

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.	H16 -1	タイトル	GIS と海色衛星の赤潮モニタリングへの応用
著者	TAN C N,石坂丞二(長崎大 水産)		
キーワード	GIS,赤潮、モニタリング、海色リモートセンシング		
出典	月刊海洋 VOL. 36 NO. 5; PAGE. 376-379	発行年	2004

<目的>

有明海を例に、赤潮の空間特性を GIS で解析し、赤潮モニタリングへの海色衛星データの応用について示した。

<結果>

- ・ 2002 年の西海区水産研究所による赤潮報告に基づき有明海の赤潮の頻度分布を求めると、ほとんどの赤潮が佐賀、福岡、熊本の水深 10m 以浅の養殖海域で報告されている。赤潮分布を養殖海域と重ね合わせることで養殖への影響を推測し対策を検討することが可能となるかもしれない(図 3)。
- ・ 有明海の主な赤潮生物は珪藻類であるが、主要赤潮生物の空間解析とそれらの生物学的な特徴の解析により、それぞれの種類の関係を研究することが可能となるかもしれない(図 6)。
- ・ GIS の空間機能は赤潮データの空間次元解析の有効性を示し、赤潮の対策を効率的で正確に行うことを助けることができる。さらに、有明海への応用には海色リモートセンシングのクロロフィルアルゴリズムの向上が不可欠である。

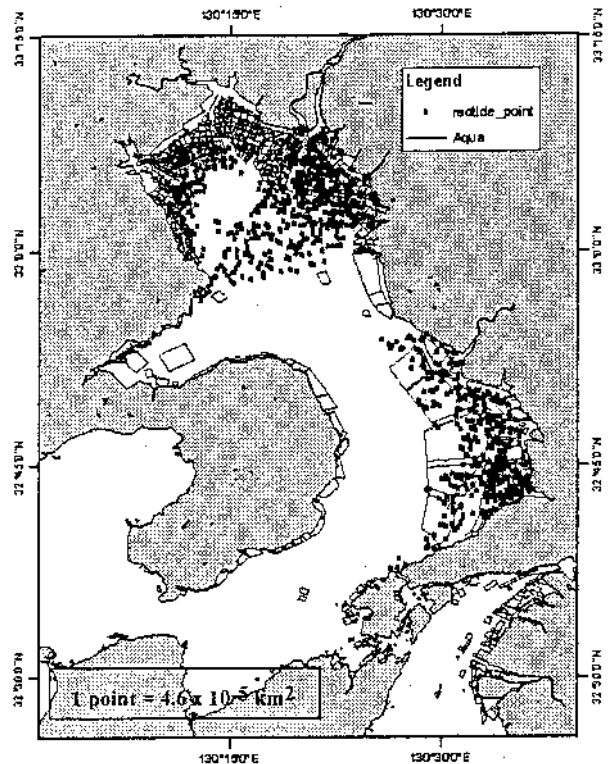


図 3 赤潮分布と養殖海域.

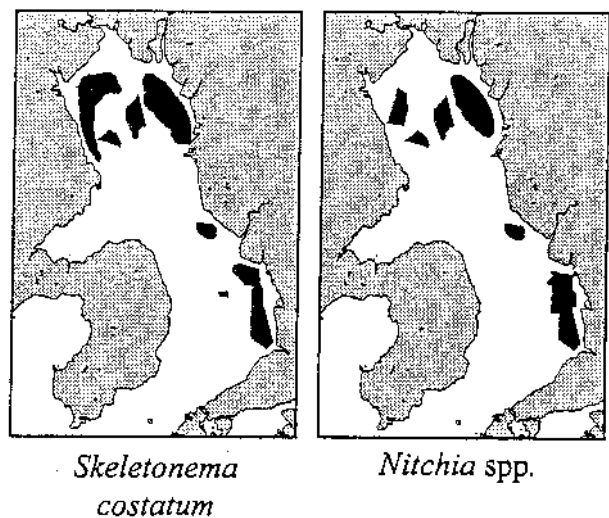


図 6 主な赤潮種の空間分布.

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

No.	H16 -3	タイトル	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	
著者	阿部淳(九大 大学院総合理工学府),松永信博(九大 大学院総合理工学研究院),児玉真史(中央水産研),徳永貴久(九大 大学院総合理工学研究科),安田秀一(水産大)			
キーワード	高濁度層、貧酸素水塊、酸素消費速度			
出典	海岸工学論文集 VOL.50,pp966-970		発行年	2003

<目的>

有明海西部海域(図-1)において、高濁度層の形成と貧酸素水塊の形成に関する知見を得るため、25 時間連続定点観測を行った。

<結果>

・現地観測の結果より、当該海域では上げ潮最強時および下げ潮最強時の時間帯において海底上約 5m まで高濁度層が形成された。この高濁度層は、満潮時では海底のごく近傍に限られるが、干潮時では全水深にわたって一様化する傾向があることがわかった(図-3)。

・海底面付近の濁度と DO 濃度との間には負の相関関係が存在することから、海底面上の有機物が巻き上げによって海水中の DO を消費する可能性が確かめられた。

・高濁度層の形成について、風速 5m 程度の北風が生じると水表面下 5m までの吹送流が影響し、水平流速の速度勾配と濁度の濃度勾配の高さが一致し、鉛直シアーにより、SS が上方へ輸送される(図-5)。

・高濁度層の形成過程は上げ潮時と下げ潮時では異なり、上げ潮時には底泥の巻き上げにより形成されるが、下げ潮時には堆積物の再懸濁だけでなく、湾奥部で再懸濁した SS が移流により輸送されて形成されると推察される。

・酸素消費実験の結果より、底層 5m 内の SS の酸素消費速度は $1.01 \sim 2.53 \text{g/m}^3/\text{day}$ 、水柱 5m 以内の底泥の酸素消費速度 $0.19 \text{g/m}^3/\text{day}$ と比較して 5~13 倍の値を取り、SS が海域の貧酸素化に大きく寄与している可能性がある。

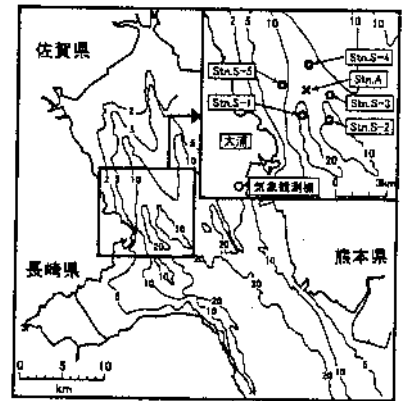


図-1 調査および観測地点

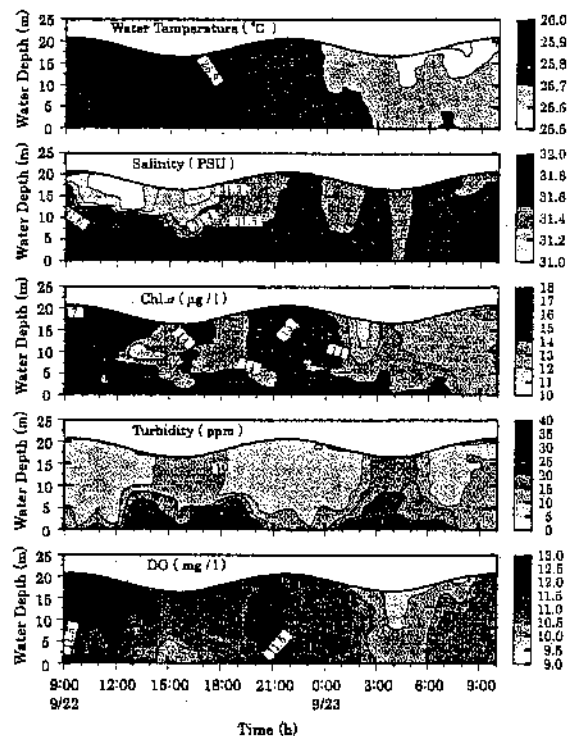
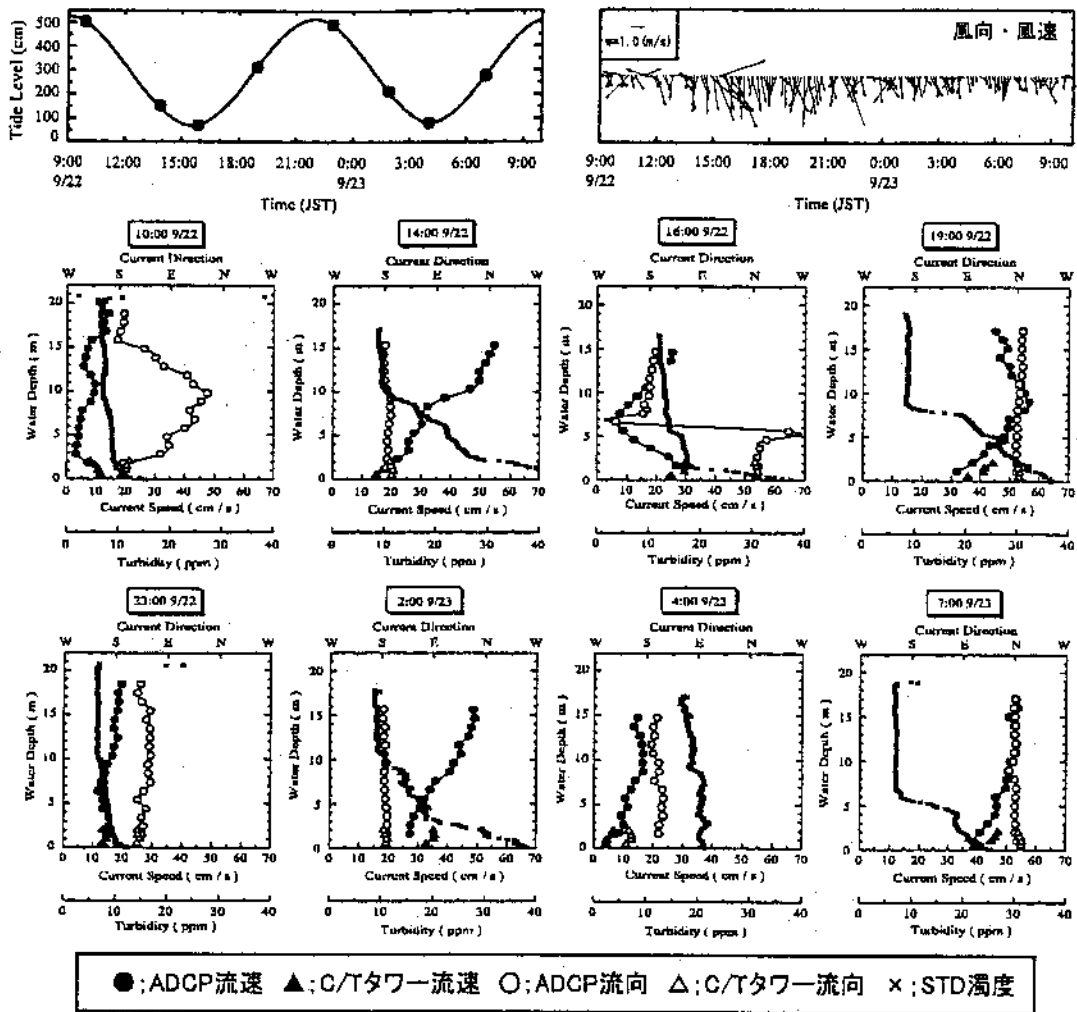


図-3 水温、塩分、Chl. a、濁度および DO 濃度の鉛直分布時系列

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



図一五 佐賀県竹崎島における潮位変動，風向・風速の時系列および水平流速と濁度の鉛直分布

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

No.	H16 -5	タイトル	2002年夏季における有明海の水質動態解明
著者	関根章雄, 鯉淵幸生, 有田正光, 磯部 雅彦		
キーワード	有明海, 諫早湾, 赤潮, 貧酸素水塊, 栄養塩		
出典	土木学会年次学術講演会講演概要集第2部 VOL.58, pp595-596	発行年	2003

<目的>

有明海における赤潮発生機構や貧酸素化など一連の水質動態を明らかにすることを目的に、多項目水質の長期連続観測を実施した。

<結果>

・諫早湾における2002年の水質と気象の時系列より、クロロフィルaは7月4日及び25日前後に大きく2回増加し、ともに数日前に降雨量が増加していることから、有明海に流入する河川水が諫早湾へ侵入するとともに栄養塩が供給され、クロロフィルaの増加につながったと考えられる(図1,2)。

・クロロフィルaの増加から数日遅れて溶存酸素濃度が減少しており、特に7月5日の貧酸素化は、死滅し沈降した植物プランクトンの分解に伴って酸素が消費されたことが原因と考えられる(図2)。

・8月5日には植物プランクトンの増殖が少ないにもかかわらず貧酸素化が生じているが、これはエクマン輸送で表層水が湾の東岸に吹き寄せられ、補償流として海底で西岸向きの流れが生じた際に、有明海中央付近の貧酸素水塊が諫早沖に移動したためと考えられる(図4)。

・以上のように、赤潮の発生には降雨後の河川水に含まれる栄養塩の供給が大きな意味を持っていることが明らかとなり、貧酸素水塊の形成には赤潮の発生と風による湾内流動との2つの要因があることが確認された。

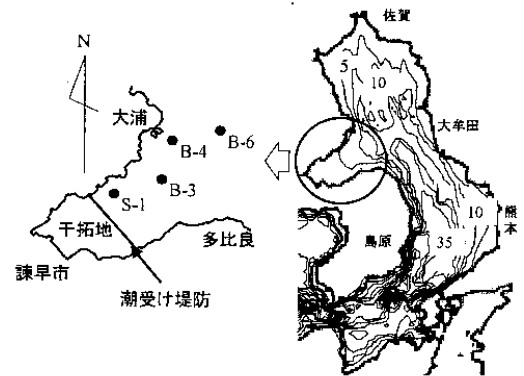


図1. 現地観測地点

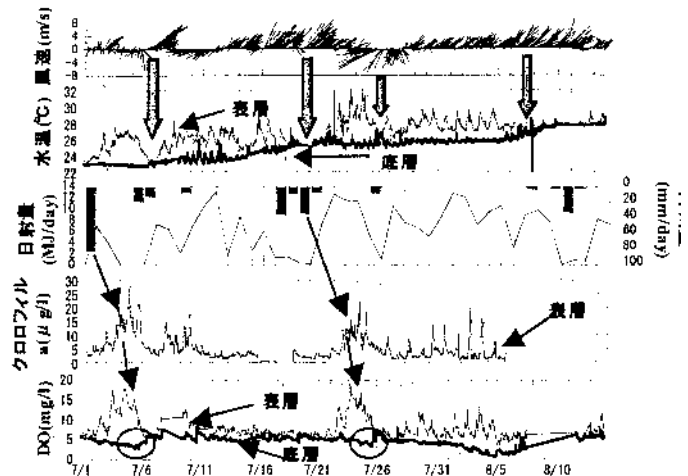


図2. 2002年のB-6観測地点における風速ベクトル, 日射・降雨量, 水温, クロロフィルa濃度, DOの時系列



図4. 風による貧酸素水塊流入の地点比較(DO分布:mg/l)

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

200No.	H16 -6	タイトル	有明海における水質変動の支配要因
著者	鯉淵幸生,磯部雅彦(東大 大学院新領域創成科学研究科),佐々木淳(横浜国大 大学院工学研究院),有田正光(東京電機大)		
キーワード	水質変動、長期連続観測、赤潮、貧酸素化		
出典	海岸工学論文集 VOL. 50 NO. 2; PAGE. 971-975	発行年	2003

<目的>

有明海において多項目水質の長期連続観測を実施し、過去2年間に発生した赤潮や貧酸素化の過程を把握して、水質変動の支配要因を明らかにした。

<結果>

・諫早湾内 (図-1)の2002年夏季の観測では、2期間においてクロロフィル a の増殖がみられ、

その数日前に比較的大きな降雨が観測された。同時期の無機態窒素濃度は降雨から数日後の限られた期間にのみ定量されたが、リンは窒素に比べ高濃度であったことから、通常、諫早湾内では窒素により植物プランクトンの増殖が制限され、降雨等によって窒素が供給されて十分な日射が得られた場合に植物プランクトンの増殖が行われると考えられる(図-2)。

・海底の溶存酸素濃度はクロロフィル a の増加から数日遅れて減少しており、増殖した植物プランクトンが沈降し、海底で酸化分解される際に酸素が消費されたと考えられる。一方、植物プランクトンの増殖があるにもかかわらず貧酸素化には至らなかった時期は、大潮期で潮流が大きかったことが貧酸素水塊の形成を抑制した一因と考えられる。また、植物プランクトンの増加がみられないにもかかわらず貧酸素化した時期は、南西風の長期間連吹の影響で有明海中央の湊筋付近に形成された貧酸素水塊が諫早湾内に流入したものと考えられる(図-2)。

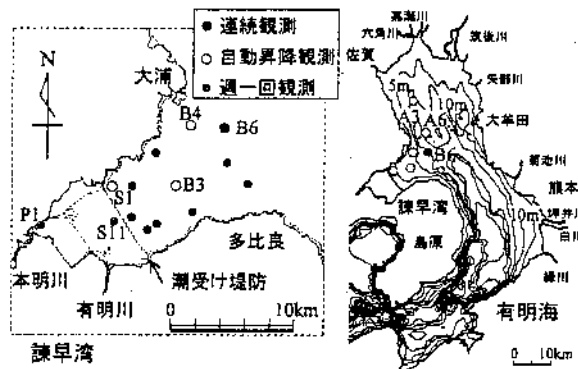


図-1 現地観測地点

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

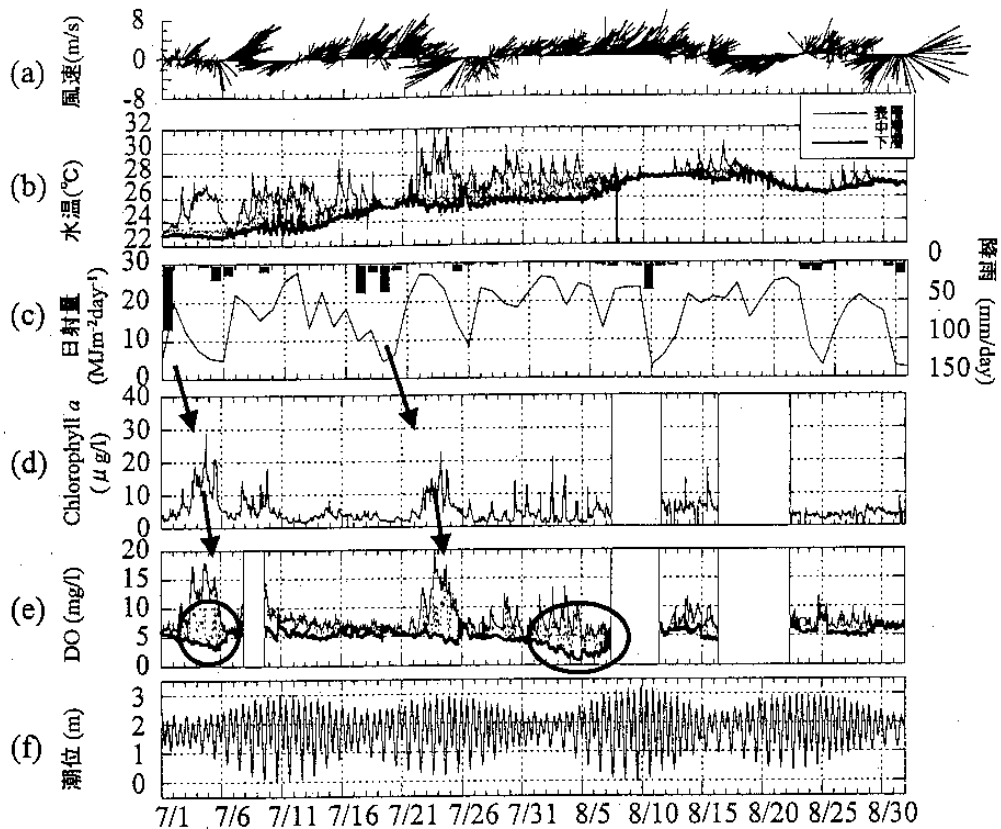


図-2 2002年の夏季の佐賀気象台における風速ベクトル(a), 水温(b), 佐賀気象台における日射量, 降水量(c), クロロフィル a 濃度(d), DOの時系列(e), 口之津における潮位(f)の時系列

・諫早湾内の 淡水総量は約 3 億 m^3 と推定され、排水量の 5 倍程度となる。また、窒素についても同様に、排水量のおおよそ 6 倍程度が湾外から淡水流入によって供給されると推定される。これより、諫早湾の栄養塩の約 85% が筑後川をはじめとする有明海流入河川から供給され、残り 15% が調整池からの排水によると推定された (図-11)。

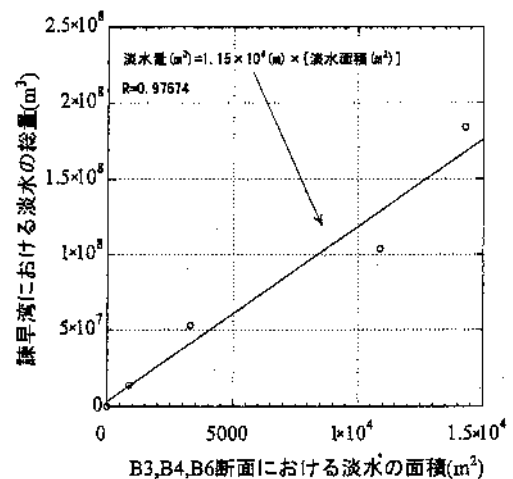


図-11 B 3, B 4, B 6 断面における淡水量と諫早湾全体の淡水量の関係

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.	H16 -14	タイトル	水質の長期変動に基づく有明海におけるノリおよび珪藻プランクトンの増殖制限元素の解明	
著者	川口修,山本民次,松田治,橋本俊也(広大院生物圏科学)			
キーワード	ノリ、珪藻、水質の長期変動、制限元素			
出典	海の研究 VOL. 13 NO. 2; PAGE. 173-183	発行年	2004	

<目的>

有明海における水質の長期変動から、ノリおよび珪藻の増殖制限元素を究明した。

<結果>

- ・佐賀県、福岡県、熊本県の浅海定線調査データを用いた漁期間中(10月~2月)における各県のDIN、DIP、DSi濃度の経月変化をみると、窒素はノリ漁期のDIN濃度が各県ともノリの増殖制限濃度(7.8~26.2 μg-at/L)を下回っている。リンに関するノリの増殖制限濃度は不明であるが、ノリのN/P比が漁期海水中のDIN/DIP比より大きいことから、窒素制限である可能性が高い(Table1, Fig5)。
- ・珪藻の増殖制限元素について、窒素・リンは珪藻の増殖制限濃度及びレッドフィールド比より、有明海北部では主にリン、南部では窒素であると考えられた。ケイ素は漁期のケイ酸塩濃度の月平均値が20.6~70.2 μg-at/Lで増殖制限濃度0.84~2.6 μg-at/Lより一桁高く、有明海では珪藻の増殖を制限することはない(Table1, Fig5)。
- ・1997年の諫早湾の締め切り以降、有明海全域で統計的に有意な溶存態無機窒素(DIN)の減少がみられ、ノリに対する窒素制限がより深刻であることが示唆された。

Table 1. Surface seawater quality in Ariake Bay. Averages with standard deviation and the range in brackets. n denotes the sample number. Data for the Saga region were collected at 10 stations from April 1972 to December 2000, except DSi from May 1981 to December 2000; those for the Fukuoka region were collected at 18 stations from April 1965 to December 2000; and those for the Kumamoto region were collected at 22 stations from April 1974 to December 2000, except DIN and DIP from April 1987 to December 2000. All data, except nutrient data in the Kumamoto area, were from the sea surface. Nutrient data in Kumamoto area were from 5 m depth.

	temperature	salinity	DIN	DIP	DSi	DIN/DIP	DSi/DIP	DIN/DSi
Saga	18.4 ± 6.5 (6.6 - 29.7)	28.5 ± 4.3 (6.7 - 32.4)	9.0 ± 10.3 (0.2 - 63.1)	0.65 ± 0.54 (0.02 - 3.32)	53.9 ± 38.5 (1.4 - 244.1)	23.5 ± 48.2 (0.5 - 503.5)	176 ± 508 (15 - 5490)	0.18 ± 0.14 (0.01 - 1.22)
Fukuoka	18.3 ± 6.4 (6.2 - 29.5)	28.9 ± 3.4 (9.8 - 33.6)	13.7 ± 9.7 (0.9 - 98.5)	0.76 ± 0.43 (0.02 - 2.04)	63.2 ± 28.0 (3.8 - 180.2)	26.6 ± 61.4 (3.3 - 1047.9)	135 ± 275 (7 - 4449)	0.23 ± 0.15 (0.03 - 2.41)
Kumamoto	18.8 ± 5.2 (8.9 - 28.4)	32.0 ± 1.3 (24.4 - 34.1)	4.5 ± 3.2 (0.6 - 18.4)	0.33 ± 0.20 (0.02 - 0.94)	- -	18.3 ± 17.5 (2.0 - 136.8)	- -	- -

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

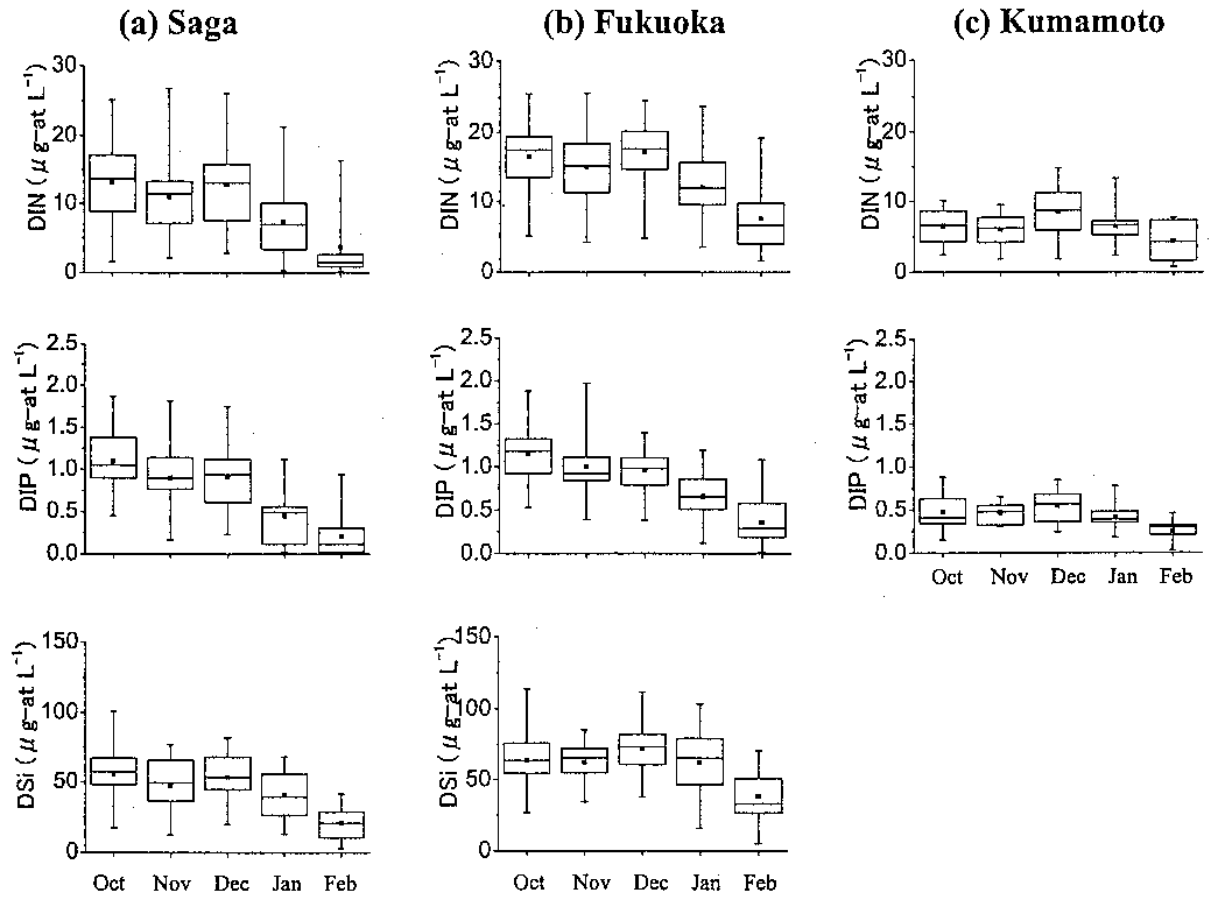


Fig. 5. Monthly variations in nutrient concentrations in Ariake Bay during the Nori harvesting period (October–February). (a) Saga (data from 1972 to 2000), (b) Fukuoka (data from 1965 to 2000), and (c) Kumamoto (data from 1974 to 2000). Error bars represent maximum and minimum values. Boxes represent the range between 25% and 75% and the line separating the box represents 50% value. Dots represent the mean value.

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.	H16 -17	タイトル	有明海奥部海域における近年の貧酸素水塊および赤潮発生と海洋構造の関係
著者	堤裕昭,岡村絵美子,小川満代(熊本県大 環境共生),高橋徹(みなまた環境テクノセ),山口一岩,門谷茂(北大 大学院水産科学研究科),小橋乃子,安達貴浩,小松利光(九大 大学院工学研究院)		
キーワード	赤潮、貧酸素水塊		
出典	海の研究 VOL. 12 NO. 3; PAGE. 291-305	発行年	2004

< 目的 >

有明海奥部海域(Fig1)において、近年夏季に発生する底層水の貧酸素化現象及び頻発する赤潮の発生メカニズムを解明するため、水質調査を行った。

< 結果 >

・ 2001年8月~2002年2月の月1回の調査で、8月上旬に底層で貧酸素水塊が、11月に珪藻赤潮がともに大雨の後に発生した。

・夏季の貧酸素水塊の発生過程は、梅雨期の大雨による大量の淡水が流入し、表層の低塩分化和夏季の気温上昇に伴う成層構造の発達により、底層が貧酸素化したと考えられる。(Fig3,4)。

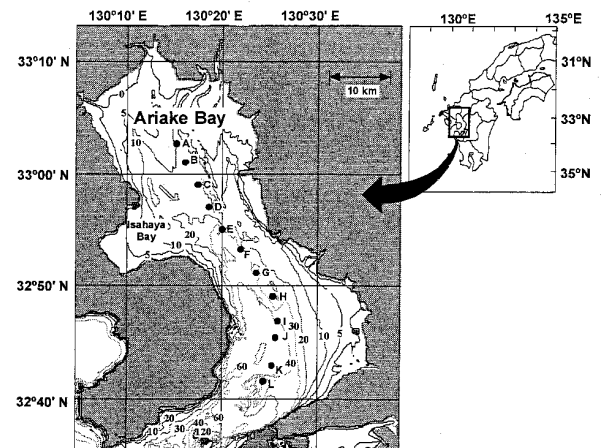


Fig. 1. Study areas and sampling stations.

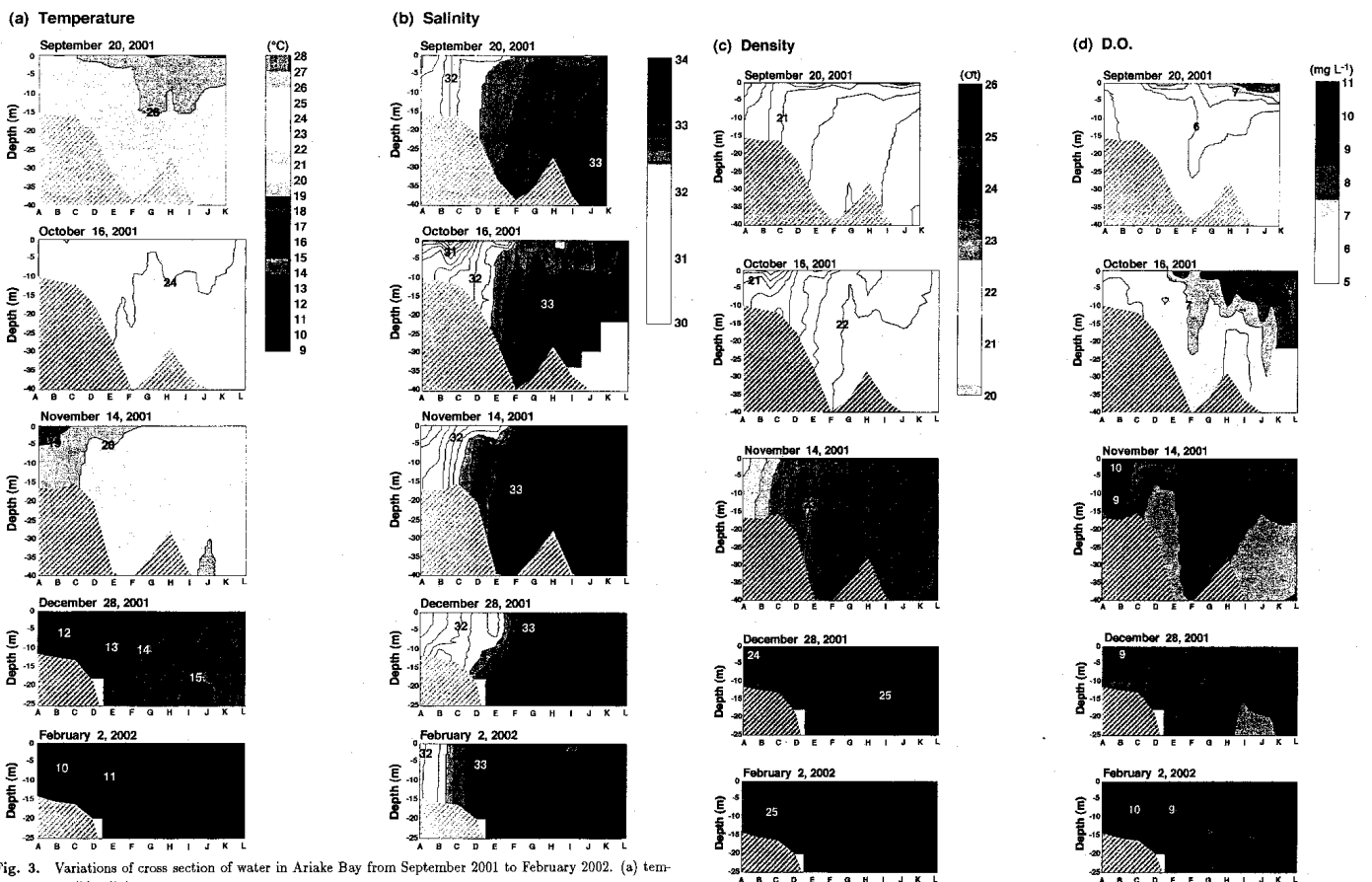


Fig. 3. Variations of cross section of water in Ariake Bay from September 2001 to February 2002. (a) temperature, (b) salinity.

Fig. 4. Variations of cross section of water in Ariake Bay from September 2001 to February 2002. (c) density, (d) DO

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

- ・ 秋季の珪藻赤潮は、上記と同様に、秋季の大雨による大量の淡水の流入とともに大量の栄養塩が流入し、低塩分で高栄養塩濃度の表層水が形成され赤潮が発生したと考えられる(Fig5)。
- ・ 佐賀県の有明海で報告された最大面積 50k m²以上の赤潮について、赤潮発生指数（最大面積 × 継続日数）と発生から 30 日前までの降水量との関係を調べた結果、1998 年以降、秋季の赤潮はそれ以前の降水量から想定される赤潮よりも大規模化する傾向が認められる(Fig10)。有明海奥部海域では、塩分や水温による成層構造が発達した時に、海水交換が大きく変化して水が滞留しやすくなることで赤潮が発生している可能性が指摘される。

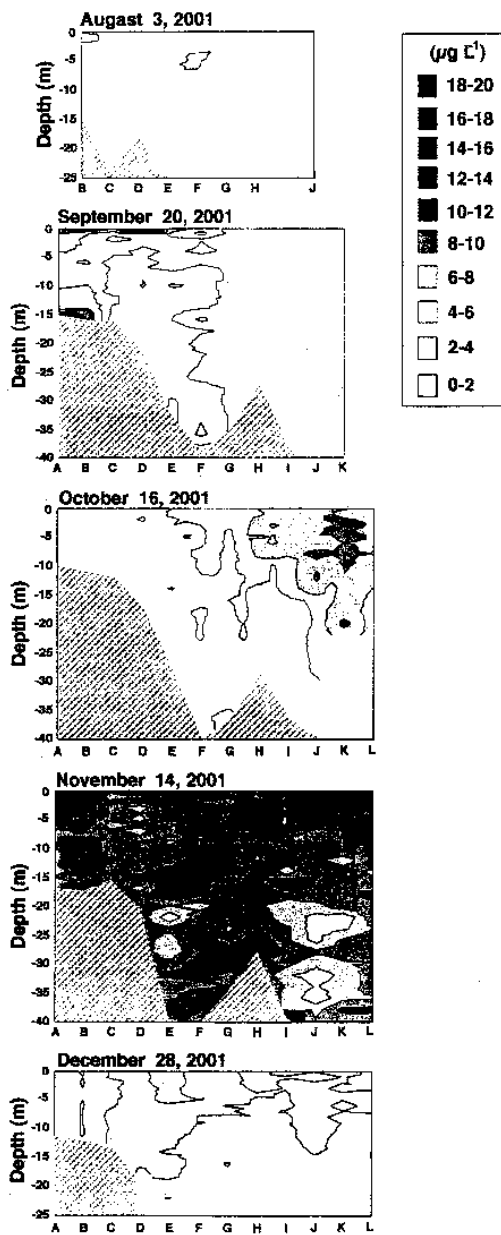


Fig. 5. Variations of cross section of chlorophyll a in the water in Ariake Bay from August to December, 2001.

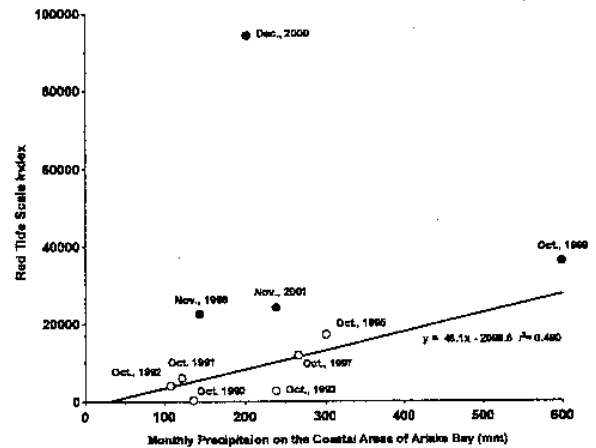


Fig. 10. The relationship between mean precipitation within thirty days before red tide blooming at four different places in the coast of the innermost areas of Ariake Bay and red tide scale index.