

黒ノリ色落ち緊急対策事業－I

養殖漁場における施肥試験

岩出将英・高崎有美子

目的

黒ノリ養殖業は冬季の伊勢湾における基幹漁業であるものの、養殖業者の高齢化に加えて、近年では栄養塩不足に起因する色落ち被害が深刻化している。2021年度漁期には、未曾有の色落ち被害が発生したことにより、史上最低の生産枚数になるなど、黒ノリ養殖業は存続の危機となっている。これまでに県が実施してきた取組（下水処理場の栄養塩類管理運転や品種改良等の中長期的対策）に加え、黒ノリ養殖漁場に直接的に栄養塩類を添加する施肥による緊急対策を講じる必要がある。本事業は、色落ち被害が深刻な鈴鹿、伊勢、鳥羽地区において、緊急対策として施肥による育苗促進、色落ち抑制を目的とする。なお、本事業は三重県漁業協同組合連合会への委託により実施した。

方法

1 使用した施肥剤と施肥方法の検討

今年度は、主に漁場に適した施肥剤の種類及び設置方法について養殖業者らと検討を行った。

施肥剤は、市販の液体肥料（商品名：ワンダーL、ニチモウワンマン社製）及び固形肥料（商品名：MOFU、トリゼンオーシャンズ社製）を用いた。液体肥料は育苗期に使用し、固形肥料（円柱タイプ（5kg/個）及びペレットタイプ（5g/個））は、育苗期と養殖期に使用した（表1）。

表1. 施肥の方法と使用した施肥剤

実施地区	育苗期		本養殖期	
	方法	施肥剤	方法	施肥剤
鈴鹿地区	垂下	固形（円柱タイプ）	垂下	固形（円柱タイプ）
伊勢地区	—	—	垂下	固形（円柱タイプ）
鳥羽地区	噴霧	液体	垂下	固形（ペレットタイプ）

鈴鹿地区では、支柱式による育苗期に、貝類用網袋（目合い1cm）に入れた固形肥料（円柱タイプ）を、重ね網8枚に対して2個垂下した。また、浮き流し式による養殖期に、玉ネギ袋（目合い1.5mm）に入れた固形肥料（円柱タイプ）を、養殖網4枚に対して8個垂下した。

伊勢地区では、支柱式による養殖期に、玉ネギ袋（目合い1.5mm）に入れた固形肥料（円柱タイプ）を、養殖網4枚に対して10個垂下した。

鳥羽地区では、人工筏による育苗期の人工干出時に、

農業用の薬剤散布機及びノリ養殖で使用する網洗い機を用いて、液体肥料を重ね網10枚に均一に散布した。また、浮き流し式による養殖期に、固形肥料（ペレットタイプ）2.8kgを充填した2mのコルゲート管（直径5mmの小穴40個）30本を養殖網24枚が張り込まれた養殖セットに設置した（図1）。

施肥剤の設置効果として、各地区において施肥剤の残留状況の確認、設置場所及びその周辺海域から採水した海水中の栄養塩濃度（DIN）の測定を行った。また、鳥羽地区で養殖期に実施した試験では、試験開始9日後に養殖セット内と対照区（2列横セット）において、海水中の栄養塩濃度（DIN）の測定及び養殖網の黒ノリ葉体の黒み度の測定による色調改善について検証を行った。

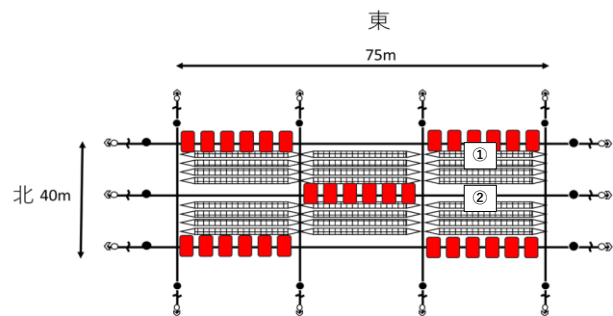


図1. 鳥羽地区における養殖期の施肥試験
（赤印：固形肥料を充填したコルゲート管の位置、
採水場所：①コルゲート管横、②セット中央）

2 施肥剤の成分分析

液体肥料は、原液を蒸留水で2万倍希釈し、オートアナライザー（SWAAT 28, BLTEC社製）で分析した。また、固形肥料は、ペレットタイプ100gを海水10Lの入った容器に入れ、水温18°Cで通気しながら9日間浸漬させた。浸漬1,3,6,9日後の溶液を分取し、オートアナライザーで分析した。分析項目は、硝酸態窒素（NO₂-N）と亜硝酸態窒素（NO₃-N）の合計、アンモニア態窒素（NH₄-N）、リン酸態リン（PO₄-P）とした。

結果及び考察

1 使用した施肥剤と施肥方法の検討

鈴鹿地区で育苗期に設置した固形肥料は3日間ではほぼ消失した。特に陸に近い波打ち際の支柱に設置した施

肥剤の消失が顕著であり、波による物理的な摩耗の影響が考えられた。設置2日後に施肥剤が残っていた育苗場（貝類用網袋周辺）のDINは231 $\mu\text{g/L}$ （3地点の平均値）であり、育苗場から100m離れた地点（DIN:42 $\mu\text{g/L}$ ）より高濃度であった。一方、養殖期に設置した固形肥料は、設置20日後においても施肥剤の残留が確認され、玉ネギ袋周辺のDINは702 $\mu\text{g/L}$ と高く、30m離れた地点での栄養塩濃度（DIN:295 $\mu\text{g/L}$ ）より高濃度であった。このことから、固形肥料は、目合いが細かい袋に入れた方が残留性に優れることが示唆された。

伊勢地区で固形肥料を設置した14日後に肥料の残留について調査したところ、既に消失していた。鈴鹿地区の浮き流し式漁場では、20日間以上の残留が確認されている。支柱式漁場では目合いの細かい袋であっても風波の影響を受けて残留性が低下しやすいと考えられた。

鳥羽地区での人工筏による育苗期の液体肥料の散布については、網洗い機を用いることで、短時間で効率よく行えることがわかった。今後、液体肥料の散布に関して、量や頻度などの方法の精査していくことが課題である。

鳥羽地区での養殖期に実施した施肥の結果を図2に示した。施肥後のノリ葉体の黒み度は、セット内だけでなく対照区も高くなっていた。これは、海域におけるDINの増加によるものと考えられた。一方、セット内DINは対照区（DIN:68 $\mu\text{g/L}$ ）に比べて顕著に高かった（平均DIN:910 $\mu\text{g/L}$ ）。

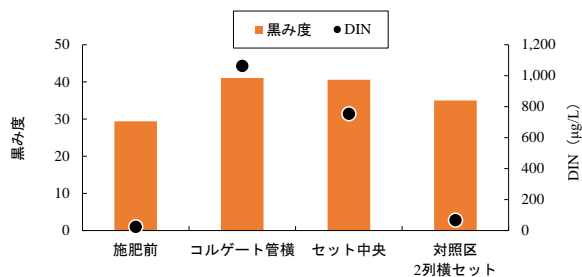


図2. 鳥羽地区のDINと黒み度の変化

今年度を実施した施肥によって、DIN濃度の上昇が確認されたが、一時的かつ極狭い範囲であり、視覚的な色調回復の確認には至らなかった。施肥の効果は、漁場の物理的要因（風波、拡散や潮流）によっても強く影響を受けることが考えるため、スケールメリットを狙った方法の検討が必要と考えられた。今後は施肥剤の設置規模を拡大し、効果検証を実施する必要がある。

2 施肥剤の成分分析

液体肥料の原液に含まれている栄養塩類は、硝酸態・亜硝酸態窒素の合計（1,091mM）よりアンモニア態窒素（2,290mM）の方が多かった。製造メーカーでは、原液を1,000倍希釈しての使用を推奨している。分析結果をDIN（溶存無機態窒素）に換算し、推奨される倍率で希釈した場合、DINは3,281 μM となる。佐賀県水試が実施した液体肥料による施肥試験では、液体肥料の濃度がDINで3,000 μM ~24,000 μM の範囲であれば、5日間連続で行う散布施肥において色落ち軽減効果が見られたと報告している（水産庁, 2022）。

固形肥料（100g）から9日間で溶出した硝酸態窒素+亜硝酸態窒素（ $\text{NO}_2+\text{NO}_3\text{-N}$ ）、アンモニア態窒素（ $\text{NH}_4\text{-N}$ ）、リン酸態リン（ $\text{PO}_4\text{-P}$ ）の推移を図3に示した。硝酸+亜硝酸態窒素は3日後に最大濃度を示した後に低下したが、アンモニア態窒素は9日目まで増加が続いた。DINが定常状態となった3日以降では、アンモニア態窒素が主成分となった。

スサビノリの栄養塩取込みについては、アンモニア態窒素の方が硝酸・亜硝酸態窒素よりも8倍以上も速く取り込まれることから（山本, 1992）、本事業で使用した施肥剤は色落ち対策に有効であることが示唆された。

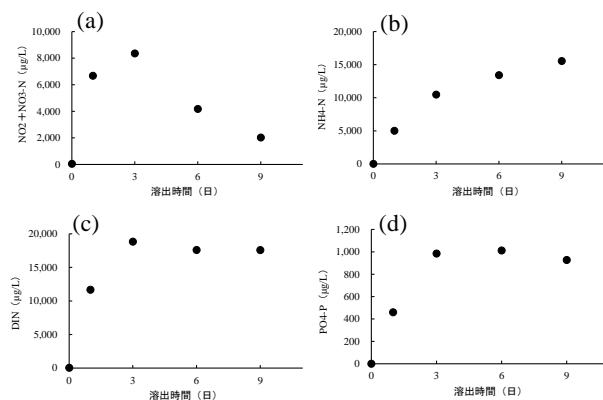


図3. 固形肥料から溶出した栄養塩類の推移
(a: $\text{NO}_2+\text{NO}_3\text{-N}$, b: $\text{NH}_4\text{-N}$, c: DIN, d: $\text{PO}_4\text{-P}$)

参考文献

- 水産庁（2022）：令和3年度水産庁委託事業「環境変化に適応したノリ養殖技術の開発委託事業」報告書。
山本民治（1992）：スサビノリ *Porphyra yezoensis* 葉体によるアンモニア態及び硝酸態窒素の定速度取込み, *Fac. Appl. Biol. Sci., Hiroshima Univ.* 31:155-159