

ワカメの色落ち現象機構の解明と対策

新たなノリ色落ち対策技術開発

牧野賢治・棚田教生・斎浦耕二・平野 匠・上田幸男

徳島県沿岸では冬季の水温の上昇と栄養塩の減少に伴い、アマノリとワカメの色落ちの発生頻度が高まっている。とりわけ、アマノリと比べ色落ちが発生するDIN濃度が低いとされているワカメにも色落ち現象が多発している。

ワカメの色落ち対策技術開発を目的に、これまで、葉緑素計のSPAD値に基づいて色落ちの有無を判別できること、ワカメの色落ちは基部から発生すること、基部のSPAD値を測定することで色落ちの評価や予測が可能なこと、色落ちはDIN濃度が回復すれば基部から回復すること、養殖漁場においてアンモニア態窒素濃度の変化と色落ちに関係があること、及び藻体に当たる光量を制御することで色落ちを抑制できる可能性があることを明らかにした。

平成25年度は、前年に引き続き、栄養塩濃度低下による色落ちの予測可能性を検討するため、養殖期間を通じた養殖ワカメのSPAD値とDIN濃度のモニタリング、SPAD値で客観的に色落ちの有無を判別するためのデータの集積を行う。さらに、養殖漁場において具体的に光量抑制する方法について予備試験を実施した。

材料と方法

1. 養殖漁場におけるSPAD値とDINのモニタリング

紀伊水道沿岸の鳴門市里浦漁場（図1）において、2012年11月7日から2013年3月29日までの間、月2～6回表層水を採取し、GF/Cフィルターでろ過した後、ピーエルテック社製自動流れ分析装置swAAtで栄養塩の分析をした。また、養殖生産中のワカメを月2～4回採取し、個体ごとに葉長を計測後、コニカミノルタ製葉緑素計SPAD-502で、基・先端各部（図2）のSPAD値を測定した。

2. 色落ちの有無を判別するためSPAD値の集積

2012年1月23, 31日, 2月6, 12, 20, 27日, 3月6, 22, 29日に里浦漁場で採取した養殖ワカメについて、生産者に「正常」、「軽度色落ち」、「色落ち」の3段階に選別を依頼した。「正常」と「軽度色落ち」に選別されたワカメの葉長、基部SPAD値の2変数について線形判別分析を行った。



図1. ワカメサンプリング漁場位置図

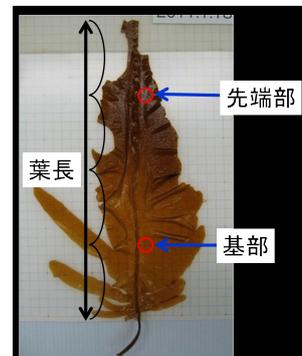


図2. SPAD値の測定箇所

3. 遮光幕による光量抑制試験

養殖ワカメが受光する光量を抑制する手法の一つとして、養殖施設の上を遮光幕で覆う方法がある。試験に用いる遮光幕の材料を選ぶ目的で室内予備試験を実施した。試験にはプラスチックネット（タキロン社製「トリカル」目合い14×4mm）、遮光ネット（塩化ビニール製目合い15×10mm）、漁網（ポリエステル製目合い10×10mm）を1m四方に切って用いた（図3）。まず、幕の遮光率を調べるために、海水を入れた200Lパンライト水槽上部に遮光幕を設置し、光量を測定するための光量子計（型式SPHERICAL, LICOR社製）を水面下30cmに設置した。パンライトの真上から光源のメタルハライドランプ（藤崎電気社製）光量460～590 μmol/m²/sの光を10回当て1つの遮光幕につき光量を測定した。

4. 遮光幕による色落ち抑制試験（室内）

プラスチックネットを用いてワカメの色落ちの抑制効果について調べた。ワカメの培養には200Lパンライト水槽3器を使用した。メタルハライドランプの光量は前年度の調査から水深0.6mの光量に相当する506 μmol/m²/sに設定した。A区は栄養塩を減少させ、光量を抑制するために止水でパンライト上をプラスチックネット3枚重ねの遮光



図3. 試験に使用した遮光幕

幕で覆った。水槽中の光量は127 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ であった。B区は栄養塩を減少させ、色落ちを発生させるために止水で、C区は対照区として5リットル/分の流手下で培養した。明暗周期は10時間明期，14時間暗期とした。

試験に供したワカメ藻体はFK-WS株（早生系）で各区5個体を投入した。試験開始時の葉長は560.4mm \pm 210mm（平均 \pm 標準偏差）であった。水温はA区10.8 \sim 12.9 $^{\circ}\text{C}$ ，B区10.1 \sim 13.2 $^{\circ}\text{C}$ ，C区10.4 \sim 11.1 $^{\circ}\text{C}$ の範囲で推移した。

各区のワカメの基部，先端部のSPAD値，葉長及び海水中の栄養塩濃度を試験開始日から11日後まで計測した（図2参照）。

結果と考察

1. 養殖漁場におけるワカメのSPAD値とDINの推移

里浦漁場における平成23年度漁期，平成24年度漁期の，表層水中のDIN濃度，アンモニア態窒素濃度，及び養殖ワカメの基部SPAD値の推移を図4に示した。

里浦漁場におけるワカメ基部SPAD値と，サンプリング6，7日前のアンモニア態窒素濃度との間に，2011年度漁期においては，有意な正の相関が見られたが（ $n=8$ ， $r=0.81$ ， $p<0.05$ ），2012年度漁期に両者に同期傾向はみられるもの有意な相関関係は見られなかった（ $n=6$ ， $r=0.18$ ， $p>0.05$ ）

2. SPAD値による色落ちの有無の判別

平成24年度漁期は，里浦漁場において極度な栄養塩濃度の低下が見られた。正常ワカメのデータを追加し，標本の葉長，基部SPAD値の2変数について線形判別分析を試みたが，正常ワカメと軽度色落ちワカメとの境界が認められなかった（図5）。

今回得られた判別結果では，極度な栄養塩濃度の低下があったにもかかわらず，軽度色落ちワカメの基部SPAD値が正常ワカメと重なり合うものであった。ワカメは葉長が大きいほど葉厚が厚くなり，SPAD値は大きくなる傾向がある。このため，軽度色落ちワカメでも葉長が大きいものであればSPAD値が高めを示したものと考えられる。

3. 養殖ワカメが受光する光量を調整するための遮光幕予備試験（遮光幕の決定）

それぞれ3つの素材の遮光率は，プラスチックネット43%，遮光ネット53%，漁網14%であった。耐久性，加工のしやすさを勘案してプラスチックネットを光量抑制試験に用いることを決定した。

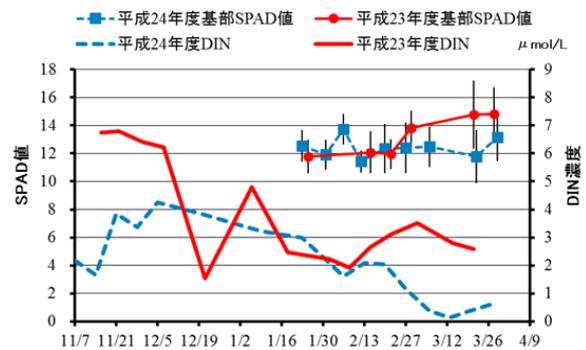
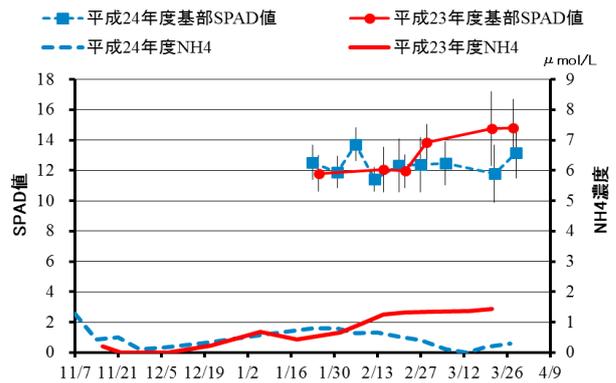


図4．平成23，平成24年漁期の里浦漁場における，表層水中の無機溶存態窒素（DIN）濃度，アンモニア態窒素（ NH_4 ）濃度及び養殖ワカメ基部SPAD値の推移。SPAD値の範囲は標準偏差を示す。

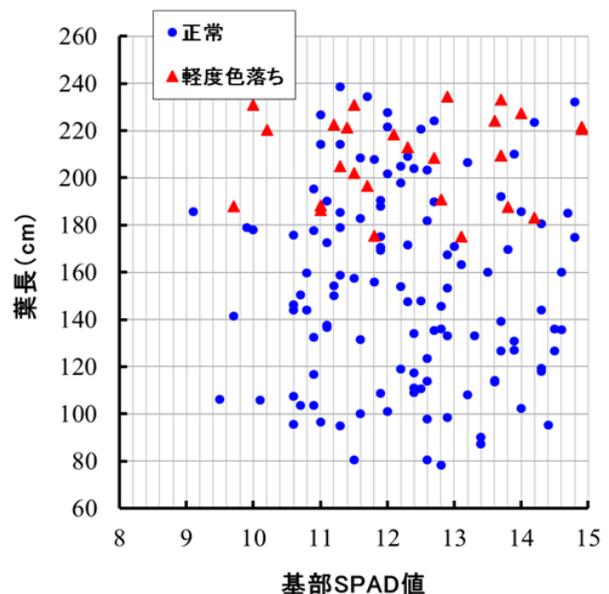


図5．標本の葉長と基部SPAD値についての判別分析結果

4. 遮光幕による色落ち抑制試験（室内）

流水のC区ではほとんどSPAD値は低下しなかったが，A，B区では試験開始2日後から低下した（図6）。SPAD値の低下速度は，基部，先端部ともB区，A区の順に速かった。DIP濃度については，C区では試験期間中

0.4 $\mu\text{mol/L}$ を維持したが、A、B区では1日後から0.2 $\mu\text{mol/L}$ 以下で推移した（図7）。

C区では試験期間中においてDIN濃度が色落ちが発生する2 $\mu\text{mol/L}$ 以下になることはなかったが、A、B区では1日後にDIN濃度が1~1.5 $\mu\text{mol/L}$ になり、その後は1 $\mu\text{mol/L}$ 以下で推移した。（図8）。

葉長の増加について、遮光をしたA区では、ほとんど生長がみられないが、B、C区は順調に生長した。どの試験区も先枯れがみられ、正確な葉長生長を測定することがで

きなかった。試験終了後には、A、B区のワカメは、C区のもの比べて、つや、ぬめりがなく、穴あき、葉破れが目立った。

これらの結果から、野外において、貧栄養時には遮光幕を設置することにより色落ちを抑制できる可能性があると考えられる。

ただし、今回の試験は、野外のワカメ養殖場と水温や海水流動、波浪などの環境が大きく異なると考えられることから、養殖漁場での検証が必要と考えられる。

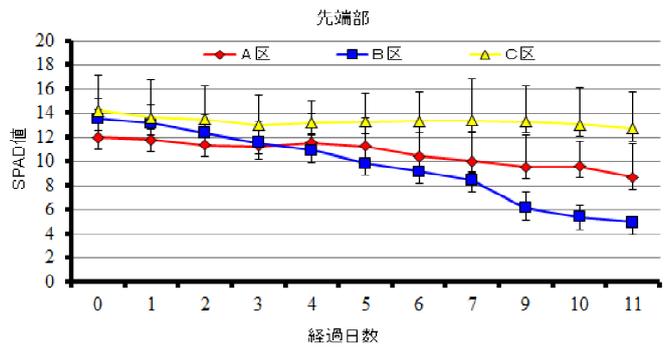
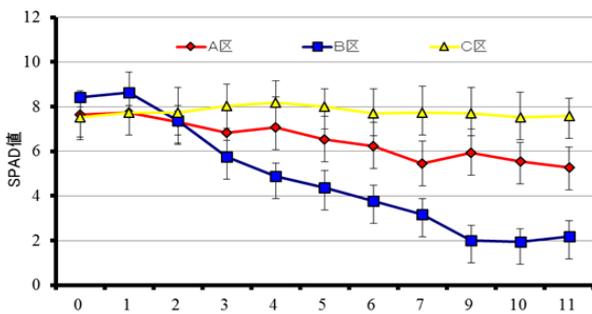


図6. 各部SPAD値の推移（SPAD値の範囲は標準偏差を示す）

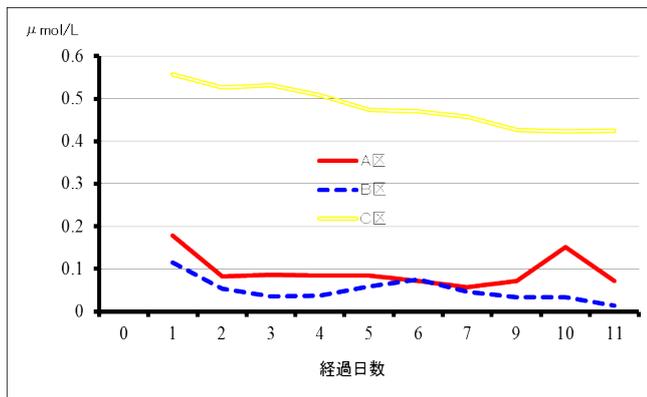


図7. DIP態窒素等栄養塩濃度の推移

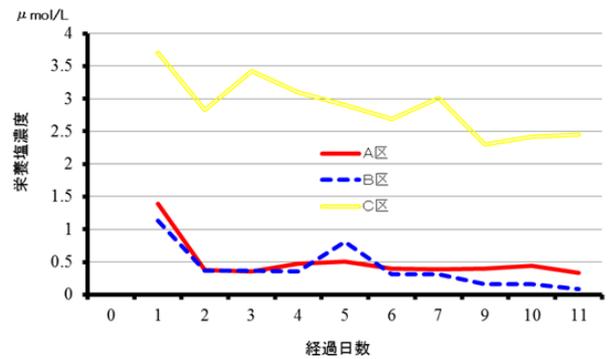


図8. DIN態窒素等栄養塩濃度の推移

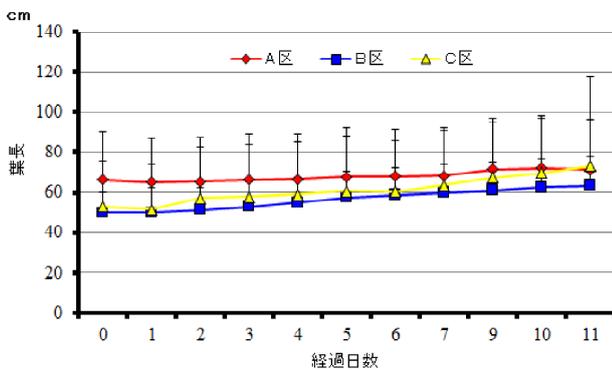


図9. 葉長の推移