

# 二枚貝資源緊急増殖対策事業

## －タイラギ人工種苗生産技術を活用した資源増殖法の開発－

的場 達人・吉田 幹英・上田 拓・長本 篤・濱崎 稔洋

有明海のタイラギ潜水器漁場においては、近年、着底稚貝の減少、夏場に発生する貧酸素水塊によるへい死、原因不明の立ち枯れへい死などによって資源状態が著しく低下している。一方で、干潟域に低密度で生息するタイラギについては、比較的生存率が高く、重要な母貝場と機能している。ただし干潟域は大雨による淡水化や土砂の流入、漁業者による漁獲圧などが高く、資源維持のためにも、これらの資源状態を把握するとともに、人工種苗生産用の親貝としての有効活用法について検討が必要である。

本課題は干潟域にタイラギの生息が確認される福岡県海域において、人工種苗生産用に活用可能な親貝の生息状況や成熟状況について基礎的な調査を実施し、一部を採取して親貝としての仕立てが可能かどうか検討する。

### 方 法

#### 1. 親貝の分布状況調査

調査区は柳川市地先（A区）とみやま市地先（B区）とし（図1）、大潮の干潟干出時に、漁業者によるタイラギの徒取り採捕により分布調査を行った。調査したノリ小間数に1小間の面積（44m×18m）を乗じて求めた調査面積で、親貝の採捕数を除して、分布密度を求めた。

採捕したタイラギは、殻長、殻幅、殻高、殻重等を測定し、殻長150mm以上の個体を親貝として解析に供した。

なお、保護区における調査では、タイラギは採捕せず、ノリ小間あたりの分布数を目視により計数した。また、現場で殻高を測定し、殻長-殻高関係式<sup>1)</sup>から殻高6.5cm以上の個体を親貝として解析に供した。

#### 2. 底質環境調査

干潟干出時に、アクリルパイプを用いて底泥を柱状採取した。採取試料は、表面から0～5cm層について分析を行った。分析項目は、酸揮発性硫化物量、強熱減量、中央粒径値、泥分率とした。

#### 3. 親貝の健全性調査

親貝の健全性を確認するため、産卵盛期とされる平成29年7月24日に採捕したタイラギについて、殻長組成、軟体部肥満度及び成熟度の指標として内臓指数<sup>2)</sup>を求めた。軟体部肥満度は次式で算出した。

$$\text{軟体部肥満度} = \text{殻長 (mm)} \times 10,000 / \text{軟体部重量 (g)}^3$$

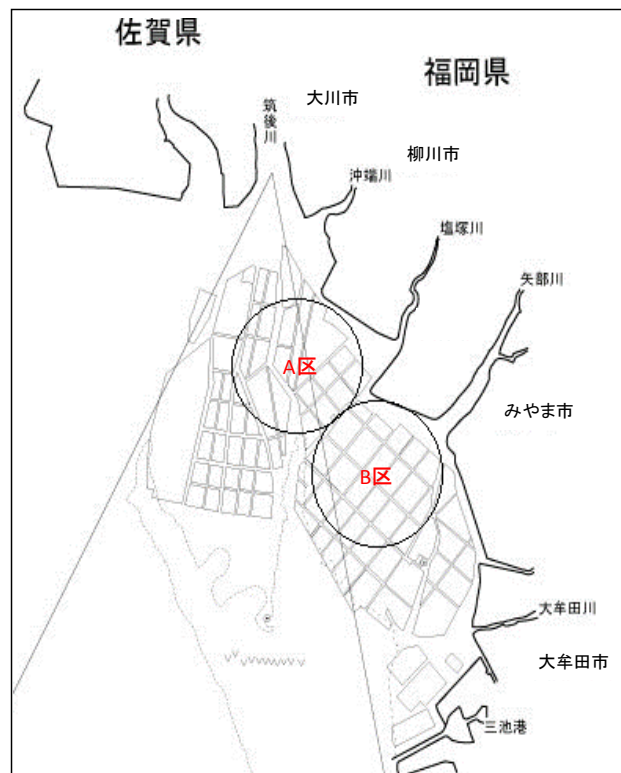


図1 調査区域

### 結 果

#### 1. 親貝の分布状況調査

ノリの支柱設置後の平成29年10月～30年1月の間に実施した計4回の干潟調査の結果と昨年度までの結果を合わせて図2に示した。

柳川市地先（A区）の分布密度は、29年11月に2箇所  
で0.008個/㎡と0.004個/㎡であった。みやま市地先（B

区)では、30年1月に2箇所で0.001個/㎡と0.004個/㎡であった。

27年頃まで有明海内では比較的多くタイラギ親貝の分布がみられた当海域も28年、29年と減少し、漁業者による徒取りもほぼ行われない状況となった。

29年11月5、6日に柳川市地先で採捕したタイラギの殻長組成を図3に示した。殻長150mm以上の親貝の平均殻長は180±18mmで、170～174mm、185～189mm、205～209mmをモードとした3群がみられた。また150mm未満の貝は7%ほどみられた。

## 2. 底質環境調査

干潟調査期間中の底質は、強熱減量が平成29年4月27日6.2%、7月24日7.0%とタイラギの生息に適するとされる基準値<sup>2)</sup>5%未満を上回ったが、生息可能な範囲であった。その他の指標は、酸揮発性硫化物量(AVS)0.1mg/g乾泥未満、中央粒径値(Mdφ)3未満、強熱減量5%未満、泥分率30%未満を、柳川市地先、みやま市地先ともに満たし、両地先ともタイラギの生息に適した底質環境であった。柳川市地先の底質と比較すると、みやま市地先の方が概ね良好な値を示した。

(図4～7)

## 3. 親貝の健全性調査

平成29年7月24日に柳川市地先で採捕したタイラギの殻長組成をみると、145～149mm、170～174mmをモードとした2群がみられ、200mm以上の大型個体もみられた。

(図8)

軟体部肥満度は雌雄とも0.04と差はみられず、この4年間では低い値となった。成熟度の指標としている内臓指数も雌8.10、雄8.30と、この4年間では最も低い値となり、平成12年7月の雌17.5、雄14.9<sup>2)</sup>と比較しても低い値を示した。(図9)

29年は、7月5日に起きた九州北部豪雨の影響で、7月前半の大潮時に採取できず、7月24日に採取したが、既に放卵後であった可能性も考えられた。

## 4. 採卵用親貝の提供

平成29年11月5日に柳川市地先で採捕したタイラギ66個(平均殻長183±14mm、殻高77±6mm、殻付重量75±17g)を、11月8日に30年度の種苗生産用として、西海区水産研究所へ提供した。170～175mm、185～190mm、210～215mmをモードとした3群がみられた。(図10)

## 文 献

- 1) 伊藤輝昭, 吉田幹英, 金澤孝弘, 内藤剛, 岩渕光伸. タイラギ殻形状からみた斃死と資源変動. 福岡県水産海洋技術センター研究報告 2006; 16: 97-104.
- 2) 坂本達也, 前野幸男, 松井繁明, 吉岡直樹, 渡辺康憲. タイラギの性成熟と各種組織におけるグリコーゲン量との関係. 水産増殖 2005; 53(4): 397-404.
- 3) 杉野浩二郎, 吉田幹英, 山本千裕. タイラギの生息に適した底質条件の検討. 福岡県水産海洋技術センター研究報告 2010; 20: 53-60.

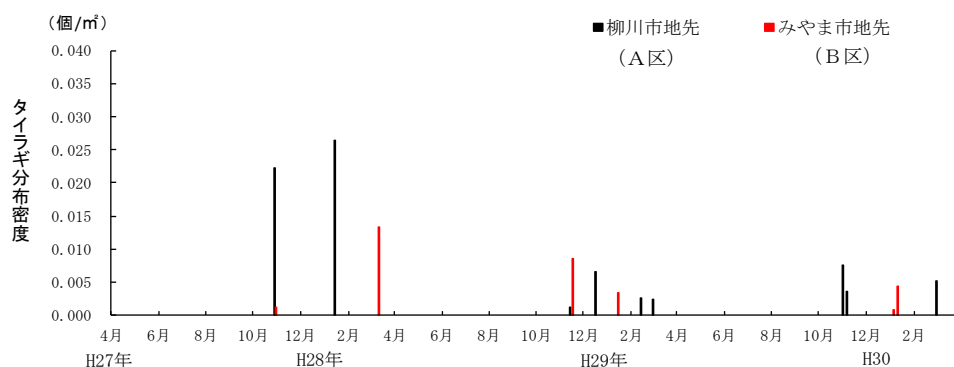


図2 干潟域におけるタイラギ分布密度(殻長150mm以上)

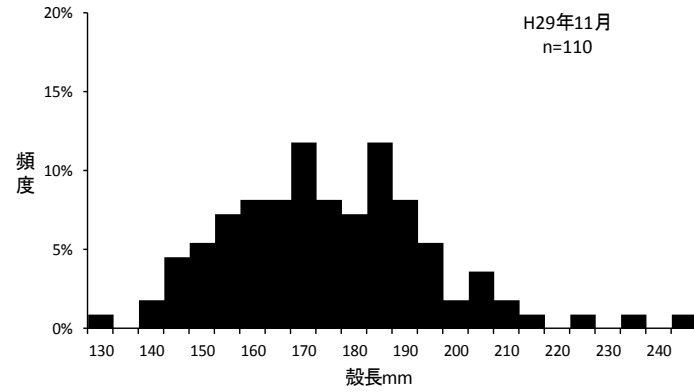


図3 干潟で採捕されたタイラギの殻長組成

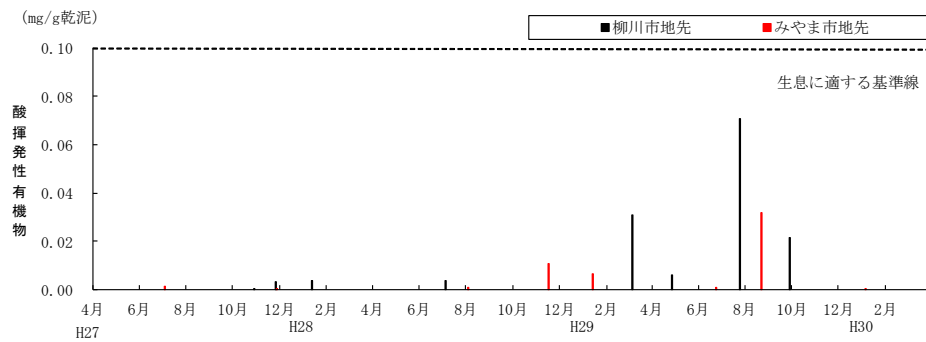


図4 干潟調査時の酸揮発性硫化物量 (AVS)

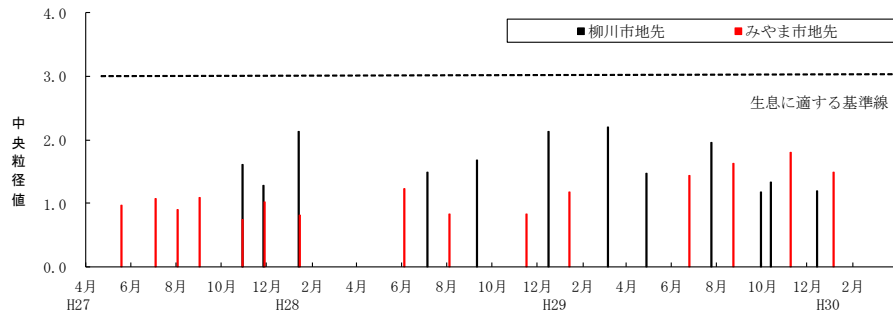


図5 干潟調査時の中央粒径値 (Md φ)

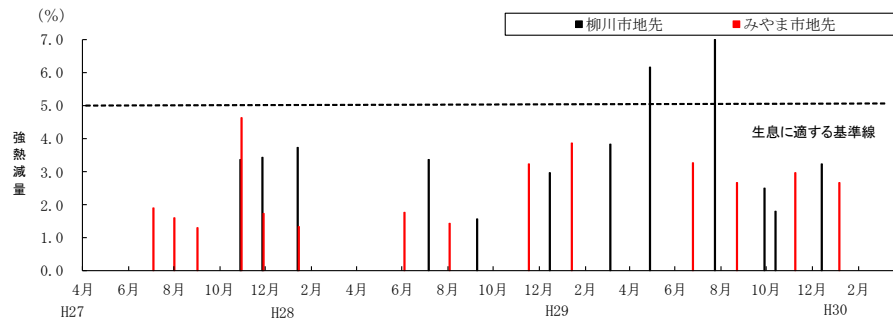


図6 干潟調査時の強熱減量

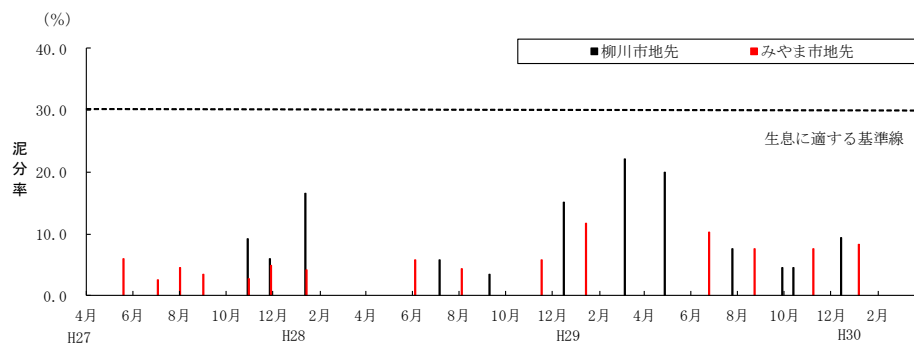


図 7 干潟調査時の泥分率

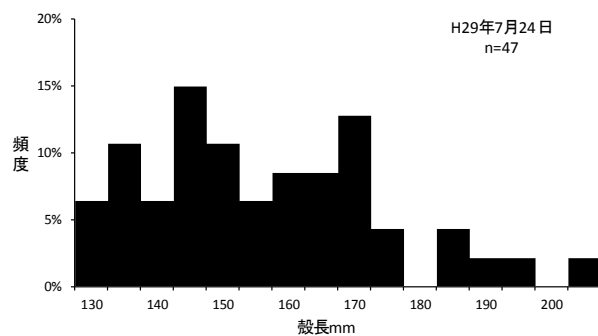


図 8 干潟におけるタイラギ親貝の殻長組成

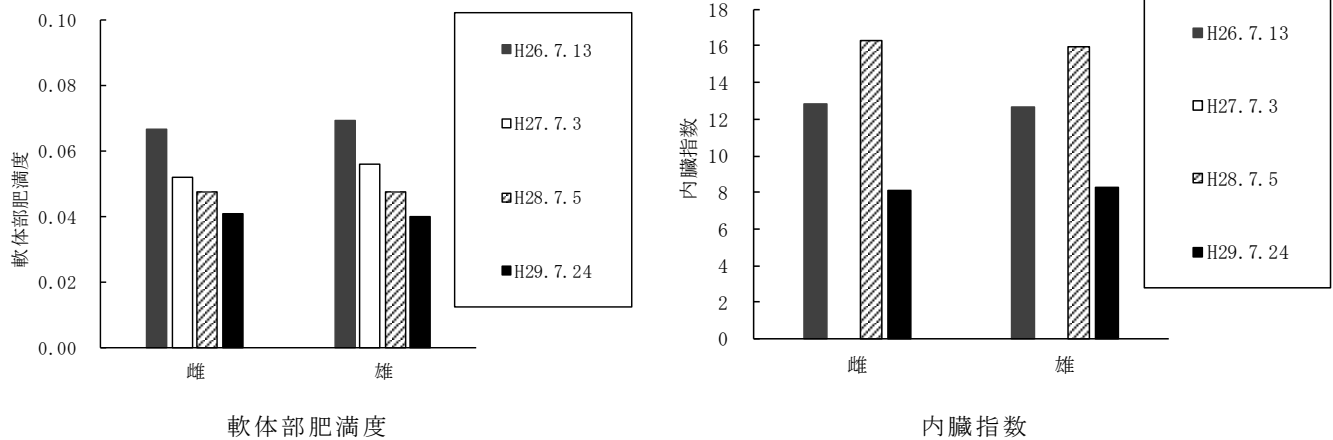


図 9 干潟におけるタイラギ親貝の肥満度及び内臓指数

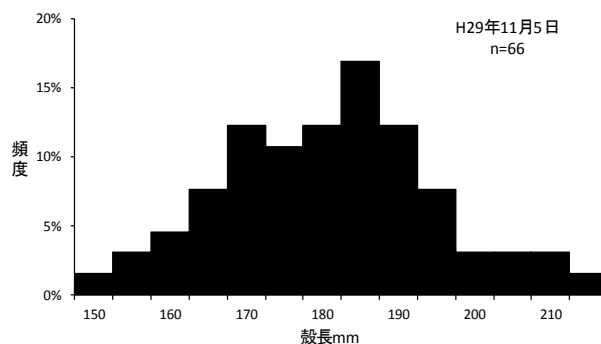


図10 採卵用親貝の殻長組成

# ふくおか型アサリ増殖技術開発事業

長本 篤・上田 拓・的場 達人

有明海福岡県地先では、かつてアサリを中心とした二枚貝の宝庫であり、沿岸域に形成されている干潟域では、アサリ等の二枚貝が多く生息し重要な漁業資源になっていた。

しかし、近年、アサリの資源量は著しく減少し、漁獲量も不安定になっている。そのような状況の中、福岡県水産海洋技術センター豊前海研究所が開発した「かぐや装置」を活用し、従来の1/10のコストで殻長1cmサイズの放流用人工種苗の生産を可能とした。<sup>1)</sup> また、育成したアサリは、放流して漁獲可能サイズの殻長3cm以上に成長する前に、波浪等による逸散や食害がみられること、「かぐや装置」は干満差などの条件から利用可能な海域が現時点で豊前海に限定されていることが課題として考えられている。

そこで本事業では、有明海におけるアサリ資源を回復する方策の一つとして、有明海に適した「かぐや装置」の開発を目的に調査を行った。

## 方 法

人工種苗を用いたアサリの間育成は、静穏域であることや河川水の影響を受けにくいことなどの条件が必要と考えられるため、試験場所は図1に示す三池港内とし、試験区の概要を表1に示す。中間育成装置は、有明式かぐや装置を用いた。この装置は、目合い526 $\mu$ mの内張ネットを取り付けた野菜かごに海砂を厚さ約5cm敷いたもので、内部への浮泥の堆積や付着生物の軽減を図るため、地盤高+2.0mのコンクリート製の梁の上部に固定した。

装置に収容したアサリ稚貝の収容個体数(収容密度)は、豊前海区のかぐや装置では収容個体数2,000個体(227,000個体/m<sup>2</sup>)が最も適していたことから、<sup>1)</sup> 有明式かぐや装置には、17,500個体(115,798個体/m<sup>2</sup>)と豊前海区のかぐや装置に2,000個体収容した密度とほぼ同じになるよう35,000個体(232,000個体/m<sup>2</sup>)のアサリ稚貝を収容した。有明式かぐや装置では、野菜かごの蓋に目合い526 $\mu$ mのメッシュを取り付けた試験区(以後、蓋メッシュ有)と目合い7.8mmの蓋だけの試験区(以後、蓋メッシュ無)を設けた。試験に

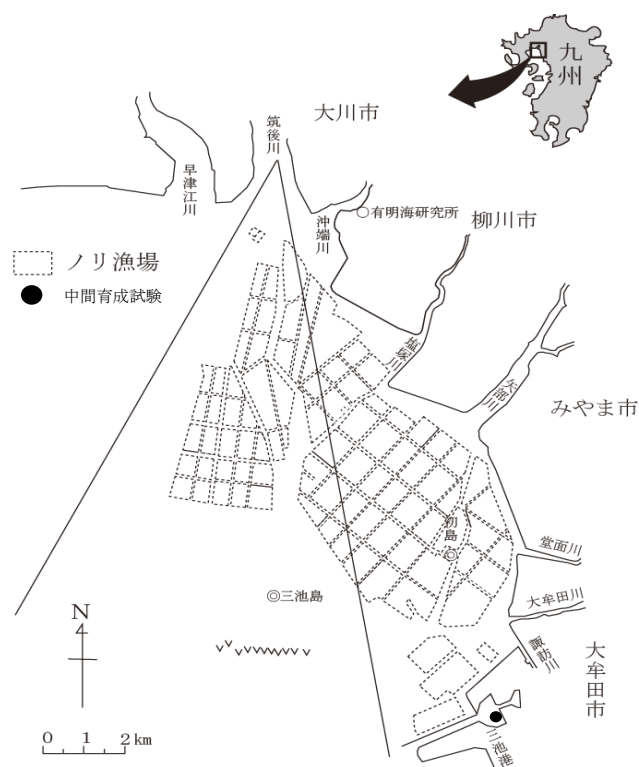


図1 調査位置図

表1 試験区の概要

| 有明式かぐや装置      |                                                                                    |
|---------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| 地盤高           | +2.0m                                                                              |
| 収容個体数<br>(密度) | 17,500個体<br>(115,798個体/m <sup>2</sup> )<br>35,000個体<br>(232,000個体/m <sup>2</sup> ) |
| その他 蓋メッシュの有無  |                                                                                    |
| 施設の管理         | 無                                                                                  |
| 施設の数量         | 各試験区4個                                                                             |

は、有明海産母貝を用いて豊前海研究所で平成28年秋季と平成29年春季に採卵、育成したアサリを使用した。

### (1) 春季試験

平成 28 年秋季に採卵、育成したアサリを用いた試験（以下、春季試験）では、各試験区に平均殻長 1.1 mm のアサリ稚貝を収容した。試験期間は、平成 29 年 5 月 22 日から 8 月 22 日の 92 日間とした。各試験区のアサリの成長及び生残を比較するため、試験終了時に各装置を回収し、各試験区のアサリの個体数を計数した後、無作為に抽出したアサリ 50 個体の殻長を測定した。

### (2) 夏季試験

平成 29 年春季に採卵、育成したアサリを用いた試験（以下、夏季試験）では、各試験区に平均殻長 1.1 mm のアサリ稚貝を収容した。試験期間は、平成 29 年 8 月 24 日から 12 月 19 日までの 117 日間とした。試験終了時には全ての装置を回収し、各試験区のアサリの個体数を計数した後、無作為に抽出したアサリ 50 個体の殻長を測定した。

## 結 果

### (1) 春季試験

春季試験における有明式かぐや装置の試験区別平均殻長及び生残率を表 2 に示す。平均殻長は蓋メッシュ無の 17,500 個体収容した試験区で 8.6 mm となり最も大きく、生残率は同じ試験区で 19.6 % となり最も高かった。

### (2) 夏季試験

夏季試験における有明式かぐや装置の試験区別平均殻長及び生残率を表 3 に示す。平均殻長は蓋メッシュ有及び蓋メッシュ無の 17,500 個体収容した試験区で 5.6 mm となり最も大きく、生残率は蓋メッシュ無の 17,500 個体収容した試験区で 5.6 % となり最も高かった。

平成 28 年度の春季試験では、蓋メッシュ無の 17,500 個体収容した試験区で 4 月から育成した結果、平均殻長 1.8 mm のアサリが 8.3 mm まで成長し、生残率は 73.5 % と高かった。<sup>2)</sup> 今年度の試験では、春季調査の試験開始が 5 月で開始時の気温が高かったことや試験開始時の平均殻長が 1.1 mm であったことから育成結果が悪かったと考えられた。今後は、効率的な育成の開始時期や殻長を検討するとともに、装置を設置する地盤高を低くするなどして成長、生残が向上する方策を検討する必要がある。

表 2 試験区別平均殻長及び生残率（春季試験）

| 施設         | 試験区   |           | 平均殻長<br>(mm) | 生残率<br>(%) |
|------------|-------|-----------|--------------|------------|
|            | 蓋メッシュ | 収容<br>個体数 |              |            |
| 有明式<br>かぐや | 有     | 17,500    | 8.5          | 15.5       |
|            |       | 35,000    | 7.0          | 16.8       |
|            | 無     | 17,500    | 8.6          | 19.6       |
|            |       | 35,000    | 8.3          | 15.9       |

表 3 試験区別平均殻長及び生残率（夏季試験）

| 施設         | 試験区   |           | 平均殻長<br>(mm) | 生残率<br>(%) |
|------------|-------|-----------|--------------|------------|
|            | 蓋メッシュ | 収容<br>個体数 |              |            |
| 有明式<br>かぐや | 有     | 17,500    | 5.6          | 4.4        |
|            |       | 35,000    | 5.1          | 3.3        |
|            | 無     | 17,500    | 5.6          | 5.6        |
|            |       | 35,000    | 5.1          | 5.5        |

## 文 献

- 1) 大形拓路，中川浩一，上妻智行，伊藤輝昭．アサリ稚貝簡易育成装置の開発とその効率化．福岡県水産海洋技術センター研究報告 2016；26：9-16.
- 2) 長本 篤，篠原直哉，的場達人．ふくおか型アサリ増殖技術開発事業．福岡県水産海洋技術センター事業報告 2018：273-276.

# 二枚貝増殖を活用したノリ色落ち対策技術開発事業

安河内 雄介・長本 篤・藤井 直幹・濱崎 稔洋

有明海のノリ養殖は冬期の主要な漁業種類である。

ところが、植物プランクトンが異常に増殖すると、海域の窒素やリンを急速に消費するため、ノリの生長に必要な窒素、リンが不足し、色落ちが発生する。

アサリ、サルボウ等の二枚貝類は、ノリ色落ちの原因となる植物プランクトンを摂餌・消化し、ノリの生長に有用なアンモニア態窒素を排出する。

本事業は、植物プランクトン増殖時に、二枚貝による植物プランクトンの除去及び栄養塩排出効果の検証を実施したので報告する。

## 方 法

### 1. ノリ養殖施設周辺での二枚貝増殖試験

二枚貝によるノリ色落ち防止効果を把握するため、図1に示す漁場に試験区（18×36m）を設定し、平均殻長約32mmのアサリ1.2トンを放流した試験区及び放流しない対照区を設定した。

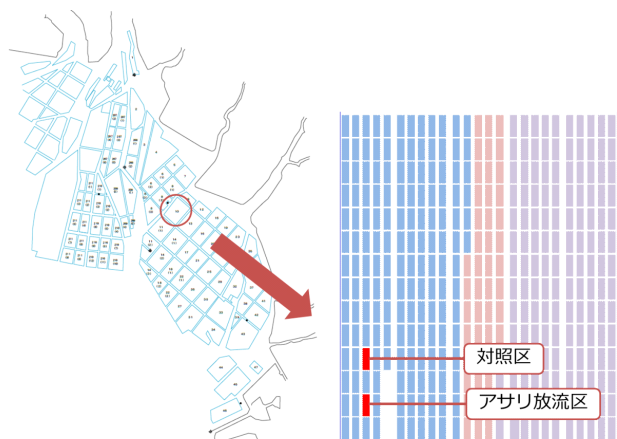


図1 試験場所

#### （1）分布密度調査

放流前のアサリ、サルボウの分布状況を把握するため、平成29年9月に両試験区の任意の3点において25×25cm、深さ10cmの底質を採取した。試料は目合い5mmのふるいで選別後、残渣物を研究室に持ち帰り、アサリ、サルボウ

の選別、個体数の計数及び殻付重量の計量を行った。

また、放流後のアサリの分布状況を把握するため、平成30年1月に放流前と同様の方法で調査を行った。

#### （2）肥満度調査

放流区におけるアサリの肥満度を把握するため、平成29年10月～30年2月まで不定期に採捕したアサリ10～20個体の殻長、殻幅、殻高及び軟体部湿重量を測定した。なお、肥満度は軟体部湿重量g/(殻長cm×殻幅cm×殻高cm)×100の計算により求めた。

#### （3）底質調査

放流前後の底質を把握するため、平成29年9月及び30年1月の分布密度調査に併せて試験区のそれぞれ任意の3点において直径36mm、長さ50cmの亚克力パイプを用いて底質を柱状採取した。試料は研究室に持ち帰った後、表層5cmを分取し、分析に供した。底質の分析項目は、中央粒径値、泥分率、強熱減量及び全硫化物とした。中央粒径値及び泥分率については、ふるい（4, 2, 1, 0.5, 0.25, 0.125, 0.063mmの7種）を用いた粒度分析により粒度ごとの重量パーセントから求め、その他の分析項目については、水質汚濁調査指針<sup>1)</sup>に準じた。

### 2. ノリ色落ち状況モニタリング調査

アサリ放流に伴うノリへの影響を把握するため、平成30年1月～30年2月に満潮時に採水及びプランクトンの採集を実施するとともに、試験区、対照区のノリ養殖漁業者から提供されたノリ葉状体と乾ノリについて色調を測定した。

#### （1）水質・プランクトン等環境調査

表層及び底層（海底から0.5m上）を採水した後、水温は棒状水銀温度計を用いて現場で測定した。サンプルを研究所に持ち帰った後、塩分は卓上型塩分計（DIGI-AUTO MODEL-5、株式会社鶴見精機製）で、pHはpHメーター（HM-30G、東亜ディーケーケー株式会社製）で、栄養塩（無機三態窒素）はオートアナライザー（QuAatro39、ビーエルテック株式会社製）を用いて分析した。なお、硝酸態窒素（N03-N）は銅カドミラム還元法を、亜硝酸態窒素（N02-N）はナフチルエチレンジアミン吸光光度法を、ア

ンモニア態窒素 (NH<sub>4</sub>-N) はインドフェノール青吸光光度法を用いた。

プランクトン沈殿量は、目合い0.1mmのプランクトンネットを用いて1.5mの鉛直引きを行い、採集物を中性ホルマリンで固定し、固定試料を24時間静置後に測定した。

#### (2) ノリ養殖状況・ノリ葉状体調査

入手したノリ葉状体及び乾ノリを、分光測色計 (CM-700 d, コニカミノルタジャパン株式会社製) を用いてL\*a\*b\*表色系による色調の測定を行った。

### 3. 現場海域におけるアサリの摂餌によるプランクトン除去実証試験

#### (1) 干潟試験

平成29年12月14日～12月21日に、ノリ養殖漁場の近接した海域において試験を実施した。干潟域の4m<sup>2</sup> (2m×2m) に、アサリを6kg/m<sup>2</sup>となるように放流したアサリ放流区及びアサリを放流していない対照区を設定し、それぞれクロロフィル濁度計 (INFINITY CLW, JFEアドバンテック株式会社製) を設置し、クロロフィル蛍光強度値を比較した。同時にアサリ放流区と対照区の間に流向流速計 (INFINITY EM, JFEアドバンテック社製) 及び波高計 (INFINITY WH, JFEアドバンテック社製) を設置し、流速と潮位を計測した。装置の設置及びアサリの放流は干潮時に行い、連続観測装置はクロロフィル濁度計、流行流速計、波高計全てバースト時間5分、測定インターバル1秒、10データ/バーストに設定した。

#### (2) 港内試験

平成30年2月16日～2月26日に、流速が比較的穏やかな港内において、試験を実施した。試験に当たっては、アサリを6kg/m<sup>2</sup>となるように収容したカゴとアサリを収容しないカゴ (対照区) にそれぞれクロロフィル濁度計を固定し、浮き桟橋に水深2mとなるよう設置し、クロロフィル蛍光強度値を比較した。連続観測装置はバースト時間5分、測定インターバル1秒、10データ/バーストに設定した。また、アサリの排泄に伴う栄養塩変化を確認するために、チューブとポンプを用いて、アサリ収容区及び対照区それぞれのカゴ内の直上水を採水し、栄養塩分析を行った。

## 結果及び考察

### 1. ノリ養殖施設周辺での二枚貝増殖試験

#### (1) 分布密度調査

試験区におけるアサリ、サルボウの分布密度 (個体/m<sup>2</sup>)

を図2に示す。アサリ放流前の平成29年9月のアサリ、サルボウの分布密度は、放流区で880個体/m<sup>2</sup>、253個体/m<sup>2</sup>、対照区で9個体/m<sup>2</sup>、7個体/m<sup>2</sup>であり、放流区のアサリ及びサルボウの分布密度が高かった。放流後の平成29年11月のアサリ及びサルボウの分布密度は、放流区で2,405個体/m<sup>2</sup>及び272個体/m<sup>2</sup>、対照区で0個体/m<sup>2</sup>及び5個体/m<sup>2</sup>、平成30年1月のアサリ及びサルボウの分布密度は、放流区で1,691個体/m<sup>2</sup>及び283個体/m<sup>2</sup>、対照区で0個体/m<sup>2</sup>及び5個体/m<sup>2</sup>となった。

試験区におけるアサリ、サルボウの単位面積あたりの重量を図3に示す。アサリ放流前の平成29年9月のアサリ及びサルボウの単位面積あたりの重量は、放流区で2.7kg/m<sup>2</sup>及び1.2kg/m<sup>2</sup>、対照区で0.05kg/m<sup>2</sup>及び0.03kg/m<sup>2</sup>であり、放流区のアサリ及びサルボウの単位面積あたりの重量が大きかった。放流後の平成29年11月のアサリ及びサルボウの単位面積あたりの重量は、放流区で8.2kg/m<sup>2</sup>及び1.3kg/m<sup>2</sup>、対照区で0kg/m<sup>2</sup>、0.04kg/m<sup>2</sup>、平成30年1月のアサリ及びサルボウの単位面積あたりの重量は、放流区で5.8kg/m<sup>2</sup>及び1.3kg/m<sup>2</sup>、対照区で0kg/m<sup>2</sup>及び0.04kg/m<sup>2</sup>となった。

#### (2) 肥満度調査

放流区におけるアサリの肥満度の推移を図4に示す。放流時のアサリ (殻長31.1～35.4mm) の肥満度は、13.0であった。放流後の平成29年12月11日、平成30年1月5日、2月9日のアサリの肥満度は、16.1、18.4、19.0となり増加した。後述するプランクトン沈殿量は1月下旬以降増加しており、その時期に肥満度は高位で推移していたことから、アサリがプランクトンを摂餌していたと考えられる。

#### (3) 底質調査

試験区の底質を表1に示す。

放流区では放流前の平成29年9月及び放流後の平成30年1月の底質は、中央粒径値1.5及び1.7、泥分率13.0%及び19.1%、強熱減量3.6%及び4.3%、全硫化物0.07mg/g乾泥及び0.02mg/g乾泥であった。同様に対照区の底質は、中央粒径値3.5及び2.7、泥分率53.1%及び34.9%、強熱減量7.8%及び5.8%、全硫化物0.23mg/g乾泥及び0.07mg/g乾泥であった。

両試験区の放流前後の底質を比較すると、放流区では変化が少なく二枚貝の生息に適した底質を維持していた。対照区では各分析項目の数値が低下した。

### 2. ノリ色落ち状況モニタリング調査

#### (1) 水質・プランクトン等環境調査

試験区及び対照区の水温の推移を図5に、塩分の推移を

図6に、pHの推移を図7に示す。

試験区は隣接しているため、水質は同様の傾向であった。水温は、両区とも1月中旬～2月下旬まで10℃以下で推移した。塩分は表層、底層ともに同様の挙動を示した。pHは、両区とも同様の挙動を示し、8.24～8.41の間で推移した。

NH<sub>4</sub>-Nの推移を図8に示す。

平成30年1月16日～2月6日の間、アサリ放流区の表層及び底層のNH<sub>4</sub>-Nは対照区と比較して高い傾向を示した。

DINの推移を図9に示す。

平成30年1月16日～2月21日の間、アサリ放流区の表層のDINは、対照区と比較して高い傾向を示した。平成30年1月16日～1月23日の間、アサリ放流区の底層のDINは対照区と比較して高い傾向を示した。

プランクトン沈殿量の推移を図10に示す。

両区に差はなく、同様に推移した。平成30年1月下旬以降、増加傾向で推移した。優占種は*Skeletonema sp.*等の小型珪藻であった。

## (2) ノリ養殖状況・ノリ葉状体調査

ノリ葉状体の色調の推移を図11に、乾ノリの色調の推移を図12に示す。

両区のL\*値に差は見られず、ノリ葉状体及び乾ノリのL\*値は増加傾向を示し、色落ちが進行している。2月中旬以降、プランクトンが増加し、栄養塩が低く推移したことが原因であると考えられる。

## 3. 現場海域におけるアサリの摂餌によるプランクトン除去実証試験

### (1) 干潟試験

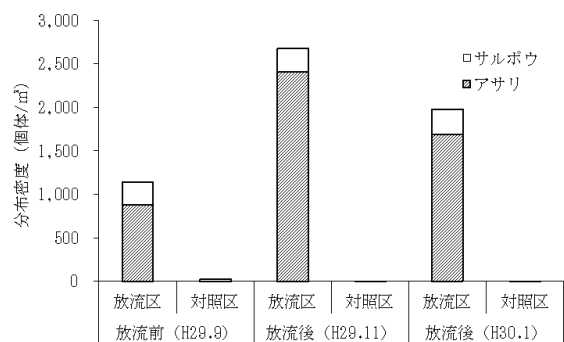


図2 試験区におけるアサリ、サルボウの分布密度

クロロフィル濁度計の値は、夜間及び流速が比較的穏やかな時間帯で安定することから、試験期間中、夜間の満潮で、合成流速が3 cm/sec以下が30分以上連続した時間帯のクロロフィル蛍光強度値を表2に示す。

表2に示す全ての時間帯でアサリ放流区のクロロフィル蛍光強度値の積算は対照区の値を下回った。このことからアサリの摂餌によるプランクトン除去が推察された ( $\chi^2$ 検定5%で有意)。

### (2) 港内試験

試験期間中のクロロフィル蛍光強度値の推移を図13に示す。常時、アサリ収容区は対照区より低い値を示した。アサリの摂餌によりプランクトンが除去され、クロロフィル蛍光強度値が減少したと推察される。

また、試験期間中、カゴを設置してから3日後の2月19日に採水し、栄養塩を分析した結果を図14に示す。亜硝酸態窒素はアサリ収容区と対照区で差は見られなかったが、硝酸態窒素及びアンモニア態窒素は対照区よりアサリ収容区が高い結果となった。

## 文 献

- 1) 日本水産資源保護協会. 新編水質汚濁調査指針. (第1版) 恒星社厚生閣, 東京. 1980; 237-257.
- 2) 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 2000; 10: 49-50.
- 3) 独立行政法人水産総合研究センター, 「ノリ色落ち対策に寄与する二枚貝増養殖技術ガイドライン(平成24年3月)」

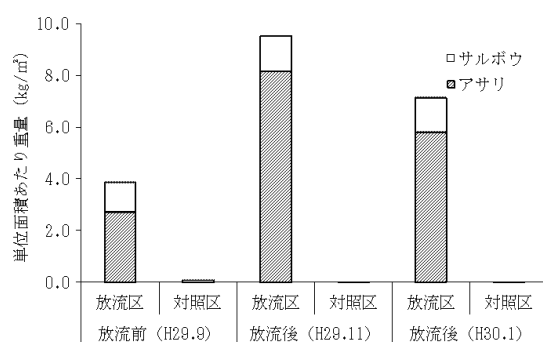


図3 試験区におけるアサリ、サルボウの単位面積あたりの重量

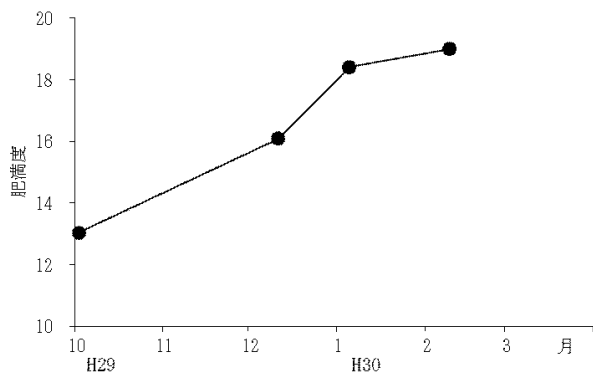


図4 アサリ肥満度の推移

表1 試験区の底質

| 年月      | 試験区 | 中央粒径値<br>(Md φ) | 泥分率<br>(%) | 強熱減量<br>(%) | 全硫化物<br>(mg/g乾泥) |
|---------|-----|-----------------|------------|-------------|------------------|
| 平成29年9月 | 放流区 | 1.5             | 13.0       | 3.6         | 0.07             |
|         | 対照区 | 3.5             | 53.1       | 7.8         | 0.23             |
| 平成30年1月 | 放流区 | 1.7             | 19.1       | 4.3         | 0.02             |
|         | 対照区 | 2.7             | 34.9       | 5.8         | 0.07             |

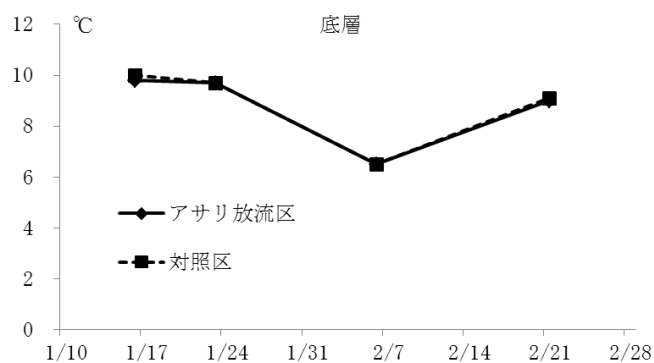
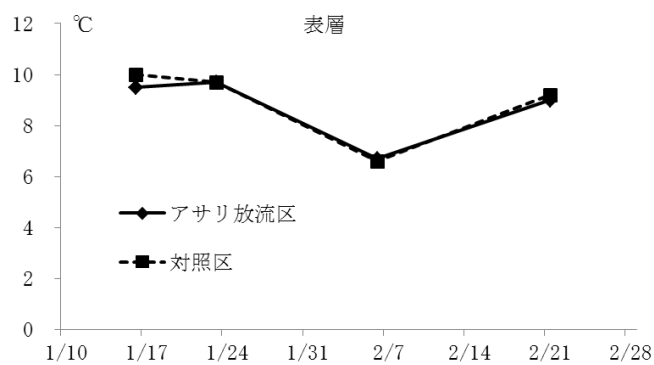


図5 水温の推移

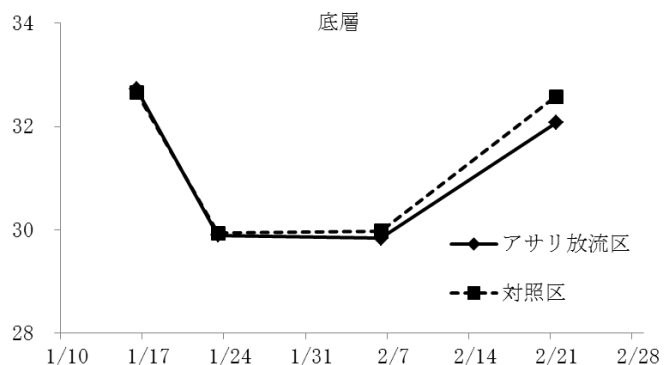
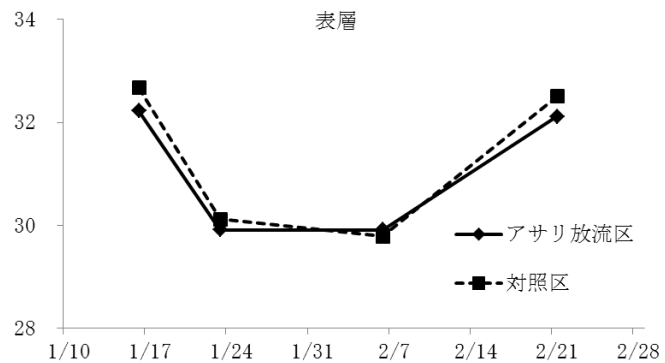


図6 塩分の推移

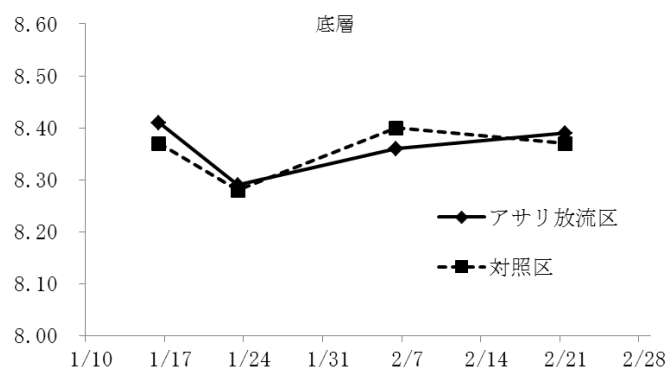
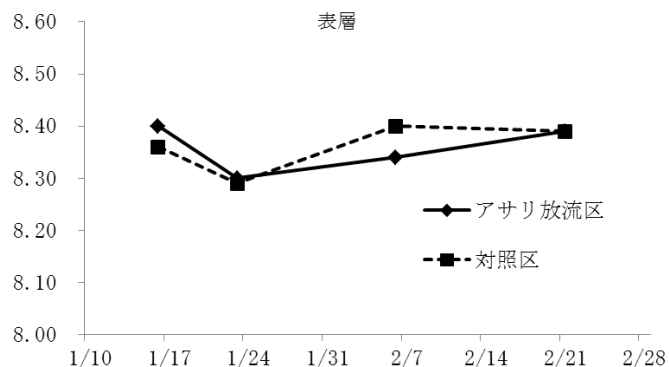


図7 pHの推移

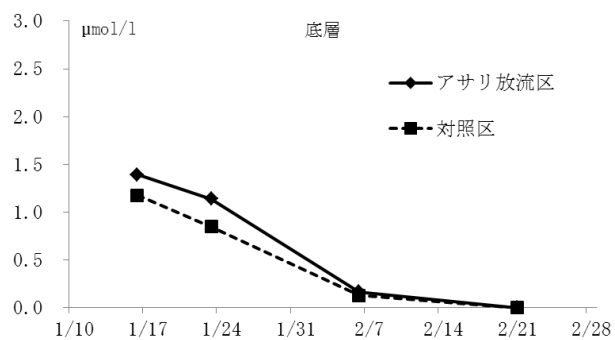
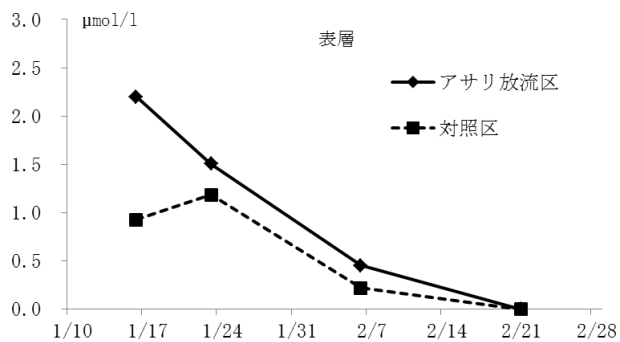


図8 NH<sub>4</sub>-Nの推移

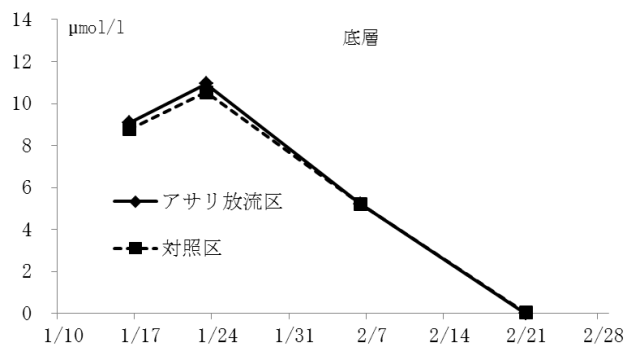
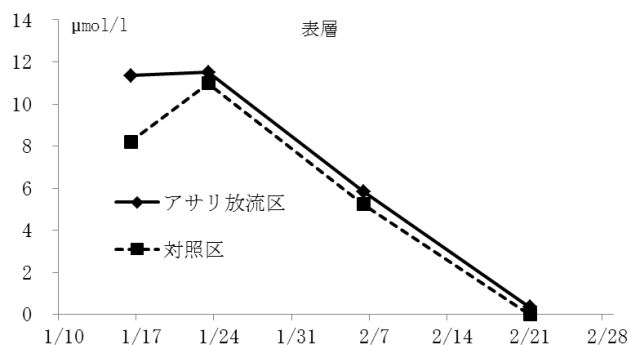


図9 DINの推移

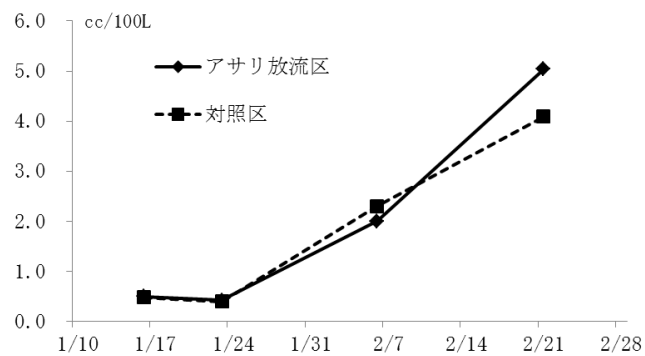


図10 プランクトン沈殿量の推移

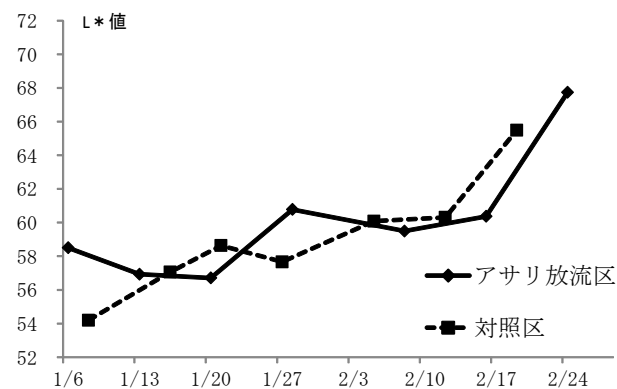


図11 ノリ葉状体の色調の推移

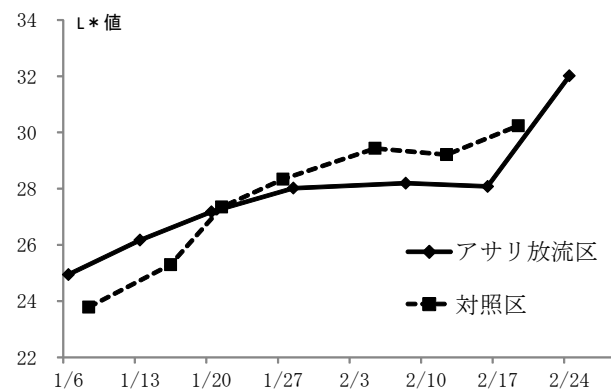


図12 乾ノリの色調の推移

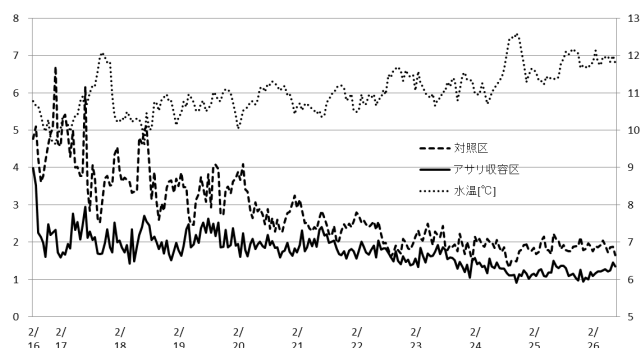


図13 クロロフィル蛍光強度値の推移

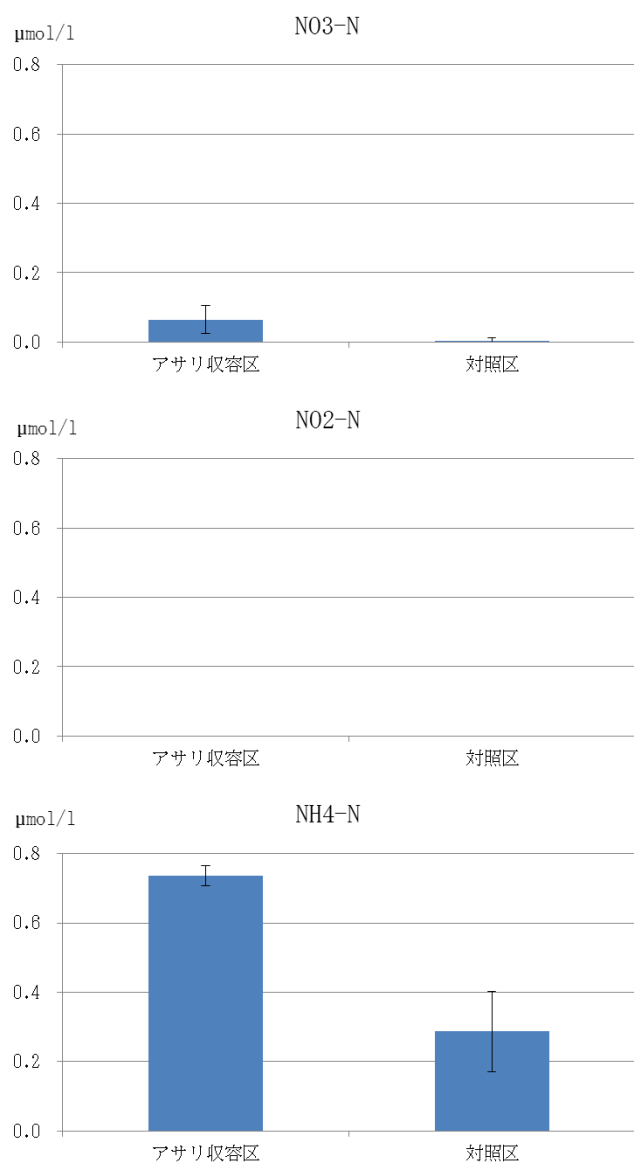


図14 栄養塩の分析結果

表2 クロロフィル蛍光強度値

| 12月14日 | アサリ放流区(μg/l) | 対照区(μg/l) |
|--------|--------------|-----------|
| 17:45  | 2.05         | 2.38      |
| 17:50  | 2.32         | 2.57      |
| 17:55  | 2.38         | 2.31      |
| 18:00  | 2.06         | 2.65      |
| 18:05  | 2.15         | 2.41      |
| 18:10  | 2.37         | 2.39      |
| 18:15  | 2.34         | 2.3       |
| 18:20  | 1.67         | 2         |
| 18:25  | 1.58         | 2.34      |
| 18:30  | 1.78         | 1.81      |
| 18:35  | 1.6          | 1.78      |
| 18:40  | 1.67         | 1.81      |
| 積算値    | 23.97        | 26.75     |
| 12月16日 | アサリ放流区(μg/l) | 対照区(μg/l) |
| 18:35  | 8.06         | 6.77      |
| 18:40  | 5.72         | 9.12      |
| 18:45  | 4.61         | 6.24      |
| 18:50  | 5.41         | 3.38      |
| 18:55  | 6.78         | 7.53      |
| 19:00  | 4.25         | 4.86      |
| 19:05  | 5.76         | 5.06      |
| 積算値    | 40.59        | 42.96     |
| 12月17日 | アサリ放流区(μg/l) | 対照区(μg/l) |
| 20:05  | 2.11         | 2.31      |
| 20:10  | 2.14         | 2.38      |
| 20:15  | 2.11         | 2.24      |
| 20:20  | 2.09         | 2.2       |
| 20:25  | 1.68         | 2.25      |
| 20:30  | 1.63         | 2.21      |
| 20:35  | 1.98         | 2.27      |
| 20:40  | 1.79         | 2.21      |
| 20:45  | 1.98         | 2.27      |
| 積算値    | 17.51        | 20.34     |
| 12月18日 | アサリ放流区(μg/l) | 対照区(μg/l) |
| 20:25  | 2.47         | 2.37      |
| 20:30  | 2.38         | 2.36      |
| 20:35  | 2.43         | 2.29      |
| 20:40  | 2.48         | 2.5       |
| 20:45  | 2.16         | 2.48      |
| 20:50  | 1.92         | 2.34      |
| 20:55  | 1.78         | 1.92      |
| 21:00  | 1.88         | 1.96      |
| 積算値    | 17.5         | 18.22     |
| 12月19日 | アサリ放流区(μg/l) | 対照区(μg/l) |
| 20:50  | 2.71         | 3.17      |
| 20:55  | 2.8          | 3.04      |
| 21:00  | 2.76         | 3.07      |
| 21:05  | 2.74         | 3.03      |
| 21:10  | 2.61         | 2.99      |
| 21:15  | 2.6          | 3         |
| 21:20  | 2.51         | 3.19      |
| 21:25  | 3.11         | 3.34      |
| 21:30  | 2.78         | 3.14      |
| 21:35  | 2.54         | 3.07      |
| 21:40  | 2.67         | 3.33      |
| 21:45  | 3.02         | 3.22      |
| 21:50  | 2.97         | 3.23      |
| 21:55  | 3.09         | 3.41      |
| 積算値    | 38.91        | 44.23     |

# 「福岡有明のり」採苗安定化技術開発

井手 浩美・徳田 眞孝・小谷 正幸・安河内 雄介

近年、異常気象により水温低下の遅れや台風の接近等でノリの採苗が不安定化している。特に平成26年度漁期は採苗日が急遽延期され、ノリの糸状体胞子のう熟度の緊急抑制が上手くいかず、採苗は不調となった。本事業は、異常気象に対応できるノリ糸状体の熟度コントロール技術、採苗技術を開発し、採苗の安定化によるノリ生産の向上を図る。

## 方 法

ノリ糸状体殻胞子のう成熟、放出に関連があると想定した水温、塩分、植物ホルモン、光波長それぞれの項目について、条件別の室内試験を実施した。効果が認められた項目は、野外試験を追加した。なお、本事業では福岡有明海漁業協同組合連合会が種苗登録し、養殖の普及を図っている品種である福有を使用した。

室内試験には、フリーリビング糸状体をミキサーで細断したのち、大きさ約1×1cmに切断したマドガイ殻片に蒔きつけ、約3ヶ月培養して殻胞子嚢を形成させたマドガイ殻片を、水温18℃（水温試験を除く）、塩分30（塩分試験を除く）、光周期11L・13D（水温試験の暗所区を除く）、の共通条件下で各試験に供した。なお、培養液は0.2μmのメンブランフィルターで濾過滅菌した海水を使用した。殻胞子放出数の経日変化は、前述のマドガイ殻片を培養液で満たした管瓶（直径2.6×高さ9cm）に吊し、管瓶の底に予め敷いたガラス板に、沈着した殻胞子数を明期5時間経過後に計数し、マドガイ殻1cm<sup>2</sup>あたりに換算し、1日の放出数とした。

野外試験には、フリーリビング糸状体をミキサーで細断したのち、カキ殻に蒔きつけ、室温、自然光下で培養し、殻胞子嚢を形成させた後、条件別に熟度調整した糸状体を試験に供した。採苗は柳川市地先の漁場で行い、ノリ網を4つ折りに重ね、前述のカキ殻を1個ずつ入れた採苗用ポリ袋（13×14cm、通称落下傘）60個を前述の試験網に均一に分散して吊り下げ、網糸1cmあたりの殻胞子着生数を計数した。

## 1. 水温調整試験

### （1）水温27℃による殻胞子放出抑制試験

前報告において<sup>1)</sup>、成熟した糸状体に対する加温による抑制効果を述べたが、本事業では、より定量的に効果の検証をした。熟度が未成熟のマドガイ糸状体を用い、水温18℃で7日間培養して熟度VI型まで成熟させた後に、水温27℃に上昇させて殻胞子放出を抑制し、抑制から7日目に水温18℃に戻して抑制を解除した。殻胞子放出数の計数は、抑制開始当日から、抑制解除後に殻胞子数が増加し、再び減少するまでの16日目まで行った。

### （2）水温4℃による殻胞子放出抑制試験

前報告において<sup>1)</sup>、成熟した糸状体に対する冷却による抑制効果を述べたが、本事業ではより定量的に効果の検証をした。（1）と同様に、熟度が未成熟のマドガイ糸状体を水温18℃で7日間培養して熟度VI型まで成熟させた後に、水温4℃培養し、7日目に水温18℃に戻した。殻胞子の放出数は、4℃で培養開始してから、試験区の放出がみられなくなった11日目まで計数した。なお、試験区は、通常の光周期11L・13Dの明所に置いた区（以下明所区という）と、現場に普及する場合は冷蔵庫内に入れることが想定されるので、光を遮断して暗黒内に置いた区（以下暗所区という）の2区を設定して試験を行った。

### （3）野外採苗試験

採苗開始日を10月26日と決定し、試験区は、熟度がI型のカキ殻糸状体を水温18℃で採苗日の13日前から、殻胞子の放出のピークとなることが予想される採苗日の5日前まで培養し、その後採苗開始日まで4℃、暗黒下に静置して殻胞子の放出を抑制した。対照区は、採苗開始日に放出のピークになるように、熟度がI型のカキ殻糸状体を採苗日の10日前から採苗開始日まで18℃で培養した。双方の区のカキ殻糸状体は、採苗開始日を午前8時に沖出しし、採苗を開始した。殻胞子着生数は、採苗開始日から5日間計数した。

## 2. 塩分調整試験

熟度が未成熟のマドガイ糸状体を用い、塩分を19, 22, 25, 28となるよう培養液を調整し、14日間培養した。殻

胞子放出数は培養 5 日目から確認した。

### 3. 植物ホルモン添加試験

#### (1) 濃度別殻胞子放出試験

熟度が未成熟のマドガイ糸状体を用い、合成アブシシン酸 (A. G. Scientific) を 10ppm, 100ppm となるよう培養液に添加し、14 日間培養した。殻胞子放出数は培養 5 日目から確認した。

#### (2) 高水温下での殻胞子放出試験

##### 1) 未成熟の糸状体へのアブシシン酸影響把握試験

熟度が未成熟のマドガイ糸状体を用い、アブシシン酸を 10ppm となるよう培養液に添加し、水温 27℃ で 13 日間培養した。殻胞子放出数は培養 8 日目から計数した。

##### 2) 成熟した糸状体へのアブシシン酸影響把握試験

熟度が未成熟のマドガイ糸状体を用い、アブシシン酸を 10ppm となるよう培養液に添加し、水温 18℃ で 8 日間培養して熟度 VI 型まで成熟させた。その後、水温 27℃ まで上昇させて 2 日間培養した。殻胞子放出数は 18℃ 培養 8 日目と 27℃ 培養 1～2 日目まで計数した。

#### (3) 高水温下での野外採苗試験

熟度が I 型のカキ殻糸状体を用い、アブシシン酸を 10ppm となるよう培養液に添加し、水温 18℃ で 7 日間培養した。9 月 25 日の午前 8 時に沖出しし、採苗を開始した。殻胞子着生数は、採苗開始日から 5 日間計数した。

#### (4) 幼芽期におけるノリ葉状体の形態評価

野外採苗試験により放出した殻胞子の生長と形態を評価した。採取した網糸を 0.5% クエン酸海水 (pH2.0) に 5 分間浸漬したのち、滅菌海水で洗浄し、共通条件下で 9 日間通気培養した。

### 4. LED 波長別試験

熟度が未成熟のマドガイ糸状体を用い、光条件を、LED 照明 (3in1LED 照明ユニット, 株式会社日本医化器械製作所製) で波長は赤を 660nm, 緑を 520nm, 青を 445nm で、光量子を  $40\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}^{-1}$  に設定した。また、対照区として 3 波長型の蛍光灯 (FHF32EX-N-H, パナソニック株式会社製) も光量子を  $40\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}^{-1}$  に設定し、4 試験区それぞれ水温 18℃ で 18 日間培養した。殻胞子放出数は培養 8 日目から計数した。

## 結果及び考察

### 1. 水温調整試験

#### (1) 水温 27℃ による殻胞子放出抑制試験

殻胞子放出数の経日変化を図 1 に示す。対照区の殻胞子の放出数は、3 日目に  $24,575\text{個}/\text{cm}^2$  と最大を示したが、試験区は、抑制開始の翌日から減少して、3 日目には放出数が 0 となり、放出が停止した。抑制 7 日目に 18℃ に戻して抑制を解除したが、解除後直ちに殻胞子を放出することではなく、再び殻胞子の放出が確認されたのは抑制解除から 4 日後の 11 日目であった。13 日目に  $13,239\text{個}/\text{cm}^2$  を示し、15 日目まで約  $11,1971\text{個}/\text{cm}^2$  を維持したが、16 日目には減少した。

試験区は、抑制を解除しても速やかに殻胞子の放出が回復することではなく、解除後から数日を隔てて放出数は最大を示すので、採苗予定日に合わせて放出数を厳格にコントロールすることは難しいと考えられる。この抑制条件において良好な採苗を実行するためには、抑制期間と抑制解除後に殻胞子を放出するまでの期間との関係を綿密に把握する必要がある。

#### (2) 水温 4℃ による殻胞子放出抑制試験

殻胞子放出数の経日変化を図 2 に示す。対照区の殻胞子の放出数は、1 日目に  $48,965\text{個}/\text{cm}^2$  と最大を示したが、4℃ 明所区の放出数は、1 日目に  $8,645\text{個}/\text{cm}^2$  となり減少した。しかし、2 日目以降、増加傾向を示し、3 日目に  $18,896\text{個}$  と最大を示したが、その後は減少した。一方、4℃ 暗所区は、2 日目まで減少して  $6,329\text{個}/\text{cm}^2$  と最低を示したが、3 日目以降、増加傾向を示し、4 日目に  $27,771\text{個}$  と最大を示したが、その後は減少した。

また、7 日目以降の抑制解除後、4℃ 明所区は、放出数は増加することなく、減少を示したのに対し、4℃ 暗所区は、抑制解除の翌日に  $13,905\text{個}/\text{cm}^2$  と増加傾向を示した後に減少した。

水温 4℃ 抑制は、殻胞子の放出は、一旦抑制されるものの、完全に抑制されることなく、成熟が進行し、殻胞子が放出されるものと考えられる。しかし、暗黒処理を行ったものは、解除の直後、速やかに放出数の増加が見られたことから、4℃ で暗所静置による方法は、殻胞子放出のコントロールの面で有効と考えられる。

暗黒処理は、常温下でも成熟の進行を抑制させる有効な手段とされているが、本試験においては、低温の暗黒処理下でも成熟が進み、多数の殻胞子が放出されていた。暗黒処理は、光が少しでも当たると暗黒処理の効果がなくなるとされている。本試験では、計数時、一時的に明るい環境下に置かれており、暗黒処理が解けて殻胞子の放出が進んだ可能性があるため、完全暗黒下に置かれた状態での検証が必要である。

### (3) 野外採苗試験

殻胞子付着数の経日変化を図3に示す。殻胞子の網糸1cmあたりの付着数は、4日目に対照区で6.7個、試験区で3.1個と、試験区の付着数が対照区を下回ったが、本試験において、かき殻糸状体の熟度調整が適正でなかったと推測され、さらなる検証が必要である。

### 2. 塩分調整試験

殻胞子放出数の経日変化を図4に示す。殻胞子は、全ての区で8日目から放出が確認され、14日目まで継続した。放出数は、塩分28で10日目、対照区で11日目に最高を示し、最高放出数の平均値は、塩分28で20,062cells/cm<sup>2</sup>、対照区で233,981cells/cm<sup>2</sup>であった。塩分25以下では、増加傾向はみられず、放出数は496～3,416個の間で低めに推移した。計測終了時にマドガイ殻片に残った殻胞子を観察すると、塩分22・19では、生理障害が認められなかったことから、低塩分による抑制の効果が期待できる。

### 3. 植物ホルモン添加試験

#### (1) 濃度別殻胞子放出試験

殻胞子放出数の経日変化を図5に示す。殻胞子は、10ppm区と100ppm区で6日目、対照区で8日目から放出が確認され、すべて14日目まで継続した。放出数は、10ppm区と100ppm区で8日目、対照区で11日目に最高となり、最高放出数の平均値は、10ppm区で49,282cells/cm<sup>2</sup>、100ppm区で44,531cells/cm<sup>2</sup>、対照区で23,398cells/cm<sup>2</sup>であった。アブシシン酸の添加は、殻胞子放出までの期間の短縮、放出数の増加に効果が顕著であり、濃度10ppmで十分であることが分かった。

#### (2) 高水温下での殻胞子放出試験

##### 1) アブシシン酸による未成熟糸状体への影響試験

試験区、対照区ともに培養期間通じて殻胞子の放出は確認されなかった。このことから、アブシシン酸の添加のみでは、糸状体の成熟は進まないことが分かった。

##### 2) アブシシン酸による成熟糸状体へ影響試験

水温18℃での熟度VI型時の殻胞子放出数と、その後、水温27℃に上昇させた場合の殻胞子放出数を図6に示

す。18℃下での殻胞子放出数の平均値は、試験区で8,427cells/cm<sup>2</sup>、対照区で4,264cells/cm<sup>2</sup>であった。27℃1日目には、試験区で4,276cells/cm<sup>2</sup>、対照区で1,390cells/cm<sup>2</sup>と、試験区、対照区ともに、18℃8日目と比較して放出数は半減した。しかし試験区においては、18℃8日目の対照区と同水準の殻胞子放出数であった。なお、2日目には、試験区、対照区ともにほぼ放出は確認されなかった。

### (3) 高水温下での野外採苗試験

殻胞子付着数の経日変化および試験実施期間中の七つはぜ観測塔昼満潮時の水温推移を図7に示す。試験期間中、水温は24.4～25.5℃の間で推移した。殻胞子付着数は、試験区で2日目に36.1個、対照区で3日目に21.6個であり、最終的な付着数は、試験区が51.6個、対照区が34.0個と、対照区を大きく上回った。

### (4) 幼芽期におけるノリ葉体の形態評価

幼芽期におけるノリ葉体の蛍光顕微鏡による観察結果を図8に示す。

葉体の形態に異常は見られなかった。

### 4. LED波長別試験

殻胞子放出数の経日変化を図9に示す。殻胞子は、全ての試験区で8日目には既に放出が確認され、18日目まで継続した。放出数は、蛍光灯区で10日目、LED青区で11日目、LED赤区及びLED緑区で13日目で最高となり、最高放出数の平均値は、蛍光灯で30,678cells/cm<sup>2</sup>、LED青区で25,108cells/cm<sup>2</sup>、LED赤区で8,608cells/cm<sup>2</sup>、LED緑区で6,400cells/cm<sup>2</sup>であった。LED緑区が殻胞子放出までの期間が長く、放出数が少ないことが分かった。

## 文 献

- 1) 湊上哲・小谷正幸・井手浩美・安河内雄介。「福岡のり」採苗安定化技術開発。福岡県水産海洋技術センター事業報告 2018 ; 13 : 283-284.

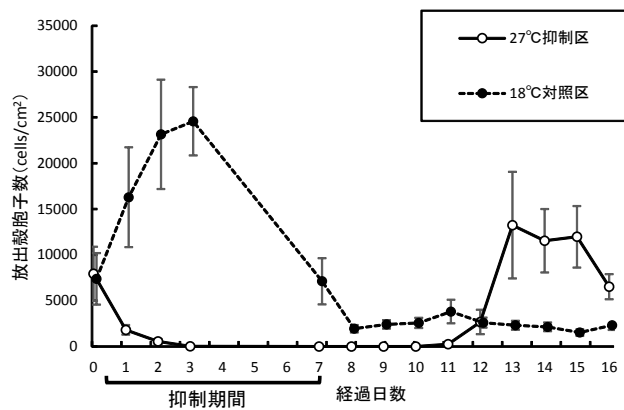


図 1 水温27℃での放出殻胞子数の推移

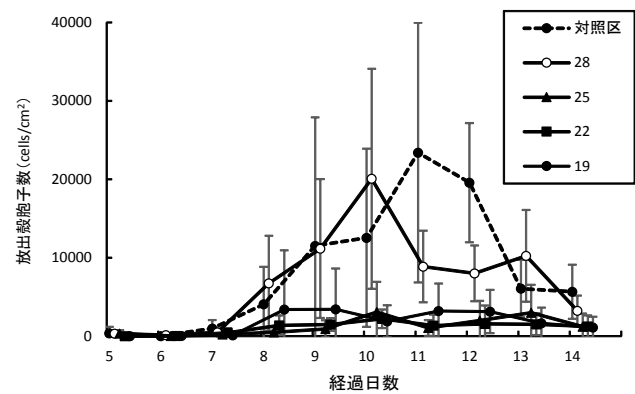


図 4 塩分別放出殻胞子数の推移

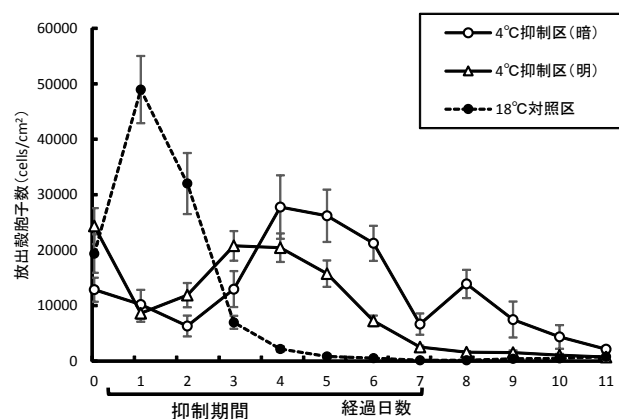


図 2 水温4℃での放出殻胞子数の推移

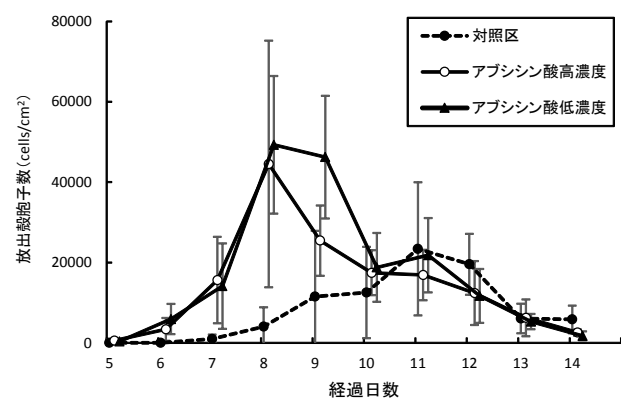


図 5 アブシジン酸濃度別放出殻胞子数の推移

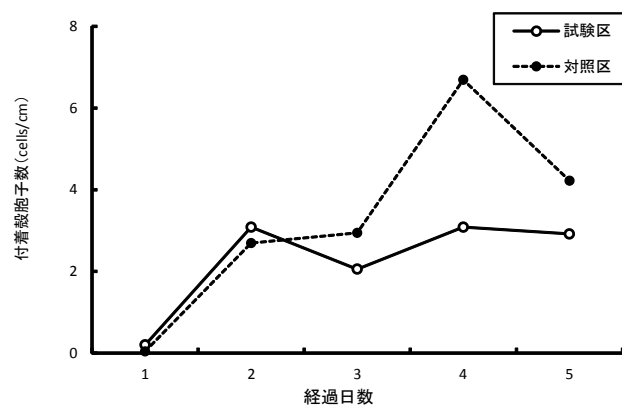


図 3 野外採苗による殻胞子付着数の推移

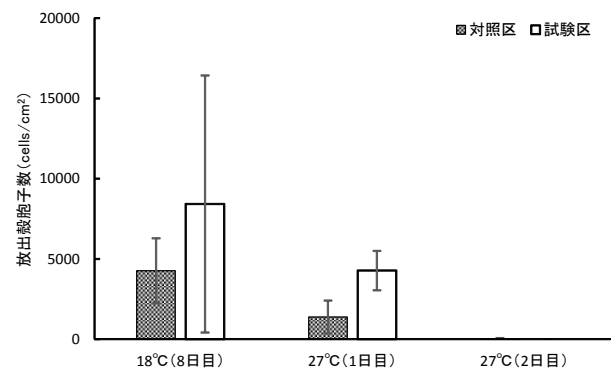


図 6 高水温下での放出殻胞子数

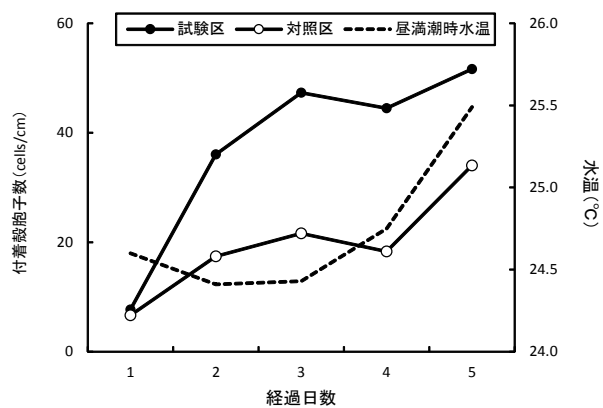


図 7 野外採苗による殻孢子付着数および  
七つはぜ観測塔昼満潮時の水温推移

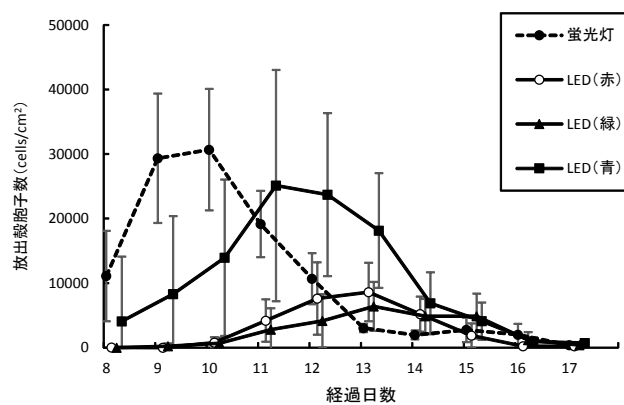


図 9 光波長別の殻孢子放出数の推移

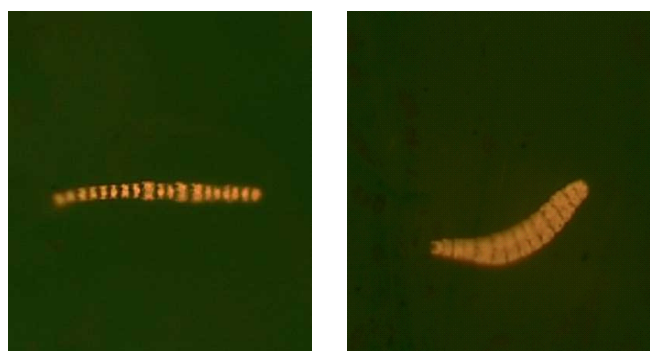


図 8 幼芽期におけるノリ葉体の蛍光顕微鏡写真  
(左図：対照区，右図：試験区)

# ノリ品種特性評価試験

井手 浩美・安河内 雄介・徳田 眞孝

一般財団法人ノリ増殖振興会からの委託により、当会が保有するアマノリ類の特性評価を行った。

## 方 法

20株のフリーリビング糸状体をミキサーで細断したのちカキ殻に蒔きつけ、約3か月培養して殻胞子嚢を形成させたカキ殻糸状体を試験に供した。培養条件は基本的に統一した培養条件<sup>1)</sup>に従った。培養温度は18℃とした。光源には3波長昼白色蛍光灯を用い、光強度は $60\mu\text{mol}\cdot\text{S}^{-1}\cdot\text{m}^{-2}$ に調整した。光周期は11L・13Dとした。培養海水は、1/2 SWM-III 改変培地(表1)を用い、塩分は30とした。

まず、室内採苗によって、殻胞子を5cm程度に切ったクレモナ単糸に密度が約10個/cmになるように付着させ、300ml丸底フラスコに移して通気培養を開始した。換水は約7日おきに1回全量換水した。培養試験は、試験毎のばらつきを考慮するため、各品種に計3区(容器)で行った。福岡県有明海区における育苗期間に基づき、本事業では培養期間を原則23日間とした。

### 1. 殻胞子の発芽可否試験

殻胞子の放出と、幼芽期の分裂状況(4分裂、縦分裂)を確認した。

### 2. 形態測定

培養期間終了後に、葉長が長い順に3区(容器)の各上位5枚の葉長、葉幅を測定した。また、葉長、葉幅から推定日間伸長率、推定面積、推定日間生長率を算出した。なお、推定日間伸長率は初期値を $12\mu\text{m}$ とし、培養終了時の平均葉長から求めた。推定面積は、昭和55年度種苗特性分類調査報告書の室内栽培試験実施要領の「幼芽・幼葉の生長性」に記載された平均面積の算出法(葉長×葉幅×0.65)を用い、培養終了時の平均葉長×平均葉幅より求めた。推定日間生長率は、初期値を直径 $12\mu\text{m}$ の円形面積とし、培養終了時の推定面積から求めた。

## 結果及び考察

### 1. 殻胞子の発芽可否試験

全ての株で、冷却開始後約1週間で順調に殻胞子が放出した。培養3日目以降、N-33を除く全ての株で4分裂の殻胞子が確認された。しかし、N-8, 17, 24, 29, 35, 36, 39, 40, 43, 46, 57では死滅した殻胞子が多くみられた。これら11品種については、糸状体保存の長期継代培養により、遺伝的な悪影響が生じている可能性も考えられる。培養7日目以降、N-33を除く全ての品種で縦分裂の殻胞子が確認された。また、N-8, 11, 13, 20では培養期間中、多数の原胞子の放出がみられた。

### 2. 形態測定

培養後の葉長、葉幅、葉長葉幅比、培養期間、推定日間伸長率を表2、推定日間伸長率のグラフを図1に示す。また、葉長および葉幅から求めた推定面積および推定日間生長率は付表1に参考としてとりまとめた。

培養終了時の平均葉長は、N-30が最も大きく、次いでN-17, N-29でそれぞれ、19.3mm, 14.6mm, 13.9mmであった。最小はN-40で2.2mmであった。

推定日間伸長率は、N-30で37.8%, N-17で35.9%, N-29で35.7%であった。平均葉長が最小であるN-40で23.9%であった。既報によると、在来種は37~43%のものが多くことから<sup>2)</sup>、今回用いた20株の推定日間伸長率は、N-30を除いて、全て低めであること評価された。

葉長葉幅比(葉長/葉幅)は、N-30の15.8を除いて、2~10の間であった。在来種の多くが10以上であることから、今回用いた株の多くは比較的、広葉傾向であると評価された。

今回用いた20株は、全て交雑種であり、かなり長期間にわたりフリーリビング糸状体の状態で保管されてきたものであるが、そのうち19株は、葉状体へと生長させることができた。しかし、全体的に生長が遅く、広葉傾向であることから、細葉で伸びの良いものが求められる養殖品種としては、不適であると示唆される。ただし、長期継代培養による生長阻害の可能性も考えられるため、

培養した葉状体から果胞子を採取し、新しく確保した系  
状体を用いて再現性を確認する必要がある。

アマノリ品種の特性 独立行政法人水産総合研究セン  
ター西海区水産研究所，長崎．2014；24-28．

2) 藤吉栄次，小林正裕，玉城泉也．葉長．アマノリ品  
種の特性 独立行政法人水産総合研究センター西海区  
水産研究所，長崎．2014；29-35．

## 文 献

1) 藤吉栄次，小林正裕，玉城泉也．培養条件について．

表 1 1 / 2 SWM-Ⅲ 改変培地の組成

|                                  |            |
|----------------------------------|------------|
| NaNO <sub>3</sub>                | 1ml        |
| Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> | 1ml        |
| FeCl <sub>3</sub>                | 0.7ml      |
| 金属混液P I                          | 1ml        |
| 人工海水                             | 1000ml     |
| pH                               | 7.5(±0.05) |

表 2 各株の葉状体の葉長，葉幅および葉幅比

| 株名   | 葉長±SE<br>(mm) | 葉幅±SE<br>(mm) | 葉長／葉幅±SE   | 推定日間<br>伸長率<br>(%) | 培養期間<br>(日) |
|------|---------------|---------------|------------|--------------------|-------------|
| N-11 | 4.5 ± 0.7     | 1.3 ± 0.5     | 8.3 ± 2.4  | 29.3               | 23          |
| N-17 | 14.6 ± 1.5    | 3.0 ± 0.3     | 5.0 ± 0.6  | 35.9               | 23          |
| N-18 | 4.3 ± 0.9     | 0.8 ± 0.2     | 6.9 ± 0.8  | 28.8               | 23          |
| N-20 | 12.6 ± 2.2    | 1.7 ± 0.1     | 7.6 ± 1.2  | 34.5               | 23          |
| N-24 | 11.3 ± 1.3    | 1.2 ± 0.1     | 9.5 ± 0.5  | 34.1               | 23          |
| N-25 | 12.3 ± 1.3    | 3.3 ± 0.3     | 3.8 ± 0.3  | 34.7               | 23          |
| N-29 | 13.9 ± 1.0    | 2.5 ± 0.1     | 5.7 ± 0.4  | 35.7               | 23          |
| N-30 | 19.3 ± 0.7    | 1.3 ± 0.1     | 15.8 ± 1.3 | 37.8               | 23          |
| N-32 | 6.0 ± 0.4     | 1.2 ± 0.1     | 5.6 ± 0.4  | 31.0               | 23          |
| N-35 | 3.1 ± 0.4     | 1.0 ± 0.1     | 3.4 ± 0.5  | 26.8               | 23          |
| N-36 | 6.1 ± 1.2     | 1.5 ± 0.2     | 4.4 ± 0.5  | 30.3               | 23          |
| N-39 | 10.4 ± 2.0    | 1.8 ± 0.1     | 5.5 ± 0.9  | 32.9               | 23          |
| N-43 | 2.3 ± 0.4     | 0.9 ± 0.2     | 3.3 ± 0.3  | 24.8               | 23          |
| N-46 | 12.1 ± 1.0    | 2.1 ± 0.1     | 5.8 ± 0.4  | 35.1               | 23          |
| N-57 | 4.5 ± 0.7     | 1.2 ± 0.2     | 3.7 ± 0.2  | 28.4               | 23          |
| N-8  | 5.3 ± 0.6     | 0.7 ± 0.1     | 7.3 ± 0.5  | 28.7               | 24          |
| N-13 | 7.8 ± 1.1     | 2.4 ± 0.7     | 7.6 ± 2.2  | 30.5               | 24          |
| N-15 | 11.9 ± 0.6    | 3.0 ± 0.2     | 4.2 ± 0.3  | 33.2               | 24          |
| N-40 | 2.2 ± 0.3     | 0.9 ± 0.1     | 2.5 ± 0.3  | 23.9               | 24          |
| N-42 | 8.0 ± 0.8     | 0.8 ± 0.1     | 9.2 ± 0.5  | 30.6               | 24          |

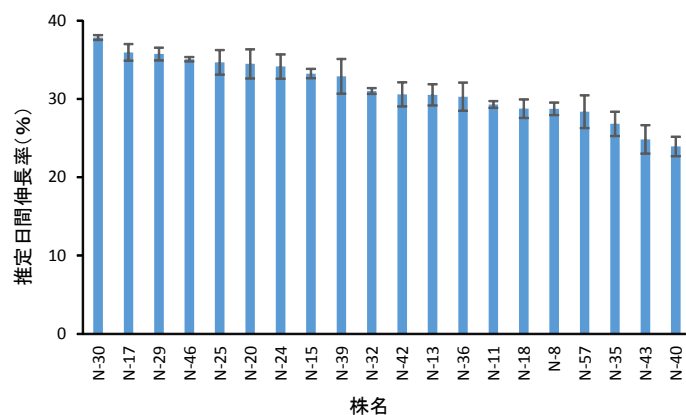


図 1 各株の推定日間生長率

付表 1 培養終了時の推定面積，推定日間生長率

| 株名   | 推定面積<br>(mm <sup>2</sup> ) | 推定日間<br>生長率<br>(%) |
|------|----------------------------|--------------------|
| N-11 | 8.9 ± 7.2                  | 59.3               |
| N-17 | 40.6 ± 9.2                 | 71.9               |
| N-18 | 3.4 ± 1.7                  | 54.7               |
| N-20 | 32.8 ± 6.8                 | 65.3               |
| N-24 | 2.8 ± 0.4                  | 62.1               |
| N-25 | 35.6 ± 4.3                 | 70.1               |
| N-29 | 15.7 ± 2.5                 | 69.7               |
| N-30 | 13.8 ± 0.3                 | 67.7               |
| N-32 | 4.6 ± 0.5                  | 58.6               |
| N-35 | 2.3 ± 0.3                  | 52.1               |
| N-36 | 14.6 ± 2.4                 | 60.3               |
| N-39 | 5.8 ± 0.4                  | 63.9               |
| N-43 | 0.2 ± 0.0                  | 42.4               |
| N-46 | 16.6 ± 5.0                 | 67.8               |
| N-57 | 0.5 ± 0.0                  | 54.5               |
| N-8  | 4.8 ± 0.7                  | 51.7               |
| N-13 | 3.0 ± 0.5                  | 58.7               |
| N-15 | 15.4 ± 1.4                 | 66.3               |
| N-40 | 2.5 ± 0.3                  | 47.3               |
| N-42 | 1.2 ± 0.1                  | 54.4               |

# IoT を活用した高品質な乾ノリ生産支援システム開発

安河内 雄介・藤井 直幹・徳田 眞孝

乾ノリの品質は、使用するノリ原藻の質と加工中の全自動ノリ製造機内の温度や湿度に左右される。生産者(漁業者)は乾ノリの最上級品(本等級)を生産するために、加工時の気象条件(気温や湿度)に応じ、全自動ノリ製造機の乾燥温度や速度を調整している。加工条件は、生産者個人の勘に頼る部分も多いことから品質が一定しない。

IoT を活用して、乾ノリ加工条件に関するデータを収集したので、その結果をここに報告する。

## 方 法

### データの収集

株式会社大坪鉄工が開発した温度湿度センサーを、図1の①～⑨に示した場所に設置した。

平成29年11月20日～平成30年3月20日の間、温度湿度センサーの測定間隔を1分に設定し、インターネットを経由してクラウド上にデータを保存した。

また、ノリ原藻の品質及び乾ノリの品質を評価するために、ノリ原藻及び乾ノリの色調(L\*値)はハンディ型色彩計(NR-12A, 日本電色工業株式会社製)を、乾ノリ的光沢は光沢計(IG-320, 株式会社堀場製作所製)を用いて測定した。

## 結 果

温度湿度を測定した期間のうち、同じ漁場の秋芽網の1回摘み、3回摘み及び5回摘みにおける乾ノリ加工時の温度湿度データをそれぞれ図2、図3、図4に示す。

乾燥機内の温度は、1回摘みが31℃～33℃の間、3回摘みが33℃～35℃、5回摘みが34℃～38℃で推移し、摘採回数が進む度に高い傾向であった。

また、乾燥機内の湿度は、安定してからは、1回摘みが14～16g/m<sup>3</sup>の間、3回摘みが16～17g/m<sup>3</sup>の間、5回摘みが15～18g/m<sup>3</sup>の間で推移し、温度に伴い、摘採回数が進む度に高い傾向であった。

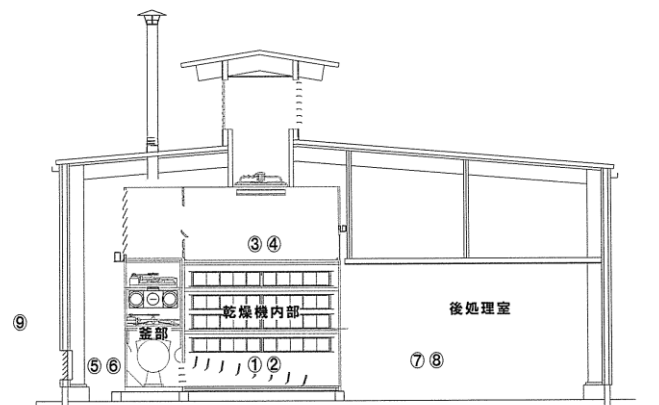


図1 全自動ノリ製造機の断面図

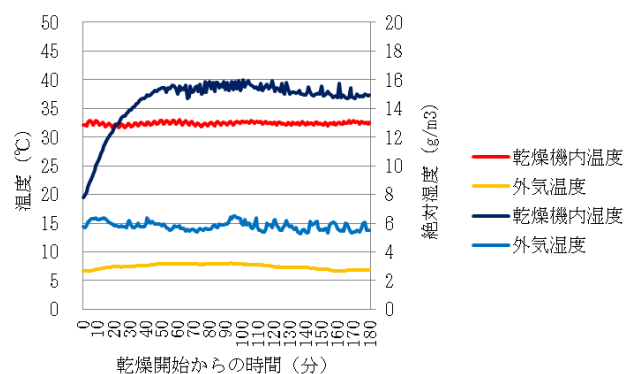


図2 秋芽網1回摘みの温度湿度の推移

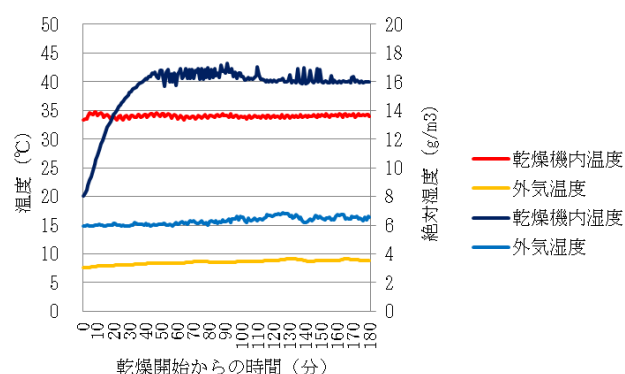


図3 秋芽網3回摘みの温度湿度の推移

ノリ原藻の色調, 乾ノリの色調及び乾ノリの光沢を 11 月 20 日～12 月 18 日（秋芽網 1 回摘み～5 回摘み）, 1 月 4 日～2 月 8 日（冷凍網 1 回摘み～5 回摘み）までの推移をそれぞれ図 5, 図 6 に示す。

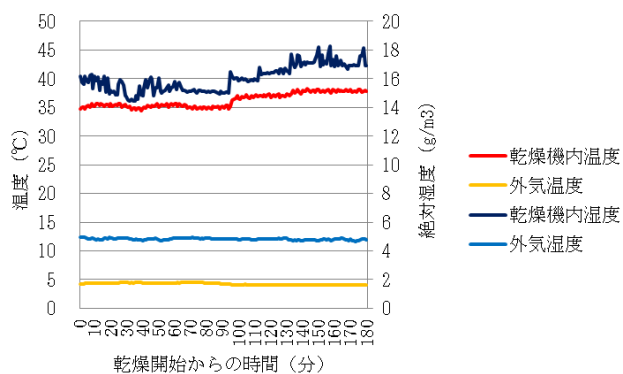


図 4 秋芽網 5 回摘みの温度湿度の推移

ノリ原藻及び乾ノリの色調は期間中, 摘採が進んでも色調の急激な変化はなかったが, 光沢は摘採が進むにつれ, 増加傾向にあった。

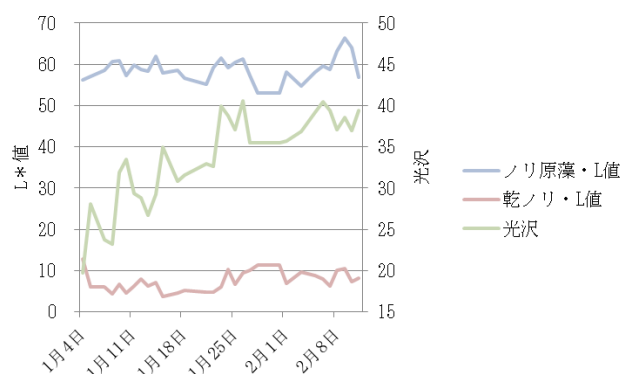


図 6 冷凍網のノリ原藻及び乾ノリの品質の推移

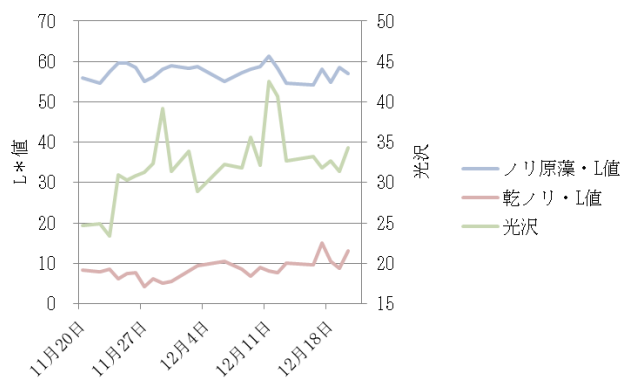


図 5 秋芽網のノリ原藻及び乾ノリの品質の推移