代以前から干拓が続けられており、これまでに全体で 26,000ha を超える面積の干拓が行われてきたが、その干拓速度は昭和 40 年～50 年代（1965 年～1984 年）に大きく増加した（図 3.7.1）。

- 江戸時代：415ha/10 年
- 明治～昭和 10 年代（1868 年～1944 年）：435ha/10 年
- 昭和 20 年～30 年代（1945 年～1964 年）：650ha/10 年
- 昭和 40 年～50 年代（1965 年～1984 年）：1,950ha/10 年

有明海のうち佐賀平野沖や白石平野沖の干拓面積について、中田（2006）は、江戸時代 5,928ha（220ha/10 年）、明治時代 924ha（231ha/10 年）、大正時代 272ha（181ha/10 年）、昭和前半（1955 年まで）730ha（243ha/10 年）と、10 年当たり 200ha 前後の干拓が行われてきたが、1955 年から 1980 年の間は 3,209ha（1,284ha/10 年）と干拓速度が急増したとしている[1)]。

また、1997 年には諫早干拓により海域が 3,550ha 減少した。

1998 年以降については藻場・干潟の分布状況等のデータがない。

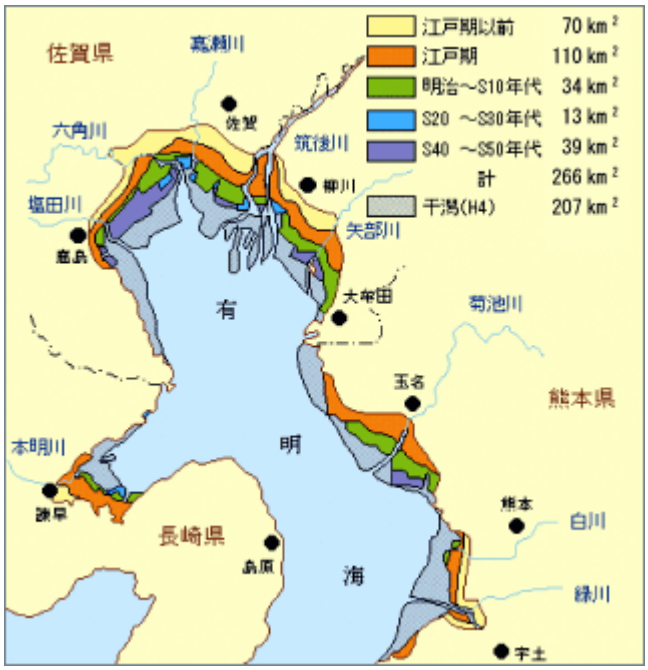


図 3.7.1　有明海における干拓の歴史

出典：研究代表者 中田英昭(2006)「有明海の環境変化が漁業資源に及ぼす影響に関する総合研究」“2．堆積物から見た中長期的環境変遷:渦鞭毛藻シスト群集に残された有明海湾奥部の中長期的変化” P79

（2）八代海の藻場・干潟

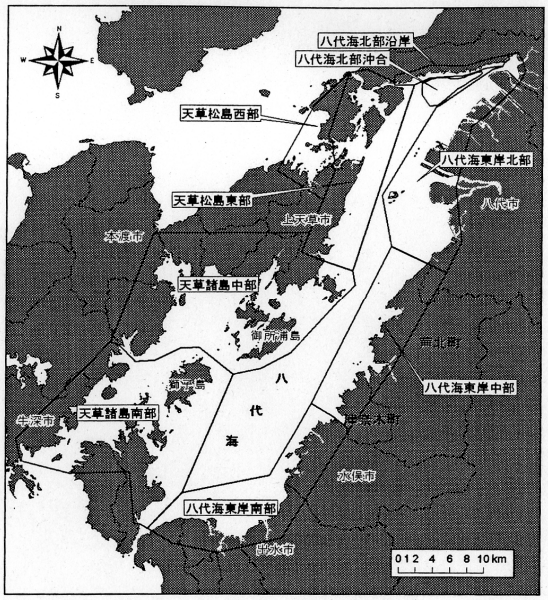
環境省自然環境保全基礎調査によると、八代海の藻場は 1978（昭和 53）年度調査から 1989（平成１）～1991（平成３）年度調査の間に、1,358ha から 1,339ha（1.4%減）、干潟は 1978（昭和 53）年度調査から第５回調査（1996（平成８）～1997（平成９）年度）の間に、4,604ha から 4,083ha（11.3%減）に、各々減少している（表 3.7.1）。

上記調査のほか、八代海においては、水産庁及び関係県が詳細な調査（環境省調査では対象外となる小規模な藻場・干潟を含む）を1977～1978年度、2003年～2005年度に実施した（図 3.7.2）。本調査によると、藻場のうちアマモ場（アマモやコアマモなどの藻場）は295haから191ha（35%減）、八代海の干潟は5,430haから4,689ha（14%減）に大きく減少していた。アマモ場は天草松島海域で減少面積が大きく、また、東岸北部では濃生していたアマモ（ナガモ）が消失し、代わってコアマモが斑状に広く疎生していた（アマモ場面積は増加）。干潟の主な減少海域は、球磨川河口域を含む東岸北部であり、全体の減少分の約6割を占めた。

球磨川河口域にはアマモ（ナガモ）、アカモク、オゴノリが広い範囲で密生していたとされているが（聞き取り調査）、現在、同海域にはコアマモが疎生しているのみである。

アマモは1970年頃から減り始め、1975年頃に急速に減少したと指摘されていることから、1977年の調査時点ではすでに藻場が大きく減少していたと推測される。

1998年以降については藻場・干潟の分布状況等のデータがない。



海域	2003･2004年調査 面積(ha)	1977年調査 面積(ha)	変化量 面積(ha)	比率 2003･2004年/1977年	埋立 面積(ha)	比率 埋立/変化量
八代海北部沿岸	244.7	294.1	-49.4	83%	-15.5	31%
八代海北部沖合	180.1	213.8	-33.7	84%	0.0	0%
八代海東岸北部	2947.8	3379.1	-431.3	87%	-82.8	19%
八代海東岸中部	122.4	170.0	-47.6	72%	-3.4	7%
八代海東岸南部	357.9	377.8	-19.9	95%	-22.6	114%
天草諸島南部	97.2	144.0 *	-46.8	62%	-25.0	53%
天草諸島中部	204.4	257.6	-53.2	79%	-28.2	53%
天草松島東部	263.9	273.5	-9.6	96%	-15.1	157%
天草松島西部	270.9	320.3	-49.4	85%	-14.0	28%
全　域	4689.2	5430.2	-753.0	86%	-206.6	27%

海　域	2003～2005年調査 面積(ha)	1977～1978年調査 面積(ha)*	変化量 面積(ha)	比率 2003-2005/1977-1978
八代海北部沿岸	0.0	0.0	0.0	－
八代海北部沖合	0.0	0.0	0.0	－
八代海東岸北部	132.1	53.7	78.3	246%
八代海東岸中部	1.3	23.3	-22.1	5%
八代海東岸南部	0.1	6.0	-5.9	2%
天草諸島南部**	7.7	4.8	2.9	161%
天草諸島中部	6.2	24.0	-17.9	26%
天草松島東部	16.3	88.5	-72.1	18%
天草松島西部	27.3***	94.2	-66.9	29%
全　域	190.9	294.5	-103.6	65%

注）海草は沿岸部の砂泥地に自生するアマモ、コアマモ等（なお、岩礁に自生するものは海藻と定義される）

図 3.7.2　海域区分（左図）、干潟面積（右上表）、アマモ場（海草(注)）面積（右下表）

出典：大和田紘一, 本城凡夫[八代海検討グループ](2006)「第23回有明海・八代海総合調査評価委員会資料-2-3 八代海に関する検討」

（3）藻場・干潟再生の取組

球磨川河口の金剛干潟前面では、国土交通省九州地方整備局八代河川国道事務所が2007年からアマモを植え付けており、途中増減はあるものの現在(2013年)では約138haのアマモ場が存在している（図 3.7.3）。

有明海・八代海の海岸線の多くは干拓事業や海岸整備事業等により、特に中潮帯・高潮帯の干潟が消失している。国土交通省九州地方整備局熊本港湾・空港整備事務

所では、熊本港において、現在の低潮帯に限られた地形に連続して中潮帯・高潮帯の干潟・浅場を造成し、多様な生物が生息する場を創出する実証試験を行っている（図 3.7.4）。

また、文部科学省の研究経費により熊本大学の研究（研究代表：滝川清）では、海岸堤防等の前面に連続した地形の干潟・浅場（なぎさ線）を造成し、生物生息状況と底質・水質・地形等の物理環境等のモニタリング調査を行って生物生息環境の評価手法を検討する一連の現地実証試験を実施してきており、干潟・浅場再生のための技術開発に向けた学術研究を展開している（図 3.7.5、図 3.7.6）。

上記以外にも、各地で様々な藻場・干潟再生の取り組み及び調査・研究が行われている。

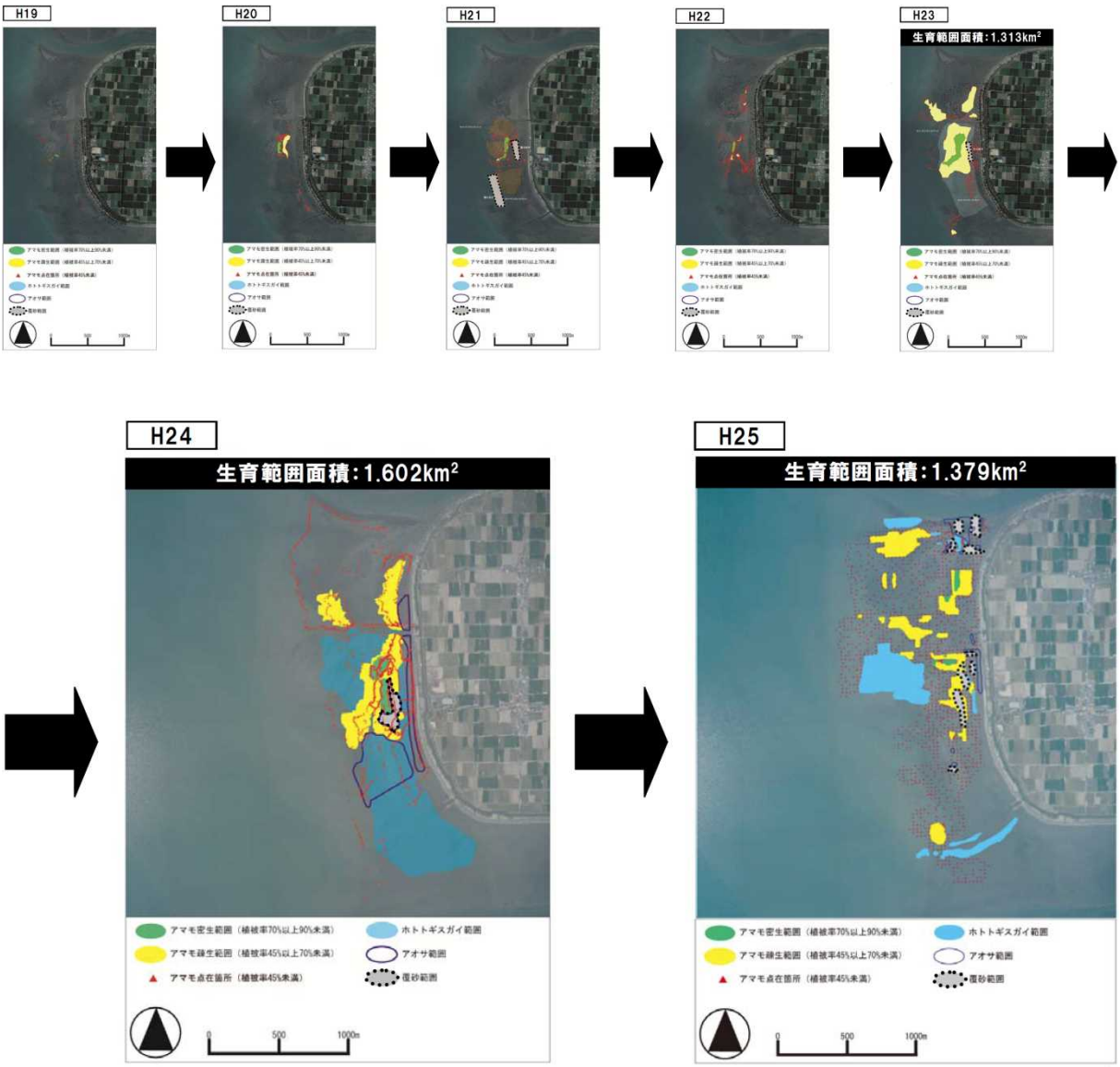
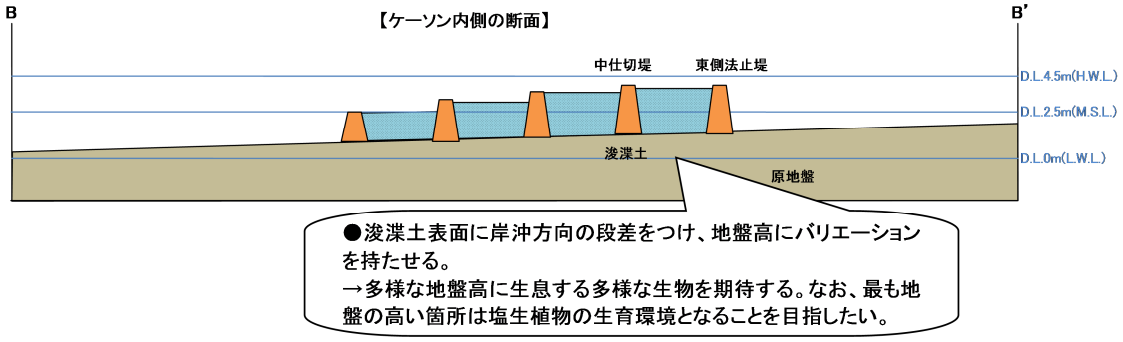


図 3.7.3　八代海(金剛干潟前面)におけるアマモ場の推移

出典)国土交通省九州地方整備局八代河川国道事務所資料

出典：http://maps.loco.yahoo.co.jp より作成



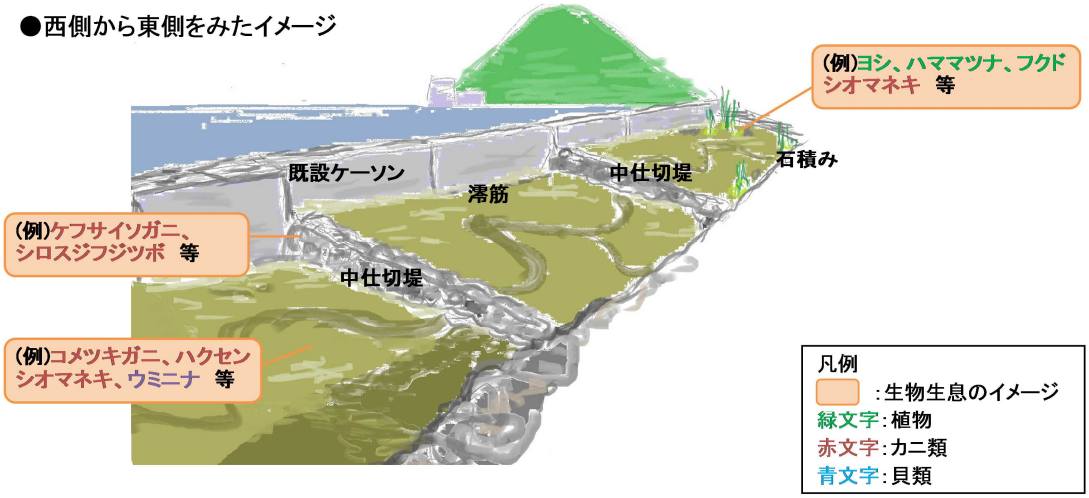


図 3.7.4　熊本港周辺での干潟・浅場の造成と造成イメージ（平成 28 年度造成）

出典：国土交通省九州地方整備局熊本港湾・空港整備事務所資料

図 3.7.5　熊本港周辺での「なぎさ線の回復」現地実証試験

出典：文部科学省科学技術振興調整費（平成 17～21 年度）　重要課題解決型研究「有明海生物生息環境の俯瞰型再生と実証試験」熊本大学研究成果報告書（熊本大学代表：滝川清）

図 3.7.6　八代港周辺での「なぎさ線の回復」現地実証試験

出典：文部科学省　平成23～27年度特別経費（プロジェクト分）：大学の特性を生かした多様な学術研究の充実「生物多様性のある八代海沿岸海域環境の俯瞰型再生研究プロジェクト」成果報告書（熊本大学代表：滝川清）

（4）有明海・八代海における自然海岸

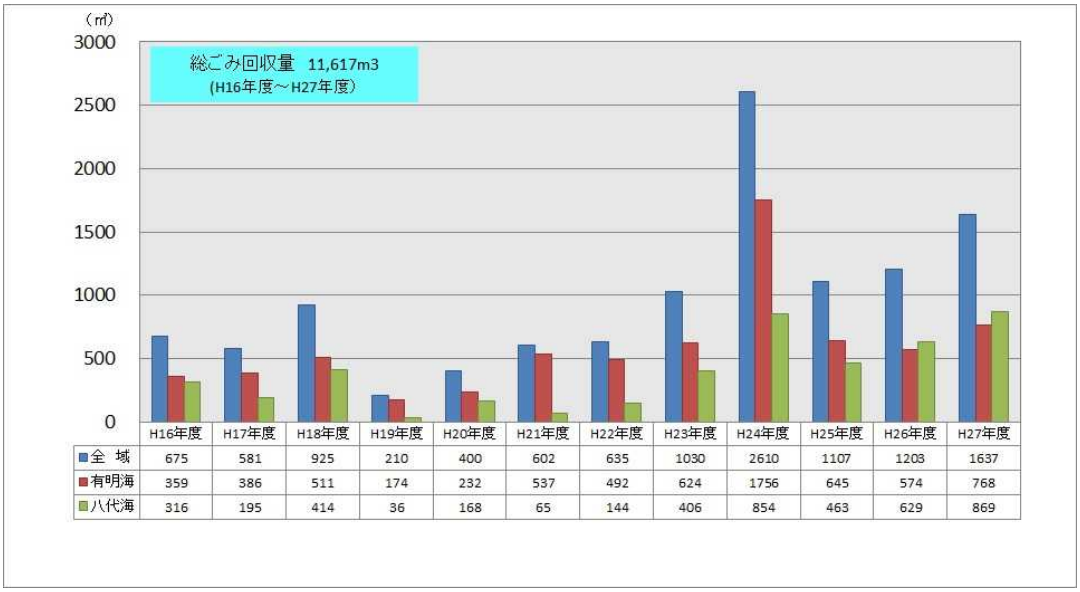
有明海、八代海の自然海岸の延長は、1978年度調査時は各々100km、350kmであったが、1996～1997年度調査では89km、316kmに減少している。有明海、八代海は人工海岸の比率が各々55%、45%と高く（全国平均33%）、特に熊本県の人工海岸線は59%に達し、大規模な港湾、臨海工業地帯を有する福岡県（同 61%）とほぼ同じであり、人工海岸の占める比率の高さが指摘されている。

（5）海洋ごみ

日本の沿岸には有明海・八代海等を含め、毎年、多くのごみが生物の生息環境を含めた沿岸域に漂着しており、有明海・八代海等においても、国、地方公共団体、関係者が連携し、流木等の海洋ごみの回収・処理等が行われている。

環境省では、地方公共団体での海洋ごみの回収・処理に財政的支援を行い、平成27年度においては、有明海で約240トン、八代海で約170トンの海洋ごみの回収・処理が行われた。

国土交通省九州地方整備局熊本港湾・空港整備事務所では、海洋環境整備船を配備し、有明海・八代海における海面清掃を行っている（図 3.7.7）。



	H16年度	H17年度	H18年度	H19年度	H20年度	H21年度	H22年度	H23年度	H24年度	H25年度	H26年度	H27年度
全　域	675	581	925	210	400	602	635	1030	2610	1107	1203	1637
有明海	359	386	511	174	232	537	492	624	1756	645	574	768
八代海	316	195	414	36	168	65	144	406	854	463	629	869

図 3.7.7　有明海・八代海における国の海洋環境整備船によるごみ回収量の推移

出典：国土交通省九州地方整備局熊本港湾・空港整備事務所資料

（6）まとめ

藻場・干潟は、水質浄化や生物多様性の維持など多様な機能を有し、良好な水環境を維持する上で重要な役割を果たしている。

有明海では、江戸時代以前から干拓が続けられており、これまでに全体で 26,000 ha を超える面積の干拓が行われてきたが、その干拓速度は昭和 40 年～50 年代（1965 年～1984 年）に大きく増加した。データとして把握できる範囲においては、有明海の藻場は 1978 年度から 1989～1991 年度の間に、2,066ha から 1,640ha（20.6%減）、干潟は 1978 年度から 1996～1997 年度の間に、22,070ha から 18,841ha（14.6%減、諫早干拓により減少した 1,550ha を含む。）に、各々減少した。

八代海の藻場は 1978 年度調査から 1989～1991 年度の間に、1,358ha から 1,339ha（1.4%減）、干潟は 1978 年度から 1996～1997 年度）の間に、4,604ha から 4,083ha（11.3%減）に、各々減少した。

1998 年以降については藻場・干潟の分布状況等のデータがない。

これまでの状況を踏まえ、藻場・干潟の再生の取り組み及び調査・研究が行われている。

日本の沿岸には有明海・八代海等を含め、毎年、多くのごみが生物の生息環境を含めた沿岸域に漂着しており、有明海・八代海等においても、国、地方公共団体、関係者が連携し、流木等の海洋ごみの回収・処理等が行われている。

参考文献

1）研究代表者 中田英昭（2006）有明海の環境変化が漁業資源に及ぼす影響に関する総合研究

8.赤潮

（1）赤潮の発生状況について

赤潮は主に微細藻類が異常増殖することにより、海水が変色する現象を総称する。赤潮の発生そのものは自然現象であるが、その発生頻度や規模は全海域の富栄養化の進行に伴って変化することが指摘されており[1)]、東京湾、伊勢湾、瀬戸内海では COD、T-N 及び T-P の流入に対する水質総量削減、赤潮発生の監視が行われるようになっている。

図 3.8.1 に有明海、八代海、橘湾における赤潮の発生件数を示した。有明海では 1998 年頃から、八代海では 1998～2000 年頃から赤潮の発生件数が増加しており、2000～2015 年までの平均発生件数（有明海 35.6 件/年、八代海 16.5 件/年）は 1970～1980 年代（有明海 15.0 件/年、八代海 8.0 件/年）のおよそ 2 倍となっている。

なお、赤潮発生は原則として海域における着色現象を集計したものであるが、近年は、着色を伴わないものであっても被害（特にノリの色落ち被害）に応じて赤潮発生として扱われることに留意する必要がある。

有明海における海域への直接負荷量を含めた汚濁負荷量（COD、T-N 及び T-P）は 1975～1980 年度頃に高く、赤潮発生件数の増加時期である 1990 年代後半から減少して現在は横ばいとなっており（図 3.1.7 参照）、汚濁負荷量と赤潮発生件数の間に長期的な連動性はみられない。八代海における海域への直接負荷量を含めた汚濁負荷量については、COD は 1980 年頃に高く、その後は減少しているが、T-N 及び T-P については 1990 年代中頃から増加し 2006、2009 年度頃に最大となり、現在は過去と比較して高い状態が続いている（図 3.1.8 参照）。八代海での赤潮の発生件数についても、1998 年以降増加して現在高い状態が続いており、留意が必要である。

橘湾は 1991 年に 9 件、1990 年と 1993 年に 6 件の赤潮発生がみられたが、ほとんどの期間は 3 件/年前後で推移しており、増減傾向は認められない。

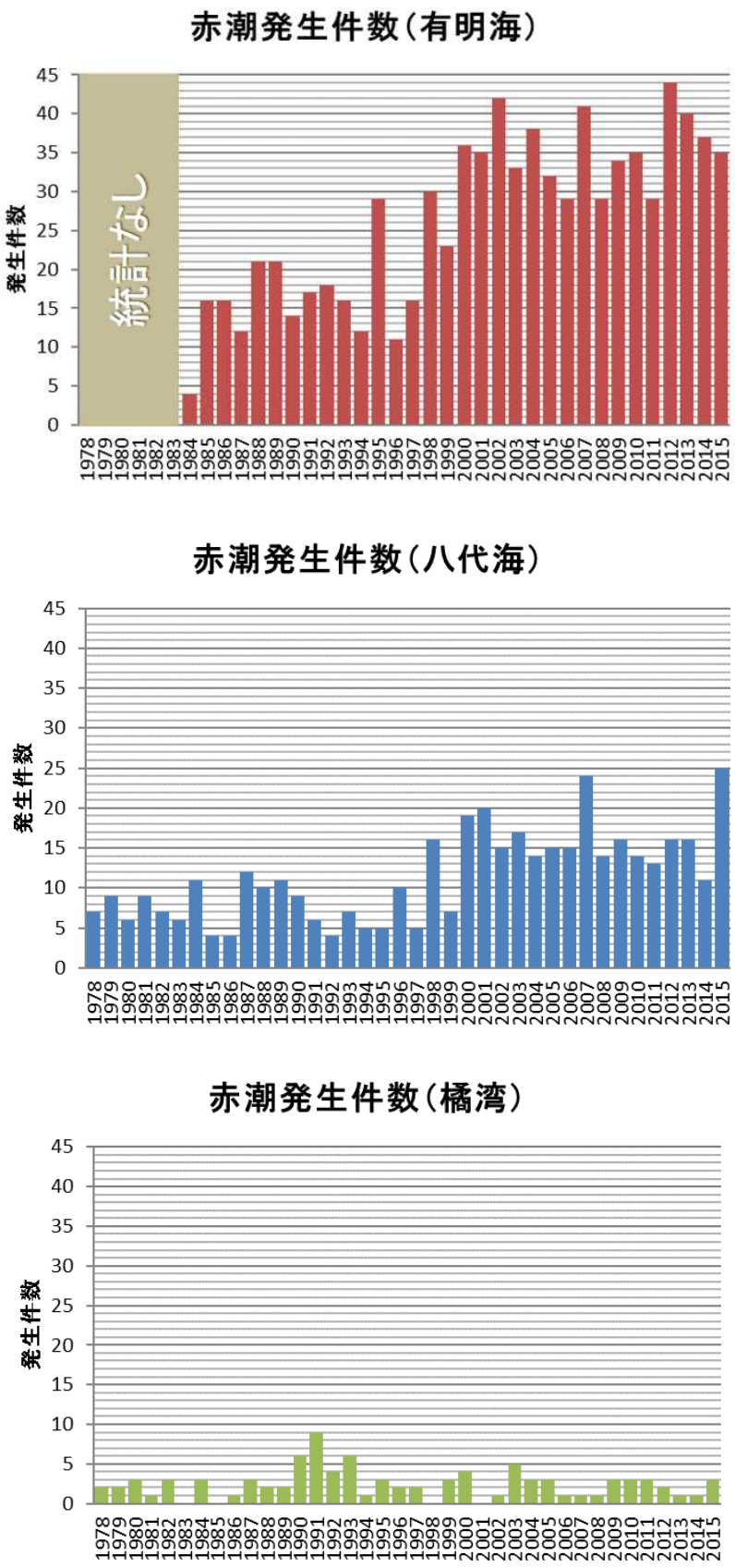


図 3.8.1　有明海、八代海及び橘湾における赤潮発生件数の推移

水産庁九州漁業調整事務所「九州海域の赤潮（昭和 53 年～平成 27 年)」より整理

（2）赤潮（種類別）の特徴について

赤潮生物は、種類によってその生理的・生態的性質や水産生物への影響も異なることから、各々の特徴を記した上で、赤潮発生の状況、赤潮による漁業被害の概況を以下のとおり整理した。

図 3.8.2　有明海・八代海等で発生する赤潮プランクトンの顕微鏡写真（黒棒：50μm）

ア）構成種の推移

図 3.8.3 に有明海、八代海、橘湾における赤潮の構成種数の推移を示した。なお、1件の赤潮は複数種で構成されることが多いため、赤潮の発生件数と構成種数とは必ずしも一致しないことに留意することが必要である。有明海側では全期間を通じて珪藻による赤潮の発生頻度が高く、渦鞭毛藻やラフィド藻がこれに続く。ラフィド藻による赤潮は 1988 年頃まではほとんど確認されていなかったが（有明海における *Chattonella* 属赤潮の初検出は 1984 年）、その後徐々に増加し、1998 年頃から、渦鞭毛藻と匹敵する頻度まで増加している。有明海で発生する代表的なラフィド藻は *Heterosigma akashiwo* と *Chattonella* 属（*C. antiqua*, *C. marina* および *C. ovata*）である。珪藻や渦鞭毛藻についても、1998 年頃から件数が増加していることが分かる。全体の構成割合について、1970～1980 年代と比較してラフィド藻の割合が増加した以外、基本的に構成種の大きな変化は認められない。

八代海では 1998～2000 年頃から赤潮の発生件数が増加しているものの、渦鞭毛藻やラフィド藻の割合は6割程度と大きく変化していない。1991 年から 1995 年にかけて一時的に珪藻による赤潮の比率が低下しているものの、構成種の長期的な変動はほとんどみられない。

橘湾では渦鞭毛藻による赤潮が主体であり、1990 年代の初頭に弱い発生件数のピークが認められる以外、特に長期的な増加や減少傾向は認められない。なお、6～7 年おきに発生しているラフィド藻赤潮は *Chattonella* 属である。

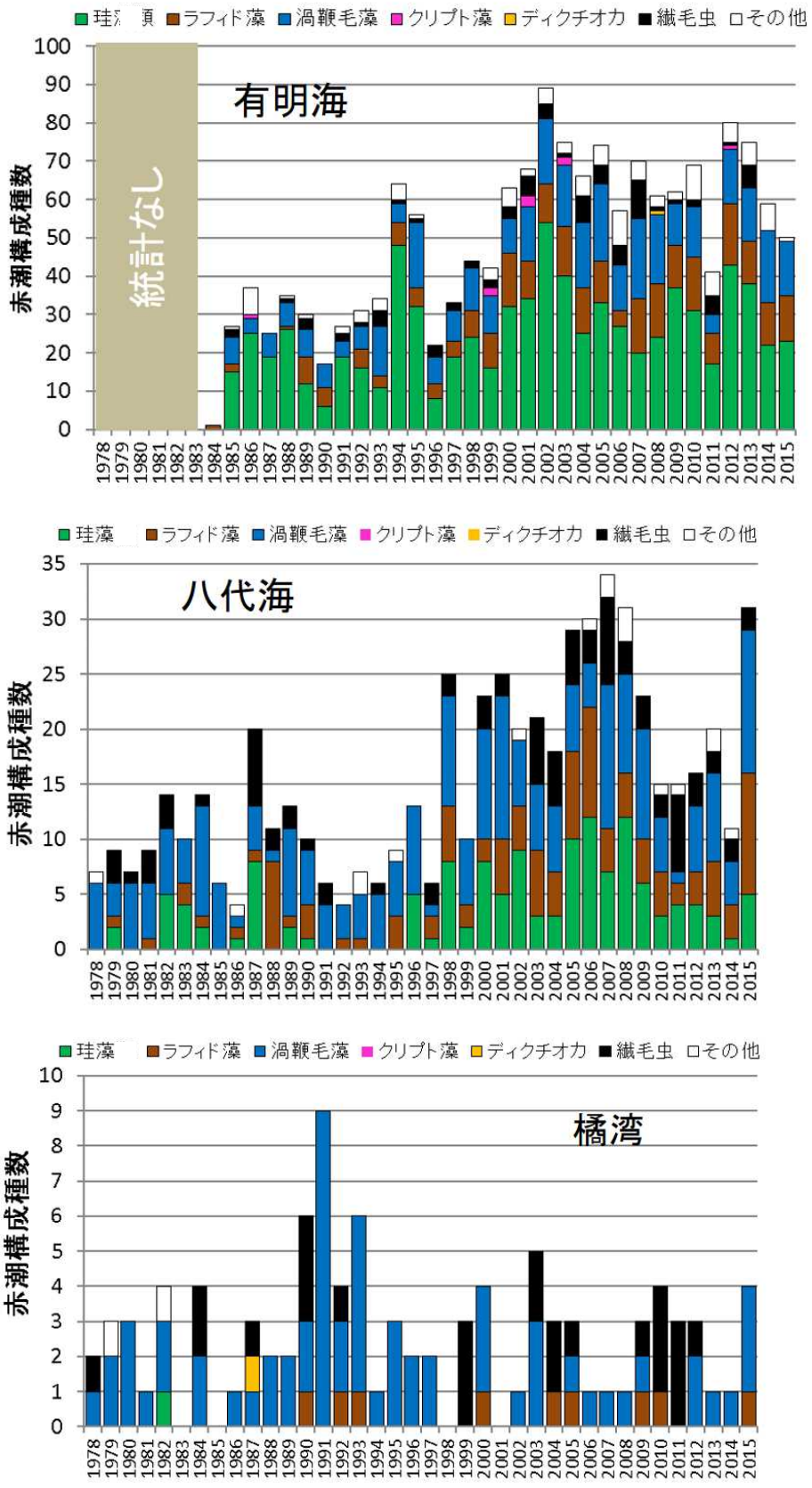


図 3.8.3　有明海、八代海及び橘湾における赤潮構成種数の推移

水産庁九州漁業調整事務所「九州海域の赤潮（昭和 53 年～平成 27 年）」より整理

イ）小型珪藻（年中発生）

珪藻は沿岸や内湾の基礎生産者として重要であり、食物連鎖の根幹をなす。これらの種の多くは、河川から栄養塩が供給されて塩分が減少し、強い照度を与える晴天が続くと底泥中の休眠期細胞が発芽、増殖して赤潮となる（図 3.8.4）。有明海では、河口域から供給される土砂等による濁りが植物プランクトンの光合成を抑制していることが知られており、海底泥中には休眠胞子が常在するため、透明度の上昇によって海底面の照度増加はそれらの発芽を促進し、赤潮発生の原因になると考えられる。

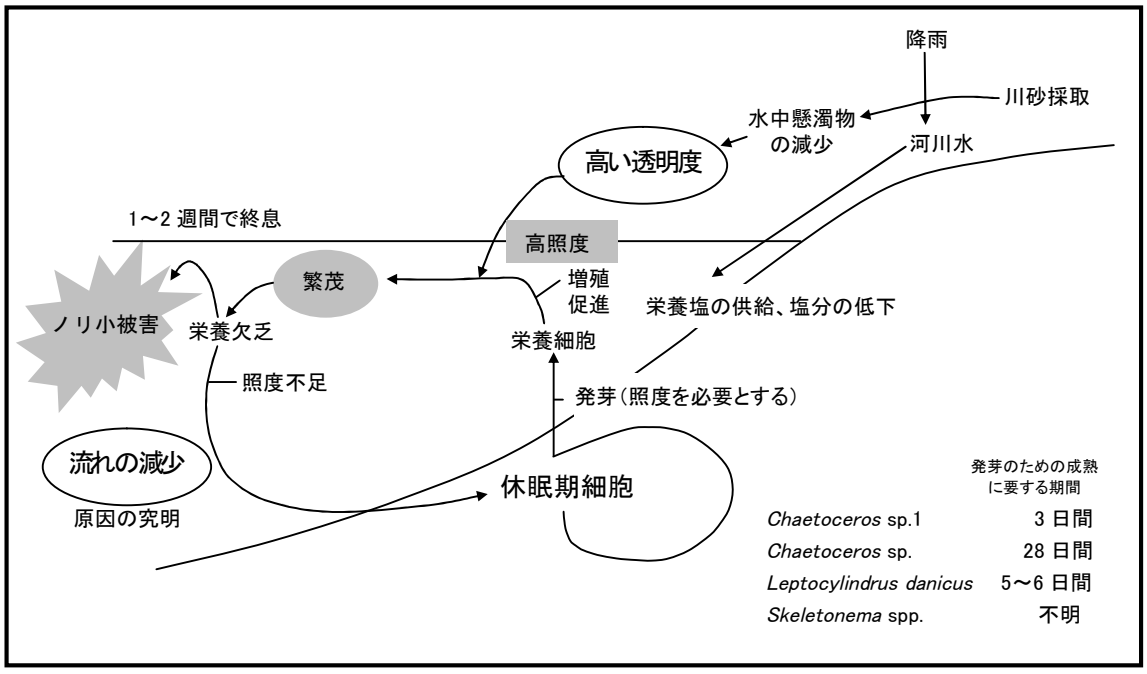


図 3.8.4　小型珪藻の発生機構

ウ）大型珪藻（秋期～冬期発生）

大型珪藻の *Rhizosolenia* 属は有明海において 1958 年、1965 年、1980 年、1996 年、2000 年に赤潮を形成してノリ養殖業に甚大な漁業被害を与えた。2000 年に有明海で大発生した *Rhizosolenia imbricata* は毎年有明海において低レベルで観察されており、2000 年以前にも赤潮レベルに達した。*Rhizosolenia imbricata* は通常外海側に生息し（休眠期細胞が発見されていない）、夏期には湾内が低塩分化するために奥部への進入が阻まれるが、河川流入が減少して高塩分状態（30～35）になる秋期以降に湾内へ進入し、高い日照条件下で大発生する。

また、大型珪藻のうち、*Eucampia zodiacus* についても有明海においてノリの色落ちを引き起こす頻度の高い種類である（４章４（９）ア）ノリ養殖の問題の項目を参照）。本種の発生は 1～3 月にみられ、日照時間の増大、小潮期の濁度低下などを引き金として大発生する。*Rhizosolenia imbricata* 同様に細胞のサイズが大きく群体を形成するため、海水中の栄養塩消費量が多いと考えられており、発生時はノリの色落ち被害が顕著である[2)]。

大型珪藻は毎年発生するのではなく、気象や海象など、特殊な環境条件が整った時に大発生する赤潮である（図 3.8.5）。また、小型珪藻の赤潮と混在したり、時期が連続して発生したりするため、小型珪藻と大型珪藻によるノリの色落ち被害を明確に区分することは困難である。

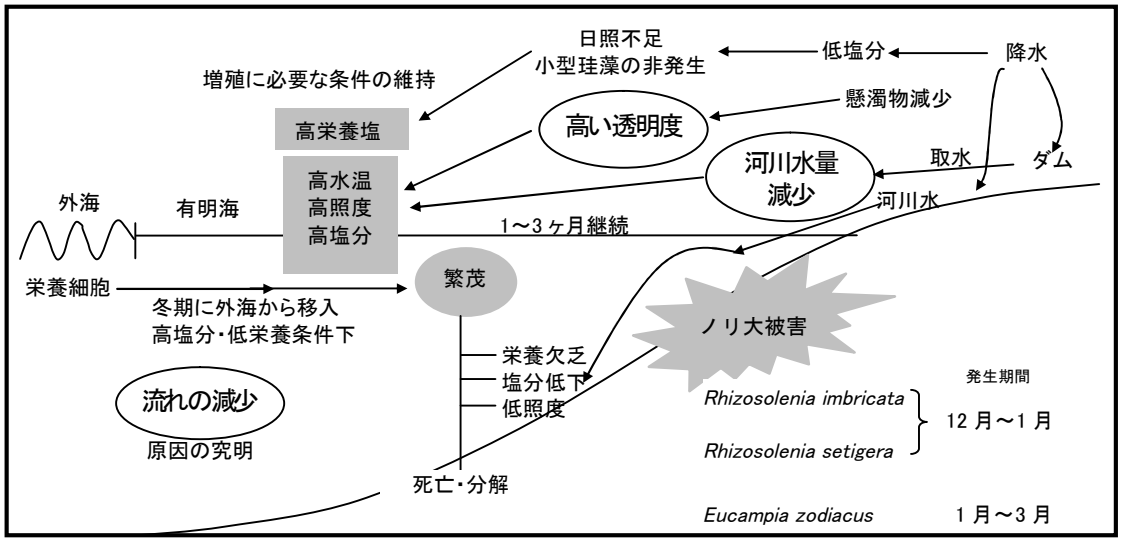


図 3.8.5　大型珪藻の発生機構

エ）ラフィド藻（夏期発生）

有明海におけるラフィド藻赤潮としては、*Chattonella* 属と *Heterosigma akashiwo* が知られており、いずれも魚類へ被害を与える。また、過去には *Chattonella* 属赤潮発生時にアサリやサルボウなどの大量死も認められている。いずれの赤潮も有明海湾奥部海域や諫早湾で発生頻度や規模が顕著である（詳細は第４章 図 4.4.150 及び図 4.4.151 を参照）。一般的にラフィド藻赤潮発生には、休眠胞子からの発芽、富栄養化や貧酸素水塊の発生、競合する珪藻の衰退などが関係している[3)]。有明海における *Chattonella* 属赤潮は 1984 年に佐賀県海域で初認され、諫早湾でも 1989 年に赤潮が確認された。また、*Chattonella* 属の赤潮発生時は海底への有機物負荷が増大することにより、海域の貧酸素化が急速に進行することも知られている[4)]。また、遊泳能力を有して夜間海底近くへ沈降することが可能であるため、底層からの栄養塩の溶出は *Chattonella* 属赤潮の栄養源となっている。

八代海での *Chattonella* 属赤潮は 1988 年に初めて出現し、その後赤潮の発生が続いている。

図 3.8.6　2010 年八代海楠浦湾口に出現した *Chattonella antiqua* 赤潮
（水産庁提供資料）

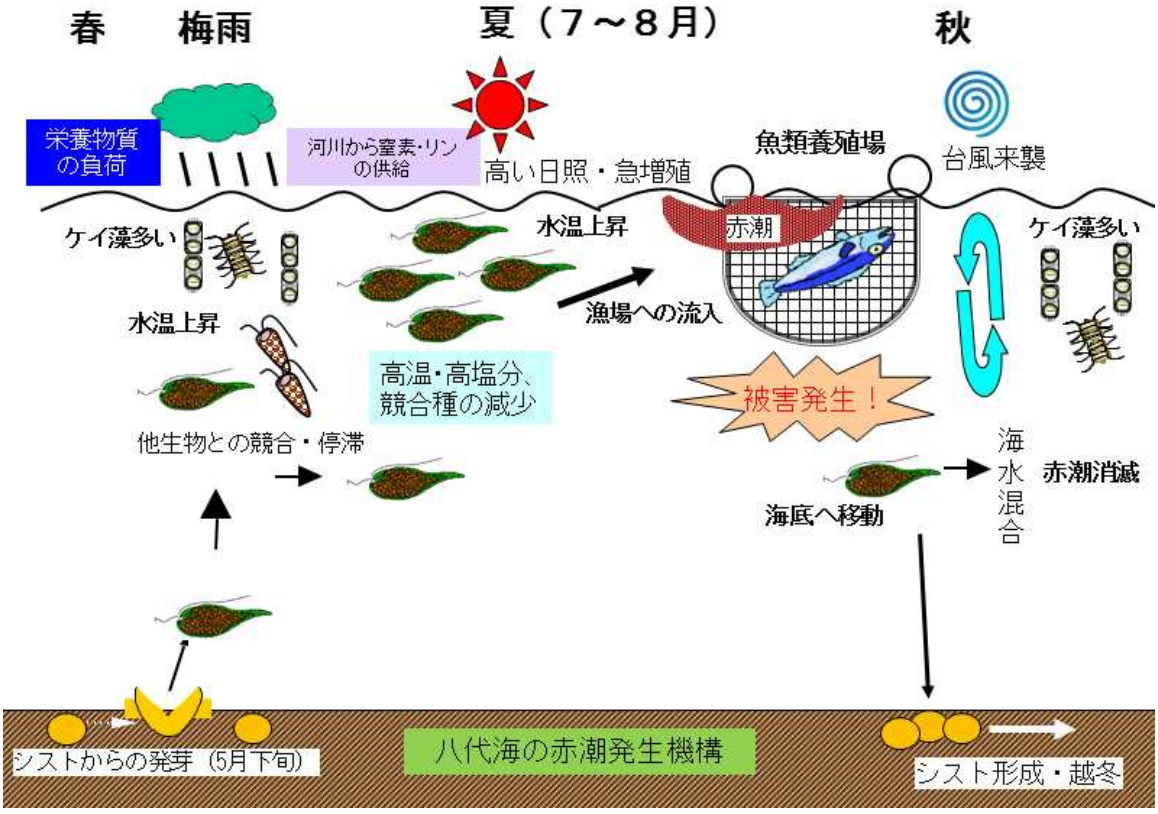


図 3.8.7　*Chattonella* 属の生活環と八代海における赤潮発生機構概念図

オ）渦鞭毛藻（夏期発生）

有明海において渦鞭毛藻としては *Ceratium* 属（*C. furca* および *C. fusus*）や *Akashiwo sanguinea* などが赤潮を形成するものの、大きな漁業被害や貧酸素水塊の誘発はほとんどみられない。後者については夏期のみならず秋期から冬期にかけても赤潮を形成することがあり、希にノリの色落ち被害を引き起こすこともある（表 3.8.3）。

八代海においては、1970 年代から渦鞭毛藻類 *Cochlodinium* 属（ほとんどが *C. polykrikoides*）が大規模な赤潮を形成し、重大な漁業被害を招くことが認められている。赤潮の初期発生は御所浦島及び津奈木地先周辺で多い。*C. polykrikoides* のシストは八代海では確認できず、冬期に遊泳細胞（単細胞）の存在が認められている。本種の seed population は越冬栄養細胞である可能性が高く、栄養細胞は水温と日射量の増加とともに高塩分環境下で増殖して赤潮形成する。1.4～3.6 m/h の速い日周鉛直移動により、表層のみならず、底層の栄養塩を利用して赤潮を持続すると考えられる。赤潮の消滅後、本種は栄養細胞で越冬すると思われる（図 3.8.8）。

C. polykrikoides は、塩分変化に敏感（狭塩分性種）であり、赤潮は渇水年に発生し、降雨年で非発生であることが示唆される。八代海では 2000 年に *C. polykrikoides* の赤潮により約 40 億円、2002 年に 5 億 8,700 万円の漁業被害が生じているが、2003 年以降 2015 年まで漁業被害は小規模である。

このほか、魚類や貝類に被害を与える *Karenia mikimotoi* による赤潮が 1989 年、2000 年、2015 年および 2016 年に発生し、漁業被害が、1989 年、2000 年、及び 2015 年に生じているが、*C. polykrikoides* と比較すると赤潮発生頻度、規模、被害額とも少ない。

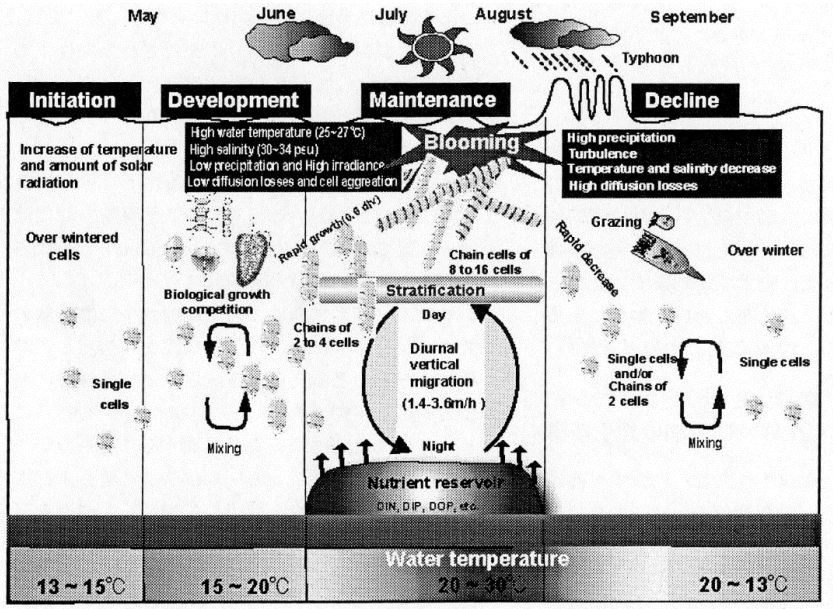


図 3.8.8　八代海における *C. polykrikoides* の赤潮発生機構模式図

（3）赤潮による漁業被害

ア）有明海

有明海における赤潮被害の年間発生件数は、1998 年から 2003 年の間が他の年に比べ多い傾向がみられた（図 3.8.9）。原因プランクトン別にみると、年による変動が大きいものの、珪藻によるノリの色落ち被害件数が多く発生している（表 3.8.1）。

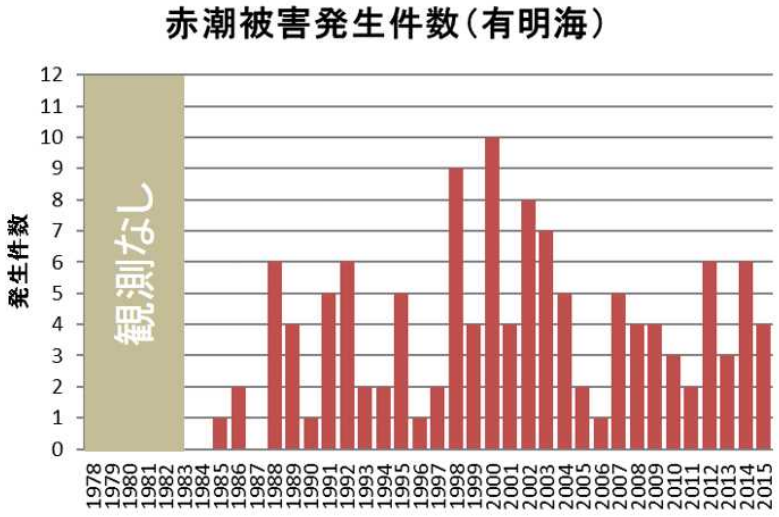


図 3.8.9　有明海において漁業被害をもたらした赤潮発生件数（年間）の推移

水産庁九州漁業調整事務所「九州海域の赤潮（昭和 53 年～平成 27 年）」より整理

表 3.8.1　珪藻の赤潮発生による漁業被害（1978～2015 年まで）

発生年	海域名	赤潮原因種	漁業被害種・概要	漁業被害額（千円）
1985	有明海	*Cerataulina*	ノリの色落ち	不明
1986	有明海	*Skeletonema* *Asterionella kariana* *Chaetoceros curvisetum* *Eucampia zodiacus* *Pseudo-nitzschia pungens*	ノリの色落ち	不明
1988	有明海	*Skeletonema* *Eucampia zodiacus* *Asterionella kariana* *Thalassiosira*	ノリの色落ち	不明
1988	有明海	*Chaetoceros curvisetum* *Chaetoceros sociale* *Rhizosolenia delicatula* *Skeletonema*	ノリの色落ち	不明
1989	有明海	*Skeletonema* *Thalassiosira* *Asterionella kariana*	ノリの色落ち	不明

1989	有明海	*Skeletonema* *Prorocentrum*	ノリの色落ち	不明
1991	有明海	*Eucampia zodiacus* *Chaetoceros* *Rhizosolenia* *Skeletonema*	ノリの色落ち	不明
1991	有明海	*Skeletonema* *Chaetoceros curvisetum*	ノリの色落ち	不明
1992	有明海	*Chaetoceros curvisetum* *Eucampia zodiacus* *Lauderia* *Skeletonema* *Chaetoceros* *Coscinodiscus*	ノリの色落ち	不明
1993	有明海	*Rhizosolenia fragilissima* *Skeletonema*	ノリの色落ち	不明
1994	有明海	*Chaetoceros sociale* *Skeletonema* *Asterionella gracialis* *Leptocylindrus* *Thalassiosira* *Eucampia zodiacus* *Ditylum brightwellii* *Asterionella karinana* *Rhizosolenia setigera*	ノリの色落ち	不明
1995	有明海	*Chaetoceros sociale* *Asterionella gracialis* *Rhizosolenia fragilissima* *Rhizosolenia setigera* *Skeletonema* *Thalassiosira rotula* *Eucampia zodiacus* *Gymnodinium*	ノリの色落ち	不明
1995	有明海	*Skeletonema* *Akashiwo sanguinea* *Eucampia zodiacus* *Coscinodiscus* *Ditylum* *Thalassiothrix frauenfeldii* *Chaetoceros* *Thalassiosira*	ノリの色落ち	不明
1996	有明海	*Skeletonema* *Asterionella karinana* *Asterionella gracialis*	ノリの色落ち	不明
1997	有明海	*Nitzschia seriata* *Eucampia zodiacus*	ノリの色落ち	不明

1997	有明海	*Skeletonema* *Chaetoceros* *Pseudo-nitzschia pungens* *Thalassiothrix frauenfeldii* *Akashiwo sanguinea*	ノリの色落ち	不明
1998	有明海	*Chaetoceros sociale* *Leptocylindrus* *Eucampia zodiacus*	ノリの色落ち	不明
1998	有明海	*Chaetoceros sociale* *Chaetoceros* *Skeletonema* *Thalassiosira* *Asterionella karinana* *Leptocylindrus*	ノリの色落ち	不明
1999	有明海	*Eucampia zodiacus*	ノリの色落ち	不明
1999	有明海	*Skeletonema* *Rhizosolenia* *Asterionella karinana* *Eucampia zodiacus*	ノリの色落ち	不明
2000	有明海	*Eucampia zodiacus*	ノリの色落ち	不明
2000	有明海	*Skeletonema*	ノリの色落ち・生育不良	不明
2000	有明海	*Rhizosolenia imbricata* *Rhizosolenia setigera* *Skeletonema* *Chaetoceros sociale* *Chaetoceros curvisetum* *Chaetoceros debile* *Chaetoceros* *Biddulphia sinensis* *Thalassiosira* *Eucampia zodiacus*	ノリの色落ち・生育不良	不明
2001	有明海	*Skeletonema*	ノリの色落ち	不明
2001	有明海	*Chaetoceros sociale* *Chaetoceros curvisetum* *Chaetoceros debile* *Skeletonema* *Asterionella gracialis*	ノリの色落ち	不明
2002	有明海	*Skeletonema* *Asterionella gracialis* *Asterionella karinana* *Chaetoceros sociale* *Chaetoceros* *Rhizosolenia setigera* *Eucampia zodiacus*	ノリの色落ち	不明
2002	八代海	*Skeletonema*	ノリの色落ち	不明
2002	有明海	*Chaetoceros*	ノリの色落ち	不明
2003	有明海	*Skeletonema* *Chaetoceros* *Thalassiosira* *Rhizosolenia setigera*	ノリの色落ち	不明

2005	有明海	*Skeletonema*	ノリの色落ち	不明
2008	有明海	*Asterionella karinana* *Skeletonema*	ノリの色落ち	不明
2009	有明海	*Thalassiosira* *Skeletonema* *Eucampia zodiacus* *Asterionella karinana*	ノリの色落ち	不明
2009	有明海	*Asterionella karinana* *Skeletonema* *Thalassionema nitzschioides* *Chaetoceros*	ノリの色落ち	不明
2010	有明海	*Chaetoceros* *Skeletonema* *Thalassionema nitzschioides*	ノリの色落ち	不明
2011	有明海	*Asterionella karinana*	ノリの色落ち	不明
2011	有明海	*Rhizosolenia setigera*	ノリの色落ち	不明
2011	有明海	*Asterionella karinana* *Chaetoceros*	ノリの色落ち	不明
2012	有明海	*Skeletonema* *Thalassiosira* *Asterionella karinana* *Chaetoceros*	ノリの色落ち	不明
2012	有明海	*Eucampia zodiacus*	ノリの色落ち	不明
2013	有明海	*Asterionella karinana* *Skeletonema* *Thalassiosira*	ノリの色落ち	不明
2013	有明海	*Eucampia zodiacus* *Guinardia delicatula* *Rhizosolenia setigera* *Skeletonema* *Chaetoceros*	ノリの色落ち	不明
2014	有明海	*Skeletonema* *Thalassiosira* *Eucampia zodiacus* *Chaetoceros* *Rhizosolenia* *Thalassiosira*	ノリの色落ち	不明
2014	有明海	*Skeletonema* *Thalassiosira*	ノリの色落ち	不明
2015	有明海	*Skeletonema* *Chaetoceros* *Thalassiosira* *Eucampia zodiacus*	ノリの色落ち	不明

水産庁九州漁業調整事務所「九州海域の赤潮（昭和53年～平成27年)」から集計
同一海域・時期に連続して発生した赤潮と見なされる場合は合算して集計した

イ）八代海

八代海における赤潮被害の年間発生件数は、1988～1990 年及び 1998～2010 年に発生件数が多く、2011 から 2014 年にかけては被害が発生していない（図 3.8.10）。原因プランクトン別にみると、*Chattonella* 属（ラフィド藻）と *Cochlodinium polykrikoides*（渦鞭毛藻）による被害件数が多く、養殖ブリやトラフグ等のへい死により特に大きな被害が発生している（表 3.8.2 及び表 3.8.3）。

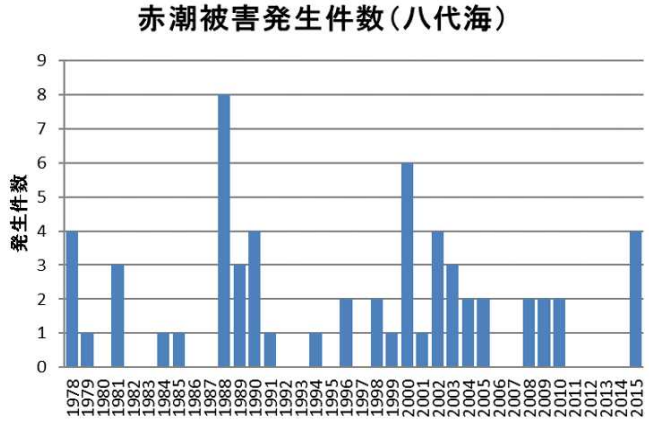


図 3.8.10　八代海において漁業被害をもたらした赤潮発生件数（年間）の推移

水産庁九州漁業調整事務所「九州海域の赤潮（昭和 53 年～平成 27 年）」より整理

ウ）橘湾

橘湾における赤潮被害の年間発生件数は、2000 年に最大 3 件発生し、1978～2014 年までの 36 年間で 10 件の漁業被害と、有明海や八代海の発生件数の 1/5～1/10 程度に留まっている（図 3.8.11）。原因プランクトン別にみると、*Chattonella* 属（ラフィド藻）と *Cochlodinium polykrikoides*（渦鞭毛藻）による被害件数が多く、養殖ブリ、マダイやトラフグ等のへい死により大きな被害が発生している（表 3.8.2 及び表 3.8.3）。

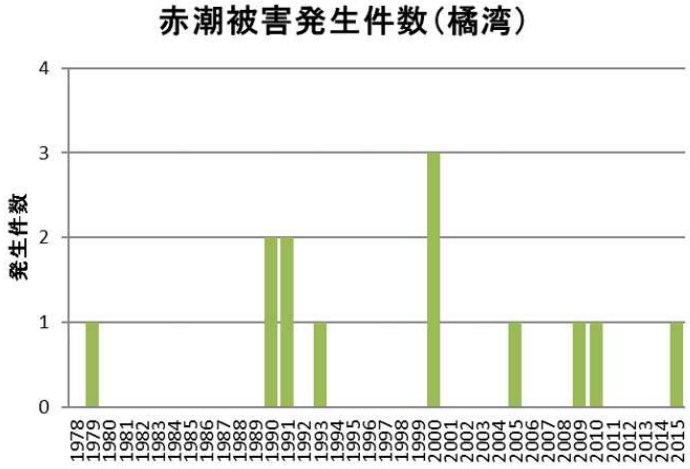


図 3.8.11　橘湾において漁業被害をもたらした赤潮発生件数（年間）の推移

水産庁九州漁業調整事務所「九州海域の赤潮（昭和 53 年～平成 27 年）」より整理

表 3.8.2　ラフィド藻類の赤潮発生による漁業被害（1978～2015 年まで）

発生年	海域名	赤潮原因種	漁業被害種・概要	漁業被害額（千円）
1988	八代海	*Heterosigma akashiwo* *Prorocentrum*	ハマチ、ブリ、マアジへい死	3,453
1988	八代海	*Chattonella antiqua*	ハマチ、ブリ、マアジ、ボラへい死	40,766
1989	八代海	*Chattonella antiqua*	ブリへい死	62,560
1989	有明海	*Chattonella antiqua*	コノシロ、グチへい死	不明
1990	八代海	*Chattonella antiqua*	ブリ、マダイ等へい死	1,099,673
1990	橘湾	*Chattonella antiqua*	ブリへい死	403,809
1990	有明海	*Chattonella antiqua*	ブリへい死	51,585
1992	八代海	*Chattonella antiqua*	ハマチへい死	9,482
1992	有明海	*Chattonella antiqua*	ハマチへい死	366,155
1992	有明海	*Chattonella antiqua* *Akashiwo sanguinea*	エツ、コノシロ、グチ、ワラスボへい死	不明
1995	橘湾	*Chattonella antiqua*	ハマチへい死	18,749
1998	有明海	*Chattonella antiqua*	ブリへい死	12,148
1998	有明海	*Chattonella antiqua*	ブリ（養殖魚）、ボラ、スズキ、コチ、エイ、タコ、カニ、グチ、シラビラメ類、アカエイへい死（天然魚）	不明
1998	有明海	*Chattonella antiqua* *Skeletonema*	クルマエビ衰弱	不明
1999	有明海	*Chattonella antiqua* *Karenia mikimotoi* *Chaetoceros* *Skeletonema*	エビ類、カニ類衰弱	不明
2000	有明海	*Chattonella antiqua* *Karenia mikimotoi* *Heterosigma akashiwo*	アサリ、ボラ、スズキ、ハモ、コチ、サッパ、ウシノシタ類、ネズミゴチ、ハゼ類、エビ類、カニ類、シャコへい死	264,070
2000	有明海	*Fibrocapsa japonica*	のりの色落ち・生育不良	
2003	有明海	*Heterosigma akashiwo*	ボラ、クロダイ、コノシロへい死（天然魚）	不明
2003	八代海	*Chattonella antiqua*	ブリ、トラフグ、カワハギ、カンパチ、シマアジ、マダイ、ヒラマサ、クロダイへい死	363,666
2003	有明海	微細藻類 *Skeletonema* *Chattonella antiqua* *Chattonella marina*	アサリへい死	不明
2003	八代海	*Chattonella antiqua* *Cochlodinium polykrikoides*	ブリ、トラフグ、カンパチ、シマアジ、ヒラマサへい死	287,382
2004	八代海	*Chattonella*	ブリ、カンパチ、シマアジ、マアジ、マダイ、トラフグ、カワハギ、クロダイ、スズキ、ガザミ、アサリへい死	226,844

2004	八代海	*Chattonella antiqua* *Chattonella marina*	アカエイ、コチ、ボラ、シバエビ、アサリ、グチ、クロダイ、ガザミ、スズキ、アカエイへい死	不明
2005	八代海	*Chattonella antiqua* *Cochlodinium polykrikoides* *Heterosigma akashiwo*	ブリ、ヒラマサ、カンパチ、シマアジ、トラフグ等へい死	94,108
2007	有明海	*Chattonella antiqua*	ブリへい死	11,455
2007	有明海	*Chattonella antiqua* *Chattonella marina* （貧酸素水塊と同時発生）	ガザミ、エツ、コノシロ、スズキ、メナダ、ボラ、ワラスボ、ハゼ類、クチゾコ類、フグ、ハモ、アアゴ、ウナギ、シバエビ、シラタエビ、サルボウ、アゲマキ、シロギス、ヒラメ、キチヌ、クロダイ、マゴチ、ヒイラギ、ウシノシタ類へい死	不明
2008	有明海	*Chattonella antiqua* *Chattonella marina* （貧酸素水塊と同時発生）	ヒイラギ、ボラ、エビ、ガザミ、サッパ、コノシロ、ヒラ、スズキ、クツゾコ、カニ類、エビ類、サルボウ、アサリ	不明
2009	八代海	*Chattonella antiqua*	ブリ、シマアジ、カンパチ、ヒラマサへい死	185,508
2009	八代海	*Chattonella antiqua* *Karenia mikimotoi* *Cochlodinium polykrikoides*	ブリ、シマアジ、カンパチ、ヒラマサ、マダイ、トラフグへい死	2,901,996
2009	有明海（注 1）	*Chattonella antiqua*	ハマチ、ヒラマサへい死	156,050
2009	橘湾（注 1）	*Chattonella antiqua*	ハマチ、ヒラマサ、マダイ、トラフグ、シマアジへい死	273,915
2010	八代海	*Chattonella antiqua*	ブリ、シマアジ、カンパチ、ヒラマサ、マダイ、ヒラメ、トラフグへい死	5,274,909
2010	橘湾	*Chattonella antiqua*	ハマチ、ヒラマサ、シマアジ、マダイ、トラフグへい死	86,955
2014	有明海	*Heterosigma akashiwo*	コノシロ、グチ類（天然）へい死	不明
2015	有明海	*Chattonella* spp.	エツ、ボラ、スズキ（天然） ブリ、ハマチ、シマアジ へい死	不明 3,246
2016	八代海	*Chattonella antiqua*	ブリ、カンパチ、シマアジ	調査中

水産庁九州漁業調整事務所「九州海域の赤潮（昭和 53 年～平成 27 年)」から集計
2016 年の被害額は調査中
同一海域・時期に連続して発生した赤潮と見なされる場合は各県海域における被害状況を合算して集計した。
養殖魚の場合、被害尾数が 1,000 尾未満の場合は規模が小さいため割愛した
注１：有明海及び八代海等を再生するための特別措置に関する法律（平成 14 年法律第 120 号）に基づく海面の区分で整理しており、漁業被害額等は出典と異なる。

表 3.8.3 渦鞭毛藻類の赤潮発生による漁業被害（1978～2015 年まで）

発生年	海域名	赤潮原因種	漁業被害種・概要	漁業被害額（千円）
1978	八代海	*Gymnodinium* sp.	マダイ、ブリへい死	30,220
1978	八代海	*Cochlodinium polykrikoides*	ブリへい死	44,537
1978	八代海	*Gymnodinium* sp.	ブリ、ボラへい死	26,990
1979	橘湾	*Cochlodinium polykrikoides*	ハマチ、マダイ等へい死	1,242
1981	八代海	*Cochlodinium polykrikoides*	ハマチ、マダイ、マアジへい死	32,596
1985	八代海	*Cochlodinium polykrikoides*	マアジ、マダイ等へい死	59,322
1989	八代海	*Karenia mikimotoi*	マダイ､ブリへい死ブリ､トラフグ、マアジへい死	255,754
1990	橘湾	*Cochlodinium polykrikoides*	ブリへい死	10,262
1990	八代海	*Cochlodinium polykrikoides*	ブリ、トラフグ、クロダイ等へい死	40,380
1991	八代海	*Cochlodinium polykrikoides*	マダイ、トラフグ等へい死	13,090
1994	八代海	*Heterocapsa circularisquama*	アコヤガイへい死・衰弱、アサリへい死	225,000
1996	八代海	*Karenia digitata*	トラフグ、ハモ、マダイへい死	不明
1999	八代海	*Cochlodinium polykrikoides*	トラフグへい死	57,907
2000	八代海	*Cochlodinium polykrikoides*	トラフグ､マダイ､ブリ､カンパチ､シマアジ、マアジ、マサバ、ヒラマサ、クロダイ、イシダイ、カサゴ、イサキ、ヒラメ	3,984,067
2000	八代海	*Karenia mikimotoi*	メガイアワビ､エゾアワビ､トラフグ、ブリ、タコ、ハモ、クルマエビ、ヒラアジへい死	29,215
2000	橘湾	*Karenia mikimotoi*	ブリ、マダイ、カンパチ、トラフグへい死	28,065
2002	有明海	*Ceratium furca* *Akashiwo sanguinea* *Chaetoceros*	ガザミ、アナゴ、スズキ、ヒラメ、アイナメ、メバル、コチへい死	不明
2002	八代海	*Cochlodinium polykrikoides*	ブリ、カンパチ、ヒラメ等へい死	587,808
2002	有明海	*Akashiwo sanguinea* *Fibrocapsa japonica* *Chaetoceros* *Skeletonema* *Thalassiosira* *Rhizosolenia setigera* *Katodinium glaucum*	のりの色落ち・生育阻害	不明
2003	有明海	*Akashiwo sanguinea* *Skeletonema* *Chaetoceros sociale* *Chaetoceros debille* *Chaetoceros* *Eucampia zodiacus*	のりの色落ち・生育阻害	不明
2004	有明海	*Akashiwo sanguinea*	のりの色落ち等	不明
2015	八代海	*Karenia mikimotoi*	（養殖）ブリ、マダイ、カンパチ、シマアジ、マガキ、アワビ （天然)、ボラ、クロダイ、カサゴ、ダツ、ヒラメ、フグ、メバル、エ	28,482.6

			ソ、アワビ、ウミニナ、ガンガゼへい死	
2015	八代海	*Karenia mikimotoi*	ブリ	12,804
2015	八代海	*Cochlodinium polykrikoides*	ブリ	5,760

水産庁九州漁業調整事務所「九州海域の赤潮（昭和 53 年～平成 27 年)」から集計
2016 年の被害額は調査中
同一海域・時期に連続して発生した赤潮と見なされる場合は各県海域における被害状況を合算して集計した。
養殖魚の場合、被害尾数が 1,000 尾未満の場合は規模が小さいため割愛した。

表 3.8.4　その他赤潮生物による漁業被害（1984～2015 年まで）

発生年	海域名	赤潮原因種	漁業被害種・概要	漁業被害額（千円）
2006	有明海	*Eutreptia*（緑藻）	ノリの色落ち	不明

水産庁九州漁業調整事務所「九州海域の赤潮（昭和 53 年～平成 27 年)」から集計
同一海域・時期に連続して発生した赤潮と見なされる場合は各県海域における被害状況を合算して集計した。

（4）まとめ

有明海における赤潮の年間発生件数（1984～2015 年）は、1998 年頃から増加傾向が見られ、2000 年代の発生件数（約 36 件/年）は 1980 年代（約 15 件/年）の概ね２倍程度となっている。なお、赤潮発生は原則として海域における着色現象を集計したものであるが、近年は、着色を伴わないものであっても被害（特にノリの色落ち被害）に応じて赤潮発生とすることに留意する必要がある。汚濁負荷量と赤潮発生件数とを比較すると、両者の増減傾向との間に長期的な連動性はみられない。また、原因プランクトン別にみると、珪藻による赤潮発生頻度が高く、渦鞭毛藻やラフィド藻がこれに続く。ラフィド藻の割合が増加しているものの、構成種の大きな変化はみられない。

八代海における赤潮の年間発生件数（1978～2015 年）は、1998～2000 年頃から増加しており、1970～1980 年代（約 8 件/年）と比較して 2000 年代の赤潮発生件数（約 17 件/年）は概ね２倍程度となっている。汚濁負荷量及び赤潮発生件数とも過去に比べて高い状態が続いており、留意が必要である。原因プランクトン別にみると、渦鞭毛藻やラフィド藻の割合は６割程度と大きく変化しておらず、1991～1995 年に珪藻の割合が一時的に低下したものの、長期的に種類組成の変動はみられない。ただし、2015 年には *Karenia mikimotoi*（渦鞭毛藻類）による規模の大きな赤潮が発生した。

橘湾における赤潮の年間発生件数は原因プランクトン別にみると、渦鞭毛藻が主体となっている。

有明海・八代海等で発生する赤潮の種類と特徴は次のとおりである。
・小型珪藻は年中赤潮を形成するが、ノリ漁期に赤潮を形成すると、色落ちを

引き起こす場合がある。
・大型珪藻による赤潮は秋期～冬期に発生し、ノリの色落ちによりノリ養殖業に大きな漁業被害を与える。
・ラフィド藻による赤潮は夏期に発生し、魚介類へ被害を与える。
・渦鞭毛藻による赤潮は夏期に発生し、水産生物の大量死を引き起こし大きな漁業被害を与える。

有明海における赤潮被害の年間発生件数は、1998～2003 年の間が他の年に比べ多い傾向がみられた。原因プランクトン別にみると、年による変動が大きいものの、その多くが、珪藻によるノリの色落ち被害である。

八代海における赤潮被害の年間発生件数は、1988～1990 年及び 1998～2010 年に多く、原因プランクトン別にみると、*Chattonella* 属（ラフィド藻）と *Cochlodinium polykrikoides*（渦鞭毛藻類）による被害件数が多く、養殖魚（ブリ、トラフグ等）のへい死により特に大きな被害が発生している。

橘湾における赤潮被害の年間発生件数は、調査期間を通じて少なく、有明海や八代海の発生件数の 1/5～1/10 程度であり、長期的な発生件数の増減傾向はほとんどみられない。原因プランクトン別にみると、*Chattonella* 属（ラフィド藻）と *Cochlodinium polykrikoides*（渦鞭毛藻類）による被害件数が多く、養殖魚（ブリ、マダイ、トラフグ等）のへい死により大きな被害が発生している。

参考文献

1）岡市友利（1997）赤潮の科学（第二版），恒星社厚生閣，東京，337pp.
2）西川哲也（2011）：養殖ノリ色落ち原因藻 *Eucampia zodiacus* の大量発生機構に関する．生理生態学的研究．兵庫県農林水産技術総合センター研究報告[水産編]，第 42 号，pp. 1-82.
3）今井一郎（2000）ラフィド藻赤潮の発生機構と予知．有害・有毒赤潮の発生と予知・防除．石田祐三郎・本城凡夫・福代康夫・今井一郎編，日本水産資源保護協会，東京，pp. 29-70.
4）松原 賢・首藤俊雄(2013) 有明海佐賀県海域における *Chattonella* 赤潮及び貧酸素水塊の動態と各種環境要因との関係（2009-2011）.佐賀県有明水産振興センター研究報告，第 26 号，pp. 57-71.

9.生物

（1）有明海・八代海等の固有種、希少種等

有明海・八代海等には、国内で本海域を中心に生息する生物が数多く存在している。特に、有明海、八代海では、両海域固有、又は国内で両海域のみを主な分布域とする大陸系遺存種が数多く確認されており、それらの中には環境省レッドリスト（環境省，2015）に掲載されている種も複数見られる（表 3.9.1）。

表 3.9.1　有明海・八代海等に特有の希少生物の一覧

区分	名称
魚類	エツ（EN）、アリアケシラウオ（CR）、ヤマノカミ（EN）、ワラスボ（VU）、ムツゴロウ（EN）、ハゼクチ（VU）、タビラクチ（VU）、デンベエシタビラメ、アリアケヒメシラウオ（CR）
甲殻類	チクゴエビ、アリアケヤワラガニ（DD）、ハラグクレチゴガニ、アリアケガニ、ヒメモクズガニ
貝類	ハイガイ（VU）、クマサルボウ、アゲマキ（CR＋EN）、ウミタケ（VU）、スミノエガキ（VU）、シカメガキ（NT）、シマヘナタリ、クロヘナタリ、ゴマフダマ、センベイアワモチ（CR＋EN）、アズキカワザンショウ（VU）、ウミマイマイ（VU）、ヤベガワモチ（CR＋EN）
その他無脊椎動物	オオシャミセンガイ、ミドリシャミセンガイ、アリアケカンムリ、ヤツデシロガネゴカイ
植物（塩生植物）	シチメンソウ（VU）

注1）（ ）は、環境省レッドリスト掲載種のカテゴリー区分を示す。
カテゴリーの概要
絶滅（EX）：我が国ではすでに絶滅したと考えられる種
野生絶滅（EW）：飼育・栽培下、あるいは自然分布域の明らかに外側で野生化した状態でのみ存続している種
絶滅危惧Ⅰ類（CR+EN）：絶滅の危機に瀕している種
絶滅危惧ⅠA類(CR)：ごく近い将来における野生での絶滅の危険性が極めて高いもの
絶滅危惧ⅠB類(EN)：ⅠA類ほどではないが、近い将来における野生での絶滅の危険性が高いもの
絶滅危惧Ⅱ類（VU）：絶滅の危険が増大している種
準絶滅危惧（NT）：現時点での絶滅危険度は小さいが、生息条件の変化によっては「絶滅危惧」に移行する可能性のある種
情報不足(DD)：評価するだけの情報が不足している種
絶滅のおそれのある地域個体群(LP)：地域的に孤立している個体群で、絶滅のおそれが高いもの
注2）下線部は、国内において有明海・八代海等にのみ分布する種を示す。
出典：「有明海の生きものたち：干潟・河口域の生物多様性（海游舎，東京，2000 年 12 月，佐藤　正典，田北徹）」、「レッドリスト（2015）2015 年 9 月，環境省」 を元に作成。

このうち、ここでは、主に有明海（※八代海では一部で確認されている。）に分布し、定量的な推移のデータがあるムツゴロウについて述べる。

佐賀県内のムツゴロウの漁獲量は 1960 年代後半には 150～200ｔであったものが、1970～1975 年には 77～104ｔ、1976～1980 年にかけて 24～38ｔと徐々に減少し、1981 年には 16ｔ、1982 年には 8ｔと急減し、さらに 1983～1990 年にかけては 2～5ｔまで減少した。1991 年以降は佐賀県の禁漁区の設定などの保護策も相まって回復傾向を示し、2000 年には 25ｔとなった。なお、統計として最後の記録がある 2006 年の漁獲量は 11ｔであった（図 3.9.1）。

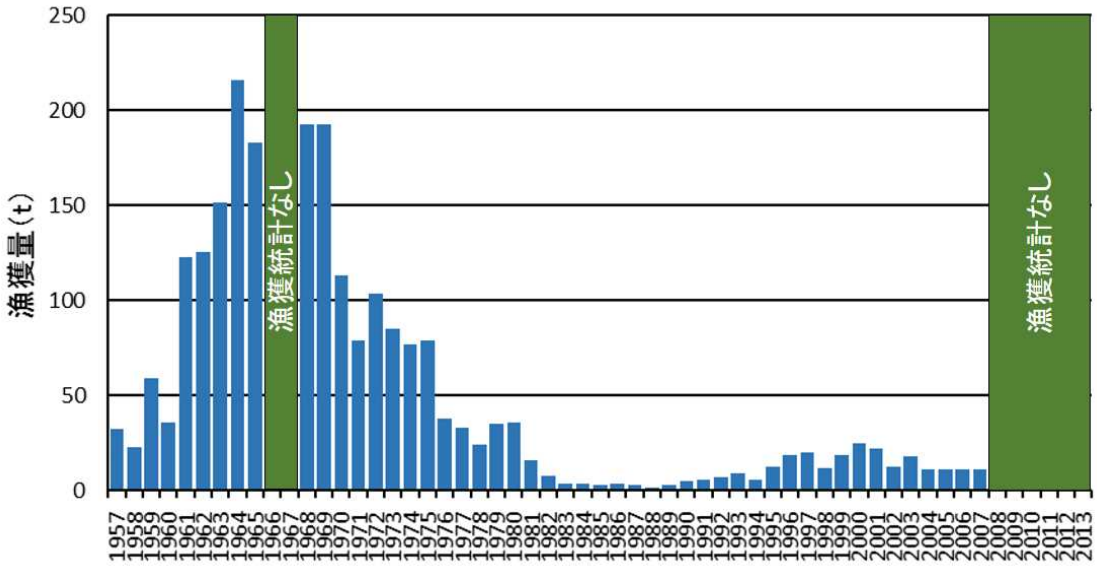


図 3.9.1　有明海佐賀県海域におけるムツゴロウの漁獲量

（出典：　佐賀県農林水産統計をもとに整理）

有明海全域におけるムツゴロウの出現状況については、1972 年、1986 年、1991 年、2003 年に行われた[1)]（図 3.9.2）。

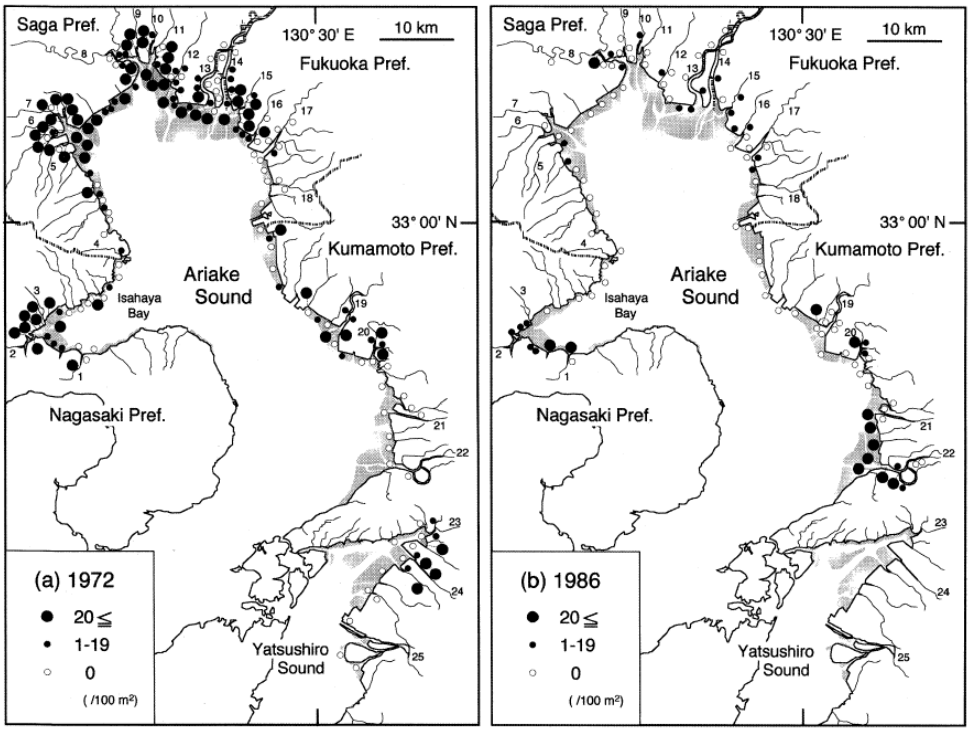


図 3.9.2(1)　有明海・八代海におけるムツゴロウの出現状況

出典：　竹垣 毅・和田年史・兼森雄一・夏苅 豊（2005）有明海・八代海沿岸の河口干潟におけるムツゴロウの分布と生息密度.魚類学雑誌，52：9-16

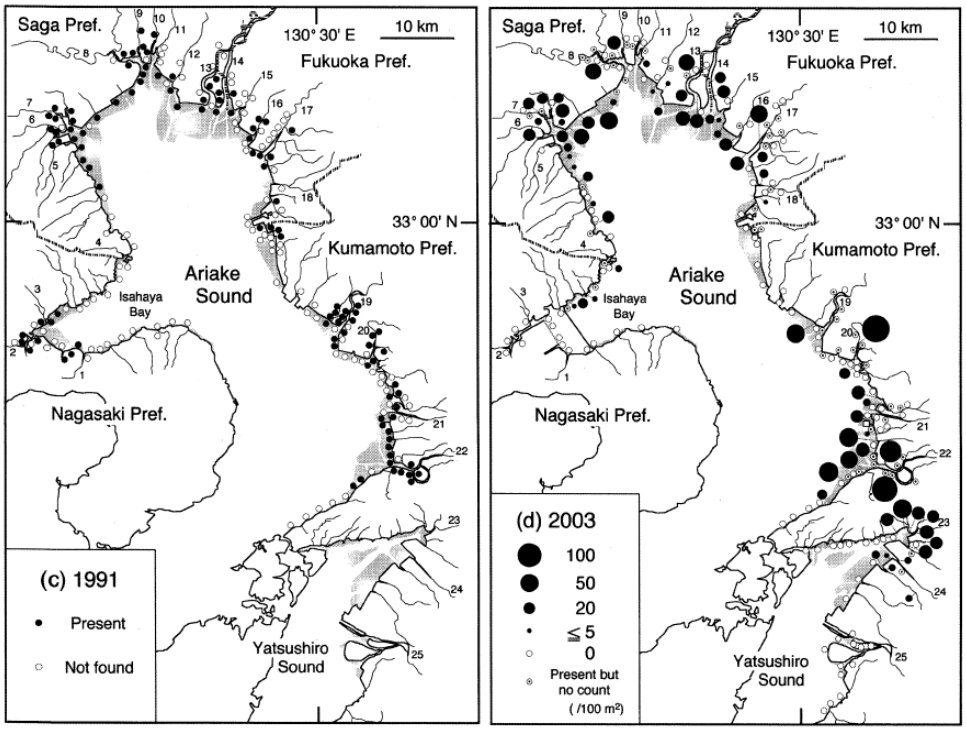


図 3.9.2(2)　有明海・八代海におけるムツゴロウの出現状況

出典：　竹垣 毅・和田年史・兼森雄一・夏苅 豊（2005）有明海・八代海沿岸の河口干潟におけるムツゴロウの分布と生息密度.魚類学雑誌，52：9-16

本資料によれば、1972 年には湾奥河口干潟域を中心に 20 尾/100 ㎡を超える高い出現密度であったが、1986 年には急減し、諫早湾から湾奥干潟河口域にかけての広い範囲で 0～19 尾/100 ㎡となった。佐賀県での漁獲が低迷していた 1983～1990 年の状況と出現密度の低下時期が一致する。2003 年には佐賀県、福岡県及び熊本県海域で資源の回復がみられる。

同様の調査は佐賀県においても実施されており、1988 年の調査時に六角川河口から太良町沿岸にかけて一部を除きムツゴロウがほとんど生息しない状況（0～1 尾/100 ㎡）であった。その後、佐賀県海域では 1990～1996 年にかけて出現密度の緩やかな回復がみられ、2012 年の調査においては、50 尾/100㎡を超える地点が認められるなど、ほぼ全域で 10 尾/100 ㎡を超え、資源が回復している。

（2）ベントス（底生生物）

ベントス（底生生物）は、水産有用種を含めた魚類等の餌となり、海域の生物生産を支える機能を持つだけでなく、その群集構造が底質環境を反映する一方、底質の攪拌機能、懸濁物の濾過などによって底質・水質環境に影響を与える可能性があることから、海域の環境を評価する指標となり得る。1970 年頃から現在にかけて継続的な調査は実施されていないものの、有明海湾奥東部及び湾奥西部の海域では1989 年に実施した結果があることから、ベントスの変化の程度を考察するために、2000 年及び 2006 年との調査結果を比較した。また、各海域では 2005 年以降現在まで継続的な調査が行われており、有明海中央東部においては 1993 年以降の調査があるため、その期間の変化傾向を考察した。

なお、本報告のベントスは、有用二枚貝も含むものである。

2014（平成 26）年度の夏季、冬季における底生生物の水平分布状況は以下のとおりであった(図 3.9.3)。

有明海では、種類数は湾央から湾口寄りで多く、個体数は湾口寄りで多い傾向であった。湿重量は湾奥で大きかった。八代海では、種類数、夏季の湿重量は湾奥、湾口寄りで多く、個体数は湾口寄りで多い傾向であった。橘湾では、種類数、個体数および湿重量は湾奥より湾口寄りが多い傾向がみられた。

また、比較的以前のデータがある有明海北西部における 1989 年夏季と 2000 年夏季の調査によると、全マクロベントス（小型の底生生物）の個体数は 3,947 個体/㎡（1989 年）から 1,690 個体/㎡（2000 年）に減少しており、これは主にチヨノハナガイ等の二枚貝類の減少（特に住之江川沖海底水道）によると思われる。一方、多毛類の個体数はほとんど変化せず、甲殻類は増加していた(図 3.9.4、図 3.9.5)。加えて、Yoshino ら（2007）は 1989 年夏季と 2006 年夏季を比較し、個体数が減少していること、その減少は 2000 年夏季と同様に主に二枚貝類の減少によるものであることを報告している（図 3.9.6、図 3.9.7）[2)]。

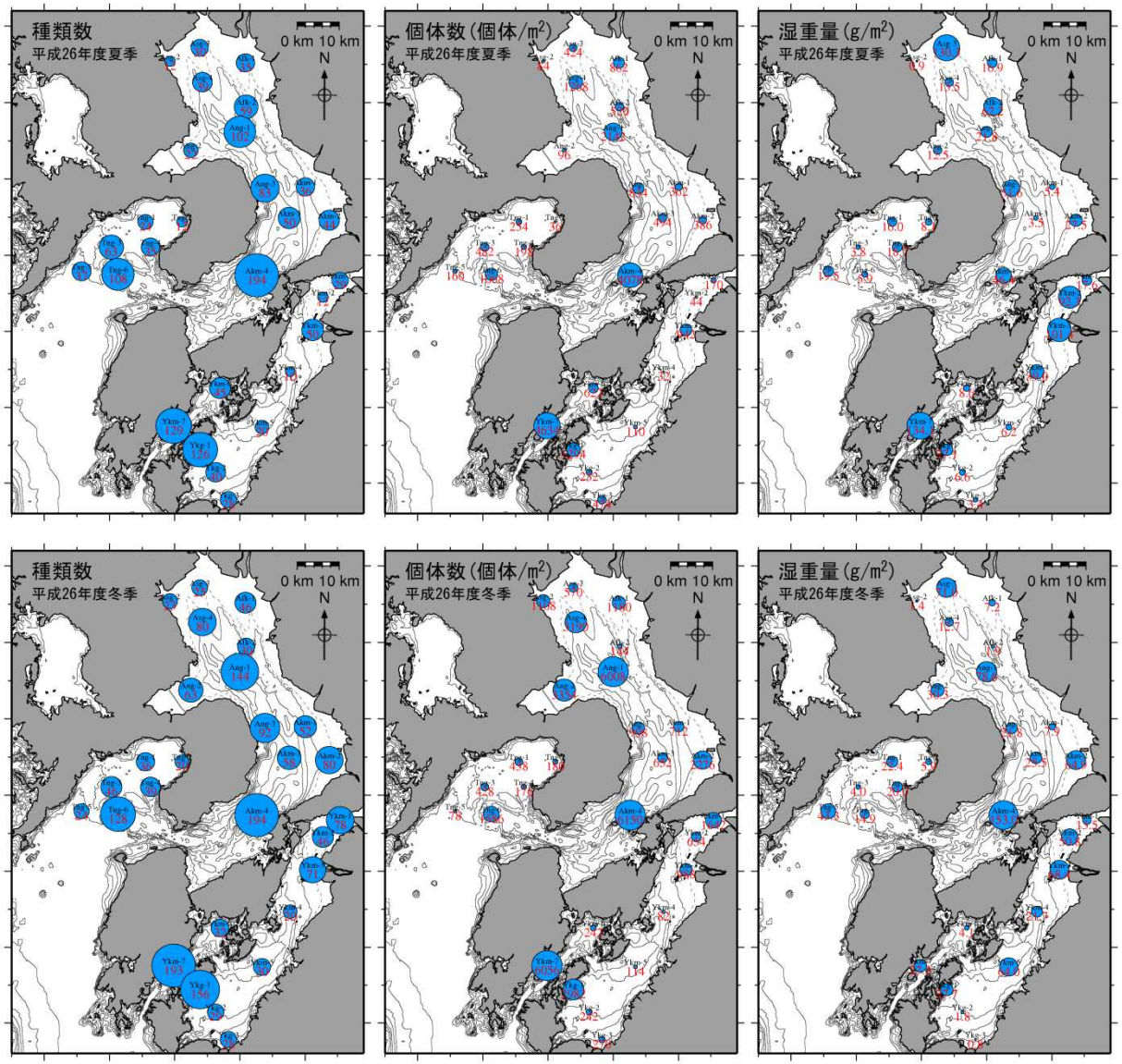
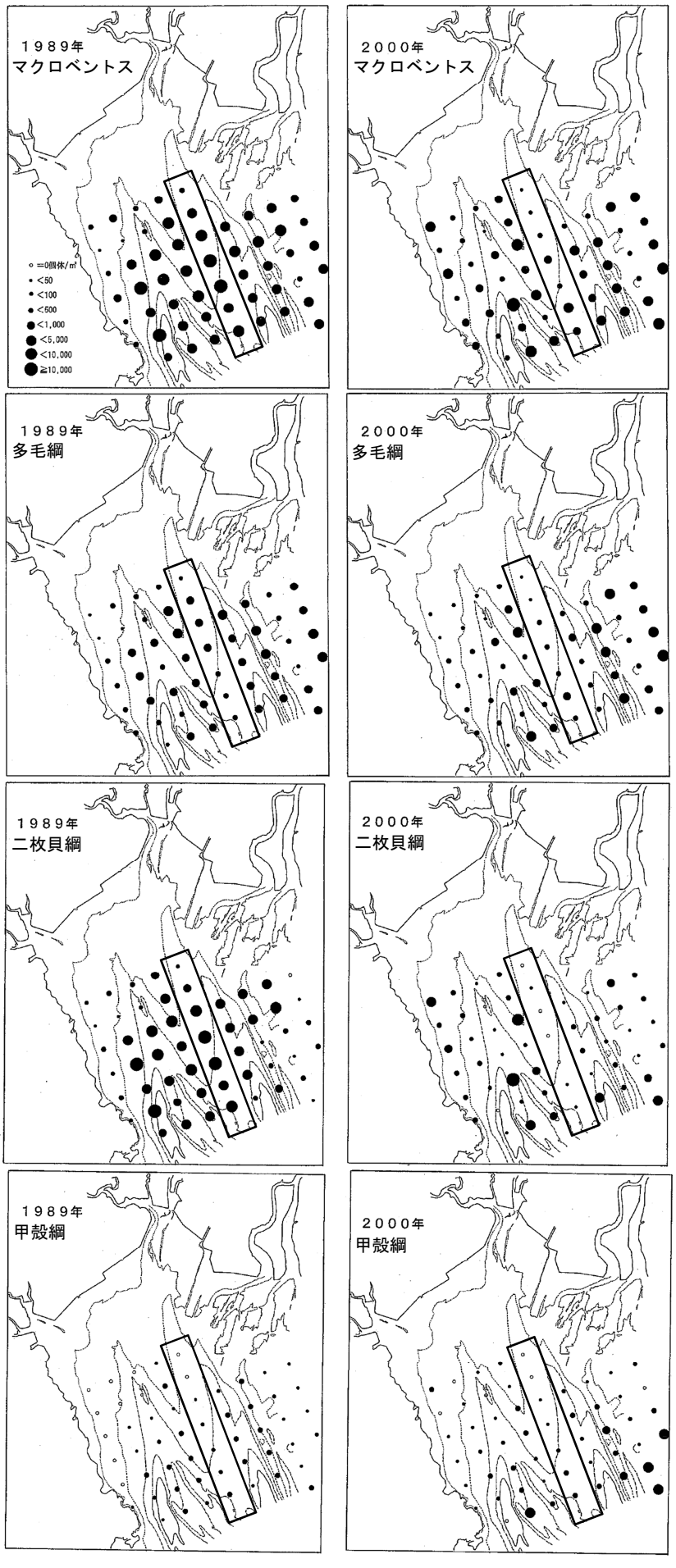


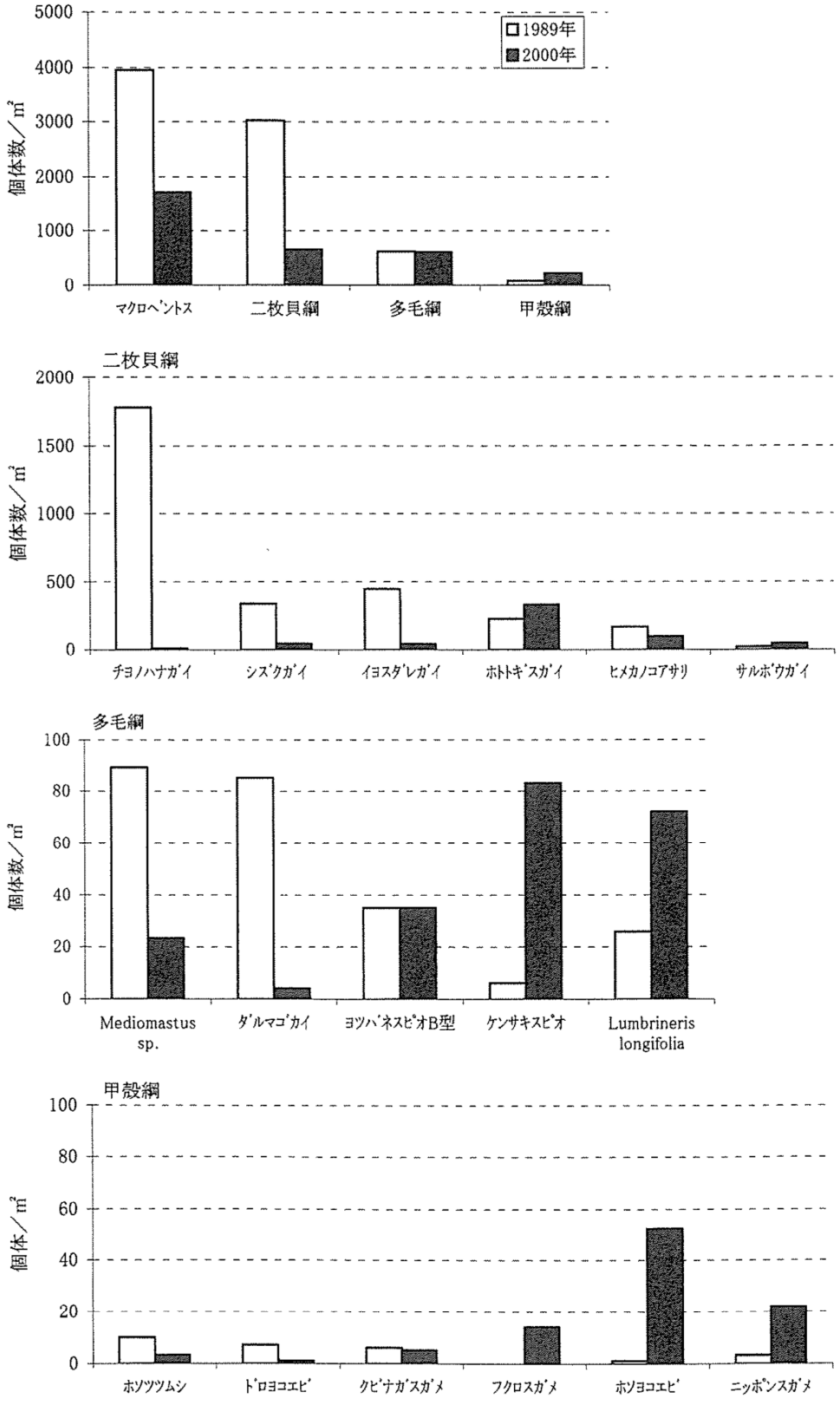
図 3.9.3　平成 26 年度の底生生物の水平分布（上段：夏季　下段：冬季）



出典：
1) 古賀秀昭(1991)：有明海北西海域の底質及び底生生物，佐賀県有明水産試験場研究報告，13 号，pp. 57-79
2) 大隈斉，江口泰蔵，川原逸朗，伊藤史郎(2001)：有明海湾奥部の底質及びマクロベントス，佐賀県有明水産振興センター研究報告，20 号，pp. 55-62

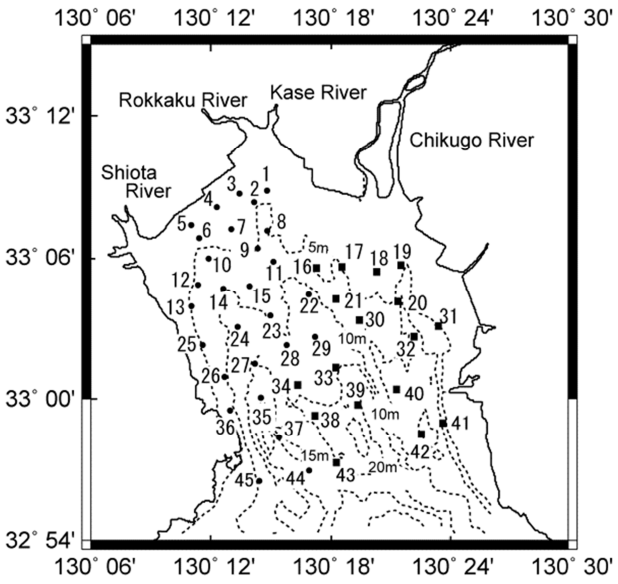
注）右図の線で囲まれた部分が住之江川沖海底水道に該当する部分。

図 3.9.4 有明海北西部におけるマクロベントスの調査結果



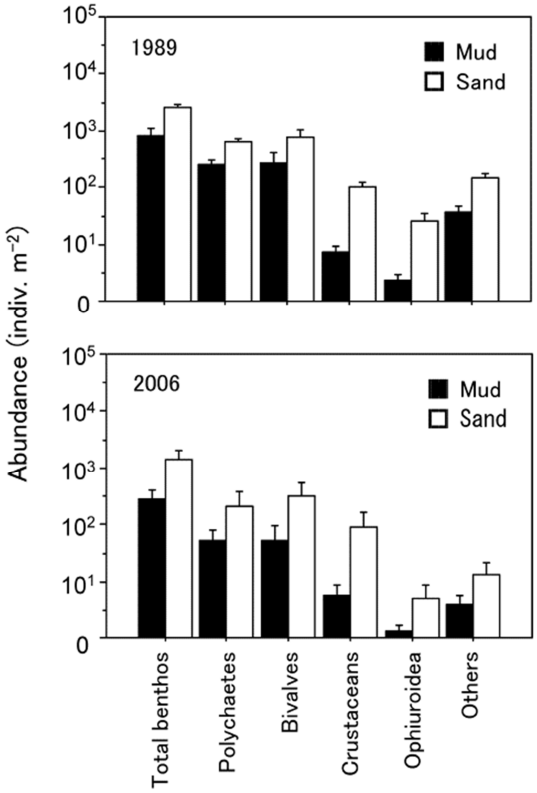
出典：大隈斉，江口泰蔵，川原逸朗，伊藤史郎(2001)：有明海湾奥部の底質及びマクロベントス，佐賀県有明水産振興センター研究報告，20 号，pp. 55-62

図 3.9.5　有明海北西部におけるマクロベントス個体数地点平均の比較



注）点線は水深を指し、●は泥質、■は砂泥質を指す。

図 3.9.6　調査地域及び調査地点



注）Error bar は標準誤差である。

図3.9.7　1989年と2006年の泥質と砂泥質における各分類群の個体数密度

出典）Yoshino, K., Yamamoto, K., Hayami, Y., Hamada, T., Kasagi, T., Ueno, D. and K. Ohgushi, 2007. Benthic fauna of the inner part of Ariake Bay: long-term changes in several ecological parameters. Plankton and Benthos Res, 2: 198-212.

有明海(11 地点)及び八代海(10 地点)におけるベントスの経年的傾向を表 3.9.2、表 3.9.3 に示した。

なお、1970 年頃からのベントスのモニタリング結果がないため、ここでは 2005 年頃以降の調査結果を整理した。この結果は過去 10 年間の長期的な変化に加えてベントス群集の季節変動や数年単位での変動を内包しているが、できるだけ長期的な変化傾向を抽出するための解析を行った。詳細は、４章で海域区分毎に結果を掲載しているが、2005 年以降の約 10 年間のデータのみにより問題点を特定することは難しい。

有明海では、種類数については、総種類数が１地点（有明海湾口部の一部）で増加傾向・２地点（有明海湾奥東部及び有明海湾口部の一部）で減少傾向、軟体動物門は２地点（有明海湾央部及び有明海湾口部の一部）で増加傾向・１地点（有明海湾奥東部）で減少傾向、節足動物門は１地点（有明海湾口部の一部）で増加傾向・４地点（有明海湾奥奥部の一部、有明海湾奥東部、有明海中央東部及び有明海湾口部の一部）で減少傾向がみられた。個体数については、総個体数は増減傾向がみら

れず、軟体動物門は１地点（有明海湾口部の一部）で増加傾向、節足動物門は３地点（有明海湾奥東部、有明海中央東部及び有明海湾口部の一部）で減少傾向がみられた。海域毎にみると、Akm-4（有明海湾口部）では種類数が増加し、軟体動物門の個体数も増加傾向にあるのが特徴的である。また、Ang-1（有明海湾央部）でも種類数が増加傾向にあるのに対し、Afk-2（有明海湾奥東部）では種類数が減少傾向であった。

八代海では、種類数については、総種類数が２地点（八代海湾口東部の一部及び八代海湾口西部の一部）で減少傾向、節足動物門は１地点（八代海湾口西部の一部）で減少傾向がみられ、軟体動物門は増減傾向がみられなかった。個体数については、総個体数は２地点（八代海湾口東部の一部及び八代海湾口西部の一部）で減少傾向、節足動物門は１地点（八代海湾口西部の一部）で減少傾向がみられ、軟体動物門は増減傾向がみられなかった。海域毎にみると、Ykm-6（八代海湾口西部）で種類数、個体数いずれも減少傾向にあった。

表 3.9.2　有明海におけるベントスの変動傾向

		種類数					個体数				
		総種類数	軟体動物門	環形動物門	節足動物門	そ の 他	総個体数	軟体動物門	環形動物門	節足動物門	そ の 他
A1海域（有明海湾奥奥部）	Asg-2	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…
	Asg-3	…	…	…	－－	…	…	…	＋＋	…	…
	Afk-1	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…
A2海域（有明海湾奥東部）	Afk-2	－－	－－	…	－－	…	…	…	…	－－	…
A3海域（有明海湾奥西部）	Asg-4	…	…	＋＋	…	…	…	…	…	…	…
A4海域（有明海中央東部）	Akm-2	…	…	…	－－	…	…	…	…	－－	…
A5海域（有明海湾央部）	Ang-1	…	＋＋	…	…	＋＋	…	…	…	…	＋＋
A6海域（有明海諫早湾）	Ang-2	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…
A7海域（有明海湾口部）	Akm-3	－－	…	…	－－	…	…	…	…	－－	…
	Akm-4	＋＋	＋＋	＋＋	＋＋	＋＋	…	＋＋	…	…	…
	Ang-3	…	…	…	…	＋＋	…	…	…	…	…

注）　＋＋、― ―は、近似一次回帰式の決定係数が 0.2 以上であり、かつ、回帰直線による 10 年間の変化予測量が全データの算術平均の 10%以上となる項目を示しており、＋＋はその傾きが正、― ―はその傾きが負であることを示した。…は決定係数が 0.2 未満、又は回帰直線による 10 年間の変化予測量が全データの算術平均の 10%未満であることを示す。

資料：環境省 有明海・八代海再生フォローアップ調査、有明海・八代海再生重点課題対策調査 等

表 3.9.3　八代海におけるベントスの変動傾向

		種類数					個体数				
		総種類数	軟体動物門	環形動物門	節足動物門	そ の 他	総個体数	軟体動物門	環形動物門	節足動物門	そ の 他
Y1海域（八代海湾奥部）	Ykm-1	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…
	Ykm-2	…	…	－－	…	…	…	…	…	…	…
Y2海域（球磨川河口部）	Ykm-3	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…
Y3海域（八代海湾央部）	Ykm-4	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…
	Ykm-5	…	…	…	…	…	…	…	…	…	＋＋
Y4海域（八代海湾口東部）	Ykg-1	…	…	…	…	＋＋	…	…	…	…	…
	Ykg-2	…	…	…	…	…	－－	…	…	…	－
	Ykg-3	－－	…	－－	…	…	…	…	…	…	…
Y5海域（八代海湾口西部）	Ykm-6	－－	…	－－	－－	…	－－	…	－－	－－	…
	Ykm-7	…	…	…	…	＋＋	…	…	…	…	…

注）　＋＋、— —は、近似一次回帰式の決定係数が 0.2 以上であり、かつ、回帰直線による 10 年間の変化予測量が全データの算術平均の 10%以上となる項目を示しており、＋＋はその傾きが正、— —はその傾きが負であることを示した。…は決定係数が 0.2 未満、又は回帰直線による 10 年間の変化予測量が全データの算術平均の 10%未満であることを示す。

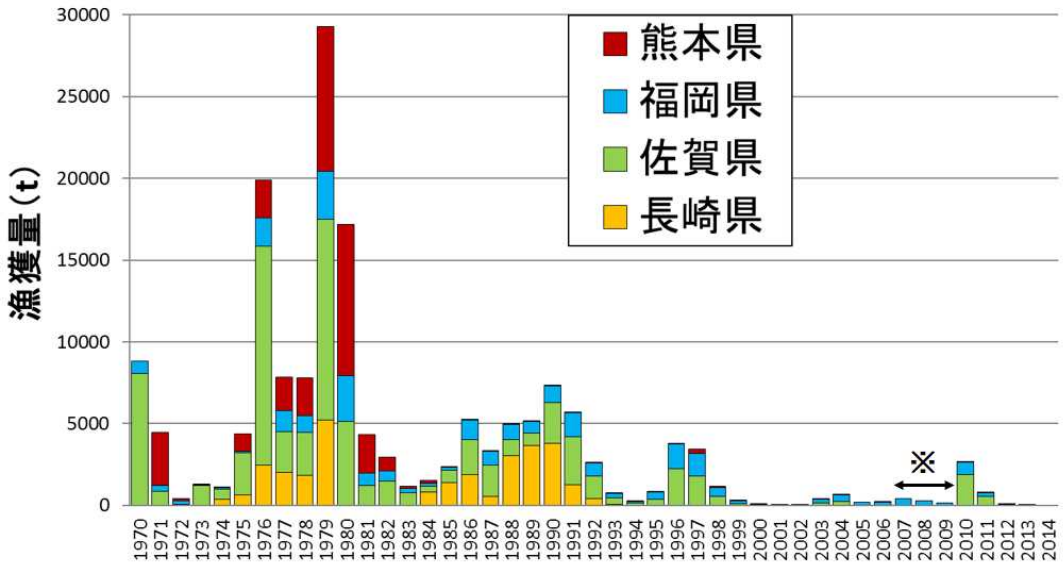
資料：環境省 有明海・八代海再生フォローアップ調査、有明海・八代海再生重点課題対策調査 等

（3）有用二枚貝

ここでは資源量が多い有用二枚貝3種について述べる。

ア）タイラギ

有明海でのタイラギの漁獲は 1970～1998 年までは数年おきにピークがみられ、1979 年には最大となる 29,305ｔを記録した。その後、熊本県では 1980 年代から、長崎県では 1990 年代から、佐賀県・福岡県では 2000 年頃から漁獲量が減少し、2000 年以降は有明海全域で漁獲がない状態にまで低迷した（図 3.9.8）。2010～2011 年にかけて、12 年ぶりに漁獲量の回復がみられた（最大 2,638ｔ／2010 年）が、以降は再び低迷し、2012 年より休漁となっている。なお、タイラギの漁獲量は属人統計のため、県ごとの漁獲量がそのまま生息海域からの漁獲を示しているとは限らないことへ留意する必要がある。各区海域における資源量の変動については第 4 章に記載した。

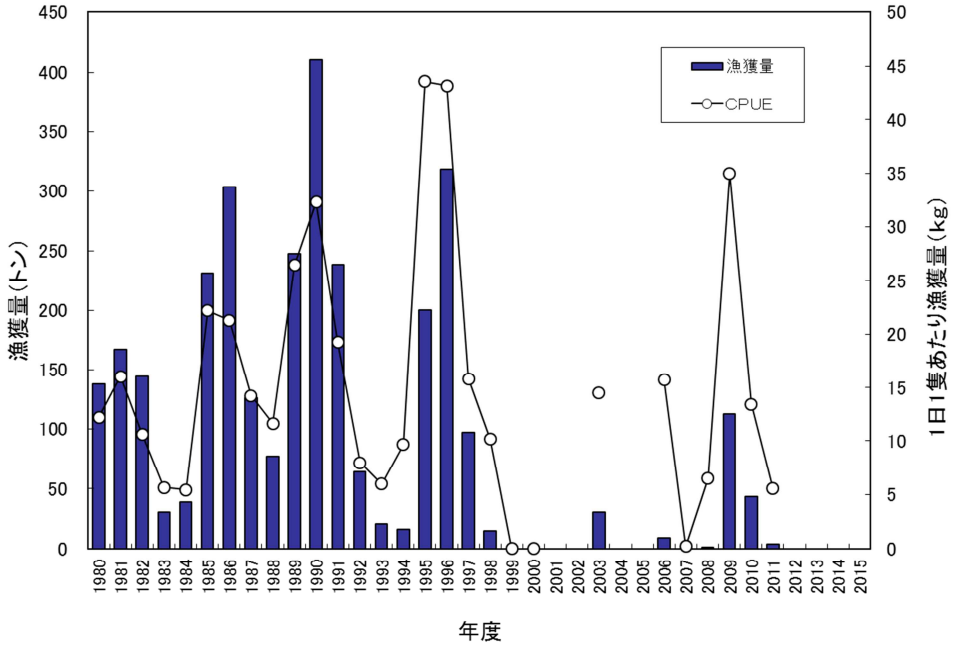


注）2007～2009 年ではタイラギの漁獲量は農林水産統計で集計していないため、県のデータが存在する福岡県分（福岡県提供）の漁獲量のデータのみ計上。

図 3.9.8　有明海におけるタイラギの漁獲量の推移

資料：農林水産統計より環境省が作図した。

図3.9.9に佐賀県有明海漁業協同組合大浦支所におけるタイラギ貝柱漁獲量及び CPUE（CPUE＝Catch Per Unit Effort：ここでは 1 日 1 隻あたりの貝柱漁獲量[kg]）を示した。漁獲量と CPUE はおおむね同調しており、資源量が多いほど漁獲量も多くなることが推定された。1980 年から 1997 年まで、年変動はあるものの CPUE は 5～45kg の範囲で変動していたが、1999 年から 2015 年までのうち、1999 年と 2000 年は CPUE がゼロとなり、2001 年～2002 年、2004 年～2005 年、2012 年～2015 年は休漁となるなど、資源量悪化によると推定される漁獲量の低迷が続いている。



注）漁獲量のない年度は休漁した年度である。

図 3.9.9　佐賀県のタイラギ貝柱漁獲量と CPUE の変化

出典：佐賀県提供資料

イ）サルボウ

サルボウ漁場はＡ１海域（佐賀県西部及び矢部川河口域）が中心である。1972 年に 24,252ｔの漁獲量があったが、その後、へい死（原因は不明）が発生して漁獲量が減少した。へい死は 1985 年を境に収束し、1988～1997 年にかけて１万トンを超える漁獲量（最大 17,299ｔ／1994 年）がみられたが、2000 年頃を境に減少傾向となり、近年の生産量は数千ｔレベルにとどまり、変動も大きい（図 3.9.10）。なお、サルボウの漁獲量は属人統計のため、県ごとの漁獲量がそのまま生息海域からの漁獲を示しているとは限らないことへ留意する必要がある。

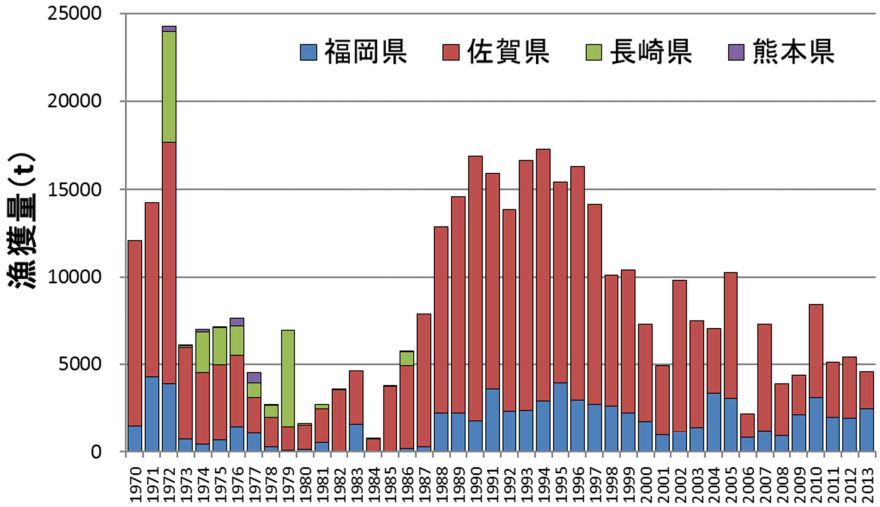


図 3.9.10　有明海におけるサルボウの漁獲量推移

資料：農林水産統計より環境省が作図した。

ウ）アサリ

有明海でのアサリの漁獲量は、1977～1983 年には 4 県の漁獲合計がピークに達し、1983 年には最大となる 90,386 t となった。その後減少し、1996 年以降、2,000 t 前後で推移した。2003 年から 2008 年にかけて有明海全域で資源が一時的に回復し、2006 年の漁獲量は 9,655 t に達した。しかしながら、2009 年以降再び漁獲量が減少している（図 3.9.11）。なお、有明海におけるアサリは熊本県沿岸で最も多く漁獲され、1977 年に 65,000 t の漁獲を記録した。

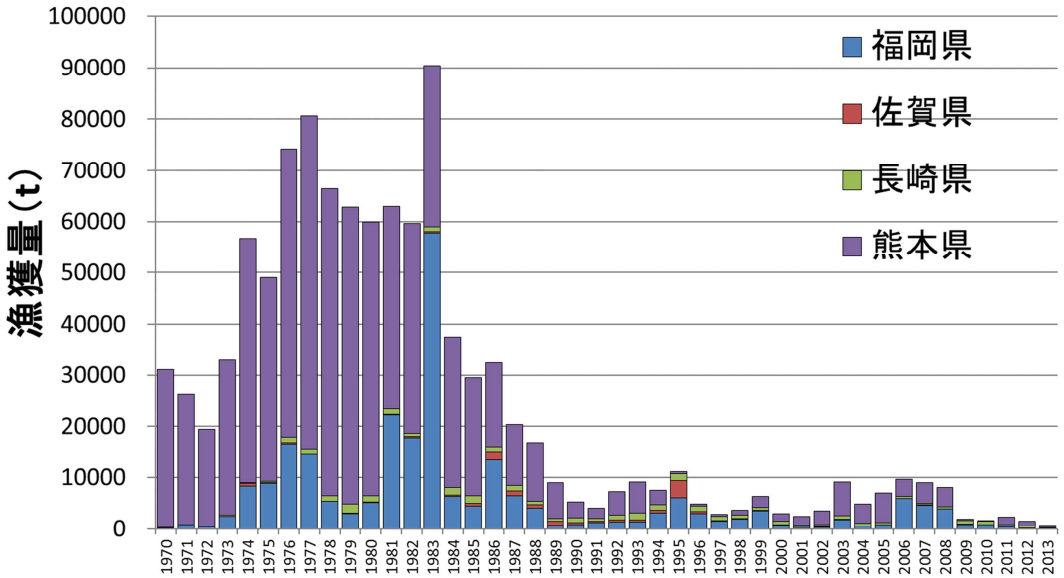


図 3.9.11　有明海におけるアサリ漁獲量の推移

（農林水産統計より環境省が作図した。）

八代海におけるアサリは熊本県沿岸で 1985 年に 2,891 t の漁獲があり、1970 年以降では最高であった。その後変動幅は大きいものの、1993～2000 年の間で 6 年ほど 1,000 t を超える漁獲量がみられた。2005 年以降漁獲量が増加し、2008 年には 1,721 t となったが、その後減少し、2012 年以降は 7 t 以下と極めて低い水準で推移している（図 3.9.12）。

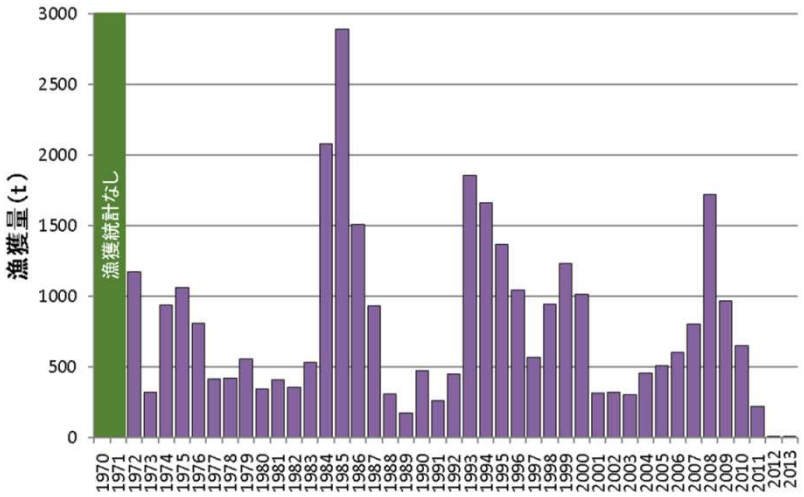


図 3.9.12　八代海におけるアサリ類漁獲量の推移（1972～2013 年農林水産統計より）

（4）魚類

ア）有明海・八代海の魚類漁獲量

有明海の魚類漁獲量は、1987 年をピーク（13,000t 台）に減少傾向を示しており、1999 年には 6,000t を割り込んだ（図 3.9.13）。近年も減少傾向は続いており、2013 年の魚類漁獲量は過去最低となる 2,791t となった。有明海に生息する主要な魚種の大半は底生種であり、そうした種の漁獲量が減少している。

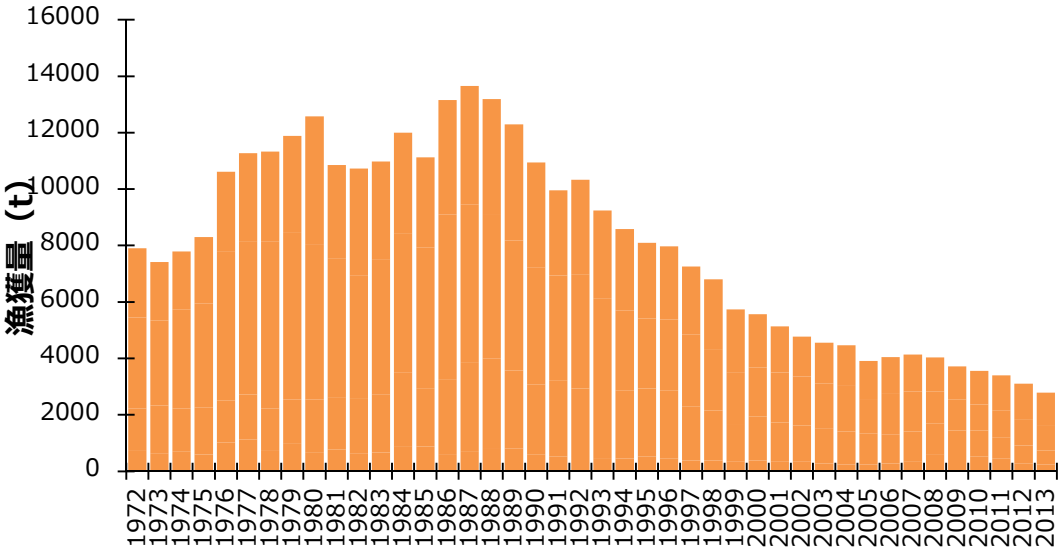


図 3.9.13　有明海の魚類漁獲量（海面漁業）の経年変化

八代海の魚類漁獲量については、有明海ほどの減少傾向はみられていない（図 3.9.14）。1982 年をピーク（19,000t 台）に変動を繰り返しながらも緩やかな減少傾向を示し、2003 年及び 2006 年には 9,000t 台まで落ち込んだ。しかし、それ以降は再び回復傾向にあり、2013 年の漁獲量は 18,000 t を超えている。

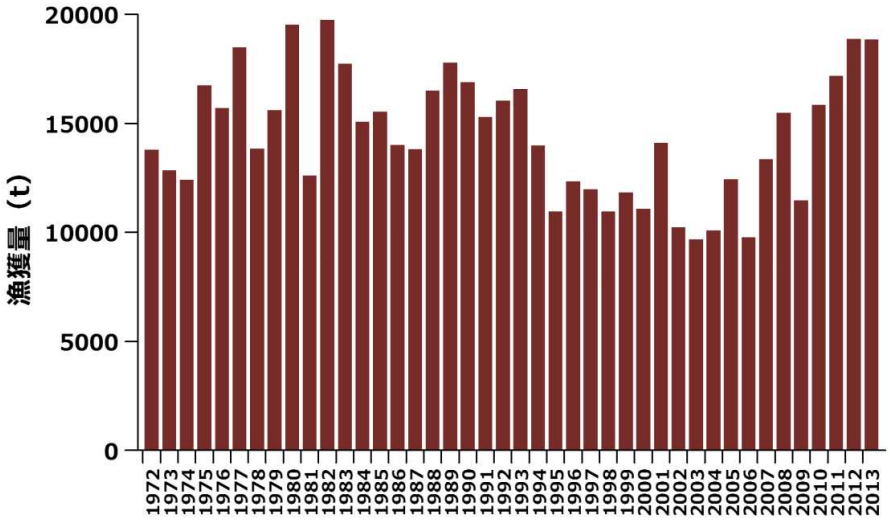
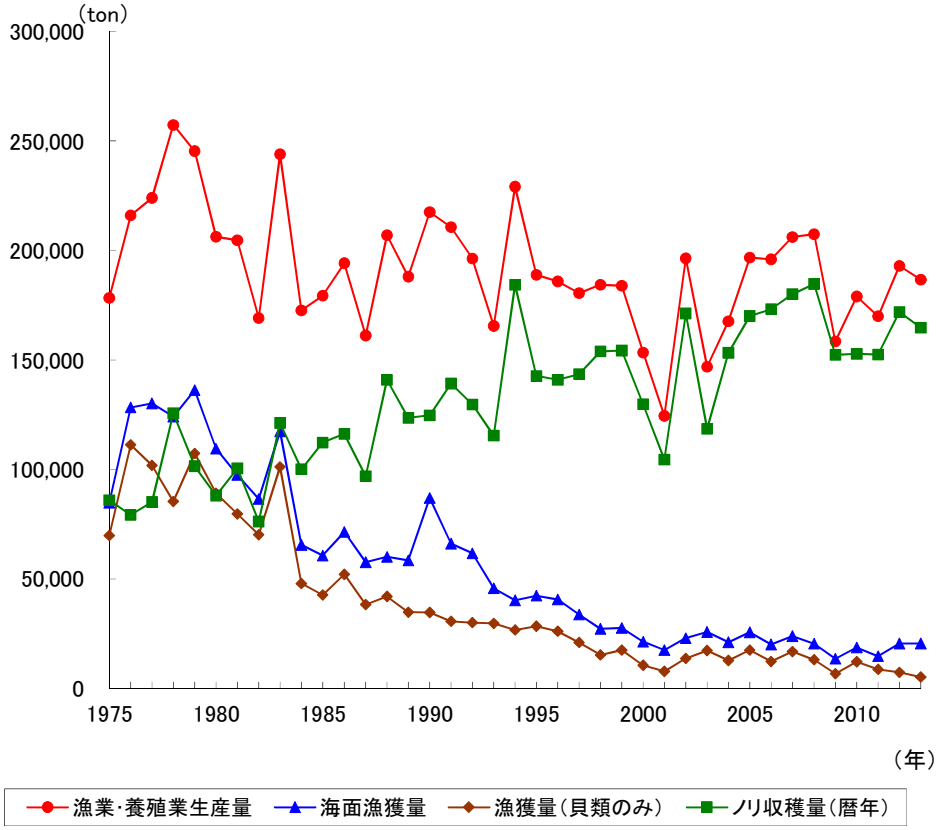


図 3.9.14　八代海の魚類漁獲量（海面漁業）の経年変化

（5）漁業・養殖業生産量

ア）有明海の漁業・養殖業生産量の推移

有明海の漁業・養殖業生産量（漁獲量とノリ収穫量の合計）は増減を繰り返しながら近年では 15～20 万トン程度で推移している。有明海では漁獲量に占める貝類の割合が高いが（1970 年代で約 79%、2004 年～2013 年で約 56%）、その漁獲量は、1980 年頃から急速に減少して最近 5 年間では 20,000 t を下回っている。一方、有明海のノリ収穫量は、増減を繰り返しつつ増加傾向にあり、有明海の漁業・養殖業生産量に占めるノリ収穫量の割合は年々高まっており、近年では 8 割以上（重量ベース）となっている（2013 年の漁業・養殖業生産量：186,669 t、ノリ収穫量：164,710 t）（図 3.9.15）。

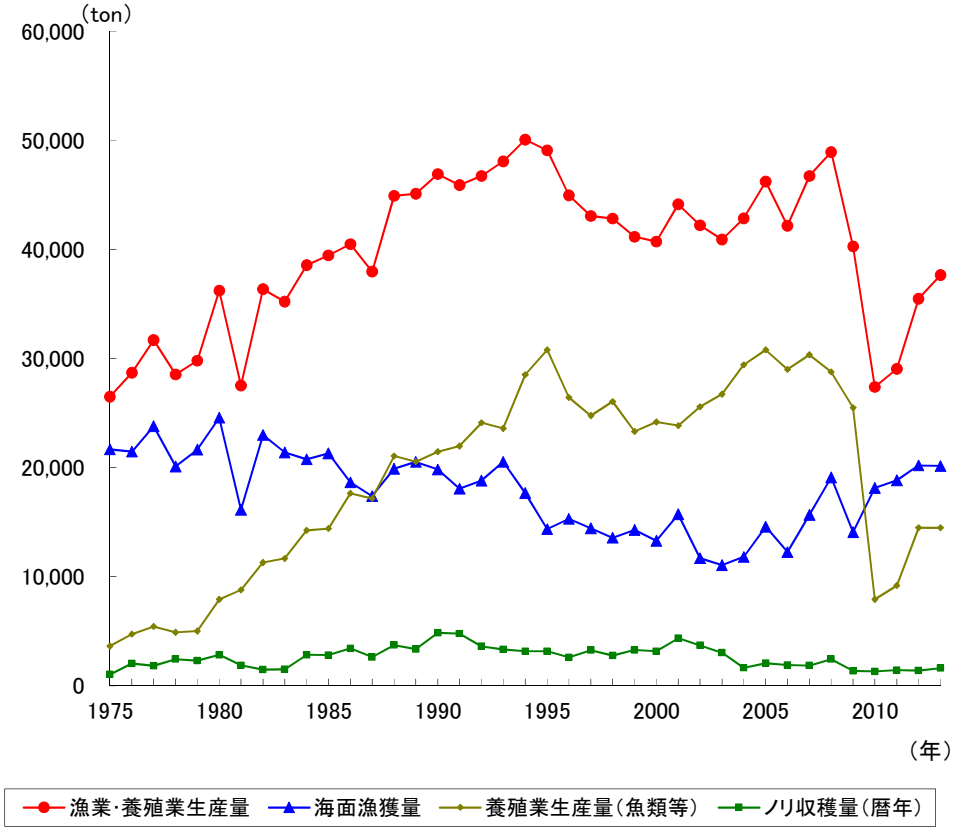


注 1）福岡県の養殖生産量は、2010 年以降は集計不可となっているため 2009 年の値とした。
注 2）福岡県のノリ収穫量については、2009 年以降は集計不可となっているため収穫量（枚）に 0.033 を乗じて算出した。
注 3）長崎県のノリ収穫量については、2012 年以降は集計不可となっているため収穫量（枚）に 0.037 を乗じて算出した。

図 3.9.15　有明海の漁業・養殖業生産量

イ）八代海の漁業・養殖業生産量の推移

八代海の漁業・養殖業生産量（漁獲量、魚類養殖収穫量、ノリ収穫量の合計）は、1994 年頃までは増加傾向にあったが、その後減少傾向にある。特に八代海の漁獲量は減少が続いており、養殖生産量(魚類等)も 1994 年までは増加していたが、その後減少傾向にある。八代海のノリ収穫量は 2002 年までは、やや増加傾向がみられるが、2003 年から不作が続いている(図 3.9.16)。



注 1）養殖生産量（魚類等）には、こんぶ、わかめ、ノリ及び真珠の生産量を含んでいない。
注 2）熊本県の養殖生産量は 2010 年、2011 年は魚類のみ集計されており、2013 年は集計不可となっている。
注 3）熊本県のノリ収穫量については、2012 年以降は集計不可となっているため収穫量(枚)に 0.036 を乗じて算出した。
注 4）鹿児島県の養殖業生産量については、2013 年は集計不可となっているため、2012 年と同じ値を用いた。
注 5）鹿児島県のノリ収穫量については、1975 年、1982 年、2004 年は集計不可となっているため収穫量(枚)に 0.033 を乗じて算出した。

図 3.9.16　八代海の漁業・養殖業生産量

（6）まとめ

ア）有明海・八代海等の固有種、希少種等

有明海・八代海等では、国内で両海域固有、又は国内で両海域のみを主な分布域とする種が確認されており、環境省レッドリスト（環境省，2015）に掲載されている種も複数見られている。ここではムツゴロウについて整理した。

ムツゴロウは、有明海全域の調査によると 1972 年には有明海湾奥河口干潟を中心に 20 尾/100㎡を超える高い出現頻度であったが、1980 年代に出現が見られない海域が広がるなど急減した。2003 年には佐賀県、福岡県及び熊本県海域で資源の回復がみられる。佐賀県の調査によると 1990 年代に出現密度の緩やかな回復がみられ、2012 年の調査においては、50 尾/100㎡を超える地点が認められるなど、佐賀県海域のほぼ全域で 10 尾/100㎡を超え、資源が回復している。

イ）ベントス（底生生物）

ベントス（底生生物）は、水産有用種を含めた魚類等の餌となり、海域の生物生産を支える機能を持つだけでなく、その群集構造が底質環境を反映する一方、底質の攪拌機能、懸濁物の濾過などによって底質・水質環境に影響を与える可能性があることから、海域の環境を評価する指標となり得る。1970 年頃から現在にかけて継続的な調査は実施されていないものの、有明海湾奥東部及び湾奥西部の海域では 1989 年に実施した結果があることから、ベントスの変化の程度を考察するために、2000 年及び 2006 年との調査結果を比較した。また、各海域において継続的な調査結果がある 2005 年以降、有明海中央東部においては 1993 年以降の変化傾向を考察した。

なお、本報告のベントスは有用二枚貝も含むものである。

有明海北西部における 1989 年夏季と 2000 年夏季の調査によると、全マクロベントス（小型の底生生物）の個体数は半分以下に減少しているとの報告がある。これは主にチヨノハナガイ等の二枚貝類の減少によるものであった。また、1989 年夏季と 2006 年夏季の調査においても、二枚貝類の減少により個体数は減少していたとの報告がある。

有明海（11 地点）・八代海（10 地点）における 2005 年頃以降の経年的傾向を整理した。

有明海では、種類数については、総種類数が１地点（有明海湾口部の一部）で増加傾向・２地点（有明海湾奥東部及び有明海湾口部の一部）で減少傾向、軟体動物門は２地点（有明海湾央部及び有明海湾口部の一部）で増加傾向・１地点（有明海湾奥東部）で減少傾向、節足動物門は１地点（有明海湾口部の一部）で増加傾向・４地点（有明海湾奥湾奥部の一部、有明海湾奥東部、有明海中央東部、有明海湾口部の一部）で減少傾向がみられた。個体数については、総個体数は増減傾向がみられず、軟体動物門は１地点（有明海湾口部の一部）で増加傾向、節足動物門は３地点（有明海湾奥東部、有明海中央東部及び有明海湾口部の一部）で減少傾向がみられた。

八代海では、種類数については、総種類数が２地点（八代海湾口東部の一部及び八代海湾口西部の一部）で減少傾向、節足動物門は１地点（八代海湾口西部の一部）で減少傾向がみられ、軟体動物門は増減傾向がみられなかった。個体数については、総個体数は２地点（八代海湾口東部の一部及び八代海湾口西部の一部）で減少傾向、節足動物門は１地点（八代海湾口西部の一部）で減少傾向がみられ、軟体動物門は増減傾向がみられなかった。

ウ）有用二枚貝

有明海でのタイラギの漁獲は 1970～1998 年までは数年おきにピーク（最大 29,305ｔ／1979 年）がみられたが、熊本県では 1980 年代から、長崎県では 1990 年代から、佐賀県・福岡県では 2000 年頃から漁獲量が減少し、2000 年以降は有明海全域で殆ど漁獲がない状態にまで低迷した。2010～2011 年にかけて、漁獲量の回復がみられた（最大 2,638ｔ／2010 年）が、以降は再び低迷し、2012 年より休漁となっている。

サルボウの漁獲は、1970 年代初頭に 佐賀県沿岸を中心に高い漁獲量（最大 24,252ｔ／1972 年）があったが、その後、へい死（原因は不明）が発生して漁獲量が減少した。へい死は 1985 年を境に収束し、1988～1997 年にかけて１万ｔを超える漁獲（最大 17,299ｔ／1994 年）がみられたが、2000 年頃を境に減少傾向となり、近年は数千ｔレベルにとどまり、変動も大きい。

有明海におけるアサリの漁獲は、1974～1983 年をピーク（最大 90,386ｔ／1983 年）に、その後減少し、1996 年以降 2,000ｔ前後で推移した。2003～2008 年にかけて有明海全域で資源が一時的に回復し、漁獲量も増加した（最大9,655ｔ／2006年）が、2009 年以降漁獲量が減少している。

八代海におけるアサリは 1985 年に 2,891ｔの漁獲量が生じた、1993～2000 年の間で６年ほど 1,000ｔを超える漁獲量が生じた。しかしながら、2009 年以降減少し、2012 年以降は７ｔ以下で推移している。

エ）魚類

有明海の魚類漁獲量は、1987 年をピーク（13,000t 台）に減少傾向を示しており、2013 年の漁獲量は過去最低となる 2,791t となった。有明海の主要魚種の大半を占める底生種の漁獲量が減少している。

八代海の魚類漁獲量については、有明海ほどの減少傾向はみられていない。1982 年をピーク（19,000t 台）に変動を繰り返しながらも緩やかな減少傾向を示し、2003 年及び 2006 年には 9,000t 台まで落ち込んだ。しかし、それ以降は再び回復傾向にあり、2013 年の漁獲量は 18,000ｔを超えている。

オ）漁業・養殖業生産量

有明海の漁業・養殖業生産量（漁獲量とノリ収穫量（重量）の合計）は増減を繰り返しながら推移している。有明海では海面漁業の漁獲量に占める貝類の割合が高い（1970 年代で約 79%、2004 年～2013 年で約 56%）。一方、有明海のノリ収穫量は、

増減を繰り返しつつ増加傾向にあり、有明海の漁業生産量に占めるノリ収穫量の割合は８割以上（重量ベース）となっている（2013 年の漁業・養殖業生産量：186,669ｔ、ノリ収穫量：164,710ｔ）。

八代海の漁業・養殖業生産量（漁獲量、魚類養殖収穫量、ノリ収穫量の合計）は、1994 年頃までは増加傾向にあったが、その後減少傾向にある。特に八代海の漁獲量は減少が続いており、養殖生産量(魚類等)も 1994 年までは増加していたが、その後減少傾向にある。八代海のノリ収穫量は 2002 年までは、やや増加傾向がみられるが、2003 年から不作が続いている。

参考文献

1）竹垣 毅・和田年史・兼森雄一・夏苅 豊（2005）有明海・八代海沿岸の河口干潟におけるムツゴロウの分布と生息密度.魚類学雑誌, 第 52 号, pp.9-16

2)Yoshino, K., Yamamoto, K., Hayami, Y., Hamada, T., Kasagi, T., Ueno, D. and K. Ohgushi, 2007. Benthic fauna of the inner part of Ariake Bay: long-term changes in several ecological parameters. Plankton and Benthos Res, 2: pp.198–212

（※本文及び図表等に記載している文献を取りまとめ中）

（参考）まとめ

（１）汚濁負荷

有機物や栄養塩の海域への流入は、赤潮や貧酸素水塊発生等の要因となる可能性があることから、有明海・八代海へのCOD、T-N及びT-Pの汚濁負荷量について1965～2013年度までの経年変化を算定した。

排出負荷量とは、家庭（生活系）、事業場（産業系）、家畜（畜産系）、山林、田畑等（自然系）といった各発生源から排出される負荷量であり、有明海のCOD、T-N及びT-P、八代海のCOD及びT-Pは、1975～1985年度頃が高く、徐々に減少している。八代海のT-Nについては、長期的な変化傾向はみられない。

流入負荷量とは、河川等を通じて海域に流入する負荷量であり、有明海におけるCOD、T-N及びT-P、八代海におけるCOD及びT-Pの流入負荷量は、相対的に1975～1980年度頃に高く、その後減少し、1990年代後半からは概ね横ばいである。

陸域からの流入負荷量に加え、直接負荷量(降雨、ノリ養殖(酸処理剤及び施肥)、魚類養殖、底質からの溶出）を含めた有明海・八代海への汚濁負荷量を試算した。

有明海への直接負荷量を含めた汚濁負荷量については、陸域からの流入負荷量とほぼ同じ傾向にあり、1975～1980年度頃に高く、その後減少し、1990年代後半からは概ね横ばいである。

- 陸域からの流入負荷量がCOD、T-Nで全体の80～90%以上を占め、T-Pでは全体の70～90%程度を占める。
- 底質からの溶出量は、T-Nでは全体の6～30%（最小値～最大値)、T-Pでは全体の19%未満である。
- 降雨の負荷量は、CODでは全体の7～18%、T-Nでは全体の2～7%、T-Pでは全体の2～4%程度である。
- ノリ養殖の負荷量は、T-Pでは全体の5.9%以下、T-Nでは1.2%以下、魚類養殖の負荷（T-N、T-P）も全体の１%未満である。

八代海への直接負荷量を含めた汚濁負荷量については、CODは陸域からの流入負荷量とほぼ同じ傾向にあり、1975～1980年度頃に高く、その後は減少傾向にある。T-N及びT-Pは、2006、2009年度頃が最大であり、2010年度以降はやや少ない傾向にある。

- 陸域からの流入負荷量について、CODは全体の65～90%程度、T-Nは全体の35～70%程度、T-Pは全体の14～67%程度を占める。
- 底質からの溶出量は、T-Nでは全体の9～32%程度（最小値～最大値)、T-Pでは全体の17～55%程度（最小値～最大値）である。
- 降雨の負荷量は、CODでは全体の13～34%程度、T-Nでは全体の5～15%程度、T-Pで2～6%程度である。

・魚類養殖（2009～2013 年度平均）の負荷量は T-N では全体の 27～31%程度、T-P では全体の 34～48%程度を占め、陸域からの流入負荷とともに大きな負荷源となっている。

（２）河川からの土砂流入

河川からの土砂流入の減少は、海域での底質の細粒化の要因となる可能性があることから、有明海・八代海に流入する代表的な河川についてその流況と海域に流入する土砂量に関する情報を整理した。海域に流入する土砂量について経年的な実測データが無いことから、流入土砂量に関連する砂利採取等の量や河床変動などについて経年変化を整理した。

河川の流況について、有明海の代表河川である筑後川を見ると 1973 年～2014 年の平均年間総流量は 36.6 億 m^3（最大 66.3 億 m^3、最小 16.5 億 m^3）、八代海の代表河川である球磨川を見ると 1970 年～2014 年の平均年間総流量は 38.6 億 m^3（最大 78.3 億 m^3、最小 15.7 億 m^3：1973(昭和 48)～2014(平成 26)年）である。それらは降水量に応じて変化しているが、両河川とも年間総流量の変化に単調な増減傾向は認められない。

筑後川の河床は、1970（昭和 45）年以降では、砂利採取やダム堆砂により約 1,200 万 m^3 分の低下がみられた。1953（昭和 28）年からの河床変動をみると、砂利採取によって下流側河道が緩やかな勾配となり、筑後川から海域への土砂流入が減少（河川の土砂運搬能力が低下）した可能性が推定される。

六角川(牛津川)では、データのある 1977（昭和 52）年以降では、順流区間及び感潮区間とも河床は概ね安定している。

緑川における 1970（昭和 45）年～2003（平成 15）年の間の砂利採取量とダム堆砂量は合計 700 万 m^3 であり、球磨川における 2000（平成 12）年までの砂利採取量とダム堆砂量の累計については合計 700 万 m^3 に達するとの報告がある。砂利採取等による河床の低下は、菊池川、緑川、球磨川でもみられたが、砂利採取の減少等により近年では概ね安定している。

さらに、代表的な河川である筑後川について、河川を通じた陸域から海域への土砂流入の変化及びその要因について考察した。

筑後川では 1953 年から 50 年間に各種事業により土砂が持ち出され、約 3,400 万 m^3 の河床低下が生じたと推定されている。1950 年代後半から 1970 年代前半の砂利採取等によって河床の砂の現存量が減少するとともに、下流側の河床が緩勾配化し、土砂の持ち出し以降、筑後川から海域への土砂流入量は減少したものと考えられる。

近年では砂利採取量は減少し、年間 1 万 m^3 程度となっている。

また、2000(平成 12)年から 2008(平成 20)年の筑後川流域全体の土砂収支計算によれば、年間 12.5 万 m^3 の土砂が有明海へ流入していると推計されているが、過去

の土砂収支は推計されていない。

（３）潮汐・潮流

海水面積、平均潮位の上昇ならびに潮汐振幅の減少は、潮流流速の減少につながる。

以下に示すとおり、潮汐・潮流の長期変化の主な要因としては月昇交点位置変化による影響が大きい。それ以外の変化については、1)干拓・埋立て等による海水面積の減少並びに地形の変化、2)平均潮位の上昇、3)外洋の潮汐振幅の減少など様々な要因が複合的に作用することから、実際の潮汐・潮流の変化にかかる各種要因の影響の程度は明らかとなっていない。

［潮位の変動］

有明海では１日２回の満潮と干潮を迎える際の潮位差が大きく、潮位差は湾口から湾奥に向かって増大し、湾奥では大潮期には最大約 6m に達する。年平均潮位差は湾奥ほど大きく、例えば、湾奥の大浦の年平均潮位差は 1979 年頃（潮位差約 345cm）と 1995 年頃（同 337cm）に極大、1988 年頃（同 325cm）に極小をもつ変動（1979 年頃の極大と 1988 年頃の極小の差は 20cm 強、1988 年頃の極小と 1995 年頃の極大の差は約 12cm）が観測され、1979 年頃と 1995 年頃の極大時を比較すると年平均潮位差が約 9cm 減少していた。

年平均潮位差の極大時と極小時の値の差（上述の 20cm 強、約 12cm の差）には、月の軌道の昇交点の 18.6 年周期の変化（月昇交点位置変化）が最も大きな影響を及ぼしている。有明海で最も大きな分潮成分である M_2 分潮振幅の変動に関する知見によると、月昇交点位置変化の影響を除いた M_2 分潮振幅は、1970 年代から現在までの過去 40 年間で減少しており、これが上述の極大年（1979 年頃、1995 年頃）における年平均潮位差の減少の主な要因と考えられる。

なお、M_2 潮汐振幅の長期変化の要因については、1)有明海内の海水面積の減少（内部効果）、2)平均潮位の上昇（外部効果）、3)外洋潮汐振幅の減少（外部効果）などが挙げられているが、その影響度合いに関する見解は異なっている。

平均潮位は、1970 年以降、有明海及び外洋で上昇傾向が観測されており、八代海においても、データのある 1980 年以降、有明海と同様に平均潮位の上昇が観測されている。

［潮流の変化］

有明海の潮流に影響を及ぼす要因としては、1)干拓・埋立て等による海水面積の減少並びに地形の変化、2)平均潮位の上昇、3)外洋の潮汐振幅の減少があげられる。これは、潮汐振幅に与える影響要因と同様であり、流体力学の基本原理である連続条件（体積保存則）から、潮汐振幅が減少すると潮流流速が減少していなければな

らないことに起因する。

有明海では、干拓・埋立て、海岸線の人工化（護岸化）、港湾等の人工構造物の構築、ノリ網の敷設（柵数は 1970 年頃をピークに減少）がなされてきた。

前述のとおり、外洋の平均潮位の上昇に伴って、有明海の内湾でも平均潮位の上昇がみられ、外洋の M_2 分潮振幅も内湾と同様に過去 40 年間で減少がみられる。

干拓による潮流流速への影響については、諫早湾から島原半島沿岸での流速の低下を示す次のようなモニタリング又はシミュレーションによる観測結果や研究報告の知見がある。

・諫早湾内の潮流調査の実測結果（1989 年(平成元年)及び 1998 年(平成 10 年)～2004 年(平成 16 年)）から、諫早湾の湾奥部、湾央部及び湾口部では堤防締切り後に潮流流速が低下する傾向がみられた。
・島原半島沿岸部の観測結果（1993 年と 2003 年)から、潮流流速は約 21～27%減少した。(ただし、これについては流れの分布の変化が影響した可能性も無視できない。)
・数値シミュレーションによると、潮流への諫早湾干拓事業の影響は諫早湾から島原半島沿いに限られ、有明海湾奥部に関しては諫早湾干拓事業による湾奥部の流速の変化は月の昇交点運動による潮汐振幅の変動の影響に比べて非常に小さい。

熊本港建設による影響については、数値シミュレーションの結果、港の周辺で 20～30cm/s の潮流流速の変化があり、潮位差への影響は港の周辺で±2cm 程度との報告がある。

ノリ養殖施設の影響については、有明海奥部における潮流流速の観測から、早津江川河口沖では養殖期に平均で流速が約 23%弱まるとの報告がある。なお、ノリ網の柵数については 1960 年代に急増したのち、1970 年以降は減少傾向にある。

平均流については、有明海では河川水の流入量の変動や風の影響が大きい。湾奥部では、全体として反時計回りの環流がみられ、夏季を中心に上層で流出、下層で流入のエスチュアリー循環（密度流）が発達し、上層では湾奥部から湾口部、下層では湾口部から湾奥部への流れとなっている。風による影響については、吹送流に関する既存の報告では、検討の対象期間によって、その影響の程度が異なる場合がある。

平均流は、地形など場所毎の条件に加え、河川水の流入、水温、風などの変動の影響を受けるため、長期的な変化とその要因を単純に評価することはできない。

八代海については、1970 年頃以降の潮流・平均流の経年的な変化を示す実測データは無かった。

（４）水質

1970 年頃から現在までの水質環境基準達成率（COD、全窒素及び全燐）の推移及び水質（公共用水域水質測定等）の主な経年変化については以下のとおりである。

［有明海］

・COD(上層)については、水質環境基準達成率は 1974 年度以降 80％以上で推移しており、直近年の 2014 年度は 93％である。12 測点における直近５年間の年平均値は 0.8～3.5mg/L であり、1974 年度から 2013 年度にかけて、４測点（有明海湾奥奥部の一部及び有明海諫早湾）で減少傾向、１測点（有明海湾奥奥部の一部）で増加傾向がみられる。

・全窒素及び全燐の水質環境基準達成率は低く、2006 年度以降は 40％で推移しいる。

全窒素（T-N）(上層)については、水質環境基準達成率は 2007 年度以降 80％以上で推移しており、直近年の 2014 年度は 100％である。の 12 測点における直近５年間の年平均値は 0.2～0.7mg/L であり、1980 年度から 2013 年度にかけて、２測点（有明海湾奥奥部の一部）で減少傾向、１測点（有明海湾口部の一部）で増加傾向がみられる。

全燐（T-P）(上層)については、水質環境基準達成率は 2006 年度以降 40％で推移しており、直近年の 2014 年度も 40％である。の 12 測点における直近５年間の年平均値は 0.02～0.18mg/L であり、1980 年度から 2013 年度にかけて、３測点（有明海湾奥奥部の一部及び有明海湾口部）で増加傾向、１測点（有明海湾奥奥部の一部）でやや増加傾向、１測点（有明海湾奥東部）で減少傾向がみられる。

・水温(上層)については、12 測点における直近５年間の年平均値は 17.5～20.0℃であり、1978 年度から 2013 年度にかけて、４測点（有明海湾奥奥部の一部及び有明海中央東部）で昇温傾向、１測点（有明海湾口部の一部）でやや降温傾向がみられる。

・塩分(上層)については、10 測点における直近５年間の年平均値は 25.0～34.3 であり、３測点（有明海湾奥奥部の一部）でやや上昇傾向がみられる。

・SS(上層)については、7 測点における直近５年間の年平均値は 1.0～82.8mg/L であり、1980 年度から 2013 年度にかけて、３測点（有明海湾奥奥部の一部及び有明海湾奥東部）で減少傾向がみられる。

・透明度については、11 測点における直近５年間の年平均値は 0.4～9.4ｍであり、1970 年度から 2014 年度にかけて、１測点（有明海中央東部の一部）で上昇傾向がみられ、6 測点（有明海湾奥奥部の一部、有明海湾奥西部、有明海中央東部及び有明海湾口部の一部）でやや上昇傾向がみられる。

［八代海］

・COD(上層)については、水質環境基準達成率は100％の年もあったが、近年は60～90％で推移しており、直近年の2014年度は86％である。3測点における直近５年間の年平均値は0.9～2.8mg/Lであり、1974年度から2013年度にかけて、１測点（八代海湾口東部）でやや増加傾向がみられる。
・全窒素及び全燐ともに水質環境基準を達成している率は、近年は75～100％で推移しており、直近年の2014年度は100％である。
全窒素（T-N）(上層)については、水質環境基準達成率は2003年度以降100％で推移しており、直近年の2014年度は100％である。3測点における直近５年間の年平均値は0.1～0.5mg/Lであり、1980年度から2013年度にかけて、１測点（八代海湾口東部）で減少傾向がみられる。
全燐（T-P）(上層)については、水質環境基準達成率は2010年度以降75%以上で推移しており、直近年の2014年度は100％である。3測点における直近５年間の年平均値は0.01～0.07mg/Lであり、1980年度から2013年度にかけて、１測点（八代海湾奥部）で増加傾向がみられる。
・水温(上層)については、3測点における直近５年間の年平均値は18.7～21.5℃であり、1978年度から2013年度にかけて、２測点（八代海湾奥部及び球磨川河口部）で上昇傾向がみられる。
・塩分(上層)については、3測点における直近５年間の年平均値は27.1～33.2であり、1980年度から2013年度にかけて、全点で有意な変化傾向はみられない。
・SS(上層)については、1測点における直近５年間の年平均値は3.1～37.6mg/Lであり、1980年度から2013年度にかけて、有意な変化傾向はみられない。
・透明度については、3測点におけるの直近５年間の年平均値は0.9～13.1ｍであり、1979年度から2014年度にかけて、３測点のうち１測点（球磨川河口部）で増加傾向、１測点（八代海湾奥部）で減少傾向がみられる。鹿児島県の１測点（八代海湾口東部）では、透明度がおおむね10ｍ以上と高いものの年変動が大きかった。

［橘湾］
・COD(上層)については、水質環境基準達成率30～100%で推移しているが、ここ数年は100％となっている。6測点における直近5年間の年平均値は1.0～1.9mg/Lであり、1975年度から2013年度にかけて、2測点(有喜漁港と加津佐漁港)で増加傾向、1測点(小浜港)でやや増加傾向、1測点(茂木港)でやや減少傾向がみられる。
・全窒素及び全燐については、類型指定はされていない。
・水温(上層)については、6測点における直近5年間の年平均値は17.6～20.8℃であり、1981年度から2013年度にかけて、1測点(為石漁港)で昇温傾向がみられる。
・塩分(上層)については、6測点における直近5年間の年平均値は30.7～34.3で

あり、2003 年度から 2013 年度にかけて、有意な変化傾向はみられない。
・透明度については、6 測点における直近 5 年間の年平均値は 3.2～10.5ｍであり、1981 年度から 2013 年度にかけて、加津佐港以外の 5 測点で上昇傾向がみられる。

［牛深港］
・COD（上層）については、2 測点における直近 5 年間の年平均値は 1.3～1.5mg/L であり、1998 年度から 2013 年度にかけて、全 2 測点で増加傾向がみられる。
・全窒素（T-N）（上層）については、2 測点における直近 5 年間の年平均値は 0.1～0.2mg/L であり、1999 年度から 2013 年度にかけて、1 測点で減少傾向がみられる。
・全燐（T-P）（上層）については、2 測点における直近 5 年間の年平均値は 0.02mg/L であり、1999 年度から 2013 年度にかけて、有意な変化傾向はみられない。
・水温（上層）については、2 測点における直近 5 年間の年平均値は 19.6～21.8℃であり、1979 年度から 2013 年度にかけて、1 測点で昇温傾向がみられる。
・塩分（上層）については、2 測点における直近 5 年間の年平均値は 32.8～33.8 であり、2000 年度から 2013 年度にかけて、有意な変化傾向はみられない。
・透明度については、2 測点における直近 5 年間の年平均値は 9.7～15.5ｍであり、1979 年度から 2013 年度にかけて、有意な変化傾向はみられない。

（５）底質

有明海の底質は 2014 年までに行われた調査によると、湾奥西部及び湾央東側の底質は主に泥あるいは砂泥で含泥率が高く、湾央西側から湾口部にかけては砂質土もしくは礫が広がっている。また、大浦沖・諫早湾口では泥が、熊本沖では硫化水素臭を伴う泥が堆積している。

有明海について、経年データのある 2001 年頃以降の調査結果から底質の変動傾向（10 年間で 10%以上の変化）を整理したところ、11 測点のうち、T-N は２測点（有明海中央東部及び有明海湾口部の一部）で増加傾向・１測点（有明海湾央部）で減少傾向、COD は４測点（有明海湾奥奥部の一部、有明海湾奥西部、有明海中央東部及び有明海湾口部の一部）で増加傾向・１測点（有明海湾央部）で減少傾向、強熱減量は１測点（有明海湾央部）で減少傾向、T-S は３測点（有明海中央東部及び有明海湾口部の一部）で増加傾向、粘土シルト含有率は１測点（有明海中央東部）で増加傾向・１測点（有明海湾央部）で減少傾向を示し、T-P では増減傾向はみられなかった。

ノリ酸処理・施肥の影響については、酸処理剤の底質中のモニタリング調査結果によれば、ノリ漁場における底質から有機酸は殆ど検出されなかった。酸処理剤の使用や施肥が適正に行われれば、底泥中の有機物や硫化物の増加の主たる要因となる可能性は少ないと思われる。ただし、酸処理や施肥により負荷された有機酸や栄

養塩の挙動については知見に乏しいことから、今後の調査・研究が必要である。また、環境中への負荷が増加すると有機物や硫化物の増加につながる可能性があることから、海域で使用される酸処理剤等に由来する栄養塩量や有機酸量等の継続的なチェックを適切に実施することも重要である。

八代海の底質は、含泥率の高い層が湾奥部、日奈久以南の湾東部及び天草上島東部に分布し、南部では細粒砂、南端の瀬戸付近では中粒砂より粗い砂が分布する。

八代海について、経年データのある 2001 年頃以降の調査結果から底質の変動傾向を整理したところ、10 測点のうち、T-N は１測点（八代海湾奥部の一部）で増加傾向、T-P は２測点（八代海湾央部）で減少傾向、COD は７測点（八代海湾奥部、球磨川河口部、八代海湾奥部の一部、八代海湾口東部の一部及び八代海湾口西部の一部）で増加傾向、強熱減量は１測点（八代海湾奥部の一部）で増加傾向、粘土シルト含有率は１測点（八代海湾奥部の一部）で増加傾向・１測点（八代海湾口東部）で減少傾向を示し、T-S では増減傾向はみられなかった。

（６）貧酸素水塊

有明海における主要な貧酸素水塊は、夏季に有明海奥部と諫早湾の２カ所で別々に発生する。鉛直的には、貧酸素水塊は密度躍層よりも下層に形成され、有明海奥部では湾奥浅海域で特に溶存酸素量が低下する。さらに、有明海奥部及び諫早湾の貧酸素水塊は潮汐混合の影響を強く受けており、潮流が弱い小潮時に発達しやすく、潮流が強い大潮時には緩和あるいは解消することが多い。

有明海・八代海での底層溶存酸素量の状況について示した。

（底層溶存酸素量については、2016 年 3 月に生活環境項目環境基準に追加（類型：基準値　生物１：4.0mg/L、生物２：3.0mg/L、生物３：2.0mg/L）されており、今後、海域毎の類型指定の検討が進められることになる）

浅海定線調査（大潮満潮時に観測）に基づいた有明海における底層溶存酸素量の年間最低値は、データのある 1972 年以降、福岡県・佐賀県の６測点のうち佐賀県の２測点（有明海湾奥西部及び有明海湾央部）で低下傾向がみられ、その他の測点は横ばい傾向であった。しかしながら、佐賀県の１測点（有明海湾奥西部）では、有明海湾奥奥部及び有明海湾奥東部の測点と比べ、最近 10 年間（2005 年～2014 年）で 2.0mg/L 又は 3.0mg/L を下回る回数（各４回、９回）が多く、また、1972 年～1984 年と比べても、2.0mg/L 又は 3.0mg/L を下回る回数が多くなっている。

2004 年から実施されている有明海奥部における底層溶存酸素量の連続観測の結果（大潮・小潮を含めて連続的に計測）によると、濃度低下の程度や継続期間

には年による違いがあるものの、データのある 2004 年から 2015 年までの 12 年のうち、全ての年で日平均値の最低値が 3.0mg/L を下回っており、うち 11 年については 2.0mg/L を下回っている。また、諫早湾で実施されている底層溶存酸素量の連続観測結果(2006 年～2014 年)によると、全ての年で日平均値の最低値が 2.0mg/L を下回っている。

底層溶存酸素量の日平均値が 2.0mg/L 未満又は 3.0mg/L 未満の日数は、2006 年で最も多く（各地点の平均で各 37 日、55 日)、2009 年で少なく（同じく各３日、16 日）なっており、有意な変化傾向はみられなかった。

八代海では、八代海中部において観測データがある 1989 年以降で 3.0mg/L 以下の溶存酸素量が４回観測、2.0mg/L 以下の溶存酸素量が１回観測されている。

（７）藻場･干潟等

有明海では、江戸時代以前から干拓が続けられており、これまでに全体で 26,000 ha を超える面積の干拓が行われてきたが、その干拓速度は昭和 40 年～50 年代（1965 年～1984 年)に大きく増加した。データとして把握できる範囲においては、有明海の藻場は 1978 年度から 1989～1991 年度の間に、2,066ha から 1,640ha（20.6％減)、干潟は 1978 年度から 1996～1997 年度の間に、22,070ha から 18,841ha（14.6％減、諫早干拓により減少した 1,550ha を含む。）に、各々減少した。

八代海の藻場は 1978 年度調査から 1989～1991 年度の間に、1,358ha から 1,339ha（1.4％減)、干潟は 1978 年度から 1996～1997 年度）の間に、4,604ha から 4,083ha（11.3％減）に、各々減少した。

これまでの状況を踏まえ、藻場・干潟の再生の取り組み及び調査・研究が行われている。

日本の沿岸には有明海・八代海等を含め、毎年、多くのごみが生物の生息環境を含めた沿岸域に漂着しており、有明海・八代海等においても、国、地方公共団体、関係者が連携し、流木等の海洋ごみの回収・処理等が行われている。

（８）赤潮

有明海における赤潮の年間発生件数（1984～2015 年）は、1998 年頃から増加傾向が見られ、2000 年代の発生件数（約 36 件/年）は 1980 年代（約 15 件/年）の概ね２倍程度となっている。なお、赤潮発生は原則として海域における着色現象を集計したものであるが、近年は、着色を伴わないものであっても被害（特にノリの色落ち被害）に応じて赤潮発生とすることに留意する必要がある。汚濁負荷量と赤潮発生件数とを比較すると、両者の増減傾向との間に長期的な連動性はみられない。また、原因プランクトン別にみると、珪藻による赤潮発生頻度が高く、渦鞭毛藻や

ラフィド藻がこれに続く。ラフィド藻の割合が増加しているものの、構成種の大きな変化はみられない。

八代海における赤潮の年間発生件数（1978～2015 年）は、1998～2000 年頃から増加しており、1970～1980 年代（約 8 件/年）と比較して 2000 年代の赤潮発生件数（約 17 件/年）は概ね２倍程度となっている。汚濁負荷量及び赤潮発生件数とも過去に比べて高い状態が続いており、留意が必要である。原因プランクトン別にみると、渦鞭毛藻やラフィド藻の割合は６割程度と大きく変化しておらず、1991～1995 年に珪藻の割合が一時的に低下したものの、長期的に種類組成の変動はみられない。ただし、2015 年には *Karenia mikimotoi*（渦鞭毛藻類）による規模の大きな赤潮が発生した。

橘湾における赤潮の年間発生件数は原因プランクトン別にみると、渦鞭毛藻が主体となっている。

有明海・八代海等で発生する赤潮の種類と特徴は次のとおりである。

・小型珪藻は年中赤潮を形成するが、ノリ漁期に赤潮を形成すると、色落ちを引き起こす場合がある。
・大型珪藻による赤潮は秋期～冬期に発生し、ノリの色落ちによりノリ養殖業に大きな漁業被害を与える。
・ラフィド藻による赤潮は夏期に発生し、魚介類へ被害を与える。
・渦鞭毛藻による赤潮は夏期に発生し、水産生物の大量死を引き起こし大きな漁業被害を与える。

有明海における赤潮被害の年間発生件数は、1998～2003 年の間が他の年に比べ多い傾向がみられた。原因プランクトン別にみると、年による変動が大きいものの、その多くが、珪藻によるノリの色落ち被害である。

八代海における赤潮被害の年間発生件数は、1988～1990 年及び 1998～2010 年に多く、原因プランクトン別にみると、*Chattonella* 属（ラフィド藻）と *Cochlodinium polykrikoides*（渦鞭毛藻類）による被害件数が多く、養殖魚（ブリ、トラフグ等）のへい死により特に大きな被害が発生している。

橘湾における赤潮被害の年間発生件数は、調査期間を通じて少なく、有明海や八代海の発生件数の 1/5～1/10 程度であり、長期的な発生件数の増減傾向はほとんどみられない。原因プランクトン別にみると、*Chattonella* 属（ラフィド藻）と *Cochlodinium polykrikoides*（渦鞭毛藻類）による被害件数が多く、養殖魚（ブリ、マダイ、トラフグ等）のへい死により大きな被害が発生している。

（９）生物

ア）有明海・八代海等の固有種、希少種等

有明海・八代海等では、国内で両海域固有、又は国内で両海域のみを主な分布域とする種が確認されており、環境省レッドリスト（環境省，2015）に掲載されている種も複数見られている。ここではムツゴロウについて整理した。

ムツゴロウは、有明海全域の調査によると 1972 年には有明海湾奥河口干潟を中心に 20 尾/100㎡を超える高い出現頻度であったが、1980 年代に出現が見られない海域が広がるなど急減した。2003 年には佐賀県、福岡県及び熊本県海域で資源の回復がみられる。佐賀県の調査によると 1990 年代に出現密度の緩やかな回復がみられ、2012 年の調査においては、50 尾/100㎡を超える地点が認められるなど、佐賀県海域のほぼ全域で 10 尾/100㎡を超え、資源が回復している。

イ）ベントス（底生生物）

ベントス（底生生物）は、水産有用種を含めた魚類等の餌となり、海域の生物生産を支える機能を持つだけでなく、その群集構造が底質環境を反映する一方、底質の攪拌機能、懸濁物の濾過などによって底質・水質環境に影響を与える可能性があることから、海域の環境を評価する指標となり得る。1970 年頃から現在にかけて継続的な調査は実施されていないものの、有明海湾奥東部及び湾奥西部の海域では 1989 年に実施した結果があることから、ベントスの変化の程度を考察するために、2000 年及び 2006 年との調査結果を比較した。また、各海域において継続的な調査結果がある 2005 年以降、有明海中央東部においては 1993 年以降の変化傾向を考察した。

なお、本報告のベントスは有用二枚貝も含むものである。

有明海北西部における 1989 年夏季と 2000 年夏季の調査によると、全マクロベントス（小型の底生生物）の個体数は半分以下に減少しているとの報告がある。これは主にチヨノハナガイ等の二枚貝類の減少によるものであった。また、1989 年夏季と 2006 年夏季の調査においても、二枚貝類の減少により個体数は減少していたとの報告がある。

有明海（11 地点）・八代海（10 地点）における 2005 年頃以降の経年的傾向を整理した。

有明海では、種類数については、総種類数が１地点（有明海湾口部の一部）で増加傾向・２地点（有明海湾奥東部及び有明海湾口部の一部）で減少傾向、軟体動物門は２地点（有明海湾央部及び有明海湾口部の一部）で増加傾向・１地点（有明海湾奥東部）で減少傾向、節足動物門は１地点（有明海湾口部の一部）で増加傾向・４地点（有明海湾奥湾奥部の一部、有明海湾奥東部、有明海中央東部、有明海湾口部の一部）で減少傾向がみられた。個体数については、総個体数は増減傾向がみられず、軟体動物門は１地点（有明海湾口部の一部）で増加傾向、節足動物門は３地

点（有明海湾奥東部、有明海中央東部及び有明海湾口部の一部）で減少傾向がみられた。

八代海では、種類数については、総種類数が２地点（八代海湾口東部の一部及び八代海湾口西部の一部）で減少傾向、節足動物門は１地点（八代海湾口西部の一部）で減少傾向がみられ、軟体動物門は増減傾向がみられなかった。個体数については、総個体数は２地点（八代海湾口東部の一部及び八代海湾口西部の一部）で減少傾向、節足動物門は１地点（八代海湾口西部の一部）で減少傾向がみられ、軟体動物門は増減傾向がみられなかった。

ウ）有用二枚貝

有明海でのタイラギの漁獲は 1970～1998 年までは数年おきにピーク（最大 29,305ｔ／1979 年）がみられたが、熊本県では 1980 年代から、長崎県では 1990 年代から、佐賀県・福岡県では 2000 年頃から漁獲量が減少し、2000 年以降は有明海全域で殆ど漁獲がない状態にまで低迷した。2010～2011 年にかけて、漁獲量の回復がみられた（最大 2,638ｔ／2010 年）が、以降は再び低迷し、2012 年より休漁となっている。

サルボウの漁獲は、1970 年代初頭に 佐賀県沿岸を中心に高い漁獲量（最大 24,252ｔ／1972 年）があったが、その後、へい死（原因は不明）が発生して漁獲量が減少した。へい死は 1985 年を境に収束し、1988～1997 年にかけて１万ｔを超える漁獲（最大 17,299ｔ／1994 年）がみられたが、2000 年頃を境に減少傾向となり、近年は数千ｔレベルにとどまり、変動も大きい。

有明海におけるアサリの漁獲は、1974～1983 年をピーク（最大 90,386ｔ／1983 年）に、その後減少し、1996 年以降 2,000ｔ前後で推移した。2003～2008 年にかけて有明海全域で資源が一時的に回復し、漁獲量も増加した（最大 9,655ｔ／2006 年）が、2009 年以降漁獲量が減少している。

八代海におけるアサリは 1985 年に 2,891ｔの漁獲量が生じた、1993～2000 年の間で６年ほど 1,000ｔを超える漁獲量が生じた。しかしながら、2009 年以降減少し、2012 年以降は７ｔ以下で推移している。

エ）魚類

有明海の魚類漁獲量は、1987 年をピーク（13,000t 台）に減少傾向を示しており、2013 年の漁獲量は過去最低となる 2,791t となった。有明海の主要魚種の大半を占める底生種の漁獲量が減少している。

八代海の魚類漁獲量については、有明海ほどの減少傾向はみられていない。1982 年をピーク（19,000t 台）に変動を繰り返しながらも緩やかな減少傾向を示し、2003 年及び 2006 年には 9,000t 台まで落ち込んだ。しかし、それ以降は再び回復傾向にあり、2013 年の漁獲量は 18,000ｔを超えている。

オ）漁業･養殖業生産量

有明海の漁業・養殖業生産量（漁獲量とノリ収穫量（重量）の合計）は増減を繰り返しながら推移している。有明海では海面漁業の漁獲量に占める貝類の割合が高い（1970 年代で約 79%、2004 年～2013 年で約 56%）。一方、有明海のノリ収穫量は、増減を繰り返しつつ増加傾向にあり、有明海の漁業生産量に占めるノリ収穫量の割合は８割以上（重量ベース）となっている（2013 年の漁業・養殖業生産量：186,669ｔ、ノリ収穫量：164,710ｔ）。

八代海の漁業・養殖業生産量（漁獲量、魚類養殖収穫量、ノリ収穫量の合計）は、1994 年頃までは増加傾向にあったが、その後減少傾向にある。特に八代海の漁獲量は減少が続いており、養殖生産量(魚類等)も 1994 年までは増加していたが、その後減少傾向にある。八代海のノリ収穫量は 2002 年までは、やや増加傾向がみられるが、2003 年から不作が続いている。