

## 六角川河口沖合定点における微細環境—II

— 海水中の重金属数種と底泥中のC, N及びI Lの変動について —

川村 嘉応・北嶋 博卿・小澄 千尋・山下 康夫

Detailed Environment on the Offing Rokkaku River Mouth-II  
Change of Four Heavy Metals Concentrations in the Sea Water and Organic  
Carbon, Organic Nitrogen, Ignition Loss in Bottom Mud

Yoshio KAWAMURA, Hiroaki KITAJIMA, Chihiro OZUMI and Yasuo YAMASHITA

### はじめに

有明海の最奥部北西に位置する六角川沖合の海域は、干満の差も最大約6 mと有明海では最も大きく、栄養塩の変動からみると河川水の影響を強く受ける<sup>1)</sup>。ここでは、夏季には網漁業やサルボウガイ等の貝類養殖が盛んに行われているものの、珪藻類や鞭毛藻類は周年断続的に大增殖する<sup>2)</sup>。冬季は日本でも有数の乾ノリの生産地となるが、養殖漁期の後半になると珪藻類が広範囲に増殖し、ノリの栄養要求と競合するためノリ葉体を退色させる、いわゆる色落ちをひきおこしている。

このようなことから筆者らは、有明海湾奥部で発生するプランクトンの増殖原因を解明する目的で六角川河口沖合定点において、1年間にわたって各種の環境要因の変動を詳細に調査した。このう

ち珪藻と水温・塩分・栄養塩類との関連については先に検討し、珪藻類の量が、塩分、硝酸態窒素、珪酸態珪素と関係が深いことを報告した<sup>2)</sup>。

ところで海水中の重金属については、微細藻類の増殖に影響を及ぼし、特に鉄はその影響が大きいと従来から述べられている<sup>3-7)</sup>。一方、底質は底泥からの栄養塩類の溶出、濁度、底生生物、漁場環境などに影響を及ぼす要素として重要である<sup>8,9)</sup>。

そこで、本報では海水中の重金属数種、さらには底泥中の有機炭素含有量(以下、Cと略す)、有機窒素含有量(同じくN)、強熱減量(同じくI L)の変動について報告する。

### 方 法

試料の採取は、前報<sup>2)</sup>と同一地点で、1980年10月29日から1981年10月22日まで原則として1週間毎に満潮時2時間前後に実施した。

採水は北原式採水器を用い、底層水は浮泥の混入を避けるため底層から30cm上の海水を採取した。採取した海水は、ポリエチレン製広口瓶に入れ持ち帰った。

底泥はエクマンバージ型採泥器を用い採取し、

海水と同様にして持ち帰り冷凍保存し、試料が集まった時点で分析に供した。

亜鉛(同じくZn)、銅(同じくCu)は、常法<sup>10)</sup>によりMIBK法で原子吸光度計(208型日立製作所)を用いて測定した。全鉄濃度は、生海水をそのまま、溶存鉄は定量濾紙(No.5 C)で濾過した海水をオルト・フェナントロリン法で比色して測定した。C及びNは、CN元素分析計(MT500

型（柳本製作所製）を用いて測定した。I Lは鎌田らの方法<sup>9)</sup>により550, 850°Cで2時間加熱して測定した。

なお、微量元素の分析値については、原子吸光度計の測定の精度上から分析値が0となってもtraceとして表示した。

## 結果及び考察

### 1. Znの変動

Znの変動は図1に示すとおりである。Znは表層でtrace~0.05ppm, 底層ではtrace~0.11ppmの範囲で変動し底層で高い値を示したが、調査期間を通じ一定の変動傾向はみられなかった。

Zn, Cu, Feなどは微細藻類の増殖に必要な重金属とされている。このうち、ノリ幼葉に対するZnの至適濃度は、 $30 \mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$ であり、これ以上になると生長障害を受ける<sup>3)</sup>とされている。本海域では10月上旬に0.11 ppmを示しているの、ノリの生育にとっては充分な量であると思われる。

### 2. Cuの変動

Cuの変動は図2に示すとおりである。Cuは表層でtrace~0.02 ppm, 底層でtrace~0.12 ppmの範囲で変動し、底層が表層より高く両層ともノリ漁期開始頃がやや高い値を示したものの、3月以降は0.02 ppm以下と低い値を示した。

この値は福山周辺海域で調査された $0.02 \mu\text{g} \cdot \text{ml}^{-1}$ という値<sup>7)</sup>に比べてやや高い値のようである。

### 3. 全鉄濃度及び溶存鉄濃度の変動

全鉄濃度及び溶存鉄濃度の変動は図3に示すとおりである。全鉄濃度は、調査期間を通じ表層では0.11~1.67 ppm, 底層では0.22~2.23 ppmの範囲で推移した。表層ではノリ漁期中の1月上旬と3月中旬にピークがみられ、4月以降では降雨後の7月上旬に1.60ppmと高い値を示した。底層では表層に比べると全般的に高い値を示し、同じような傾向で変動した。

溶存鉄濃度は、表層で0.22~0.42 ppm, 底層では0.02~0.13 ppmを示し、調査時の表層と底層を比較すると大差なかった。

河辺ら<sup>6)</sup>は、有明海の溶存鉄濃度について福岡県地先では、 $4 \sim 30 \mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$ の範囲であるとし、全鉄濃度は溶存鉄濃度に比較して10~100倍の値としているが、本調査結果は、これらの値と比べてかなり高い濃度であった。これは調査地点が河口域にあり、河辺らの調査結果と同じように河川水には高濃度の鉄が含まれているためと考えられる。また、先に報告した珪藻類の発生や鞭毛藻類

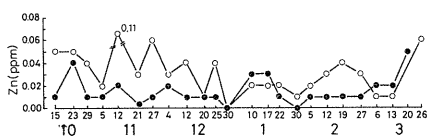


図1-a Znの変動

—○—: 底層、—●—: 表層

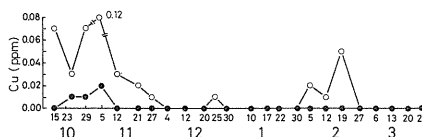


図2-a Cuの変動

—○—: 底層、—●—: 表層

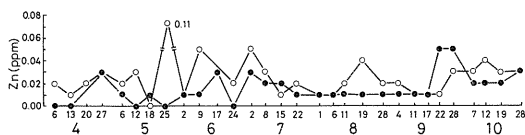


図1-b Znの変動

—○—: 底層、—●—: 表層

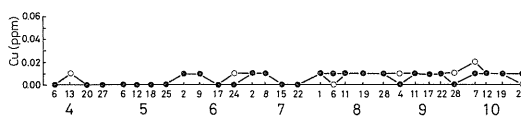


図2-b Cuの変動

—○—: 底層、—●—: 表層

の発生時期<sup>2)</sup>をプロットすると、図3に示すようにいずれも全鉄が増加した後か増加時に珪藻類の増殖が観測されており、表層の全鉄濃度と植物プランクトンとの関係が推測できた。

#### 4. 底泥中のC, NおよびC/N比の変動

CとNの変動及びC/N比の変動は図4に示すとおりである。Cは10~3月までは2.13~2.93%で変動が大きいのにに対し、4~9月までは2.45~2.77%の範囲で変動幅が小さく安定した変動を示した。Nは10~3月までは0.17~0.21%の範囲で変動し、一時的に減少した場合もあったものの比較的安定していた、一方、4~9月までは、0.18~0.25%の範囲で、変動幅が大きかった。

C/N比の変動は10~3月までは

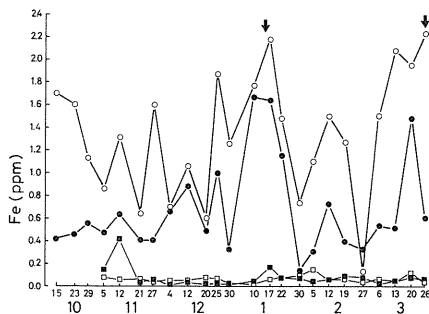


図3-a Feの変動

全鉄濃度；○—：底層、●—：表層  
溶存鉄濃度；□—：底層、■—：表層  
←：珪藻類の増殖

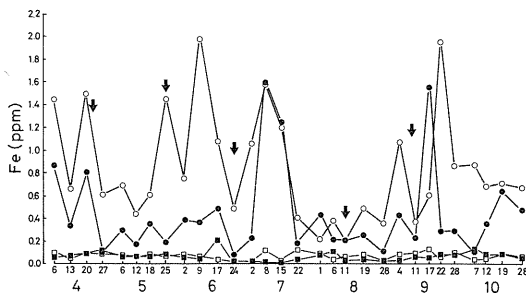


図3-b Feの変動

全鉄濃度；○—：底層、●—：表層  
溶存鉄濃度；□—：底層、■—：表層  
←：珪藻類の増殖

11.10~15.35%の範囲で、とくにノリ養殖期の秋芽網終了期に増加したが、冷凍網開始期になると一旦、減少し、冷凍網終了頃になると再び増加した。一方、4~9月までは10.54~13.94%の範囲で変動した。

このようにC/N比はノリ養殖が行われている間は小さい値で変動し、ノリ養殖が中断されたり、終了した直後には大きい値を示したことになる。これに関連して馬場<sup>13)</sup>はノリ葉体が分解する過程において、C/N比が増大することを室内実験で確かめている。これらのことからC/N比は、養殖ノリ葉体の分解過程で生ずるC, Nの変動との関係が深いと考えられる。

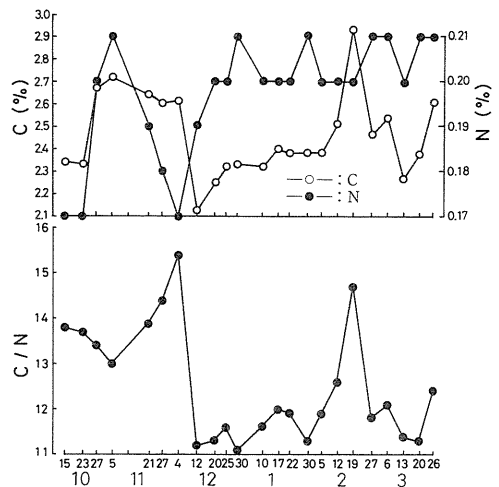


図4-a C、N、C/N比の変動

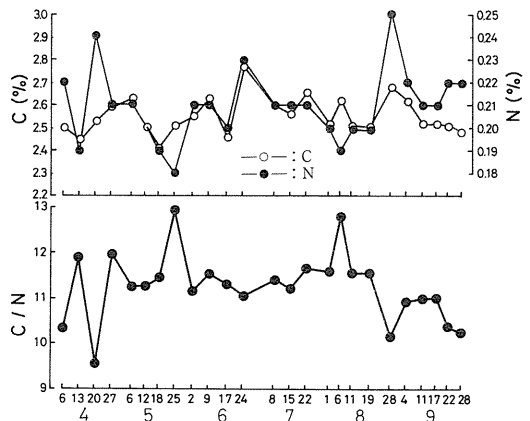


図4-b C、N、C/N比の変動

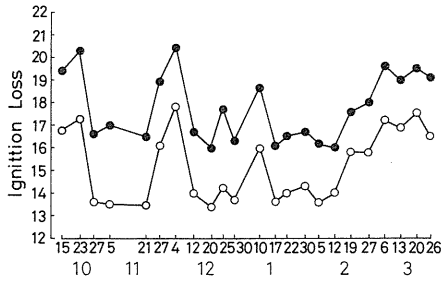


図 5-a ILの変動

—○—: 550°C、—●—: 850°C

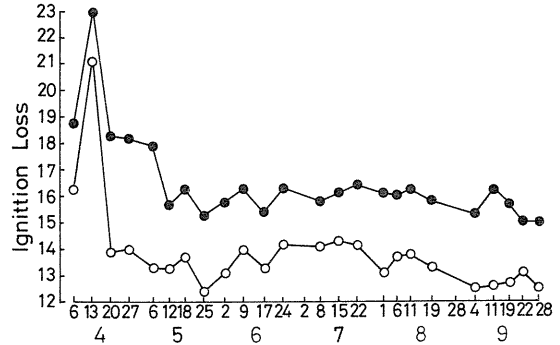


図 5-b ILの変動

—○—: 550°C、—●—: 850°C

## 5. IL の変動

550°Cと850°Cで加熱した場合のそれぞれのILの変動は図5に示すとおりである。両温度でのILの変動は同じ様な傾向を示した。調査開始時とノリ養殖漁期の秋芽網期終了頃である12月上旬に、それぞれの強熱で17.8% (550°C)、20.4% (850°C) という高い値を示し、その後やや減少した後に再び増加して2月下旬から4月上旬にかけて約17~約21% (550°C)、約19~約23% (850°C) の高い値を示した。それ以降は12.4~14.8% (550°C)、15.1~18.3% (850°C) の低い値で変動した。

ILは試料中の全有機物量を表している。桑原<sup>12)</sup>は強熱・昇温実験の結果から、600~900°Cの間でCaCO<sub>3</sub>によるILの急増がみられ、この温度領域は有機物の定量には大きな障害になると述べ、サンゴ、貝殻などの混入が少なくIL値も低い場合には、500°Cでも600°Cでもその値に大きな差がないので、どちらかに定めれば良いとしている。本報では550、850°Cで強熱を行ったが、それぞれの値に差はみられたものの変動傾向には差はなかった。

本調査地点では10月からノリ養殖が始まり11月

まで秋芽網養殖が行われる。12月上旬には、秋芽網期のノリ網の撤去にもなって生じるノリ葉体の残渣、いわゆる落ちノリが、かなり海底に堆積すると思われる、この影響がILのピークとして現れると推測される。また2月上旬から4月上旬にかけてみられたピークも、同じようにノリ養殖が終了した時点においてノリ網、支柱竹等の資材類を陸揚げする際に生じる廃棄物の影響によるものと考えられる。

また、鎌田ら<sup>9)</sup>が本調査地点と同じ様な漁場環境で、ノリ養殖が行われていない諫早湾の干潟域において通年調査したIL値 (550°C加熱で10%前後) の変動傾向と比較すると、本調査結果のノリ漁期間中の値だけが明らかに高い値を示した。このことは、佐賀県有明海と諫早湾におけるノリ養殖の規模の差が漁場環境に与える影響の差として表れたものと思われる。

一方、夏季のILの変動について、古賀ら<sup>13)</sup>はほぼ同一地点において調査し、8月に多い傾向がみられ、降水量との関係があるとしている。しかし、今回の調査では降水後でもIL値の増加はみられなかったことから他の要因との関係も考えられ、今後、さらに詳細な調査が必要と思われる。

## 要 約

1. 海水中の重金属数種、さらには底泥中のC、N、ILの変動について調査した。

2. 表層の全鉄が増加した後増加時に珪藻類の増殖が観測されたことから、全鉄濃度と植物プラ

ンクトンとの関係が推測された。

3. C/N比が、ノリ養殖が行われている間は小さい値で変動するが、ノリ養殖が中断されたり、終了した直後に大きい値を示したことから、C、Nとノリ養殖との関係が考えられた。

4. IL値が、12月上旬および、2月上旬から4月上旬にかけて増加することからノリ養殖後の落ちノリの量等が、ILの変動に影響を及ぼしていると推測された。

## 文 献

- 1) 杠 学 1986: 佐賀県有明海ノリ漁場の海況特性について. 佐有水試報, (10), 57-69.
- 2) 川村嘉成・北嶋博卿・小澄千尋・山下康夫 1986: 六角川河口沖合定点における微細環境—I 珪藻類と水温, 塩分, 栄養塩類との関連について. 佐有水試報, (10), 71-88.
- 3) 岩崎英雄 1967: 微細藻類の栄養要求. 日水誌, 33(11), 1072-1083.
- 4) 武田恵二 1972: *Chaetoceros calcitrans f. pumilus* Takano の増殖と鉄量との関係. 日本プランクトン学会報, 10(1), 34-41.
- 5) 本城凡夫 1983: 内湾における植物プランクトン群集の変遷とそれに関与する鉄と代謝産物について. 内湾底泥をめぐる物質収支の動態解明に関する研究, 102-110.
- 6) 河辺克巳・安部昇・山下輝昌・切田正憲・本田一三・本田清一郎・松尾新一・川上大和・田中義興 1986: 大規模赤潮の形成及び赤潮被害抑止に関する研究. 福有水試研報, 1(6), 175-253.
- 7) 井上晃男・甲斐良太郎・浅川末三 1974: 福山周辺海域における海水中の数種重金属の分布について. 鹿児島大学水産学部紀要, (2), 217-227.
- 8) 米田義昭・築田満・塩本明弘 1986: 秋季噴火湾における粒状有機炭素および窒素のフラックスについて. 北大水産学部彙報, 37(2), 124-133.
- 9) 鎌田泰彦・西岡幸一・木寺久美子 1978: 長崎県諫早湾の干潟堆積物の強熱減量. 長崎大学教育学部自然科学研究報告, (29), 81-90.
- 10) 日本水産資源保護協会 1980: 新編水質汚濁調査指針. 恒星社厚生閣, 東京.
- 11) 馬場裕文 1985: ノリ葉体の分解と無機化—I 特に室内実験条件下における各種栄養塩類等の溶出. 佐有水試報, (9), 23-37.
- 12) 桑原連 1987: 浅海堆積物における強熱減量測定法の検討. 水産増殖, 35(1), 61-67.
- 13) 古賀秀昭・小澄千尋・杉原雄二・山下康夫 1986: 有明海湾奥部における底泥の化学成分について. 佐有水試報, (10), 115-122.