

食品科学研究部



# 水産物安全確保対策事業Ⅰ（県単・交付金 平成21(2009)年度～）

## （エライザ法による麻痺性貝毒定期モニタリング調査）

### 緒言

本県では、平成19年度（2007年度）からエライザ（ELISA；enzyme-linked immunosorbent assay）法による麻痺性貝毒モニタリング調査を実施している。本法は、公定法であるマウスアッセイに比べ感度が高く、特に低い毒力を把握できることから、公定法を実施する前のスクリーニングとしての有効性が立証されている<sup>1)2)</sup>。

本事業では、本県で生産される二枚貝の麻痺性貝毒による食中毒を未然に防止するため、エライザ法および公定法によるモニタリング調査を実施した。

### 方法

- 1 担当者 金棒千明、櫻田清成、齋藤剛
- 2 材料および方法

(1) 調査項目：麻痺性貝毒力（出荷自主規制値：可食部1g当たり4MU<sup>※</sup>）

※1MU（1マウスユニット）：公定法において20gのddy系雄マウスが15分で死亡する毒力

(2) 調査方法

図1に示す調査方法により実施した。ただし、資源管理等により二枚貝を採捕しない場合は欠測とした。

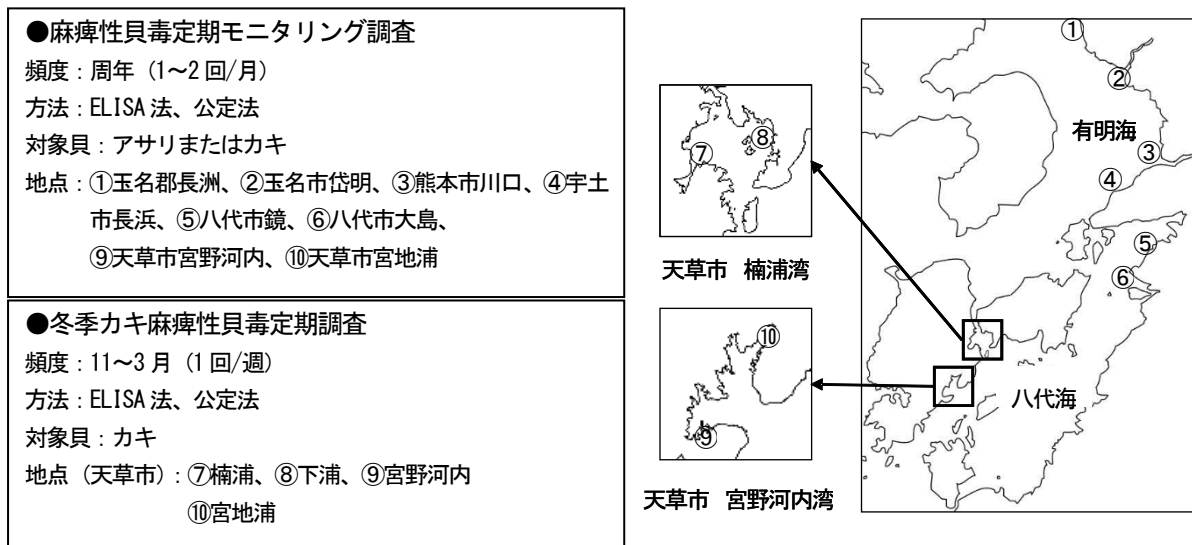


図1 麻痺性貝毒定期調査概要および調査地点

(3) 分析方法

令和2年（2020年）4月～10月は大阪府立公衆衛生研究所が開発したPSP-ELISAを使用して分析を行い<sup>3)</sup>、標準液には公定法により4MU/gを示したカキ検体（平成20年（2008年）毒化検体）を使用した。令和2年（2020年）11月～令和3年（2021年）3月は新日本検定協会が開発したSkitを使用して分析を行い、標準液には公定法により毒力が既知であるカキ検体（令和2年（2020年）毒化検体）を4MU/gに希釈調整したものをを使用した。分析用試料の調製は、食品衛生検査指針（理化学編2005）<sup>4)</sup>に準じて実施し、公定法によるマウス毒性試験は、公益財団法人北九州生活科学センターに委託した。

### 結果および考察

- 1 麻痺性貝毒定期モニタリング調査結果（表1）

有明海および八代海においては、エライザ法のスクリーニング値である 2MUe/g を超過するものはなく、公定法においても規制値 4MU/g を超過するものはなかった。

## 2 冬季カキ麻痺性貝毒定期調査（表1）

本調査の調査地点である天草市楠浦、下浦、宮野河内、宮地浦地先におけるカキの毒力の推移を図2から図5に示す。

令和3年(2021年)1月から3月に天草市楠浦地先で採取されたカキ6検体がエライザ法のスクリーニング値を超過したが、このうち公定法による試験で規制値を超えるものはなかった。

令和3年(2021年)1月から3月にかけて、天草市下浦地先で採取されたカキ5検体が、エライザ法のスクリーニング値を超過し、このうち1検体で公定法による試験で規制値を超過したため、令和3年(2021年)1月28日から天草漁業協同組合による出荷自主規制が実施された（表1の⑧）。

また、令和3年(2021年)1月から3月にかけて、天草市宮野河内地先で採取されたカキ2検体と天草市宮地浦地先で採取されたカキ2検体がエライザ法のスクリーニング値を超過したが、このうち公定法による試験で規制値を超えたものはなかった。

なお、宮地浦地先については平成19年(2007年)3月6日から、宮野河内地先については平成27年(2015年)1月16日から、同漁業協同組合による出荷自主規制が継続実施されている。

表1 麻痺性貝毒分析結果（エライザ法および公定法）

海域	調査地点	対象貝	検体数	陽性検体数		備考
				エライザ法	公定法	
有明海	①玉名郡長洲	アサリ	0	0	0	
	②玉名郡岱明	アサリ	0	0	0	
	③熊本市川口	アサリ	21	0	0	
	④宇土市長浜	アサリ	0	0	0	
八代海	⑤八代市鏡	アサリ	6	0	0	
	⑥八代市大島	アサリ	3	0	0	
	⑦天草市楠浦	カキ	21	6	0	
	⑧天草市下浦	カキ	21	5	1	出荷自主規制（R3.1.28～継続中）
	⑨天草市宮野河内	アサリ	-	-	-	アサリ資源減少のため、調査見合わせ
		カキ	20	2	0	出荷自主規制（H27.1.16～継続中）
⑩天草市宮地浦	カキ	31	5	0	出荷自主規制（H19.3.6～継続中）	
合計			123	18	1	

※エライザ法の分析値は、毒成分組成の違いから公定法と約2倍の分析誤差があることから、エライザ法によるスクリーニング値を2MU/gとし、この数値を超過した場合、公定法による分析を実施している。

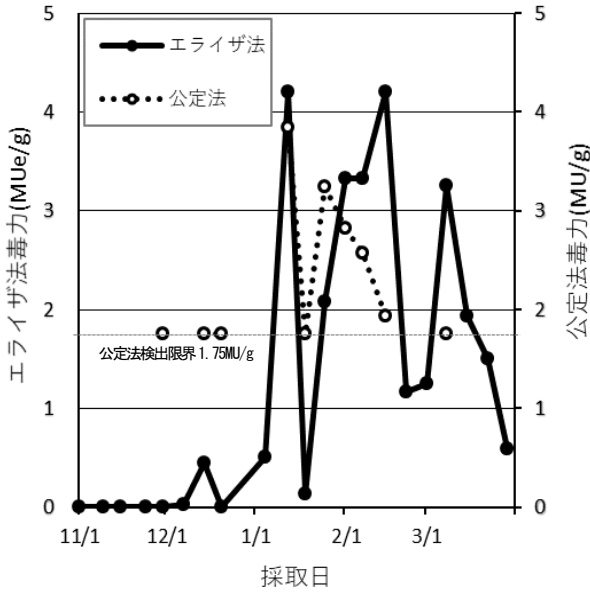


図2 天草市楠浦におけるカキの毒力の推移

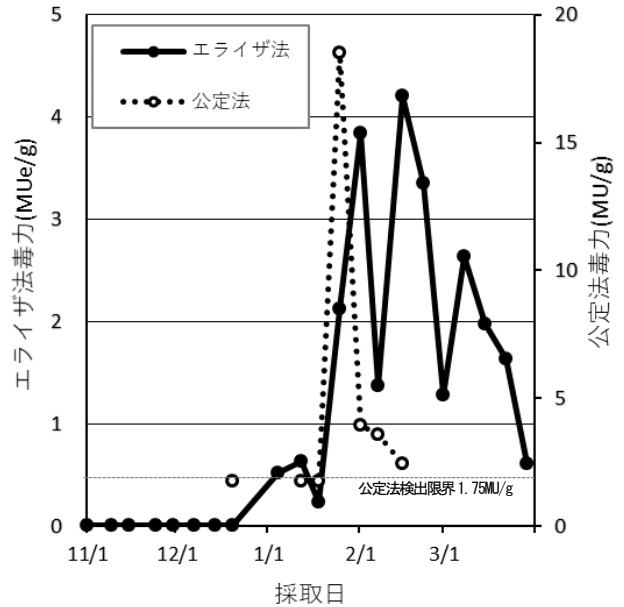


図3 天草市下浦におけるカキの毒力の推移

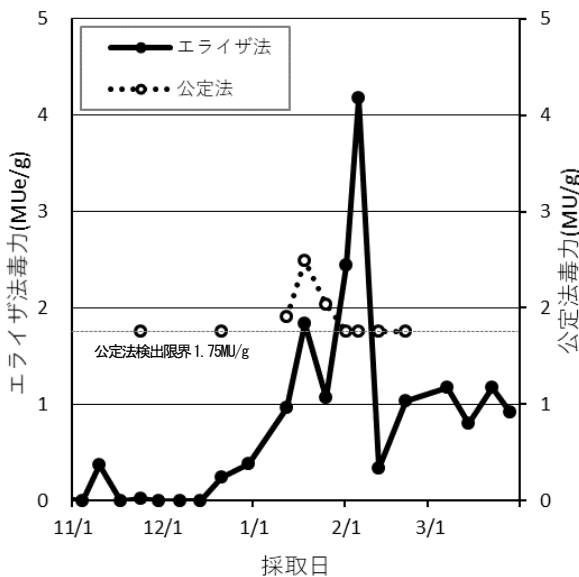


図4 天草市宮野河内におけるカキの毒力の推移

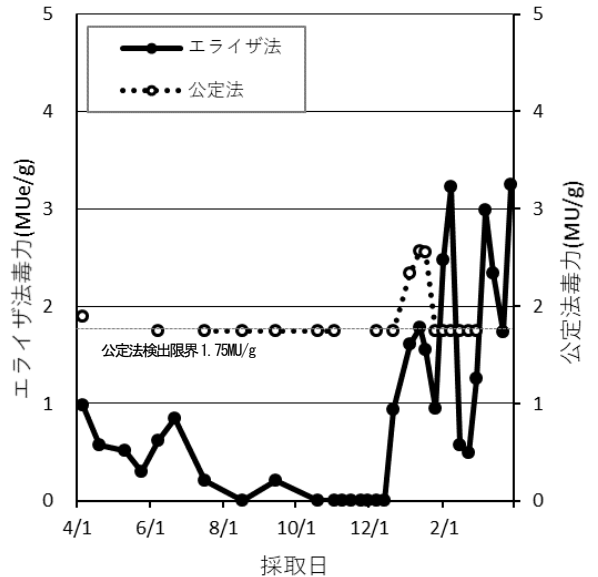


図5 天草市宮地浦におけるカキの毒力の推移

今年度は、定期モニタリング調査および冬季カキ麻痺性貝毒調査で合計 123 検体の検査を行い、このうち 18 検体がエライザ法によるスクリーニング値を超過し、うち 1 検体が公定法による規制値を超過した。また、これまでと同様に、エライザ法で 2MUe/g 以下の値であった検体で公定法において 4MU/g を超えた検体は無く、本県二枚貝による食中毒の発生を未然に防ぐことができ、現行の調査体制の有効性が確認された。

しかし、令和 3 年(2021 年)1 月 25 日に天草市下浦地先で採取された検体において、エライザ法で 2.1MUe/g であった検体が、公定法では 18.5MU/g となり、分析値に 8.7 倍の差が確認された。これまで、エライザ法と公定法の分析値にこれほど大きな差が生じたことはなかったことから、この原因を明らかにするため、同地先において令和 3 年(2021 年)1 月 28 日に貝毒原因プランクトン調査を行ったところ、*Alexandrium* sp. が確認された。さらに、水産研究・教育機構水産技術研究所に HPLC による検体中の毒組成分析を依頼し、平成 27 年(2015 年)以降の毒化検体と比較したところ、これまでとは異なる毒組成が確認された。平成 27 年(2015

年)以降の本県二枚貝の麻痺性貝毒の原因プランクトンは、*Gymnodinium catenatum*が主体であったが、今年度は*Alexandrium* sp. が発生したことにより毒組成が変化したと考えられる。篠崎ら<sup>5)</sup>は、標準液と検体の毒組成に大きな差が見られる場合、偽陰性を与える可能性があることを報告しており、今回も使用していた標準毒と検体の毒組成に比較的大きな差があったことから、エライザ法と公定法の検査結果に大きな差が生じたと考えられた。

今後も、海域環境の変化や、新たな貝毒プランクトンの発生等があった場合には、毒成分が大きく変化しスクリーニング値に影響を与える可能性があることから、本調査を継続し、必要に応じてHPLC分析による毒組成の解析も合わせて実施することが必要である。

## 謝 辞

本試験を実施するにあたり、HPLCによる毒組成の分析をしていただきました、水産研究・教育機構 水産技術研究所に厚く御礼申し上げます。また、新日本検定協会から分析方法について御指導御助言をいただきました。厚く御礼申し上げます。

## 文 献

- 1) 篠崎ら：麻痺性貝毒簡易測定キットを用いたスクリーニング検査の検討 I ELISAの実証試験と公定法との相関性 平成23年度日本水産学会春季大会講演要旨集 2011; 104.
- 2) 渡邊ら：麻痺性貝毒簡易測定キットを用いたスクリーニング検査の検討 II HPLC分析による毒組成解析と有効性検証 平成23年度日本水産学会春季大会講演要旨集 2011; 104.
- 3) Kawatu *et al.*: Development and Application of an Enzyme Immunoassay Based on a Monoclonal Antibody against Gonyautoxin Components of Paralytic Shellfish Poisoning Toxins. *Journal of Food Protection*. 2002; 65-8: 1304-1308.
- 4) 社団法人日本食品衛生協会 3. 麻痺性貝毒(公定法). 食品衛生検査指針(理化学編), 2005; 673-680.
- 5) 篠崎ら：麻痺性貝毒簡易検出キット(PSP-ELISA)を用いた貝毒モニタリングシステムの有効性 食品衛生学雑誌 2013; 54-6: 397-401

# 水産物安全確保対策事業Ⅱ（県単・交付金 平成21（2009）年度～）

## （荷捌き所等衛生指導）

### 緒言

平成30年（2018年）の食品衛生法改正により、全ての食品関係事業者は、原則としてHACCPによる衛生管理が義務付けられた。県内の水産関係事業者は、HACCP制度化への対応に取り組んでいるが、制度の変更内容の周知が十分に進んでいるとはいえない。

そこで、県内の水産関係事業者が適切な衛生管理を実施し、県産水産物の信頼性を向上させることを目的とし、水産加工場等に対して衛生指導を行うこととした。

今年度は、海藻類加工業者を対象とした食品衛生法の改正内容と一般衛生管理に関する講習を行うとともに、海藻類の加工場において現地指導を行った。

### 方法と結果

1 担当者 櫻田清成、金棒千明、齋藤 剛

2 方法

（1）一般衛生管理および食品衛生法の改正に関する講習会

ア 実施日 令和3年（2021年）3月18日（木）

イ 実施場所 八代漁業協同組合金剛地区集会所

ウ 対象者 八代漁業協同組合所属のアオノリ加工業者5名、八代漁業協同組合職員1名、八代市1名、県南広域本部水産課3名

（2）現地指導

ア 実施日 令和3年（2021年）3月26日（金）

イ 実施場所 八代漁業協同組合組合員のアオノリ加工場（1カ所）

3 結果及び考察

講習会では、受講者に対し、一般衛生管理やHACCPの概要、食品衛生法の改正内容について、スライドにより説明し、HACCP等への対応と一般衛生管理の重要性について周知した（図1）。

また、八代漁業協同組合に所属する組合員のアオノリ加工施設（図2）について、施設の清掃や使用器具等の消毒、作業員の手洗いなどの一般衛生管理が適切に実施されているか確認し、衛生管理の必要性や重要性について改めて指導した。

今回、講習会に参加したアオノリ加工業者は、平成29年（2017年）に開催された熊本県県南広域本部主催のHACCP研修会を受講していたが、平成30年（2018年）に公布された食品衛生法等の改正内容には、HACCPや営業許可制度の見直し等の7項目が定められており、HACCPの他にも水産加工業者が対応しなければならない内容も含まれている。

すでにHACCP研修を受講した水産加工業者においても、HACCPや法改正により生じる対応の周知、衛生管理に関する意識の醸成を継続的に図ることが重要と考えられた。



図1 一般衛生管理および食品衛生法の改正に関する講習会



図2 アオノリ加工施設



# 水産物付加価値向上事業Ⅰ（県 単 平成26(2014)～ 令和2(2020)年度）

（オープンラボ等による加工指導）

## 緒 言

本県水産物の付加価値を向上させるため、開放型実験施設（オープンラボ）を活用して、県内漁業関係者や水産加工業者等に対する水産加工品等の開発、改良、品質評価の技術指導を行った。

## 方 法

- 1 担当者 金棒千明、櫻田清成、齋藤 剛、日下智子
- 2 事業項目 オープンラボを活用した技術指導等

## 結 果

オープンラボの利用は17件、延べ20名、延べ12品目、商品化は1件であった。月毎の主な内容を表1に示した。

表1 オープンラボを活用した技術指導（抜粋）

月	内容	利用機関	備考
4月	冷凍マガキの相談	漁業者	
5月	紫外線滅菌装置の性能調査	漁業者	
6月	蒲鉾製品の細菌検査打ち合わせ	漁業者	
	クルマエビの冷凍販売に関する相談	漁業者	
7月	板ノリ水分量測定試験	県漁連	
9月	すり身細菌検査に関する相談	漁協	
10月	冷凍すり身の細菌検査	漁協	
11月	鮮魚の脱血処理に関する相談	漁協	
	冷凍クルマエビの細菌検査	漁業者	商品化
1月	栄養成分分析及びHACCP義務化に関する相談	漁業者	
3月	ブリのスチーム調理製品の試作	漁協	



冷凍クルマエビの細菌検査



ブリのスチーム調理製品の試作

図1 オープンラボを活用し、試作や試験を行う利用者

県 単  
令和元 (2019)  
～令和5 (2023) 年度

# 水産物付加価値向上事業Ⅱ (

(マアジの脂質分析による旬調査)

## 緒 言

魚介類の旬は、脂が最も乗り、うま味を増して大量に漁獲される時期<sup>1)</sup>とされており、概ね産卵前の身の脂肪量が増加した時期<sup>2)</sup>がこれにあたる。マアジ (*Trachurus japonicus*) の旬は、一般に初夏から夏と言われているが、産卵期は海域により異なる。令和元年度 (2019 年度) は、八代海や外洋の天草海等で漁獲されたマアジについて、体測や粗脂肪の推移を調べた結果から、春～初夏に産卵し、旬は (粗脂肪率のピーク) は夏であることを明らかにした。<sup>3)</sup> 一方で、電気抵抗 (以下「インピーダンス」という) による非破壊での粗脂肪率簡易測定については、水揚げ地区により測定の可否が分かれる結果となった。

そこで、今回は、非破壊での粗脂肪率簡易測定が困難であった天草町産のマアジについて、インピーダンスの周波数や測定箇所、即殺からの経過時間を変えて測定することで、従来の方法では測定できなかったマアジに対する粗脂肪率簡易測定法を確立させることを目的とした。

## 方 法

1 担当者 櫻田清成、金棒千明、日下智子、齋藤 剛

2 材料と方法

(1) インピーダンス等の測定

各分析に用いたマアジの数量等を表 1 に示す。分析に用いたマアジは、天草市天草町地先で令和 2 年 (2019 年) 6 月から 10 月にかけて 7 回、一本釣り漁獲されたマアジ計 132 尾をサンプルとした。マアジは、現地で即殺し、水研センターに到着後 (即殺から 5～10 時間後) にインピーダンス、魚体温度、全長、尾又長、体重を測定した。その後、直ちに三枚に下ろし、雌雄判別をするとともに、生殖腺重量を測定し GSI (生殖腺重量/体重×100) を算出した。

なお、インピーダンスの測定は、魚用品質状態判別装置 (大和製衝株式会社製 Fish Analyzer™ PRO DFA110、以下「FA」という。) を用い、即殺から 5～10 時間後のマアジ 121 尾について、図 1 の ● に示す従来の測定部位 (第一背鰭と第二背鰭の下部の側線よりやや上部、以下「背中部位」という。) に電極を当て、2、5、20、50、100kHz のインピーダンスをそれぞれ 3 回測定した。

また、7 月 21 日に水揚げされたマアジ 10 尾については、測定部位や即殺からの時間経過がインピーダンスによる粗脂肪率の予測精度に与える影響を確認するため、即殺から 10 時間後には、背中部位に加え図 1 の ● の 5 箇所 (背前部位 (第一背鰭前部の下部の側線よりやや上部)、背後部位 (第二背鰭中央の下部の側線より上部)、中部位 (胸鰭中央部から後方)、腹前部位 (腹鰭と胸鰭の中央部)、腹後部位 (第二尻鰭前部の上部の側線より下部)、計 6 箇所のインピーダンスをそれぞれ 3 回測定した。加えて、即殺から 27 時間後に背中部位のインピーダンスをそれぞれ 3 回測定した。

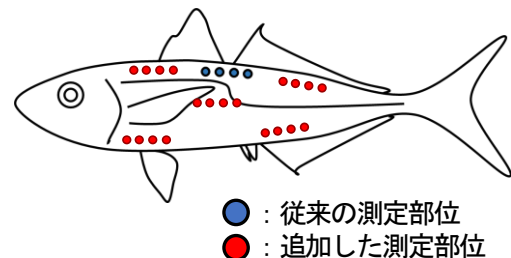


図 1 インピーダンス測定部位

表1 各分析に用いたマアジのサンプル数（尾）およびインピーダンス等測定尾数

水揚日	尾数 (尾)	インピーダンス			水分率	粗脂肪率 (%)
		即殺からの経過時間		6箇所測定		
		5～10時間後	27時間後			
5月12日	11	11	-	-	7	3
5月25日	18	18	-	-	10	3
6月11日	20	20	-	-	17	3
7月3日	22	22	-	-	22	3
7月21日	21	10	10	10	10	3
10月12日	22	22	-	-	-	-
10月22日	18	18	-	-	-	-
計	132	121	10	10	66	15

## (2) 水分および粗脂肪の測定

水分の測定は、全132尾のうち66尾で行った。水分を測定する際には、インピーダンス測定後に3枚に下し、 $-40^{\circ}\text{C}$ で2～4か月程度保管した後、解凍して半身を皮付きのまま包丁で細かく細断し、凍結乾燥法により48時間水分を除去して水分率を算出した。

粗脂肪率は、水分の測定に用いたサンプル66尾のうち、10月12日、10月22日を除く各サンプリング回からそれぞれ3尾を抽出し（計15尾）、ジエチルエーテルを溶媒とする改良ソックスレー法（MRK製改良型ソックスレー抽出装置）により粗脂肪を抽出し、重量法で算出した。

また、粗脂肪率と水分率の関係式から、水分率を算出した66尾の粗脂肪率を推定した。

なお、10月12日、10月22日に水揚げされたマアジのサンプル計40尾は、体腔内の脂肪が水分率分析用試料に混入した可能性があったため、水分率および粗脂肪率の分析対象から除外した。

## (3) 粗脂肪率推定式の算出

粗脂肪率推定式は、(2)で得られた粗脂肪率と、各周波数のインピーダンスから回帰分析を行い、インピーダンスにより粗脂肪率を推定する予測式を作成した。

## 結果および考察

### 1 体測結果

全7回のサンプリングにおける体測の結果を表2に示す。マアジ132尾の測定結果は、性比（雄：雌）69：63、全長26.5～38.5cm、尾叉長23.0～34.0cm、魚体温度 $5.6\sim 13.4^{\circ}\text{C}$ 、体重185.4～488.5g、生殖腺重量0.2～29.8g、GSI 0.1～7.7であった。

各回の雄の割合を図2に示す。雄の割合（雄/雄雌）は、全7回では0.52で、令和1年度（2019年度）に調査した天草町地先のマアジ<sup>3)</sup>と同様に、雌雄に大きな偏りはみられなかったが、各サンプリング回をみると、5月12日：0.45、5月25日：0.67、6月11日：0.55、7月3日：0.41、7月21日：0.57、10月12日：0.36、10月22日：0.67で、サンプリング回により雌雄に大きな偏りがみられた。今回の雌雄の偏りが、生息環境によるものか、サンプリングの際の意図しない選別によるものかは不明である。

GSIの推移を図3に示す。GSIの推移をみると、5月25日のサンプルでピーク（2.9）となり、以降低調に推移した。このことから、天草町産マアジの産卵盛期は、5～6月であると推察された。

表2 マアジの体測結果

	尾数 (尾)	雌雄 雄:雌	全長 (cm)	尾叉長 (cm)	魚体 温度 (°C)	体重 (g)	生殖腺 重量 (g)	GSI
全体	132	69:63	32.0	27.8	9.3	302.8	3.4	1.0
			2.0	2.2	1.6	53.2	4.5	1.2
5月12日	11	5:6	31.4	26.5	10.9	283.9	7.7	2.7
			1.2	1.1	0.9	26.3	3.4	1.3
5月25日	18	12:6	33.7	29.9	9.7	355.6	10.4	2.9
			1.0	0.9	0.7	29.9	6.7	1.7
6月11日	20	11:9	32.0	28.5	10.3	302.7	2.8	0.8
			2.5	2.2	0.9	69.0	3.2	0.7
7月3日	22	9:13	31.5	28.3	10.7	281.3	2.2	0.7
			2.6	2.4	0.7	63.1	1.8	0.5
7月21日	21	12:9	32.5	28.2	9.3	296.4	1.0	0.3
			1.4	1.6	1.3	35.4	0.6	0.2
10月12日	22	8:14	30.7	25.5	7.6	275.4	0.8	0.3
			1.2	1.2	1.3	28.5	0.4	0.1
10月22日	18	12:6	32.4	27.7	7.3	329.1	1.7	0.5
			2.1	2.2	0.6	47.5	1.1	0.3

※ 全長から右欄の枠内上段: 平均値、下段: 標準偏差

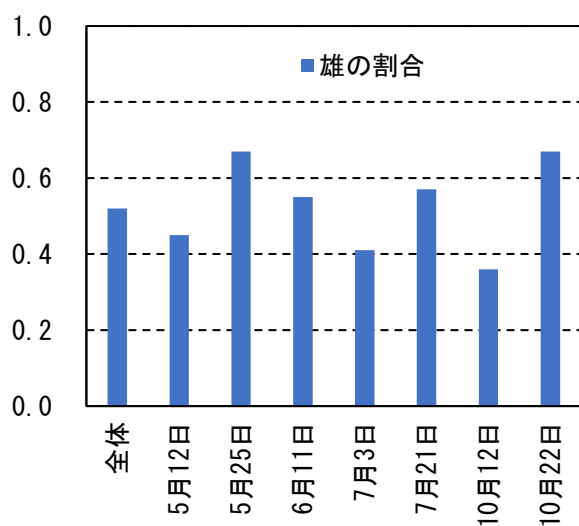


図2 各サンプリング回の雄の割合

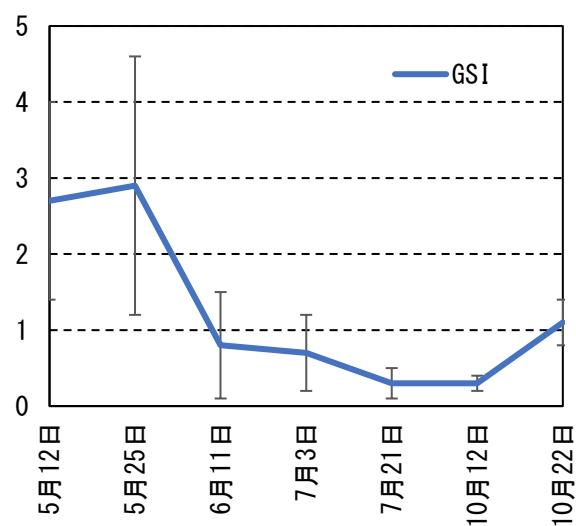


図3 各サンプリング回のGSI

## 2 インピーダンスの測定結果

全7回のサンプリングにおける、即殺から5~10時間後の背中部位インピーダンスの測定結果を表3に示す。マアジ121尾の背中部位における2~100kHzのインピーダンスは、76.0~363.3Ωであった。

7月21日のサンプル(マアジ10尾)における、即殺から27時間後の背中部位インピーダンスの測定結果

を表4に、即殺から10時間後の図1の6箇所インピーダンスの測定結果を表5に示す。即殺から27時間後の2～100kHzのインピーダンスは、62.3～264.6Ωであった。また、即殺から10時間後に6部位で測定した2～100kHzのインピーダンスは、背前部位：91.3～361.3Ω、背中部位：80.7～305.7Ω、背後部位：87.3～307.3Ω、中部位：92.0～342.7Ω、腹前部位：101.3～383.7Ω、腹後部位：78.3～314.3Ωであった。

表3 即殺から5～10時間後の背中部位を測定したインピーダンス（マアジ121尾）

	2 kWz	5 kWz	20 kWz	50 kWz	100 kWz
平均 (Ω)	251.9	212.9	151.5	115.6	95.0
標準偏差	38.8	28.9	17.5	12.9	11.2

表4 即殺から27時間後の背中部位を測定したインピーダンス（7月21日のマアジ10尾）

	2 kWz	5 kWz	20 kWz	50 kWz	100 kWz
平均 (Ω)	232.9	192.7	131.0	95.5	74.3
標準偏差	26.2	18.3	10.5	8.4	7.9

表5 6箇所のインピーダンス（7月21日のマアジ10尾）

測定部位	2 kWz	5 kWz	20 kWz	50 kWz	100 kWz
背前部位 (Ω)	296.9	244.7	173.3	127.5	103.1
	44.9	28.7	16.4	12.4	11.0
背中部位 (Ω)	254.8	215.2	154.2	118.9	98.2
	30.9	23.9	15.9	13.4	12.7
背後部位 (Ω)	261.8	223.8	160.3	124.3	102.8
	30.1	23.1	15.9	14.8	15.1
中部位 (Ω)	279.4	245.8	182.7	137.9	109.0
	33.8	26.0	15.5	12.6	12.6
腹前部位 (Ω)	290.1	239.3	174.2	137.2	122.0
	48.0	40.8	30.9	19.7	25.4
腹後部位 (Ω)	273.3	234.5	165.8	123.7	99.1
	37.0	30.4	20.2	15.8	14.1

※上段：平均値、下段：標準偏差

### 3 水分および粗脂肪の測定

マアジの水分率、粗脂肪率の分析結果を表6に、水分率と粗脂肪率の関係を図4に示す。マアジ66尾の水分率は、67.0～79.8%（平均73.8%）であった。また、ソックスレー法によって求めたマアジ15尾の粗脂肪率は、0.3～12.1%（平均3.5%）であった。

粗脂肪率と水分率の関係をみると、極めて強い相関がみられた ( $R^2=0.97$ 、表6、図4参照)。この関係式（粗脂肪率 $=-1.2517 \times$ 水分率 $+0.9559$ ）を用い、水分率から推定したマアジ66尾の粗脂肪率は、0.0～11.0%（平均3.2%）であった。

表 6 粗脂肪と水分の分析結果 (15 尾)

	水分率 (%)	粗脂肪率 (%)	相関係数 ※2	p-value
平均	73.5	3.5	0.97	<0.01
標準偏差	2.3	3.0		

※上段：平均値、下段：標準偏差

※2 水分率と粗脂肪率 (ソックスレー) の相関係数

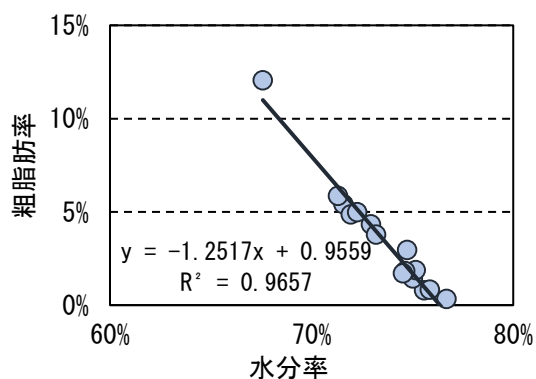


図 4 粗脂肪率と水分率の関係図

#### 4 粗脂肪率推定式の算出

##### (1) 即殺から 5～10 時間後のインピーダンスによる粗脂肪率推定

即殺から 5～10 時間後に背中部位を測定したインピーダンスと、水分率から推定した粗脂肪率との相関を表 7 に示す。即殺から 5～10 時間後のマアジ 121 尾のインピーダンスと粗脂肪率との相関は、2kHz は  $R^2=0.14$ 、5kHz は  $R^2=0.18$ 、20kHz は  $R^2=0.25$ 、50kHz は  $R^2=0.35$ 、100kHz は  $R^2=0.44$  であった。即殺から 5～10 時間後の測定では、2kHz ではやや相関がみられ、5～100kHz では相関がみられたものの、即殺から 5～10 時間後のインピーダンスから粗脂肪率を推定するための十分な相関関係は得られなかった。

表 7 即殺から 5～10 時間後に背中部位を測定したインピーダンスと粗脂肪率の相関

	2 kWz	5 kWz	20 kWz	50 kWz	100 kWz
相関係数 ( $R^2$ )	0.14	0.18	0.25	0.35	0.44

##### (2) 即殺からの時間経過によるインピーダンスへの影響

7 月 21 日のサンプル (マアジ 10 尾) における、即殺から 10 時間後と 27 時間後の背中部位インピーダンスの測定結果と水分率から推定した粗脂肪率との相関を表 8 に示す。即殺から 10 時間後のインピーダンスと粗脂肪率との相関は、2kHz は  $R^2=0.01$ 、5kHz は  $R^2=0.00$ 、20kHz は  $R^2=0.10$ 、50kHz は  $R^2=0.25$ 、100kHz は  $R^2=0.44$  であり、強い相関はみられなかったのに対し、即殺から 27 時間後のインピーダンスと粗脂肪率との相関は、2kHz は  $R^2=0.34$ 、5kHz は  $R^2=0.39$ 、20kHz は  $R^2=0.51$ 、50kHz は  $R^2=0.62$ 、100kHz は  $R^2=0.68$  で、20～100kHz で強い相関が確認された。

今回使用した FA は、測定する対象魚が致死直後の場合、身が柔らかく、正確な測定を行うことができず、このような場合は、氷蔵保存した上で、時間経過の後に測定するよう示されている。<sup>4)</sup> 今回、測定した即殺から 10 時間後は、一般の流通ルートでは、水揚げされ、市場で荷捌きされる時間帯であり、本測定機器により測定が可能な状態と考えられる。しかし、天草町産マアジは、メ方や血抜き、箱詰めの方法など、鮮度管理が徹底されたブランドマアジであることから、一般に流通しているマアジより鮮度が保持されていたため、即殺から 10 時間後であっても致死直後の身が柔らかい状態を維持しており、FA により正確な測定ができなかったと考えられた。また、即殺から 27 時間後では、天草町産マアジが、一般に流通しているマアジと同程度まで鮮度が低下したことで、FA で測定したインピーダンスと粗脂肪率の相関が強くなったと推測された。

表 8 即殺からの経過時間別の背中部位におけるインピーダンスと粗脂肪率の相関

即殺経過時間	2 kWz	5 kWz	20 kWz	50 kWz	100 kWz
10 時間後 ( $R^2$ )	0.01	0.00	0.10	0.25	0.44
27 時間後 ( $R^2$ )	0.34	0.39	0.51	0.62	0.68

### (3) 6箇所の測定部位による粗脂肪率推定

7月21日のサンプル（マアジ10尾）における、図1の6箇所インピーダンスの測定結果と水分率から推定した粗脂肪率との相関を表9に示す。6箇所（背前部位、背中部位、背後部位、中部位、腹前部位、腹後部位）のインピーダンスと粗脂肪率との相関は、背前部位は $R^2=0.00\sim0.52$ 、背中部位は $R^2=0.00\sim0.44$ 、背後部位は $R^2=0.00\sim0.66$ 、中部位は $R^2=0.00\sim0.29$ 、腹前部位は $R^2=0.00\sim0.82$ 、腹後部位は $R^2=0.00\sim0.49$ であった。FAで測定部位として設定されている背中部位では、粗脂肪率と強い相関はみられなかったが、背前部位、背後部位、腹前部位、腹後部位では、周波数100kHzにおいて背中部位を上回る相関がみられ、特に腹前部位では極めて強い相関となった。

粗脂肪率を目的変数、背中部位の5kHz、腹前部位の100kHzのインピーダンスを説明変数とする重回帰分析の結果を表10に示す。背中部位、腹前部位の2箇所のインピーダンス5kHz、100kHzを説明変数とすることで、各部位の各周波数における単回帰式よりも精度の高い予測式が得られた（ $R^2=0.87$ ）。

天草町産マアジは、令和2年度（2020年度）に行った粗脂肪分析試験では、インピーダンスによる測定が困難であると判断されたが、<sup>3)</sup> 今回の結果から、インピーダンス測定機器で設定されている測定部位とは異なる腹前部位を測定することで、粗脂肪率の推定が可能であること、また、背中部位と腹前部位の2箇所を測定することで、より精度の高い予測が可能であることが明らかとなった。

今後は、今回得られたマアジの粗脂肪を含めた基礎情報や粗脂肪率の簡易測定法などを漁業の現場へフィードバックし、情報発信力を強化することで、付加価値向上に繋げる必要があると考えられた。

表9 6箇所のインピーダンスと粗脂肪率の相関（7月21日のマアジ10尾）

測定部位	2 kWz	5 kWz	20 kWz	50 kWz	100 kWz
背前部位 ( $R^2$ )	0.00	0.00	0.12	0.29	0.52
背中部位 ( $R^2$ )	0.01	0.00	0.10	0.25	0.44
背後部位 ( $R^2$ )	0.05	0.00	0.10	0.53	0.66
中部位 ( $R^2$ )	0.16	0.00	0.10	0.05	0.29
腹前部位 ( $R^2$ )	0.35	0.00	0.10	0.70	0.82
腹後部位 ( $R^2$ )	0.11	0.00	0.10	0.32	0.49

表10 粗脂肪率と背中部位5kHz、腹前部位100kHzの重回帰分析の結果

説明変数	回帰係数 ± 標準誤差	自由度調整済み決定係数	p-value
5kHz（背中部位）	$-3.2 \times 10^4 \pm 1.4 \times 10^4$	0.87	<0.01
100kHz（腹前部位）	$1.0 \times 10^3 \pm 1.3 \times 10^4$		

## 文 献

- 1) 川越哲郎. (2019) 魚食のすすめ. 表面と真空 62(10):641-643
- 2) 鈴木たね子. (2020) 猫も知りたい魚の味. (株) 新生社 17-19
- 3) 水産物付加価値向上事業Ⅱ. (2020) 熊本県研究センター令和元年度事業報告書:257-264
- 4) 大和製衡株式会社 一般機器事業部 一般機器開発課. (2016) Fish Analyzer™ Ver. 2.00 「技術資料」:32

# 稼げる食用海藻高度化事業Ⅰ（平成30(2018)～令和2(2020)年度）

（ヒトエグサ養殖技術安定化試験）

## 緒言

ヒトエグサ (*Monostroma nitidum*) は、通称アオサと呼ばれ、磯の香り豊かな緑藻で、吸い物や味噌汁等で食されている。本県では天草下島東岸を主漁場として支柱式の養殖が営まれており、乾燥重量で年間約15トン前後が水揚げされている。近年、健康食ブームの影響などによる需要の高まりや低コストで養殖できることから新規参入する漁業者が増えた。

ヒトエグサ養殖は、本県では主に9月中旬から下旬頃に「種場」と呼ばれる場所に支柱を立て、ノリ網を張り込み、これに遊走子を付着させる天然採苗法で行われている。しかし、天然採苗では、採苗の出来が自然環境に大きく左右され、種場のない漁場では養殖ができないという欠点がある。

そのような中、水産研究センター（以下「水研センター」という。）では、平成24年度（2012年度）に安定的に採苗網を確保する人工採苗技術を開発した。これにより、種場のないところでも養殖が可能となり、漁場の拡大が図られている。また、この人工採苗技術は、網数で数百枚規模の作成も可能となっている。

そこで、本年度は、昨年度に引き続き、人工採苗の事業化を見据え、公益財団法人くまもと里海づくり協会（以下「里海協会」という。）への人工採苗技術移転のため、採苗の大規模化試験を実施した。また、近年の高水温化傾向に対応するための耐性株の作製試験も実施した。

## 方法

- 1 担当者 齋藤 剛、櫻田清成、金棒千明、日下智子
- 2 方法
  - (1) 接合子板作製

人工採苗の基本となる接合子板の作製は、令和2年（2020年）3月から令和2年（2020年）4月23日まで天草市新和町地先、五和町および天草郡苓北町で採取した天然または養殖のヒトエグサを母藻とした。母藻を培養後、4～5月にかけてピペット洗浄法（平成24年度報告）により放出された配偶子を採取して、3地区由来の母藻からそれぞれ接合子板に播種を行った。

接合子板の照度は、自然光で概ね播種1か月間は2,000Lux前後、それ以降は500～1,000Lux前後になるよう遮光幕で調整培養した。また、接合子の生長に害を及ぼす珪藻対策として定期的に淡水浴を行った。培養中の水温は、水道水を入れた500mlのビーカー内にデータロガーを入れ測定した。

また、作製した接合子板は、7月7日から7月13日の間に25～28℃に調温した恒温庫に入庫し、暗所および温度処理を行って接合子の成熟を促した。

- (2) ノリ網への人工採苗試験および人工採苗網の配付

ノリ網への人工採苗は上記接合子板を種として、里海協会の屋外80トン水槽2面内に設置した8トン水槽6基を用いて9月9日に実施した。

採苗後、ノリ網は、7日間上記の8t水槽で止水で育苗し、8日後協会の他の屋外80トンコンクリート水槽にノリ網を移して、流水で8日～21日間培養し、順次漁業者へ配付した。

- (3) 高水温耐性株作出試験

母藻は、緑みが濃く高水温耐性の可能性があるもの2種類を用いた。一つは他県産天然ヒトエグサを母藻に用いたもの（以下「他県産由来」という。）、もう一つは昨年度人工採苗したもののうち、天草郡苓北町で養殖した苓北産由来の藻体および本年度新たに採取した他県由来の配偶子を交配したもの（以下「交配種」という。）である。



接合子板の作製には、2種類とも令和2年（2020年）3月4日から4月23日にかけて母藻から放出された配偶子を用い、（1）と同様の方法で作製した。

人工採苗は、9月9日に、水研センター海藻研究施設内の2.2トン水槽2基、1トン水槽1基、100L水槽1基を用いて（2）と同様の方法で、他県産由来はノリ網23枚に、交配種はノリ網54枚に行った。

## 結果および考察

### 1 接合子板の作製

接合子板の管理水温と照度の推移を図1に示した。最低水温は、3月17日の11.3℃、最高水温は、6月28日および7月12日の28.1℃であった。6月以降、水温が25℃を超える日が現れたが、例年より2、3℃低めを推移し、30℃を超える日はなく、接合子に影響はみられなかった。照度は全体に1,000～6,000Lux程度を推移し、設定よりも高めの管理となった。今年度の接合子板にはアオノリが例年より多く繁茂したが、照度が高すぎたことが原因の一つと考えられた。

また、特に播種時期が早かった接合子板において、6月下旬から遊走子の放出がごく一部にみられた。今年度は7月以降に例年より気温が低く推移したことが一因と考えられたが、全ての接合子板で遊走子が放出されるようなことはなく、概ね順調に恒温庫へ入庫することができた。その結果、新和産、五和産および苓北産接合子板を合計27,770枚作製した。

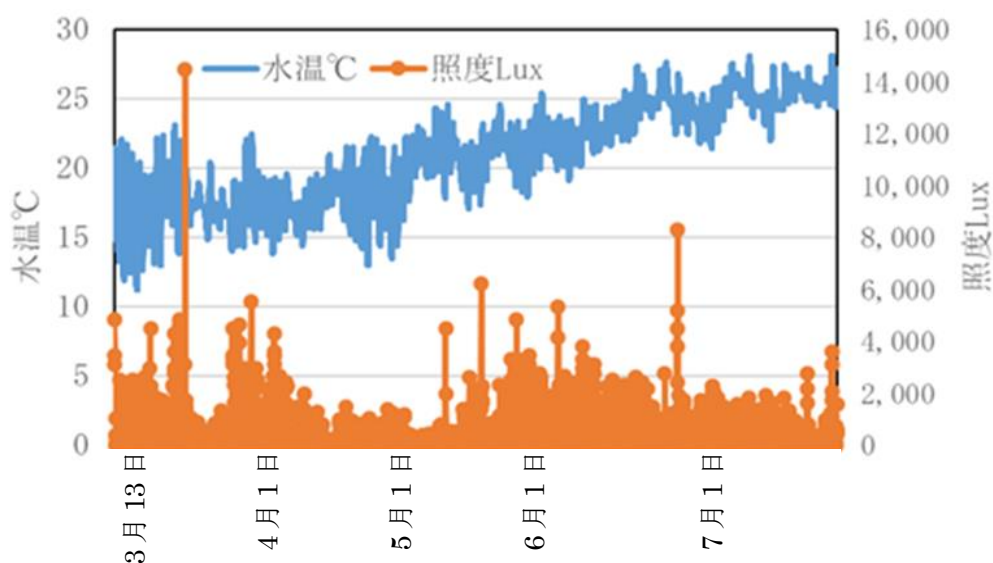


図1 接合子板管理時の水温と照度の推移（令和2年（2020年）3月13日～7月13日）

### 2 ノリ網への人工採苗試験および人工採苗の配付

人工採苗の結果を表1に示した。里海協会での人工採苗は、1の3地区由来の接合子板を用い、ノリ網579枚に実施した。網の配付時の10月初旬には種網1cmあたりの芽数が10～200個程度と大きな差が出たものの比較的良好であった。その後、全ての人工採苗網は10月1日から10月5日（採苗22日～26日後）までに、上天草市龍ヶ岳および大矢野町、天草市御所浦、五和、新和、宮野河内および牛深、天草郡苓北町、水俣市の合計9地区10名に順次配付した。

令和3年（2021年）漁期（収穫年）は、網の沖出し後、11月以降の高水温や少雨による生育の遅れやアオノリなどの雑藻の大発生、早期の色落ちの影響により、地区によっては生産量が大きく落ち込んだ。

しかしながら、生産不能となった2地区以外は、配付した人工採苗網（図2、3）から多いところで1枚に

つき7回の摘採が行われ、生ノリや冷凍で県内の小売店等へ出荷されて、人工採苗網のみでそれぞれ数十～数百万円程度の漁家収入につながった。

このように、今年度は協会に技術移転しながら、580枚レベルでの人工採苗網が作製できた。

今後は、人工採苗網生産にかかるコストの削減、省力化や効率化を図ることにより、更なる良質な人工採苗網の大量生産技術の確立を目指すことで、既存の養殖地区の生産安定化や新規養殖漁場の拡大が進み、各地区で新しい海藻養殖業としてヒトエグサ養殖が定着することが期待される。

表1 人工採苗網の種類別の配付日、配付地区、配付漁業者数および配付枚数

人工採苗網の種類	採苗場所	配付日	配付地区数	配付業者数	配付枚数
県内3地区母藻由来	里海協会	10月1日～5日	9	10	579



図2 生長した人工採苗網

(左 五和地区：令和3年(2021年)1月6日、右 大矢野地区同2月17日)



図3 生長した人工採苗網

(左 水俣地区：令和3年(2021年)2月16日、右 苓北町地区 同3月2日)

### 3 高水温耐性株作出

4月末までに作成できた接合子板は、他県産由来が1,680枚、交配種が2,950枚であった。

他県産由来は、約1か月後には1cmあたりの芽数が50個程度の網が、交配種は、採苗16日から24日後には、1cmあたりの芽数が100個程度の網が作製できた。

他県産由来の23枚の人工採苗網は水研センター前の大矢野地区の1名のほか、県内でも最も南部の漁場である天草市牛深地区の1名と水俣市地区の1名の合計3名に配付して養殖試験を実施した。また、交配種の54枚は、大矢野地区、天草市五和地区、苓北町地区、水俣市地区のそれぞれ1名ずつ計4名の漁業者に配付して養殖を実施した(表2)。

表2 高水温耐性株を用いた人工採苗網の配付日、配付地区数、配付漁業者数  
および配付枚数

人工採苗網の種類	採苗場所	配付日	配付地区数	配付業者数	配付枚数
他県産由来	水研センター	10月1日～2日	3	3	23
交配種		9月24日～10月3日	4	4	54
				計	77

今漁期は高水温と少雨による低栄養塩であったことから、県全体としてヒトエグサ養殖は、不漁の年となった。この中で、他県産由来および交配種の2種類の人工採苗網は、地区によって差があるものの、天然採苗網とほぼ同様に生育した。特に交配種では、栄養塩が比較的高く推移した苓北町地区で人工採苗網全てが収穫まで結びついた(図4)。また、天然採苗網と色合いを比較すると、やや緑色が浅い傾向があったものの、生では天然採苗網とほぼ遜色がなかった。

また、交配種の葉は、一部市場において、天然採苗網のものより柔らかく、漁期後半に摘採回数が増え天然採苗網の葉が固くなってきた3月下旬に大きな差があるとの評価で、この時期により高単価で扱われた。しかしながら、養殖した漁業者からは、葉が柔らかく時化で流れやすいとの評価も同時にあった。

今後は、さらに網数を増やし、種苗性や収量等の比較を重ねていくとともに、本県産との産地交配や選抜を行い、本県の生育環境に合った高水温耐性株を作出していく必要がある。



図4 苓北町地区で生長した交配種(令和3年(2021年)3月2日)

# 稼げる食用海藻高度化事業Ⅱ（平成30(2018)～令和2(2021)年度）

## （ヒジキ増殖技術指導）

### 緒言

ヒジキ (*Sargassum fusiforme*) は、近年の食の安全・安心志向の強まりで国産ヒジキの需要が高まり、価格が10年ほど前の約2～4倍に高騰している。

本県では乾燥重量で年間約35～70トンが水揚げされているが、このような背景からヒジキ採藻を始める漁業者が増加しており、持続的生産のための資源管理の徹底や効率的な増殖の取組みが求められている。

水産研究センターでは、平成25年度(2013年度)から、漁業者が実施できる低コストで簡便な増殖技術の確立、普及を目的として本試験を実施するとともに、天草・県南・県北広域本部水産課や関係市町と連携して、漁業者に対する増殖技術の指導を行っている。

今年度は、上天草市有明町と大矢野町において、ヒジキの収穫の際の刈り取りの長さが成熟期の生殖器床の発達に及ぼす影響を明らかにするための試験を実施した。

### 方法

- 1 担当者 金棒千明、日下智子、阿部慎一郎（天草広域本部水産課）
- 2 材料及び方法

本県では、3月から5月にヒジキの刈取りが行われている。収穫時に仮根からどれくらいの長さを残して刈り取れば、5月下旬から7月上旬までの産卵期に生殖器床が発達するのかを調査するため、有明地先および大矢野町地先（図1）において以下の試験を行った。

試験区は、天然の岩盤にほぼ均一に自生するヒジキを用いて、一切刈取りを行わない天然区と、刈取りを行う刈取区を設定した。刈取区では、仮根のみを残して切り取る区（以下「仮根区」という。）、仮根から5cmを残して刈り取る区（以下「5cm区」という。）、仮根から10cmを残して刈り取る区（以下「10cm区」という。）、仮根から15cmを残して刈り取る区（以下「15cm区」という。）の5つを設定した（図2）。

また、各試験区はヒジキが伸長しても明確に区別ができるよう、8mmのポリロープを用いて試験区を区切り、ロープにはラベルを貼付した（図3）。

有明町地先では、令和2年(2020年)3月10日に刈取りを行って試験を開始した。サンプリングは、4月9日、5月11日および6月8日の計3回、試験区ごとに藻長を10本ずつ測定し、平均藻長を算出した。また、6月の観察終了時には、試験区に残った藻体をそれぞれの区で10個体ずつ持ち帰り、生殖器床数を計数するとともに、平均生殖器床数を算出した。

大矢野町地先では、有明町と同様の方法で、令和2年(2020年)3月19日に刈取りを行って試験を開始し、サンプリングは、4月10日、5月12日および6月8日の計3回実施した。



図1 調査地点



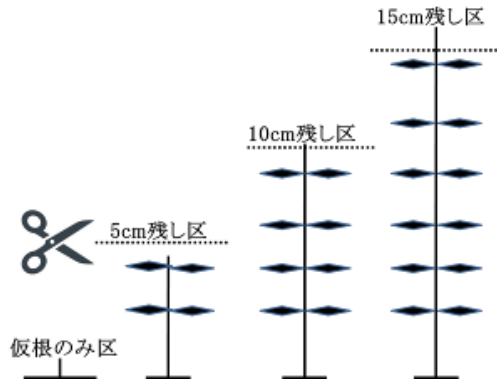


図2 刈取区



図3 試験区を区切った様子（大矢野地先）

## 結果

### 1 有明町地先

#### ア 刈り取り後の藻長の伸長

天然区および刈取区の月別平均藻長の推移を図4に示す。

刈取区では、10 cm区および15 cm区で令和2年（2020年）3月から4月にかけて少々の芽の伸長がみられたが、それ以外は藻体の伸長はみられなかった。5月以降は、5 cm区、10 cm区及び15 cm区において、藻体の先から枯死している様子が確認され、逆に藻長が減少した。また、天然区でも3月から4月にかけて平均で7 cm程度の伸長がみられたが、5月にかけて藻長が減少し、その後6月にかけて4 cm程度の伸長は見られたが、3月からの合計では5 cmの伸長しかみられなかった。

#### イ 生殖器床の発達

令和2年（2020年）6月8日における1藻体あたりの平均生殖器床数を図5に示す。

天然区では640個、仮根区、5 cm区および10 cm区では0個、15 cm区では73.6個となり、天然区と15 cm区以外では、生殖器床の発達は確認されなかった。

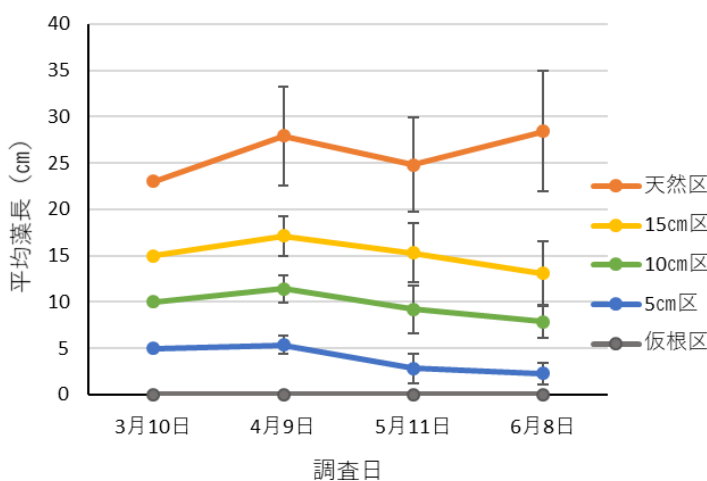


図4 有明町地先における各試験区のアヒジキ藻長の推移

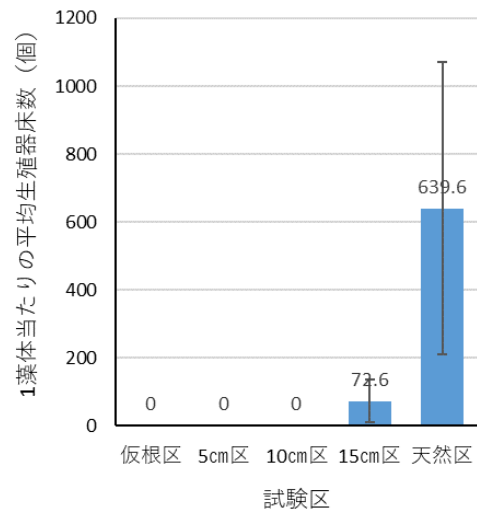


図5 各試験区のアヒジキの平均生殖器床数 (6月8日)

### 2 大矢野地先

#### ア 刈り取り後の藻長の伸長

天然区および刈取区の月別平均藻長の推移を図6に示す。

刈取区では、15 cm区で令和2年（2020年）4月から5月にかけて、平均藻長の5 cm程度のわずかな伸長がみられた。しかし、その他の試験区では、ほとんど藻長は伸長しないか、逆に平均藻長が減少した。

また、5 cm区、10 cm区においては、4月までは藻体の残存がみられたが、4月以降、藻体の先から枯死が進み、5月には仮根のみになった。15 cm区では6月に藻先の枯死が確認された。

天然区では、試験開始の3月から4月にかけて5 cmの藻長の減少がみられたが、4月から5月にかけて平均で23 cm伸長した。5月から6月には藻体の先が枯死している様子が確認され、藻長が大きく減少した。

#### イ 生殖器床の発達

令和2年（2020年）6月8日における1藻体あたりの平均生殖器床数を図7に示す。

天然区では261個、仮根区及び5 cm区、10 cm区では0個、15 cm区では210個となり、天然区と15 cm区以外では生殖器床の発達が見られなかった。

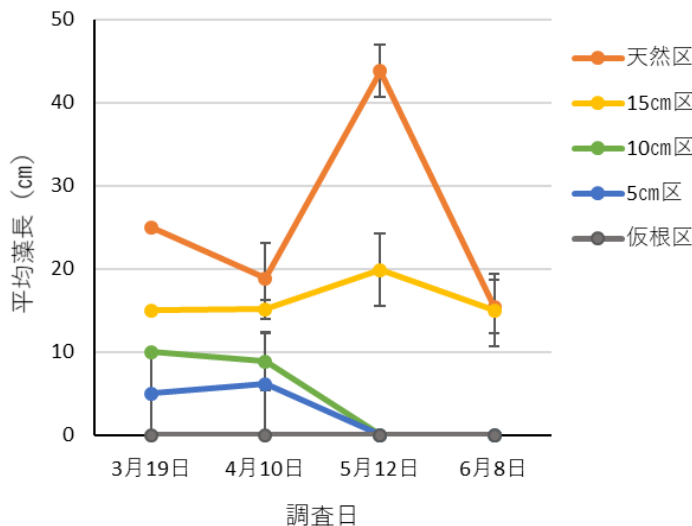


図6 大矢野町地先における各試験区のヒジキ藻長の推移

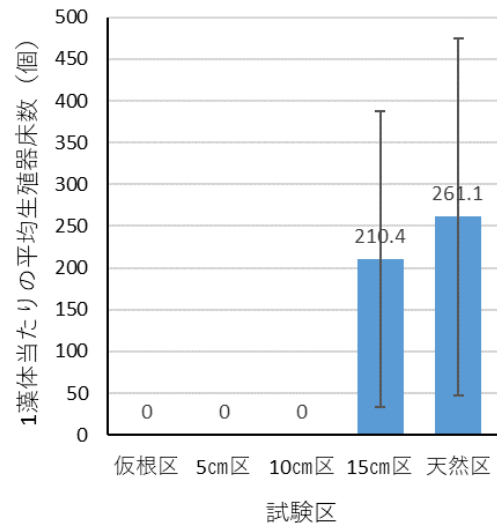


図7 各試験区の平均生殖器床数（6月8日）

## 考察

例年 65～80 cm程度まで生長する天然ヒジキの平均藻長は、今回、刈取りを行っていない有明町地先の天然区で最長 28.4 cm（令和2年（2020年）6月）、大矢野町地先で最長 43.8 cm（令和2年（2020年）5月）と非常に短く、生育不良であったと考えられた。藻体の先をカットした仮根区では、さらに藻体へのダメージが大きくなり、有明地先では5 cm区で最後まで生残が見られたものの藻体はほとんど伸長しなかった。大矢野地先では、15 cm区、天然区以外の試験区で藻体の伸長がみられず、5月には仮根のみとなった（図8）。このヒジキの生長不良は天草の他の地先でも確認されている。

一方、生殖器床の発達については、有明町地先および大矢野町地先の両地先で、天然区および15 cm区の試験区で確認できた。過去に、他の地先で実施した同様の試験<sup>1) 2)</sup>において、天然区には及ばないものの、3、4月に10 cmまたは15 cmに刈り取った区で、6月に一定数の生殖器床の発達がみられることが確認されており、今回も同様に15 cm区で発達が確認できた。しかし、有明町地先の15 cm区の6月の1藻体あたりの生殖器床の平均個数は73個で天然区の11.4%、過去の試験における15 cm区の生殖器床数の平均である197個と比較しても37%と非常に少なかったことから、有明町地先においては、少なくとも15 cmよりも長く刈り残す必要があると考えられる。

平成29年（2017年）から平成30年（2018年）に天草の他地先で行った同様の試験では、5 cm区または10 cm区の試験区において数は少ないながらも生殖器床の発達は確認されていた。今回の試験では、両地先で15 cm区、



図8 仮根のみとなった10 cm区（5月12日 大矢野地先）

天然区以外の試験区では生殖器床の発達を確認されなかった。

過去の試験で、生殖器床が発達する6月に藻長が10 cm以上であれば、生殖器床の発達を確認することができる。今回の試験では、10 cm以上に伸長した試験区が15 cm区、天然区のみであり、生育不良によって短く刈り取った試験区の生殖器床が発達に至らなかったことが示唆された。

当センターの棧橋（大矢野地先）の水温の推移（図9）をみると、月ごとの平均水温は、令和2年（2020年）は3月が過去3か年の中では最も高く推移し、逆に4月は最も低く推移していた。また、栄養塩については今回分析していないが、気象庁のデータ（松島）によると、令和2年（2020年）4月は降雨があった日が5日しかなく、降雨量も過去3年間平均の59.3%と非常に少なかったことから、栄養塩量も少なかった可能性が高い。このことから、今回の生育不良は、3月の高水温や4月の低水温および栄養塩の不足により発生したのではないかと考えられた。

今後、高水温など漁場環境の変化による天然ヒジキ資源の減少が強く懸念される。従って、持続的なヒジキの生産量を確保していくためには、より効率的な刈り取り方法を開発するとともに、各地先で確実な生殖器床の発生を確保できるような資源管理手法の開発を継続して行っていく必要がある。

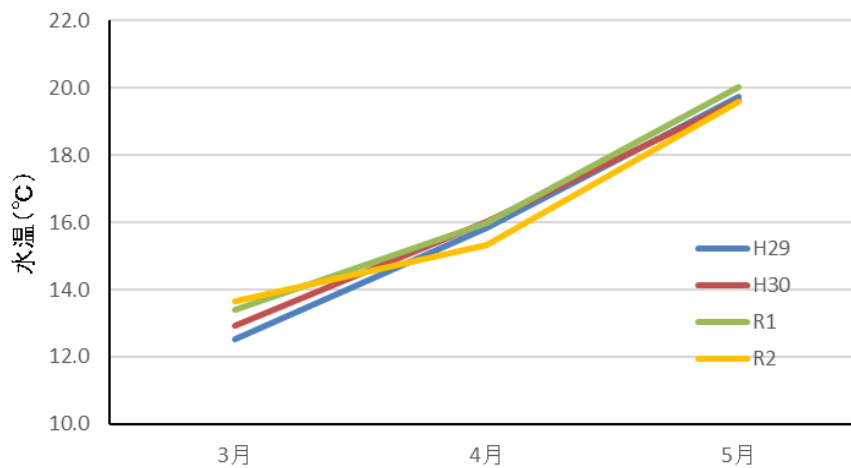


図9 平成29年以降の3～5月の水研センター棧橋の水温

# 稼げる食用藻類高度化事業Ⅲ (平成30(2018)～令和2(2020)年度)

県 単

(ワカメ養殖技術指導)

## 緒 言

ワカメ (*Undaria pinnatifida*) 養殖は、大きな設備投資の必要が無く、低コストで行えることから新規参入が容易な漁業であるが、秋季から冬季の高水温や集中豪雨、芽流れ、食害など、養殖現場では様々な問題が発生しており、安定生産のための課題は多い。

そこで、ワカメ養殖漁業者の持続的な生産・収入安定に寄与することを目的として、育苗指導やフリー配偶体を用いた採苗技術、養殖技術の指導および食害状況調査を行った。

## 方 法

- 1 担当者 櫻田清成、日下智子、増田雄二、齋藤剛
- 2 内容

### (1) 種糸作製および育苗指導

令和2年(2020年)4月から11月下旬にかけて、漁業者が作成した種糸を経時的に検鏡し、生育状況に応じた水温、調光、水替えおよび施肥などの管理方法や、種糸沖出しのタイミング等について指導した。

### (2) フリー配偶体を用いた人工採苗および養殖指導

令和2年(2020年)10月2日から11月17日にかけて、天草漁協大矢野支所の5名の漁業者を対象に、水産研究センター海藻研究施設の恒温室でフリー配偶体による人工採苗を指導した。人工採苗は、令和2年(2020年)4月に水産研究センターで作成したA県およびB県由来のフリー配偶体(約200g・湿重量)を、ミキサーで細断して種糸600mに刷毛で塗り付けを行った。育苗は、19.5℃に調温した恒温室の100L水槽(2台)に収容し、光量5,000Lux、光周期L14:D10で11月17日まで飼育した。

また、沖出し後には、養殖技術を指導するとともに、1回/週の頻度で現場海水を採水し、海水中の三態窒素(以下「DIN」という。)、リン酸態リン(以下「PO<sub>4</sub>-P」という。)を調査し、漁業者へ情報提供した。

### (3) 食害状況調査

令和2年(2020年)11月下旬から12月上旬にかけて、大矢野町瀬高地先および同町白涛地先において、種糸を巻いた幹ロープにインターバルカメラ(brinno TLC200 Pro)を設置し、1回/秒の頻度でワカメ食害の様子を撮影した。

## 結果および考察

### 1 種糸作製および育苗指導

令和2年(2020年)4月から11月にかけて、漁業者が採苗・育成した種糸について、生育状況に応じた管理(水温、調光、水替え、施肥)や沖出しのタイミングなど、計17回の指導を行った。

### 2 フリー配偶体を用いた人工採苗および養殖指導

漁業者によるフリー配偶体を用いた人工採苗は、配偶体の細断や種糸への塗付けが適切に行われ、育苗においても、水温が17.9~21.1℃で推移したことで、葉体は順調に生育した。採苗47日後には、平均葉長が2~3mm程度(図1)となったことから漁業者により沖出しが行われた。

11月中旬から3月中旬にかけての沖出し漁場の水温とDIN、PO<sub>4</sub>-Pの推移を図2~3に示す。水温は、11



月下旬から12月下旬にかけて高い値で推移した。その後、1月11日に最低水温13.0℃を記録して以降、3月中旬まで13~15℃の範囲で横ばいで推移した。

DINは、11月下旬から1月中旬までは3.0 $\mu\text{g-at/L}$ を上回る値(最高11.2 $\mu\text{g-at/L}$ 、1月14日)で推移していたが、1月下旬には2.0 $\mu\text{g-at/L}$ 近くまで大きく低下した。2月上旬には2.0 $\mu\text{g-at/L}$ を下回り、以降は減少傾向で推移した。PO<sub>4</sub>-Pは、11月下旬から2月上旬にかけて0.3~0.4 $\mu\text{g-at/L}$ で推移していたが、2月中旬に大きく低下し、3月上旬には0.2 $\mu\text{g-at/L}$ を下回った。

今漁期は、スケルトネマ等による珪藻赤潮の影響で、有明海のDINは1月下旬、PO<sub>4</sub>-Pは2月中旬から大きく低下した。ワカメの色落ちが発生する可能性のある栄養塩濃度は、DIN 2 $\mu\text{g-at/L}$ <sup>1)</sup>、PO<sub>4</sub>-P 0.2 $\mu\text{g-at/L}$ 未満とされている。DINは2月上旬、PO<sub>4</sub>-Pは3月上旬からこの濃度を下回り、3月中旬以降、一部のワカメで色調の低下がみられた。



図1 配偶体採苗から47日後の種糸

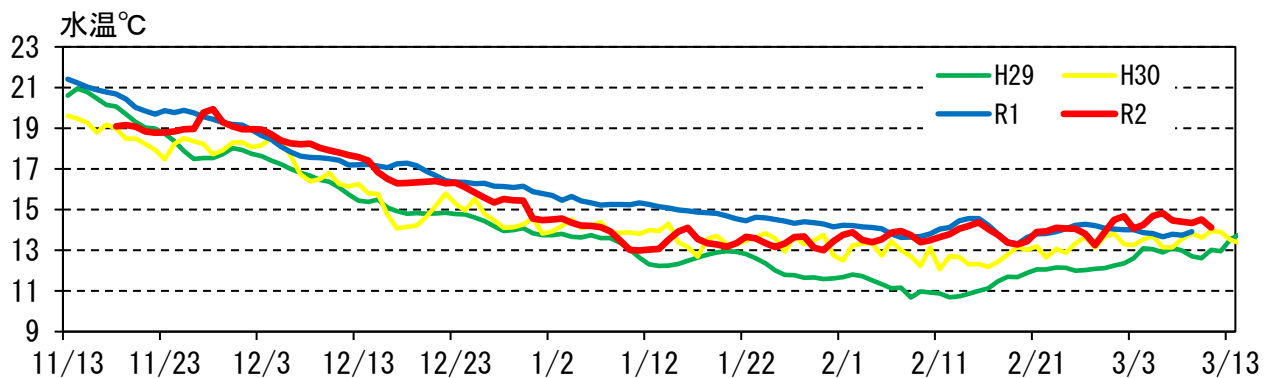


図2 11月中旬から3月中旬の沖出し漁場の水温の推移(日平均、大矢野町沖)

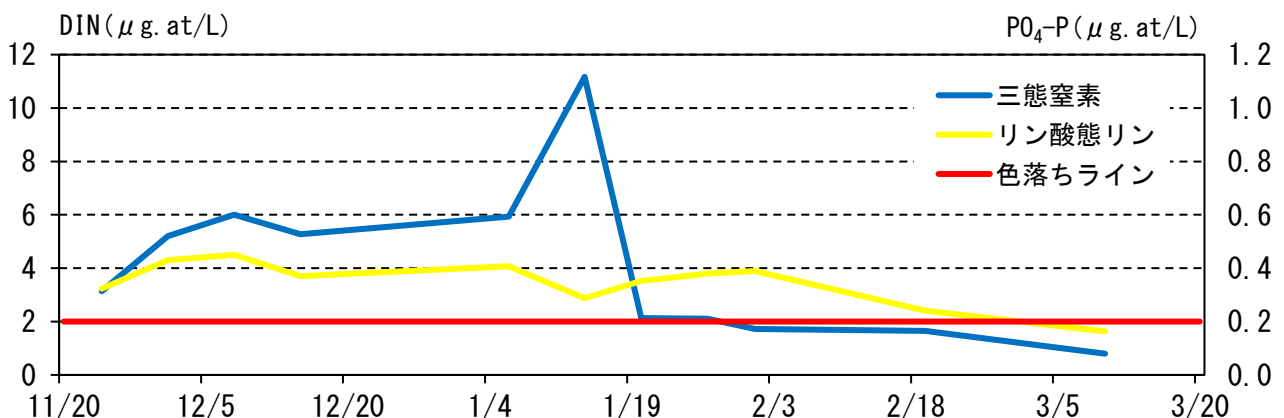


図3 11月下旬から3月中旬のDIN、PO<sub>4</sub>-Pの推移(大矢野沖)

### 3 食害状況調査

インターバルカメラで撮影した、ワカメ幼芽を摂食するクロダイ、アイゴの写真を図4~5に示す。

令和2年(2020年)11月中旬から12月上旬にかけて、大矢野町瀬高地先に設置したインターバルカメラによりワカメ種糸を撮影した結果、群れで来遊したクロダイやアイゴが、ワカメ葉体を摂餌する状況が確認された。

今漁期は、昨漁期と同様に、ワカメ葉体がまだ小さい沖出し直後に激しい食害を受け、漁期中に葉体が摘採サイズまで伸長できず、生産には至らなかった種糸もあった。

養殖ワカメの生産を安定化させるためには、葉体への影響が大きい沖出し直後に、十分な食害対策を実施する必要があると考えられた。



図4 クロダイによる食害写真(12/4)

図5 クロダイ、アイゴによる食害写真(12/5)

## 文献

- 1) 国立研究開発法人水産研究・教育機構瀬戸内海区水産研究所. (2018) ノリ, ワカメ養殖場における栄養塩供給技術実証試験事例集.
- 2) 棚田教生. (2016) 県南海域に適したワカメ養殖品種開発の試み. 徳島県水研だより第98号

# 稼げる食用海藻高度化事業Ⅳ ( 県 単 )

(スジアオノリ養殖試験)

平成30(2018)～  
令和2(2020)年度

## 緒 言

スジアオノリ (*Ulva prolifera*) は、単価が極めて高く、漁業収入の増加が望める海藻であり、魚類養殖と比べ養殖にかかるコストが低いことから、海面養殖だけではなく近年では陸上養殖も行われている。

本県では、球磨川河口域を中心にスジアオノリの海面養殖が行われている。しかし、全てが天然採苗であるため、採苗時期の気象や天候条件が生産量に大きく影響を及ぼしており、その生産が不安定となっている。

そこで、本事業では、スジアオノリ養殖が安定的かつ効率的に行えるよう、人工採苗技術および養殖技術の開発を行うことを目的とした。

## 方 法

1 担当者 櫻田清成、金棒千明、日下智子、齋藤剛

2 内容

(1) 人工採苗網の作製

母藻は、平成30年(2018年)4月に天草市河内川で採取し水産研究センターで管理しているスジアオノリと、令和2年(2020年)9月に八代市球磨川から採取したスジアオノリを用い、ノリ網を採苗基質として用いた。

母藻の成熟は令和元年度事業報告書に記載した方法により行い、一回あたり母藻20gを用いた。放出された遊走細胞は、フィルター(5 $\mu$ m+1 $\mu$ m)でろ過した海水を入れた500Lまたは1,000L水槽に移し、1mlあたりの遊走細胞の数が均一になるようにエアレーションで攪拌し、一回あたりノリ網3~30枚、計4回、ノリ網計70枚に採苗を行った(表1)。

(2) 人工採苗網による養殖試験

養殖試験は、(1)の試験で作製した人工採苗網を、河川で自生するスジアオノリ葉体が見えはじめる令和2年(2020年)11~12月と、摘採盛期にあたる令和3年(2021年)1~2月に、八代漁協、二見漁協、栖本漁協の漁業者に配付し行った。養殖の方法は、沖出し適期を知るため、養殖方法や沖出し日を変えて、球磨川河口域では浮流し式(沖出し日:11/24、11/25、12/7、1/26)、八代市二見川河口域では支柱式(沖出し日:1/26)、河内川河口域では浮流し式(沖出し日:1/19)および支柱式(沖出し日:2/5)により計7回養殖試験を行った(図1)。

なお、試験期間中は、ノリ網に設置した自記記録式の温度計により1回/hの頻度で水温を測定した。また、球磨川河口域では、概ね1回/週の頻度で人工採苗網が設置されている水深で採水し、塩分、DIN、PO<sub>4</sub>-Pを測定するとともに葉体の状況を確認した。



図1 養殖試験漁場図

## 結果および考察

1 人工採苗網の作製

人工採苗の概要を表1に示す。遊走細胞は、4回の人工採苗全てにおいて、母藻の成熟開始から2~4日後に10,000個/mlを超える密度の放出が確認されたため、500Lまたは1,000L水槽でノリ網に採苗した(表1)。

人工採苗したノリ網には、網糸 1cm あたり 200 個を超える幼芽が着生し、それぞれの採苗回で適正量の芽数<sup>1)</sup> が確認できたため、沖出し日まで育苗した後、漁業者に配付して養殖試験を開始した。

表 1 人工採苗試験概要

採苗回	成熟開始 ～採苗期間	母藻	採苗水槽 (L×個)	採苗枚数 (枚)	遊走細胞密度 (個/ml)
1 回目	R2. 10. 26～11. 5	球磨川	1,000×2	20	55,000
2 回目	R2. 11. 7～11. 13	球磨川	1,000×2	30	107,500
3 回目	R2. 12. 9～12. 16	球磨川	1,000×2	17	37,500
4 回目	R2. 12. 16～12. 21	河内川	500×1	3	112,500

## 2 人工採苗網による養殖試験

沖出しした 3 漁場の水温の推移を図 2 に示す。養殖期間中の球磨川河口域の水温は、7.3～19.1℃ (平均 11.7℃)、二見川河口域は 7.1～16.0 (平均 12.7℃)、河内川河口域は 12.2～18.5℃ (平均 15.3℃) で推移した。球磨川河口域では 12 月中旬以降、二見川河口域では 1 月下旬から 2 月上旬にかけて、スジアオノリの生長が遅いとされる 10℃前後で推移した。<sup>1)</sup> また、二見川河口域、河内川河口域では、1 月下旬から 2 月下旬にかけて、1 日に 4℃を超える大きな水温の変動がみられた。

球磨川河口域の塩分、DIN、PO<sub>4</sub>-P の推移を図 3～4 に示す。球磨川河口域の塩分は、12.7～30.3 (平均 22.9)、DIN は 3.4～16.9 μg-at/L (平均 9.3 μg-at/L)、PO<sub>4</sub>-P は 0.1～1.2 μg-at/L (平均 0.3 μg-at/L) で推移した。塩分は、スジアオノリが正常に生育できるとされる 2.2～43.8psu<sup>2)</sup> の範囲内で、DIN はスジアオノリの生育環境において十分量と考えられる 5 μg-at/L<sup>3) 4)</sup> を概ね満たしていたことから、塩分や DIN が生育に与えた影響は少ないと推測された。

養殖試験の結果を表 2 に示す。今回は、球磨川河口域で 4 回、二見川河口域で 1 回、河内川河口域で 2 回、沖出し日を変えて養殖試験を行った。その結果、球磨川河口域では、摘採サイズまで葉体が伸長したのは 2 回 (試験網 28 枚から 49kg の乾燥スジアオノリを生産) で、その潮回りは潮位の変動が小さい長潮 (11 月 24 日)、小潮 (12 月 7 日) に沖出ししていた。

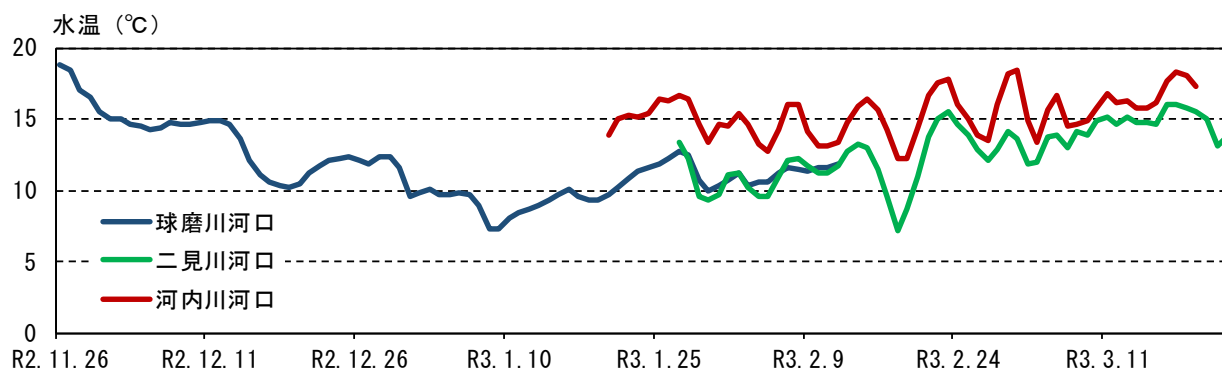


図 2 3 漁場の水温の推移

表2 養殖試験結果

場所	試験開始日	養殖方法	沖出し時の潮回り	摘採できた枚数 / 張込枚数	生産量 (kg・乾燥)
球磨川	R2. 11. 24	浮流し式	長潮	4/10	7
球磨川	R2. 11. 25	浮流し式	若潮	0/10	0
球磨川	R2. 12. 7	浮流し式	小潮	24/30	42
球磨川	R3. 1. 26	浮流し式	大潮	0/10	0
二見川	R3. 1. 26	支柱式	大潮	0/1	0
河内川	R3. 1. 19	浮流し式	小潮	0/2	0
河内川	R3. 2. 5	支柱式	小潮	0/1	0

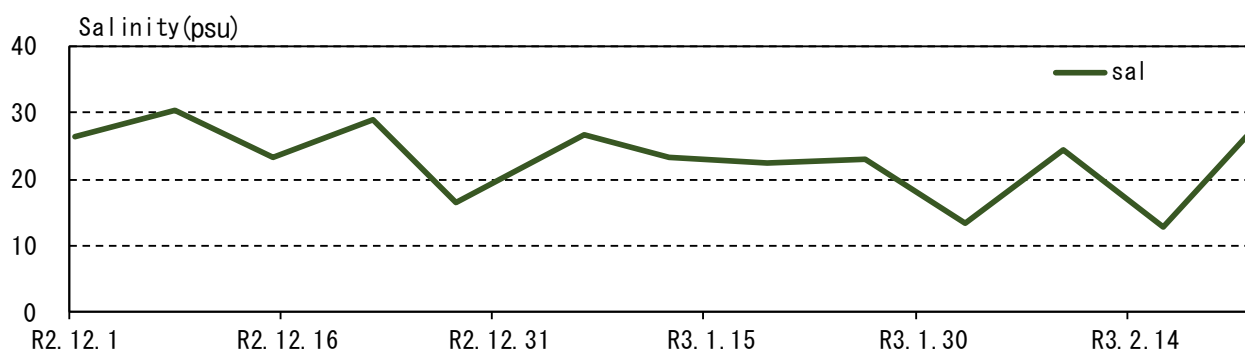


図3 球磨川河口域の塩分の推移

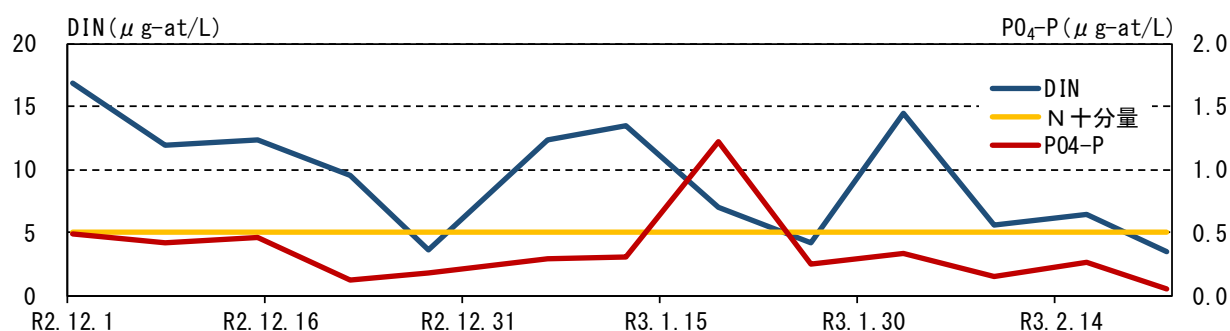


図4 球磨川河口域のDIN、PO<sub>4</sub>-Pの推移

一方で、摘採サイズまで葉体の伸長がみられなかった沖出し日11月25日、1月26日の2回は、潮位の変動が大きい大潮、若潮に沖出ししていた。県南広域本部水産課が12月に実施した球磨川河口域における小潮、大潮時の水温、塩分の12時間連続観測（未公表）によれば、養殖網を張込む水面下40~90cmの水深帯は、小潮時では河川水と海水が混合した比較的安定した水温、塩分の水域環境であるのに対し、大潮時は、満潮から干潮にかけて、河川水由来の水の流入により水温や塩分が下がり、逆に干潮から満潮にかけては、海水の影響を受けて水温や塩分が高い値となっており、潮汐により水域環境が大きく変動する状況が確認されている。

また、二見川河口域（沖出し日1月26日）および河内川河口域（沖出し日1月19日、2月5日）では、1月下旬以降、1日に4℃を超える水温変動が確認されている。

短期間に大きな環境変動が起こると、スジアオノリは外的ストレスによって成熟阻害物質の濃度が低下するとの報告がある。<sup>5)</sup> 成熟阻害物質の濃度が低下すれば、成熟が促進されて葉体は減少し、十分に生育できないこととなる。

今回の結果から、人工採苗網の葉体は、沖出し時の環境変動の影響を強く受けるため、沖出し時の環境変動の大小により、その後の葉体の伸長が左右されることが明らかになった。

人工採苗網を沖出しする際は、沖出し漁場の水温や塩分などの環境変動を事前に把握し、潮回りでいえば小潮や長潮といった環境変動が小さいと考えられる条件下で沖出しすることが重要と推察された。

## 文 献

- 1) 團明紀. (2015)アオノリ類の生理, 生態から見た養殖技術の検証 (総説). Bull. Tokushima. Pref. Fish. Res. Ins. 10:15-24
- 2) 牧野賢治 團昭紀 廣澤晃. (2003)異なる塩分濃度条件におけるスジアオノリの初期成長 (短報). Bull. Tokushima. Pref. Fish. Res. Ins. 2:45-46
- 3) O' Brien, M. C. Wheeler, P. A.. (1987) Short term uptake of nutrients by *Enteromorpha prolifera* (Chlorophyceae). J. Phycol. 23:547-556
- 4) 和吾郎 木下泉 平岡雅規 東健作. (2018) 四万十川河口域の栄養塩変動がスジアオノリの藻体長と色素含有量に及ぼす影響. 藻類 Jpn. J. Phycol. 66:7-16
- 5) 平岡雅規 團明紀 萩平将 大野正夫. (1999) 異なる温度条件下におけるスジアオノリのクローン藻体の成長と成熟. 日本水産学会誌 65(2):302-303

県 単  
(平成30(2018) ~令和2(2020)年度)

# 稼げる食用海藻高度化事業V

(トサカノリ養殖試験)

## 緒 言

天然のトサカノリ (*Meristotheca papulosa*) は、本県天草地区で裸潜漁業により漁獲されているが、その資源量は自然環境や漁獲圧等により影響を受けやすい。そのため、漁業者自らによる徹底した資源管理や増養殖の取組が必要である。

そこで本事業では、トサカノリの安定的な生産を図るため、養殖籠を用いた養殖試験を行った。

## 方 法

- 1 担当者 金棒千明、齋藤剛、日下智子
- 2 内容

令和2年(2020年)12月11日から令和3年(2021年)3月18日までの92日間、天草市深海地先(図1)において養殖試験を実施した。

飼育は、平成25年(2013年)から公益財団法人くまもと里海づくり協会牛深事業所の陸上水槽で継代管理しているトサカノリ母藻を真珠養殖用丸籠(φ45cm、25cm高)に収納し、籠を50mののべ縄に1m間隔で垂下して行った。

試験は、藻体の1籠あたりの最適収容密度と最適水深を把握するため、試験開始時の収容密度を3区(300g/籠、450g/籠、600g/籠)、垂下水深を3区(0.5m、1.5m、3m)とし、それぞれ3籠ずつ計27籠設定した(表1)。サンプリングは、1月から3月の間に、1回/月の頻度で計3回、藻体の重量を測定し、1籠あたりの日間増重率(= (計測時重量-分籠時初期重量) / 養殖日数 / 分籠時初期重量 × 100%) および平均重量を算出した。測定後は、増加した藻体を再度300g/籠、450g/籠、600g/籠に分けて分養し、同様の水深に垂下した。

また、飼育期間中は、自記式水温・照度計を水深0.5m、1.5m、3mに設置し3時間毎に水温および照度を測定した。



図1 天草市深海地先

表1 養殖試験の試験区

試験区	水深(m)	籠数
300g 収容区	0.5	3
	1.5	3
	3	3
450g 収容区	0.5	3
	1.5	3
	3	3
600g 収容区	0.5	3
	1.5	3
	3	3
	計	27

## 結果および考察

養殖試験期間中の垂下水深別の水温の推移を図2に、垂下水深別の照度の推移を図3に示す。

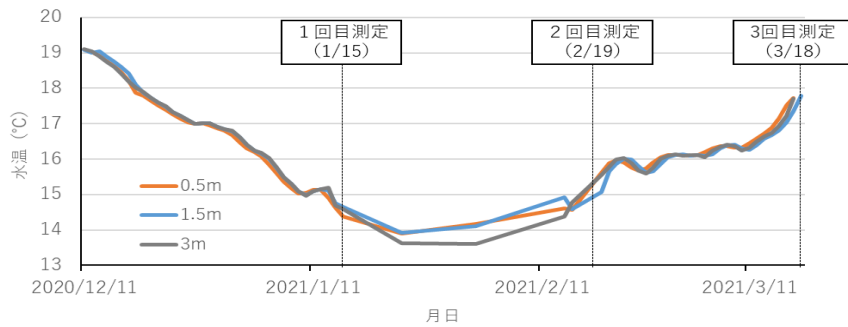


図2 養殖試験期間中の垂下水深別の水温の推移

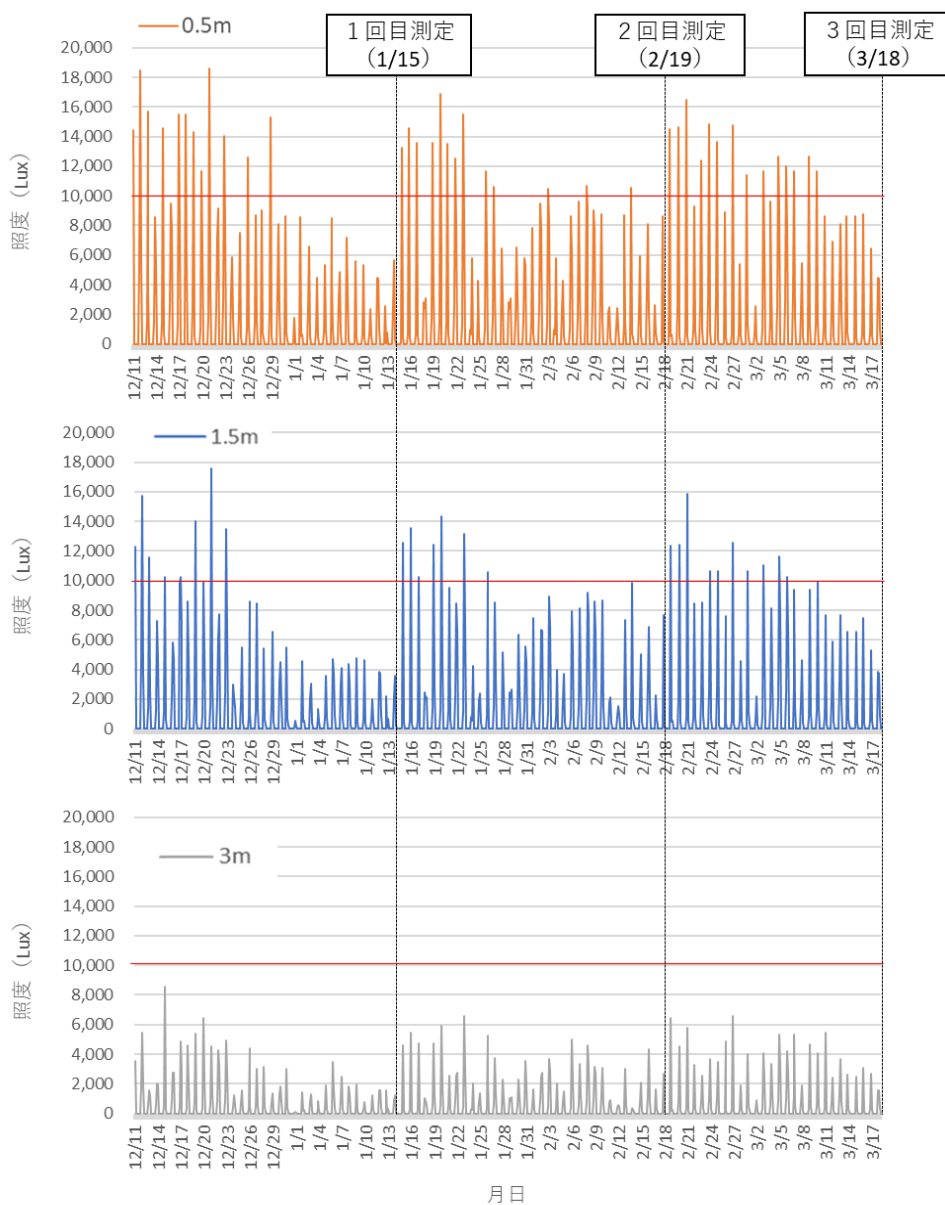


図3 養殖試験期間中の垂下水深別の照度の推移



飼育期間中の水深0.5mの水温は13.9~19.0℃、照度は0~18,604Lux、水深1.5mの水温は13.9~19.4℃、照度は0~17,586Lux、水深3mの水温は13.6~19.0℃、照度は0~8,546Luxで推移した。また、最高水温は12月12日の水深0.5mの19.0℃、最低水温は1月23日の水深3mの13.6℃、最高照度は12月21日の水深0.5mの18,604Luxであった。

測定時の各試験区の1籠あたりの日間増重率の推移を図4に、また、各試験区別の平均藻体重量の推移を図5に示す。

養殖開始から35日後の1月15日に行った1回目の測定では、日間増重率は300g収容区の水深0.5mで9.7%と最大となり、600g収容区の水深3mで4.5%と最小となった。また、1籠あたりの平均重量は、600g収容区の水深0.5mで1,800gと最大となり、300g収容区の水深3mで1,100gと最小となった。この期間中、水深0.5mの水温は14.4~19.0℃、最高照度は18,604Lux、水深1.5mの水温は14.7~19.0℃、最高照度は17,586Lux、水深3mの水温は14.7~19.0℃、最高照度は8,546Luxであった。

養殖開始から70日後の2月19日に行った2回目の測定では、日間増重率は300g収容区の水深0.5mで10.3%と最大となり、600g収容区の水深3mで3.7%と最小となった。また、1籠あたりの平均重量は、600g収容区の水深1.5mで1,517gと最大となり、300g収容区の水深3mで883gと最小となった。この期間中の水深0.5mの水温は13.9~15.3℃、最高照度は16,854Lux、水深1.5mの水温は13.9~14.9℃、最高照度は14,326Lux、水深3mの水温は13.6~15.3℃、最高照度は6,548Luxであった。

養殖開始から97日後の3月18日に行った3回目の測定では、日間増重率は300g収容区の水深0.5mの試験区で5.8%と最大となり、600g収容区の水深0.5mで3.9%と最小となった。また、1籠あたりの平均重量は、600g収容区の水深3mで1,503gと最大となり、300g収容区の水深3mで693gと最小となった。この期間中、水深0.5mの水温は15.4~18.0℃、最高照度は16,473Lux、水深1.5mの水温は14.9~17.8℃、最高照度は15,865Lux、水深3mの水温は15.4~17.5℃、最高照度は6,545Luxであった。

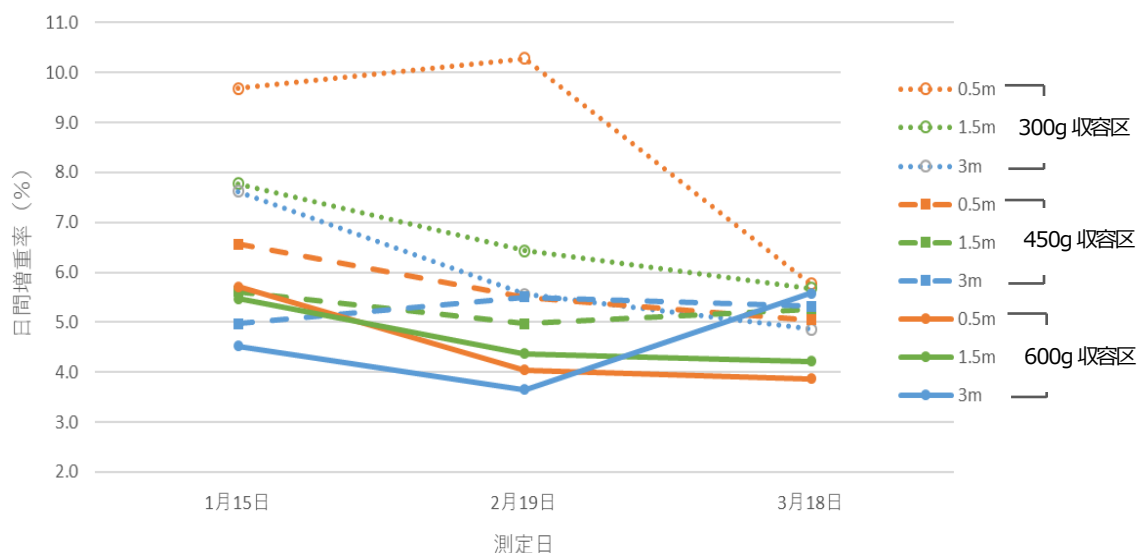


図4 測定時の試験区別の日間増重率

今回の試験では、すべての計測で300g 収容区の0.5mに垂下した籠で日間増重率が最大となった。最も垂下水深の浅い水深0.5mの照度は他の水深よりも高く（最高照度 16,473～18,604Lux）、低密度であったため、効率よく順調に生長し、日間増重率が高くなったと考えられる。

一方、2回目の測定時の日間増重率は、ほとんどの試験区で減少傾向を示した。この期間は、

水温は3つの水深で13.6～15.3℃を示し、水深3mで試験期間中の最低水温の13.6℃を、0.5および1.5mで13.9℃を記録した。このことから、この水温帯では、トサカノリの生育は遅くなると考えられた。しかし、300g 収容区の水深0.5mでは、日間増重率が10%を超えており、14～15℃前後の水温帯では、低密度および浅い水深で養殖することによって、高い日間増重率が得られることが分かった。

また、2回目から3回目の期間は、平均水温が16.2～16.4℃と16℃を超える水温となったが、ほとんどの試験区で日間増重率が低く推移した。3回目の測定時は、水深0.5mおよび1.5mに垂下した試験区の藻体には黄化がみられた。この期間中の両区の照度は、8,000Luxを超えることが多く、10,000Luxを超える日も水深0.5mで14日、1.5mで10日と試験期間中で最も多かった。また、平均日照時間も4.9時間/日（気象庁データ（牛深））と最も長く推移した。このことが藻体の生育に悪影響を及ぼし、日間増重率が低下したと考えられた。

一方で、水深3mの600g 収容区では、日間増重率が5.6%と大きく増加した。この期間の水深3m垂下区の最高照度は6,545Luxで、水深0.5mの照度の39.7%であり、照度は4,000～6,000Lux程度と、比較的lowに推移していた。このことが、トサカノリの黄化が起こることなく比較的順調に生長した原因と考えられた。

今回の試験期間である92日間において、1籠あたりの藻体収量は、水深1.5m垂下の600g 収容区で4,550gと最大となり、垂下水深を変えない場合、今回の試験では、この区が最も効率が良かったことが分かった。

しかしながら、月別水深別の最大収量をみると1月は水深0.5mで1,800g（3倍）、2月は水深1.5mで1,517g（2.5倍）、3月は水深3mで1,503g（2.5倍）であり、合計収量は最大4,820gとなった。

実際に養殖で最大収量を得るためには、水温や照度の変化に合わせて収容密度や垂下水深を変えることによって更に大きな収量を得ることができると考えられる。

そこで、1月、3月は600gよりさらに収容量を大きくする、または飼育の開始を12月より前にすることができれば、さらに大きな収量が得られる可能性もある。しかし、水温が上昇に転じる2月以降は、飼育水深を浅くし、高密度で養殖すると雑藻などの付着物が多くなると考えられることから、月別の最適な収容密度および垂下水深、分葉頻度については、今後詳細に検討する必要がある。

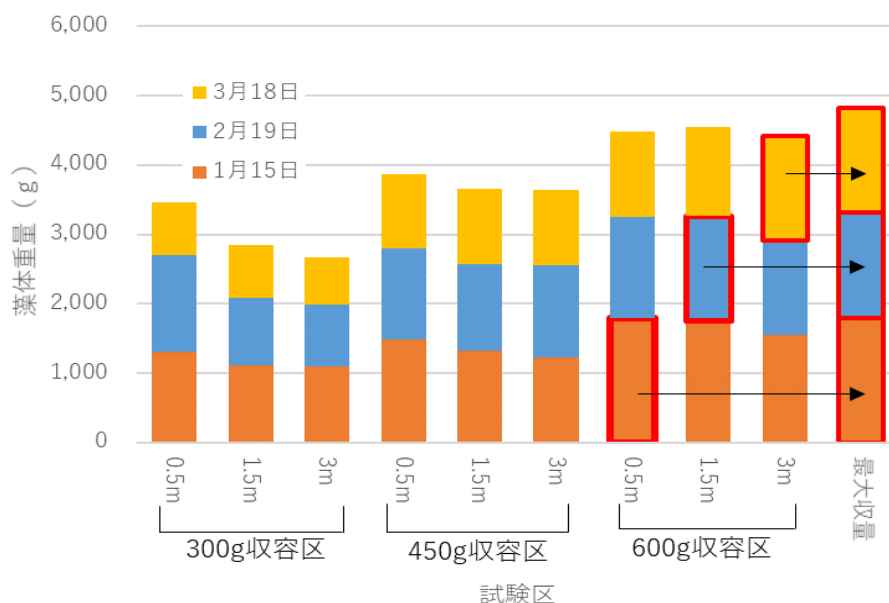


図5 試験区別の測定時の平均藻体重量  
(測定時の最大藻体重量を赤枠で囲んだ)

県 単  
平成 30(2018)～  
令和 2(2020)年度

# 稼げる食用海藻高度化事業VI ( )

(秋成熟アカモク人工採苗試験および分布調査)

## 緒 言

アカモク (*Sargassum horneri*) は、最大葉長が5mを超えるヒバマタ目ホンダワラ科の大型褐藻で、本県では有明海や八代海、天草灘に広く分布しており、小魚が育つガラモ場を構成する藻類の一つとして非常に重要な海藻である。

また、アカモクは一般的には4～6月の春季に成熟する海藻であるが、上天草市付近では、全国的にも珍しい11～2月に成熟する「秋成熟アカモク」が生育している。近年、本県においては、四季を通してホンダワラやアラメ・カジメ類が優占する四季藻場が減少し、春から初夏のみに海藻が繁茂する春藻場や磯焼けが進行している。そのため、秋季から春にかけて繁茂する秋成熟アカモクは非常に重要な海藻である。

そこで、アカモクの増殖技術開発の一環として、人工採苗試験を行うとともに、八代海における分布を明らかにするため、秋成熟アカモクの分布調査を行った。

## 方 法

1 担当者 金棒千明、日下智子

2 内容

### (1) 人工採苗試験

令和3年(2021年)1月15日、1.2tのFRP水槽を使用し、秋成熟アカモクの母藻4.2kgから卵を採取した。

人工採苗試験は、採苗基質として透水プレート(20cm×20cm)、マット(タイルカーペット10cm×20cm)、発泡ガラス(ガラスを高温で溶解し、発泡させた軽石状のもの)の3種類(図2)を使用し、それぞれに10個体/cm<sup>2</sup>程度になるように、ジョウロを用いて採取した卵を播種した。採苗後3日間は止水で管理し、4日目の1月19日から流水飼育を行った。

サンプリングは、飼育開始4日目(1月19日)および飼育開始11日目(1月26日)に10個体の葉長を測定し平均葉長を算出した。また、無作為に選んだ場所の密度を5カ所測定後、平均密度から播種密度(10個体/cm<sup>2</sup>)を100%とした場合の生残率を算出し基質の評価を行った。

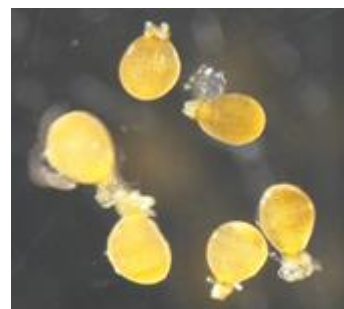


図1 アカモク卵



図2 試験に使用した基質

(2) アカモク分布調査

調査は令和3年(2021年)1月12日に実施し、①上天草市2号橋下、②上天草市3号橋下、③上天草市龍ヶ岳町樋島沖、④上天草市龍ヶ岳町大道沖、⑤天草市河浦町宮野河内沖、⑥天草市深海町下平沖、⑦天草市浅海町椎木埼沖、⑧天草市牛深町大の浦沖の8地点で目視によりアカモクの有無を確認した(表1、図3)。確認できたアカモクは採取し、水産研究センターに持ち帰って生殖器床の発生の有無を確認した。

表1 調査地点

①	上天草市	2号橋下
②		3号橋下
③		樋島沖
④		大道沖
⑤	天草市	宮野河内沖
⑥		下平沖
⑦		椎木埼沖
⑧		大の浦沖

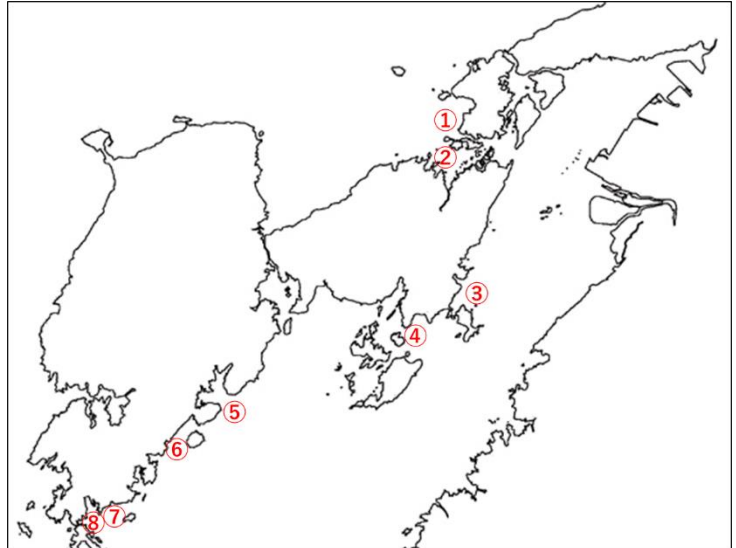


図3 調査地点

結果および考察

(1) 人工採苗試験

採取した卵は計8万粒(平均長径180μm)であった。

卵の放出の確認後の飼育水温および照度(令和3年(2021年)1月12日から1月26日)を図4に示す。飼育期間中、水温は12.5~17.2℃を推移し、平均水温は14.1℃であった。照度は0~22,000Luxを推移した。

次に、各基質における平均葉長及び生残率の推移を表2に示す。

1月19日(採苗4日後)の測定では、平均葉長は発泡ガラスで0.52mm、透水プレートで0.54mm、マットで0.52mmとなり、基質ごとに差は見られなかった。また、生残率は、発泡ガラスで37%、透水プレートで86%、マットで91%となり、透水プレートとマットは良好な生残率を示したが、発泡ガラスでは低かった。

1月26日(採苗11日後)の測定では、平均葉長は、発泡ガラスで3.8mm、透水プレートで3.9mm、マットで3.6mmとなり、基質間で生長に大きな違いは見られなかった。また、生残率は発泡ガラスで38%、透水プレートで78%、マットで87%となり、1月19日の生残率との間に大きな差は見られなかった。

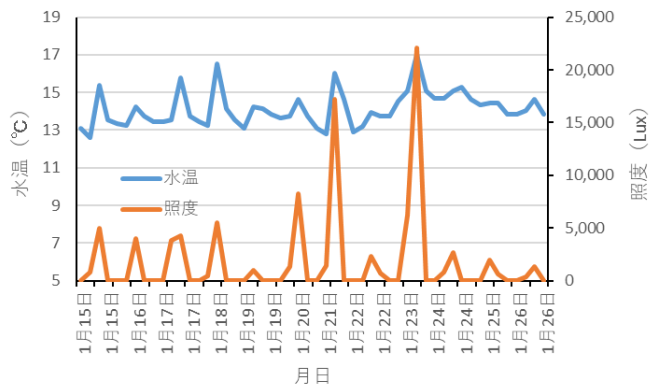


図4 育苗期間中の水温・照度

表2 各基質の個体密度と平均葉長

		1月19日	1月26日
発泡ガラス	平均葉長 (mm)	0.52	3.8
	生残率 (%)	37	38
透水プレート	平均葉長 (mm)	0.54	3.9
	生残率 (%)	86	78
マット	平均葉長 (mm)	0.52	3.6
	生残率 (%)	91	87

今回の人工採苗試験では、採苗11日後（1月26日）の生残率は、透水プレートで86%、マットで91%となり、これまで当センターで行われたヒジキ増養殖試験の生残率である10~34%よりも、高い生残率を得ることができた。ホンダワラ類は、表面が平滑なものよりも、凹凸があるものを基質として好む海藻であり<sup>4)</sup>、今回使用した透水プレートとマットも、表面に凹凸が多く、アカモクの採苗に適した基質であったと考えられる。特に、透水プレートは、ヒジキの増殖にも利用されており、頑丈で波浪にも強く、安価であることから、アカモクの増殖の手法として有効である可能性がある。一方で、今回使用した発泡ガラスは、他の2つの基質と同様、表面の凹凸が多いことから、アカモクの採苗に適した基質であると考えられたが、採苗4日目の時点で生残率が37%となっており、非常に低い結果となった。原因として、発泡ガラスは、軽石のような形状で丸みを帯びており、非常に軽く、採苗してから仮根形成の間に、エアレーションで生じた水流等の刺激により、脱落してしまった可能性がある。しかし、発泡ガラスは、比重の調節が可能であり、形状も加工しやすいことから、改良次第でさらに効率良く採苗することが可能であると考えられる。

(2) アカモク分布調査

アカモクは図1の調査地点①~③、⑤~⑧では確認されなかったが、④の上天草市大道沖で、幅3m、長さ20~30m程度の群落が目視で確認された。また、採取したアカモクを観察したところ、生殖器床の発達が確認された（図5）。

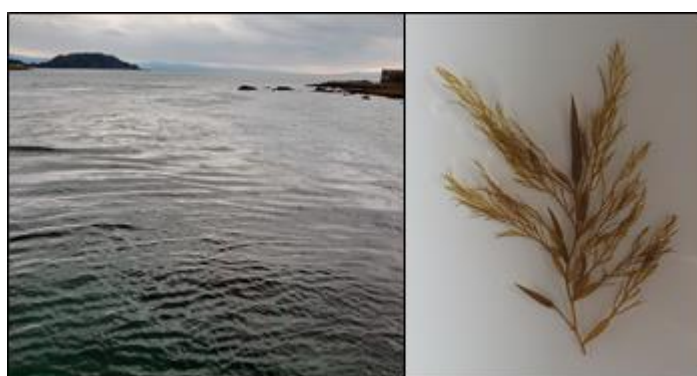


図5 アカモクの群落と藻体の生殖器床

今回の分布調査で採取したアカモクは、生殖器床を有しており、通常3~5月に成熟する春成熟アカモクと比較すると非常に早い時期に成熟していた。

また、令和3年（2021年）1月12日に生殖器床が確認され、(1)のように、1月15日には卵の放出が確認された。さらに、奥田<sup>1)</sup>によると、秋成熟アカモクは春成熟アカモクと比較すると、細身で、卵が小さいことが報告されている。今回採取したアカモクも春に成熟するアカモクと比較すると細身であること、また、これまで報告されている<sup>2-3)</sup>春成熟アカモクの卵の長径である280~320μmと比較すると、今回採取したアカ



モクの卵は180 μmと非常に小さいことから、今回採取したアカモクは秋成熟アカモクと考えられる。

上天草市付近では、例年図3-①、②で示した永浦島付近の海域で確認されていたが、今回の調査では、確認することができなかった。

アカモクは、本県では食用として利用されていなかったが、近年、本県の一部海域で水産物として漁獲が開始されている。また、アカモクは単年生であり、資源の年変動が大きいことから、持続的な生産のためには資源管理が重要と考えられる。また、生長後には藻体が切れ、流れ藻としての重要な役割も持っていることから、今後も継続して分布調査を行い、資源量を把握する必要がある。

## 参考文献

- 1) 吉田ら 藻場再生のための食害動物対策技術開発 平成17年度長崎県窯業技術センター研究報告 2005年
- 2) 奥田武男 アカモクにおける雌雄同株個体と秋季の成熟 日本藻類学会誌 35号 p.221-225 1987年
- 3) 吉田ら 褐藻アカモクの初期生長に及ぼす日長、照度、水温の影響 南西海区水産研究所研究報告書 p.21-32 1995年
- 4) 寺脇ら ホンダワラ類の初期形態形成に関する研究-III- アカモク 日本藻類学会誌 31号 p.97-101 1983年

県 単  
平成 30 (2018) ~  
令和 2 (2020) 年度

# 稼げる食用海藻高度化事業Ⅶ ( )

(ミリン増養殖試験)

## 緒 言

ミリン (*Solieria pacifica*) はスギノリ目ミリン科の紅藻で、天草地区では赤ミルと呼ばれており、平成元年 (1989 年) 頃までは、裸潜漁業等で盛んに漁獲が行われていた。しかし、近年は資源量が激減し、県内数か所でごく少量の群落が確認できるだけの状況となっている。

ミリンは 1 株が 10kg 以上になること、生のまま出荷できること、漁獲が盛んに行われていた当時の単価が約 250 円/kg と高価であったことから、資源の回復を望む声が漁業者から上がっている。しかし、ミリンの増養殖技術に関する知見が少ないのが現状である。

そこで、本事業では、天草市深海地先で採取した天然ミリンを母藻とした人工採苗試験および人工種苗を用いた養殖試験を行った。

## 方 法

- 1 担当者 金棒千明、日下智子、齋藤剛
- 2 内容

### (1) 人工採苗試験

人工採苗に用いた母藻は、令和 2 年 (2020 年) 7 月 28 日に天草市深海地先で採取した 3 kg の天然ミリンを使用した。母藻はウォーターバス内に設置した 30L パンライト水槽内で止水及び微通気下で飼育し、果胞子または四分胞子 (以下「胞子」という。) の放出を促した。

ミリンの人工採苗に適した基質を明らかにするため、基質は以下の 4 種類を用いた。対照区は、5×5 cm に切り取ったプラスチック基質、試験区は、直径 8 cm プラスチックシャーレ、20×20 cm 透水プレート (図 2-①) および 30×40 cm 波型ブロック (図 2-②) の 3 種とした。

採苗は、ウォーターバス内に設置したトロ箱に海水を注水するとともに各基質を收容し、30L パンライト水槽内に放出された胞子を各基質が入ったトロ箱の上に海水ごと散布して行った。

胞子散布後は、止水、微通気、自然水温および自然日照の条件下で 31 日間飼育した。

サンプリングは、10 日毎に各基質上 10 個体の平均葉長と無作為に選んだ 5 カ所の 1 cm<sup>2</sup> あたりの葉体の平均密度を算出することにより行った。



図 1 試験に使用した天然ミリン母藻

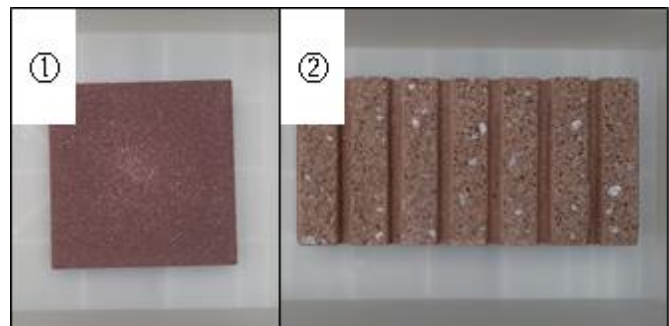


図 2 透水プレート及び波型ブロック

## (2) 養殖試験

養殖試験は、天草地区の深海地先（図3-①）と五和地先（図3-②）の2カ所において、真珠養殖用丸籠（以下「籠」という。）を用いた垂下式カゴ養殖により実施した。なお、深海地先は令和3年（2021年）1月15日、五和地先は令和3年（2021年）1月20日から試験を開始した。

また、試験には、対照区のプラスチック基質で採苗した平均0.4mm、平均密度1.6個体/cm<sup>2</sup>の藻体を使用した。この基質を5cm角にカットし、1籠あたり2個を結束バンドで固定し、1.5mの水深にそれぞれ5籠ずつ垂下した。

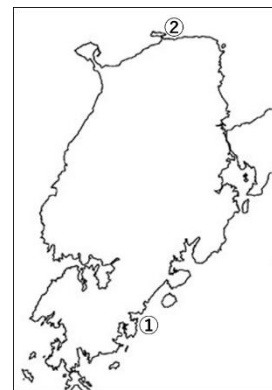


図3 養殖試験の場所

## 結果および考察

### 1 人工採苗試験

母藻飼育開始3日後の7月30日に30Lパンライト水槽内に21万粒の孢子が放出されていることを確認した。この孢子を40個/cm<sup>2</sup>となるように基質の上へ散布し、採苗翌日の7月31日に孢子の付着の確認を行った。

採苗1日後の孢子（葉体）の直径は平均0.02mmで、孢子の平均密度は対照区であるプラスチック基質が平均2.4個体/cm<sup>2</sup>、試験区であるプラスチックシャーレが平均3.2個体/cm<sup>2</sup>で、付着したのは、散布した孢子の6～8%であった。しかし、波型ブロックおよび透水プレートでは、孢子の付着を確認することはできなかった。

人工採苗から30日後の8月30日までの水温および照度の推移を図4に、人工採苗から10日毎の平均葉長と平均密度を表1に示す。

飼育期間中、水温は24.2～28.7℃を推移し、照度は0～29,780Luxを推移した。

採苗1日後から31日後までの試験期間中は、プラスチック基質とプラスチックシャーレの個体密度に大きな減少は見られず、生残した個体の生長はほぼ同様であった。

今回の試験では、散布した孢子から、採苗31日後の時点で、5×5cmプラスチック基質20枚に1,400個体、直径8cmプラスチックシャーレ2枚に約280個体、合計約1,680個体の葉体を得ることができ、生残率は1.6%となった。

今回の試験では、止水、微通気、水温24.2～28.7℃、照度0～29,780Luxの条件で、プラスチック基質およびプラスチックシャーレでのみ孢子の付着を確認することができた。令和元年度（2019年度）に行った人工採苗試験では、止水、微通気、水温24～31℃、照度0～24,000Lux条件下での採苗で、同様にプラスチック基質に人工採苗し、採苗16日後に平均葉長0.04mmの個体を得ることができた。今年度も、水温はほぼ同様の条件下、照度はやや高照度であったものの、令和元年度（2019年度）結果の再現性を確認するものとなった。

しかしながら、透水プレートと波型ブロックでは、孢子の付着を確認することができなかった。各基質の形質を比較すると、プラスチック基質およびプラスチックシャーレに比べ、透水プレートと波型ブロックは表面に凹凸が多いという特徴があげられる。透水プレートと波型ブロックでは孢子の付着を阻害する珪藻等繁茂が確認されなかったことから、透水プレートと波型ブロックでは、基質表面の凸凹により孢子が付着することができず脱落したと推測され、ミリンの採苗基質としては不適であると考えられた。



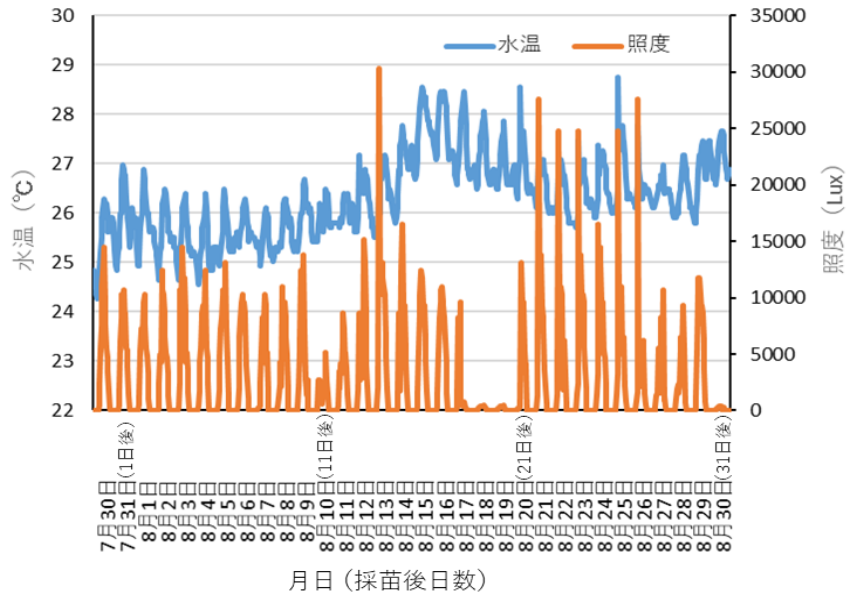


図4 試験期間中の水温と照度の推移

表1 基質別の平均葉長と孢子密度

採苗基質	月日	7月31日	8月10日	8月20日	8月30日
	採苗後日数	採苗1日後	採苗11日後	採苗21日後	採苗31日後
プラスチック基質	平均葉長 (mm)	0.02	0.02	0.03	0.05
	平均密度 (個体/cm <sup>2</sup> )	2.4	2.2	2.4	2.8
プラスチックシャーレ	平均葉長 (mm)	0.02	0.02	0.03	0.05
	平均密度 (個体/cm <sup>2</sup> )	3.2	3	3	2.8
波型コンクリート	平均葉長 (mm)	-	-	-	-
	平均密度 (個体/cm <sup>2</sup> )	0	0	0	0
透水プレート	平均葉長 (mm)	-	-	-	-
	平均密度 (個体/cm <sup>2</sup> )	0	0	0	0

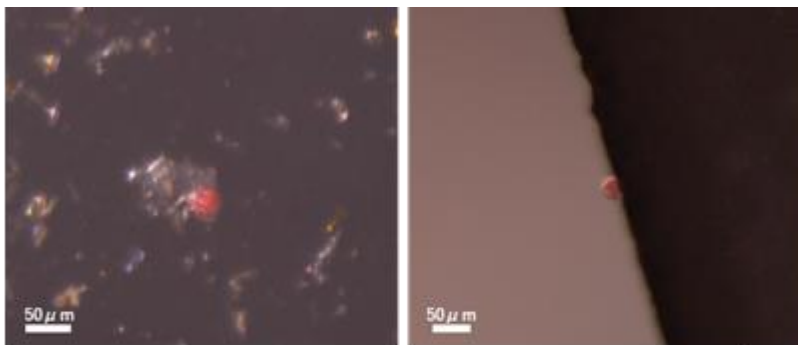


図5 プラスチック基質とプラスチックシャーレに付着した孢子の様子



図6 採苗31日後のミリン幼芽の様子

## 2 養殖試験

### (1) 五和地先

飼育期間中の五和地先の水温と照度の推移を図7に示す。水温は12.4～15.2℃を推移し、平均水温は14.0℃、最高照度は18,370Luxで、8,000Luxを超える高照度の日が7日あった。

養殖開始から23日後(2月13日)の1回目の測定では、養殖籠とプラスチック基質にシオミドロが繁茂し、1個体もミリン幼芽を確認することができなかった。そのため、以後の試験を中止した。

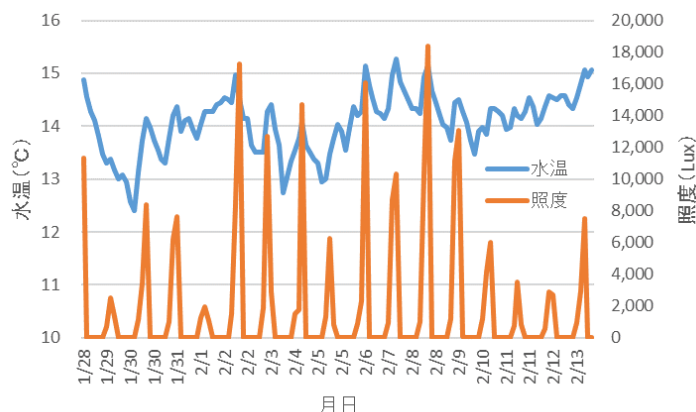


図7 養殖試験期間中の水温と照度の推移

(五和地先)

### (2) 深海地先

飼育期間中の深海地先の水温と照度の推移を図8に示す。水温は13.9～18.2℃を推移し、平均水温は15.3℃であった。飼育期間前半の1月15日～2月18日までは水温は比較的安定し14～15℃を推移したが、2月20日以降、3月15日までは16℃台となり、その後3月17日は18℃を超えた。また、飼育期間中の照度は、2月20日の16,854Luxが最高となり、8,000Luxを超える高照度の日が33日あった。ただし、3月以降はセンサー部に付着珪藻の汚れが確認されており、その影響で正確に計測できていない可能性がある。

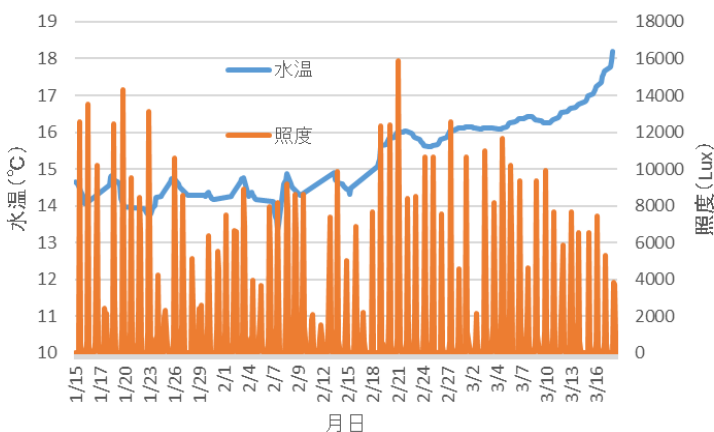


図8 養殖試験期間中の水温と照度の推移

(深海地先)

また、深海地先における、養殖期間中のミリン種苗の平均葉長と水温の推移を図9に示す。

養殖開始から35日後(2月19日)に行った1回目の測定では、垂下したプラスチック基質から9個体のミリン種苗の生育が確認された。9個体の葉長は0.8～2.0cmで、平均葉長は1.3cmであった。この期間中の水温は13.3～14.9℃を推移し、平均水温は14.3℃、最高照度は14,325Luxであった。



図9 養殖試験期間中の深海地先におけるミリンの平均葉長と水温の推移

養殖開始から62日後(3月18日)に行った2回目の測定でも、同様に9個体を確認することができた(図10)。9個体の葉長は5.5~12.0cm、平均葉長は8.3cmとなり、1回目の測定時の6.3倍となった。この期間中の水温は、15.1℃~18.2℃を推移し、平均水温は16.2℃、最高照度は15,865Luxであった。

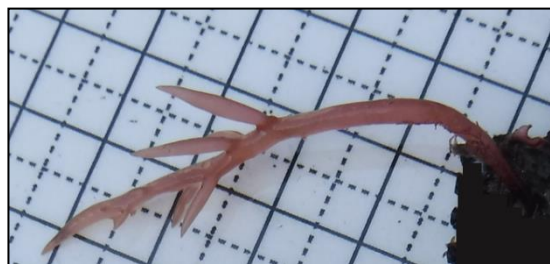


図10 養殖開始から62日後(3月18日)のミリンの様子

今回の試験では両地先において多くの個体が枯死した結果となった。五和地先においては、沖出し後に基質と籠にシオミドロが繁茂し、その後、ミリン種苗の生育を確認することができず、また、深海地先においては、試験開始から35日後の時点で9個体のみの生残となった。

昨年度実施した人工採苗ミリンの照度別の育苗試験では、4,000Lux以上の照度下では、珪藻等の雑藻の繁茂により、平均葉長0.2mm、30日齢の時点で枯死してしまう結果が得られている。今回の試験を行った水深1.5mでは日中の最高照度が、五和地先で18,370Lux、深海地先で15,865Luxと非常に高く推移しており、シオミドロや珪藻等の雑藻が大量に繁茂し、藻体が雑藻に巻かれ、多くの個体が枯死したと考えられた。このことから、ミリンは初期の生長が非常に緩やかであるため、生育中に雑藻が繁茂すると、その後の生長が阻害されるものと考えられた。

深海地先において2月まで生残した葉長0.8cm~2cmの9個体は、その後、順調に生育したことからも、2月時点での葉長が1cm程度に生長していれば、雑藻に影響されずに生育することが可能であると考えられ、初期の生長段階の課題を解決することによって籠を用いたミリンの養殖は可能となると考えられる。

今後は、沖出し時のサイズを検討するとともに、垂下水深や藻体密度など最適飼育条件を詳細に把握していく必要がある。

県 単  
平成 30(2018)～  
令和 2 (2020) 年度

# 稼げる食用海藻高度化事業Ⅷ ( )

(天草西海藻場モニタリング調査)

## 緒 言

藻場は、魚介類の産卵場所および仔稚魚の育成場所としての機能を持ち、漁業生産および漁場環境保全に大きな役割を果たしている。しかし、近年、漁業者からは本県沿岸域での藻場の減少に関して懸念の声が聞かれている。本調査では藻場の現状を把握することを目的として、保護水面において藻場のモニタリングを行っている。

今年度は、天草灘に位置する天草市牛深地先の黒島保護水面において、藻類の生息状況と食害生物であるウニ類の分布を調査した。

## 方 法

1 担当者 金棒千明、齋藤剛、中野平二、浜田峰雄

2 調査内容

(1) 調査場所および調査日

図1に示す天草市牛深地先黒島保護水面内で、令和2年(2020年)6月17日に行った。

(2) 調査方法

図1に示すとおり保護水面内に50mの調査ラインABCを設定した。

藻類の生息状況調査は、1ライン上に5地点、合計15地点でスクーバ潜水により50×50cmの方形枠を用いて坪刈りし採取した後、水産研究センターに持ち帰り、種を同定し湿重量を測定した。また、ウニ類の分布調査は、各ラインから左右1m(2m幅)の範囲内に生息するウニ類を目視で計数した。



図1 調査地点

## 結果および考察

今回の調査で確認された藻類の種類とそれらの総湿重量に占める割合を表1に示した。種数は、緑藻類2種、褐藻類7種、紅藻類18種の合計27種であった。全地点の平均湿重量は470.9g/m<sup>2</sup>であり、優占種は褐藻類のヤハズクサ、ヘラヤハズで、これら2種で全体の湿重量の60.3%を占めていた。

平成12年度(2000年度)から令和2年度(2020年度)までの黒島保護水面調査における藻類の湿重量の推移および種数の推移を図2、図3に、平成19年度(2007年度)から令和2年度(2020年度)までのウニの生息密度の推移を図4に示す。

藻類は、前回調査を行った平成30年度(2018年度)の結果と比較すると、種数は21種から27種に増加したが、湿重量は47.5%減少した。食害生物のウニ類の生息密度は、前回調査と比較すると0.83個体/m<sup>2</sup>と低密度であった。

黒島保護水面では平成18年度(2006年度)の調査まで優占種であったアントクメ、クロメ等の大型藻類の減少が続いており、平成19年度(2007年度)以降、ヤハズグサやアミジグサ、フクロノリ等の小型藻類が主な優占種となっている。今回の調査においても、大型藻類の確認はできなかった。

また、平成18年度(2006年度)以降の藻類の湿重量は、年により大きな増減があるものの、徐々に減少する傾向がみられている。

表1 黒島保護水面調査で出現した藻類( )内は、総湿重量に占める割合

緑藻類	アナアオサ(6.3%)、キッコウグサ(0.0%)
褐藻類	ヤハズグサ(48.2%)、ヘラヤハズ(12.1%)、シマオウギ(6.9%)、シワヤハズ(3.9%)、ウミウチワ(2.6%)、フクロノリ(0.1%)、褐藻類A(0.0%)
紅藻類	ガラガラ(6.9%)、トサカノリ(5.6%)、カギケノリ(2.2%)、マクサ(1.6%)、キジノオ(0.7%)、イバラノリ(0.6%)、ハリガネ(0.4%)、コブソゾ(0.2%)、ヒトツマツ(0.2%)、エツキイワノカワ(0.1%)、サンゴモ(0.0%)、ユカリ(0.0%)、ミリン(0.0%)、紅藻A(0.0%)、紅藻B(0.1%)、紅藻C(0.3%)、紅藻D(0.1%)、紅藻E(1.4%)

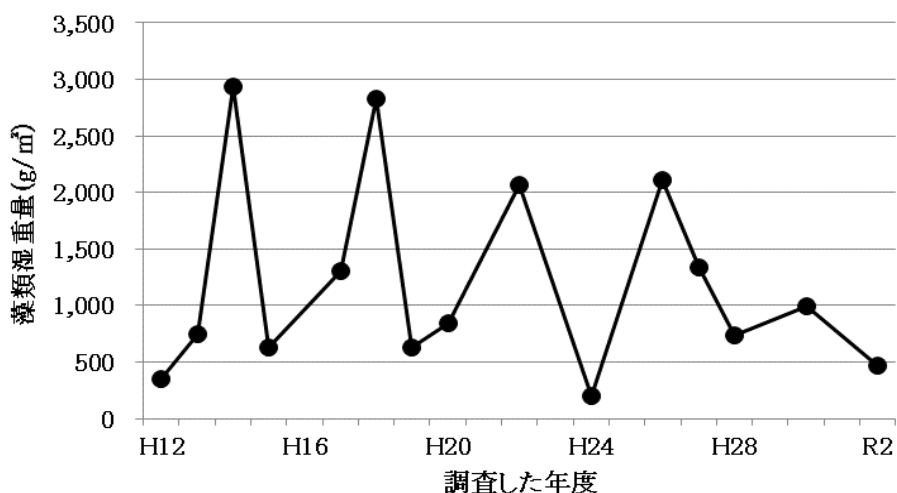


図2 黒島保護水面における藻類の湿重量の推移

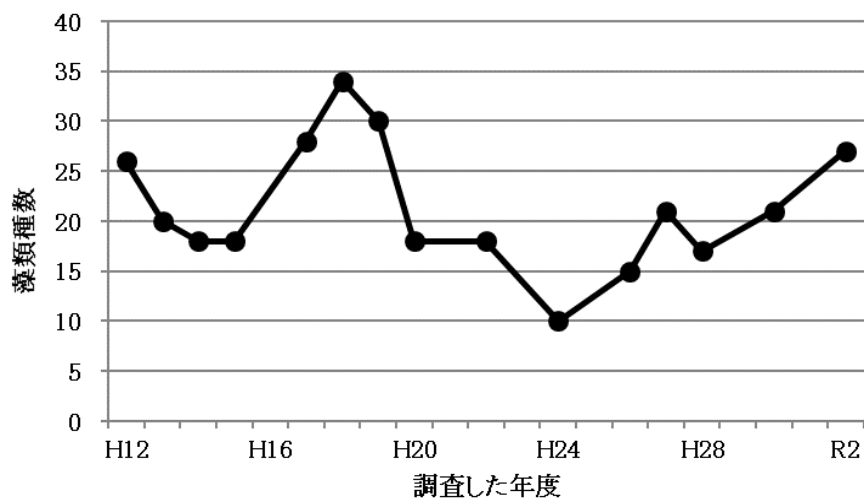


図3 黒島保護水面における藻類の種数の推移

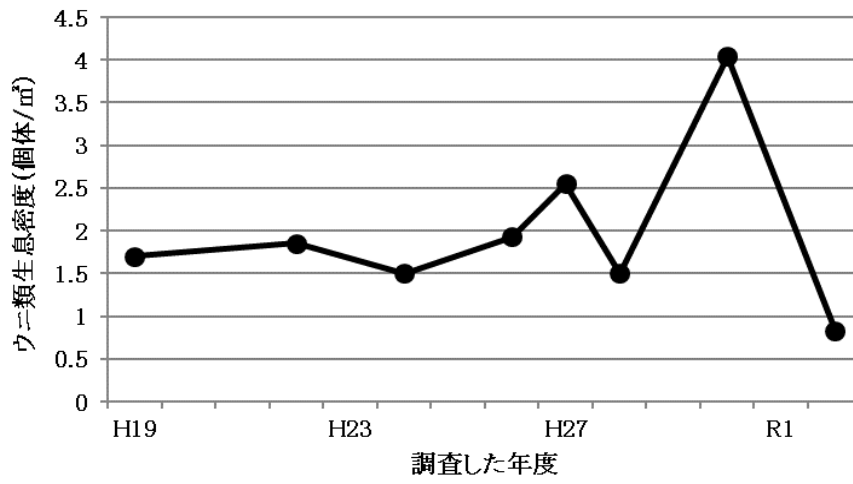


図4 黒島保護水面におけるウニ類の生息密度の推移

県単  
平成 30(2018)～  
令和 2(2020)年度

# 稼げる食用海藻高度化事業区 ( )

(軍ヶ浦地先藻場造成効果調査)

## 緒言

藻場は、魚介類の産卵場所や仔稚魚の生育場所としての機能に加え、漁業生産や漁場環境保全に大きな役割を果たす海藻類などの群落であるが、本県沿岸域の藻場は減少傾向にあり、天草市軍ヶ浦地先においても同様の状況にある。

そのような中、軍ヶ浦周辺で漁業を営む漁業者が、減少した藻場を回復させるため、海藻の食害生物であるウニ類の駆除やウニフェンスの設置、スポアバッグによる母藻投入等の取組みを平成 25 年度（2013 年度）から開始した（表 1）。

そこで、これらの取組みの効果を把握するため、平成 27 年度（2015 年度）から引き続き本事業により海藻類やウニ類の分布状況を調査した。

## 方法

1 担当者 櫻田清成、金棒千明、齋藤 剛

2 調査内容

(1) 調査地区および調査日

ア 調査地区 天草市天草町軍ヶ浦地先(図 1)

イ 調査日 令和 2 年 (2020 年) 7 月 17 日 (以下「夏季」という。)、令和 3 年 (2021 年) 3 月 8 日 (以下「春季」という。)

(2) 調査方法

天草町軍ヶ浦地先で漁業者が行った藻場造成を表 1 に示す。

調査は、ウニフェンス（長さ 100m×高さ 7m で目合は 7 節および 8 節の網）で囲い、漁業者が藻場造成を行っている区域を試験区、藻場造成が行われていないウニフェンス外の区域を対照区として実施した。

海藻類の分布状況は、試験区では海底の岩礁部分に 3 点、対照区では 50m ライン上に 5 点の調査点を設け、スクーバ潜水で 50 cm 方形枠を用いて海藻類を採りし、種の同定および種類ごとの湿重量を測定した。

ウニの分布状況は、試験区、対照区ともに 50m×2m の範囲に生息するウニ類を目視で計数し、1m<sup>2</sup>あたりの生息数を算出するとともに、ウニ類を 30 個程度採取し、全体重量、生殖腺重量を測定し、身入り（生殖腺重量/全体重量×100）を評価した。

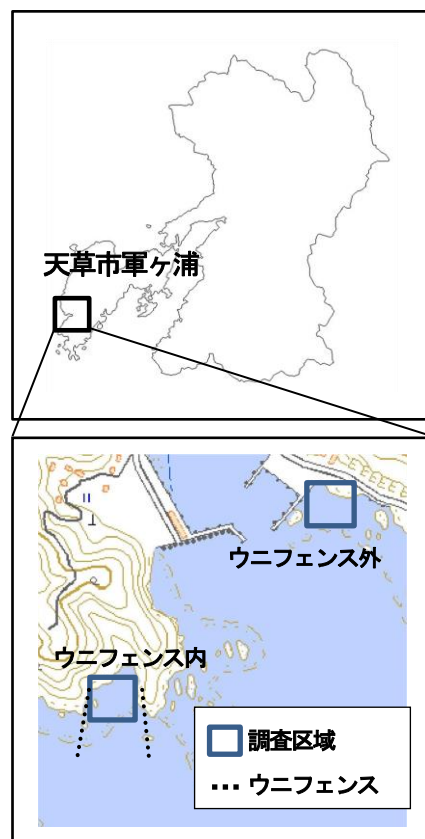


図 1 調査地点

表 1 軍ヶ浦地先で漁業者が実施した藻場造成の取組内容

年度	具体的な取組内容
H25	ウニ類の駆除、ウニフェンスの設置
H26	ウニ類の駆除、海藻の芽付き基板の設置、海藻の移植、流れ藻収容かごの設置
H27	ウニ類の駆除、海藻の芽付き基板の設置、海藻の移植、スポアバッグ
H28-30	ウニ類・藻食性魚類の駆除、海藻の芽付き基板の設置、海藻の移植、スポアバッグ
R1-2	ウニ類・藻食性魚類の駆除、海藻の種糸の設置



## 結果及び考察

### 1 海藻類の分布状況

海藻類の分布組成を表2に示す。

試験区では、夏季は出現種数が褐藻類2種、紅藻類2種の計4種であり、平均湿重量は185.5g/m<sup>2</sup>で、マクサ(55.1%)が優占した。春季は、出現種数が褐藻類6種、紅藻類4種の計10種であり、平均湿重量は1,029.8g/m<sup>2</sup>で、優占種はフクロノリ(79.4%)であった。

また、対照区では、夏季は出現種数が褐藻類2種、紅藻類4種、緑藻類2種の計8種であり、平均湿重量は672.3g/m<sup>2</sup>でナガミル(73.6%)が優占した。春季は、出現種数が褐藻類2種、紅藻類4種、緑藻類1種の計7種であり、平均湿重量は561.9g/m<sup>2</sup>でフクロノリ(85.8%)が優占した。

表2 令和2年度(2020年度)の海藻類の分布組成

綱	種名	試験区				対照区			
		夏季(7/17)		春季(3/8)		夏季(7/17)		春季(3/8)	
		重量(g/m <sup>2</sup> )	割合(%)	重量(g/m <sup>2</sup> )	割合(%)	重量(g/m <sup>2</sup> )	割合(%)	重量(g/m <sup>2</sup> )	割合(%)
褐藻	フクロノリ	-	-	817.2	79.4	-	-	481.9	85.8
	ウミウチワ	63.8	34.4	9.6	0.9	147.6	22.0	9.2	1.6
	ヒイラギモク	-	-	20.5	2.0	-	-	-	-
	アミジグサ	-	-	6.6	0.6	-	-	-	-
	シロヤハズ	19.1	10.3	-	-	0.8	0.1	-	-
	ヘラヤハズ	-	-	11.2	1.1	-	-	-	-
	褐藻類	-	-	1.6	0.2	-	-	-	-
紅藻	マクサ	102.1	55.1	34.0	3.3	3.4	0.5	1.8	0.3
	マクサ類	0.5	0.3	-	-	-	-	-	-
	イバラノリ	-	-	-	-	-	-	14.7	2.6
	フサノリ	-	-	-	-	-	-	44.7	8.0
	ヒビロウド	-	-	121.4	11.8	-	-	-	-
	ベニスナゴ	-	-	7.7	0.8	-	-	-	-
	ヒラフサノリ	-	-	-	-	-	-	9.7	1.7
	ニセフサノリ	-	-	-	-	7.9	1.2	-	-
	ガラガラ	-	-	-	-	12.3	1.8	-	-
	マタボウ	-	-	-	-	0.9	0.1	-	-
	紅藻類	-	-	0.1	0.0	-	-	-	-
緑藻	ナガミル	-	-	-	-	495.1	73.6	-	-
	ヒゲミル	-	-	-	-	4.5	0.7	-	-
	緑藻類	-	-	-	-	-	-	0.1	0.0
計		185.5		1,029.8		672.3		561.9	

平成27年(2015年)からの海藻類の湿重量の推移を図2、図3に示す。

海藻類の湿重量は、試験区、対照区ともに夏季に減少し、春季に増加する傾向がみられた。また、両区ともに小型海藻のフクロノリが優占し、特に春季はフクロノリの割合が高かった。本種の春季の湿重量の推移をみると、平成31年(2019年)3月から減少しており、本海域におけるフクロノリを主体とする小型海藻の藻場は、平成31年(2019年)3月から減少傾向にあると考えられた。

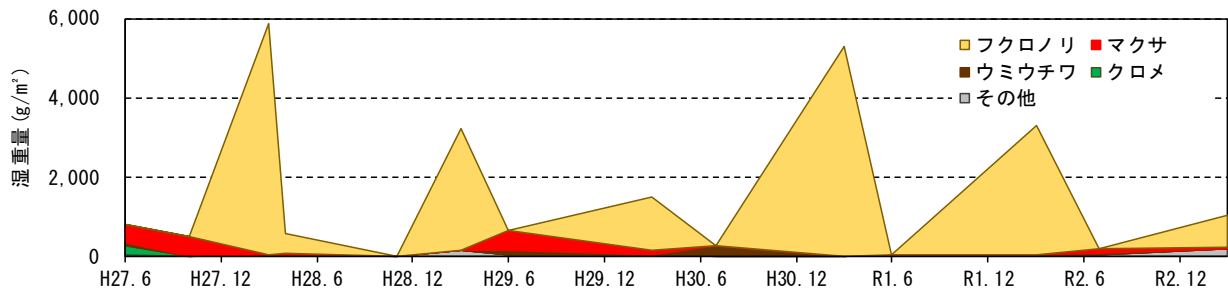


図2 海藻類の湿重量の推移（試験区）

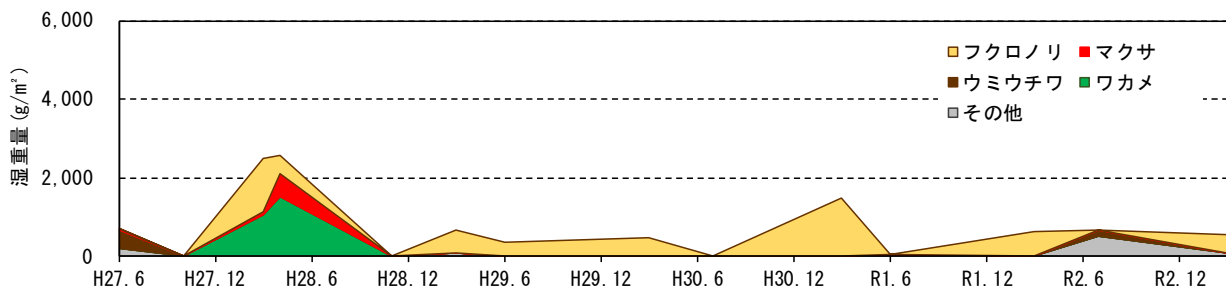


図3 海藻類の湿重量の推移（対照区）

## 2 ウニ類の分布状況

ウニ類の分布組成を表3に示す。

試験区の分布密度については、夏季はムラサキウニ0.09個/m<sup>2</sup>、ナガウニ0.51個/m<sup>2</sup>、ガンガゼ0.02個/m<sup>2</sup>で計0.62個/m<sup>2</sup>、身入りは平均2.8%であった。また、春季はムラサキウニ1.05個/m<sup>2</sup>、ナガウニ0.83個/m<sup>2</sup>、ガンガゼ0.39個/m<sup>2</sup>で計2.27個/m<sup>2</sup>、身入りは平均3.9%であった。試験区では、夏季にナガウニが優占し、春季にムラサキウニが増加し優占する状況がみられた。

また、対照区では、夏季はムラサキウニ0.04個/m<sup>2</sup>、ナガウニ0.01個/m<sup>2</sup>、ガンガゼ0.96個/m<sup>2</sup>で計1.01個/m<sup>2</sup>、身入りは平均12.8%であった。また、春季はムラサキウニ0.15個/m<sup>2</sup>、ナガウニ0.15個/m<sup>2</sup>、ガンガゼ2.37個/m<sup>2</sup>で計2.67個/m<sup>2</sup>、身入りは平均5.1%であった。ウニ類の密度は、夏季、春季ともに試験区が対照区より小さく、対照区は夏季、春季ともにガンガゼが優占する状況がみられた。

表3 令和2年度（2020年度）のウニ類の分布組成

種名	試験区				対照区			
	夏季(7/17)		春季(3/8)		夏季(7/17)		春季(3/8)	
	個数 (個/m <sup>2</sup> )	割合 (%)	個数 (個/m <sup>2</sup> )	割合 (%)	個数 (個/m <sup>2</sup> )	割合 (%)	個数 (個/m <sup>2</sup> )	割合 (%)
ムラサキウニ	0.09	14.1	1.05	46.4	0.04	4.0	0.15	5.6
ナガウニ	0.51	83.5	0.83	36.7	0.01	1.0	0.15	5.6
ガンガゼ	0.02	2.5	0.39	17.0	0.96	95.0	2.37	88.8
計	0.62		2.27		1.01		2.67	

### 3 藻場回復の取組の効果

軍ヶ浦では、平成 25 年度(2013 年度)から漁業者が食害生物の駆除や海藻の芽付基盤設置などの藻場回復の取組みを継続し行っており(表 1)、特にウニ類の駆除は、本海域で活動を開始した当初から継続している。*Hernandez et al.* は、ガンガゼ類の *D. africanum* の個体密度が 2 個/m<sup>2</sup>より高くなれば、直立海藻が劇的に減少し、6.5 個/m<sup>2</sup>以上で直立海藻が生育できないと報告している。<sup>1)</sup> また、ガンガゼの摂食圧は、アカウニ等の 1.2~1.9 倍との報告がある。<sup>2)</sup> 令和 3 年(2021 年)3 月のガンガゼの分布密度は、試験区では 0.4 個/m<sup>2</sup>であり、他のウニ類は 1.9 個/m<sup>2</sup>であった。摂食圧の差から他のウニ類の分布密度をガンガゼの分布密度に換算(ガンガゼの摂食圧をアカウニ等の 1.2 倍とし、ガンガゼ換算密度を他のウニ類の分布密度/1.2 とする)した場合、ガンガゼ換算分布密度は 1.6 個/m<sup>2</sup>となる。藻場造成において、2 個/m<sup>2</sup>以下を適当なガンガゼの分布密度とした場合、試験区はこの分布密度まで低減できたことになる。また、試験区と駆除を実施していない対照区のウニ類の分布密度を比較すると、試験区は期間を通じて対照区の概ね半数程度で推移している。これらのことから、試験区におけるウニ類の駆除は、ウニ類の密度管理という点では十分な成果が得られており、現状の活動を維持継続することで、ウニ類の食害による藻場の減少を回避できると考えられた。

現在、試験区で確認される海藻類は、フクロノリ等の小型海藻が主体となっている。今後、本海域で生育する海藻類を増やし、ホンダワラ等の大型海藻による四季藻場を造成していくためには、ウニ類や藻食性魚類の駆除、海藻の移植など、漁業者による継続した藻場造成の取組みが必要である。水研センターでは、効果調査を継続し、取組みを支援する予定である。

## 文 献

- 1) Hernández, J. C., Clemente, S., Sangil, C., Brito, A. 2008. The key role of the sea urchin *Diadema aff. antillarum* in controlling macroalgae assemblages throughout the Canary Islands (eastern subtropical Atlantic): An spatio-temporal approach. *Marine Environmental Research* 66: 259-270.
- 2) 金丸彦一郎等. (2007)陸上水槽における植食性ベントス 5 種の海藻摂餌量の比較とその標準化による天然海域における摂食圧推定の試み. 佐賀県立海水産振興センター研究報告 4 : 15-20

# 天草西地区水産環境整備事業藻場効果調査（令和2（2020）年度）

## 緒言

藻場は、魚介類の産卵場所および仔稚魚の生育場所としての機能を持ち、漁業生産および漁場環境保全に大きな役割を果たしている。しかしながら、近年、本県沿岸域では藻場の減少が見られていることから、県営事業により自然石を投石する藻場造成が行われている。本事業では、漁場整備事業の効果を把握するため、施工後の海藻の生息状況を調査した。

## 方法

1 担当者 金棒千明、齋藤剛、中野平二、浜田峰雄、栃原正久

2 調査内容

(1) 調査地点および調査日

ア 天草郡苓北町地先

平成25年度（2013年度）施工箇所を令和2年（2020年）5月1日に実施した。

イ 天草市五和町地先

平成30年度（2018年度）施工箇所を令和2年（2020年）6月2日に実施した。

(2) 調査方法

海藻は、投石礁上の3地点と、対照区として付近の転石帯の1地点の合計4地点でスクーバ潜水により50×50cmの方形枠で坪刈り採取した。これらのサンプルは水産研究センターへ持ち帰った後、種の同定と湿重量の測定を行った。

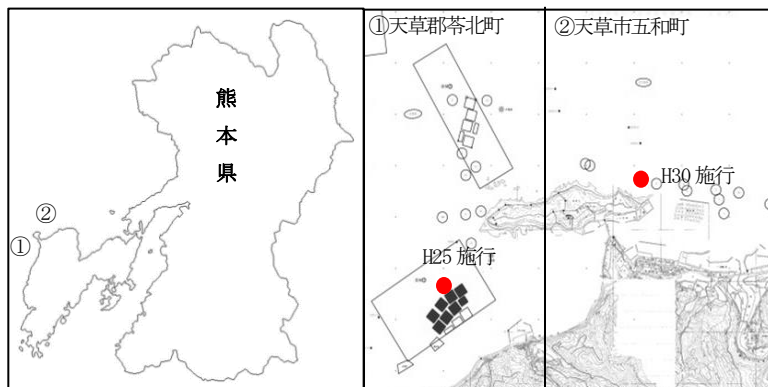


図1 調査地点（赤丸）

## 結果および考察

1 天草郡苓北町地先

採取した海藻の種類と総湿重量に占める割合を表1に示す。

海藻の種類数は、平成25年度（2013年度）施工の投石礁では、褐藻類8、紅藻類5、緑藻類1の合計14、対照区では、褐藻類5、紅藻類3、緑藻類3の合計11であった。

1m<sup>2</sup>あたりの湿重量は、平成25年度（2013年度）施工の投石礁では9,596.7g/m<sup>2</sup>、対照区では2,257.7g/m<sup>2</sup>であった。

優占種は、平成25年度（2013年度）施工の投石礁ではワカメ、アカモク及びアントクメであった。

対照区と比較すると、平成25年度（2013年度）施工の投石礁では海藻の種類数は3種多く、1m<sup>2</sup>あたりの湿重量も、対照区の約4.6倍となり、投石礁で海藻がより多く生息している様子が確認された。

表1 天草郡苓北町地先で出現した藻類（（）内は、湿重量全体に占める割合）

平成25年度施工投石礁	褐藻類	ワカメ(57.2)、アカモク(28.0%)、アントクメ(8.0%)、フクロノリ(5.3%)、ウミウチワ(1.0%)、ヘラヤハズ(0.1%)、アミジグサ(0.0%)、カゴメノリ(0.0%)
	紅藻類	イバラノリ(0.1%)、ハリガネ(0.2%)、フサノリ(0.0%)、フシツナギ(0.0%)、マクサ(0.1%)
	緑藻類	アオサ類(0.0%)
対照区	褐藻類	アントクメ(85.7%)、ウミウチワ(5.1%)、アミジグサ(3.4%)、フクロノリ(1.3%)シワヤハズ(0.1%)、
	紅藻類	ガラガラ(0.0%)、ハリガネ(0.0%)、紅藻A(0.2%)
	緑藻類	ナガミル(3.5%)、ミル(0.6%)、緑藻B(0.0%)

## 2 天草市五和町地先

採取した海藻の種類と総湿重量に占める割合を表2に示す。

平成30年度(2018年度)の投石礁では褐藻類が9、紅藻類が3の合計12、対照区では褐藻類が8、紅藻類が3の合計11であった。

1m<sup>2</sup>あたりの湿重量は、平成30年度(2018年度)の投石礁では3,255.4g/m<sup>2</sup>、対照区では736.2g/m<sup>2</sup>であった。

優占種は、平成30年度(2018年度)施工の投石礁ではアントクメ、フクロノリ及びクロメであった。

対照区と比較すると、平成30年度(2018年度)施工の投石礁では、海藻の種数は1種多く、1m<sup>2</sup>あたりの湿重量も、対照区の約4.4倍となり、施工から2年で海藻がより多く生息している様子が見られ、投石礁の設置は藻場造成の取組みとして即効性があることが分かった。

しかし、これまで五和地先の調査では見られなかったアントクメが投石礁及び対象区で多く繁茂している様子が確認され、また、令和元年度(2019年度)まで優占種となるが多かったクロメが減少している傾向がみられた。アントクメは熱帯海域の周縁付近まで分布が確認されており、コンブ目の中でも高水温に耐性がある海藻であることから、近年の高水温の影響によりアントクメが増加し、競合種であるクロメが衰退したと考えられる。海藻の種構成が大きく変化していることから、今後も継続して調査を実施する必要がある。

表2 天草市五和町地先で出現した藻類（（）内は、湿重量全体に占める割合）

平成30年度施工投石礁	褐藻類	アントクメ(58.0%)、フクロノリ(20.0%)、クロメ(7.4%)、ウミウチワ(6.7%)、マメタワラ(2.8%)、シワヤハズ(1.8%)、ヤツマタモク(0.9%)、シマオウギ(0.0%)、アミジグサ(0.0%)
	紅藻類	ガラガラ(2.3%)、エツキイワノカワ(0.0%)、ハリガネ(0.0%)
対照区	褐藻類	フクロノリ(32.3%)、マメタワラ(23.3%)、アントクメ(18.4%)、シワヤハズ(8.9%)、ウミウチワ(4.8%)、クロメ(4.8%)、シマオウギ(1.0%)、アミジグサ(0.8%)
	紅藻類	ハリガネ(3.9%)、フサノリ(1.6%)、エツキイワノカワ(0.2%)

## 文 献

- 1) 駒津ら：暖海性コンブ目アントクメ配偶体の生長と成熟におよぼす温度の影響 日本藻類学会誌 2010 ; 57 : 129-133

# 水産研究イノベーション加速化事業Ⅱ（県 単平成28（2016）～ 令和2（2020）年度）

## （水産物差別化試験 ヒトエグサの色・香り分析）

### 緒 言

ヒトエグサ (*Monostroma nitidum*: 通称あおさ) は、磯の香り豊かな緑藻で、吸い物や味噌汁等で食されており、本県では天草下島東岸を主漁場として支柱式の養殖で生産されている。ヒトエグサは給餌の必要がなく、少ない投資で養殖が可能のため、稼げる漁業として、近年、養殖を行う漁業者が増加している。

本県の養殖ヒトエグサは、取引業者の間では、高単価で取引されている他県産の高級品と比較して、葉の色は遜色のない濃い緑色で藻体が硬く、香りが強いと評価されている。しかし、客観的なデータはなく、取引業者の感覚的な評価に留まっている。また、一昨年度から高水温対策で試験的に導入した他県産ヒトエグサや本県産と他県産ヒトエグサとのハイブリッド（以下「HB種」という。）の特性は明らかでない。

そこで、今年度は本県産の養殖ヒトエグサを客観的に評価することを目的に、種苗の由来が異なる葉体について色調測定および香気成分分析を行った。

### 方 法

1 担当者 齋藤 剛、日下智子、白土秀樹（熊本県立大）

2 方法

(1) 色調測定

色調測定に用いた乾燥ヒトエグサの9サンプルを表1および図1に示す。サンプルは、天然採苗網から4サンプル、水研センターおよびくまもと里海づくり協会で作製した種の由来の異なる接合子板由来で令和2年（2019年）9月に人工採苗後、天草郡苓北町地区で養殖され令和3年（2021年）1月から3月に現地でサンプリングした4サンプル、令和3年（2021年）3月に天草市新和町の天然採苗網由来で県漁連共販に出荷された1サンプルの9サンプルを用いた。

なお、色調測定は、乾燥サンプル20gをアズノールシャーレに入れ、分光測色計（コニカミノルタ CM700d）で各30回明度L\*値、a\*値、b\*値を測定して平均値を算出し、a\*値とb\*値から彩度c\*値※を算出した。

なお、サンプルにアマノリが混入している場合は、取り除いてから測定した。

---

※ 彩度  $c^* = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2}$



表1 色調測定サンプル

番号	サンプル採取日 (令和3年)	養殖地区	種苗由来
1	1月4日	苓北	苓北・O県HB種人工採苗
2	1月5日		苓北種人工採苗
3	1月7日		苓北種天然採苗
4	2月1日		苓北種人工採苗
5	2月2日		苓北・O県HB種人工採苗
6	2月6日		苓北種天然採苗
7	2月28日		苓北種天然採苗
8	3月13日		苓北種天然採苗
9	3月8日	新和	新和種天然採苗

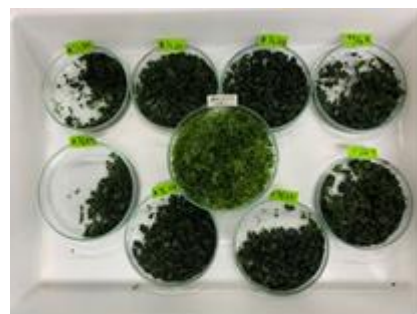


図1 苓北町及び新和地区のサンプル

(2) 香気成分分析

香気成分分析は、熊本県立大学において、品質の良好なサンプルとして苓北産（2月28日採取）を、品質が中程度のサンプルとして新和産（3月8日採取）を用いた。Agilent社製のガスクロマトグラフ-質量分析-におい嗅ぎ装置（以下「GC-MS-0」という。）により分析した。

なお、香気成分の捕集・濃縮は、ダイナミックヘッドスペース分析法により行った。これは、20mLバイアルビンに試料を2g採取し、35℃で3分間平衡化させた後、100mL/分の窒素ガスで750mLパージする方法である。パージされたヘッドスペースガスは、tenaxTAカラム（トラップ温度25℃）に捕集し、捕集された香気成分を加熱脱着しGC-MS-0に導入した。

なお、化合物の同定は、ライブラリーデータベース中の標準マススペクトルと保持指標の一致度により行った。その含量は3回の分析結果の平均値を用いた。

結果および考察

1 色調測定

今漁期は漁期を通して、平年より2℃ほど水温が高い状況が続いた。八代海側の新和地区では栄養塩量も少ない状況が続き、漁期を通して雑藻であるアオノリの発生が見られた。また、ドタ腐れがみられ、色調も悪く、令和3年（2021年）2月までほとんど生産できない状況で、生産量はここ10年間で最低となった。一方、有明海側の苓北地区は高水温の影響により、一部ドタ腐れがみられたものの、栄養塩は高い状態で推移し、色調が良好な状況が続いたため、生産は順調であった。

測定した苓北地区の8サンプルは、苓北種天然採苗網由来、苓北種人工採苗網由来、HB種人工採苗網由来すべてについて、1月から3月の漁期を通して、人の目では黒緑色に見え、品質が良好な色調であったが、新和地区の3月の1サンプルは、人の目では緑みが薄く、黄みが濃く見え、色調は不良であった。

色調測定の結果を表2に、a\*値とb\*値の平均値との関係を図2に示す。色調測定では、人の目で見た色調とほぼ一致し、新和のサンプルのみ、著しくa\*値が低く、b\*値が高い結果となった。苓北町地区でのサンプルは、1月7日および2月6日の苓北種天然採苗網のa\*値が最も高くb\*値が低く、次いで2月1日の苓北種人工採苗網、1月4日および2月2日のHB種人工採苗網、1月5日の苓北種人工採苗網、2月28日および3月13日の苓北種天然採苗網の順となり、a\*値は、-2.99～-2.41、b\*値は4.05～6.84を推移した。いずれのサンプルも、非常に緑が濃く、かつ黄みが薄く、種苗の由来間の差は小さく、HB種の色調もその色はなかった。しかし、サンプル採取日が遅くなり摘採回数が増えるにしたがって、徐々にa\*値は低く、b\*値が高くなっていく傾向がみられた。

また、過去2年間の種苗由来別のサンプルのL\*値およびc\*値の平均値との関係を図3に示す。最も色調が良かった1月7日の苓北種天然採苗網のサンプルは過去3年間で最も彩度が低かった一方で、最も色調が悪かった新和地区のサンプルは過去3年間でも最も彩度も明度も高い結果となった。

表2 色調測定結果

サンプル日・種苗の由来	L*値	a*値	b*値	c*値
R3 1/4 苓北・O県HB種人工採苗	13.95	-2.73	4.95	5.66
R3 1/5 苓北種人工採苗	16.09	-2.97	5.88	6.62
R3 1/7 苓北種天然採苗	14.16	-2.41	4.05	4.73
R3 2/1 苓北種人工採苗	15.32	-2.67	4.46	5.22
R3 2/2 苓北・O県HB種人工採苗	14.77	-2.68	4.86	5.57
R3 2/6 苓北種天然採苗	16.46	-2.42	4.36	5.01
R3 2/28 苓北種天然採苗	16.55	-2.99	6.98	7.69
R3 3/8 新和種天然採苗	25.24	-4.55	15.70	16.37
R3 3/13 苓北種天然採苗	19.31	-2.96	6.84	7.46

※測定値は30カ所の平均

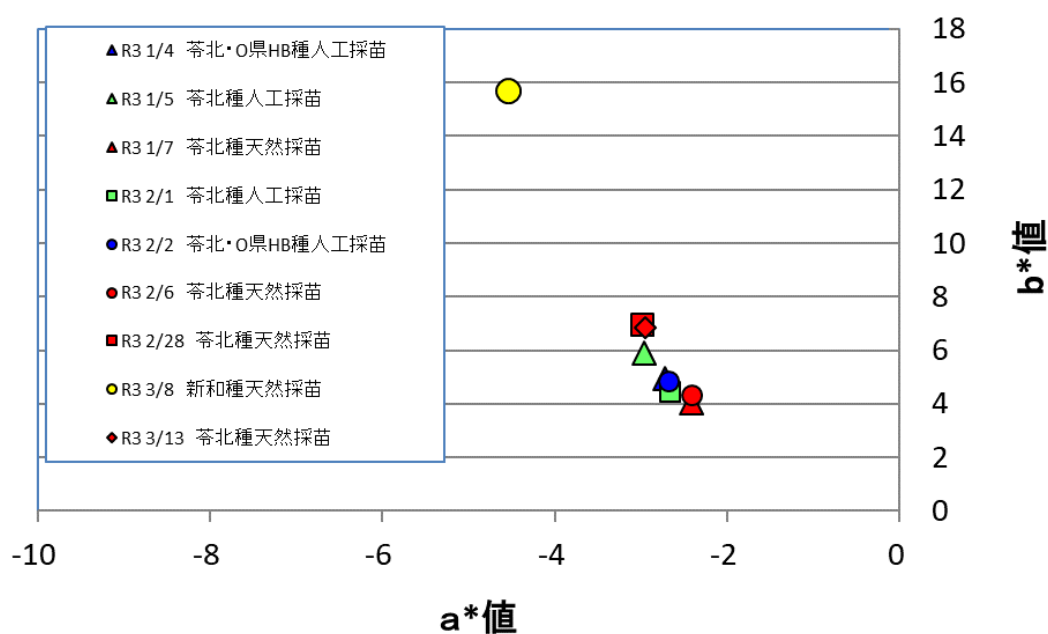


図2 a\*値とb\*値の平均値との関係

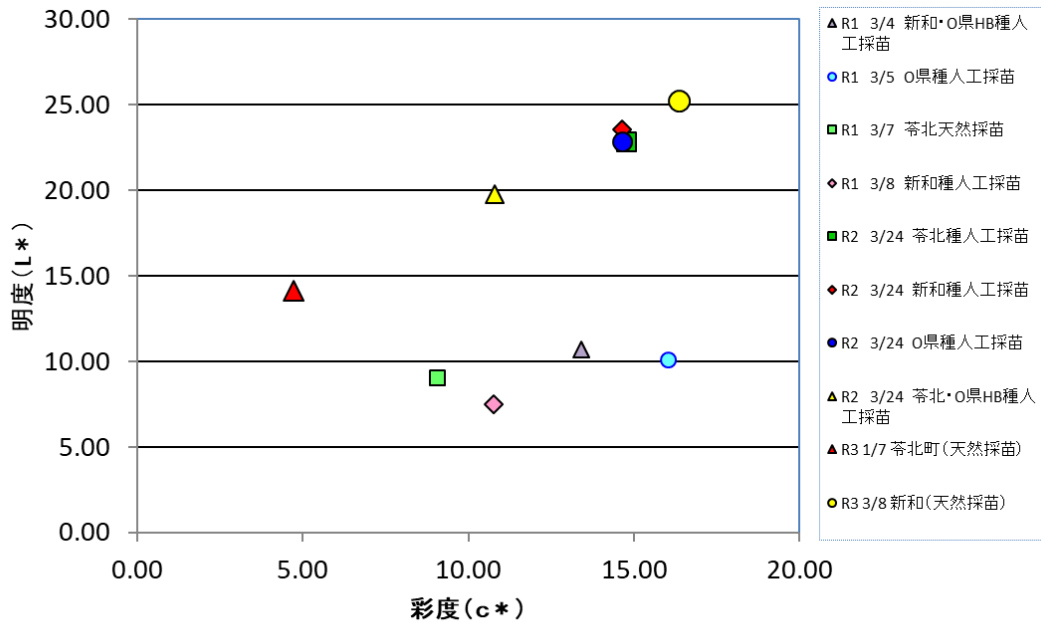


図3 種苗由来別のL\*値及びc\*値の平均値との関係 (過去2か年)

## 2 香気成分分析

GC-MS-0により得られたクロマトグラムを図4に示す。GC-MS-0により、表2に示した18成分について同定・定量を行った。その結果、methyl isobutyl ketone、acetic acidが苓北産と比較して新和産に有意に多く含まれていた。一方、Tridecane、Heptadecane、8-Heptadeceneが新和産に比べ苓北産に有意に多く含まれていた。ヒトエグサの特徴香である、強い磯の香りを有するジメチルスルフィド(以下「DMS」という)については有意差は認められなかった。

DMSは、ノリの重要な香気成分の一つとして知られており、磯の香りを有する。GC-MS-0においても、DMSのピークにおいてヒトエグサ特有の香りが確認されたが、DMS含量は新和産と苓北産で有意差は認められなかった。

以上の結果から、ヒトエグサ特有の香りは単一の香気成分組成の相違によるものではなく、個々の香気成分の香りの複合作用によるものである可能性が示唆された。

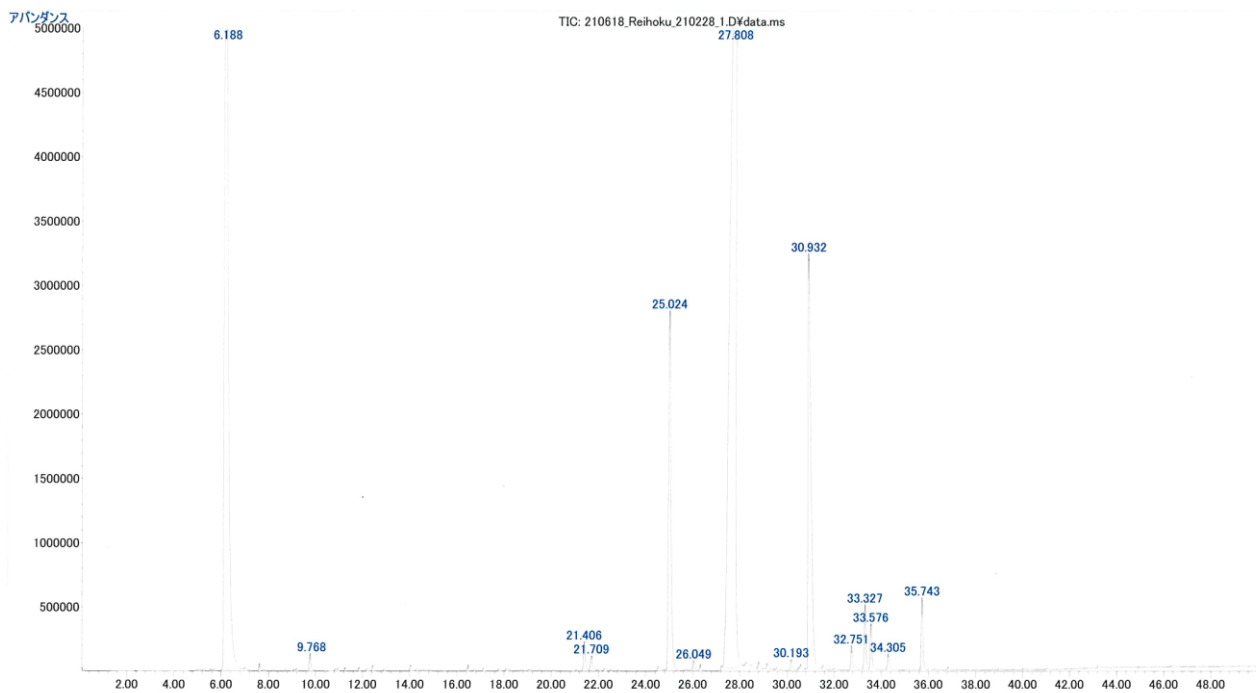


図4 ヒトエグサ香気のトータルイオンクロマトグラム

表2 ヒトエグサの香気成分組成

保持時間	化合物	含量 (μg/g)	
		新和	苓北
6.164	Dimethyl sulfide	7.97	3.62
9.763	2-Propenoic acid, methyl ester		0.31
11.858	Methyl Isobutyl Ketone	0.06	0.03
14.309	Hexanal	0.13	
17.793	Heptanal	1.06	0.08
21.370	Trideane	0.13	0.27
21.691	Cyclohexanone	0.06	0.07
24.539	(Z)-3-Heptene	0.11	
26.040	Acetic acid	0.36	0.11
27.770	Dodecane	85.19	64.35
28.797	1-Pentadecene	0.13	0.11
30.170	Hexadecane	0.12	0.10
30.590	Dimethyl Sulfoxide	0.05	0.08
30.902	2-Propenoic acid	13.78	9.09
32.727	Heptadecane	0.14	0.25
33.304	8-Heptadecene	0.41	0.76
34.294	(Z)-7-Dodecen-1-yl acetate	0.30	0.16
35.731	(Z, Z)-1, 4-Cyclooctadiene	0.70	0.81

県 単  
令和元(2019)～  
令和3(2021)年度

# 水産研究イノベーション加速化事業Ⅲ ( )

(水産物差別化試験 ワカメ優良系統選抜試験)

## 緒 言

ワカメ (*Undaria pinnatifida*) 養殖は、大きな設備投資の必要が無く、低コストで行えることから、新規参入が容易な漁業であるが、秋季から冬季の高水温や集中豪雨、芽流れ、食害など、養殖現場では様々な問題が発生しており、安定生産のための課題は多い。

そこで、本試験では高水温に耐性があり、生長の良い優良な系統を選抜することを目的とし、国内の各産地のワカメから作製したフリー雌雄配偶体を用いて産地間の交配を行い、作出した各系統の種苗性を評価した。

## 方 法

- 1 担当者 櫻田清成、増田雄二、日下智子、齋藤 剛
- 2 方法

### (1) フリー雌雄配偶体の作製および人工採苗

A県、B県、C県、長崎県島原、天草市五和および上天草市大矢野由来の計6種類のメカブを入手し、各メカブから遊走子を採取してシャーレで2週間培養した。その後、配偶体を雌雄別に単離培養し、フリー雌雄配偶体を作製した。遊走子の採取から配偶体の培養にかけては、水温 23.5℃で管理し、飼育水にはノリフリー糸状体用のSWMⅢ改変培養液を滅菌海水で2/3に希釈して用いた。

令和2年(2020年)10月2日、6系統の各雌雄配偶体をミキサーで細断した後、滅菌海水で濃度を調整して配偶体液を作製し、表1に示した10種類の組み合わせで雌雄を混合して産地間の交配を行った。なお、人工採苗は、種糸(2mmのクレモナ糸)を34cm×28cmのステンレス製の採苗枠に60mずつ巻き、配偶体液を刷毛で塗り付けて行った。

採苗後は、系統毎に種糸を水温18～19℃に設定した100L水槽で管理した。

### (2) 養殖試験

養殖試験は、上天草市大矢野町瀬高地区のワカメ養殖業者4名に各系統の種糸を配付し行った。調査は、令和2年(2020年)12月から令和3年(2021年)3月にかけて、1回/月の頻度で計4回行った。系統毎に約1mの種糸に生えている葉体をすべて切り取り、葉長が長い方から15サンプルの最大葉長、最大葉幅、最大葉体幅を測定(図1)するとともに、系統毎に葉、茎、メカブの重量を計測した。また、

表1 作製したワカメ系統と採苗枠数

番号	系統		枠数
	♂性配偶体	♀性配偶体	
系統1	島原由来	島原由来	4
系統2	A県由来	A県由来	4
系統3	B県由来	B県由来	4
系統4	C県由来	C県由来	5
系統5	大矢野由来	大矢野由来	4
系統6	五和由来	五和由来	4
系統7	C県由来	A県由来	5
系統8	C県由来	B県由来	5
系統9	C県由来	島原由来	5
系統10	C県由来	大矢野由来	4
計			44

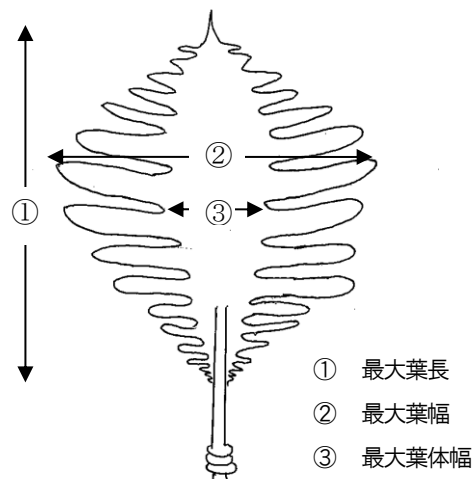


図1 ワカメの測定部位

令和3年(2021年)1月の調査では、種糸から生えている葉体数を計測して1mあたりの芽数を算出した。

なお、試験期間中は、種糸が設置されている水深帯の水温を、onset データロガーにより1時間に1回の頻度で測定した。

### (3) 各系統の種苗性の評価

種苗性は、ワカメの出荷形態に併せて葉体とメカブを分けて評価した。葉体は、葉体の大きさと1個体あたりの重量、生長性の3項目とし、メカブは、1個体あたりの重量で評価した。

各系統の評価は、本県内で多くのワカメ養殖業者が養殖している系統1(島原♂島原♀)を基準とし、令和3年(2021年)3月の測定結果について、葉長、葉幅、葉体幅の大きさおよび1個体あたりの重量を系統1と比較した。また、生長性については、令和2年(2020年)12月から令和3年(2021年)3月にかけての生長率を比較した。メカブの評価は、令和3年(2021年)3月の測定結果から、1個体あたりのメカブ重量を系統1と比較して評価した。

## 結果および考察

### 1 フリー雌雄配偶体の作製および人工採苗

各由来のメカブから遊走子を採取し、単離培養してフリー雌雄配偶体を作製した。その後、湿重量で数百gまで拡大培養し、表1のとおり人工採苗を行った。

人工採苗47日後の平均葉長を表2に示す。人工採苗した種糸は、系統3に生長不良がみられたが、人工採苗33日後の11月4日には幼芽が肉眼で確認され、人工採苗47日後の11月17日には平均葉長が約2mmとなり、十分に沖出し可能な葉体サイズになったことから、4名のワカメ養殖業者に配付した。

### 2 養殖試験

上天草市大矢野町地先の水温を図2に示す。

令和2年度(2020年度)のワカメ養殖漁場の水温は、11月(11/17~11/30)は18.8~19.9℃(平均19.1℃)、12月は14.6~18.9℃(平均17.0℃)、1月は13.0~14.6℃(平均13.6℃)、2月は13.2~14.4℃(平均13.8℃)、3月(3/1~3/11)は14.1~14.8℃(平均14.4℃)であった。今漁期は、ワカメの生育に影響の大きい11月から12月にかけて、高水温や食害の影響で不作であった令和元年度(2019年度)と同様に水温が高めに推移するとともに、植食性魚類による著しい食害がみられた。

葉長、葉幅、葉体幅の測定結果を表3に示す。

令和2年度(2020年度)の各系統の葉長の平均は、12月は1.1~2.8cm、1月は3.7~26.7cm、2月は89.8~133.9cm、3月は94.1~153.2cmであった。また、各系統の葉幅の平均は、12月は0.4~1.2cm、1月は1.7~9.2cm、2月は49.2~73.2cm、3月は49.5~79.7cmであった。さらに、各系統の葉体幅の平均は、2月は9.2~11.8cm、3月は9.0~18.7cmであった。

令和3年(2021年)3月18日に測定した種糸1mあたりの葉、茎、メカブの重量を表4に、種糸1mあたりの芽数とワカメ1個体の葉体およびメカブ重量を表5に示す。

ワカメ各部位の種糸1mあたりの重量は、葉体は5.1~12.4kg、茎は1.7~8.8kg、メカブは0.4~1.9kgであった。また、種糸1mあたりの芽数は74~719個で、ワカメ1個体あたりの葉体重量は7.3~68.8g、メカブ重量は0.9~20.8gであった。

表2 各系統の平均葉長  
(人工採苗47日後)

系統	平均葉長 (mm)	標準偏差
1	2.03	0.44
2	2.69	0.70
3	0.40	0.10
4	2.26	0.54
5	2.99	0.70
6	1.60	0.31
7	2.82	0.68
8	1.80	0.27
9	2.20	0.46
10	3.12	0.78



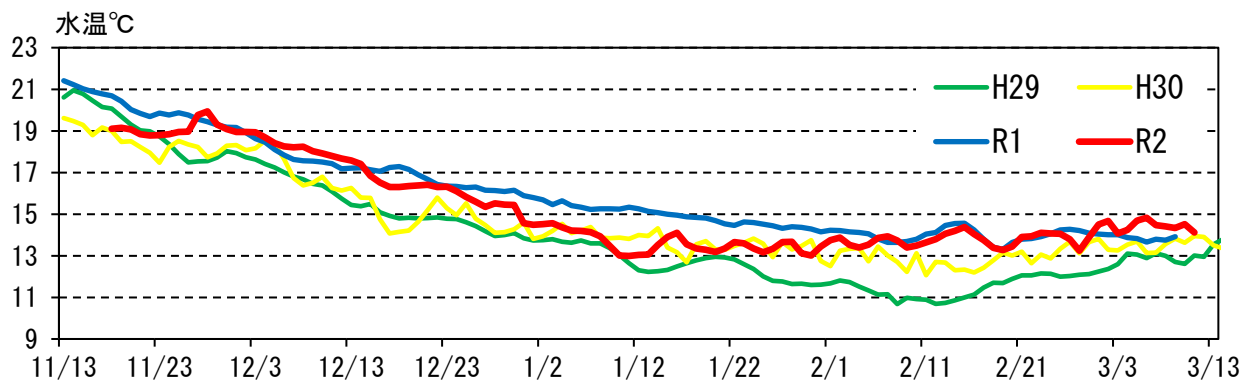


図2 平成29～令和2年度（2020年度）の上天草市大矢野町地先の水温

表3 各系統の葉長、葉幅、葉体幅

(cm)	調査日	系統1	系統2	系統3	系統4	系統5	系統6	系統7	系統8	系統9	系統10
平均 葉長	R2. 12. 18	1. 1	1. 6	1. 4	2. 8	1. 7	2. 5	1. 9	3. 4	1. 9	1. 4
	R3. 1. 14	14. 7	16. 8	26. 7	4. 1	19. 6	16. 6	7. 5	7. 4	14. 1	3. 7
	R3. 2. 10	-	133. 9	-	116. 3	-	-	-	-	89. 8	114. 3
	R3. 3. 18	113. 3	94. 1	153. 2**	106. 7	131. 2**	120. 8	140. 3**	125. 8	128. 2**	96. 7
平均 葉幅	R2. 12. 18	0. 7	0. 7	0. 4	1. 1	1. 0	1. 2	1. 2	0. 7	0. 7	0. 9
	R3. 1. 14	8. 4	5. 2	9. 2	1. 9	7. 9	8. 0	3. 4	3. 2	5. 0	1. 7
	R3. 2. 10	-	73. 2	-	49. 2	-	-	-	-	53. 4	57. 9
	R3. 3. 18	73. 1	60. 9	77. 4	49. 5	72. 2	56. 9	63. 4	59. 6	79. 7	59. 2
平均 葉体 幅	R2. 12. 18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	R3. 1. 14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	R3. 2. 10	-	9. 4	-	9. 2	-	-	-	-	9. 9	11. 8
	R3. 3. 18	18. 0	9. 0	14. 7	11. 9	12. 8	14. 5	12. 3	14. 9	18. 7	12. 4

※系統1と比較し、有意に大きい値であった系統 (p<0.01)

表4 種系1mあたりの葉体、茎、メカブの重量（令和3年（2021年）3月18日）

(kg)	系統1	系統2	系統3	系統4	系統5	系統6	系統7	系統8	系統9	系統10
葉体	8. 7	8. 1	10. 6	5. 1	12. 4	10. 6	11. 7	10. 7	11. 1	7. 8
茎	5. 1	3. 2	1. 7	2. 3	8. 8	2. 7	4. 8	5. 2	5. 1	3. 7
メカブ	0. 4	0. 4	1. 3	0. 5	1. 8	1. 5	1. 5	1. 9	1. 3	0. 8
計	14. 3	11. 7	13. 6	7. 8	23. 0	14. 8	18. 0	17. 7	17. 5	12. 2

表5 種系1mあたりの芽数とワカメ1個体の葉体およびメカブ重量

(g)	系統1	系統2	系統3	系統4	系統5	系統6	系統7	系統8	系統9	系統10
芽数/m	198	433	81	66	719	318	74	338	74	110
葉体 /個体	25. 8	7. 3	21. 2	34. 8	12. 2	8. 5	65. 1	15. 3	68. 8	33. 1
メカブ /個体	2. 2	0. 9	16. 7	7. 3	2. 6	4. 6	20. 8	5. 6	17. 7	6. 8

### 3 各系統の種苗性の評価

#### (1) 葉体の種苗性

令和3年(2021年)3月のサンプルについて、葉長、葉幅、葉体幅の平均(表3)を系統1と比較した結果、葉長は、系統1に比べ系統3、5、7、9が有意に長い( $p < 0.01$ )ことがわかった。一方で、葉幅は系統3、9、葉体幅は系統9が平均では系統1を上回ったが、有意な差はみられなかった。また、ワカメ1個体あたりの葉体重量(表5)は、系統4、7、9、10が系統1を上回った。

令和2年(2020年)12月、令和3年(2021年)1月の各系統の葉体に、植食性魚類による食害と考えられる食み痕(図3)が確認された。食害率を表6に示す。食害率は、令和2年(2020年)12月は26.7~86.7%、令和3年(2021年)1月は46.7~100.0%であった。生長性は、令和2年(2020年)12月から令和3年(2021年)1~3月の生育状況を解析し、生長率を算出して評価するべきであるが、今回は全ての系統で、食害によるワカメの著しい芽数の減少や葉体の欠如がみられたため、系統の生長性の評価は困難と判断した。

#### (2) メカブの種苗性

メカブの1個体あたりの重量について系統1と他の9系統を比較した結果、系統2を除いた8系統が系統1よりも大きかった。

今回は、ワカメの葉体およびメカブについて、葉体の大きさや1個体あたりの重量により種苗性を評価したが、漁期初期の高水温に伴う食害の影響は著しく、食害による芽数の減少やその後の生育の遅れが今回の結果に及ぼした影響は無視できないものと考えられた。優良系統作製に向け、生長性の評価を含め、引き続き検証する必要があると考えられた。

表6 ワカメ葉体の食害率

(%)	系統1	系統2	系統3	系統4	系統5	系統6	系統7	系統8	系統9	系統10
R2. 12. 18	86.7	73.3	60.0	53.3	60.0	53.3	86.7	26.7	73.3	86.7
R3. 1. 14	73.3	100.0	60.0	100.0	46.7	100.0	86.7	100.0	73.3	80.0



図3 ワカメ幼芽の食み痕(系統4)  
(左: R2. 12. 18、右: R3. 1. 14)

## 文 献

- 1) 二羽恭介: 大型水槽によるフリー配偶体を使ったワカメ種苗生産(2016) 水産増殖 64(2) 173-182
- 2) 福澄ら: 福岡湾における養殖ワカメの種苗による生長と形態の相違(1999). 福岡水技研報第9号 11-17
- 3) 棚田教生: 県南海域に適したワカメ養殖品種開発の試み(2016) 徳島県水研だより第98号
- 4) 国立研究開発法人・水産研究・教育機構瀬戸内海区水産研究所ら: ノリ、ワカメ養殖場における栄養塩供給技術実証試験事例集 16-17

## 令和2年度(2020年度)主な研究成果一覧表

番号	担当部	タイトル	内容	用語の説明
1	資源研究部	アユの早期小型放流の有効性	現在、県内河川におけるアユの人工種苗の放流は、3.5gサイズで、概ね4月上旬に行われている。3.5gサイズにまで中間育成を行っている漁協では、餌料・光熱費・人件費等のコストや労力が負担だと感じていることから、今回、種苗放流を小型で早期化する可能性について検討した。 令和2年(2020年)に緑川水系御船川において、小型早期放流群(2.5gサイズ、3月下旬)と通常放流群(3.6gサイズ、4月中旬)で、放流後の成長を比較検討したところ、アユ漁解禁直後(6月1日)の反釣り、投網・刺網で漁獲されたアユの平均体重は、小型早期群、通常群ともに解禁時の目標サイズである40g(全長約17cm)にいずれも到達しており、また、その後の成長等も良好であることから、小型早期群もアユの放流手法として有効であることが示された。	【中間育成】採卵し、心化育成した稚魚が、ある程度以上の泳ぐ力や餌を食べる力を獲得して河川に放流できる大きさに成長するまで、行き届いた人為的な管理ができる環境下で飼育すること。
2	食品科学研究部	スジアオノリの人工採苗網から約50kg(乾燥)の収穫に成功	主生産地である八代漁協のスジアオノリ養殖は、これまで100%天然採苗であったが、H30年度から人工採苗網製作技術開発を行い、技術改良を重ねてきた。R2年度は球磨川河口域の八代漁協へ人工採苗網を40枚配付し、漁期中は高水温であったものの、人工採苗網のみで乾燥アオノリとして約50kg(約150万円相当、金額ベースでシエア約10%)の収穫に繋がった。今後の人工採苗網の本格的な普及に向け、大きな一歩を踏み出すことができた。	【天然採苗】天然の河川でスジアオノリの種が自然に放出される時期に網を入れ、種をつける方法。 【人工採苗】室内で人工的に成熟や種の放出を操作し、採苗に適した条件のもとで網に種をつける方法。
3	養殖研究部	クマモト・オイスター養殖における越冬技術の開発	平成31年(2019年)から夏場の生残率を高める温湯処理に取り組み、令和2年度は県内6か所で月1回程度実施した。 令和2年度は12.4万個のうち5.8万個を越冬させることに成功。生残率は、温湯処理前は6%以下であったが、令和元年度は34%、令和2年度は46%まで向上した。	【温湯処理】養殖しているカキを生きたまま殺ごと40℃程度の温湯に1時間ほど漬けておく。水温がほぼ23℃以上である5～10月の間に、約3週間間隔で行うことで、秋口の大量へい死の原因とされている成熟が抑制され、生残率が向上する。
4	養殖研究部	クロマグロ人工種苗の生産技術の開発	国立研究開発法人 水産研究・教育機構 水産技術研究所(旧西海区水産研究所奄美庁舎)から受精卵の配付を受け、8月12日に水産研究センターでの種苗生産試験と上天草市にある種苗生産場で種苗生産技術移転試験を開始した。 種苗生産試験は、9月11日に平均全長50mm、2.617尾を取り上げた。生残率は7.5%で、過去最高の結果となった。 種苗生産技術移転試験は、配合餌料の過給餌による水質悪化と溶存酸素量の低下が原因と推察される大量へい死が発生したため、8月28日に635尾を取り上げ、試験を終了した。 中間育成試験は、10月6日及び7日に天草市深海町池先に平均全長14.3cm、平均体重30.6gの稚魚568尾を沖出し、開始した。12月末から1月上旬の寒波により大量死が発生したものの、今回初めて、生産した種苗の越冬に成功した。3月26日に生残魚12尾、平均体重749gを取り上げ試験を終了した。	【種苗生産技術移転試験】数か年の試験研究により、当センターが習得した技術や蓄積した知見を民間業者者に円滑に引き継げるように、民間業者の施設を想定した育成技術を開発するための試験。
5	浅海干潟研究部	ハマグリ資源回復に向けた母貝団地造成のための人工種苗生産及び中間育成技術の開発	平成31年(2019年)からハマグリ①人工種苗生産、及び②中間育成技術開発に取り組み、技術改良を重ねてきた。令和2年度(2020年度)の①人工種苗生産では、成熟した親貝から緩慢昇温刺激法を用いて、ほぼ確実に受精卵を得ることができるようになり、得られた孵化幼生をタウンウェリソク、水温33℃、塩分19‰の飼育環境下で約2カ月飼育を行った結果、1.3、5万個の1mm着底稚貝を生産でき、目標の生産個数を達成した。②中間育成技術開発では、この稚貝に対しアラウンウォーターを餌として与えて育成した結果、100日頃の飼育で3、2万個、約2mmの種苗を生産することができた。	【緩慢昇温刺激法】水温20℃からスタートし、1時間に1～2℃のペースで、30℃まで昇温してから精子を添加することで、母貝の産卵を誘発する方法。 【タウンウェリソク】底面がメッシュになった飼育容器に、容器の上の方から飼育水を散水し、飼育水を上方から下方へと循環させる方法。 【アラウンウォーター】珪藻類を主体とする植物プランクトンを培養している海水。茶褐色のためこけと呼ばれる。



発行者:熊本県  
所属:水産研究センター  
発行年度:令和3年度(2021年度)