

有明海再生に関する研究助成

成果報告書

**有明海海水中の超微量金属元素の濃度の
変化がもたらす
プランクトン発生とノリの生育に及ぼす影響**

平成18年度

佐賀大学理工学部

田端正明

1. 緒言

1-1 有明海について

有明海 (Fig.1) は九州西部の佐賀、長崎、福岡、熊本の四県に囲まれた南北96キロメートル、幅は平均18キロメートルの北から南に向かって大きく入り込んだ内湾である。その総面積は約1700km²である。この有明海には約1万年の間に、阿蘇・久住山系からの火山灰質の土砂や、背振・天山山系の花崗岩質砕せつ物が筑後川、本明川、六角川、嘉瀬川、矢部川、菊池川、白川、緑川の河川により有明海へ運ばれてきた懸濁粒子が堆積して形成された厚さ15~20mの堆積物が存在する。このため有明海の平均水深は約20mと非常に浅い。それに加えて、干満の差が最大で6mと非常に大きく、潮流が速いために干潮時には国内の総干潟面積の約42%にあたる263km²もの広大な干潟(海岸線から最大6km)が出現する。そして、この干潟をつくる堆積物を、古くから「有明粘土(潟土)」といい、軟弱な泥層(泥質干潟)で出来ている。また、干潟の成長は河川からの流出土砂や浮泥量、潮汐作用、潮流の営力、あるいは干拓の作用の影響によるものであり、菊地利夫氏の研究(1959年)によると筑後川右岸域の成長量は、100年に1km、年平均10.9mの前進、7cmの上昇と報告されている。

有明海にはムツゴロウやワラスボ、オオシャミセンガイなど、日本ではここにしか生息しない特産種をはじめ、シオマネキやハイガイ、シチメンソウといった、かつて日本各地の海岸で普通に見られ、近年、絶滅が心配されている多数の生物が今も息づいている。また、北極圏で繁殖し、遠くはニュージーランドやオーストラリアまで越冬のため旅をするシギやチドリといった渡り鳥にとっても、欠かすことの出来ない大切な休憩場所として日本で最大の渡来地となっている。これらの渡り鳥も世界的な干潟の減少と干潟生物の減少や水質の汚染といった環境の劣化から、その数が減少し、中には絶滅の危機に瀕している

ものもある。

近年、筑後川河口堰の建設、諫早湾の締め切りにより、有明海の環境は大きく変化している。河口堰の建設は有明粘土の堆積量の減少、ムツゴロウが巣穴を掘ることが出来なくなるなど干潟の厚さを薄くしており、諫早湾の締め切りは海流の変化を引き起こしている。これらによる有明海の漁業や干潟の生物への影響が懸念されている。



図1 有明海

1-2 研究の目的

1989年以降、夏季に有害プランクトンであるシャトネラの赤潮が発生し、魚介類の斃死など、漁業に大きな被害を与えている。環境省により、このシャネトラ増殖の機構として、底泥から溶出した鉄の供給が促進していると報告されている。(2006年)特に底層では、貧酸素化すると鉄が溶出しやすいと言われているが、これまで有明海において海水中的鉄の分布を連続的に測定した例はなく、上記の説は検証されていない。

本研究では、夏季の有明海湾奥部における鉄の分布の変動を明らかにすることを目的とした。

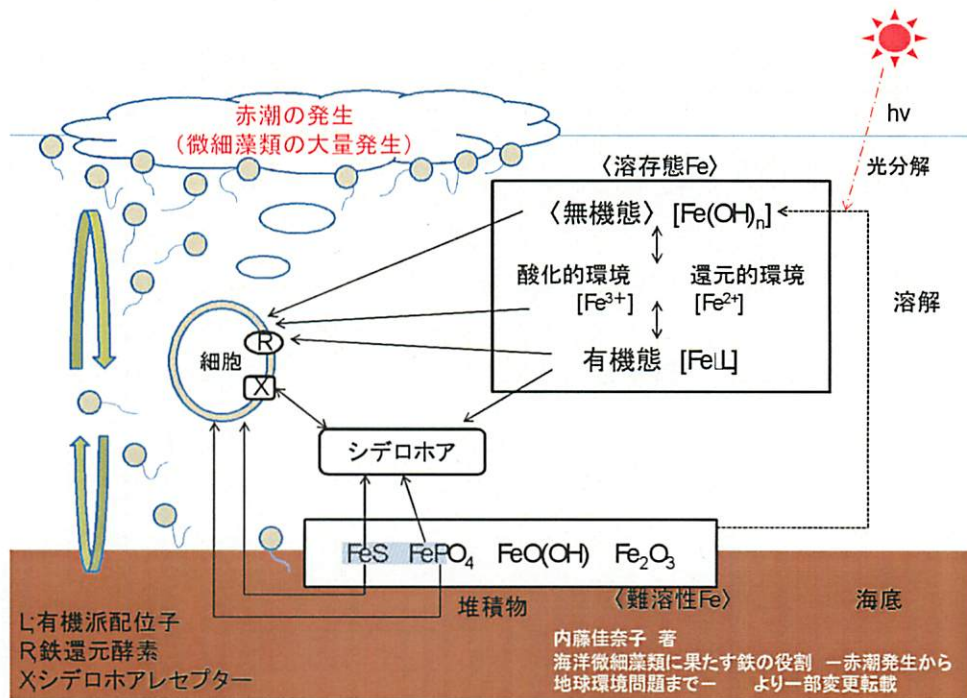


図2 海水中的鉄の取り込みと赤潮発生メカニズム

2. 試料および採取地点

昨年度までの研究で、有明海西部の塩田川沖水道上のラインで鉄の濃度が高いことがわかっている。そのため、本研究では塩田川沖水道に沿った7地点(A01で深度を変えて(2層~5層)サンプリングを行った。

採水は6月27日、7月3日、7月13日、7月20日、7月23日、7月26日、7月30日、8月5日、8月8日、8月25日の計10日間行い、満潮を挟んで3時間以内に終わるように心がけた。

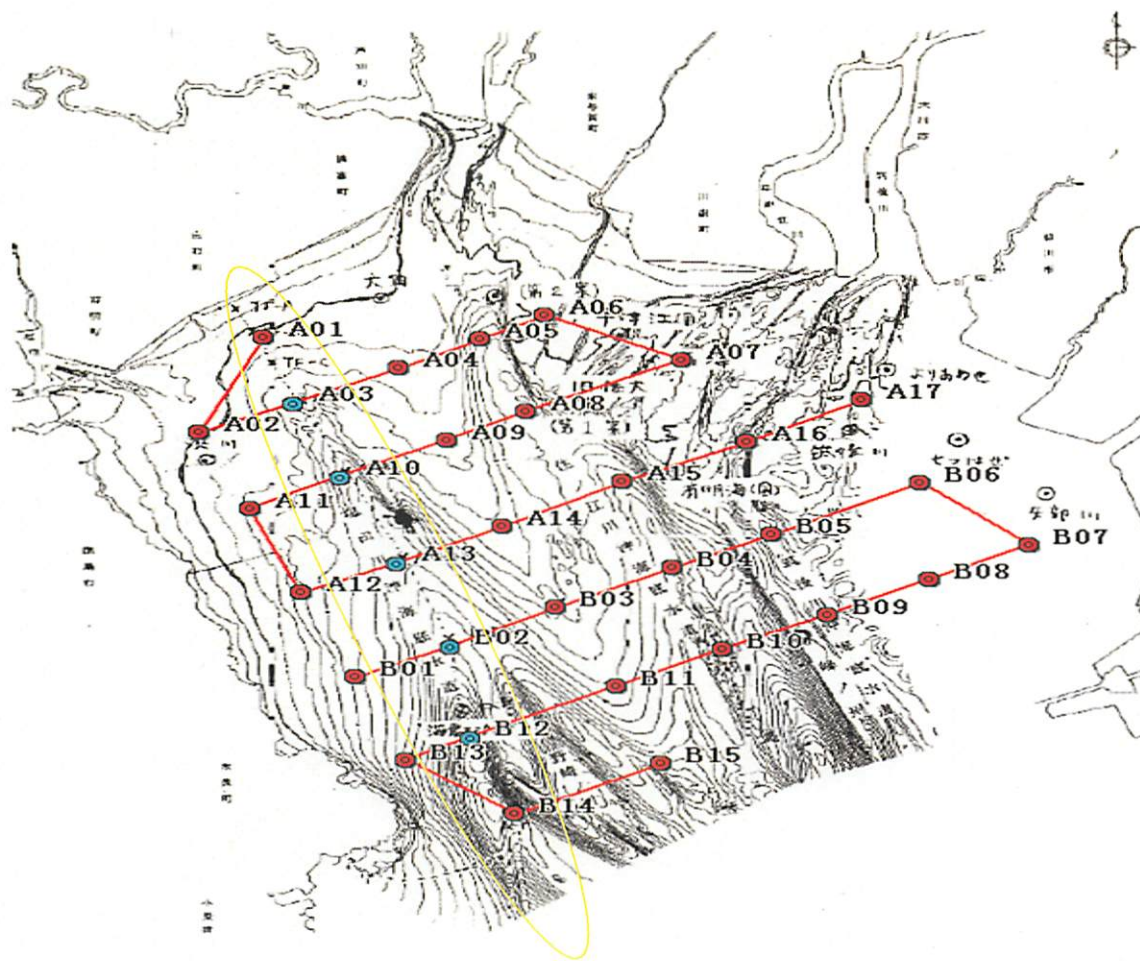


図3 採水地点

St.	北緯	東経	St.	北緯	東経
A01	33° 07' 19.6"	130° 11' 29.4"	B1	33° 00' 51.1"	130° 12' 53.7"
A02	33° 05' 30.4"	130° 10' 29.3"	B2	33° 01' 27.4"	130° 14' 22.6"
A03	33° 06' 04.9"	130° 11' 57.1"	B3	33° 02' 11.1"	130° 16' 03.3"
A04	33° 06' 44.4"	130° 13' 33.7"	B4	33° 02' 56.4"	130° 17' 52.8"
A05	33° 07' 17.7"	130° 14' 51.9"	B5	33° 03' 34.2"	130° 19' 25.0"
A06	33° 07' 44.8"	130° 15' 51.1"	B6	33° 04' 33.1"	130° 21' 42.5"
A07	33° 06' 53.5"	130° 17' 59.8"	B7	33° 03' 22.1"	130° 23' 21.6"
A08	33° 05' 54.6"	130° 15' 33.7"	B8	33° 02' 42.8"	130° 21' 49.4"
A09	33° 05' 21.4"	130° 14' 20.6"	B9	33° 02' 02.1"	130° 20' 15.5"
A10	33° 04' 40.2"	130° 12' 40.7"	B10	33° 01' 22.8"	130° 18' 38.1"
A11	33° 04' 02.9"	130° 11' 16.2"	B11	33° 00' 40.5"	130° 16' 58.9"
A12	33° 02' 27.7"	130° 12' 04.9"	B12	32° 59' 43.1"	130° 14' 41.5"
A13	33° 03' 02.9"	130° 13' 32.0"	B13	32° 59' 16.0"	130° 13' 42.3"
A14	33° 03' 43.2"	130° 15' 11.1"	B14	32° 58' 15.2"	130° 15' 25.0"
A15	33° 40' 34.6"	130° 17' 05.9"	B15	32° 59' 12.4"	130° 17' 41.4"
A16	33° 05' 19.9"	130° 19' 00.7"			
A17	33° 06' 08.2"	130° 20' 46.8"			

表 1 採水地点

A01	表層から 1m、底層から 1m
A03	表層から 1m、4m 底層から 1m
A10	表層から 1m、5m、底層から 1m
A13	表層から 1m、5m、10m、底層から 1m
B02	表層から 1m、5m、10m、底層から 1m
B12	表層から 1m、5m、10m、15m、底層から 1m
B14	表層から 1m、5m、10m、15m、底層から 1m

表 2 採水項目

3. 実験

3-1 実験操作

サンプルは採水後、0.45 μm メンブランフィルタでろ過した 3mol/dm^3 塩酸 1ml を添加し、溶存態サンプルとした。その各々のサンプルを GFAAS (グラファイトファーネス) を用いて測定を行った。

また、GFAAS で鉄を測定する際に塩化物イオンによる妨害がかんがえられたため、硝酸銀溶液による滴定から塩化物イオンの定量も行った。

3-2 試薬および実験装置

- ・ 有害金属分析用 (和光純薬工業製) 塩酸
- ・ 超微量分析用 (和光純薬工業製) 硝酸
- ・ 原子吸光分析用鉄標準溶液 (和光純薬工業製 1000mg/l)

- ・ 偏光ゼーマン原子吸光光度計 (GFAAS)

Hitachi High-Technologies 社 Z - 2000

4. 結果および考察

4-1 降水量

調査期間中の白石町の降水量を図4に示した。6月末から7初めにかけてまとまった降水量があり、7月半ば過ぎにはまたまとまった雨となっている。梅雨明けが7月末で例年に比べて遅く、8月18日には台風10号が通過している。

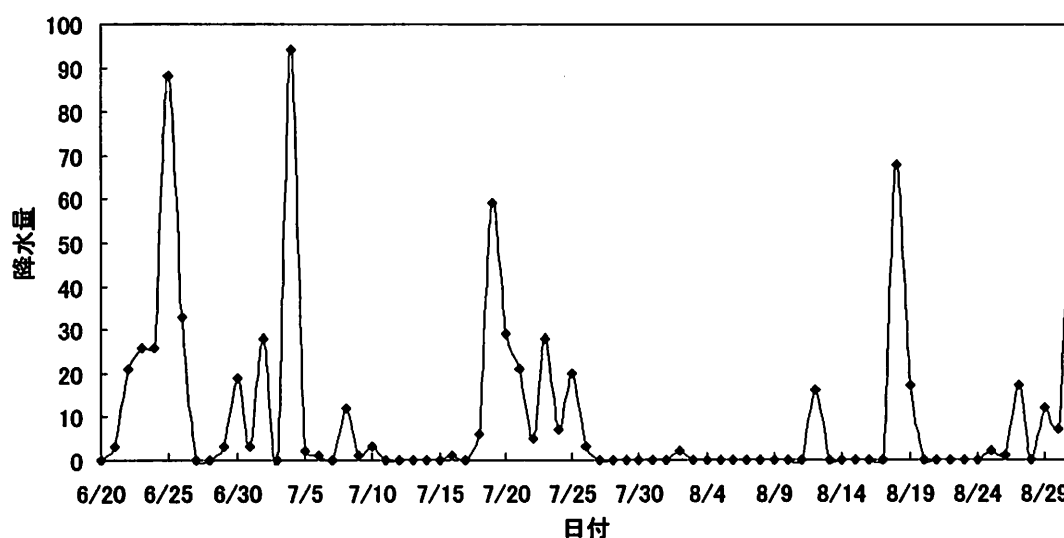


図4 調査期間の降水量

4-2 溶存鉄濃度

溶存鉄濃度を深度別に表にまとめたものを表3～表7に示した。さらに深度別に溶存鉄の濃度分布を図5～図9に示す。溶存鉄濃度は1ppb以下から30.6ppbの範囲で、6月27日と7月23日に目立って溶存鉄濃度が濃くなっているが、数日後には10ppb以下に下がっていた。また、表層～底層において溶存鉄濃度の時間変化のパターンは同じであり、溶存鉄濃度は深度に影響を受けなかったと考えられる。

	A01	A03	A10	A13	B02	B12	B14
2006.06.27	30.58	7.07	5.42	4.37	3.67	1.35	1.26
2006.07.03	10	9.13	7.3	6.19	2.31	<1.00	3.9
2006.07.13	2.69	1.88	1.29	<1.00	<1.00	1.11	<1.00
2006.07.20	12.19	4.22	2.02	<1.00	<1.00	1.52	<1.00
2006.07.23	11.42	18.42	8.79	10.11	6.52	3.12	3.06
2006.07.26	4.64	5.16	2.03	2.28	<1.00	6.35	3.68
2006.07.30	3.23	4.86	1.13	1.22	<1.00	1.21	<1.00
2006.08.05	7.14	3.49	2.3	4.54	4.38	<1.00	<1.00
2006.08.08	2.91	1.84	<1.00	1.1	<1.00	2.31	<1.00
2006.08.25	1	<1.00	<1.00	<1.00	1.89	4.33	6.31

表 3 表層から 1m の溶存鉄濃度

	A03	A10	A13	B02	B12	B14
2006.06.27	9.80	4.57	2.88	0.71	4.76	5.20
2006.07.03	5.87	3.28	2.05	2.34	<1.00	<1.00
2006.07.13	1.61	<1.00	<1.00	1.81	<1.00	<1.00
2006.07.20	3.34	<1.00	<1.00	1.9	<1.00	<1.00
2006.07.23	14.74	4.75	3.8	<1.00	5.87	1.19
2006.07.26	6.96	4.86	1.33	<1.00	3.27	<1.00
2006.07.30	2.8	2.45	<1.00	<1.00	2.24	5.57
2006.08.05	2.88	1.38	4.52	<1.00	2.76	<1.00
2006.08.08	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00
2006.08.25	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	3.3	4.17

表 4 表層から 5(4)m の溶存鉄濃度

	A13	B02	B12	B14
2006.06.27	1.3338	0.4889	1.0234	9.5511
2006.07.03	5.71	<1.00	6.62	<1.00
2006.07.13	1.42	<1.00	<1.00	<1.00
2006.07.20	1	<1.00	<1.00	1.24
2006.07.23	1.87	2.19	2.27	<1.00
2006.07.26	1.23	<1.00	4.35	<1.00
2006.07.30	<1.00	<1.00	7.76	<1.00
2006.08.05	4.68	<1.00	<1.00	<1.00
2006.08.08	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00
2006.08.25	<1.00	<1.00	3.9	5.22

表 5 表層から 10m の溶存鉄濃度

	B12	B14
2006.06.27	0.7967	3.1874
2006.07.03	3.35	<1.00
2006.07.13	<1.00	4.57
2006.07.20	<1.00	<1.00
2006.07.23	<1.00	1.37
2006.07.26	<1.00	<1.00
2006.07.30	<1.00	<1.00
2006.08.05	<1.00	<1.00
2006.08.08	<1.00	<1.00
2006.08.25	4.27	5.06

表 6 表層から 15m の溶存鉄濃度

	A01	A03	A10	A13	B02	B12	B14
2006.06.27	27.46	1.42	4.45	2.44	3.52	4.86	
2006.07.03	9.59	6.16	4.32	4.46	2.2	2.86	3.81
2006.07.13	3.24	2	2.42	2.71	3.17	2.37	<1.00
2006.07.20	2.72	2.1	1.31	1.09	<1.00	<1.00	3.33
2006.07.23	11.96	17.03	6.81	2.88	<1.00	1.54	2.18
2006.07.26	1.58	3.85	5.11	1.98	1.06	1.14	1.29
2006.07.30	3.1	3.66	2.13	<1.00	1.06	1.14	<1.00
2006.08.05	2.63	2.4	1.96	5.11	2.15	<1.00	<1.00
2006.08.08	1.53	<1.00	<1.00	3.37	6.61	1.32	<1.00
2006.08.25	1.72	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	5.21	5.36

表 7 底層から 1m の溶存鉄濃度

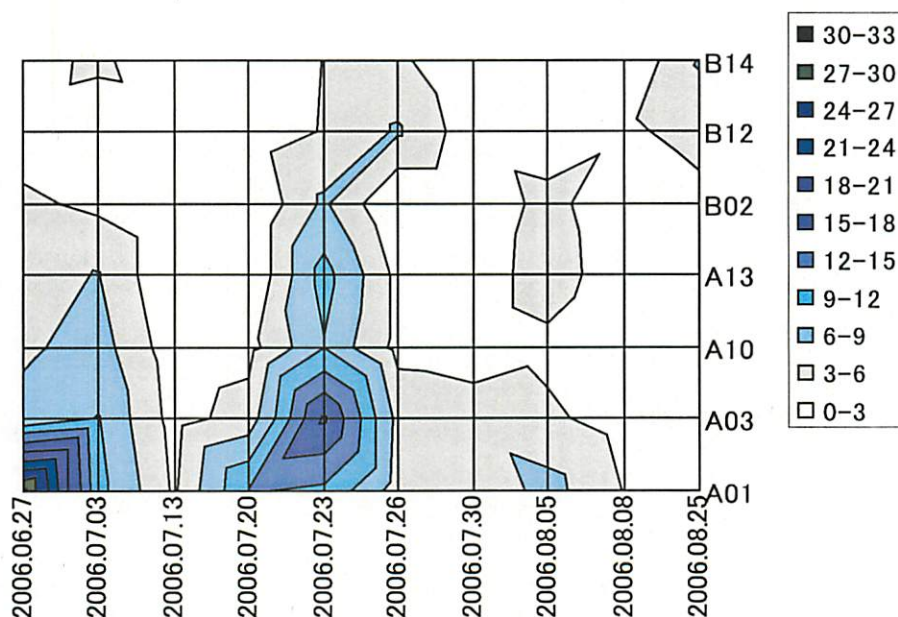


図 5 表層から 1m の溶存鉄の濃度分布

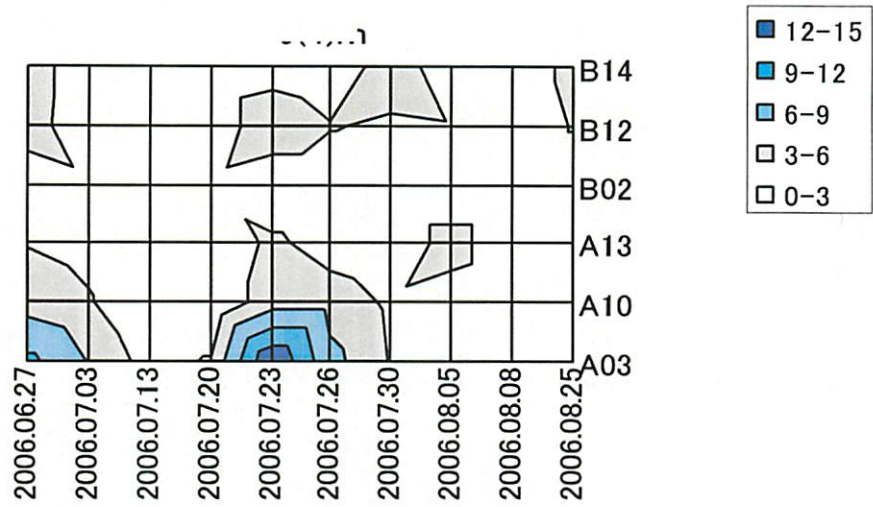


図6 表層から5(4)mの溶存鉄の濃度分布

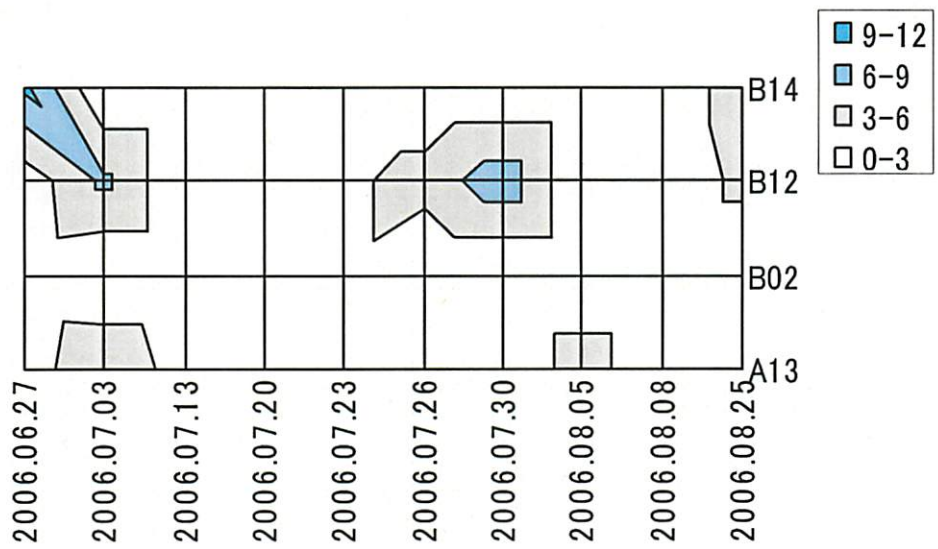


図7 表層から10mの溶存鉄の濃度分布

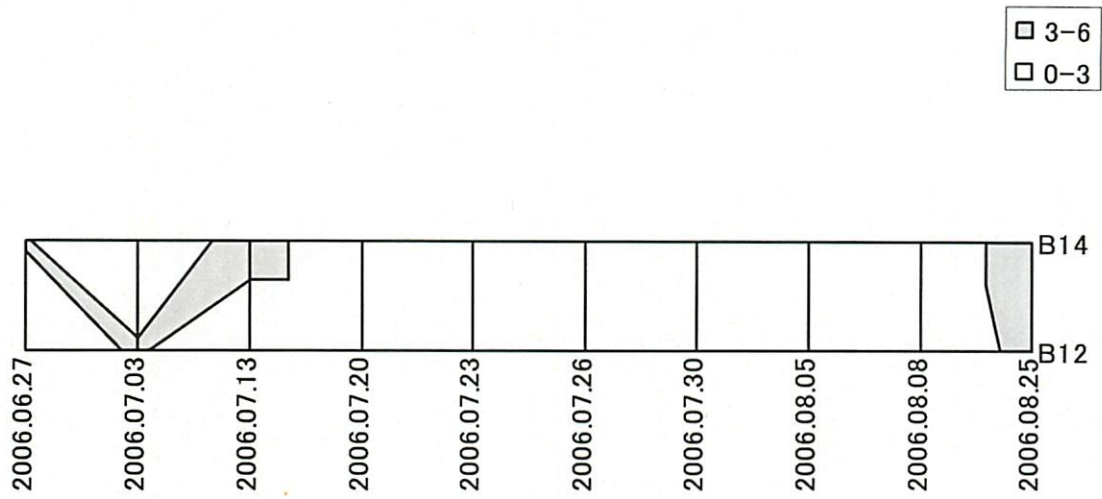


図 8 表層から 15m の溶存鉄の濃度分布

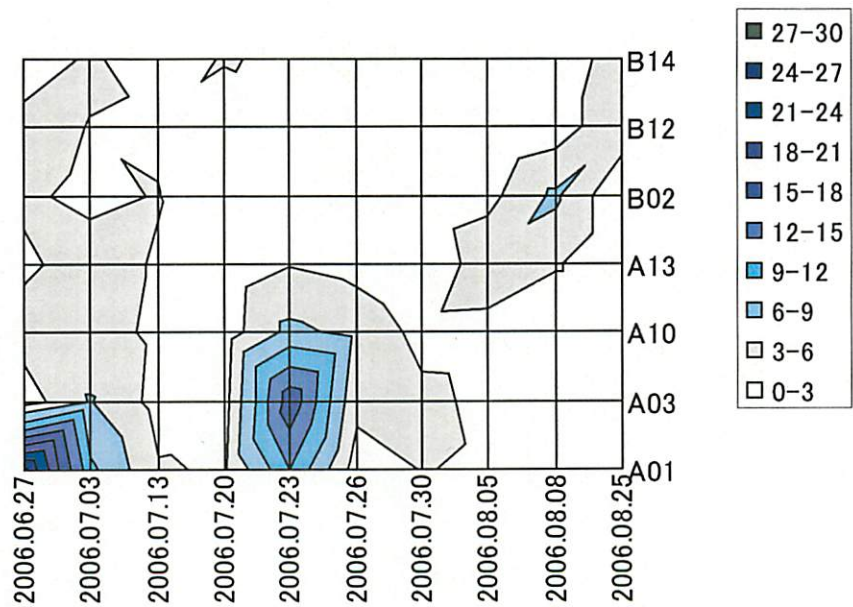


図 9 底層から 1m の溶存鉄の濃度分布

4-3 溶存酸素 (DO)

溶存酸素 (以下、DO) の深度別の濃度分布を図 8~図 12 に示した。2006 年夏季は過去最大規模で貧酸素水塊が形成された。底層では7月初めには貧酸素化が始まり、7月終わりから8月半ばまで深刻化して、その後回復している。回復の原因については、8月18日の台風通過により海水が鉛直方向に混合されたためだと考えられる。

また、溶存鉄濃度の分布と比較すると、貧酸素水塊の発達に伴った溶存鉄濃度の上昇は観測されなかった。

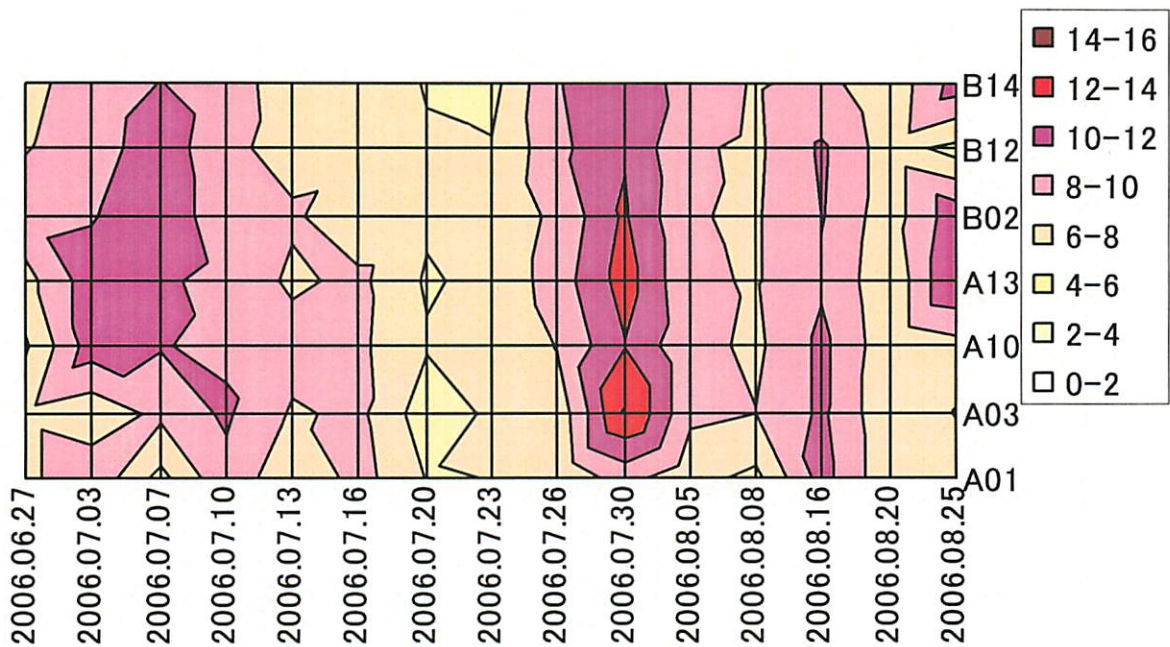


図 8 表層から 1m の DO の分布

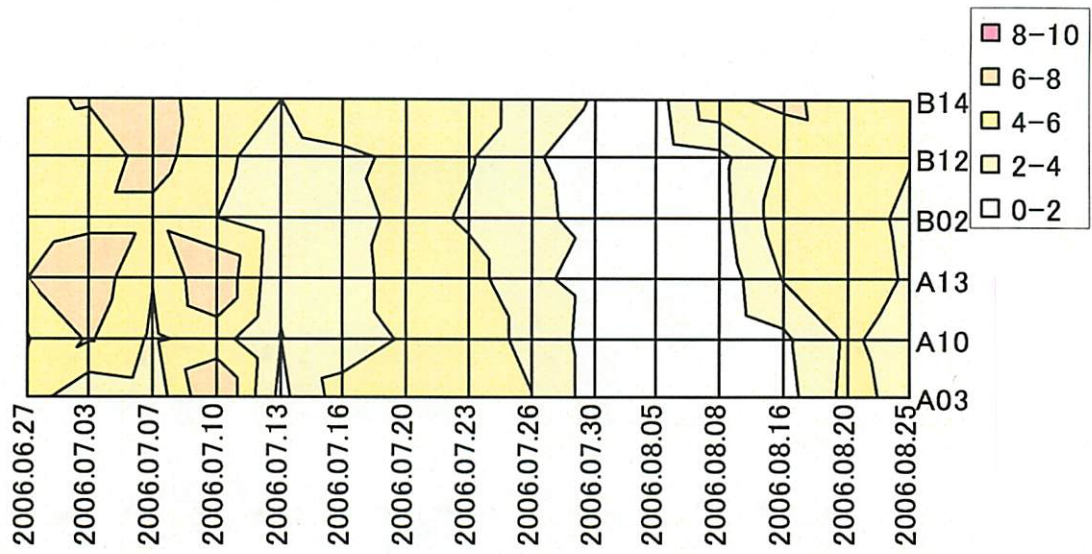


図9 表層から5(4)mのDOの分布

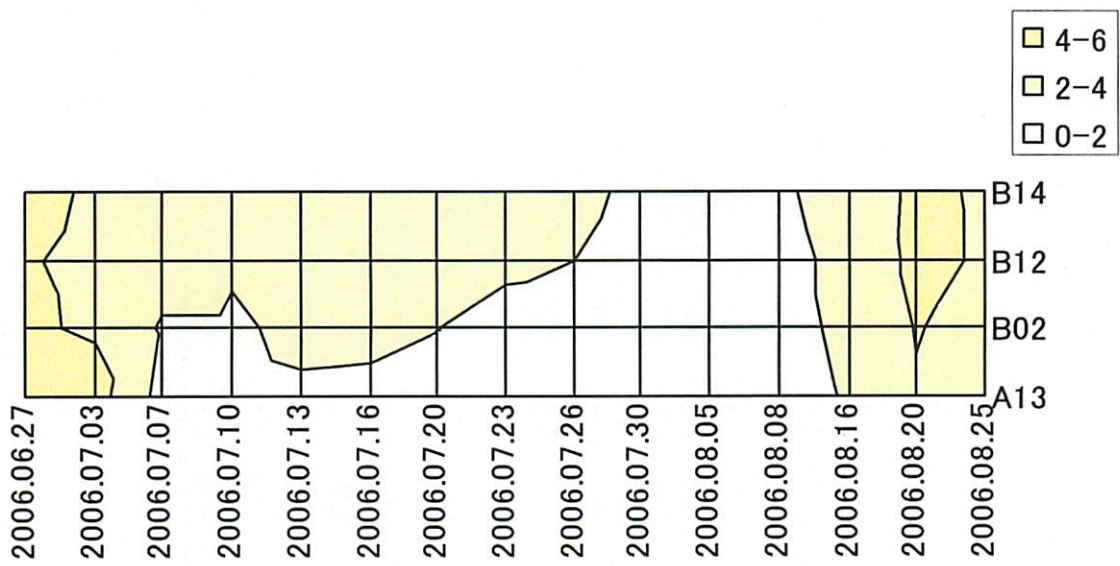


図10 表層から10mのDOの分布

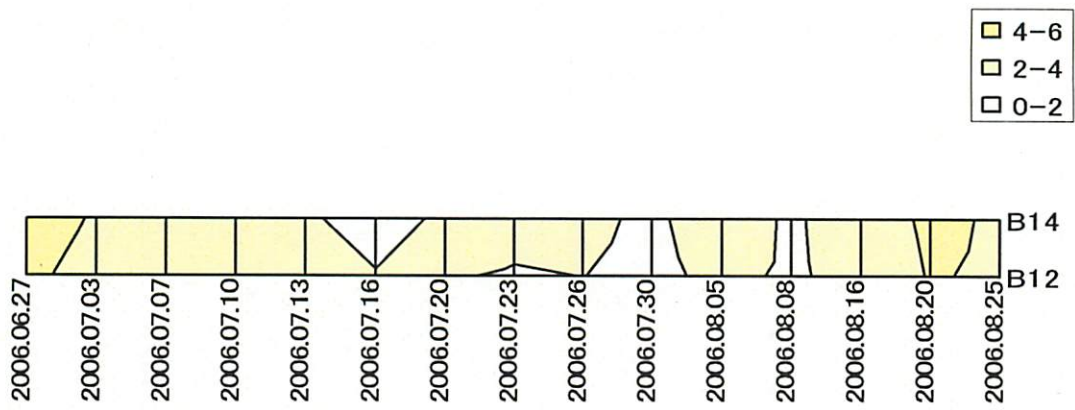


図 11 表層から 15m の DO の分布

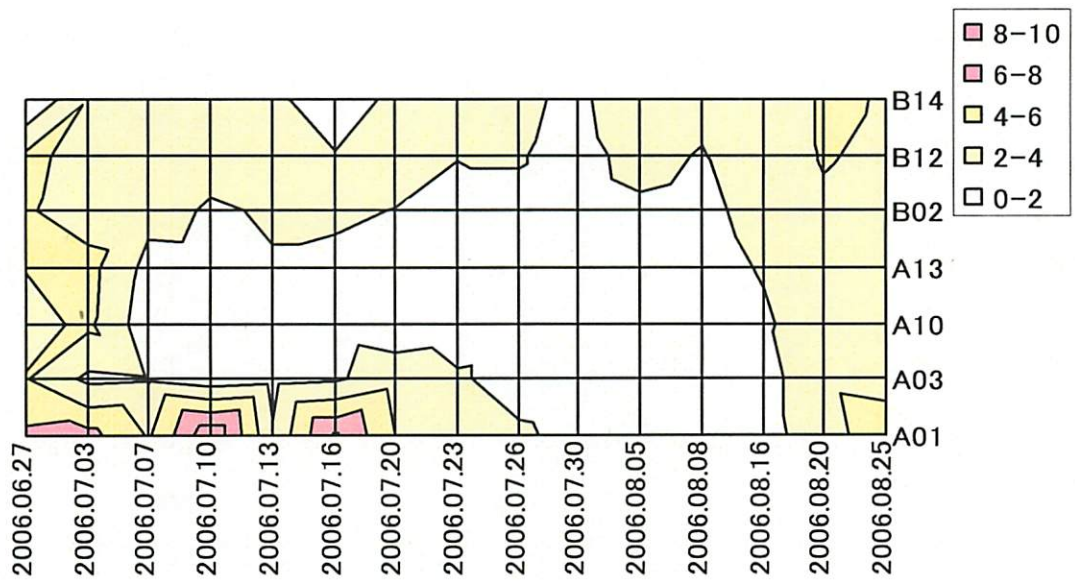


図 12 底層から 1m の DO の分布

4-4 溶存鉄濃度と DO

DO と溶存鉄濃度の分布を比較するために貧酸素状態がもっとも深刻化した7月30日と8月8日のデータの空間分布を図13に示した。貧酸素化と鉄はまったく別の傾向を示し、貧酸素水塊の発達に伴った溶存鉄濃度の上昇は見られなかった。

次に、表層における濁度の分布を図14に示した。この濁度の分布と降水量(図4)と表層の溶存鉄濃度分布(図5)を比較すると、溶存鉄濃度と濁度の変動とがよく一致していることがわかった。

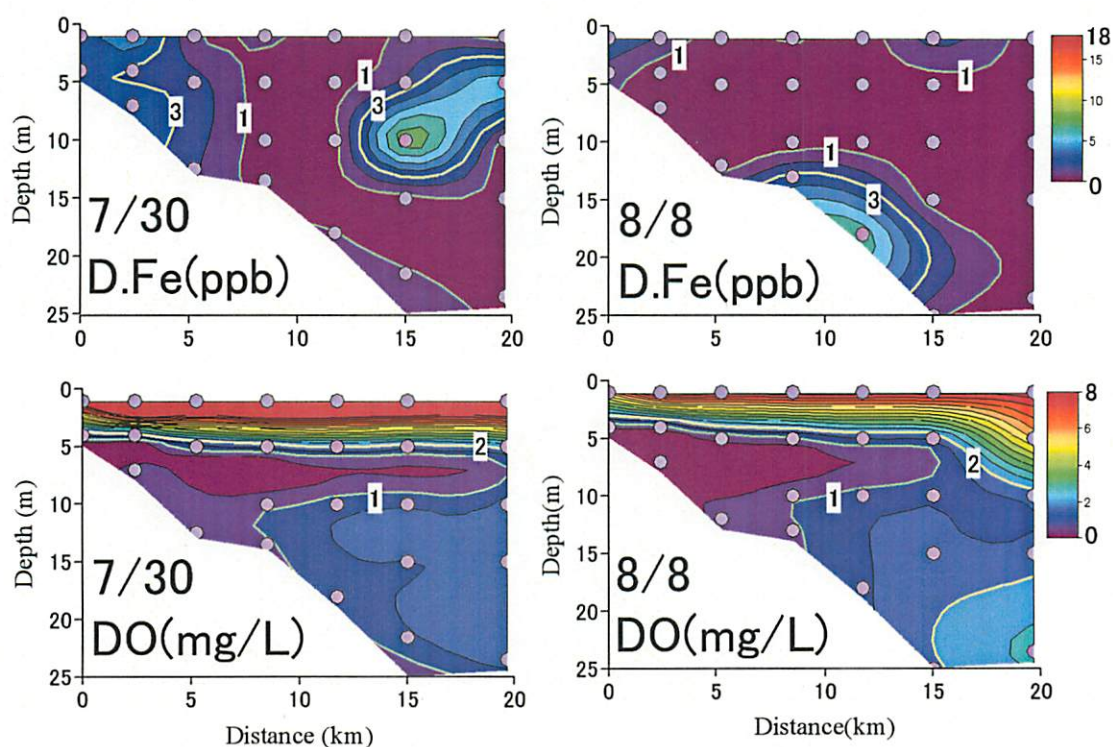


図13 7/30と8/8のDOと溶存鉄の空間分布

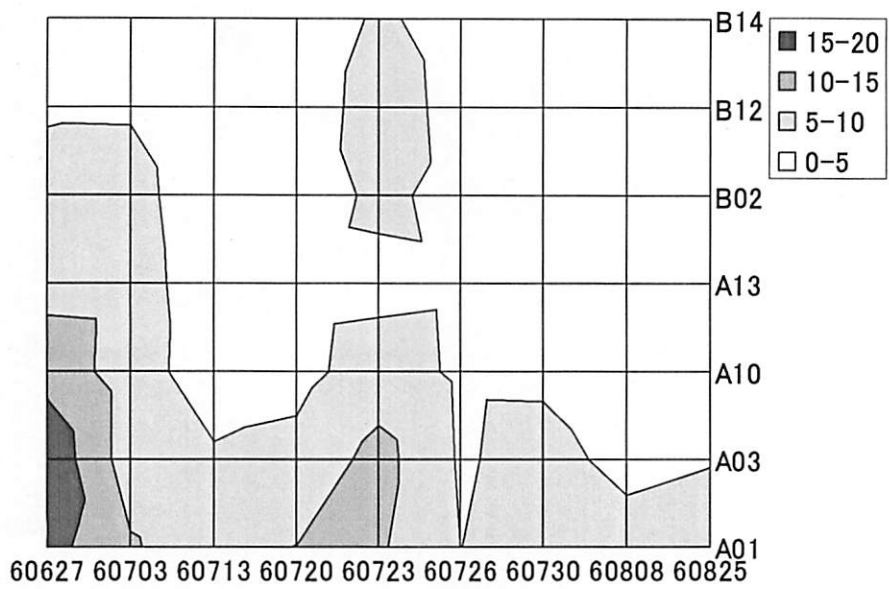


图 14 濁度分布

5. 結論

今回の研究において、溶存鉄濃度は 1ppb 以下～30.6ppb の範囲で推移し、沖城よりも河口付近の方が高濃度となることの方が多かった。溶存鉄濃度は出水後に増加し、その数日後には 10ppb 以下まで速やかに低下した。表層～底層での溶存鉄濃度の時間変化のパターンは同じで、深さによって溶存鉄濃度が大きく異なるということは確認できなかった。また、貧酸素水塊の発達に伴った溶存鉄濃度の上昇は観測されなかった。さらに表層における溶存鉄濃度分布と濁度の変動はよく一致する結果となった。

以上の結果より、夏季の有明海湾奥部の溶存鉄濃度分布の変動は出水に伴った陸起源の鉄の影響を強く受けており、海底からの溶出の影響はそれに比べると小さいものであると考えられる。

少なくとも 2006 年夏季については、貧酸素水塊の形成が鉄の溶出を促進させ、表層に鉄が供給されてシャトネラが増殖するという、これまで考えられてきた機構は確認されなかった。

今後は溶存鉄濃度だけではなく、懸濁態鉄も含めた全鉄濃度と溶存酸素の関係も含めた検討を行うことが必要である。

参考文献

- 日本海洋学会：“有明海の生態系再生をめざして”，恒星社厚生閣（2005）.
- 曾根興三，田中元治：“定性分析化学Ⅱ”，共立出版（1974）
- 佐賀大学有明海総合研究プロジェクト成果報告集〔第2巻〕（2006）

謝辞

本研究を進めるにあたり、ご指導・ご協力くださった田端正明教授、有明海総合研究プロジェクトの皆様、田端研究室の皆様、大変お世話になりました。ありがとうございました。

心より、謝辞申し上げます。

謝辞

本研究を進めるにあたり、NPO法人 有明海再生機構の研究助成に厚く感謝いたします。さらに、佐賀大学有明海総合研究プロジェクトの教員に多大な助言を頂いた。お礼を申し上げます。

