

貝殻糸状体に由来する養殖ノリの生長不良現象

伊藤龍星*・大塚 猛**・石川佑司***

Undergrown Phenomenon of Cultivated Nori *Porphyra yezoensis* Originated from Shell Living Conchocelis

RYUSEI ITO, TAKESHI OTSUKA and YUJI ISHIKAWA

大分県農林水産研究指導センター水産研究部浅海・内水面グループ

Shallow/Fresh Water Group, Fisheries Research Division
Oita Prefectural Agriculture, Forestry and Fisheries Research Center

キーワード：貝殻糸状体、生長不良、ノリ、培養、品種

緒 言

周防灘に面する大分県北部の中津市、宇佐市の干潟域では毎年、秋季～春季にかけて約 30 経営体が支柱式ノリ養殖業を営んでいる。採苗方法は、貝殻糸状体を採苗前に県内または県外から購入して保存しておき¹⁾、漁場に張り込んだノリ網に装着する野外採苗法である。2006 年度漁期は 10 月 4～7 日に採苗がスタートし、約 45 日後の 11 月 20 日には摘採が始まった²⁾。しかし、中津市内では、採苗は順調であったものの、育苗時のノリ葉体の生長が極端に不良となり、採苗から 2 ヶ月経過しても摘採できない網があるなど、生産に大きな打撃を受ける生産者も見られた。

そこで、この生長不良の原因を明らかにするため、水質環境の把握と、生産者や糸状体培養場への聞き取り、そして養殖漁場現地調査を実施するとともに、生長不良のノリ葉体を用いた室内培養実験を行ったので報告する。

方 法

水質環境 生長不良現象と水質環境との関係を検討するため、2006 年度ノリ漁期中の水温、比重、溶存無機態窒素（以下 DIN と記載）について調査した。水温和比重は、大分県農林水産研究指導センター水産研究部浅海・内水面グループ浅海チームが豊後高田市呉崎地先で定置観測した値（2006 年 9 月下旬～2007 年 3 月上旬、平日毎日 8:30 に表層水を観測）を使用した²⁾。DIN は、呉崎地先および中津市小祝東ノリ場内での定置観測値（2006 年 9 月下旬～2007 年 1 月下旬、週 1～2 回 8:30 に表層水を採水）を用いた²⁾（図 1）。

聞き取り調査 生長不良の網を持つ生産者は中津市内の 4 名（新田ノリ漁場 3 名、高洲ノリ漁場 1 名）であった（図 1）。2006 年 12 月中旬、この 4 名が採苗に使用した貝殻糸状体の購入先と品種、採苗や育苗の状況、生長不良現象の程度や症状について聞き取りした。また、4 名が購入した貝殻糸状体を培養した培養場の担当者に、糸状体の履歴や培養管理について聞き取りを行った。

現地調査 2006 年 12 月 15 日に、中津市干潟域の新田

* 現所属：大分県 農林水産部 水産振興課

** 現所属：大分県南部振興局 農山漁村振興部 水産班

*** 元大分県海洋水産研究センター

ノリ漁場と高洲ノリ漁場で調査を実施した（図1）。前述の生産者4名のノリ葉体および同漁場内の他の生産者のノリ葉体を観察して、生長や形態を把握した。また、培養実験に供するため、高洲ノリ漁場にて、生長不良の網から実験区用のノリ葉体（K培養場の品種H、スサビノリ *Porphyra yezoensis* 系）を採取した。対照区として、その網の隣の列（約5m西側）の生長の順調な網のノリ葉体（I培養場の品種M、スサビノリ *P. yezoensis* 系）と、宇佐市長洲ノリ漁場で育苗中のノリ網から、ノリ葉体（I培養場の品種Yスサビノリ *P. yezoensis* 系）を採取した。これら3区のノリ葉体を実験室に持ち帰り、エリスロシン染色による葉体健全度の判定と、光学顕微鏡観察によるアカグサレ病や壺状菌病等寄生性病害の感染の有無を確認した。

培養実験 現地調査で採取した3区のノリ葉体を同日、培養実験に供した。培養容器は500mL枝付きフラスコ計3本を使用した。1区あたり葉長（葉状部の基部から先端方向の最も長い部位の長さ）30mm程度の葉体10個体（葉長±標準偏差=33.4±9.0mm、n=30）を選び、500mLの枝付きフラスコ1本に収容して通気培養を開始した。同時に単胞子の付着を確認するため、長さ35mmに切断したノリ網糸（5号網）2本を各フラスコに投入した。培養期間は1月16日までの32日間とし、6、11、21、32日後に葉長の測定、単胞子の付着確認

と計数、生殖細胞形成の観察を行った。単胞子数の計数には蛍光顕微鏡を用い、任意の10視野（×100倍、1視野直径2.2mm）の単胞子数を数え、1視野あたりに換算した。培養条件はノリの発育生長の適温とされる水温16℃³⁾、光量100μmol/m²/s、光周期12L:12Dとした。培養液にはErd-Schreiberの培地1Lに須藤の改良P1溶液1mLを添加して加熱殺菌したもの⁴⁾を用い、葉長測定後に全量を交換した。

結 果

水質環境 図2に水温と比重、DINの結果を示した。2006年度ノリ漁期の水温は、採苗期の10月上旬は平年並みの22～23℃台で推移した。しかし、中旬以降は平年を1～2℃、11月は中旬を除いて1～3℃、12～3月上旬にかけても平年を1～3℃上回る高水温が続いた。比重（σ₁₅）は採苗期の10月上旬～11月中旬は平年並みの1.022～1.023で推移したが、11月下旬～1月は降雨の影響で低めに推移することが多く、この傾向は観測終了時の3月上旬まで続いた。DINは、採苗期から2定点とも、良好なノリの生長と品質を保つための最低基準とされる70μg/L（5μg-at/L）⁵⁾を下回る低い値であり、11月中旬まで続いた。11月下旬～翌年1月上旬は降雨のため、100μg/L前後に上昇することもあったが、それ以降は再び低下した。

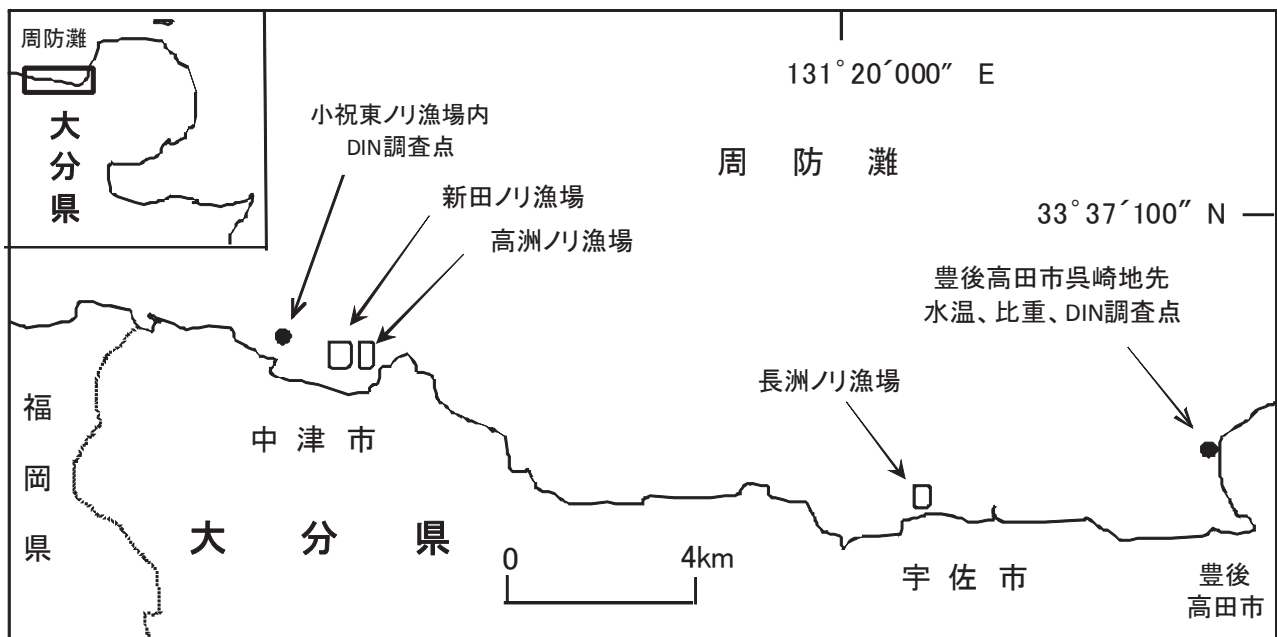


図1 現地調査を行ったノリ養殖漁場と水質環境調査点

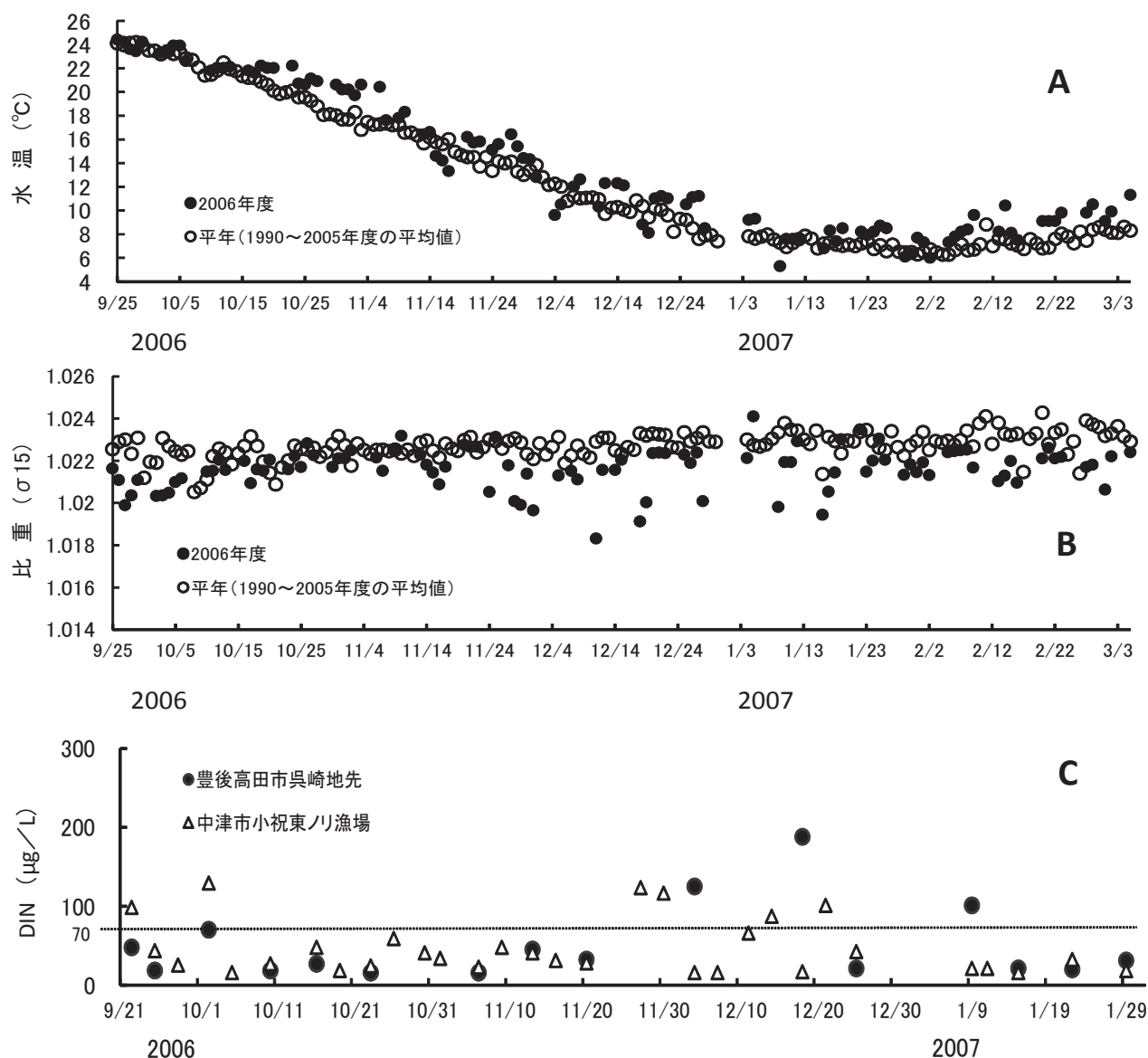


図2 2006年度ノリ漁期の養殖漁場における水温、比重、栄養塩

A：豊後高田市呉崎地先における水温

B：豊後高田市呉崎地先における比重

C：豊後高田市呉崎地先と中津市小祝東ノリ漁場における栄養塩

聞き取り調査 生産者への聞き取りから、4名とも採苗は順調で、遅くとも採苗から2週間以内には肉眼でノリ幼芽を確認でき、例年どおりの育苗作業に移ったことを確認した。しかしその後、10月下旬の葉長1cmあたりから、「特定のノリ網で、葉体の生長不良、縮れ、光沢不足、粘り気のなさを感じるようになった。」とのことであった。採苗に使用した貝殻糸状体を聞き取りしたところ、4名ともK培養場の品種Hを使用していたことが判明した。ただしK培養場の品種Hのみを採苗した者は1名(高洲漁場)で、他の3名(新田漁場)は他培養場の他品種の貝殻と1:1(枚数比)で

混ぜるか、3品種の貝殻を均等に混合してから採苗に使用していた。

また、K培養場品種Hを販売した培養場担当者への聞き取りでは、「2005年12月にフリー糸状体を他所から入手し、カキ殻に蒔き付け例年どおりの管理を行った。本品種は毎年フリー糸状体を購入して蒔き付けており、過去に生長不良などのクレームはない。」とのことであった。なお、生産者、培養担当者ともに、聞き取り時にはすでに糸状体を処分しており、試料の入手は不可能であった。

現地調査 観察した漁場の多くのノリ葉体は葉長 15cm を超えるなど順調に生長しており、色調も比較的良好で（図 3A）、すでに初回摘採を終えた網も見られた。しかし、K 培養場の品種 H を使用した 4 名については、生長不良と判断される網が少ないので 2 割、多い者では全数みられた。不良網が全数の生産者は、同品種のみを採苗しており、葉長は 3cm 程度に過ぎなかった（図 3B）。この時、ノリ葉体の手触りはバサバサして粘り

気がなく、海水をしぼると、ノリ葉体はふわふわしてパーマをかけたような状態であった（図 3C）。縁辺部はひどく縮れ、表面には細胞が多層化した小黒点（大きさ 70～100 μ m の塊状）が多数みられた（図 3D、E、F）。エリスロシン染色は 5%未満と低く、死細胞はほとんど見あたらなかった。また、アカグサレ病や壺状菌病等の寄生性病害の感染は確認されなかった。

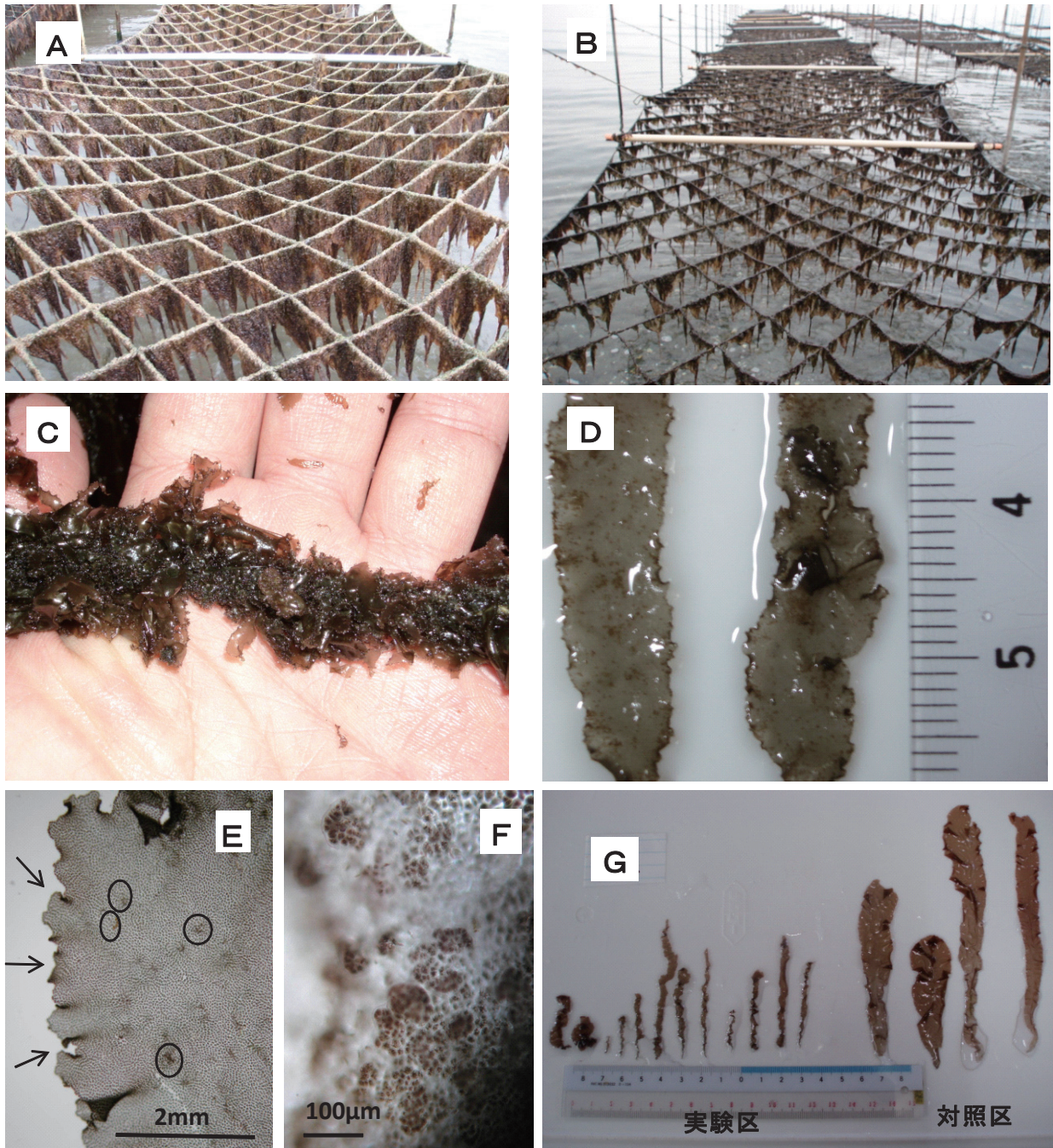


図 3 ノリ養殖における生長不良現象と培養実験

A：生長の順調なノリ網（2006 年 12 月 15 日）、B：生長不良のノリ網（2006 年 12 月 15 日）、C：スポンジ状の手触りを有する生長不良ノリ、D：生長不良ノリの外部形態、E：生長不良ノリの表面と縁辺部（矢印：縮れ、○印：小黒点）、F：生長不良ノリの表面拡大（多層化した細胞が見られる）、G：室内培養 11 日後のノリ（左：実験区 K 培養場品種 H、右：対照区 I 培養場品種 M）

培養実験 結果を平均値で図 4 に示した。開始 6 日後には、対照区の I 培養場の品種 M、品種 Y はともに約 20mm 生長して葉長 50mm を超えた。しかし、実験区の K 培養場品種 H は 10mm 程度の生長で、葉長は約 40mm であった。その後、対照区の 2 品種はほとんど同様に生長し、11 日後には葉長約 93mm (図 3G)、21 日後には約 170mm、32 日後には約 209mm となった。対して実験区では 11 日後 (図 3G)、21 日後はともに約 41mm と変化なく、32 日後には約 68mm であった。

単胞子の付着は、培養 6 日後に I 培養場の品種 Y で確認され、21 日後には I 培養場の品種 M でも確認された。表 1 には培養 21 日後の単胞子付着数と葉体の生殖細胞形成の有無について示した。対照区の I 培養場品種 M で 2.3 個、品種 Y で 1.6 個の単胞子の付着が見られたが、実験区の K 培養場品種 H では見られなかった。また、葉体を顕微鏡観察すると、対照区では両品種ともに縁辺部からの単胞子放出が確認でき、雌雄の生殖細胞が形成されている葉体も認められた。しかし、実験区では、それらは確認されなかった。

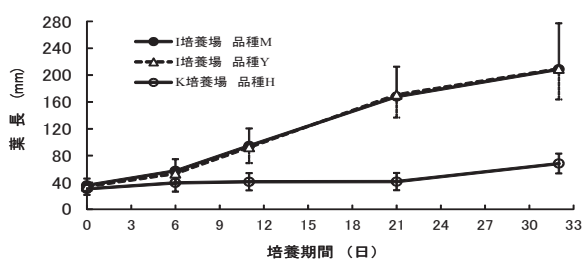


図 4 培養実験によるノリ葉体の生長(縦棒は標準偏差)

表 1 顕微鏡 1 視野 (× 100) あたりの単胞子付着数および生殖細胞形成の有無

	K培養場品種H	I培養場品種M	I培養場品種Y
顕微鏡1視野あたりの単胞子付着数±標準偏差	0	2.30±1.06	1.60±1.58
生殖細胞の形成	-	+	+

+: 形成あり - : 形成なし

考 察

育苗期におけるノリの生長不良やノリ芽異形化の報告としては、極度に色落ちした幼芽のねじれや縁辺部の縮れ⁶⁾、低比重による生長阻害⁷⁾、高水温と栄養塩低下、特にリン欠乏と推察される葉体の縮れや巻き等の生育異常⁸⁾、塩分濃度や栄養塩量、光強度等の影響と思われる葉体の幅細化現象⁹⁾、赤潮生物増殖による pH や DO 上昇によるもの¹⁰⁾、工場排水などの影響域でみ

られるがんしゅ病¹¹⁾(葉体は縮んで光沢を失い、暗黄褐色を呈し粘り気を失い生長が抑制される) やちりめん症¹²⁾(がんしゅ病の病徴に類似しているが工場排水の影響水域に限定されない)、さらには壺状菌の感染による生長阻害¹²⁾や、バリカン症様発生¹³⁾による生長停滞などがある。

しかし、今回の生長不良現象は、これらの原因とは異なるものであった。聞き取り調査から、生長不良を感じるようになったのが 10 月下旬とのことであったが、同時期までの 2006 年度ノリ漁場の環境面の特徴としては、高水温と低栄養塩があげられる (図 2)。しかし、当該海域では色落ち現象が発生するほどの状況は確認されておらず²⁾、現地調査でも周囲の生産者のノリ葉体は順調に生長していたことから、これら環境面の原因は考えにくい。この現象が特定の品種の貝殻糸状体で採苗したノリ網のみに発生していることや、好適条件下の室内培養でも生長等が好転しなかったことを考えると (図 4、表 1)、採苗に使用した貝殻糸状体、言い換えれば品種に原因があったと考えるのが妥当である。なお今回は、貝殻糸状体、フリー糸状体ともに入手できなかったために再現実験が行えず、生長不良現象や葉体の縮れ等の発生が、この品種の形質なのか、その他の原因によるものかを明らかにすることはできなかった。

ところで現在、ノリの品種や系統は約 1,000 株に達しているが、それらは野生種や既存の系統株から選抜育種されたものが多く、培養場では、同一品種 (系統) を異名で保存していたり、純系となっていなかったりする場合もある¹⁴⁾。そのため、品種の形態や生理的特性が十分には整理されていない場合も多く¹⁴⁾、種苗法で登録されたノリ品種は、2011 年 3 月末現在 5 品種に過ぎない (農林水産省品種登録ホームページ: <http://www.hinsyu.maff.go.jp/>)。つまり、漁業現場という品種のほとんどは登録品種以外の品種になる。生産者の間には、同一品種でも年による気象・海況等の違いで、生長や形態がかなり異なるという感覚があることから、多くの品種では、その形態や生理的特性が一定していないことが推察され、現場では前述のように危険分散の意味合いで数種の品種の貝殻糸状体を混合してから採苗する例が少なくない。今回 1 品種のみを採苗した 1 名に比べて、他品種を混合して採苗した 3 名の生長不良ノリ網数の割合が少なかった事実から、数種混合による採苗は、今回のような貝殻糸状体 (品種) に由来する生産減を招かないための防衛策としては有効な手段といえよう。数種混合は、採苗に使用す

る貝殻糸状体の熟度のずれからくる殻胞子の不足に対しても、その程度を軽減することが期待されるため、単一品種での採苗にこだわる必要がない場合には、数種混合による採苗を行うのが現実的である。

また、漁業現場で実際に使われている貝殻糸状体の大部分を占める登録品種以外の品種についても、今後は、そこに至るまでの履歴や生理的特性などについての科学的調査と整理を行うべきであろう。

摘 要

周防灘南部大分県沿岸の支柱式ノリ養殖漁場において、2006年度漁期、4名の生産者に極端なノリの生長不良現象が生じた。そこで、関係者への聞き取りと現地調査、生長不良ノリの室内培養実験を行った。

- 1 生長不良ノリはすべて、同一培養場の同じ品種の貝殻糸状体から採苗したものであることが判明した。
- 2 現地の生長不良ノリは、採苗1ヵ月後でも葉長3cm程度で、周囲の順調なノリより10cm以上も短かった。
- 3 室内培養の結果、生長不良ノリは縮れたままでほとんど生長せず、単胞子の放出も成熟も見られなかった。
- 4 以上から、生長不良の原因は、水温等の環境面ではなく、貝殻糸状体（品種）にあると判断された。
- 5 今回のような生長不良現象を防ぐには、数種混合による採苗が有効であると思われた。

謝 辞

本論文をとりまとめるにあたり、現地調査にご協力いただいた大分県漁業協同組合中津支店前田恭弘殿にお礼申し上げます。

引用文献

- 1) 伊藤龍星. 飽和露出処理で保存したノリ貝殻糸状体の使用可能日数. 大分県海洋水産研究センター調査研究報告2003; 4: 51-55.
- 2) 伊藤龍星, 林 亨次, 福田祐一, 羽田俊雄. 浅海増養殖に関する研究(8)ノリ養殖安定対策推進事業. 平成18年度大分県農林水産研究センター水産試験場事業報告2008; 173-177.
- 3) 殖田三郎. 「新編海苔養殖読本」全国海苔貝類漁業協同組合連合会, 東京1973; 84-86.
- 4) 田宮 博, 渡辺 篤. 「藻類実験法」南江堂, 東京. 1971; 88-104.
- 5) 日本水産資源保護協会. 「環境が海藻類に及ぼす影響を判断するための「判断基準」と「事例」」日本水産資源保護協会, 東京. 1992; 4-17.
- 6) 千々波行典, 川村嘉広, 大隈 斉, 白島 勲. 1991年度西・南部ノリ養殖漁場で育苗期から発生した色落ちと幼芽の異形化. 佐賀県有明水産試験場研究報告1993; 15: 61-70.
- 7) 切田正憲, 松井敏夫. ノリ幼芽の生育に及ぼす乾燥と浸漬海水の比重の影響. 水産増殖1993; 41(3): 281-286.
- 8) 洲上 哲. 2006年度漁期に福岡湾でみられたノリ葉体の生育異常. 福岡県水産海洋技術センター研究報告2008; 18: 161-164.
- 9) 鬼頭 鈞. 生産者のみなさんへ. 「海苔速報(第16報)」全国海苔貝類漁業協同組合連合会, 東京. 2002; 5.
- 10) 吉川浩二. 赤潮生物 *Heterosigma inlandica* HADA, *Hemientreptia antique* HADA, *Eutreptiella sp.* がのり幼芽に与える影響について-I. 南西海区水産研究所研究報告1974; 7: 111-122.
- 11) 日本水産学会. のりの病気の種類とその病徴. 「のりの病気(3版)」恒星社厚生閣, 東京. 1983; 120-147.
- 12) 右田清治. 壺状菌病. 「のりの病気(3版)」恒星社厚生閣, 東京. 1983; 12-20.
- 13) 伊藤龍星, 林 亨次, 中川彩子, 寺脇利信, 高木儀昌, 森口朗彦. ボラによる養殖ノリの食害とバリカン症. 海苔と海藻2008; 75: 1-3.
- 14) 川村嘉広. 養殖現場における選抜育種. 「海苔の生物学(能登谷正浩編著)」成山堂書店, 東京. 2000; 105-113.