

ノリ養殖が周辺環境に与える影響についての 2、3 の事例

馬場 裕文・山下 康夫・川村 嘉応*

A Few Examples for Influence of Action by Nori Culture on Peripheral Environment.

Hirofumi BABA, Yasuo YAMASHITA and Yoshio KAWAMURA*

はじめに

一般に、ノリ養殖を行なうこと自体が周辺環境に対して各種の負荷や影響を与えているものと考えられる^{1) 2) 3)}。例えば有明海のような閉鎖性の高い強内湾性漁場では、ノリ網の設置が漁場内の流況に大きな影響を及ぼすことなどが予想され、しかもその影響は流れなどの物理的な要因のみならず、ノリの摘採や展開作業等で生じる落ちノリによる漁場への有機物の負荷や、プランクトンの増殖の促進⁴⁾ 及びノリの窒素同化による栄養塩等の取り込みや光合成作用による海水 pH の上昇など、

生物、化学的側面にまで及んでいるものと思われる。

そこで、本報ではノリ養殖を行なうことが周辺環境に対してどのような影響を与えるかについて物理、化学及び生物的側面から二、三の具体的な事例について検討したので、以下に報告する。

なお、本報告は西海区ブロック浅海開発会議、藻類・介類研究会報第 4 号を一部加筆し、記載した。

材料及び方法

1. 化学的な事例

ノリの栄養塩吸収、光合成作用を天然光の下でタカツ試験漁場(図 1)において調査した。試験に使用した海水は、海水中に存在する植物プランクトンによる消費を極力少なくするため、XX13 プランクトンネットでろ過したものをを用いた。この海水を一定量(732 l)小型ボート内に入れ、その中にノリ葉体の付着した網(出庫後12日目の初摘採直前の網;ノリ乾重で240g)を浸漬し、2時間にわたり経時的に DIN、PO₄-P 濃度の変化を調査した。また、並行して海水中の溶存酸素濃度や pH 及び炭酸ガス濃度(微量拡散法⁵⁾ 及び TOA CO₂ 測定器 MODEL CGP-1) の変化についても調

査した。なお、調査期間中の水温は9.8~11.5℃で経過し、天候は曇りであった。また、海水の塩素量は15.8‰、供試ノリの窒素含有率は7.54%であった。

2. 生物的な事例

(1)海水中の細菌数の変化を、昭和59年度漁期の秋芽網期から冷凍網期に適宜調査した。調査は六角川試験地(図 1)で実施し、満潮時を中心に滅菌瓶に採水を行ない、細菌の分離を行なった。分離培地は Zobell 2216E 培地及びキシラン添加培地を用い、20℃、10日間培養後、従属栄養細菌数(総細菌数)とキシラン分解細菌数を測定した。

(2)海水中に浮遊した状態にある落ちノリ量の調

* 佐賀県水産局水産振興課

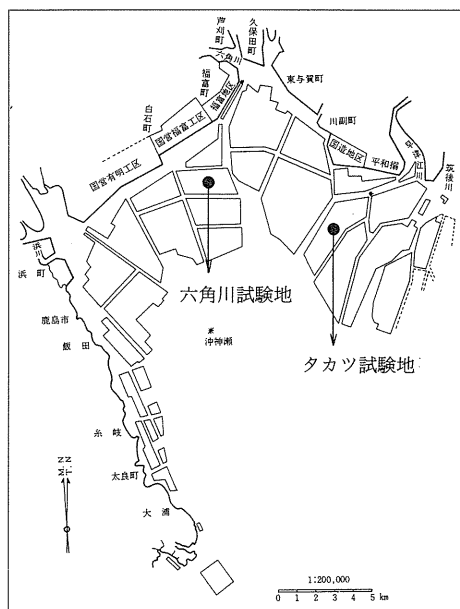


図1 調査漁場位置図

査を、昭和59年度漁期の秋芽網期から冷凍網期に行なった。本県東部地区タカツ試験地（図1）にろ水計付き稚魚ネット（口径60cm，長さ2.5m，目幅2mm）を表層浮動できるように設置し、ネット内に入ったノリ葉体の乾重を海水1m³当りに換算して求めた。なお、ネットの設置時間は最高24時間とした。

(3)ノリの摘採行為自体がどの程度の落ちノリをもたらすかについて調査した。摘採適期となったノリ網1枚を順次摘採しながら、摘採後のノリ網が再び海水に浸らないようにして取り上げ、その網をボート内で洗浄することによって落下したノリの乾重を測定した。

3. 物理的な事例

本県のような支柱式養殖の場合、ノリ網の重ね

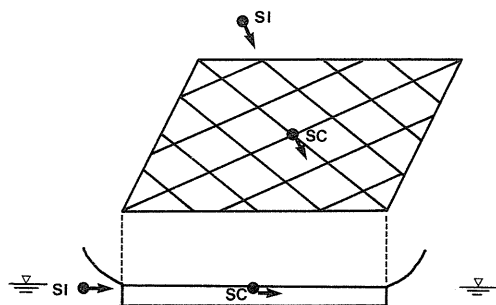


図2 流速測定点
SI：網外、SC：網内

網数は、通常採苗時の35枚から始まり、ノリの伸長とともに5枚、1枚といった具合に展開されていくため、重ね網数の変化に伴うノリ網内外の流れの微細な変化を、ノリ網の全くない時を対照として35枚重ね時から5枚重ね、1枚張り時に調査した。また、1枚張り時についてはノリの葉長別の流れの変化についても別途調査し、平均葉長が6cm，11cm，23cmの3段階で行なった。調査は図1のタカツ試験地で行ない、5列張りの中央列の中心部分のノリ網を用いて行なった。流れの測定部位は図2に示したように網内、網外の水深約5cmの表層において実施し、流速はプロペラ式小型流速計（三光精密工業 k. k, SV101 型）を用いて行なった。各調査とも原則として満潮時、干潮時を除いた比較的流れが速くなる時間帯に15分間隔で9回の調査を行なった。なお、35枚重ね調査時のノリの葉長は数mmに達し、肉眼視出来る状態で、5枚重ね時では平均で4cm程度、1枚張り時は平均25cmに達していた。網内外の流れの比較は、網外の流れを1として網内の流速比を求め、9回の平均値で行なった。

結果及び考察

1. ノリの栄養吸収と各種水質成分の変動

ノリの栄養吸収と各種水質成分の変動を図3に示した。

2時間という短時間の調査でもノリは確実にDIN、PO₄-Pを吸収し、それと並行して溶存酸素

濃度やpHの上昇がみられた。また、炭酸ガス濃度もやや減少傾向にあることが認められた。N、P吸収量をノリ乾重1g当りで試算してみると、前者が0.05mg/g/hr.、後者が0.03mg/g/hr.と算出された。

実際の養殖漁場では、一時的に乾ノリ換算で1億枚以上のノリ葉体が存在することになり、それに伴う栄養塩の吸収等はかなりものになることが予想され、また海上がながし続きの場合にはpHの上昇等も充分起こり得るものと推測される。従って、有明海のような閉鎖的な海域では、ノリの栄養吸収に伴う海水中のDIN、 $\text{PO}_4\text{-P}$ の減少はもとより、海水のpHの上昇や炭酸ガス濃度の減少がノリにとって大きなマイナス要因となる可能性が高いことが予想される。このように、当然のことながら漁場ではノリ養殖を行なうことにより栄養塩の減少やpHの上昇及び炭酸ガス濃度の減少等の化学的な変遷が常に進行していることがうかがわれた。

2. 海水中の細菌数の変化

漁期中の従属栄養細菌数とキシラン分解細菌数の変化を図4に示した。

ノリ養殖が採苗に始まり、展開、摘採と順次進行するにつれて海水中の従属栄養細菌数は増加傾向を示すが、秋芽網期と冷凍網期の切り替え時にノリ網を一時的に漁場から全て撤去するいわゆる一斉撤去期間中には、減少傾向を示した。冷凍網出庫後には再び増加傾向に転じた。一方、キシラン分解細胞数も、従属栄養細菌数とほぼ同様な変化を示した。以上のような傾向は、昭和59年度漁

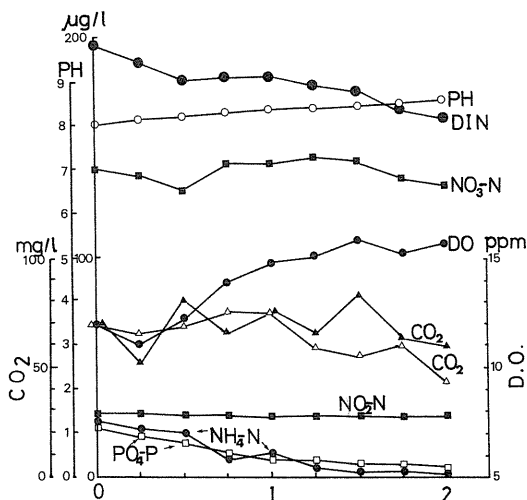


図3 ノリの栄養吸収と水質成分の変動

▲：微量拡散法、△：CO₂メーター法

期に限らず一般に認められており³⁾、細菌の増減は、漁場内に存在する養殖対象種としての「ノリ葉体」の有無と何らかの形で関係しているものと考えられた。従って、ノリ養殖を営むことは細菌の増殖をある意味で助長しているものと考えられた。

3. 海水中の落ちノリ

(1) 海水中の落ちノリ量の変化

海水中の落ちノリ量の変化を図5に示した。

落ちノリ量は秋芽網期、冷凍網期とも摘採時期を中心に増加し、ノリ網撤去期間中には非常に低

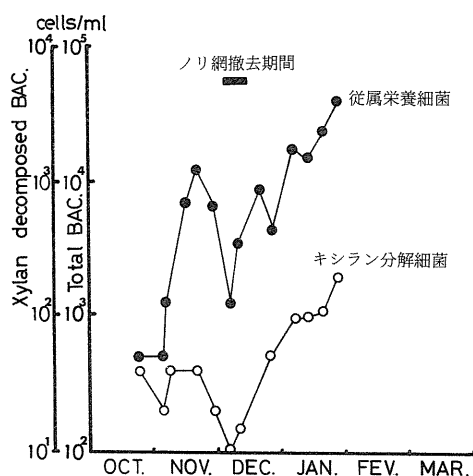


図4 海水中従属栄養細菌数とキシラン分解細菌数の変化

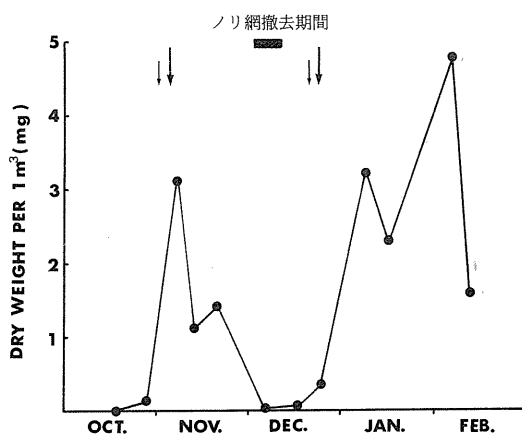


図5 海水中落ちノリ量の変化

矢印 (小)：ノリ摘採初期、矢印 (大)：摘採盛期

いレベルで経過した。そのピークは、秋芽網期では11月上旬に、冷凍網期では2月上旬にみられ、特に冷凍網期では秋芽網期よりも全般に高いレベルで経過した。この変化は、基本的には毎年のようにみられることが予想されるものの、ノリの病害やノリ網管理の状況及び気象条件等の人為的、自然的変化によっては非常に変動を受け易いことも予想される。従って、落ちノリが漁場に存在することは、前述の細菌数の変化と同様にノリ養殖を行なっている以上ある程度やむを得ないことであり、当然海域に対して有機物等の負荷を与えているものと考えられる。

(2) ノリの摘採による落ちノリ量の見積り

ノリ網一枚の摘採から落ちたノリ葉体の乾重は108.3gであった。

調査に用いたノリ網から実際に製造された乾ノリ枚数は1,120枚で、100枚当りの乾重は220gであったため、ノリ網1枚の摘採で流出するノリ葉体の重量は、収穫されたノリの約4%に匹敵すると言えそうである。ちなみに、漁期中10億枚の生産があったとし、乾ノリ重量を約3gと見積れば、乾ノリ枚数換算で4,000万枚、乾重量で120トン分のノリ葉体が漁場内に拡散されていることになる。このように、漁場に拡散されたノリ葉体は水中を浮遊している間は直ちにバクテリア等の分解作用を受けることはないにしても光線の乏しい海底中に堆積したノリ葉体では分解が速やかに始まり、漁場に再び栄養塩を回帰する反面、バクテリアの増殖を助長したり、水質CODの上昇⁶⁾をもたらしたりするものと思われる。

4. ノリ網内外における流れの微細な変化

(1) 重ね網数の変化と流速

重ね網数の変化に伴う網内の流れの変化を表1に示した。

網内流速は、いずれの場合においても流入流速に比べ遅くなり、網内の流速比(網内流速/流入流速)は5枚重ね、1枚張り時で0.4前後とその減速程度が大きく、35枚重ね網では0.62を示し、むしろ前2者に比べ減速する程度は小さかった。5枚重ね、1枚張り時でのノリの葉長は、35枚重ね

表1 重ね網数の変化に伴うノリ網内外の流れ

	流入流速 SI (cm/sec.)	網内流速 SC (cm/sec.)	SC/SI
35枚重ね	8.5	5.2	0.62
5枚重ね	21.4	7.7	0.37
1枚張り	25.0	9.4	0.40
ノリ網撤去時	25.2	24.1	0.95

表2 ノリの葉長の変化に伴う網内外の流れ
(1枚張りの時)

	流入流速 SI (cm/sec.)	網内流速 SC (cm/sec.)	SC/SI
葉長6cm	7.0	5.5	0.79
葉長11cm	26.8	9.3	0.34
葉長23cm	14.5	4.6	0.32

網と比較して極端に大きいことから、網内での減速の程度は重ね網数よりもノリの葉長で大きく左右されるものと考えられた。また、ノリ網がない時(支柱竹のみ)では、網内定点の流速は流入流速とほとんど変らなかった。

(2) 葉長の変化と流速

1枚張り時における葉長の変化に伴う網内流速の変化を表2に示した。

網内の流速比は、葉長が大きくなるにつれて小さくなる傾向を示した。葉長6cmの流速比は0.79と、その減速の程度は比較的小さかったが、葉長11cmと23cmではそれぞれ0.34、0.32とほぼ同様の値を示し、減速の程度は葉長6cmに比べ極めて大きかった。換言すれば、ノリの葉長が11cm以上になれば12cmでも摘採直前の葉長20数cmに達したノリでも、網内の流れは葉長が11cmとほぼ同様であると言えそうである。また、葉長11cmを境に急激に網内の流れが悪くなることから、ノリの葉長が10cm前後で壺状菌病などの寄生性の病害の感染機会も急激に増加することが予想される。

以上、ノリ養殖が周辺環境へ及ぼす影響を二、三紹介したが、明らかにノリ養殖は周辺環境に対して各種の影響を与えているものと考えられた。このような環境下で実際のノリ養殖が毎年行なわ

れており、ここで紹介した環境への影響を含め、その他の各種の要因が複雑に関与し合ってノリ養殖が成り立っているものと推測された。一方、ノリ品質や生産性と最も関りの深い要素は、漁場の栄養環境とともに漁場内の流れ及び病害発生が遅速とその程度にあることは言うまでもないが、有明海では、栄養塩濃度の変動は大部分プランクトン量の多寡に支配され⁷⁾、一方流れや病害は、潮汐や人為的要素としてのノリ網張り込み密度等に負うところが大きい。本報のノリ養殖の環境への影響は、比較的ミクロな視点での調査であったが、今後はマクロな視点でノリ養殖と環境との関係を検討する必要があるものと考えられた。そのなか

要

1. ノリ養殖を行なうこと自体が周辺環境に対してどのような影響を与えるかについて物理、化学及び生物学的な面から二、三の具体的な事例を報告した。
2. ノリ葉体は2時間という短時間の調査でも確実に DIN、PO₄-P を吸収し、吸収量はそれぞれ 0.05mg/g/hr.、0.03mg/g/hr. と見積られた。同時に溶存酸素濃度や pH の上昇がみられ、炭酸ガス濃度もやや減少傾向を示した。
3. 海水中の従属栄養細菌数及びキシラン分解細菌数は、秋芽網以降ノリ養殖が進行するにつれて増加傾向を示すが、ノリ網の一斉撤去期間中には減少傾向を示し、冷凍網出庫後には再び増加傾向を示した。
4. 海水中の落ちノリ量は秋芽網期、冷凍網期とも摘採時期を中心に増加がみられ、特に、冷凍網期では全般に秋芽網期よりも高いレベルで経過した。しかし、ノリ網撤去期間中には非常に低いレベルで経過した。
5. 摘採適期となったノリ網1枚を摘採することによって漁場に流出又は逸散する落ちノリの量は、製造加工されたノリの重量の約4%に匹敵した。ちなみに、一漁期10億枚の生産があるとするれば、乾ノリで約4,000万枚(120 t)分が流出するに値

でも特に流れの面に的を絞り、地域ごとにノリ網のある漁期中とない漁期外の流況を比較することによって「ノリ網張り込み」自体が流況に及ぼす影響を具体的に把握することであり、また同一漁場間でノリ網の張り込み密度が変化した場合、その密度変化が流況へ及ぼす影響などを把握することである。この点の漁場レベルでのノリ網の張り込み及びその密度変化と流況との関係については、次の機会に報告したい。

なお、本研究を遂行するにあたり、種々の貴重な御助言や御指導をいただいた、西海区水産研究所資源増殖部介類・藻類研究室長の鬼頭鈞博士に厚く御礼申し上げる。

約

- するものと推測された。
6. 重ね網数の違いによるノリ網内の流れは、どの重ね網数でも流入流速に比べ減速され、特に5枚重ね網、1枚張りでその程度が大きかった。最も遅くなるとみられていた35枚重ね網では、5枚重ね網、1枚張りよりもむしろ減速の程度は小さく、ノリ網内の流れは、重ね網数はもとよりノリの葉長が大きく関係しているものと考えられた。
 7. 1枚張り時の葉長の変化によるノリ網内の流れは、葉長に比例して遅くなる傾向を示したが、葉長が11cmと23cmでは流れの減速程度は大差なかった。即ち、ノリの葉長が11cm以上になれば12cmでも摘採前の葉長20数cmに達したノリでも網内の流れは葉長が11cmの時とほぼ同様であると考えられた。
 8. ノリ養殖を行なうことは化学的側面では栄養塩の減少や pH、溶存酸素濃度等の上昇をもたらす、生物的には海水中細菌数の増加やその基質ともなり得る落ちノリの発生を生む結果となる。また、物理的にはノリ葉体の存在やノリ網等の設置が元来ノリに必要な流れを自ら阻害する結果にもなり得ること等が想定され、ノリ養殖は周辺環境に対して少なからず影響を与えているものと推測された。

文 献

- 1) 宮崎征男・山下康夫 1979: ノリ漁場内における流れの特性. 沿岸環境変動予察方法についての研究報告書, 149-155.
- 2) 戸原義男・田中宏平・加藤 治 1974: 有明海ノリ漁場を中心にした浅海域増養殖漁場の水理について. 九大農学部水産実験所報告, 2, 53-68.
- 3) 川村嘉応 1983: 有明海湾奥部ノリ漁場における細菌の季節変化. 佐賀県有明水試報, 第8号, 89-91.
- 4) 佐々木和之・宇野史郎 1988: アサクサノリとの混合培養における6種の珪藻プランクトン増殖率の比較. 日本プランクトン学会報, 第35巻, 第1号, 57-65.
- 5) 三宅泰雄 外 1960: 水質化学分析法. 地人書館, 東京.
- 6) 馬場裕文 1985: ノリ葉体の分解と無機化—I. 佐賀県有明水試報, 第9号, 23-37.
- 7) 佐賀県有明水試 1984: 九州海域赤潮予察調査事業報告書. 水産庁, 61-96.