

## ノリ葉体の色調変化に関する研究

白石 日出人  
(有明海研究所)

栄養塩量とノリ葉体の色調との関係を明らかにし、ノリ養殖指導における基礎データを得るために、室内における色調低下試験及び色調回復試験を行った。

色調低下試験では、色落ちの初期的兆候 ( $L^*$ 値=60) から、肉眼でも十分に確認できる色落ち状態 ( $L^*$ 値=63) になるまで、僅か1日しか要しなかったが、現場海域では初期的兆候 ( $L^*$ 値=60) から、軽度 ( $L^*$ 値=64~66) の色落ちまでは約3日を要した。なお、培養水温10℃と20℃では大きな差は認められなかった。

また、色調回復試験では、軽度の色落ちノリ葉体は約2日で、重度 ( $L^*$ 値=74) のノリ葉体は約5日で正常な色調に回復した。現場海域では、重度 ( $L^*$ 値=71) のノリ葉体が正常な色調に回復するためには約14日を要しており、現場では室内試験における日数の約3倍を要することになると考えられた。

無機三態窒素の種類による色調回復程度の比較では、アンモニア態窒素の試験区だけ、培養3日目から  $L^*$ 値が50を下回り、現場海域においてもなかなか見ることがないほどの好色調を示した。

今回得られた結果は、色落ち時の漁業者への指導、品種改良における指標及び陸上加工や現場海域における色調回復策の検討に有効であると考えられた。

キーワード：ノリ葉体、色落ち、色調低下、色調回復、無機三態窒素

板のりの価格は製品の色つやによって大きく左右されるため、色落ちしたノリ原藻で生産された板のりは低価格になってしまい、漁業者にとっては減収の一要因である。ノリの色落ちは、植物プランクトンの増殖による海水中の栄養塩類不足によって起こるが、ここ数年は、栄養塩類の競合相手である植物プランクトンの増殖が発生しなくても、沖の漁場を中心に栄養塩類不足でノリが色落ちするというような現象が起こるようになってきている。色落ちしたノリが再び本来の色調に戻るためには、降雨等による栄養塩類の海水中への供給を待つしかないのが現状である。

そこで、本研究では、海水中の栄養塩量とノリ葉体の色調との関係において、ノリ養殖管理に現場での普及指導に必要な基礎データを得るために、幾つかの検討を行ったのでここに報告する。

### 方 法

#### 1. 色調低下試験

栄養塩類無添加の人工海水でノリ葉体の培養を行い、経時的にノリ葉体の  $L^*$ 値を測定した。培養条件等は下記のとおりである。

#### (1) 供試葉体

平成18年度の冷凍網生産で採取したノリ原藻を、脱水・乾燥後、-30℃で凍結保存していたものを試験に用いた。試験に用いる際は、これを20℃のろ過海水で戻し、顕微鏡により傷んでない葉体を選別後、パンチで直径1cmにくり抜き、300倍希釈の活性処理剤(グローゲン)で10秒間の活性処理を行った。

#### (2) 培養条件

SEALIFE ((株) マリン・テック製の人工海水のもと、窒素含量0  $\mu$ M) で調整した、栄養塩類無添加の人工海水1 lを丸底フラスコに入れ、その中に前述のノリ葉体10枚を入れてコイトロン(小糸製作所)内で培養を行った。塩分は30、pHは8.2、照度は8,000lux、明暗周期は11L13Dの一定条件とし、水温は10℃、20℃の2試験区を設けた。

#### (3) $L^*$ 値の測定

色彩色差計 CR-200 (MINOLTA) を用いて、ノリ葉体10枚の  $L^*$ 値を測定し、最低値と最高値を除いた8枚の  $L^*$ 値の平均値を算出した。

#### 2. 色調回復試験

色調低下試験同様、SEALIFE を基に調整した改変

SWM-Ⅲ添加海水を培地として用いた。培地に添加した硝酸態窒素は SWM-Ⅲ海水<sup>1)</sup>と同様・同量とした。この培地は硝酸態窒素濃度が $2,000\mu\text{M}$ であり、現場の100倍以上の濃度であるが、山本ら<sup>2)</sup>の報告によれば、一定水温であれば、硝酸態窒素約 $20\mu\text{M}$ 以上で吸収速度に大きな差異がなくなるため、今回は高濃度の培地で試験を行った。この海水1 l を丸底フラスコに入れ、その中で色調の異なるノリ葉体 ( $L^*$ 値=58:正常な色調, 62:初期色落ち, 74:重度色落ち)の培養をそれぞれ行い、経時的にノリ葉体の $L^*$ 値を測定した。培養条件,  $L^*$ 値の測定は、色調低下試験と同様の方法で行い、水温は $20^\circ\text{C}$ のみの1試験区とした。

### 3. 無機三態窒素の種類による色調変化の比較

2の(1)の改変 SWM-Ⅲ添加海水は硝酸態窒素が溶解した培地であるが、この硝酸態窒素を亜硝酸態窒素及びアンモニア態窒素に置き換えて、3種類の改変 SWM-Ⅲ海水を調整した。亜硝酸態窒素とアンモニア態窒素の濃度は、硝酸態窒素のモル濃度と同じにした。これらを丸底フラスコに1 l ずつ入れ、色調低下試験同様にノリ葉体を10枚ずつ入れた後、経時的にノリ葉体の $L^*$ 値を測定した。供試試料として、 $L^*$ 値=58のノリ葉体を用いた。また、その他の培養条件は2の(1)同様で試験を行った。

### 4. 現場海域における色落ち・色調回復の状況

現場海域における色落ちと色調回復の状況を把握するために、2005年1月中旬～下旬を中心に発生した色落ち前後のノリ漁場調査結果を整理した。具体的には、河川水の影響を受ける沿岸域の定点A及び河川水の影響を受けにくい沖合域の定点B(図1)の海水中の無機三態窒素(DIN)及び $L^*$ 値のデータの検討を行った。

## 結 果

### 1. 色調低下試験

培養温度( $10^\circ\text{C}$ ,  $20^\circ\text{C}$ )の異なるノリ葉体の色調低下試験結果を図2に示した。両試験区とも徐々に色調は低下し、培養3日目で色調がやや浅くなり、色落ちの初期的兆候である $L^*$ 値=60<sup>3)</sup>に達し、4日目には肉眼でも明らかな色落ち状態となった。なお、 $10^\circ\text{C}$ と $20^\circ\text{C}$ では明確な差は認められなかった。

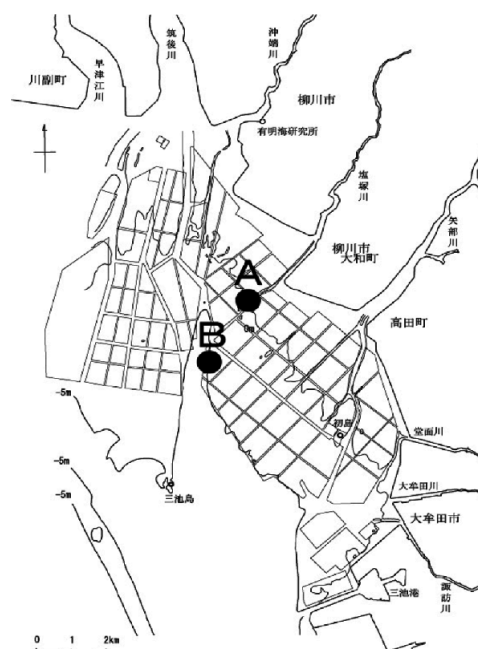


図1 調査定点図

### 2. 色調回復試験

色調が異なる3種類のノリ葉体 ( $L^*$ 値=58, 62, 74)の色調回復試験結果を図3に示した。 $L^*$ 値=62のノリ葉体は、培養1日目から色調は回復し、2日目には色落ちしていないノリ葉体とほぼ同様の $L^*$ 値を示した。また、 $L^*$ 値=74のノリ葉体も、培養4日目に $L^*$ 値=62となり、培養5日目には $L^*$ 値=58と、正常なノリの色調まで回復した(図4)。

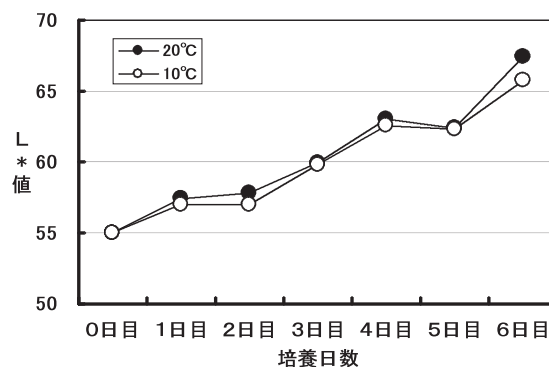


図2 色調低下の経時的変化

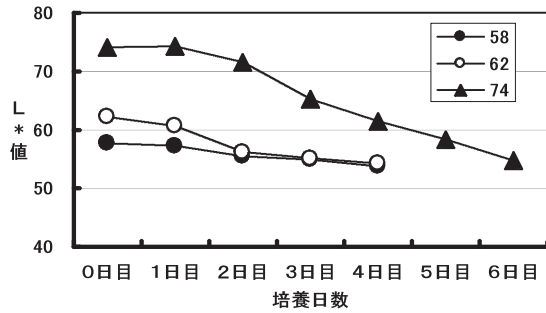


図3 色調回復の経時的変化

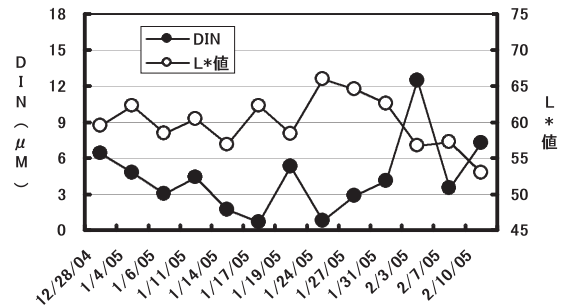


図6 DINとL\*値の推移(定点A)

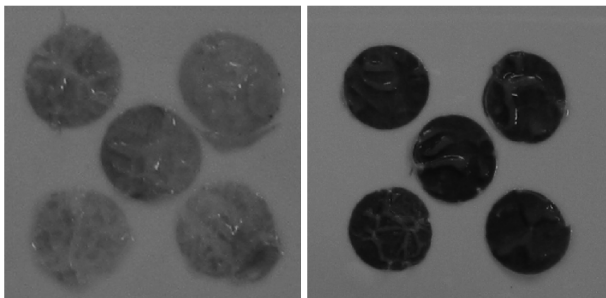


図4 色調回復前と回復後のノリ葉体 (左:回復前,右:回復後)

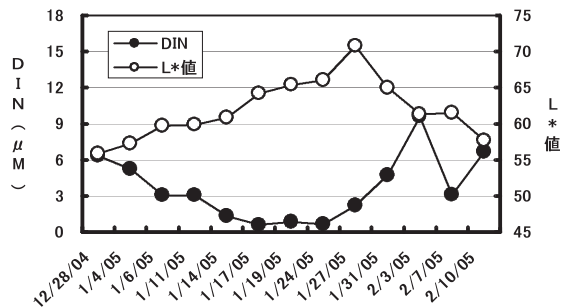


図7 DINとL\*値の推移(定点B)

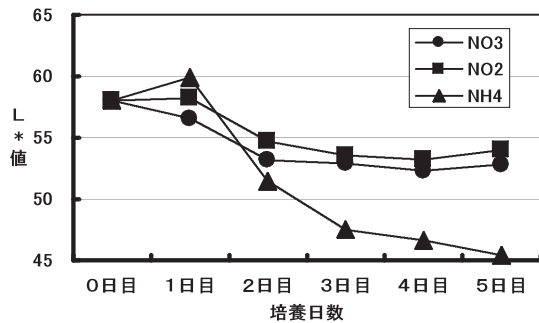


図5 無機三態窒素の種類によるノリ葉体の色調変化

### 3. 無機三態窒素の種類による色調変化の比較

培地に添加した無機三態窒素の種類による色調変化を図5に示した。硝酸態窒素を添加した培地では、培養2日目まで色調の回復が認められたが、その後は殆ど変化が認められなかった。亜硝酸態窒素を添加した培地でも、硝酸態窒素の場合と同様の変化を示した。アンモニア態窒素を添加した培地では、硝酸態窒素や亜硝酸態窒素とは異なる変化を示し、1日目に色調がやや低下した(L\*値=59)が、2日目以降は色調が急激に回復し、5日目にはL\*値=45となった。

### 4. 現場海域における色落ち・色調回復の状況

定点A(沿岸域)及び定点B(沖合域)の昼間満潮時におけるDINとL\*値の推移を図6及び図7に示した。現場海域の定点A,Bにおける色落ち前後の状況は、DINが約5 μMから色落ちの初期的兆候が現れ、DINの減少に伴ってL\*値は徐々に増加した。DINが3 μM以下の低レベルで推移している間はL\*値は増加し続け、DINの回復とともに色落ち前の状況に戻った。この傾向は、沖合域である定点Bの方が顕著であった。詳細に見てみると、現場海域では色落ちの初期的兆候(L\*値=60)のノリ葉体が、3日で軽度(L\*値=64~66)の色落ちになり、13日で重度(L\*値=71)の色落ちになった。その後、DINが回復すれば、色落ちが軽度(L\*値=64~66)のノリ葉体は3日、重度(L\*値=71)のものは7日程度で色落ちの初期的兆候の状態まで色調は回復した。

### 考 察

室内における色調低下試験では、色落ちの初期的兆候(L\*値=60)から、肉眼でも十分に確認できる色落ち

状態 (L\*値=63) になるまで、僅か1日しか要しなかったが、現場海域では初期的兆候 (L\*値=60) から、軽度 (L\*値=64~66) の色落ちまでは約3日を要していた。これは、今回の室内試験では DIN が全くない条件であり、現場では窒素濃度が急に0.0 $\mu$ M になることはなく、急激に減少しても僅かながら DIN が存在しているため、その僅かながらの DIN によって、色落ちに要する日数が室内試験よりも約2日延びたと考えられる。また、培養水温では、10℃と20℃では大きな差は認められなかった。

室内における色調回復試験では、軽度な色落ちノリ葉体は約2日で、重度 (L\*値=74) のノリ葉体は約5日で正常な色調に回復した。現場海域を見てみると、重度 (L\*値=71) のノリ葉体が正常な色調に回復するためには約14日を要している。図6及び図7において、色調が大きく回復している時は、概して約10 $\mu$ M以上の DIN が存在する時であり、このようなことがない限り、現場では室内試験における日数の約3倍を要することになると考えられた。

無機三態窒素の種類による色調回復程度の比較では、アンモニア態窒素と硝酸態窒素の効果については山本ら<sup>2)</sup>はアンモニア態窒素の方が硝酸態窒素より取り込み速度が速いと報告しており、この色調の回復はその現れではないかと考える。また、アンモニア態窒素の場合だけ、培養3日目からL\*値が50を下回り、現場海域においてもなかなか見ることがないほどの好色調を示した。高濃度培地の影響ということも否定はできないが、山本<sup>3)</sup>はアンモニア態窒素の取り込み速度は硝酸態窒素のその8倍以上であることを報告しており、今回の色

調回復における効果はアンモニア態窒素によるものであろう。今回得られた結果の利用方法であるが、色落ち発生時における漁業者に対する指導に役立つであろうと考える。具体的には、海水中の栄養塩が減少すれば、ノリの色がなるべくある内に摘採を行った方が良い製品に仕上がるため、摘採のタイミングや網の高さを詳細に指導できることになる。また、色落ちになりにくい低栄養耐性の品種を望む声も大きく、それら品種改良の指標の1つとしても使用できる。さらに、食品添加物として種々の窒素化合物が使用されており、色落ちノリの陸上加工における窒素の添加についてや、現場海域における色調回復策としての施肥について議論する場合の参考にもなるであろう。今後の課題としては、塩分、照度、ノリの品種、窒素・燐・重金属の添加量及びその割合など、様々な組み合わせによる基礎データの蓄積が必要である。

## 文 献

- 1) 福岡県有明水産試験場：ノリ養殖技術研修会テキスト。p. 55(1994).
- 2) 山本民次他：スサビノリ *Porphyra yezoensis* 葉体のアンモニア態および硝酸態窒素の取り込みに及ぼす温度の影響、藻類、36, p. 37-42(1988).
- 3) 小谷正幸：ノリ葉体の色落ちの数値化。福岡県水産海洋技術センター研究報告、第10号、49-50(2000).
- 4) 山本民次：スサビノリ *Porphyra yezoensis* 葉体によるアンモニア態および硝酸態窒素の定速度取り込み。Biological Science, 31, p. 155-159(1992).