

有明海及び八代海に係る大学等による調査研究に関する文献シート

No.	H18 -8	タイトル	有明海に出現した植物プランクトンの種組成と季節変化 (2003-2004)	
著者	崎桂介,水島康一郎(長崎大学 大学院生産科学研究科),岩滝光儀(長崎県産業振興財団),松岡数充(長崎大学 水産学部)			
キーワード	赤潮、渦鞭毛藻類、珪藻、植物プランクトン			
出典	長崎大学水産学部研究報告 NO.86;PAGE.1-10	発行年	2005	

<目的>

有明海に出現する植物プランクトンの種組成を一年を通して把握するとともに、季節変化の推察を行った(Fig.1)。

<結果>

・四季の調査において出現した植物プランクトンは総計79属 172種で、このうち珪藻が108種で卓越し、続いて渦鞭毛藻が57種であった(Table1)。

・既存報告と比較すると、本調査によって有明海での初報告となる種を60種以上確認することができた。

・出現種の多くは湾口部から湾奥部までさまざまな時期に出現したが、一部の種は特に春～夏季に湾口部付近のみで認められた。これらの種は外海系であり、有明海の

植物プランクトン相は春～夏季に外海の影響を受けていることが分かる。

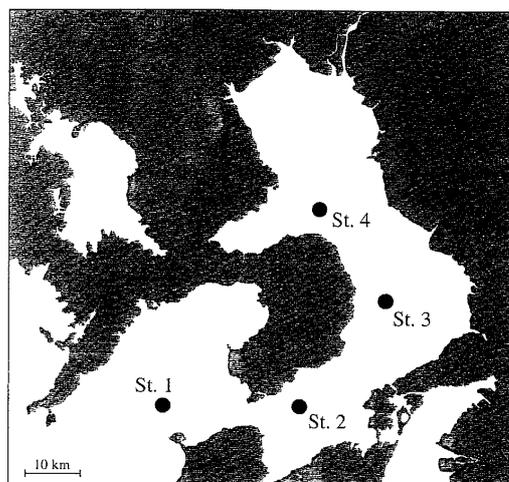


Fig. 1. Sampling stations (St. 1, 32° 35'N, 13° 00'E, water depth 72m; St. 2, 32° 35'N, 130° 15'E, water depth 47m; St. 3, 32° 45.3'N, 130° 26.2'E, water depth 41m; St. 4, 32° 55.5'N, 130° 18'E, water depth 24m).

有明海及び八代海に係る大学等による調査研究に関する文献シート

Table 1. Dominant phytoplankton species of each station at Ariake Sound. Hyphens (-) indicate no dominant species.

St. 1	Diatom	Dinoflagellate
Oct. 2003	<i>Actinoptychus senarius</i> <i>Odontella mobiliensis</i> <i>Thalassionema nitzschioides</i>	-
Feb. 2004	-	-
May 2004	<i>Coscinodiscus asteromphalus</i>	-
Sep. 2004	<i>Bacteriastrum hyalinum</i>	-
Oct. 2004	-	-
<b>St. 2</b>		
Oct. 2003	<i>Skeletonema costatum</i> <i>Thalassionema frauenfeldii</i> <i>Thalassionema nitzschioides</i>	-
Feb. 2004	<i>Actinocyclus octonarius</i> <i>Rhizosolenia setigera</i>	-
May 2004	<i>Coscinodiscus asteromphalus</i>	<i>Gyrodinium instriatum</i>
Sep. 2004	<i>Chaetoceros pseudocurvisetus</i>	<i>Ceratium furca</i>
Oct. 2004	-	-
<b>St. 3</b>		
Oct. 2003	<i>Chaetoceros pseudocurvisetus</i>	-
Feb. 2004	<i>Chaetoceros debilis</i> <i>Chaetoceros socialis</i> <i>Ditylum brightwellii</i> <i>Rhizosolenia setigera</i> <i>Skeletonema costatum</i> <i>Thalassiosira mala</i> <i>Thalassiosira</i> sp. cf. <i>nordenskerdii</i> <i>Asterionellopsis glacialis</i>	<i>Akashiwo sanguinea</i>
May 2004	<i>Coscinodiscus asteromphalus</i>	<i>Gyrodinium instriatum</i>
Sep. 2004	<i>Coscinodiscus granii</i> <i>Thalassiosira</i> spp. <i>Pleurosigma</i> sp. cf. <i>normanii</i>	<i>Ceratium furca</i>
Oct. 2004	<i>Chaetoceros pseudocurvisetus</i> <i>Ditylum brightwellii</i> <i>Skeletonema costatum</i>	-
<b>St. 4</b>		
Oct. 2003	<i>Actinoptychus senarius</i> <i>Chaetoceros pseudocurvisetus</i> <i>Eucampia cornuta</i> <i>Eucampia zodiacus</i> <i>Rhizosolenia setigera</i> <i>Thalassionema frauenfeldii</i>	-
Feb. 2004	<i>Rhizosolenia setigera</i> <i>Thalassiosira</i> sp. cf. <i>nordenskerdii</i>	<i>Akashiwo sanguinea</i>
May 2004	<i>Coscinodiscus asteromphalus</i>	-
Sep. 2004	<i>Chaetoceros pseudocurvisetus</i> <i>Coscinodiscus granii</i> <i>Thalassiosira</i> spp.	<i>Ceratium furca</i>
Oct. 2004	<i>Coscinodiscus granii</i> <i>Ditylum brightwellii</i> <i>Skeletonema costatum</i>	-

No.	H18 -9	タイトル	現在と過去の無(貧)酸素環境-比較研究の必要性-有明海・諫早湾における貧酸素水塊の出現状況(2003-2004年)	
著者	松岡数充(長崎大学 環東シナ海海洋環境資源研究センター),水島康一郎(長崎大学 大学院生産科学研究科),広瀬雄太(長崎大学 水産学部)			
キーワード	貧酸素水塊, 改良型 TFO 式採泥器			
出典	月刊海洋 VOL.37 NO.11;PAGE.827-832	発行年	2005	

<目的>

改良型 TFO 式採泥器を用いて海水と堆積物を攪拌することなく採取する方法で、海水と堆積物境界部の溶存酸素濃度を測定することを試みた。

<結果>

・海水と堆積物境界部の溶存酸素濃度は B-1m のそれより低い (図 1)。特に水塊が成層化していない秋季や冬季においても湾中央部の海域では海水と堆積物境界部で海水よりも低い溶存酸素値が測定されている (図 3)。また、2004 年の調査結果によると大潮や小潮などの時期に関連することなく、海水と堆積物境界部で B-1m 層よりも溶存酸素濃度が低い

(図 4)。従って、この海域での海水と堆積物境界部では低水温期でも、また底層流がある時でも酸素消費が進行していると推察される。その要因の一つとして、この海域に有機物を多量に含んだ細粒のシルトが広く分布している (秋元他、2004) ことがあげられる。

・2003年、2004年とも貧酸素水塊は7月から9月上旬にかけて出現している。この状況は既存の調査結果とも一致し、海洋構造の成層化、すなわち水温成層や塩分成層によって海水混合が弱くなることによって貧酸素水塊が形成されると考えられる。

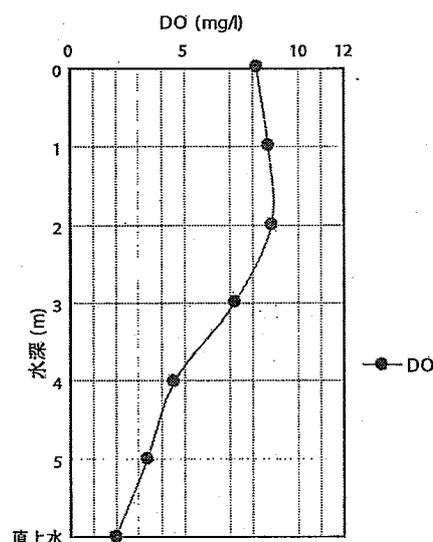


図1 2003年6月23日のSt.4における溶存酸素濃度の鉛直分布。

有明海及び八代海に係る大学等による調査研究に関する文献シート

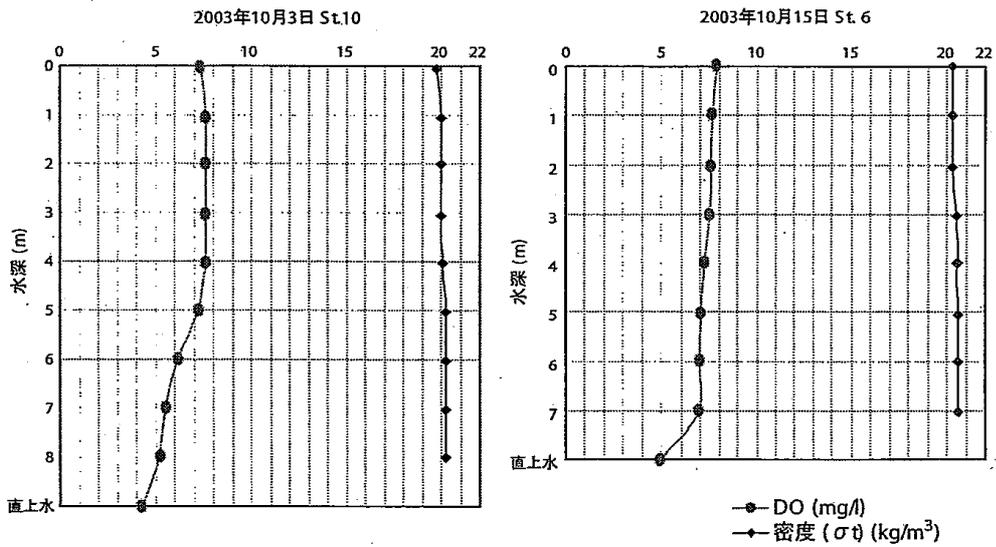


図3 2003年の混合水塊におけるDOの鉛直分布例。

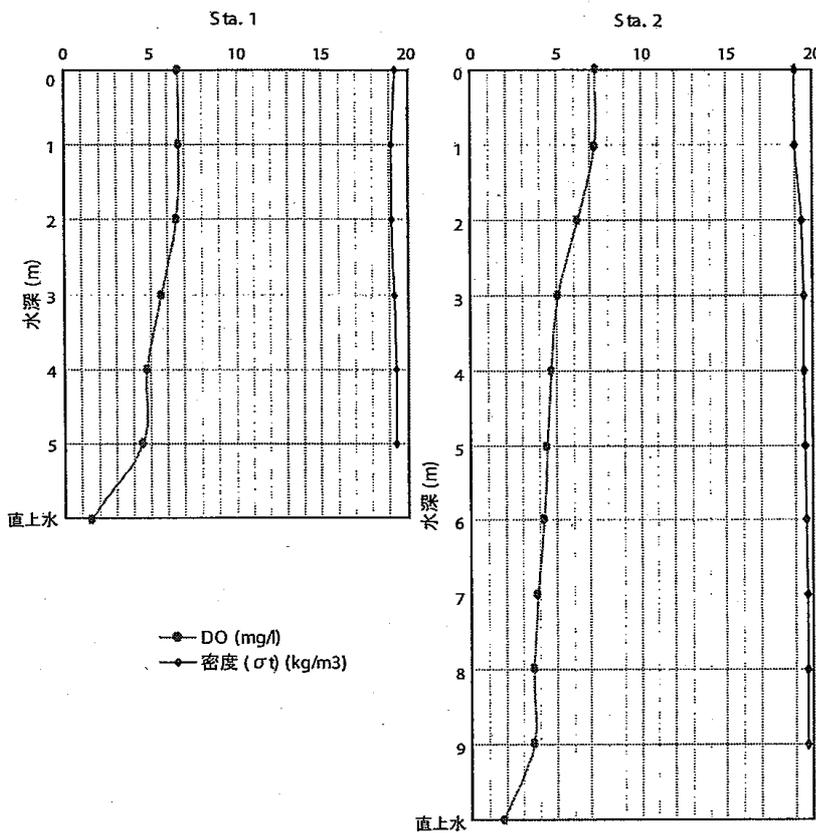


図4 2004年7月21日(中潮)のSta. 1, 2のDO及び密度の鉛直分布。

No.	H18 -10	タイトル	有明海奥部における貧酸素水塊の動態に関する現地観測
著者	深山顕寛,磯部雅彦,鯉淵幸生(東京大学 大学院新領域創成科学研究科)		
キーワード	貧酸素水塊、密度成層		
出典	海岸工学論文集 VOL.52 NO.2;PAGE.951-955	発行年	2005

<目的>

有明海における貧酸素水塊の形成および消滅過程を明らかにするため、多項目の水質観測結果および流動の長期連続観測結果を統合的に解析し、貧酸素水塊発生や消滅のプロセスを気象・流動・水質との関係から検討した(図-1)。

<結果>

- ・貧酸素化に深く関係する密度成層に対する水温及び塩分の寄与率を算定した結果、塩分の寄与率は50~70%であり、塩分差の大きいことが分かった(図-6)
- ・筑後川の河川流量と諫早湾内の塩分の時系列をみると、河川流量が600 m<sup>3</sup>/s程度で約2日後、1200 m<sup>3</sup>/s程度で約1日後に湾口や湾央で塩分が低下し、低塩分状態は数日継続する。継続的な塩分成層の形成に対しては筑後川のほうが排水門の排水より大きな影響を与えている(図-7)。

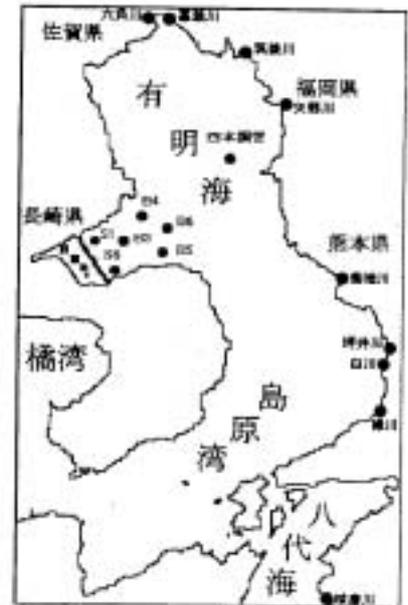


図-1 現地観測地点

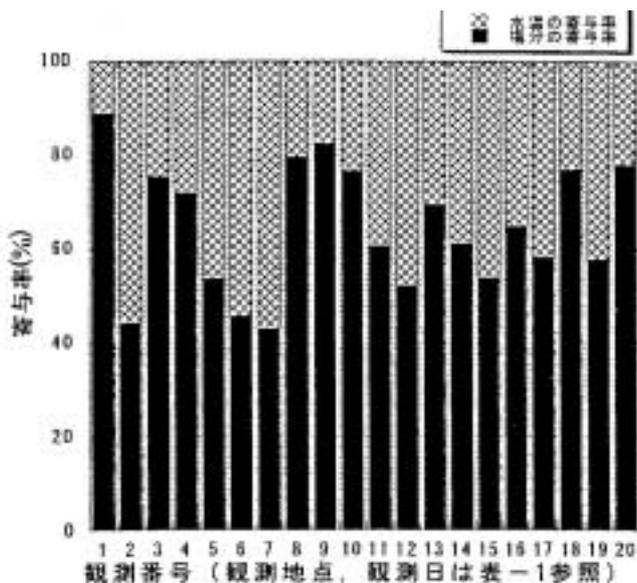


図-6 密度成層への水温と塩分の寄与

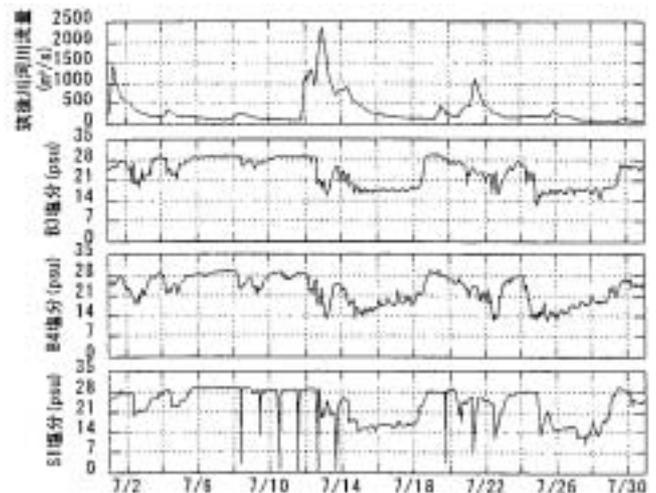


図-7 2003年の筑後川河川流量と塩分の時系列 (上から筑後川河川流量、B3、B4、S1の塩分)

有明海及び八代海に係る大学等による調査研究に関する文献シート

・貧酸素水塊の消滅の過程について、  
 底層 DO、風速ベクトル、密度等の時  
 系列をみると、南の弱風の変動により  
 内部静振が起こって水塊が振動し、強  
 風になって連吹すると流速の鉛直速度  
 勾配が短期間に下降し、鉛直混合が起  
 こることが明らかとなった。この際、  
 混合が完了すると、密度差がなくなり  
 不安定な状態で混合状態を維持し、底  
 層 DO が高濃度に保たれることが明ら  
 かとなった(図-9)。

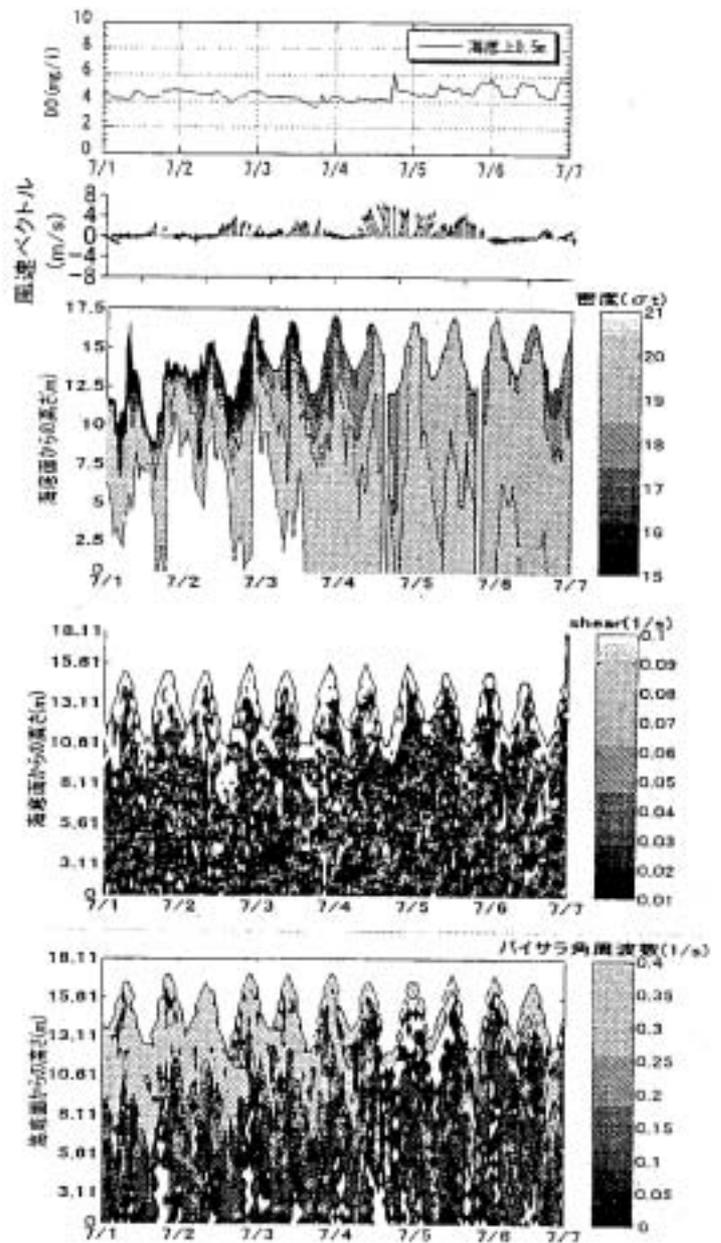


図-9 B6における2004年7月初旬のDO、風速ベクトル  
 密度、流速の鉛直速度勾配とバロクラ角周波数の  
 時系列

No.	H18 -11	タイトル	有明海におけるノリと浮遊珪藻の栄養塩競合におよぼす環境諸因子の影響評価	
著者	川口修,山本民次,松田治,橋本俊也(広島大学 大学院生物圏科学研究科)			
キーワード	ノリ, 珪藻, 栄養塩競合			
出典	海の研究 VOL.14 NO.3;PAGE.411-427	発行年	2005	

<目的>

有明海におけるノリ不作のメカニズムを解明するために、物理的・生物的過程を考慮したノリと優占的浮遊性珪藻 *Skeletonema costatum* の栄養塩競合モデルを構築し、ノリと珪藻の栄養塩競合におよぼす環境諸因子の影響を研究した(Fig.1, Fig.2)。

<結果>

・損失率、水温、塩分、河川負荷量、海水交換率をそれぞれ変化させ、ノリ、珪藻、DINの経時変化をみると、珪藻の損失率の低下が珪藻の増殖を促進させる最大の要因であることが明らかとなった(Fig.4)。

・また、珪藻の損失率の低下が背景にあることによって、水温、塩分、河川負荷量などの因子のわずかな変化にも珪藻の増殖が支配され、ノリへの影響が大きくなることが理解された。

・近年、有明海では二枚貝現存量や浮泥再懸濁量の減少が観察されており、これらが珪藻細胞の損失率低下の主な原因と推察された。

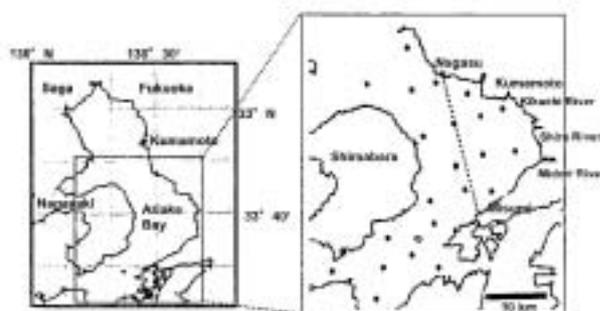


Fig. 1. Study site in Ariake Bay, Kumamoto Japan. Closed circles and broken line represent observation stations and boundary between the Nori culture area along Kumamoto prefecture and outer area, respectively.

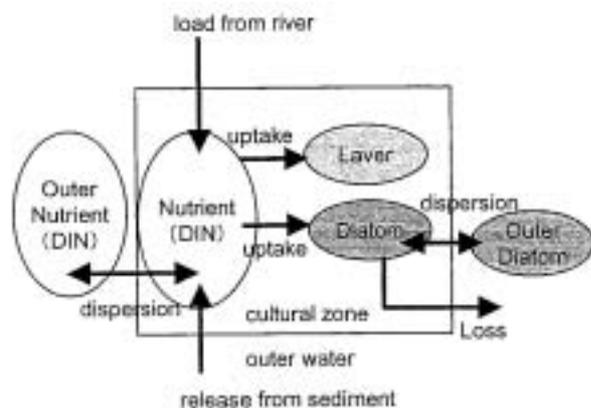


Fig. 2. A schematic drawing of the numerical model which simulates the DIN uptake competition between laver and diatom.

有明海及び八代海に係る大学等による調査研究に関する文献シート

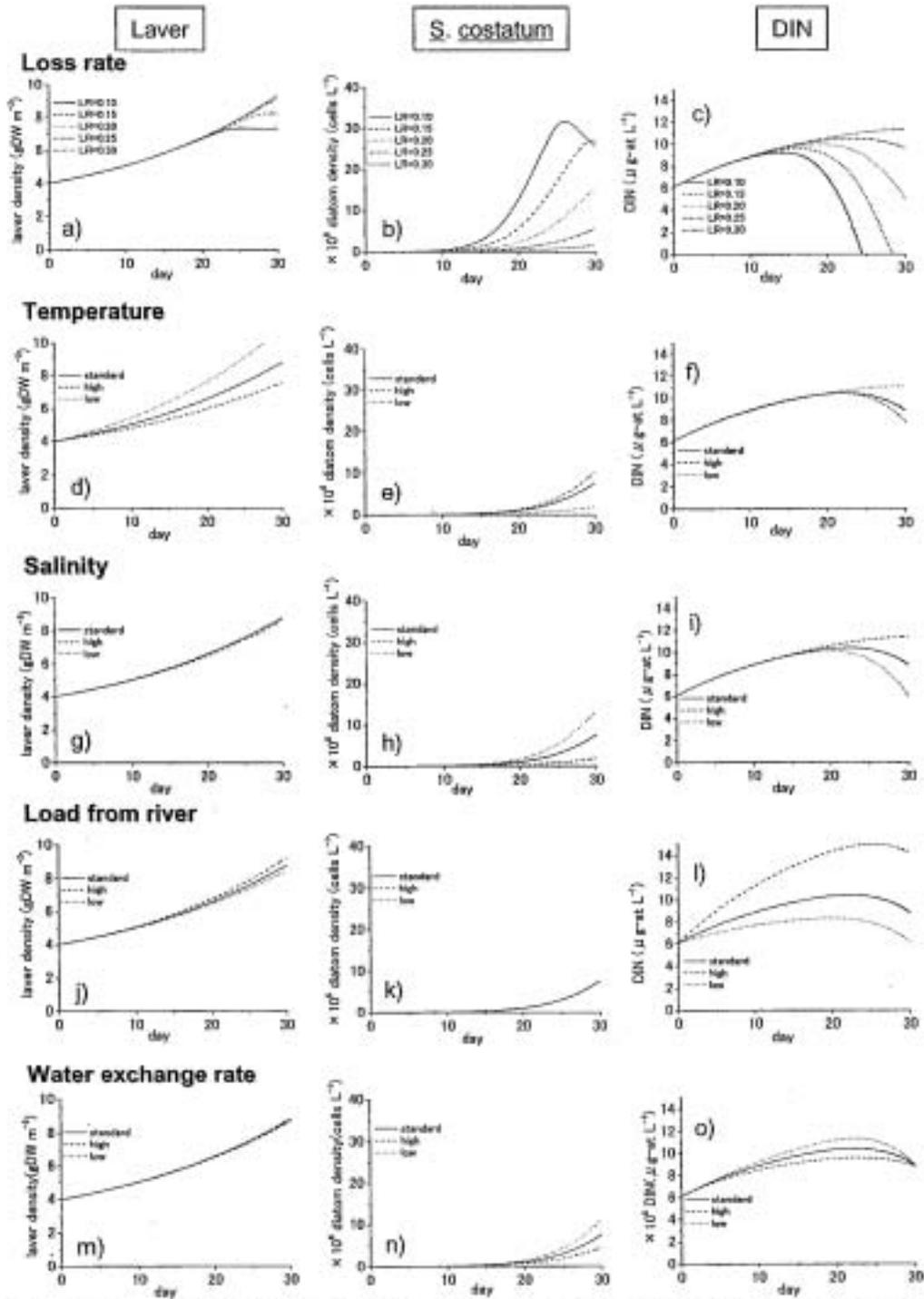


Fig. 4. Sensitivity analyses of changes in the diatom rate of loss, temperature, salinity, load from rivers, water exchange rate on the temporal changes of laver, diatom densities and the DIN concentration.

No.	H18 -12	タイトル	有明海湾奥部での貧酸素水塊形成要因についての一考察
著者	大島巖((財)港湾空間高度化環境研究センター)		
キーワード	貧酸素水塊、DO 消費速度、サルボウガイ		
出典	海の研究 VOL.14 NO.3;PAGE.459-462	発行年	2005

< 目的 >

貧酸素水塊形成の主要因の一つと考えられる底泥 DO 消費速度実験を行うとともに、佐賀県沿岸域の泥質に生息する二枚貝のサルボウガイの呼吸による DO 消費量についても研究した。

< 結果 >

・得られた DO 消費速度 (Fig.2、Table1.) は、コア内でのマクロベントス量が特に多い Sta.A-2 を除くコアでは  $0.8 \sim 1.3 \text{ gm}^2 \text{ d}^{-1}$  の速度であり、泥質性二枚貝のサルボウガイを含む Sta.A-2 では  $2.2 \text{ gm}^2 \text{ d}^{-1}$  のという高い速度となり、これはサルボウガイを含まない場合の約 2.5 倍と高い速度であった。

・サルボウガイの漁場面積 (佐賀県)  $46.6 \text{ km}^2$  とサルボウガイの平均湿重  $2.3 \text{ kgm}^{-2}$  (サルボウ漁場内の Sta.A-1 と Sta.A-2 の平均値) から、漁場内のサルボウガイの全現存量を 10.8 万トンとすると、同海域でのサルボウガイの呼吸による 1 日あたりの DO 消費量は 205 トン ( $\text{t d}^{-1}$ ) となる。

・佐賀県西部海域全体の底泥系の中で、底泥による DO 消費量とサルボウガイの呼吸による DO 消費量が同程度の試算結果となっていることから、サルボウガイの呼吸が同海域の貧酸素水塊の形成に何らかの寄与している可能性も考えられる。しかし、サルボウガイ自身が、貧酸素の要因となる海水中の懸濁態有機物を摂取して分解している機能を有していることや、サルボウガイの存在するエリアは沿岸域で水深が浅いことから、そのようなエリアでは大気からの酸素の溶解作用も大きいことを考えると、今後は底泥系を組み込んだ生態系モデルなどの構築を通じた総合的な検討が重要と思われる。

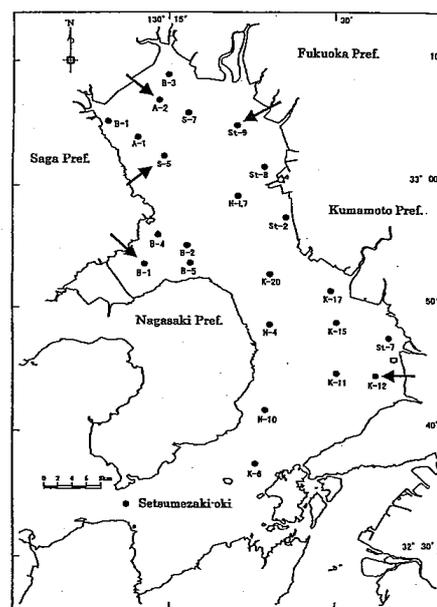


Fig. 1. Study site in Ariake Bay. The experiments of the DO consumption rate were performed for the sediment cores sampled at the stations with arrow marks.

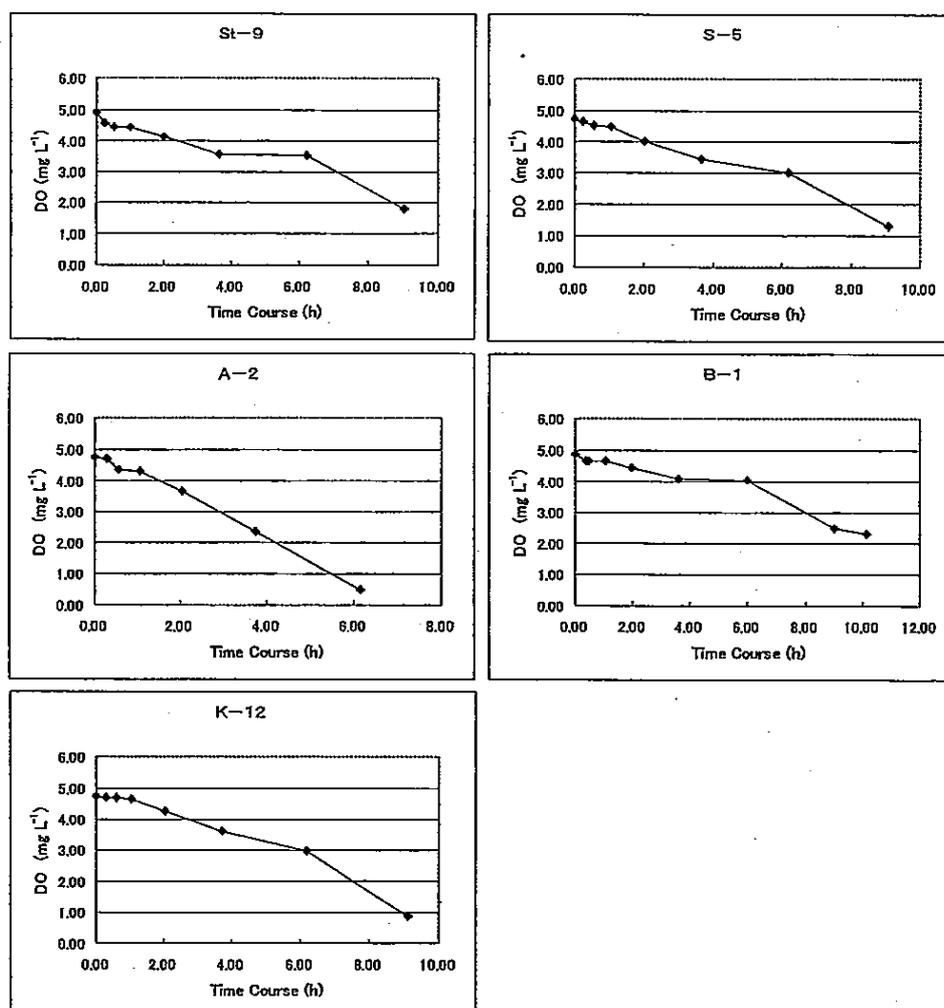


Fig. 2. DO fluctuation in the water of the experimental sediment core from different stations.

Table 1. Experimental results on the DO consumption rate in the sediments at different stations in August 2001. The value of Sta. A-2\* is calculated from the value of Sta. A-2 and the DO consumption rate of only macrobenthos (muddy bivalves).

Parameter		ST-9	A-2	A-2*	K-12	S-5	B-1
DO consumption rate of the sediment	mg m <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup>	882.3	2,208.9	898.5	1,343.1	1,134.6	782.1
experimental temperature	°C	29.0	29.0	29.0	29.0	29.0	29.0
DO at the initiation of experiment	mg L <sup>-1</sup>	4.9	4.8	-	4.7	4.7	4.9
TOC in the core mud	mg g-dry <sup>-1</sup>	27.8	21.4	-	1.5	16.1	15.0
macrobenthos in the core	g m <sup>-2</sup>	1.3	1,260.0	-	6.4	0.0	0.0

有明海及び八代海に係る大学等による調査研究に関する文献シート

No.	H18 -2	タイトル	有明海再生方策について-アサリ資源回復方策-
著者	堤裕昭(熊本県立大学環境共生学部)		
キーワード	アサリ、漁獲量、砂利採取、マンガン、覆砂		
出典	第14回沿環連ジョイントシンポジウム 有明海再生をめざして 要旨集 PAGE.53-57	発行年	2005

<目的>

熊本県有明海における1980年代以降のアサリ漁獲量が激減した原因について、覆砂による漁獲量の回復や干潟基質中のマンガン濃度とアサリ生息量との関係などから検討した。

<結果>

- ・緑川河口干潟において覆砂によりアサリをはじめ底生生物の生息が回復したこと ( Fig2 ) は、干潟の基質中に底生生物の生息に影響を与える物質が含まれていることを示唆している。
- ・干潟の基質のマンガン濃度とアサリの生息量には負の幾何級数的な関係が認められる ( Fig4 ) 。マンガンは基質中では二酸化マンガンとして堆積するが、温暖な季節にはバクテリアの作用で還元され、マンガンイオンを発生する。
- ・マンガンイオンはエラへの沈着、血色素との結合により呼吸や摂餌活動に支障を与えることから、マンガン濃度が 1,000  $\mu\text{g/g}$  を超える緑川や荒尾の干潟の基質では間隙水のマンガンイオンが底生生物、特に幼弱個体に生理的障害を与えている可能性が高い。
- ・ジオスライサーにより荒尾干潟の堆積状況を調査した結果、1960年代以降、新たな砂の堆積が停止していることが示された。
- ・1970年代またはそれ以前からの河川における大量の砂利採取による干潟堆砂量の激減が新たな堆積による基質中のマンガン濃度の希釈効果の低下 (マンガン濃度の上昇) をもたらし、アサリをはじめとする底生生物群集全体に生理的な悪影響を及ぼしたと考えられる。
- ・緑川河口干潟及び荒尾市前浜干潟におけるアサリ漁業の復活は、稚貝の供給地の確保という点からも重要である。これら干潟のアサリ資源回復のためには、定期的にマンガン濃度の少ない自然砂を覆砂する必要があるが、自然砂の確保が困難となっている。

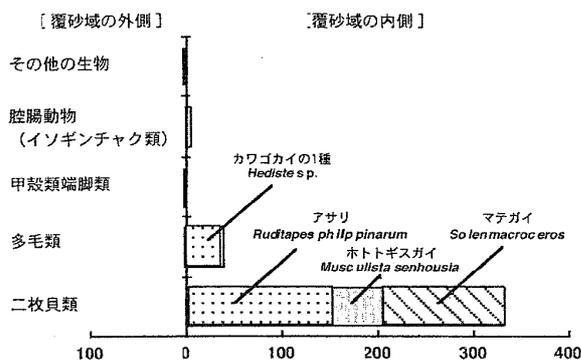


Fig. 2 緑川河口干潟における覆砂地点 (右) とその外側 (左) における底生生物群集の組成<sup>4)</sup>

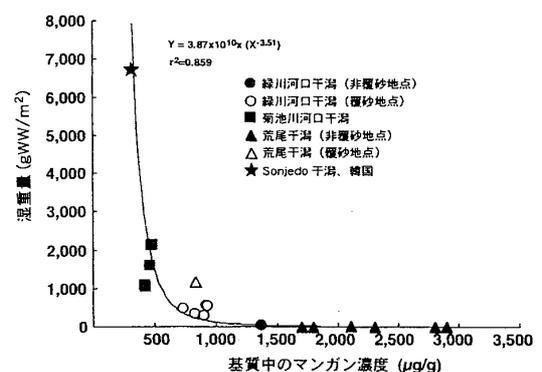


Fig. 4 干潟の基質のマンガン濃度と棲息するアサリの生物量の関係<sup>5)</sup>

## 有明海及び八代海に係る大学等による調査研究に関する文献シート

No.	H18 -3	タイトル	「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」の成果から	
著者	中田英昭(長崎大学水産学部)			
キーワード	物理環境、海底堆積環境、プランクトン生産、底棲生物生産、海藻類植生、ノリ生産、漁業資源生物生産、魚類内分泌生理			
出典	第14回沿環連ジョイントシンポジウム 有明海再生をめざして 要旨集 PAGE.19-26		発行年	2005

### <目的>

有明海における近年の魚介類漁獲量の激減や大規模な赤潮発生による養殖ノリの生産量の著しい低下の原因を探るため、有明海をひとつの物質循環システムとして包括的に捉え、その変化過程の全体像を体系的に明らかにすることを目的とした。

### <結果>

#### (1) 環境と生物生産の中長期的な変化

・有明海の富栄養化は 1960年代後半から1970年代に急速に進行し、その要因の1つは有明海奥部の干拓による流速減少である可能性が高いことが推定された。1990年代にはさらに濁りの減少や諫早湾付近の環境変化が赤潮発生を助長したものと考えられる。

・有明海の魚類漁獲量の多くは底棲の魚類であり、その減少傾向は海底付近の生息環境の悪化を示唆している。減少要因としては、生息場の破壊や減少に加え、有明海中央部の産卵場から幼稚魚の成育場となる湾奥部への移動経路の環境変化の影響も考えられる。

#### (2) 潮汐および季節終期の環境と生物生産の変化

・小潮期に有明海中央部の塩分躍層の直上でクロロフィルaの極大が出現するなど大潮期と異なる分布構造を示した。クロロフィルaのレベルは基本的に河川流入量により規定されるが、河川の影響が少ない中央部では躍層以深からの栄養塩供給の影響が相対的に大きくなるため、濁りが減少し鉛直成層が強化される小潮期に躍層直上でクロロフィルaの極大が形成されたと考えられる。

・仔魚の初期餌料として重要なカイアシ類幼生の密度は湾奥表層で高く、特に梅雨明け(7月)の小潮期にクロロフィルaの急増に対応して高密度となった。夏季の有明海中央部から奥部は仔魚の餌環境として重要な役割を果たしているといえる。

#### (3) 二枚貝の減少に関与する生物種間の相互作用

・スナモグリ類とアサリの生息密度が逆相関すること、二枚貝の食物もしくは稚貝がスナモグリの巣にトラップされる可能性が指摘されている。炭素・窒素安定同位対比の分析により主要二枚貝を含む干潟動物が海洋起源の植物プランクトンを栄養源とし、底棲微細藻類の寄与は相対的に低

有明海及び八代海に係る大学等による調査研究に関する文献シート  
いことを明らかにした。植物プランクトンを巡る競合関係が二枚貝とスナモグリやアナジャコが  
排他的に分布することの一因と示唆される。

- ・トビエイ類、特にナルトビエイは二枚貝をほぼ専食しており、最近の二枚貝漁獲量の減少要因の  
一つとして考えられる。
- ・また、二枚貝の斃死が出水による塩分低下や浮泥堆積に影響を受けていることを指摘した。

#### (4) 環境ホルモン物質の生物影響

- ・大牟田川河口で採捕したトビハゼの血中から高濃度のビテロジェニンが検出された。この海域の  
底泥を用いてトビハゼを飼育したところ、その濃度は200倍に増加した。河口干潟域の底泥に  
環境ホルモン汚染が進行していることを示している。