

## 生物機能応用科学専攻

氏名	坂口 研一
学位記番号	生博 甲第 144 号
学位記授与の日付け	平成 15 年 7 月 16 日
学位論文題目	伊勢湾の養殖ノリにおける病障害発生の原因究明と軽減法に関する研究
論文審査委員	主査 教授・天野 秀臣 教授・加納 哲 教授・小池 隆 教授・前川 行幸 講師・柿沼 誠

## 要 旨

三重県は全国でも有数のノリ生産量を誇り、その生産海域である伊勢湾においてはノリ養殖は冬季の基幹漁業となっている。しかし、ノリ養殖には現在でも多くの病気や生理障害がつきまとい、生産を不安定なものとしている。中でも卵菌類 *Pythium porphyrae* によって引き起こされる赤ぐされ病と栄養塩類の不足によって生じる色落ちは毎年のように発生し、ノリ養殖に甚大な被害をもたらしている。本研究は三重県のノリ養殖の安定化を目指すために赤ぐされ病と色落ちの発生の原因究明と軽減法の開発を目的としたものである。

まず、伊勢湾の海況と病障害の発生の関係を見いだすため、地理情報システム (GIS) による海況解析と、最も重大な病障害である赤ぐされ病および色落ち発生状況の比較を行った。海況の解析には三重県科学技術振興センター水産研究部の 20 年間の観測データを用い、GIS 解析ソフトによりノリ養殖漁期中の月別の平均的な海況を表した。また、毎漁期終了後に発行される三重県のり情報総集編より 20 年間に発生した重篤な赤ぐされ病と色落ち発生頻度の調査を行った。これらのデータから重相関分析により T を水温、S を塩分濃度、D を溶存態無機窒素 (DIN)、P を溶存態無機リン ( $PO_4\text{-P}$ )、C をクロロフィル a (Chl-a) としたとき、赤ぐされ病発生割合の関係式は  $Y(\%) = 1.24(T) - 0.87(S) + 0.15(D) + 0.85(P) - 4.71(C) + 10.06 (R^2 = 0.65)$  で、色落ちの割合の関係式は  $Y(\%) = -1.35(T) - 0.27(D) - 0.25(P) + 83.02 (R^2 = 0.76)$  で表され、赤ぐされ病および色落ちの発生危険時期および海域は GIS による海況解析からお

おむね推定できることを見いだした。

赤ぐされ病は病変部に形成される遊走子嚢から海水中に放出される遊走子による 2 次感染が病気の蔓延を引き起こす大きな要因になっている。しかし、これまで赤ぐされ病の遊走子を海水中で検出した例はなく、病気の発生時にノリ養殖漁場でどの程度の遊走子濃度になっているのか全く不明であった。そこで、赤ぐされ病病原菌 *P. porphyrae* のみを特異的に認識するモノクローナル抗体の作製を試みるとともに、海水中の遊走子濃度の検出方法の開発を行った。

その結果、赤ぐされ病病原菌で免疫を行ったマウス脾臓細胞にマウス骨髄腫細胞を細胞融合させ、赤ぐされ病病原菌に対してのみ特異的に反応するモノクローナル抗体産生細胞を作製することに成功した。さらに、この抗体を用いる海水中の病原菌の検出方法を確立し、養殖期間を通したノリ養殖漁場中の病原菌の消長を観測した結果、間接蛍光抗体法で病原菌を初めて確認した 12 日後にノリ葉体の病斑が肉眼で認められるようになった。また、病原菌の遊走子が海水 1L 中に  $10^2 \sim 10^3$  個存在するとき赤ぐされ病の発生する危険性が高いことが判明し、本病気の発生予知の可能性が示された。

赤ぐされ病病原菌の遊走子が高濃度で存在し、病勢が強い時は通常の酸処理剤の使用頻度では赤ぐされ病の十分な防除効果が期待できない。しかし、酸処理は環境面のみならず、生態系や二枚貝類への影響も指摘されているため、制限無く酸処理を行うことは好ましくない。そこで、赤ぐされ病の病勢が強いときにおいても酸処理の頻度を増やす必要がない有効な病害抑制手法を検討した。

その結果、病気が蔓延する可能性のある海況において、摘採後にノリ網を酸性海水（pH2.0）へ5分間浸漬し、その4日後に塩分濃度20%の高塩分海水へ5分間浸漬処理をすることにより、ノリ葉体の生長が抑制されることなく摘採から次の摘採までの間赤ぐされ病を抑制できることを明らかにした。さらに、この手法を用いてノリ養殖を模倣した装置でノリの収穫量の増加について検討した。その結果、秋芽網生産期を想定した水温15℃では酸処理と高塩分（20%）併用処理を行うと酸処理剤単独使用に比べ収穫量は1.5倍となり増加が著しかった。

次に伊勢湾の漁場別のノリ色落ち発生原因を究明するために、湾内の17の漁場の海水中の硝酸態窒素（NO<sub>3</sub>-N）濃度、アンモニウム態窒素（NH<sub>4</sub>-N）濃度、PO<sub>4</sub>-P濃度、比重の水質データを用いてクラスター分析と主成分分析を行い漁場の分類をするとともに、GISによる湾内の表層水と底層水の解析および養殖漁場の底質の間隙水中に存在するNO<sub>3</sub>-N濃度、NH<sub>4</sub>-N濃度、PO<sub>4</sub>-P濃度を分析することにより、漁場別に栄養塩類の供給源の推定を行った。

その結果、三重県のノリ養殖漁場は桑名や松阪海域に代表される栄養塩類の供給を河川水から大きく受けるグループ（以後河口型漁場とする）とその他の海域に代表される栄養塩類の供給を河川水から大きく受けないグループ（以後沿岸型漁場とする）の2つに大きく分かれ、沿岸型漁場はさらに底層からの栄養塩の供給が大きいグループと小さいグループに分けられた。解析の結果、底層からの栄養塩の供給は冬季の季節風による湧昇流によるものではなく、荒天による底層からの溶出であると考えられた。伊勢湾のノリ漁場は溶存態無機窒素（DIN）が60μg/L未満となると色落ち発生が危惧される。DIN 60μg/L以下の発生率が30%以上と最も高かったのは南勢地区、鳥羽地区であり、主成分分析からみた栄養塩類の供給が低いレベルと一致した。これらの地区は色落ちの危険性が高い漁場であると示唆された。

色落ちノリの色調回復を目的に試験を行った。まず、生ノリの色落ちの程度を色彩色差計を用いて客観的に評

価する方法の検討を行い、続いて水温による色調低下速度と色調回復速度を測定した。その結果に基づいて摘採後の生ノリの色調を加工前に24時間で回復させる手法を検討した。

色調と光合成色素含量を測定した結果、L<sup>\*</sup>、a<sup>\*</sup>、b<sup>\*</sup>値の中でa<sup>\*</sup>値は光合成色素含量と非常に強い相関が認められたので、a<sup>\*</sup>値がノリの色調の指標に用いられることを見いだした。色落ち段階別の色調回復はいずれの色落ち段階においても、冬季の冷凍網生産期を想定した8℃の試験区に比べ、秋季の秋芽網生産期を想定した15℃の試験区の方が回復速度が大きいことが明らかとなった。さらに、色落ちしたノリのa<sup>\*</sup>値が-0.36±0.48~-2.68±0.49の範囲のとき、NH<sub>4</sub>-Nが25mg/Lの海水中で24時間処理すると、色調回復および光合成色素量の増加に安定した効果がみられた。室内試験で開発した色落ちノリの色調回復手法を用いてノリ養殖を模倣した装置で色落ちした生ノリを大規模に生産し、乾ノリを作製し色調の比較を行った。その結果、乾ノリの光合成色素含有量が増加し、肉眼的にも色調の回復が認められた。

以上、赤ぐされ病および色落ちの発生危険時期と海域はGISによる海況解析からおおむね推定できることをみいだした。また、赤ぐされ病原菌に特異的なモノクローナル抗体を初めて開発した結果、本病が発生する危険性が高い遊走子濃度を明らかにし、病気の発生を予測できる可能性が示された。さらに、赤ぐされ病が発生する危険性が高い遊走子濃度で病気を抑制する効果的な手法として、酸性海水（pH2.0）と20%塩分濃度海水への浸漬処理を併用する方法を開発した。色落ちに関しては伊勢湾のノリ漁場別の栄養塩類の供給源について明らかにし、色落ち発生に対する漁場別の危険性を示した。また、色落ちノリの色調回復にはNH<sub>4</sub>-Nによる24時間の処理が有効であることをみだし、乾ノリ製品の色調を向上させることにも成功した。

これらのことから、本研究は伊勢湾のノリ養殖における重大な病障害である赤ぐされ病と色落ちの軽減に役立ち、ノリの安定生産に寄与すると考えられる。