

効果的なノリ色落ち対策技術の開発

○宮川昌志・小川健太・澤田晋吾・西岡俊洋・小林武（香川県水産試験場）

龍満直起・松岡 聡・藤田辰徳・藤原宗弘・長谷川尋士（現香川県水産課）

本城凡夫・多田邦尚・一見和彦・山口一岩・中國正寿・岸本浩二・末永慶寛（香川大学）

【目的】

近年、瀬戸内海では栄養塩濃度低下による藻類養殖被害が発生し、環境負荷の少ない施肥技術の開発が求められている。本研究では小孔の開いた小型のパイプ（香川方式施肥パイプ）に施肥材を充填し、流速が外部より緩やかな養殖施設内で溶解した施肥液を少しずつ放出させながら栄養塩を効率的に供給する技術を開発した。

【方法】

この成果に至るまでに10年以上、調査場所、手法を変えた研究を行った。平成23～25年度に、内海湾奥の試験漁場で香川方式ノリスカート（静穏域で海面を囲い込み、その内側で施肥を行うことで栄養塩を効率的に供給する技術）の開発を行った。平成26～30年度は、やや潮流の速い内海湾口の試験漁場で、ノリスカート（潮流速を緩和させる緩流材の開発とノリスカートの改良）を用いた研究を行った。令和1～2年度は、潮流の速い内海湾外のノリ養殖漁場で施肥パイプを用いた施肥技術の開発を行った。さらに、令和3年～4年度には、直島地先ノリ漁場で、施肥パイプの実用化試験を行った。各年度で、様々な室内実験、水理実験（模型で流れを再現した実験）、現場での栄養塩調査、色調調査、共販単価調査、潮流調査、養殖生産量調査などを行った。

【結果】

湾奥の静穏域では、色調、単価で高い効果が得られたが、コスト（資材費、肥料代、人件費）は高い結果であった。湾口部では、ノリスカートと緩流材によってノリスカート内部の流速削減に成功したが、供給された栄養塩を1時間以上維持することが難しく、色調、単価については、湾奥ほどの効果は得られなかった。内海湾外と直島地先のノリ漁場では、施肥パイプによる長時間少量ずつの栄養塩供給によって、施肥のタイミング（ノリの活力が低下する前に開始すること）が遅れなければ、色調、単価で効果があり、人件費を含めたコストを上回る利益が得られた。

効果的なノリ色落ち対策技術の開発

研究協力 内海漁協、直島漁協
香川県漁連、小豆島町

- 宮川昌志・小川健太・澤田晋吾・西岡俊洋・小林武
(香川県水産試験場)
龍満直起・松岡 聡・藤田辰徳・藤原宗弘・長谷川尋士
(現香川県水産課)
本城凡夫・多田邦尚・一見和彦・山口一岩・中國正寿・岸本浩二・末永慶寛(香川大学)

★本研究の一部は、日本水産学会誌に掲載済み
「香川方式ノリスカートによるノリ養殖漁場への新施肥技術」
「香川方式施肥パイプによるノリ養殖漁場への新施肥技術」

ノリ養殖の栄養塩が足りない!



施肥が必要

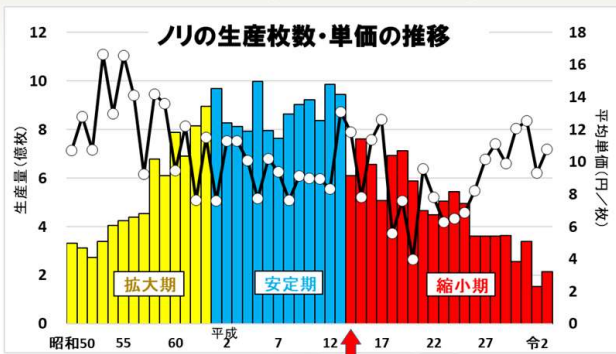


周辺環境への
負荷増大の懸念

環境負荷の少ない
新・施肥技術の開発

香川県のノリ養殖生産

平成14年の不作(色落ち)以降、減少傾向



新・色落ち対策技術

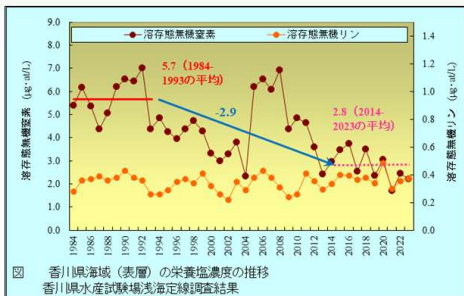
●新たな色落ち対策の検討

養殖セットを仕切って、高濃度施肥液投入で色落ちを防げないか?
湾奥(静穏域)なら、効果はあるだろう
コストと手間はかかるが

●香川方式ノリスカートとして研究開始 まずは、色調維持の効果を出す

香川県海域における栄養塩

溶存態無機窒素(DIN)は減少の一途



栄養塩濃度の単位: µg-at/L = µM

色落ち対策技術

●品種の選抜・改良

高水温、低栄養塩に強く
以前より高水温、低栄養でも育っている◎
それでも色落ちが起こっている

●葉体に対する施肥

市販の施肥材(海苔用、農業用など)
施肥ネット、施肥ロープ、緩効性施肥材
効果が限定的・短期的、コスト高
直接散布(硫酸)
効果が見えにくい
環境負荷の怖れ

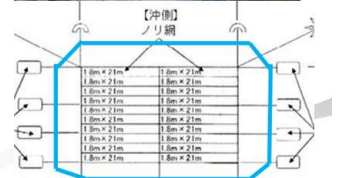


香川方式ノリスカート

方法 養殖セットを仕切り網で囲う 1日1回
そこに高濃度の施肥液(1/3海水)を2~1トン散布
栄養塩が3µMを下回る時期、毎日、1月程度

結果

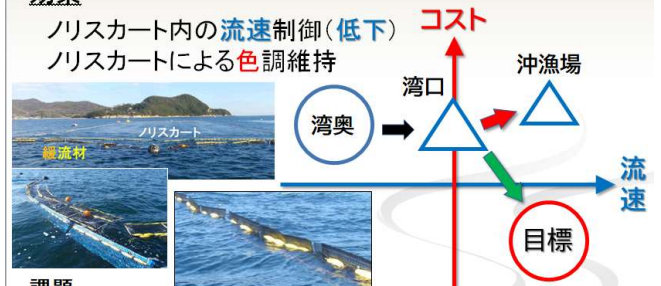
色調維持に効果あり



香川方式ノリスカート

効果

ノリスカート内の流速制御(低下)
ノリスカートによる色調維持



課題

潮流が速くなると効果が低下、改良でコスト増
・大幅なコスト削減と供給方法の改善が必要

研究方針の転換

仕切りをして、流速を遅くできても、施肥液の滞留が不十分

原因: 速い潮流

現場の状況:

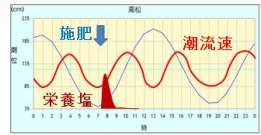
潮流速は、周期的に変動
短時間、高濃度の施肥は、速い流速で流失
追加がなければ、養殖セット内の栄養塩濃度は低下

対策: 切れ目ない施肥が必要

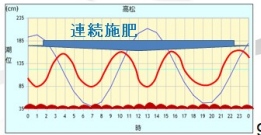
少しずつ施肥液を供給する技術を
潮止まりで施肥液が葉体に届く

⇒ 連続施肥技術が必要。

1日1回施肥



潮止まりで流速低下

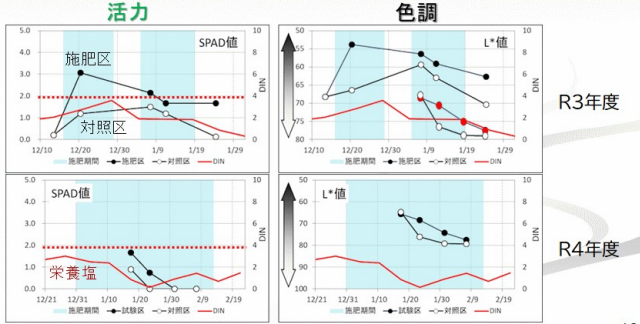


9

施肥パイプの効果(色調)

● 色調調査

ノリの活力 (SPAD値) が低下してしまうと色調維持が難しい
漁場の栄養塩を見ながら、早めに施肥開始が重要



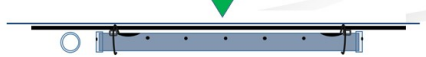
13

施肥パイプの開発

● 最初は施肥袋

口径10cm程度の施肥液の入った袋を試用
その周辺で高い栄養塩濃度を観測
欠点

袋では耐久性と
施肥液の調整、充填に難



改良 小さな穴のあいたパイプを試用

しかし、1日で空に
もっと、連続的に出したい

⇒ 2重構造のパイプで試行

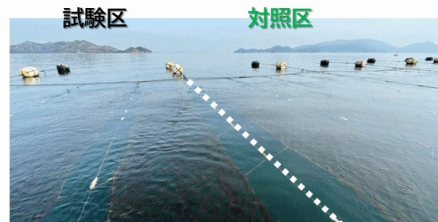
10

施肥パイプの効果(色調)

● 漁場調査

養殖セット内は、セット外よりもやや流速が遅い
施肥によって、セット内の栄養塩濃度は周辺よりもやや高い色調維持の効果あり

最大等級差 2等、最大価格差 4.1円/乾海苔1枚
R3年度 平均価格差 2.3円/乾海苔1枚



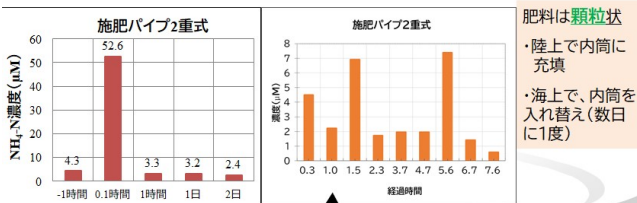
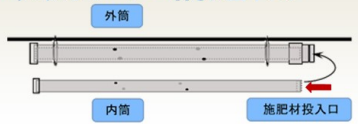
施肥パイプ

14

施肥パイプの改良(2重構造化)

● 施肥液の放出は

数日に延長
施肥材の量: 600g<

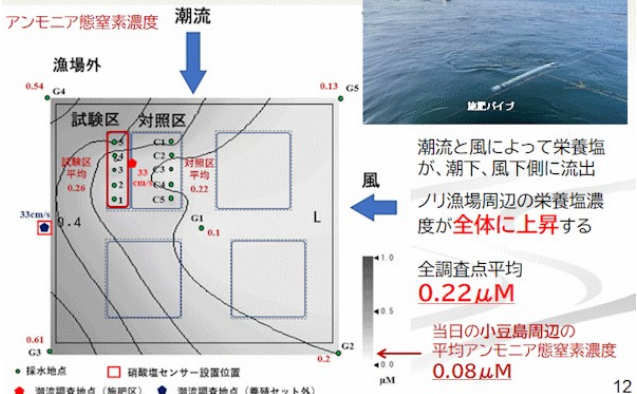


肥料は顆粒状
・陸上で内筒に充填
・海上で、内筒を入れ替え(数日に1度)

施肥パイプ直近(1m)でのアンモニア態窒素濃度の推移

11

施肥パイプの効果(漁場)



潮流と風によって栄養塩が、潮下、風下側に流出
ノリ漁場周辺の栄養塩濃度が全体に上昇する

全調査点平均

0.22 μM

当日の小豆島周辺の平均アンモニア態窒素濃度 0.08 μM

12

費用対効果

コスト(支出)
(施設費・肥料・人件費)
(円/乾海苔1枚当たり)

ノリスカート
7.15円/枚

施肥パイプ
1.8円/枚

収益
(共販での単価差)
(円/乾海苔1枚当たり)

平均価格差 R3年度
2.3円/枚

※R4年度
3.8円/枚

15

高い効率性

海域での施肥で高い効率を求めるのは困難

施肥の効率(%) =

窒素含有量(収穫量中) / 窒素供給量(施肥)

【散布方式】7日分
8,295gN/447,930gN

施肥の効率
0.4%

※散布方式では、標準的な生産状況で計算

【ノリスカートと散布方式】30日分
3,025gN/87,500gN

3.5%

【施肥パイプ】30日分
45,080gN/45,000gN

100%

施肥により収穫量が増加
⇒ 窒素含有量アップ

16