

六角川河口沖合定点における微細環境—III

—1980~1983年、海水中における細菌数の変化およびノリ養殖との関係—

川村 嘉応・北嶋 博卿

Detailed Environment on the Offing Rokkaku River Mouth-III
In 1980~1983, Changes of Bacterial Number in Sea Water and Relationship
between Bacterial Number and Nori Culture

Yoshio KAWAMURA and Hiroaki KITAJIMA

はじめに

前報^{1,2)}で筆者らは、有明海湾奥部でプランクトンや栄養塩類の変動を調べ、また海水中の重金属さらには底泥の環境要因の変動についても調査した。その結果、プランクトンの増殖と栄養塩類の変動との関係を把握し、底泥のC, N, ILの変動がノリ養殖と密接な関係にあることを明らかにすることができた。

ところで、有機物の分解、無機化に関して、重要な役割を果たしている細菌^{3,4)}は、養殖のような人為的な利用がなされていない海域では、一般的には冬季に低い水準で変動し、夏季に増殖するこ

とが知られている⁵⁻⁸⁾。しかし、木村⁹⁾らは気仙沼湾のワカメ養殖場で、藤田¹⁰⁾、川村¹¹⁾、半田¹²⁾は有明海のノリ養殖場において、従属栄養細菌数(以下、細菌数と略す)の変動を調査し、夏季の水準に近い高い値が冬季に観測されたことから、細菌数の増殖と各藻類養殖との関連を推測している。

今回は前報¹⁾と同一地点において、3ケ年間実施した細菌数の変化を報告し、同時に調べた水質の調査結果を加え、ノリ養殖との関係を再検討したので報告する。

材料及び方法

1. 調査地点と試料の採取方法

調査は前報¹⁾と同一地点で実施した。細菌数測定用海水は、満潮時前後2時間以内に表層下10~20cm層から滅菌瓶に取り、実験室に持ち帰り後処理した。水質分析用海水は同じくポリエチレン製広口瓶に入れ、持ち帰り後分析した。

2. 調査期間

調査は1980年10月29日から1983年10月22日までノリ養殖期間中は1~2週間に1回、他は朔の大潮時に実施した。

3. 細菌数の計測および水質の分析

細菌数は海水を滅菌海水で逐次10倍希釈し、その1mlを試験培地に加える混積平板法で測定した。細菌数はZoBell 2216E培地を使用し、20°C、10日間培養後に計数した。水温は現場で棒状水銀温度計で、塩分はサリノメーター(鶴見精機製E-2型)で、亜硝酸態窒素(以下、NO₂-Nと略す)、硝酸態窒素(同じくNO₃-N)、磷酸態磷(同じくPO₄-P)はStrickland & Parsons法、アンモニア態窒素(同じくNH₄-N)はIndophenol法にしたがって分析した。

結果及び考察

1. 海水中の細菌数の変化

海水中の細菌数は、図1に示すように、冬季と夏季にピークを示した。即ち、1980年度ノリ養殖期の細菌数は10月29日に 3.5×10^3 個・ ml^{-1} を示し、以後次第に増加した。その後、秋芽網撤去期には一時的に 10^2 個・ ml^{-1} 台にまで減少し、冷凍網期に入って、再び増加傾向となり1月27日に 2.7×10^4 個・ ml^{-1} を示した。それ以降春季から初夏にかけて

減少し、6月2日には 2.4×10^2 個・ ml^{-1} と最低を示した後、再度増加傾向に転じ、8月1日には 1.2×10^4 個・ ml^{-1} と最高を示した。そして、ノリ養殖開始前まで漸減傾向を示し、養殖が始まると増加傾向へ転じた。1981年度秋芽網撤去期間中における細菌数の減少は、1980年度に比較して小さく、冷凍網期の終了に近い1月21日は 1.5×10^5 個・ ml^{-1} と調査期間を通じ最高を示した。それ以降は1980

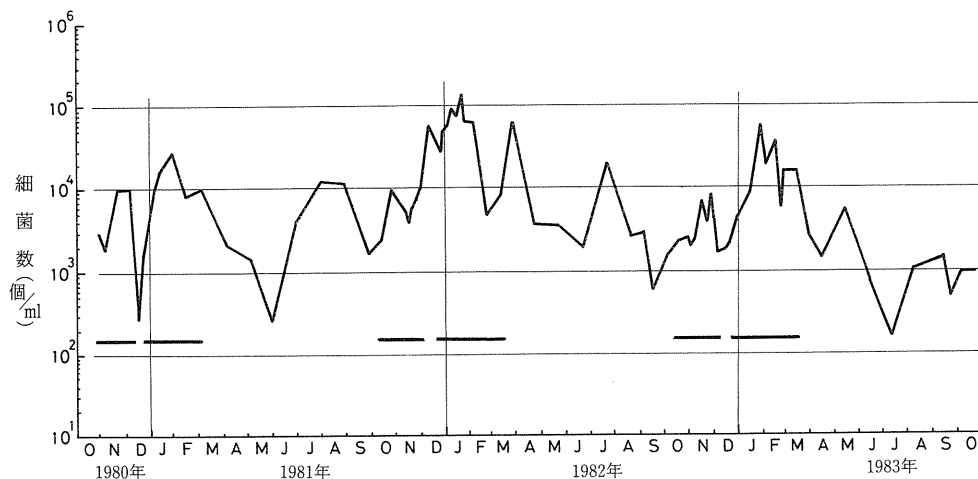


図1 海水の細菌数の変動
——：ノリ網張り込み期間

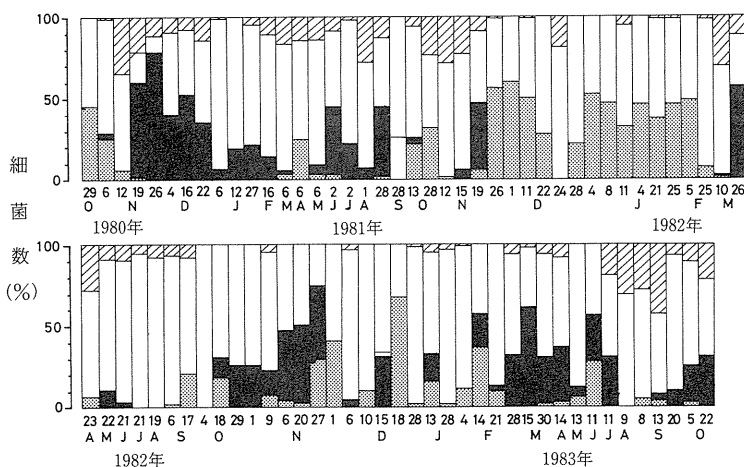


図2 海水中の細菌相の変化

 : その他、
  : 白色系細菌、
  : 橙色色素産生菌、
  : 黄色色素産生菌

年度と類似した変動傾向を示し、7月21日にその年の最高値 1.9×10^4 個・ ml^{-1} 、9月17日に最低値 5.9×10^2 個・ ml^{-1} を示した。1982年度ノリ養殖期には網撤去中に 1.3×10^3 個・ ml^{-1} まで減少した後、冷凍網期には 4.9×10^4 個・ ml^{-1} にまで増加し、1980年度養殖期と同様な変動傾向を示した。それ以降、細菌数は過去2年間の調査結果と比較して1/10の水準で変動していた。このように春季から初夏にかけて減少した後、夏季に最高を示し、再び減少するといった変動傾向は調査期間を通じ同じであった。

細菌相の変化については、図2に示すように夏季に白色のコロニーを形成する菌の割合が高く、冬季には色素産生細菌の割合が増加していた。

海水中の細菌数については、この調査期間を通じ $10^2 \sim 10^5$ 個・ ml^{-1} の範囲で変動し、この値は吉田¹³⁾が表した海域の栄養区分によると過栄養域に属している。また季節別に比較してみると夏季と冬季を中心に増加する傾向がみられた。養殖が行われていない沿岸域の細菌数は、夏季に多く他の季節では少ないとされているが、本海域では3か年を通じてみられたように冬季に多いことが特徴的である。

2. 水質の変化

1) 水 温

水温の変動は、図3に示すように各年度とも同様な傾向がみられた。2月下旬から8月まで水温上昇期で8月に最高水温を示し、その後2月中下旬までが水温下降期で、最低水温は1月中旬から2月中旬にみられ、この間の水温較差は約 25°C と大きかった。

2) 塩 分

塩分は、図3に示すように春季から夏季にかけて低く、しかも高低の変動幅が大きかった。秋季から冬季にかけては時期を追って全体的に上昇し高かんであった。

3) 窒 素

窒素の変動は、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 、 $\text{NH}_4\text{-N}$ の合計値（以下、DINと略す）として図4に示した。DINの変動は梅雨時に最高を示し、最低はノリ養

殖後半である1月下旬から2月上旬と梅雨前の5、6月にみられた。3年を通じて最高値は1982年7月21日の $61.9 \mu\text{g-at} \cdot \ell^{-1}$ 最低値は1983年5月13日の $0.13 \mu\text{g-at} \cdot \ell^{-1}$ であった。

3態窒素別では $\text{NO}_2\text{-N}$ は $5 \mu\text{g-at} \cdot \ell^{-1}$ 以下の範囲で変動し、夏季から秋季にかけて増加傾向がみられた。また、 $\text{NO}_3\text{-N}$ はDINに占める割合が最も高く、 $\text{NH}_4\text{-N}$ は $15 \mu\text{g-at} \cdot \ell^{-1}$ 以下の範囲で変動するが、いずれも冬季と夏季を中心に増加した。

4) 燐

$\text{PO}_4\text{-P}$ の変動は図5に示すように7～8月に最高値、1～2月に最低値を示すといった傾向がみられた。この調査期間中最高値は、1982年7月21日の $6.26 \mu\text{g-at} \cdot \ell^{-1}$ 、最低値は1981年1月26日、3月26日の $0.00 \mu\text{g-at} \cdot \ell^{-1}$ であった。

以上のように冬季と夏季に細菌の増殖がみられたので、ノリ養殖期である10～3月とノリ養殖漁閑期である4～9月に分けて検討を加えた。

細菌数と水温、塩分、栄養塩類との関係について相関を検定し、相関マトリックスでそれぞれ表1、2に示した。

細菌数と栄養塩類との関係は、ノリ養殖期間中は表1に示すように危険率1%の有意水準で水温、 $\text{PO}_4\text{-P}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 、 $\text{NH}_4\text{-N}$ との間で負の相関を示しており、後述するように夏季において栄養塩類と正の相関にあったことと相反している。

ところで、冬季の冷凍網期に細菌の増殖が見られる理由について、半田ら¹²⁾は(1)低水温期であるため、細菌の世代交代時間が長くなる、(2)冷凍網期のノリ葉体の細菌付着量が増大してくることから、ノリ葉体に付着増殖した細菌が海水に再遊離するためと推測している。このうち(1)の現象はこの海域でも起こっていることであるが、冬季における細菌の増殖は養殖などを行っていない海域では見られないことから大きな理由にはなっていないようである。それよりも、この時期にはノリ養殖が盛んに行われていること、秋芽網撤去期に細菌数が減少することから、半田らも(2)として述

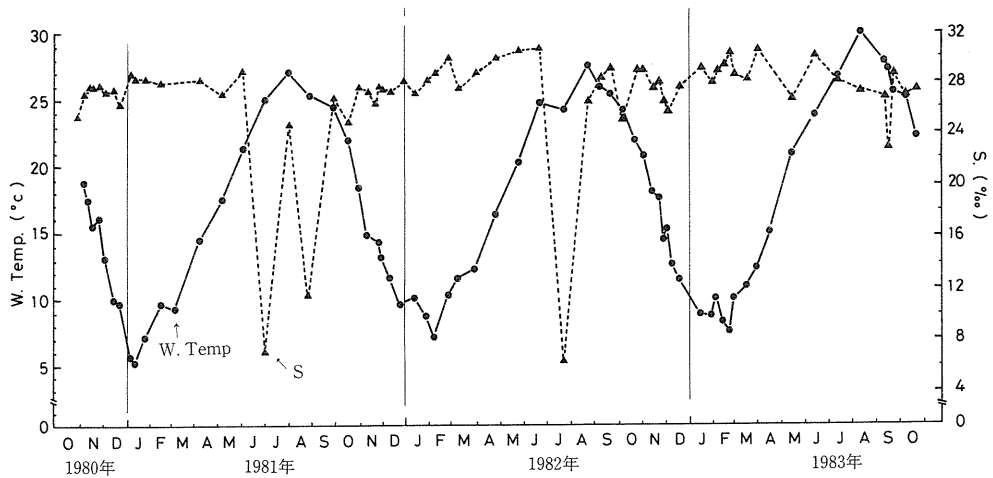


図3 水温、塩分の変化

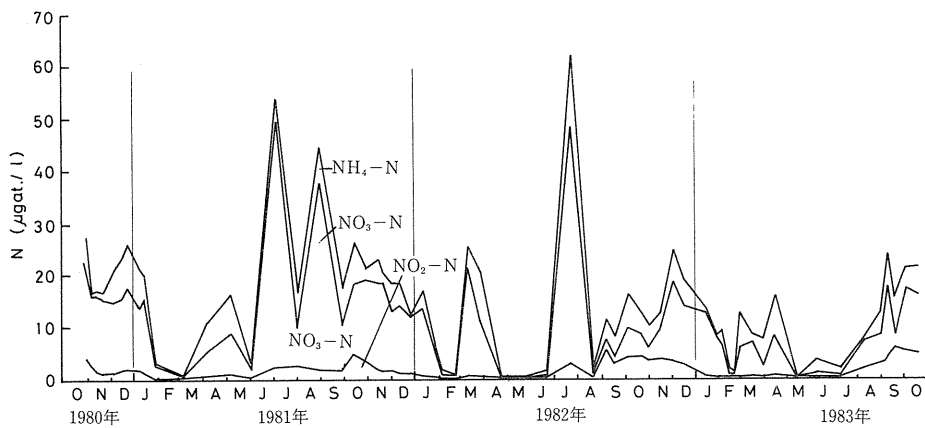


図4 窒素 ($\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$) の変化

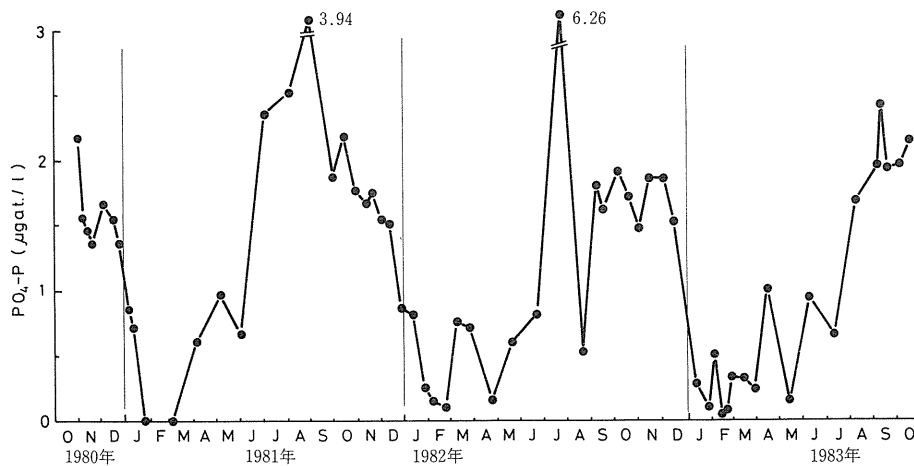


図5 $\text{PO}_4\text{-P}$ の変化

表1 細菌数の水温、塩分、栄養塩類との関係
(10月～3月)

| 水温 | 塩分 | PO ₄ -P | NO ₂ -N | NO ₃ -N | NH ₄ -N | |
|---------|---------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| -0.57** | 0.28 | -0.58** | -0.64** | -0.22 | -0.33* | 細菌数 |
| | -0.51** | 0.78** | 0.84** | 0.22 | 0.22 | 水温 |
| | | -0.74** | -0.64** | -0.63** | -0.41** | 塩分 |
| | | | 0.89** | 0.60** | 0.55** | PO ₄ -P |
| | | | | 0.36* | 0.45** | NO ₂ -N |
| | | | | | 0.33* | NO ₃ -N |

* : 1%水準で有意, ** : 5%水準で有意

べているように海水中に付着基質としてのノリ葉体が多数存在し、常に細菌の供給がなされているためと考えられる。また落ちノリの存在もかなり多いために、この分解、無機化、さらには、ノリ自体によって生産される有機物の分解、無機化にともなって細菌の増殖が起これと考えられる。このことは前報²⁾で報告したように秋芽網撤去期や養殖終了期になると底泥のC/N比やILが増大することからも示唆される。

ノリ養殖漁閑期中の細菌数と各水質との関連については、表2に示すように細菌数と塩分との間に負の相関が認められ、PO₄-P、NO₃-N、NH₄-Nとの間に正の相関が認められた。このことは4～9月の細菌数の増加は無機栄養塩類の増加と符合することを意味しており、この時期の細菌が一

要

1. 六角川沖合定点において細菌数の変化を調査した。さらに水質の結果を加え、細菌数とノリ養殖との関係を再検討した。
2. 細菌数は、夏季と冬季を中心に増加する傾向がみられ、本海域では冬季に多いことが特徴的であった。

文

- 1) 川村嘉応・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。

表2 細菌数の水温、塩分、栄養塩類との関係
(4月～9月)

| 水温 | 塩分 | PO ₄ -P | NO ₂ -N | NO ₃ -N | NH ₄ -N | |
|-------|---------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| -0.05 | -0.60** | 0.56** | 0.17 | 0.56** | 0.44* | 細菌数 |
| | -0.23 | 0.37 | 0.44* | 0.15 | -0.08 | 水温 |
| | | -0.81** | -0.28 | -0.98** | -0.57** | 塩分 |
| | | | 0.53* | 0.81** | 0.79** | PO ₄ -P |
| | | | | 0.30 | 0.46* | NO ₂ -N |
| | | | | | 0.62** | NO ₃ -N |

* : 1%水準で有意, ** : 5%水準で有意

部の無機栄養塩を利用して増加していることが推測される。一方、冬季においては、細菌数と栄養塩類は負の相関を示した。これは前述したように海水中の栄養塩類を直接利用して増殖するよりも、付着基質としてノリ葉体上で増殖した後、遊離して増殖するためと思われる。

この様に冬季と夏季の増殖の原因が異なると考えられたことから、前述した細菌相の相違もこれらのことに起因しているとも考えられ、今後検討する必要がある。ここでは細菌数の変動をノリ養殖や水質との関連で検討したが、今後はノリの病気あるいは本海域における栄養塩類の収支などを考える上で、さらに細菌学的検討が必要であろう。

約

3. 本海域で冬季に細菌数が多い理由として、海水中に付着基質としてのノリ葉体が多数存在し、常に細菌の供給がなされているため、落ちノリの分解、無機化、さらには、ノリ自体によって生産される有機物の分解、無機化にともなって細菌の増殖が起これためと考えられた。

献

- 佐有水試報, (10), 71-88.
- 2) 川村嘉応・北嶋博卿・小澄千尋・山下康夫 1991 : 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 IL の変動について. 佐有水研報, (13), 101-105.
- 3) 辻田時美 1963: 有機懸濁物の海洋生態学意義について. 日海誌, 18(4), 234-245.
 - 4) 門田元・奥谷康一 1974: 有機物の分解と微生物との関連. 「海洋微生物」(多賀信夫編), 海洋学講座 11, 東大出版会, 東京.
 - 5) 清水潮・相磯和嘉 1962: 千葉県鴨川沿岸の海水細菌. 日水誌, 28(1), 1133-1144.
 - 6) 多賀信夫 1974: 海洋細菌の分布と生態. 海洋微生物, 海洋学講座11, 東大出版会, 東京.
 - 7) 川上英之・中野宏幸・松谷市郎・大宅啓二・林則博・橋本秀夫 1981: 瀬戸内海沿岸域における細菌叢 II. 福山湾における従属栄養細菌の特徴と物理—化学的要因. 広島大学生物生産学部紀要, (20), 121-127.
 - 8) 日高富男 1984: 鹿児島湾における細菌分布の季節変動. 鹿児島大学水産学部紀要, 33(1), 85-96.
 - 9) 木村喬久・絵面良男 田島研一 1976: 気仙沼湾におけるワカメあなあき症ならびにワカメ養殖環境の微生物学的検討. 東北水研研究報告, (36), 57-65.
 - 10) 藤田雄二・小野原隆幸・松原孝之・銭谷武平 1973: ノリ病害の細菌学的研究—III 漁場海水とノリ葉体における細菌類の消長, 特に病害関連細菌類の検出. 長崎大学水産学部研報, (36), 61-68.
 - 11) 川村嘉広 1983: 有明海湾奥部ノリ漁場における細菌の季節変化 (短報). 佐有水試報, (8), 89-91.
 - 12) 半田亮司・藤田孟男・山下輝昌 1984: ノリ漁期における好気性従属栄養細菌の分布並びに消長特にノリの付着細菌症と関連して. 福有水研報, 11-16.
 - 13) 吉田陽一 1973: 低次生産段階における生物生産の変化. 「水圏の富栄養化と水産増殖」(日本水産学会編) 1, 恒星社厚生閣, 東京.