香川県公害研究センター所報 Voℓ5 19 頁～ 22 頁(1980)

赤潮に関する環境水質調査（第三報）

Investigation on Enviromental Water Related Red Tide

大森利春 Toshiharu ŌMORI　岩崎幹男 Mikio IWASAKI　多田 薫 Kaoru TADA
中野 智 Satoru NAKANO　美澤 虓 Takeshi MIZAWA

はじめに

海水中の微量金属である鉄，マンガンは，ある種のプランクトンの増殖を促進することが知られているが，[1)2)3)] 瀬戸内海における鉄，マンガンについての調査資料は少ない。そこで毎年赤潮が発生している引田湾において，溶存態の鉄，マンガン及び栄養塩類等について調査したので，その結果を報告する。

調査方法

1 調査時期

毎年球形ホルネリアが出現する5月末から，赤潮が終息する8月末まで，一週間隔で14回（昭和55年5月28日から8月26日まで）及びハマチ養殖が再開されてしばらく経過した11月4日から3回の合計17回実施した。調査は，毎回午前9時前後に実施した。

2 調査地点及び部位

図1に示す定点（水深23 *m*で底質は粘土・シルト）で表層（水面下0.5 *m*）から底層（底面上0.5 *m*）まで，2.5 *m*間隔で10層について実施した。

3 調査項目及び方法

北原式B型採水器で採水し，以下に示す方法で測定した。なお，NH_4-N，NO_2-N，NO_3-N，PO_4-P，溶存態鉄及びマンガンについては，実験室に搬入後直ちに(採水後一時間半経過) 0.45 μのミリポアフィルターで濾過し，初流の200 mℓを捨て，そのあとのものを検液として測定した。

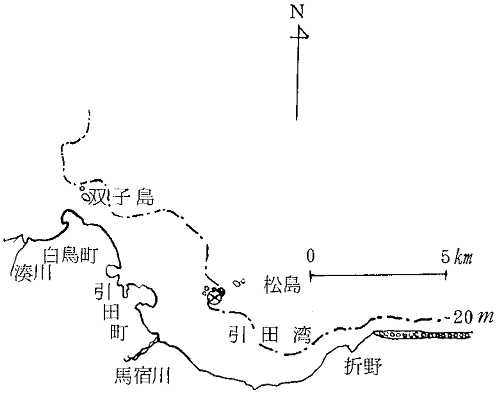

図1. 調査地点図（定点⊗）

1) 水温　サーミスタ温度計（東邦電探MT-5）
2) PH　ガラス電極法（堀場PHmeter F-7ss）
3) DO　ウインクラー・アジ化ナトリウム変法
4) 塩分　サリノメータ（鶴見精機 Digital Salinometer E2010）
5) NH_4-N　インドフェノール法
6) NO_2-N　GR法
7) NO_3-N　硫酸ヒドラジン還元－GR法
8) PO_4-P　アスコルビン酸還元モリブデン酸ブルー法（n－ブタノール抽出法）
9) 溶存態鉄 ｝以下に示す方法
10) 溶存態マンガン ｝以下に示す方法

海水中の微量の鉄，マンガンについては，新宮原[4)]の

ジルコニウム共沈法で多量元素から分離濃縮したのち，グラファイトアトマイザー原子吸光法で測定した。その方法の概要は，以下のとおりである。なお，鉄，マンガンの測定に用いる全ての器具は，酸処理を行なった。

検液200 mlを塩酸でＰＨ１以下にし，一夜放置する。1％（W/V）ジルコニウム溶液１mlを加え，１：１アンモニア水でＰＨ 9.5 に調節し，水酸化ジルコニウムの沈殿を生成させる。充分に沈殿を熟成させたのち，塩酸で洗浄した濾紙でろ過し，少量の希アンモニア水で洗浄ののち，２Ｎ塩酸で溶解し，25mlに定容し供試液として，グラファイトアトマイザー原子吸光光度計で測定した。使用した装置は，原子吸光光度計がパーキンエルマＡＡ－5000型，グラファイトアトマイザーがパーキンエルマHGA−500型，オートサンプラーがパーキンエルマＡＳ－40型である。その測定条件は，表１のとおりである。

表 1.　鉄，マンガンの測定条件

	鉄			マンガン		
光　　源	パーキンエルマ ホロ-カソードランプ			パーキンエルマ ホロ-カソードランプ		
測定波長	248.3 nm			279.5 nm		
スリット	0.2 nm			0.2 nm		
Tube	pyro-coated			pyro-coated		
STEP	1	2	3	1	2	3
TEMP (℃)	120	1200	2400	120	1000	2600
RAMP TIME (sec)	20	20	1	20	20	1
HOLD TIME (sec)	20	20	10	20	20	10
INT FLOW (ml/min)	300	300	100	300	300	200

結果及び考察

1　赤潮発生状況について

昭和53年，54年に大発生したホルネリアは，本調査では，球形，紡錘形ともに出現したが，数cells/ml 程度の低密度で，赤潮の形成には至らなかった。Ceratum furcaは，６月10日に数 cells/mlであったが，６月24日には最高 810 cells/ml に増加した。しかし，７月１日の調査では多い層でも 39 cells/mlに減少していた。引田湾において，８月下旬にGymnodinium’65年型の赤潮が発生（4000～5000cells/ml）したが，定点では８月26日の 2.5 m，５m層で 22cells/ml 程度しか出現しなかった。

2　水温，塩分，ＤＯ及びＰＨについて

水温の経時変化を図２に，塩分の経時変化を図３に，ＤＯの経時変化を図４に，ＰＨの経時変化を図５にそれぞれ示した。

水温は，最低が 6月3日の底層の15.6℃で，最高は８月26日の表層の 25.2 ℃であった。表層と底層の温度差は，７月22日の 3.5 ℃が最高で，躍層の形成は認められなかった。

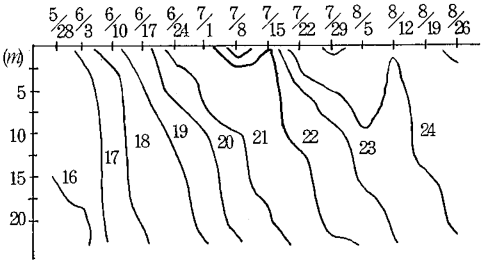

図 2.　水温（℃）の経時変化

水温，塩分等に直接影響を及ぼす調査期間中の天候を表２に示した。調査期間中は，全般にくもりあるいは雨天の日が多く，特に７月，８月はこの傾向も強く，平均気温も低かった。これらの影響をうけて，表層では普通７月下旬以後は25℃を越えるのであるが，本年は24℃台で低目であった。

表 2.　高松における気温，降水量及び日照時間[5)]

		5月 上旬	5月 中旬	5月 下旬	6月 上旬	6月 中旬	6月 下旬	7月 上旬	7月 中旬	7月 下旬	8月 上旬	8月 中旬	8月 下旬
平均気温(℃)	55年	14.9	18.4	20.2	21.5	23.0	23.8	23.5	24.8	25.9	24.1	25.2	25.1
	平年	16.0	17.2	18.6	20.2	21.5	23.1	24.8	26.3	27.2	27.2	27.0	26.1
降水量(mm)	55年	23.0	77.0	82.5	50.5	43.0	21.0	131.0	60.5	34.0	73.5	51.0	102
	平年	39	33	37	51	47	68	81	43	25	25	20	46
日照時間(hr)	55年	68.9	82.5	66.3	62.1	41.3	42.4	19.7	65.1	64.3	35.3	38.9	41.1
	平年	64	67	79	67	61	50	54	72	93	87	83	82

播磨灘の塩分は，年間を通じて 30 ～ 32 ‰の範囲で変動するが[6)]，本調査では28.50～32.49 ‰ の範囲で変動した。表層と底層の濃度差は，７月８日の 2.91‰が最大であったが，表層が 28.50 ‰と低く陸水の影響が考えられる。全般に塩分躍層の形成は，認められなかった。

６月24日は，６月17日からくもりや雨が続いたにもかかわらず各層とも 0.94 ‰～1.34 ‰増加していたが，これは水塊の入れ替わりによるものと考えられ，この時に Ceratum furca の数が増加していた。

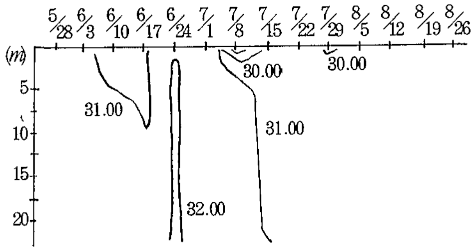

図 3.　塩分（‰）の経時変化

ＤＯは，全期間上層において過飽和の状態を示し，下層に至るに従い減少した。しかし，本年度は，底層においても飽和度が 70 ％までしか減少せず，貧酸素状態の

形成には至らなかった。6月24日と7月22日に過飽和域でＤＯの躍層が形成されたが，前者はCeratumが，後者はSkeletonema sp. とChaetoceros sp. が多かった。

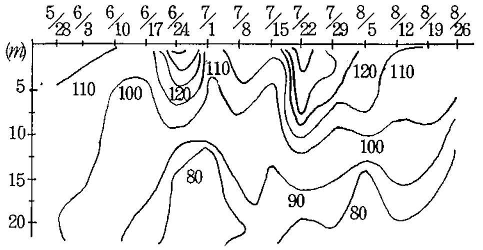

図4.　ＤＯ（％）の経時変化

ＰＨは，8.32～7.98の範囲で変化し，Ceratum が多く出現していた6月24日が最高であった。一般に，プランクトンの多い上層が高く下層程低い値を示した。

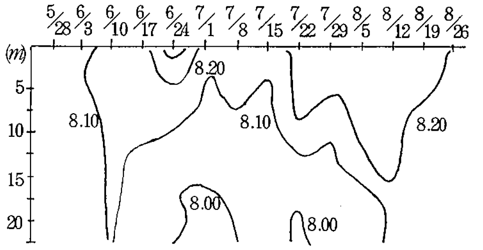

図5.　ＰＨの経時変化

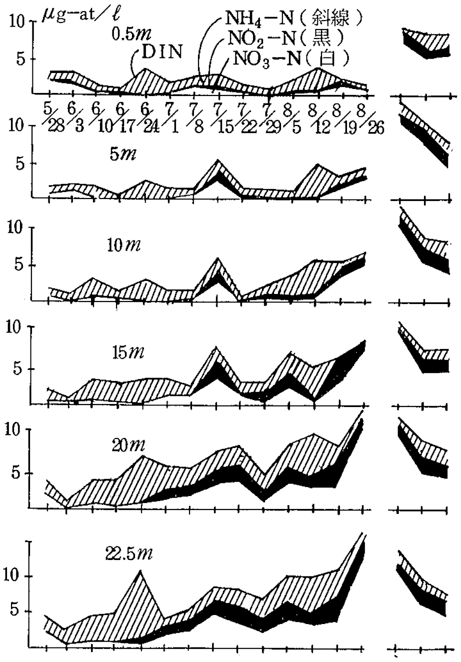

図6.　ＤＩＮの経時変化

3　栄養塩類について

ＤＩＮの変化を図6に示した。0.94～14.2 μg-at／ℓ の範囲で変動した。全般的に，夏期の調査では，上層よりも下層が高い傾向を示した。表層においては，変動は小さかったが，中層以深においては増加の傾向を示し，8月下旬には高い値を示した。11月の調査では，各層の濃度差がなくなり，逆に減少の傾向を示した。8月の高濃度のＤＩＮはそのほとんどがNO_3-Nであるといわれ[7]本調査においても，これらの増減には一般的にNO_3-N の影響が大きかった。

PO_4-P の変化を図7に示した。0.2～1.7 μg-at／ℓの範囲で変動した。夏期の調査では，ＤＩＮと同様に上層よりも下層が高い傾向を示した。各層とも小幅で変動しながら増加の傾向を示し，下層に至る程増加量が多かった。11月の調査では，各層の濃度差がなくなり，減少の傾向を示した。

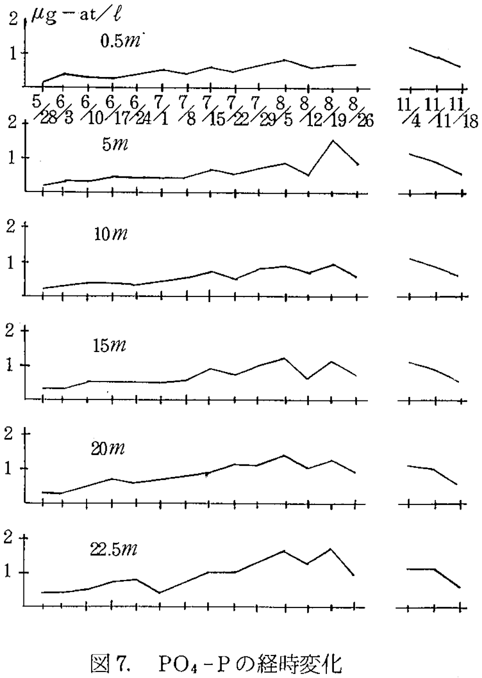

図7.　PO_4-Pの経時変化

4　溶存態鉄及びマンガンについて

溶存態鉄及びマンガンの経時変化を図8に示した。鉄及びマンガンの検出限界をそれぞれ1.0μg/ℓ，0.2μg/ℓとし，検出限界以下は(×)で表した。

海水中の微量金属である鉄，マンガンはEutreptiella sp., Exuviaella sp., Gymnodinium sp. などの生長促進物質であるといわれているが[8]，播磨灘における濃度についての報告は少ない。本県が実施している54年度，55年度の水質汚濁調査結果[9,10]では，鉄が0.05mg/ℓ以下で，マンガンが0.04mg/ℓ以下であった。

溶存態鉄は，「検出限界以下」～11.1μg/ℓの範囲で変動した。一般に深度による濃度差は明らかではなかった。各層とも広い幅で増減を繰り返したが，8月中旬以後

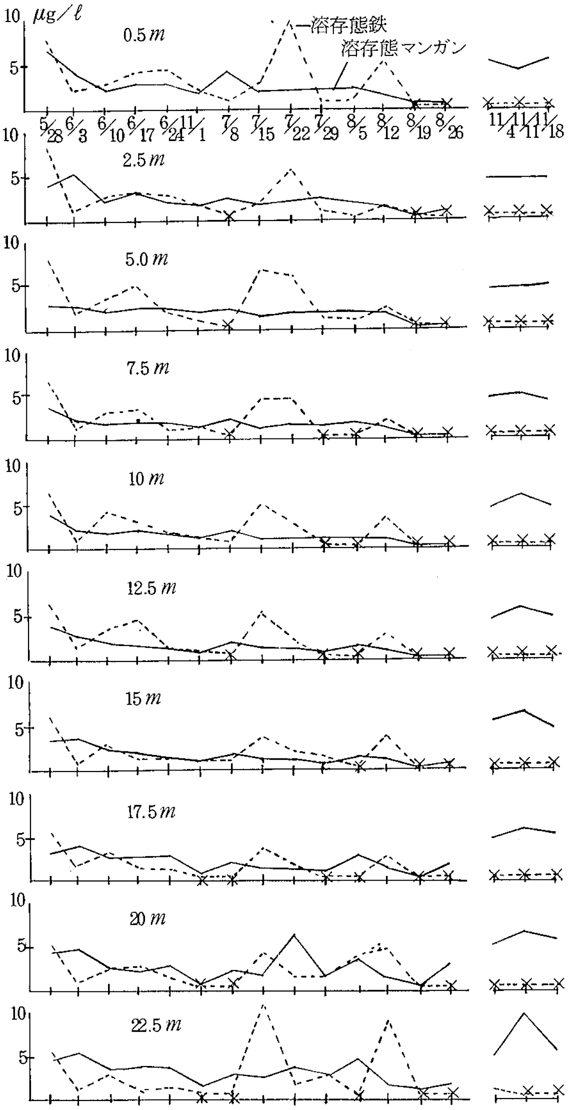

図8．溶存態鉄及びマンガンの経時変化

の調査ではほとんど全ての層で検出限界以下であった。塩沢ら[11]によると播磨灘の溶存態マンガンの平均濃度は，8月下旬で5.2μg/ℓ，12月中旬では1.5μg/ℓであると言われ，底層の貧酸素域に高濃度を検出している。

本調査では，0.3～9.8μg/ℓの範囲で変動した。一般に，表層から中層までは減少し，中層から底層にかけて増加する傾向を示した。夏期の調査では，小幅に増減を繰り返し減少する傾向を示し，8月中旬の中層では微量になった。しかし，11月の調査では各層とも大幅に増加していた。夏期の平均は，2.1μg/ℓで，11月の平均は5.6μg/ℓであった。塩沢らは8月に高い値を示しているが，これは，貧酸素域の高濃度のものが含まれているためと思われる。

11月は8月下旬にくらべ，溶存態鉄は増加しないが，溶存態マンガンが大幅に増加し5月下旬の値に近くなっているが，この原因を明らかにすることは出来なかった。又，この海域でGymnodinium '65年型赤潮が発生した8月下旬には，溶存態鉄及びマンガンは低値であった。

文　　献

1) 文部省科学研究費補助金総合研究(A)「有毒プランクトンに関する研究」昭和52年度報告書，p 20
2) 藻類研究法　p 232
3) 内湾赤潮の発生機構　Ⅳ章
4) 新宮原；広島県環境センター研究報告，**1**，6 (1980)
5) 気象週報 (1980)
6) 瀬戸内海の赤潮ハンドブック　p 183
7) 〃　p 189
8) 香川県：昭和54年度大気汚染水質汚濁調査結果
9) 〃　：昭和55年度　〃
10) 海洋プランクトン　p 53
11) 塩沢ら：日本海洋学会秋季大会講演要旨集　p 132 (1980)