

## (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<sup>8)</sup> (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<sup>9)</sup>、2003年には堤ら(2007)が有明海奥部で貧酸素水塊を観測した<sup>10)</sup>。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)。

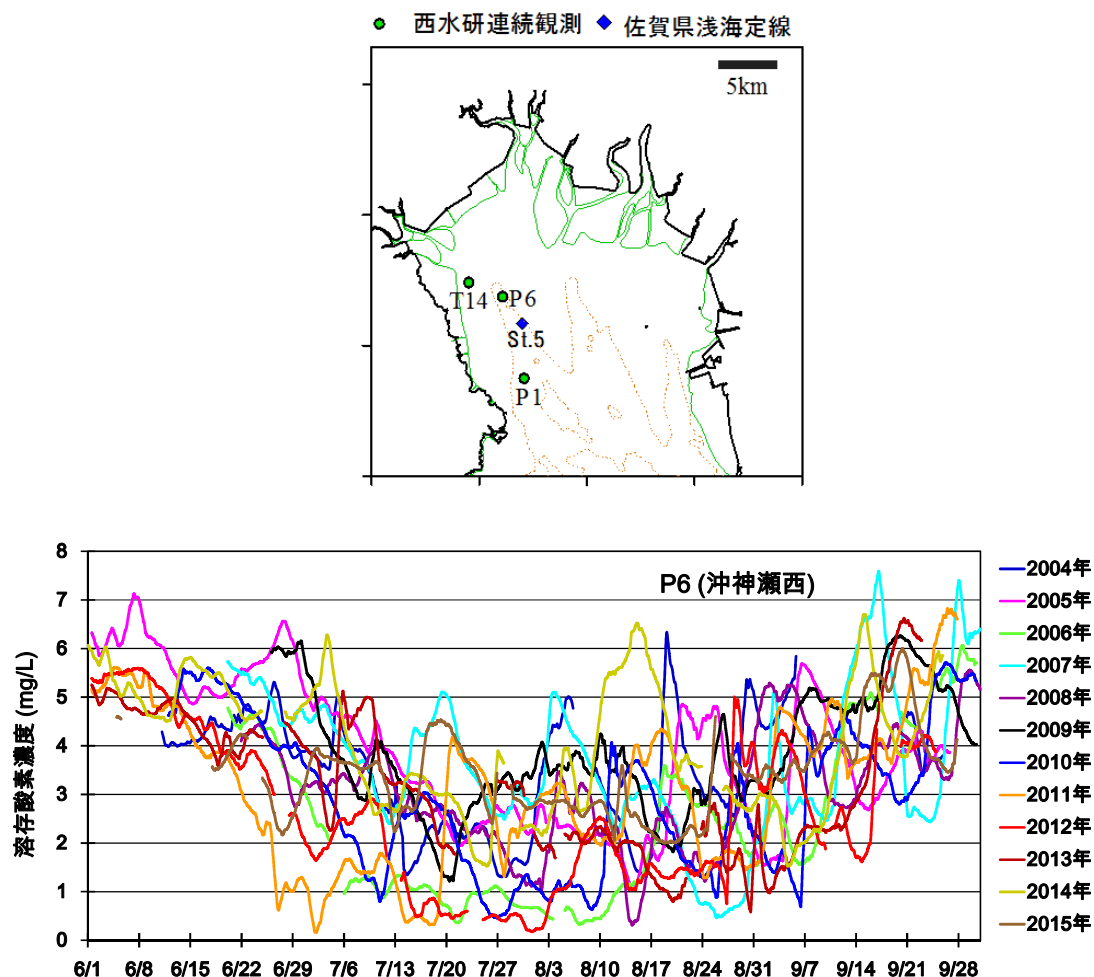


図 3.6.11 有明海奥部の定点 P6 の海底上 0.2m における溶存酸素量の変動の経年変化 (西海区水産研究所提供)

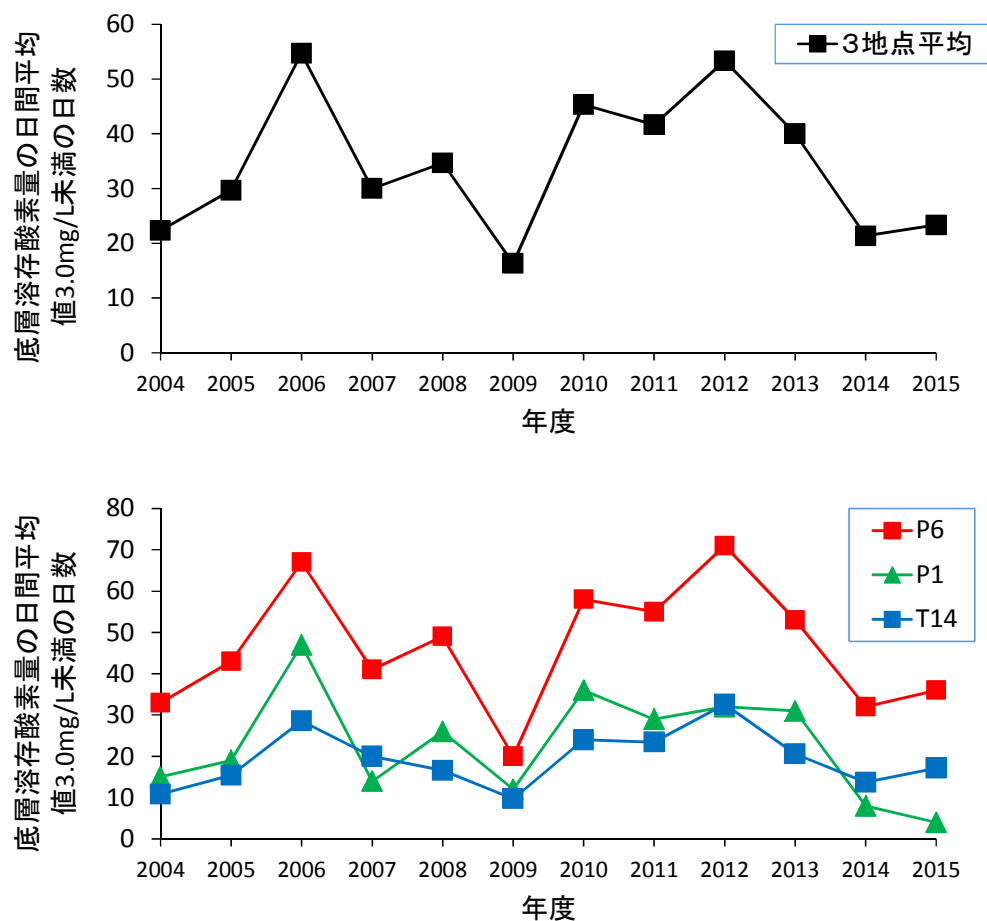


図 3.6.12 有明海奥部の定点 T14・P6・P1 における底層溶存酸素量の日平均値 (3.0mg/L 未満) の経年変化

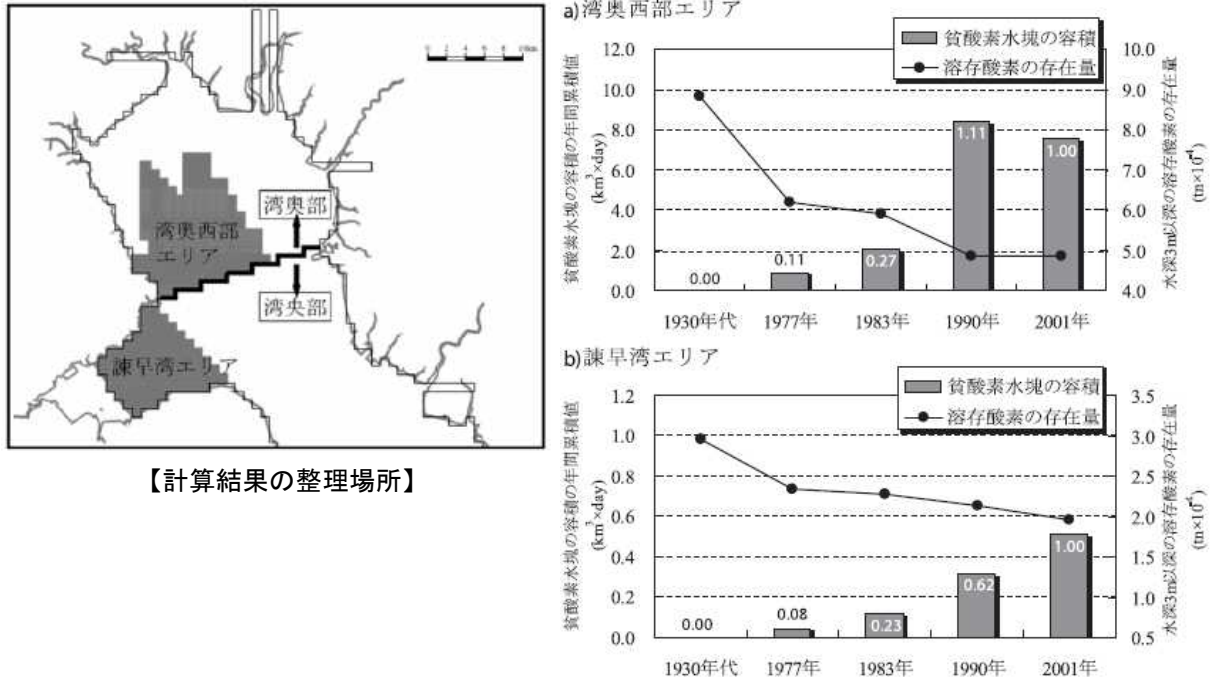
資料：有明海水質連続観測調査結果（西海区水産研究所）より整理

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<sup>11)</sup>。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を下回る回数が増えている。

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未滿又は3.0mg/L未滿の日数は、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)になっており、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](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 H8～9
	S53 (A) *1	H1～3 (B)	(A)-(B) *2	減少率	
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 H8～9
	S53 (A) *1	H1～3 (B)	(A)-(B) *2	減少率	
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<sup>1)</sup>。

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。

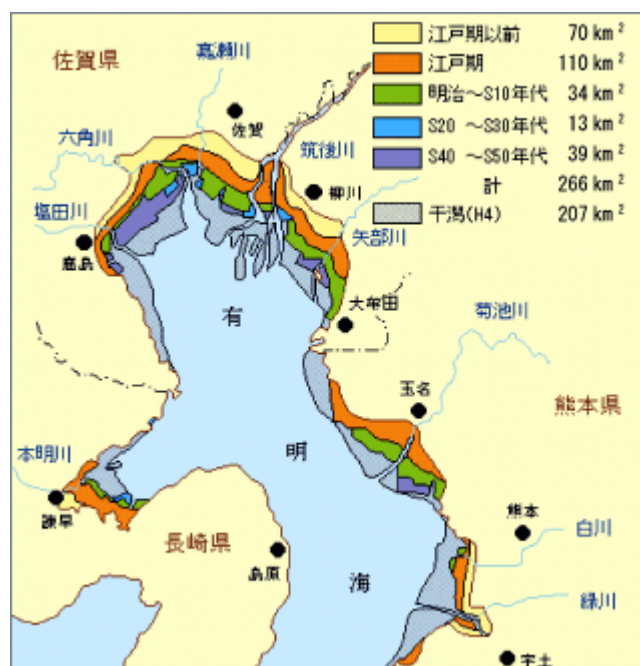


図 3.7.1 有明海における干拓の歴史

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

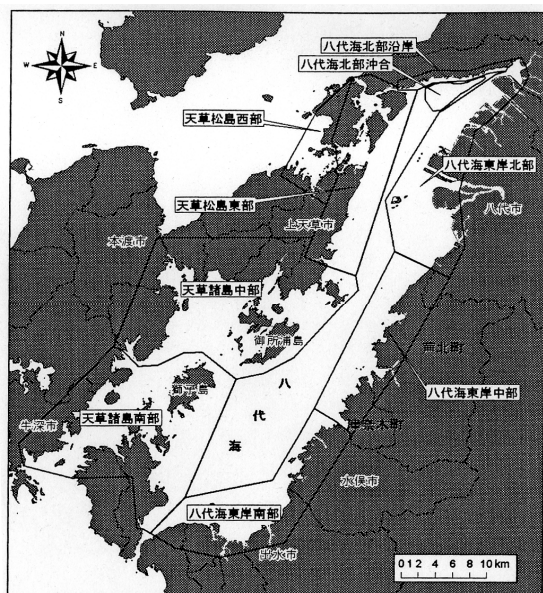
環境省自然環境保全基礎調査によると、八代海の藻場は1978（昭和53）年度調査から1989（平成1）～1991（平成3）年度調査の間に、1,358haから1,339ha（1.4%減）、干潟は1978（昭和53）年度調査から第5回調査（1996（平成8）～1997（平成9）年度）の間に、4,604haから4,083ha（11.3%減）に、各々減少している（表3.7.1）。

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		変化量 面積(ha)	比率 2003・2004年/1977年	埋立	
	面積(ha)	面積(ha)			面積(ha)	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	-750.0	86%	-206.6	27%

海 域	2003～2005年調査		変化量 面積(ha)	比率 2003-2005/1977-1978
	面積(ha)	面積(ha)*		
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<sup>注</sup>）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。

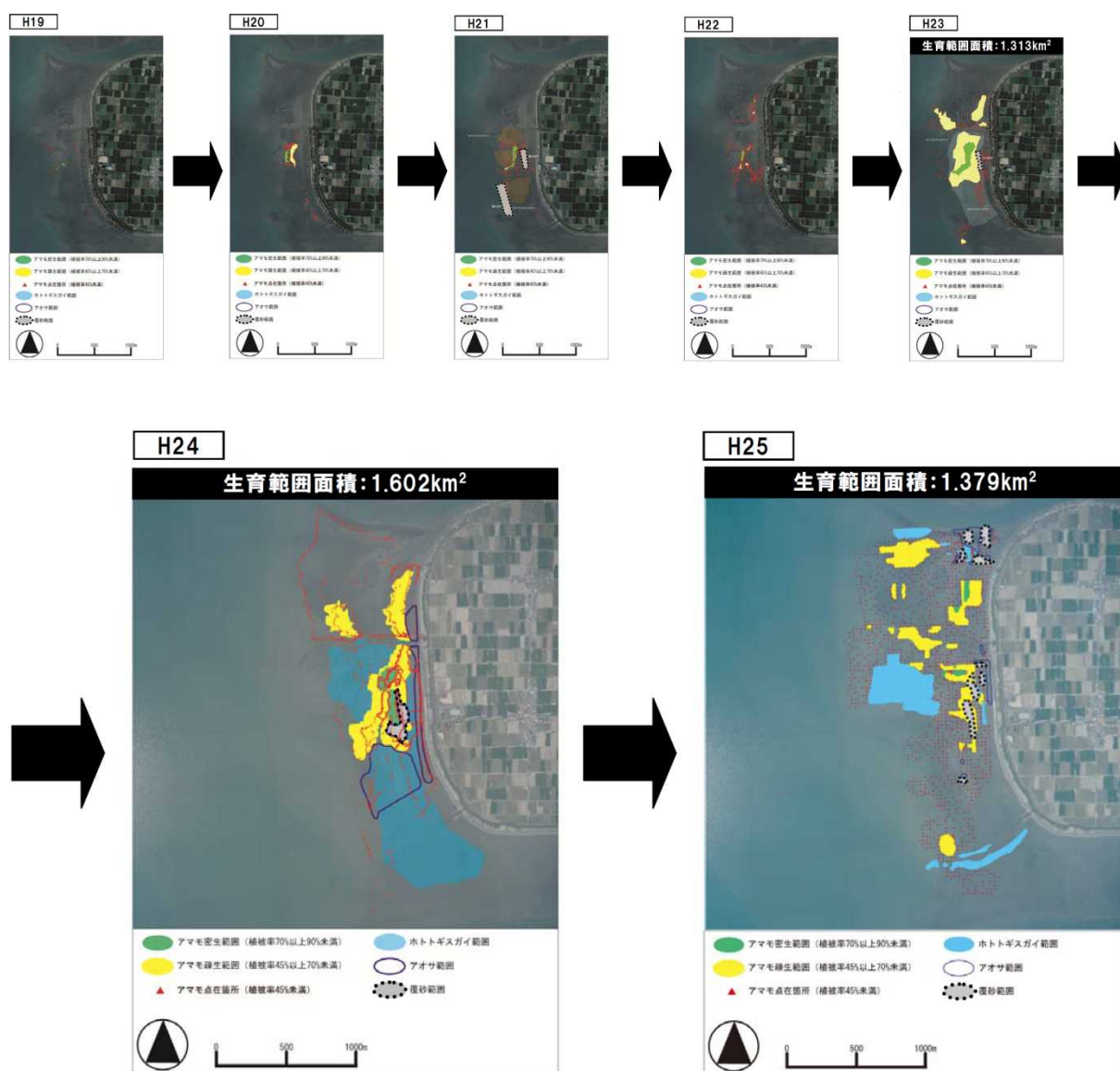
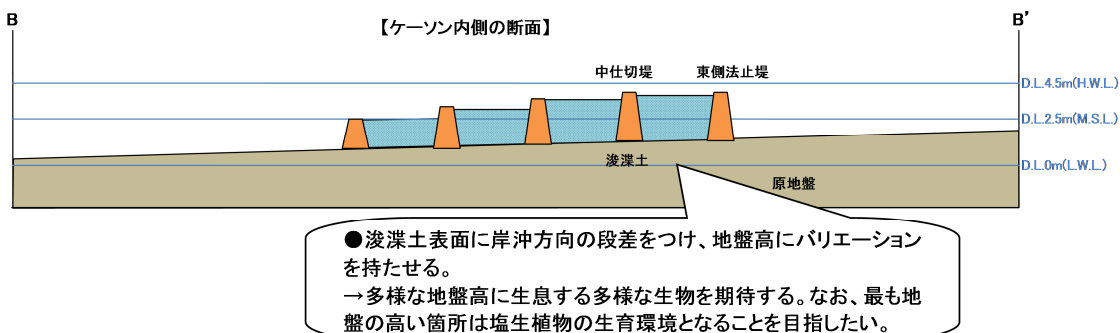


図 3.7.3 八代海(金剛干潟前面)におけるアマモ場の推移

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



● 西側から東側をみたイメージ

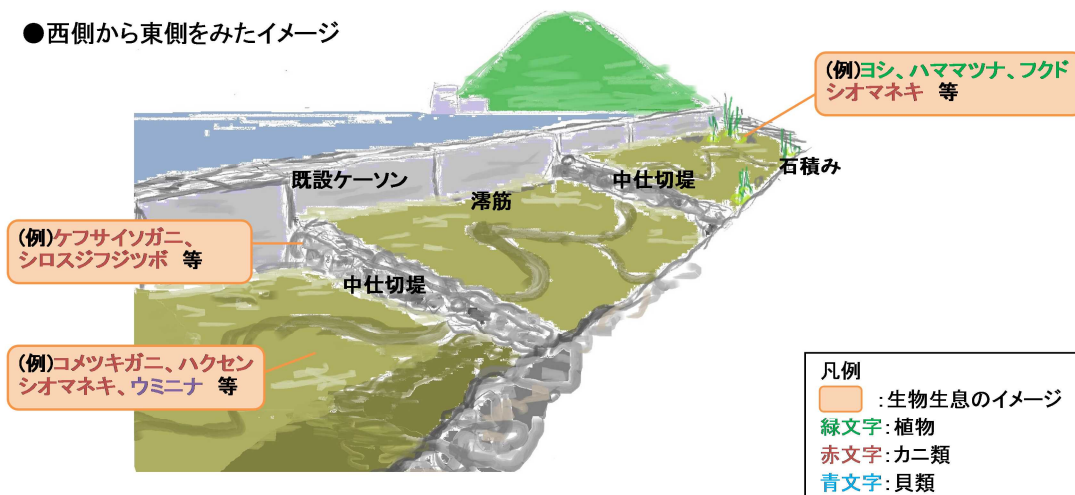


図 3.7.4 熊本港周辺での干潟・浅場の造成と造成イメージ (平成 28 年度造成)

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