

# 播磨灘南部から備讃瀬戸ノリ養殖場における海水中の栄養塩濃度等の現場観測 および施肥による栄養塩供給技術の開発（香川県水産試験場，香川大学）

## 目的

ノリ養殖における色落ち被害対策として、効率的な栄養塩供給手法を開発すること。

## ノリ葉体の栄養塩吸収能と目標施肥濃度

### どのくらい吸収する？

平均 DIN 吸収能  $\approx 49 \text{ nmol cm}^{-2} \text{ h}^{-1}$

乾ノリ1,000枚分の生ノリは、**時間あたり60g程度の窒素**を吸収する能力がある。

また、日中夜間で吸収能に差がないことを確認。

※ 養殖規模は20枚セット：約2,000m<sup>3</sup>（水深1m，面積2,000m<sup>2</sup>の海面）と仮定。

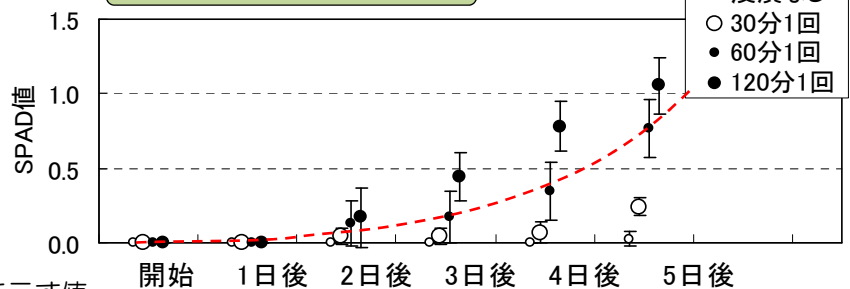
サンプル	フラスコサイズ	明暗周期	培養時間	DINの変化 $\mu\text{M}$	DIN吸収量 $\text{nmol cm}^{-2} \text{ h}^{-1}$	色調の回復	色調の回復 SPAD値	切片枚数 径10mm
1	2L	11:13	72	17.6 $\Rightarrow$ 11.6	32	有	0.0 $\rightarrow$ 2.0	5枚
2	2L	11:13	72	39.7 $\Rightarrow$ 33.0	35	有	0.0 $\rightarrow$ 2.0	5枚
3	2L	11:13	72	27.5 $\Rightarrow$ 22.3	28	有	0.0 $\rightarrow$ 2.0	5枚
4	2L	11:13	72	11.5 $\Rightarrow$ 6.9	25	有	0.0 $\rightarrow$ 1.0	5枚
5	2L	11:13	72	21.1 $\Rightarrow$ 15.4	47	維持	0.0 $\rightarrow$ 0.5	5枚
6	2L	11:13	72	15.2 $\Rightarrow$ 12.6	20	維持	0.0 $\rightarrow$ 0.6	5枚
7	2L	11:13	72	16.9 $\Rightarrow$ 13.8	26	維持	0.0 $\rightarrow$ 0.5	5枚
8	2L	11:13	72	16.9 $\Rightarrow$ 13.1	32	維持	0.0 $\rightarrow$ 0.6	5枚
9	2L	11:13	72	15.4 $\Rightarrow$ 11.0	37	維持	0.0 $\rightarrow$ 0.6	5枚
10	2L	11:13	72	27.4 $\Rightarrow$ 18.2	78	維持	0.0 $\rightarrow$ 0.1	5枚
11	2L	11:13	72	26.6 $\Rightarrow$ 17.8	73	維持	0.0 $\rightarrow$ 0.1	5枚
12	2L	11:13	72	21.7 $\Rightarrow$ 17.2	38	維持	0.0 $\rightarrow$ 0.1	5枚
13	2L	11:13	54	20.5 $\Rightarrow$ 11.9	78	維持	0.5 $\rightarrow$ 0.7	10枚
14	1L	11:13	48	16.7 $\Rightarrow$ 8.1	56	有	0.4 $\rightarrow$ 1.8	5枚
15	1L	11:13	48	16.7 $\Rightarrow$ 11.9	80	有	0.5 $\rightarrow$ 1.9	2枚
16	1L	11:13	48	14.0 $\Rightarrow$ 1.3	76	維持	写真のみ	10枚
17	1L	11:13	48	13.8 $\Rightarrow$ 1.6	68	維持	写真のみ	10枚
平均					49	(20~80)		

1日60分以上で、ベースの栄養塩濃度よりも高いDIN濃度の海水が、5日間ほど連続であたれば、色調が回復する！

DIN濃度  $0.5 \mu\text{M}$  の海水から  $7.0 \mu\text{M}$  の海水に、1日1回、所定の時間浸漬して、 $0.5 \mu\text{M}$  に戻した。

SPAD値：葉緑素量を示す値

### 色調回復に要する時間



環境中の栄養塩(DIN)濃度が $1 \mu\text{M}$ を下回っていても、1日60分以上数 $\mu\text{M}$ の施肥液に接することで、養殖ノリの色調が回復することが実験的に確かめられた。

### 目標施肥濃度

施肥によって維持する目標アンモニア態窒素濃度を仮に1時間後 $10 \mu\text{M}$ とした場合、乾ノリ1,000枚分の生ノリに対し窒素(N)として約500gとなる。これは、ノリのN吸収能の約10倍となるが、海水中ではNの移流・拡散を考慮する必要があることから、概ね適正な目標濃度であると考えられた。

毎日、1時間程、約 $10 \mu\text{M}$ の施肥濃度を保つことで、ノリの色落ちを抑制することが可能。現地試験を実施。

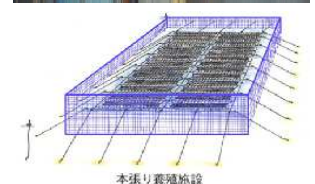
## 静穏海域における色落ち防止実験

### 施肥液の栄養塩と塩分濃度調整

1/5海水（海水：真水＝1：4，比重を考慮）  
窒素：塩化アンモニウム1%  
リン：リン酸水素二カリウム0.025%  
1日1回動力噴霧器で散布して施肥。

### ノリスカート(養殖網の囲い網)の設置

モジ網とブルーシートで製作。水深1.5mの深さのノリスカートで養殖網を囲い、施肥液を散布。  
1時間後に $100 \mu\text{M}$ 程度の濃度を維持。  
対照区との単価差は**5円/枚**程度を実現。



内湾奥などの静穏域であれば、施肥によって色落ちを防止できた。  
しかし、実際の養殖漁場は潮流が速く、新たな技術開発が必要。

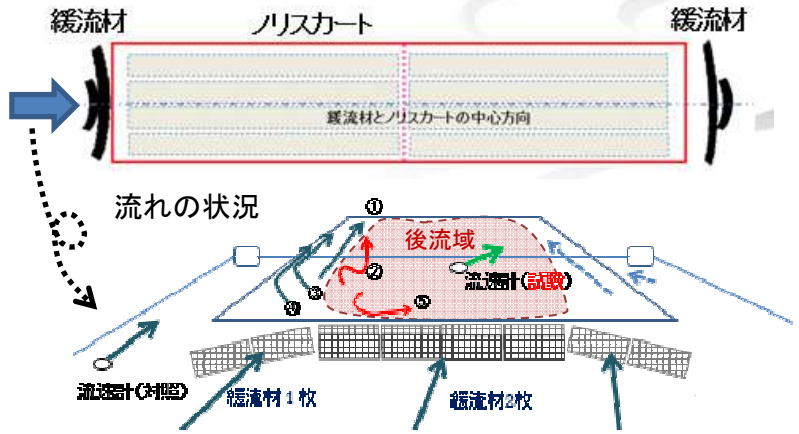
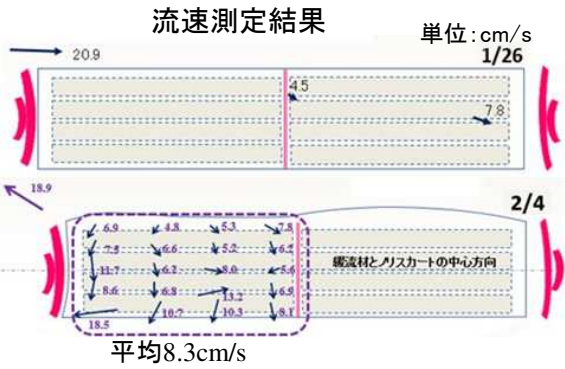
## やや潮流速の速い海域での実験結果

### 流速が速い(平均20cm/s程度)場合の問題点

ノリスカートの形状が保てない(よじれ, 破損)  
内部の施肥液を保持できず流れ去る  
内湾奥と同程度まで流速を制御する必要がある。

### 流速制御装置(緩流材)の開発

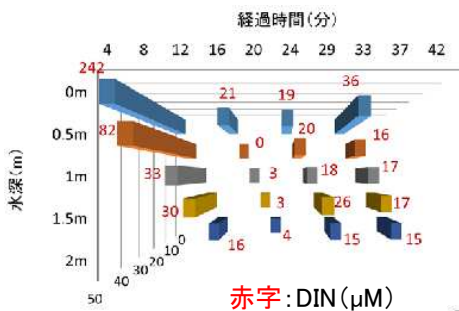
トリカルネットで製作。水深1.5~2mの深さまで潮流流速を緩和させる。緩流材の後流域では、内湾奥と同程度の流速を実現(20→8cm/s)。



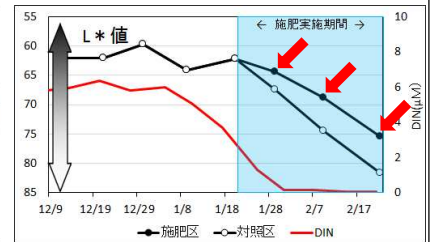
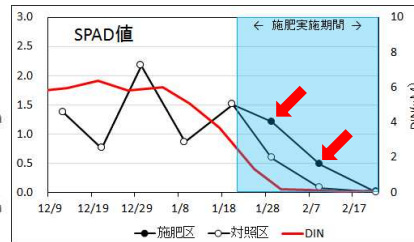
### 緩流材とノリスカートの効果

緩流材とノリスカートの併用により、ノリスカート内部の流れを緩和させ、40分後に10 $\mu$ M以上のDIN濃度を実現。このとき、ノリ葉体の色調、製品の等級と価格において、対照区よりも良好な値を得た。

### DINの経時的鉛直分布



### ノリ葉体の色調 L\*値: 葉体の黒味度の指標(低いほど黒い)



### 摘採ごとの等級と単価

摘採	加工日	試験区		対照区		区別加工	共販	施肥
		等級	単価/枚	等級	単価/枚			
1回目	28.12.12	初2等	13.36	初2等	13.36	なし	2汐	なし
2回目	28.12.20	2等	12.99	2等	12.99	なし	2汐	なし
3回目	28.12.31	3等	12.03	3等	12.03	なし	3汐	なし
4回目	29.1.10	軽3等	11.39	軽3等	11.39	なし	4汐	なし
5回目	29.1.21	5等	11.79	5等	11.79	なし	5汐	なし
6回目	29.1.30	5等	12.29	6等	11.83	あり	6汐	あり
7回目	29.2.10	6等③	11.29	6等⑥	9.29	あり	7汐	あり
8回目	29.2.23	6等④	9.31	6等⑤	7.69	あり	8汐	あり

### 施肥区と対照区の差

回次	等級差	単価差額(円/枚)
6回目	1等級	0.46
7回目	3等級	2.00
8回目	4等級	1.62

※静穏域事例に比べて単価差は2円と小さいが、これは、近年のノリ市況の変化により等級の低いものも高価格化していることが影響している。

### 課題と今後の方向性

- 平均流速20cm/s以上の速さの潮流漁場では、さらなる流速制御が必要になる。
- ノリ養殖の施設面積が拡大しているため、それを取り囲む装置のコストは増加する。そのため、費用対効果を得るためのコスト管理が重要である。

本研究は、①環境にできるだけ負荷をかけない施肥技術であり、②囲い(ノリスカート)で海水を遮断する技術、③海水の流動を制御する技術、④適切な濃度調整技術、によって構成される。将来的には、ノリ以外の藻類養殖への適用も可能であり、香川型ノリスカートによる効率的施肥技術として普及を図っていきたい。