

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¹⁾²⁾。

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[※]）

（2）調査方法

図1に示す調査期間、調査地点、二枚貝の種類および調査頻度により実施した。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。

（3）分析方法

エライザ法に用いるキットは、大阪府立公衆衛生研究所が開発したPSP-ELISAを使用し³⁾、分析用試料の調製は、食品衛生検査指針（理化学編2005）に準じて実施した⁴⁾。標準液には公定法において4MU/gを示す毒化したカキを用いて測定した。また、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。

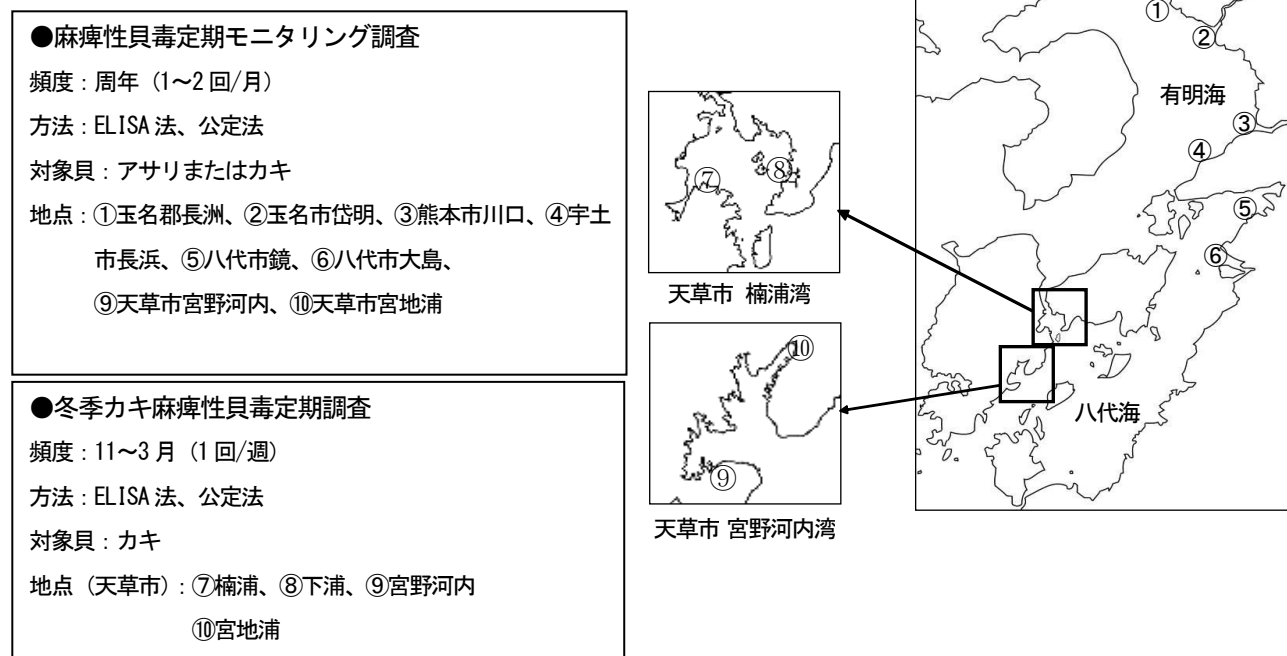


図1 麻痺性貝毒定期調査概要および調査地点

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

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）

有明海では、エライザ法のスクリーニング値である 2MU/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。

八代海においては、2 の冬季カキ麻痺性貝毒定期調査における天草市宮野河内及び宮地浦を除いてはエライザ法のスクリーニング値である 2MU/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）

本調査では令和2年(2020年)2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5検体が、エライザ法のスクリーニング値を超過し、この5検体を公定法により試験したところ、すべての検体で規制値を超えた。

また、令和元年(2019年)11月から令和2年(2020年)3月にかけて、天草市宮地浦地先で採取されたカキ13検体が、エライザ法のスクリーニング値を超過し、このうち公定法による試験で規制値を超えたのは7検体であった。

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	7	0	0	
	②玉名郡岱明	アサリ	2	0	0	
	③熊本市川口	アサリ	19	0	0	
	④宇土市長浜	アサリ	1	0	0	
八代海	⑤八代市鏡	アサリ	7	0	0	
	⑥八代市大島	アサリ	4	0	0	
	⑦天草市楠浦	カキ	20	0	0	
	⑧天草市下浦	カキ	20	0	0	
	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	21	5	5	出荷自主規制(H27.1.16～継続中)
⑩天草市宮地浦	カキ	30	13	7	出荷自主規制(H19.3.6～継続中)	
合計			131	18	12	

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、同漁協は出荷自主規制を継続実施している。

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131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12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2MU/g以下の値であった検体で公定法において4MU/g以上となった検体は無く、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、海域環境の変化や、万が一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、本調査は継続し、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と考えられる。このため、今後は(国研)水産研究・教育機構 中央水産研究所と連携して詳細な調査を行う予定である。

※エライザ法の分析値は、毒成分組成の違いから約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。

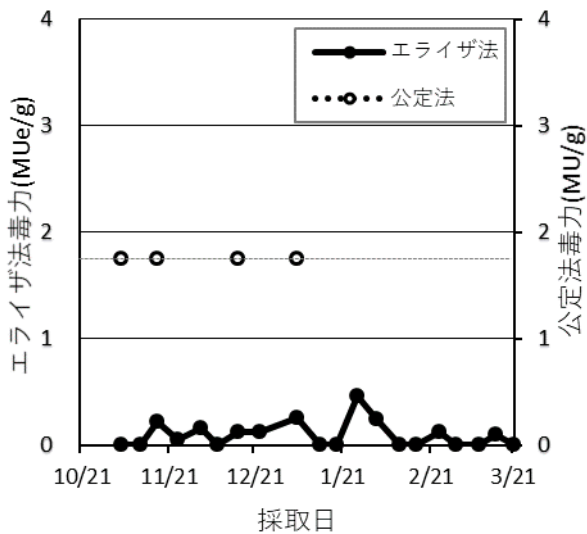


図2 天草市楠浦におけるカキの毒力の推移

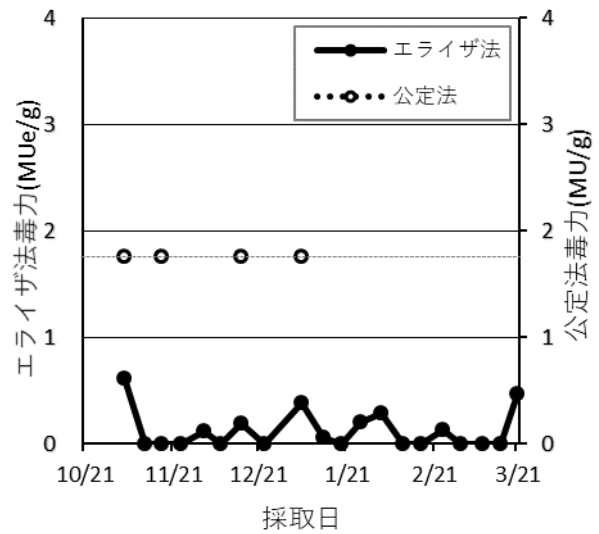


図3 天草市下浦におけるカキの毒力の推移

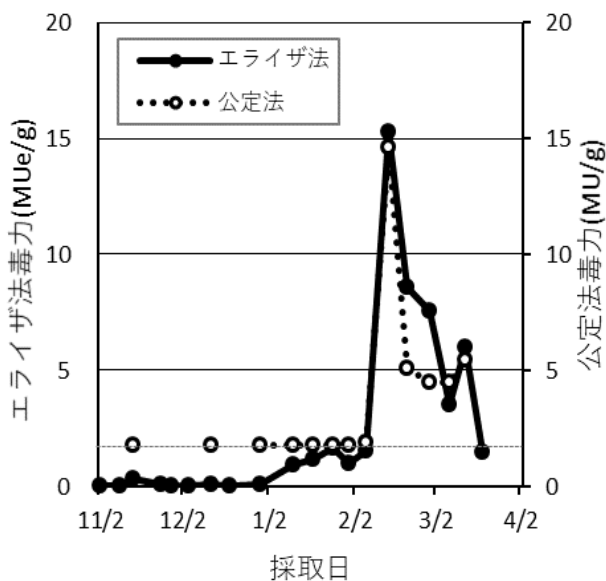


図4 天草市宮野河内におけるカキの毒力の推移

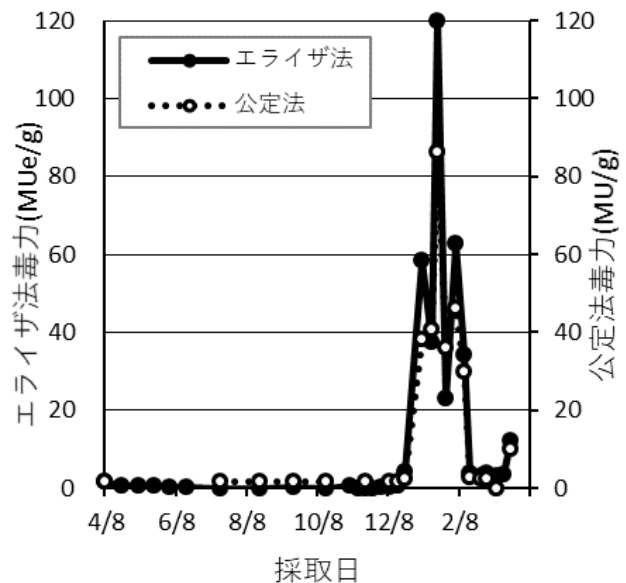


図5 天草市宮地浦におけるカキの毒力の推移

謝 辞

本試験を実施するにあたり、大阪府立公衆衛生研究所から分析キットの提供および分析方法等について御指導御助言を頂きました。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.

水産物安全確保対策事業Ⅱ

(レギュラトリーサイエンス新技術開発事業)

国庫委託
平成 29 (2017) ~
令和元 (2019) 年度

緒 言

現在、麻痺性貝毒のスクリーニングには、ELISA 法や蛍光 HPLC 法が使われているが、漁業現場への普及には、より簡易な手法の開発が必要である。

そこで、イムノクロマト法を利用し、抽出・希釈・混合等の簡易な処理のみで迅速に麻痺性貝毒を分析できる測定キットを開発することを目的とした。

今年度は、令和元年度 (2019 年度) に配布された改良型測定キット (以下、「キット」とする。) を用いて本県海域のマガキを分析し、麻痺性貝毒のスクリーニングに使用できるか検討を行った。

方 法

- 1 担当者 櫻田清成、金棒千明、齋藤剛
- 2 材料および方法

本県海域で採取されたマガキについて、貝毒イムノクロマト-PSP 操作方法 (2017 年 8 月 水研・教育機構中央水産研究所、日水製薬) に従い、キットにより麻痺性貝毒の分析を行った。

キットによる陰陽性の目視判定は、送付された色見本と見比べ、試験部 (T) に陰性を示す強いバンドがみられたものを++、試験部 (T) にバンドが形成されたものを+、試験部 (T) に弱いバンドが形成されたものを±、試験部 (T) にバンドが形成されなかったものを-とし、陰性判定を++、+、±、陽性判定を-として判定した。また、キットの反応結果を数値化するため、判定部をデジタルカメラで画像化し、画像処理ソフト (Image J) で対照部 (C) と試験部 (T) の色の濃さを数値化して、その比 (以下、T/C) を求めた。

(1) 希釈倍率の特定

平成 30 年 (2018 年) 12 月 25 日に天草市新和町地先で採取した公定法毒力 6.85 MU/g のマガキから抽出した液を平成 28 年 (2016 年) 12 月 6 日に同地先で採取した無毒のマガキから抽出した液で 1~5 MU/g 相当となるよう調整した後、キットの専用希釈液を用いて 10~1,000 倍に希釈して分析し、希釈倍率の特定を行った。

(2) 毒力が明らかなマガキを用いた反応性の確認

平成 30 年 (2018 年) 1 月~4 月に採取した毒化したマガキ 15 検体について、スクリーニングレベルを 2MU/g とした場合の反応性を確認するため、2MU/g 相当の毒力が判定できる希釈倍率にマガキ抽出液をキットの専用希釈液を用いて希釈し分析した。

(3) 令和元年度 (2019 年度) 採取サンプルのスクリーニング

平成 31 年 (2019 年) 4 月~令和 2 年 (2020 年) 1 月に採取したマガキ 58 検体について、スクリーニングレベル 2MU/g 相当の判定ができるようキットの専用希釈液を用いて希釈し分析した。

結果および考察

1 希釈倍率の特定

各希釈倍率の分析結果を表1に示す。

現行のPSP-ELISAでは、スクリーニングレベルを2MU/g相当としている。本キットでも同様に2MU/g相当でスクリーニングを行うためには、2MU/g以上の毒力で陽性判定、1MU/g以下の毒力で陰性判定となるような希釈倍率を特定する必要がある。今回の結果から、1MU/g以下の毒力で陰

性判定となる希釈倍率は200倍以上であり、2MU/g以上の毒力で陽性判定となる希釈倍率は250倍以下であることから、キットによりスクリーニングレベル2MU/g相当を判別するためには、マガキ抽出液をキットの専用希釈液を用いて200～250倍に希釈する必要があることが明らかとなった。

また、キットの反応結果を数値化して算出したT/C値は、希釈倍率により設定した毒力相当を基準として、値が大きくなれば反応結果が陰性、逆に値が小さくなれば反応結果が陽性であることを意味している。希釈倍率200倍、250倍のT/C値をみると、1MU/g相当と2MU/g相当の差は、希釈倍率200倍では0.142、250倍では0.161であり、希釈倍率250倍の方がより明確な反応であった。これらのことから、キットにより2MU/g相当を判定するためには、希釈倍率を250倍とする必要があると判断された。

表1 イムノクロマトキットにおける各希釈倍率の分析結果

毒力 (MU/g)	希釈倍率												
	10	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	1000
5MU/g相当	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	±	±
	0.052	0.030	0.086	0.013	0.022	0.104	0.106	0.055	0.028	0.040	0.071	0.228	0.290
4MU/g相当	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	±	±	±
	0.047	0.089	0.042	0.091	0.099	0.043	0.102	0.052	0.095	0.031	0.163	0.149	0.219
3MU/g相当	—	—	—	—	—	—	—	—	±	±	±	±	+
	0.034	0.093	0.069	0.029	0.085	0.083	0.124	0.104	0.189	0.258	0.174	0.105	0.289
2MU/g相当	—	—	—	—	—	±	±	±	±	+	+	+	+
	0.027	0.020	0.037	0.082	0.091	0.185	0.232	0.242	0.196	0.157	0.128	0.352	0.406
1MU/g相当	—	—	—	±	±	±	+	+	+	+	+	+	++
	0.042	0.097	0.099	0.224	0.252	0.282	0.333	0.556	0.420	0.311	0.334	0.438	0.769
無毒抽出 試料	+	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
	0.369	0.862	1.167	1.016	0.831	1.722	1.721	0.856	0.573	0.734	0.935	0.535	1.697
付属希釈液	++												
	1.745												

※ 上段は目視判定、下段はT/C値

2 毒力が明らかなマガキを用いた反応性の確認

毒力が明らかなマガキ15検体の分析結果を表2に示す。

スクリーニングレベル2MU/g相当の反応性を確認するため、250倍に希釈し分析を行った結果、公定法での毒力は 2.15 MU/gであったが、キットの判定では陰性と判断された偽陰性の1検体（図1、No. 2064、目視判定±、T/C値0.07）以外は、公定法の分析結果と同様の判定が可能であった（表3）。偽陰性のNo. 2064は、明確な反応が確認できない±であり、実際の毒力は 2.15 MU/gとスクリーニングレベルに近い値であった。判定が±となった他の2検体（No. 2053、2075）をみると、T/C値が 0.08、0.07 と2MU/g相当に近い毒力と推定することができ、実際の毒力も2MU/gに近い値（No. 2053：1.95MU/g、No. 2075：1.98 MU/g）であった。また、T/C値と公定法の分析結果の比較（図2）から得られた近似式（ $R^2=0.3799$ 、 $y=0.0698e^{-0.025x}$ ）により2MU/g相当のT/C値は0.07と算出された。これらのことから、キットによる本県マガキの分析では、明確な反応が確認できない±であった場合、T/C値を含めて評価することで、毒力がスクリーニングレベルに近い検体であると推定できることが示唆された。

表2 毒力が既知のサンプル（15検体）の分析結果

サンプル No.	ELISA (MU/g)	HPLC (MU/g)	MBA (MU/g)	H30年度		令和元年度	
				T/C	目視	T/C	目視
2012	1.45	2.94	2.01	0.13	—	0.10	—
2013	5.26	7.18	3.57	0.03	—	0.07	—
2020	5.59	7.60	3.52	0.05	—	0.05	—
2026	5.06	6.02	3.39	0.10	—	0.07	—
2030	4.65	10.20	3.80	0.03	—	0.04	—
2036	2.71	4.23	3.19	0.13	—	0.04	—
2040	3.30	4.07	2.31	0.06	—	0.09	—
2045	3.68	8.74	2.67	0.01	—	0.02	—
2052	20.63	33.95	37.21	0.02	—	0.03	—
2053	1.55	2.41	1.95	0.29	—	0.08	±
2056	3.92	9.65	3.50	0.00	—	0.04	—
2063	2.48	6.43	2.17	0.18	—	0.05	—
2064	2.22	4.71	2.15	0.08	—	0.07	±※
2066	3.93	4.79	2.38	0.05	—	0.07	—
2075	2.35	3.13	1.98	0.07	—	0.07	±

※：偽陰性

表3 毒力が既知のサンプル（15検体）の目視判定結果

サンプルNo. 2012-2075

MBA (MU/g)	判定毒力 (MU/g)	目視判定（×250）				計
		++	+	±	—	
4.0≤	4≤				1	1
3.5-3.9	3-4				4	4
3.0-3.4	3-4				2	2
2.5-2.9	2-3				1	1
2.0-2.4	2-3			1	4	5
N. D.	<2			2		2
合計		0	0	3	12	15

偽陰性

3 令和元年度（2019年度）採取サンプルのスクリーニング

平成31年（2019年）4月～令和2年（2020年）1月に採取したマガキの分析結果を表4に示す。

令和元年度（2019年度）に採取したマガキ58検体を2MU/g相当でスクリーニングするため、250倍に希釈し分析した。その結果、PSP-ELISAの分析結果を基準とすると、陰性または陽性の両方の判定が想定される1.1-1.9MU/g相当に含まれる3検体を除き、1MU/g相当以下で陰性判定が想定される49検体、2MU/g相当以上で陽性判定が想定される6検体の計55検体については、キットにより適切にスクリーニングされたことが確認された（表5）。

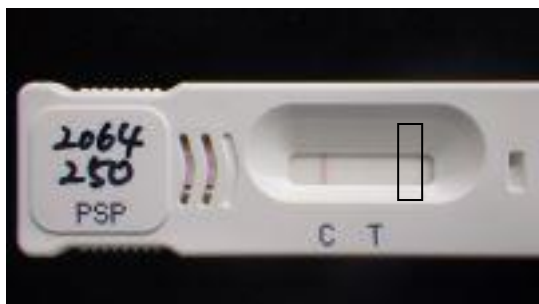


図1 No. 2064 の分析結果

※ □ : 試験部 (T) に形成された弱い (不明確な) ライン

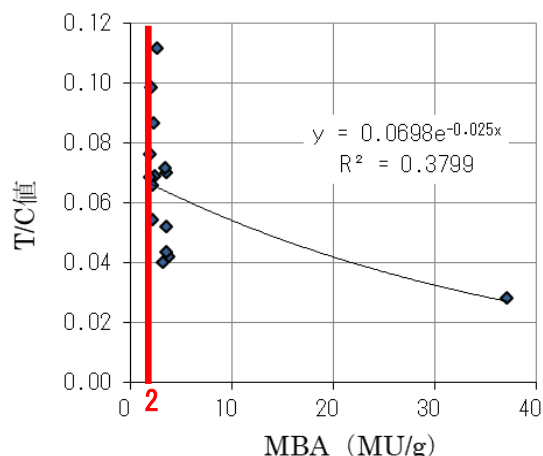


図2 T/C 値 (250 倍) と MBA の比較図

4 まとめ

キットによる麻痺性貝毒の分析については、平成29年度（2017年度）から実施した本事業により、従来のELISA法や蛍光HPLC法による機器分析に比べ操作が簡易であり、また、本県海域のマガキのスクリーニングも適切に判定されていることから、有効な麻痺性貝毒の分析手法であることが示された。

一方で、キットは、製造ロット毎にキットの反応性が変わるため、製造ロットが変わる度に希釈倍率を特定する必要があること。また、明確な判定ができない毒力帯があることや、前処理の簡素化など、対応が必要な課題も明らかとなった。

現在、本県における麻痺性貝毒の検査体制は、ELISA法によるスクリーニングを実施しており、分析手法の簡素化や試薬の安定供給など、いくつかの課題はあるが、分析結果は明確である。このため貝毒発生未然防止を図るための現体制を変更し、キットを導入する必要性は低いが、キットの持つ課題が解消され、より簡易な新たなスクリーニング体制の構築が必要となった場合には、キットによる検査体制の導入の有効性もあると考えられる。

表4 令和元年度に採取したマガキのELISAおよびキットによる分析結果

サンプル No.	ELISA (MU/g)	キット分析		サンプル No.	ELISA (MU/g)	キット分析	
		T/C	目視判定			T/C	目視判定
2215	6.69	0.07	—	2280	0.17	1.07	++
2219	1.77	0.16	—	2282	0.00	0.67	++
2226	0.67	0.19	+	2283	0.00	0.19	+
2234	0.81	0.93	++	2284	0.00	1.09	++
2242	0.34	0.43	+	2285	0.22	0.57	+
2246	0.33	0.50	+	2286	0.19	1.02	++
2250	0.00	1.22	++	2287	0.13	0.54	++
2252	0.00	1.63	++	2288	0.11	0.90	++
2255	0.15	0.74	++	2289	0.57	0.36	+
2257	0.00	0.94	++	2291	0.00	1.34	++
2259	0.61	0.82	++	2292	4.00	0.10	—
2260	0.00	0.75	++	2293	0.13	0.73	++
2261	0.55	0.99	++	2294	0.00	0.82	++
2262	0.00	0.59	++	2295	58.30	0.04	—
2263	0.00	1.01	++	2296	0.26	0.81	++
2264	0.00	0.86	++	2297	0.38	1.01	++
2265	0.00	0.64	++	2298	0.11	0.97	++
2267	0.00	0.66	++	2300	0.00	1.04	++
2268	0.31	0.42	+	2301	0.06	0.62	++
2269	0.22	0.43	+	2302	0.96	0.12	±
2270	0.00	1.14	++	2303	37.48	0.04	—
2271	0.00	0.82	++	2304	0.00	0.20	+
2273	0.09	0.62	++	2305	0.00	0.55	++
2274	0.00	0.78	++	2306	120.00	0.08	—
2275	0.05	0.55	++	2307	1.18	0.13	±
2276	0.00	0.98	++	2308	0.21	0.53	++
2277	0.03	1.10	++	2309	0.46	0.74	++
2278	0.23	0.83	++	2310	1.66	0.10	±
2279	0.12	0.82	++	2311	23.13	0.01	—

表5 令和元年度に採取したマガキの目視判定結果

サンプルNo. 2215-2311

ELISA (MU/g)	判定毒力 (MU/g)	目視判定 (×250)				
		++	+	±	—	
4.0 ≤	4 ≤				6	6
3.5-3.9	3-4					0
3.0-3.4	3-4					0
2.5-2.9	2-3					0
2.0-2.4	2-3					0
1.1-1.9	<2			2	1	3
≤1.0	<2	39	9	1		49
合計		39	9	3	7	58

水産物安全確保対策事業Ⅲ

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、天草地区漁業士会の要望を受け、水産加工場において HACCP に関する講習および衛生管理の指導を行った。

方法と結果

1 担当者 櫻田清成、金棒千明、齋藤 剛

2 方法

一般衛生管理および HACCP 制度化に関する講習会および現地指導

(1) 実施日 令和元年 (2019 年) 11 月 9 日 (土)

(2) 実施場所 熊本県海水養殖漁業協同組合栖本事業所加工場

(3) 対象者 熊本県海水養殖漁業協同組合職員 1 名、天草地区漁業士会漁業士 2 名
尚綱大学・尚綱大学短期大学部学生 17 名

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 の概要について、スライド (図 1) により説明し、衛生管理の必要性や HACCP の制度化について周知した。

また、水産加工の状況を視察し、マニュアルに基づき行われている加工場内の清掃や使用器具等の消毒、作業員の手洗いやエアシャワーによるゴミ、髪等の除去など、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、現地指導を行った加工場は、HACCP 管理に則った適切な衛生管理が行われていたが、今後とも指導等により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。

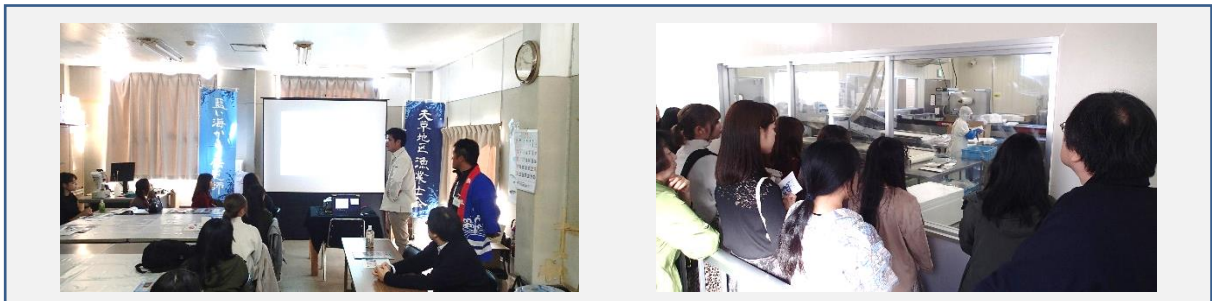


図 1 HACCP に関する講習会 (左) および現地視察の状況 (右)

県 単
水産物付加価値向上事業 I （平成 26（2014）～
 令和元（2019）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に取り組んだ。

方 法

- 1 担当者 金棒千明、櫻田清成、齋藤 剛
- 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 22 件、延べ 33 名、延べ 15 品目であった。月毎の主な内容を表 1 に示した。なお、オープンラボで行われた試作等の後、「ヒトエグサ佃煮」の 1 品が商品化された。

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	冷凍ヒトエグサの細菌検査	漁協	
5 月	ヒジキの粉碎処理	漁協	
6 月	シカメガキ急速冷凍	漁協	
7 月	食品表示ラベルについての相談	漁協	
9 月	イワシ節異物に関する相談	県内加工業者	
10 月	アミの加工に関する相談	漁協	
11 月	ブリの冷燻製に関する相談	漁協	
12 月	ヤマメのすり身試作	県内加工業者、市町村	
1 月	アジアカエビ食品表示相談	県内加工業者	
2 月	ヒトエグサ佃煮の細菌検査	漁業者	商品化
	熟成マダイの冷凍試験	漁協	



県内加工業者および市町村
 （ヤマメのすり身試作）



漁業者
 （ヒトエグサ佃煮の細菌検査）

図 1 オープンラボを活用し、試作や試験を行う利用者

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）

県 単
令和元（2019）
～令和5（2023）年度

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¹⁾とされており、概ね産卵前の身の脂肪量が増加した時期²⁾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り、本県海域の九州西岸域から対馬周辺においては、4～5月が産卵盛期とされている³⁾。また、内湾の有明海・八代海、外洋の天草海等本県海域の各地先のマアジは、旬と産卵前の時期が一致しない可能性があり、これまで未検討であった。

このため、電気抵抗（以下「インピーダンス」という）による非破壊での脂肪率簡易測定法を用いて、従来法であるソックスレー法と併せて本県マアジの旬を明らかにす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) 体測等

分析に用いたマアジは、天草市天草町、新和町、五和町の3地先で令和元年（2019年）6月から10月にかけて、一本釣りで合計11回漁獲された112尾をサンプルとした。マアジは、現地で即殺し、翌日水研センターに到着後直ちに魚体温度、インピーダンス、全長、尾又長、体重を測定した。その後、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。

(2) インピーダンスの測定

インピーダンスの測定は、魚用品質状態判別装置（大和製衡株式会社製 Fish Analyzer™ PRO DFA110）を用い、マアジの第一背鰭と第二背鰭の下部の側線よりやや上部（図1）に電極を当て、5kHz、100kHzのインピーダンスをそれぞれ3回行った。インピーダンスの測定結果から、重回帰分析により粗脂肪率を推定する予測式を作成した。

また、当該装置に表示される粗脂肪率（20kHz、50kHz、100kHzのインピーダンスによる予測式から推定）を3回測定した。

(3) 水分および粗脂肪の測定

11回の漁獲のうち、体重200～400g程度のサンプルを各漁獲日で3～6尾抽出し、天草町23尾、新和町28尾、五和町7尾の計58尾を水分の測定に用いた。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、半身を-40℃で4～8か月程度保管した後、解凍後に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、水分率を算出した。

また、水分の測定に用いたサンプル58尾のうち、天草町6尾、新和町8尾、五和町3尾の計17尾については、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、重量法により粗脂肪率を算出した。

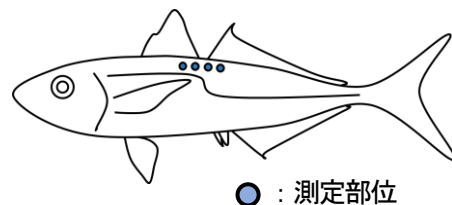


図1 インピーダンス測定部位

結果および考察

1 体測結果

体測の結果を表1に示す。

マアジ112尾の測定結果は、性比(雄:雌)45:67、全長23.5~42.0cm(平均31.3cm)、尾叉長21.2~37.0cm(平均28.0cm)、魚体温度4.7~16.5°C(平均8.9°C)、体重137.3~596.1g(平均297.6g)生殖腺重量0.1~28.0g(平均3.4g)、GSI 0.0~9.2(平均1.2)であった。

産地別で天草町は性比(雄:雌)22:19、全長27.0~37.0cm(平均32.1cm)、尾叉長24.0~33.0cm(平均28.6cm)、魚体温度4.7~16.5°C(平均10.7°C)、体重168.4~450.1g(平均297.2g)生殖腺重量0.3~7.7g(平均2.2g)、GSI 0.1~2.3(平均0.7)であった。

新和町は、性比(雄:雌)13:38、全長23.5~37.0cm(平均30.5cm)、尾叉長21.2~33.5cm(平均27.3cm)、魚体温度5.5~10.3°C(平均7.7°C)、体重137.3~523.8g(平均286.5g)生殖腺重量0.1~11.5g(平均1.7g)、GSI 0.0~2.6(平均0.6)であった。

五和町は、性比(雄:雌)10:10、全長26.0~42.0cm(平均31.9cm)、尾叉長23.0~37.0cm(平均28.5cm)、魚体温度4.9~10.3°C(平均8.3°C)、体重153.1~596.1g(平均326.8g)生殖腺重量1.2~28.0g(平均9.9g)、GSI 0.2~9.2(平均3.7)であった。

マアジの性比については、鹿児島県水産技術開発センターが市場調査した結果、雌雄がほぼ同数であったとの報告があり、⁴⁾天草町は♂:♀=22:19、五和町は♂:♀=10:10で同様の結果であったが、新和町では、♂:♀=13:32と雌に大きく偏っていた。新和町の性比の偏りは、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、今回の調査結果では原因の特定には至らなかった。

2 インピーダンスの測定

マアジ112尾の5kHzインピーダンスは、103.7~351.3Ω(平均233.8Ω)であり、産地別では、天草町は103.7~338.3Ω(平均217.7Ω)、新和町は136.3~351.3Ω(平均246.4Ω)、五和町は163.3~336.3Ω(平均234.6Ω)であった。

また、100kHzインピーダンスは、56.7~217.7Ω(平均103.6Ω)であり、産地別では、天草町は56.7~125.3Ω(平均90.1Ω)、新和町は61.7~217.7Ω(平均118.2Ω)、五和町は65.3~174.0Ω(平均93.8Ω)であった。

3 水分および粗脂肪の測定

マアジ58尾の水分率は、61.2~79.4%(平均73.1%)であり、産地別では、天草町(23尾)は70.8~77.4%(平均74.4%)、新和町(28尾)は61.2~78.9%(平均71.8%)、五和町(7尾)は67.3~79.4%(平均74.0%)であった。

また、ソックスレー法によるマアジ17尾の粗脂肪率は、0.3~14.1%(平均3.7%)であり、産地別では、天草町(6尾)0.3~6.5%(平均2.4%)、新和町(8尾)0.4~14.1%(平均5.3%)、五和町(3尾)0.8~3.4%(平均2.4%)であった。

水分率と粗脂肪率の相関(図2)をみると、今回分析を行った17尾については、決定係数が $R^2=0.97$ で強い正の相関がみられ、産地別でも、天草町: $R^2=0.94$ 、新和町: $R^2=0.98$ 、五和町: $R^2=1.00$ であり、回帰式による有意な推定が可能と判断された。

そこで、マアジ17尾の粗脂肪率と水分率の回帰式(粗脂肪率) = $-1.0659 \times$ (水分率) + 0.82 から推定したマアジ58尾の粗脂肪率について、以下のとおりインピーダンスと比較検討を行った。

表1 マアジの体測結果

	漁獲日	雌雄	尾数 (尾)	全長 (cm)	尾叉長 (cm)	魚体温度 (°C)	体重 (g)	生殖腺 重量 (g)	GSI
全体	—	♂	45	31.2	27.8	9.5	285.9	2.6	0.9
				3.7	3.4	2.8	112.6	2.3	0.7
	—	♀	67	31.4	28.1	8.5	305.4	3.8	1.4
				3.3	3.1	2.4	91.5	6.2	2.2
天草町	R1. 6. 28	♂	6	32.9	28.6	7.2	299.3	1.9	0.6
				0.5	1.8	1.0	23.2	1.5	0.5
		♀	4	32.6	29.3	5.6	332.1	5.5	1.7
				0.2	0.5	0.5	6.5	2.2	0.7
	R1. 7. 17	♂	7	31.5	28.0	10.3	267.9	1.6	0.6
				0.5	0.7	1.5	18.1	1.1	0.4
		♀	5	31.0	27.6	10.7	265.6	1.2	0.5
				1.2	1.2	1.2	30.7	1.0	0.5
	R1. 7. 30	♂	7	30.9	27.7	14.8	242.0	2.4	0.9
				2.3	2.1	0.6	43.6	1.9	0.5
		♀	4	31.3	27.8	15.3	266.5	2.1	0.8
				2.2	2.2	1.3	68.8	0.6	0.3
	R1. 9. 3	♂	2	35.5	32.3	11.1	420.5	1.9	0.5
				1.5	0.8	0.0	11.8	0.9	0.2
		♀	6	33.4	30.2	10.0	376.0	1.6	0.4
				1.2	1.6	0.7	48.6	0.9	0.2
新和町	R1. 6. 28	♂	6	27.6	25.0	8.2	228.0	2.8	0.9
				4.3	4.4	0.8	110.4	4.0	0.8
		♀	8	27.3	24.7	6.8	210.6	0.9	0.4
				3.4	3.6	1.0	75.4	0.5	0.3
	R1. 7. 17	♀	11	30.5	27.0	7.0	283.5	1.3	0.5
				2.0	1.7	0.6	39.3	0.9	0.3
	R1. 7. 29	♂	5	29.9	26.5	8.2	229.9	1.4	0.7
				2.5	1.9	1.0	39.8	0.9	0.6
		♀	6	32.1	29.1	9.2	301.7	2.2	0.8
				1.5	1.4	0.4	62.3	0.6	0.2
	R1. 8. 23	♂	1	37.0	33.5	10.3	523.8	6.6	1.3
				—	—	—	—	—	—
		♀	7	32.3	29.1	8.8	364.0	1.9	0.5
				2.2	2.1	0.6	67.9	0.5	0.1
	R1. 9. 27	♂	1	34.5	30.5	5.9	372.0	3.6	1.0
				—	—	—	—	—	—
♀		6	32.9	29.0	6.7	339.1	1.0	0.3	
			2.3	2.2	0.8	62.2	0.5	0.1	

五和町	R1. 6. 21	♂	7	28.3	25.4	7.3	215.7	4.4	2.0
				1.9	2.1	1.4	58.0	2.2	0.5
		♀	8	30.8	27.4	8.3	281.7	19.2	7.1
				4.7	3.9	1.2	125.6	6.2	1.3
	R1. 10. 2	♂	3	38.7	34.3	9.3	579.0	3.2	0.5
				0.6	0.9	0.2	21.7	1.1	0.2
		♀	2	38.5	35.0	10.2	517.9	2.4	0.5
				2.0	2.0	0.1	51.6	1.2	0.3

※ 全長以降の枠内上段：平均値、下段：標準偏差

水分率から推定したマアジ 58 尾の粗脂肪率は、0.0～16.7%（平均 4.2%）であり、産地別では、天草町 0.0～6.5%（平均 2.7%）、新和町 0.0～16.7%（平均 5.6%）、五和町 0.0～10.3%（平均 3.6%）であった。5kHz インピーダンスと粗脂肪率の相関（図 3）をみると、58 尾全体では決定係数 $R^2=0.42$ 、天草町は $R^2=0.00$ 、新和町は $R^2=0.68$ 、五和町は $R^2=0.16$ であり、58 尾全体および新和町以外は粗脂肪率と 5kHz インピーダンスの間に有意な相関はみられなかった。

また、100kHz インピーダンスと粗脂肪率の相関（図 4）は、58 尾全体では正の相関（ $R^2=0.69$ ）があり、産地別では、新和町は $R^2=0.81$ 、五和町は $R^2=0.70$ で強い正の相関がみられたが、一方で天草町は決定係数 $R^2=0.02$ で相関はなく、産地により異なる結果となった。

次に、粗脂肪率を目的変数、5kHz、100kHz 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 2 に示す。

58 尾全体では、5kHz、100kHz を説明変数とする重回帰分析における自由度調整済み決定係数は $R^2=0.78$ であり、5kHz および 100kHz のそれぞれの単回帰式より精度の高い予測式が得られた。産地別で新和町は自由度調整済み決定係数が $R^2=0.82$ 、五和町は自由度調整済み決定係数が $R^2=0.72$ で 100kHz の単回帰式より僅かに精度の高い予測式となった。一方で、天草町は、5kHz、100kHz が有意な説明変数とはならず、重回帰分析による予測式は得られなかった。

今回使用した魚用品質状態判別装置には、20kHz、50kHz、100kHz の 3 つのインピーダンスを測定し、他県海域のマアジの知見を基に作成した予測式（非公表）により粗脂肪率を推定する機能が備わっている。粗脂肪率と、この 3 周波数により推定した粗脂肪率の相関（図 5）をみると、58 尾全体では決定係数 $R^2=0.80$ 、新和町は $R^2=0.88$ 、五和町は $R^2=0.87$ と強い正の相関がみられた。一方で天草町は、5kHz、100kHz の単回帰、重回帰と同様に相関はなかった（ $R^2=0.08$ ）。

天草町のマアジの粗脂肪率と 100kHz インピーダンスの相関を図 6 に示す。

天草町のマアジの粗脂肪率は、6月 28 日は 0.0～2.4%（平均 0.7%）、7月 11 日は 0.0～5.8%（平均 1.9%）、7月 29 日は 0.8～5.3%（平均 2.8%）、9月 3 日は 3.4～6.5%（平均 4.8%）であった。また、100kHz インピーダンスは、6月 28 日は 93.7～102.3Ω（平均 98.3Ω）、7月 11 日は 73.3～101.7Ω（平均 93.8Ω）、7月 29 日は 71.0～87.7Ω（平均 79.1Ω）、9月 3 日は 73.0～95.3Ω（平均 87.5Ω）であった。

天草町の各漁獲日における粗脂肪率と 100kHz インピーダンスの相関をみると、6月 28 日のサンプルは決定係数 $R^2=0.40$ で正の相関、7月 28 日は $R^2=0.74$ で強い正の相関がみられたが、7月 11 日は $R^2=0.20$ 、9月 3 日は $R^2=0.00$ で相関はみられなかった。

天草町のサンプルにおいて、漁獲日により粗脂肪率とインピーダンスの相関にばらつきがあった理由について以下のように考察した。

インピーダンスが高いということは、相対的に粗脂肪率も高いということを意味する。一方で、インピー

ダンスは、水揚げ後の経過時間が長くなれば値が増加し、魚体温度が高いと値が減少するなど、粗脂肪率以外の要因によっても影響を受ける。⁵⁾

今回の天草町の4回のサンプルのうち、6月28日のサンプルは、インピーダンスが最も高く、粗脂肪率は最も低い値であり、7月29日のサンプルはインピーダンスが最も低い、粗脂肪率は6月28日および7月11日のサンプルより高かった。魚体温度をみると、6月28日のサンプルは5.4~8.3℃(平均7.0℃)、7月11日は8.3~11.1℃(平均10.3℃)、7月29日は13.5~16.5℃(平均15.4℃)、9月3日は8.7~11.1℃(平均10.3℃)で、7月29日のサンプルは他のサンプルよりも5~8℃ほど高かった。このため、7月29日のインピーダンスが6月28日、7月11日より低い値となったと考えられた。

また、新和町、五和町のサンプルは、活魚の状態から即殺・梱包後、直ちに発送されているが、天草町のサンプルは、活魚の状態から即殺・梱包後、翌朝の競りを経て発送されている場合があった。このため、分析までの経過時間が長く、通常の実験までの経過時間と最大24時間の差が生じていたため、インピーダンスが高い値になってしまった可能性が考えられた。これらのことから、今回の天草町のサンプルについては、インピーダンスによる粗脂肪率の推定が困難になったのではないかと考えられた。

今回の結果から、新和町および五和町で水揚げされるマアジについては、インピーダンスにより有意に粗脂肪率の推定ができた。粗脂肪推定の精度は、100kHz<5kHz・100kHz 重回帰式<20kHz・50kHz・100kHz 予測式であり、魚用品質状態判別装置により非破壊で精度の高い粗脂肪率の推定が可能であることがわかった。

一方で、天草町のように、サンプルの条件によってはインピーダンスでの粗脂肪率の推定が困難となる場合があることも示された。荷捌きの現場でインピーダンスによる粗脂肪測定を活用するためには、粗脂肪漁獲に関するデータの蓄積を進め、即殺後の経過時間や魚体温度に関する条件を標準化し、インピーダンス測定時の適切な魚用品質状態判別装置の使用条件を整理する必要があると考えられた。

マアジ58尾の粗脂肪率の推移を図7に、GSIの推移を図8に示す。

今回分析したマアジ58尾の粗脂肪率は平均4.2%(0.0~16.7%)であり、粗脂肪率が最も高かったのは、8月23日に漁獲されたマアジで、平均8.8%(1.8~15.2%)であった。一方で、GSIは、調査期間の平均は1.0(0.0~9.2)で、6月21日に漁獲されたマアジが最も高く平均5.6(1.7~9.2)であった。その後は低調に推移し、調査期間を通じて概ね平均1.0を下回った。

マアジの場合、粗脂肪率の挙動は、産卵などの内的要因よりも、水温や餌料の多寡などの外的要因に支配されるとの報告がある。⁶⁾ 今回の結果は、この報告を支持する内容であり、本県海域で漁獲されるマアジは、春~初夏の4~6月に産卵し、旬は夏で、8月に粗脂肪率がピークとなると推察された。

産地別に調査期間の粗脂肪率をみると、天草町では平均2.7%(0.0~6.5%)、新和町では平均5.6%(0.0~16.7%)、五和町では平均3.6%(0.0~10.3%)で、新和町が天草町の約2倍、五和町の約1.5倍高い値であった。マアジは、沖合域、沿岸域といった生息場所によって魚体の色調や形状に特性があり、⁷⁾ また、一般に、沖合域よりも沿岸域の方が粗脂肪率は多いと言われている。このことから天草町に水揚げされたマアジは沖合域の天草海で、新和町および五和町で水揚げされたマアジは、沿岸域で漁獲されたマアジの特性を示すものと考えられた。

表2 粗脂肪および水分の分析結果 (17尾)

	尾数 (尾)	ソックスレーによる 粗脂肪率 (%)	水分率 (%)	単回帰分析 の決定係数 ^{※1}	p-value
全体	17	3.9	73.3	0.97	<0.01
		4.0	3.7		
天草町	6	2.7	74.2	0.94	<0.01
		2.1	2.2		
新和町	8	5.3	71.9	0.98	<0.01
		5.1	4.5		
五和町	3	2.4	75.4	1.00	<0.05
		1.1	1.4		

※1 水分率と粗脂肪率（ソックスレー）の回帰漁獲における決定係数

表3 水分およびインピーダンスの分析結果 (58尾)

	雌雄	尾数 (尾)	水分率 (%)	粗脂肪率 (推定値) (%) ^{※2}	インピーダンス 5kHz (Ω)	インピーダンス 100kHz (Ω)	粗脂肪率 3周波数 (%) ^{※3}
全体	♂	21	74.0	3.1	228.7	100.2	6.3
			3.7	3.9	53.7	35.9	6.0
	♀	37	72.6	4.5	236.3	105.1	7.8
			4.0	4.3	45.5	31.4	7.3
天草町	♂	10	75.1	1.9	208.0	87.8	5.0
			1.9	1.9	32.8	10.8	2.1
	♀	13	73.9	3.0	224.1	91.1	4.3
			2.1	2.0	32.8	8.4	2.4
新和町	♂	8	71.8	5.4	260.4	123.4	9.2
			4.6	5.1	64.1	48.3	8.5
	♀	20	71.8	5.3	239.4	112.3	9.6
			4.6	5.2	47.8	36.3	8.5
五和町	♂	3	76.7	1.3	213.2	79.4	3.0
			2.2	1.7	35.4	5.7	1.7
	♀	4	71.9	5.1	260.6	114.8	10.0
			4.2	3.4	55.5	36.3	7.7

※2 水分率と粗脂肪率（ソックスレー）の回帰式から推定した粗脂肪率

※3 20、50、100kHzのインピーダンス測定値から推定した粗脂肪率

表4 5kHz、100kHz インピーダンスによる重回帰分析の結果

	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
58尾全体	5kHz	$-3.0 \times 10^{-4} \pm 7.5 \times 10^{-5}$	0.78	<0.01
	100kHz	$1.2 \times 10^{-4} \pm 1.7 \times 10^{-4}$		
新和町	5kHz	$-2.6 \times 10^{-4} \pm 1.1 \times 10^{-4}$	0.82	<0.01
	100kHz	$1.1 \times 10^{-3} \pm 2.2 \times 10^{-4}$		
五和町	5kHz	$-5.7 \times 10^{-4} \pm 1.3 \times 10^{-4}$	0.72	<0.01
	100kHz	$1.7 \times 10^{-3} \pm 3.0 \times 10^{-4}$		

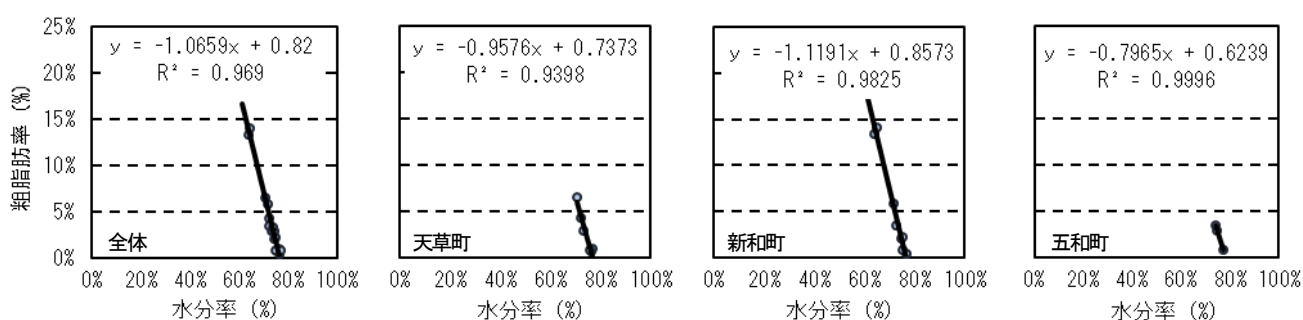


図2 粗脂肪率と水分率の関係

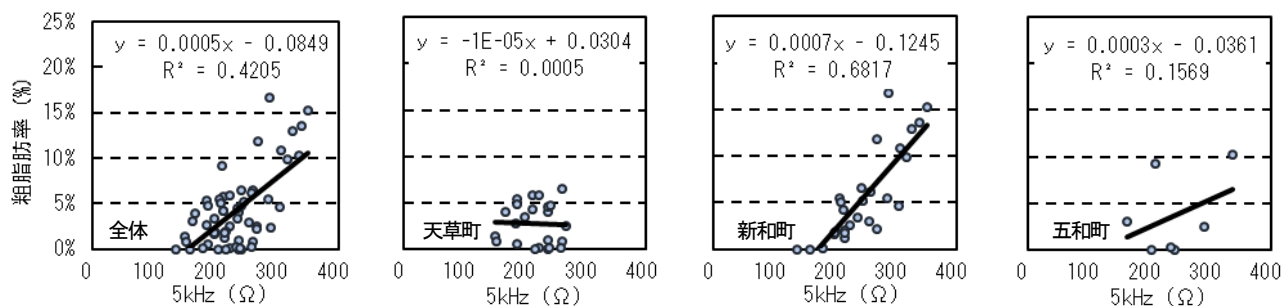


図3 粗脂肪率と5kHz インピーダンスの関係

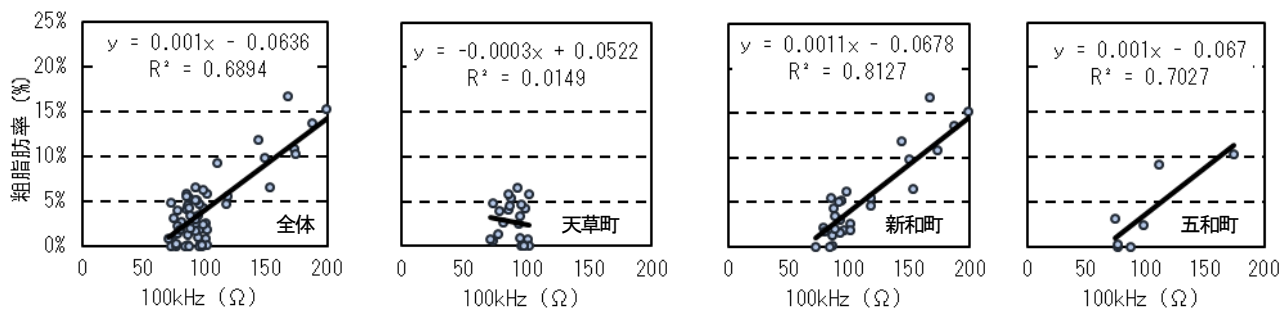


図4 粗脂肪率と100kHz インピーダンスの関係

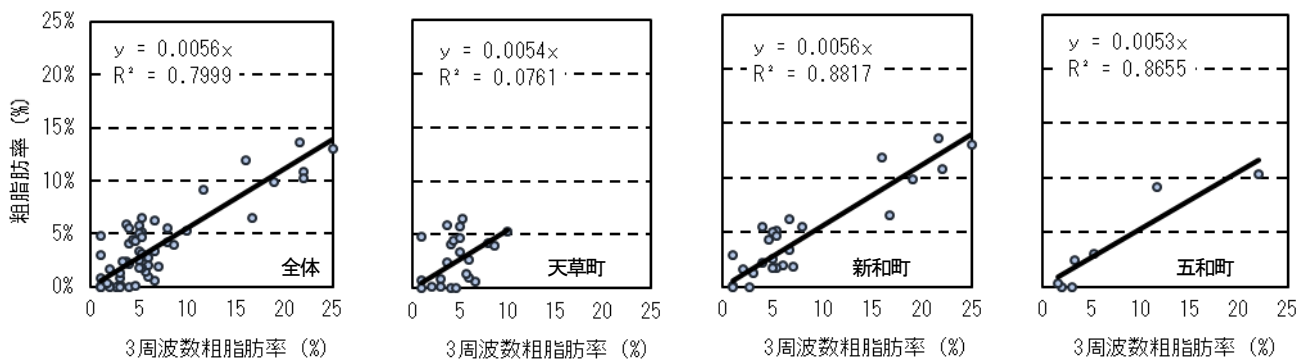


図5 粗脂肪率と3周波数から推定した粗脂肪率の関係

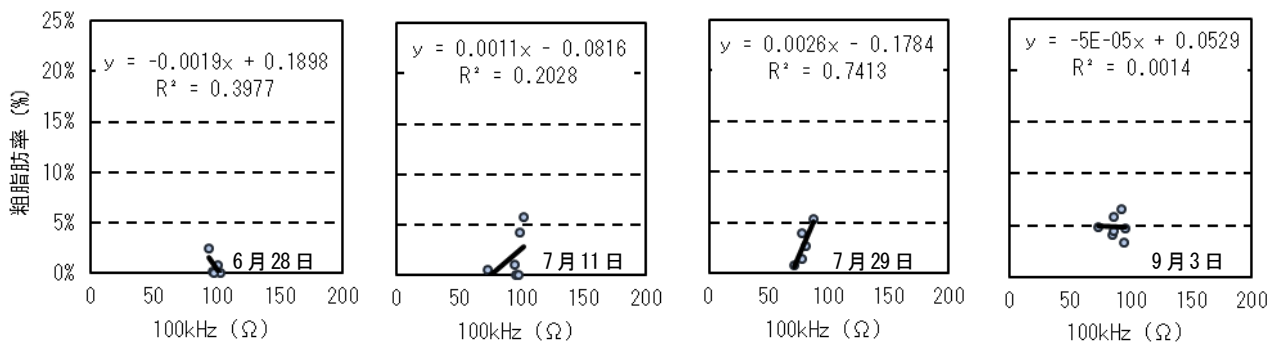


図6 天草町のマアジの各漁獲日における粗脂肪率と100kHz インピーダンスの関係

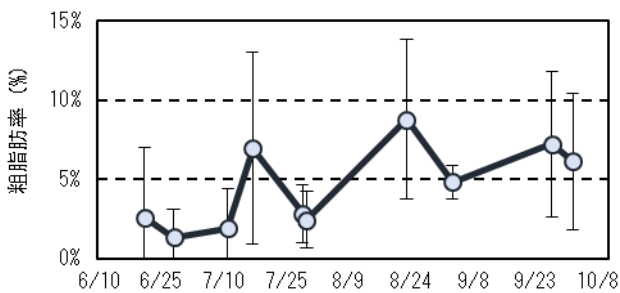


図7 粗脂肪率の推移

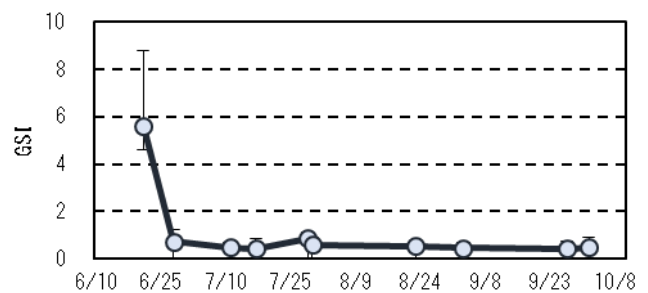


図8 GSIの推移

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. (2006) 猫も知りたい魚の味. (株) 新生社 17-19
- 3) 西田宏. (2006) マアジとマイワシの繁殖生態. 水研セ研報 別冊4:113-118
- 4) 鹿児島県水産技術開発センター. (2013) 屋久島のハマトビウオはオスばかり?. うしお 第336号:1
- 5) 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
- 6) 大迫一史 山口陽 清原満 野崎征宣. (2001) マアジ肉のかまぼこ形成能の季節的変動. 日本水産学会誌 62(2):252-260
- 7) 畔田正格 落合明. (1962) 若狭湾産マアジの系群に関する研究. 日本水産学会誌 28:967-978

県 単
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*: 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、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から、価格が高騰していることや、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ている。

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、種付けの出来が自然環境に大きく左右されるとともに、種場のない漁場では養殖ができない欠点がある。

そのような中、当センターでは、平成24年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「協会」という。）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導入試験も実施した。

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) 接合子板作成

人工採苗の基本となる接合子板の作成は、平成31年（2019年）3月から令和元年（2019年）5月17日まで天草市新和町地先および五和町、天草郡苓北町で採取した天然のヒトエグサを母藻として培養後、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。

接合子板は、自然光と蛍光灯を併用して概ね播種1か月間は1,000～1,500Lux 前後、それ以降は500～1,000Lux 前後になるよう調整した室内で培養し、光周期を日長時間と合わせ調整しながら育成した。また、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500^{リットル}のビーカー内にデータロガーを入れ測定した。

接合子板の成熟は、6月24日から7月17日の間に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) ノリ網への早期人工採苗試験および人工採苗の配付

ノリ網への人工採苗は上記接合子板を種として、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、および水研センター海藻研究施設内に2トンFRP水槽2基を設置して実施した。採苗は、9月10日に、8トン水槽にはノリ網497枚を、2トン水槽にはノリ網36枚を接合子板とともに入れ、通気をしながら行った。

採苗後の育苗は、7日間上記の8t水槽で止水で行い、8日後に他の屋外80トンコンクリート水槽にノリ網を移して、流水で8日～14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

試験に用いたヒトエグサは緑みが濃く高水温耐性がある可能性を持つと考えられる他県産天然ヒトエグ

サを母藻に用いて昨年度人工採苗したものの中から、天草郡苓北町で養殖した網から採取した藻体（苓北産）及び本年度新たに採取した同じ他県産（他県産）の藻体の2つを母藻とした。

平成31年（2019年）3月12日から5月17日にかけて2つの母藻から放出された配偶子をそれぞれ1,251枚の接合子板に播種した。また、苓北産から放出された配偶子と他県産の配偶子をなるべく同量となるよう混合し、接合させた交配種の接合子板を920枚作成した。その後、接合子板を約6か月間培養し、(1)と同様の方法で処理した。採苗は、9月10日に水研センター海藻研究施設内の2トンFRP水槽2基に他県産接合子板とノリ網21枚、交配種接合子板とノリ網11枚を入れ、通気をしながら行った。

結果および考察

1 接合子板の作成

接合子板培養中のピーカーの水温の推移を図1に示した。最低水温は、3月16日の12.2℃、最高水温は、6月22日に28.2℃であった。6月20日以降、水温が28℃を超える日が続いたが、昨年度のように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4月下旬までが500～1,400Lux、それ以降は6月中旬まで500～1,000Lux前後、6月中旬以降300～500Lux前後を推移した。

また、6月下旬から、特に播種時期が早かった接合子板において、遊走子の放出がごく一部にみられた。管理照度が少し低すぎたことが一因と考えられるが、全ての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、新和産および五和産、苓北産接合子板を合計19,226枚作成した。

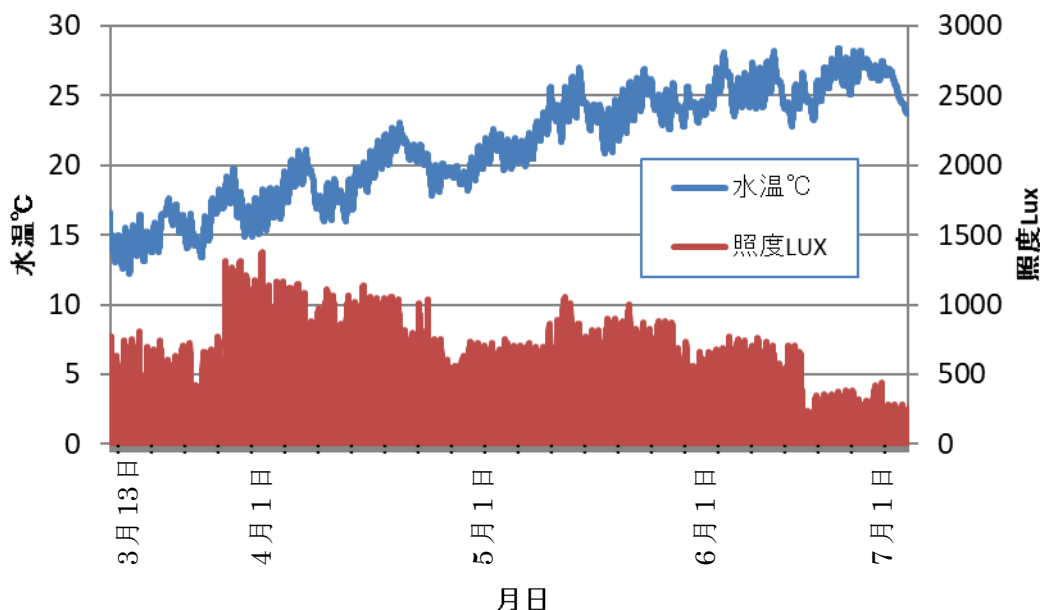


図1 接合子板管理時の水温と照度の推移（平成31年（2019年）3月13日～7月3日）

2 ノリ網への早期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。

人工採苗は、ノリ網533枚に実施し、配布時の10月初旬には種糸1cmあたり芽数は50個程度と良好であった。その後すべての人工採苗網は10月2日から8日まで（採苗22日～28日後）に上天草市龍ヶ岳、天草市御所浦、五和、宮野河内、天草郡苓北町、水俣市の合計地区6地区7名に順次配付した。

令和2年（2020年）漁期（収穫年）は網の沖出し後、11月以降の高水温で生育が遅れ、非常に厳しい漁期となった。

しかしながら、配付した人工網（図2）は生長し、摘採が行われ、1枚につき1、2回摘採された後、生ノリや冷凍で県内の小売店等へ出荷され、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、500枚レベルでの人工採苗網が作成できた。

今後は、人工採苗網生産にかかるコストを削減し、さらに省力化や効率化して事業化し、良質な人工採苗網を大量に生産することで、既存の養殖地区の安定化を図るとともに、新規養殖漁場の拡大を更に推進し、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されることが望まれる。

表1 地区別の人工採苗網の配付日および配付網数、配付漁業者数

地区	配付日	里海協会 採苗分	水研センター 採苗分	配付 漁業者数
上天草市龍ヶ岳	10月2日	99		1
上天草市御所浦	10月2日	21		1
天草市五和	10月1日	85	25	1
天草市宮野河内	10月8日	24		1
天草郡苓北町	9月30日 10月2日	164	43	2
水俣市	10月7日	104		1
小計		497	68	7
計		565		



図2 生長した人工採苗網

（五和地区：令和2年（2020年）1月19日）

3 高水温耐性株作出

作成した920枚の他県産接合子板からは、ノリ網21枚に採苗し、1cmあたり芽数50～80個程度の良質な網が作成できた。また、作成した1,251枚の交配種接合子板からは、ノリ網11枚に採苗し、1cmあたり芽100個程度であった。苓北町地区の漁業者に配付して養殖を実施した。

その後、苓北町地区で養殖した網は高水温で生育不良が続き、少量の生産だったものの、天然採苗網とほぼ同様に生長し、他県産21枚およびハイブリッド11枚（図3）全てで収穫まで結びついた。

また、色合いはやや緑色が浅い傾向があったものの、生ではほぼ遜色がなく、販売単価は同様に取り扱われ、本県漁場でも他県産由来の人工採苗網が生育可能であることが昨年度に引き続き確認された。養殖した

漁業者からは、他県産は茶北産に比べ、葉質が柔らかく時化で流れやすいとの評価であった。

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。

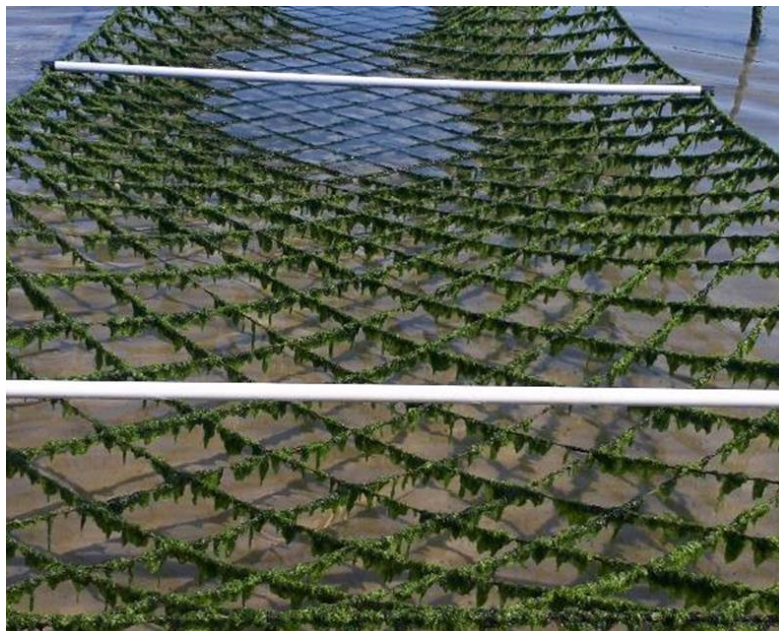


図 3 茶北町地区で生長したハイブリッド人工採苗網
(令和2年(2020年)3月6日)

稼げる食用海藻高度化事業Ⅱ（^{県 単}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、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、近年、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。

このような背景から、ヒジキ採藻や養殖に新規に参入する漁業者が増加しており、ヒジキ資源管理の徹底や効率的な増養殖の取組が求められている。

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を確立し、普及すること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、天草郡苓北町地先において天然ヒジキが春季の漁期になっても芽が伸長せず、漁獲に繋がっていないことから、苓北町富岡地区漁業者や町役場関係者に対し人工基板によるヒジキ増殖の取組に対する指導を行った。

方 法

- 1 担当者 金棒千明、齋藤剛
- 2 内容

ヒジキの母藻は令和元年 (2019 年) 5 月 24 日に苓北町地先で採取した 8 kg を使用し、採卵は、6 月 4 日に 24 万粒、7 月 3 日に 60 万粒、計 84 万粒採卵し、1 万粒/枚となるようアミノ酸入りコンクリート基板 (三省水工株式会社製 20×20 cm) 40 枚に卵を蒔き付け採苗を行い、水研センター内の 0.8tFRP 水槽で飼育を行った (図 1)。これら一連の作業の中で採苗手法の指導を苓北町富岡地区漁業者 1 名、苓北町 3 名に対し、計 4 回行った。

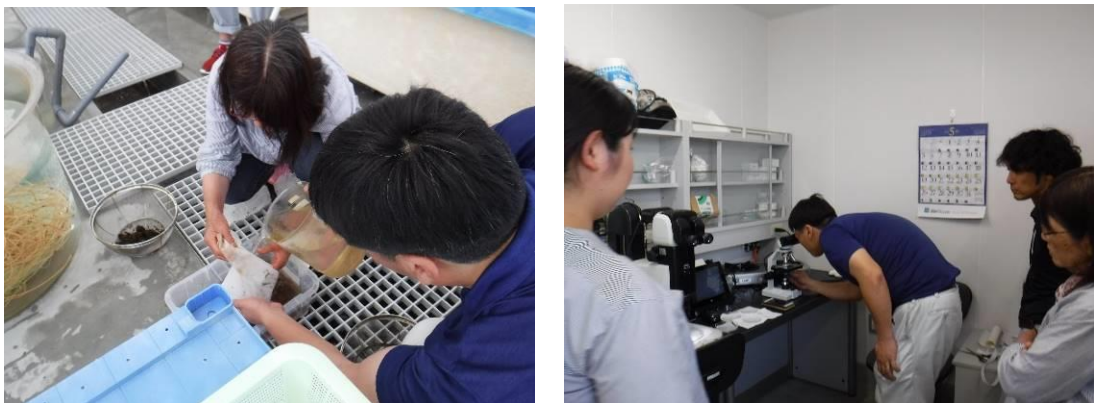


図 1 採苗時の様子

基板の設置は、苓北町地先の 3 カ所 (図 2 : ①西河内地区、②和田地区、③小路地区) において、6 月 17 日 (採苗 13 日後) に 12 枚 (①西河内地区)、7 月 16 日 (採苗 13 日後) に 28 枚 (②和田地区 14 枚、③小路地区 14 枚)、漁場で天然ヒジキの繁茂がみられる地盤高約 30 cm に実施した。

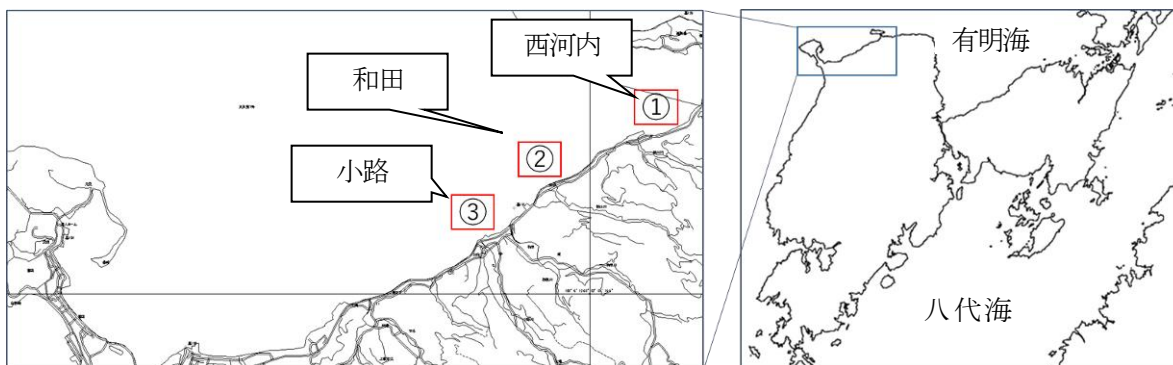


図2 基板の設置箇所（天草郡苓北町）

なお、設置したすべての基板は、食害防止のために、4～6枚の基板を籠（縦45 cm×横70 cm高さ20 cm）に入れ、波浪によって流されないよう、ロープとコンクリートブロックで固定し、それぞれの漁場に3セットずつ設置した（図3）。



図3 設置した基板

結果および考察

令和2年(2020年)の3月11日（基板設置から239日後）の基板上のヒジキ生残の結果を表1に示す。

表1 ヒジキ人工基板の設置箇所別の生残

番号	設置箇所	設置した基板数	3月11日にヒジキの生残が確認された基板数
①	西河内	12枚	0枚
②	和田	14枚	1枚
③	小路	14枚	0枚

設置した40枚の基板のうち、生残した芽がみられたのは、地点②に設置した籠内に収容した1枚のプレートのみで、この基板には、30～40 cmまで生長したヒジキが1株確認された（図4）。また、ヒジキの繁茂が確認されたのは地点②のこの基板のみで、地点①および地点③では繁茂は確認されなかった。基板を設置した3地点計40枚の基板で生残率は2.5%と非常に低かった。



図4 地点②の網籠内のヒジキ (3月11日)

これまでの増殖試験においては、基板の種類や設置時期、干出時の基板の上昇温度などの様々な要因が、ヒジキの生育に影響を及ぼすことがわかっている。基板上的ヒジキがいつの時点まで生残していたのか、また、生残率が非常に低かったのは何故かについては不明だが、現場の状況から以下のようなことが考えられた。

今回、基板の設置を行った3地点の地盤高は約30cmで、これに対し本県のヒジキは地盤高30～80cmでの生育が多いことから、今回基板を設置した箇所はやや地盤高が低めであったため、照度不足や干潮時の干出不足がヒジキの生長不良の原因となった可能性が考えられた。

さらに、今回は、食害対策として網籠の中に基板の設置を行ったことで、網籠の網目が付着物等に覆われている様子が確認されており、網目が詰まったことによる、照度不足や潮流不足も原因となった可能性も考えられた。

また、基板設置の1週間後に、籠網内の基板上に数個体の巻貝の一種の侵入が確認されており、これら巻貝による食害の可能性も考えられた。

今回、苓北町地先での人工基板によるヒジキ増殖の取り組みは初めてであったが、非常に低い生残率にとどまった。近年、苓北町地先では、天然ヒジキも春季の漁期になっても芽が伸長せず、漁獲に繋がっていないことから、人工基板への期待は大きい。

今後は、苓北町地先での基板の設置の最適な地盤高や時期、設置場所（潮の当たり方や流れの速さ、基板の向きによる日光の当たり方）など、苓北町地先での最適なヒジキの増殖条件を解明する必要がある。

県 単
稼げる食用藻類高度化事業Ⅲ（平成30（2018）～ ）
令和2（2020）年度
（ワカメ養殖技術指導及びフリー配偶体採苗技術指導）

緒 言

本県では年間約800トン程度のワカメ（*Undaria pinnatifida*）が水揚げされているが、食の安全・安心志向の強まりで、近年、国産ワカメの需要が高まっており、その価格は6年ほど前から約1.3倍に上昇している。また、ワカメ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、新規参入する漁業者が増えており、県内の養殖業者数は5年ほど前から増加している。

しかし、県内業者の養殖技術は、数十年前から進展しておらず、特に新規参入した漁業者の養殖技術の向上が課題である。さらに温暖化の影響により、特にワカメ養殖にとって重要な発芽期である秋から冬場の海水温の高水温化や集中豪雨の発生など環境条件が厳しさを増し、芽流れや食害魚類などによる食害が多く発生している。このように養殖現場では様々な問題が発生しており、生産量が安定していない状況にある。

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、実施フリー配偶体を用いた採苗技術や養殖技術について指導を実施した。

方 法

1 担当者 齋藤剛、増田雄二、日下智子

2 内容

（1）種糸作成および育苗指導

平成31年（2019年）4月から11月下旬までの期間、漁業者が作成した種糸を経時的に検鏡を行い、生育状況に応じて水温、調光、水替えおよび施肥などの管理方法を指導するとともに、種糸沖出しのタイミングなどについて指導した。

（2）フリー配偶体を用いた採苗及び養殖指導

天草漁協大矢野支所の瀬高地区の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（3坪）にて、令和元年（2019年）10月2日にフリー配偶体による人工採苗指導を行った。配偶体は、水産研究センターで4月に作成したB県由来配偶体を約200g（湿重量）ずつ用いた。

採苗は配偶体を採苗当日にミキサーにかけ、配偶体液を作成し、これを刷毛で1,200m分の採苗枠（60m×20枠）に塗り付けた後、19.0～18.0℃に調温した恒温室（3坪）に設置した2水槽（100L）に収容した。その後は5,000Luxに調光した蛍光灯を明期14時間、暗期10時間に設定し、11月13日まで継続して飼育した。

人工採苗後に育苗および養殖の技術指導を行った。また、種糸を沖出しする直前の令和元年（2019年）10月27日から令和2年（2020年）3月9日まで、瀬高地区の現場海水を毎週採水し、三態窒素及びリン酸態リン量を調べ、漁業者にSNSを通じて栄養塩情報を周知した。

（3）植食性魚類による食害の確認

近年、種糸の仮沖出し後に、植食性魚類と思われる食害が発生している。

そこで、食害の実態を明らかにするために令和元年（2019年）11月14日に、簡易的なハウジング（NANUKNANO330）に収納したインターバルカメラ（KING JIM レコロ IR7）2台を、種糸を巻いたばかりの幹ロープ2本に設置し、それぞれ2秒に1回食害の様子を撮影した。

結果および考察

（1）種糸作成および育苗指導

平成31年（2019年）4月から11月まで、漁業者が採苗・育成し水研センターに検鏡依

頼があった種系について、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合計 17 回の指導を実施した。

(2) フリー配偶体を用いた採苗および養殖指導

令和元年度(2019年度)の採苗後の生育は、沖出しの 11 月 13 日までの 40 日間、18.2～19.6℃で水温が推移したこともあり、順調に生育した。

採苗 40 日後には平均葉長が 2 mm 程度となったことから、漁業者により沖出しが行われ、現場での養殖が開始された。

沖出し後の 11 月中旬から末日までの養殖現場の水温を図 2 に示す。養殖現場の水温は、近年、1 日のうちで 3～4℃ほど異なるなど日中の変動が非常に大きい、令和元年度(2019 年度)は 17℃台まで下降した水温が 11 月 20 日以降、再び上昇し、短時間ながら 26 日には 20℃を超え、11 月末には、17℃台に低下した水温が再度 19℃を超えるなど長期にわたり経時的に非常に水温が高い状態が続いた。



図 1 配偶体採苗 40 日後の仮沖出し直前の種系

10 月下旬から 3 月中旬までの栄養塩量の推移を図 3 に示す。今漁期は定期的に降雨があったことから、2 月上旬までは比較的、栄養塩量が多い状態で推移したが、2 月中旬以降の珪藻赤潮の発生等により、徐々に減少し、三態窒素が 2 μg・at/L、リン酸態リンが 0.2 μg・at/L を下回り、一部ワカメ葉体の色調の低下がみられた。

(3) 植食性魚類による食害の確認

インターバルカメラで撮影した画像を解析したところ、図 4 のとおり、撮影開始約 1 時間後には幹ロープに巻かれた種系から発芽した幼芽が、群れで遊泳してきたアイゴに食害されている様子が確認できた(図 5)。

今漁期は、11 月初旬から始まった沖出し以降も水温が高い状態が続いたことから、激しい食害が発生し、種系上の全ての芽が消失するなど大きな被害を受ける漁業者も現れた。

漁業者による配偶体採苗は 5 年連続で成功したものの、秋の食害や高水温対策という点で、課題が残る結果となった。

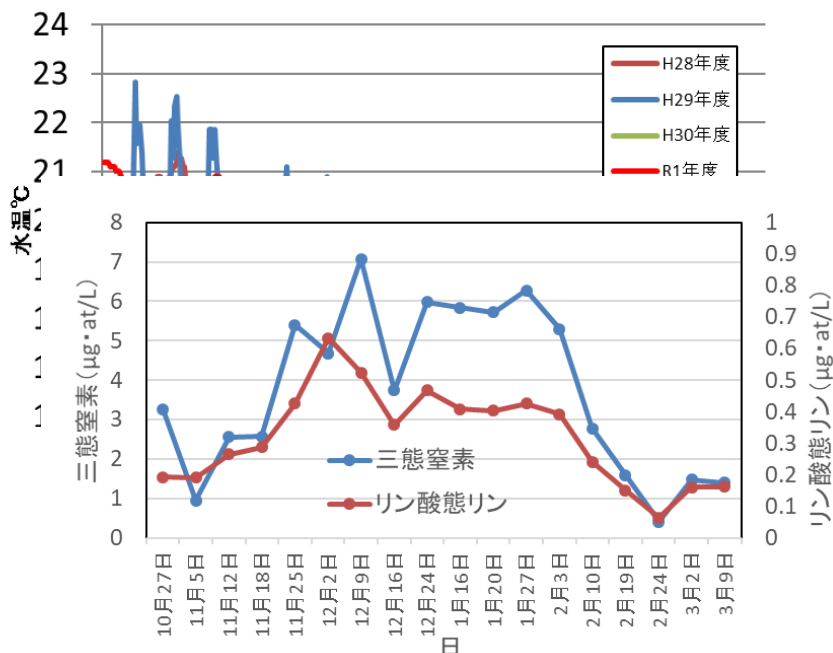


図 3 10 月下旬～令和 2 年 3 月 9 日までの瀬高地区ワカメ漁場の栄養塩量の推移



図4 撮影に使用したインターバルカメラの設置の様子と
アイゴによるワカメ種系の食害の様子

稼げる食用海藻高度化事業Ⅳ

(スジアオノリ人工採苗試験)

〔 県 単 〕
平成 30 (2018) ~
令和 2 (2020) 年度

緒 言

海藻の養殖は魚類養殖と比べ養殖にかかるコストが安く、特に海藻の中でも単価が極めて高いスジアオノリ (*Ulva prolifera*) は漁業収入の増加が望める対象種であり、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養殖が営まれているが、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大きく影響し、生産量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に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) 葉体管理試験

試験には平成 30 年 (2018 年) 4 月に天草市栖本町河内川で採取し、水産研究センターで管理したスジアオノリを母藻として用いた。まず遊走細胞を得るため 20L の濾過海水を入れた 30L のポリカーボネート水槽 (以下「水槽」とする。) に前処理をした母藻 10g を入れ、水温 20℃、止水条件で通気しながら成熟させて母藻から放出させた。成熟 2 日目までは、遊走細胞の放出はみられなかったが、成熟 3 日目には 7,975 個/ml の遊走細胞が確認されたため、ろ過海水で 500 個/ml になるよう密度調整しプラスチック板に播種した。

この播種した遊走細胞を葉体まで成長させるため、水研センター海藻研究施設藻類飼育室において表 1 に示すような管理方法による飼育試験を行った。試験は日照時間、塩分、栄養塩の添加・無添加など合計 5 区を設定して飼育試験を行った。なお栄養塩としてノリシード (第一製網社) を用いた。

(2) 人工採苗網の作成

人工採苗は、河内川産スジアオノリおよび令和元年 (2019 年) 10 月に球磨川から採取したスジアオノリを母藻に用い、ノリ網を採苗基質として用いた。母藻量を 20g を用いて (1) と同様の方法で遊走細胞を放出させ、5 μ m+3 μ m フィルターを用いたろ過海水を入れた 200L 水槽または 1,000L 水槽に、1ml 当たりの遊走細胞の数が均一になるようエアレーションで攪拌して、1 回当たりノリ網 2-15 枚、計 5 回ノリ網計 52 枚に採苗を行った (表 2)。

採苗状況の確認は、1ml 当たりの遊走細胞数を計数するとともに、水温 (日記記録式) を測定し、ノリ網に着生した幼芽の数を採苗から約 10 日後に 3 回計数した。

(3) 人工採苗網による養殖試験

養殖試験は、(2) の試験で作成した人工採苗網を、河川で自生するスジアオノリ葉体が見えはじめる 11~12 月と、摘採盛期に当たる 1~2 月に張り込みを行い開始した。試験は球磨川河口域に浮流式で 3 回、二見川河口域に支柱式で 2 回、河内川河口域に浮流式で 2 回、計 7 回漁場に張り込んだ (図 1)。



図 1 養殖試験漁場図

生育状況等の確認は、ノリ網に設置した自記記録式の温度計で水温を測定するとともに、概ね 1 回/週の頻度でサンプリングを行い、葉体の状態（最大葉長、平均葉長）や、塩分、DIN、PO₄-P を測定した。

結果および考察

1 葉体管理試験

葉体管理試験のうち越夏管理の結果を表 1 に示す。

5月から10月まで行った越夏管理において、水温 17.9～32.7℃、塩分 32～33psu、日照時間 11～14h (/24h)、照度 5,000～15,000Lux で推移し、プラスチック板上で遊走細胞から幼芽、葉体への生育が確認された。また、塩分 3psu 程度になるよう調整した低塩分試験区では、幼芽から葉体への生長および期間を通じた生育は確認されたものの、葉体の湾曲がみられ、通常の生育とは異なる状況がみられた (図 2)。一方で、日照時間 0h、塩分 0psu、栄養塩無添加の各試験区では、幼芽から葉体への生長はみられなかった。

牧野ら (2003) は、スジアオノリの幼芽の生長は、塩分 0psu では認められず、2.2～43.8psu では大きな差はなく生長すると報告している。¹⁾ しかし、今回の試験において、3.3psu の低塩分試験区では、葉体が湾曲する状況が確認された。葉体が湾曲する原因の特定には至っていないが、牧野らは水温 20℃で管理したのに対し、今回は 17.9～32.7℃の幅で水温が変動していたことで、塩分以外に水温による影響で葉体が湾曲したのではと推察された。

これらのことから、スジアオノリの越夏管理については、暗所や栄養塩無添加の条件下では幼芽は生育できないこと、塩分を 3.3psu にした場合には正常な生育ができないことが明らかとなった。また、通常の日周環境で、栄養塩を添加したろ過海水により飼育すれば、一時的に水温が 30℃を超える状況であっても、葉体のまま越夏管理が可能であることがわかった。

表 1 越夏管理試験結果

試験区	水温 (°C)	塩分 (psu)	日照時間 (/24h)	照度 (Lux)	栄養塩 (ml/L)	葉体への生長の有無	10月まで生残
通常管理	17.9-32.7	32-33	11-14	0-15,000	0.5	○	○
無塩分	17.9-32.7	0	11-14	0-15,000	0.5	—	—
低塩分	17.9-32.7	3	11-14	0-15,000	0.5	△	○
無日照	17.9-32.7	32-33	0	0	0.5	—	—
栄養塩無添加	17.9-32.7	32-33	11-14	0-15,000	0	—	—

2 人工採苗試験

人工採苗における遊走細胞密度の推移を図 3 に、母藻成熟期間の水温の推移を図 4 に示す。

人工採苗は、30L 水槽で母藻の成熟を行い、遊走細胞の放出が 10,000 個/ml を超えた後、200L 水槽または 1,000L 水槽でノリ網に採苗した。

母藻成熟期間中の遊走細胞の最高密度は、1 回目は成熟開始から 2 日目に 420,000 個/ml、2 回目は成熟開始から 3 日目に 206,500 個/ml、3 回目は成熟開始から 3 日目に 22,500 個/ml、4 回目は成熟開始から 2 日目に 51,500 個/ml、5 回目は成熟開始から 2 日目に 150,000 個/ml であった。

母藻成熟期間の水温の推移は 1 回目は 17.5～25.4℃ (平均 19.5℃)、2 回目は 14.9～23.1℃ (平均 18.2℃)、3 回目は 15.1～23.6℃ (平均 17.6℃)、4-5 回目は 17.5～22.1℃ (平均 19.1℃) であった。平岡ら (1999) は、スジアオノリは 20℃以上では成熟が起こり、15℃以下では成熟の程度が小さいと報告している。²⁾ 成熟開始から 3 日目に 10,000 個/ml を超える遊走細胞の放出が確認された採苗 2 回目と 3 回目は、水温が 15℃

前後まで低下していた。このため、採苗1回目および4-5回目より成熟が1日遅れたと推察された。

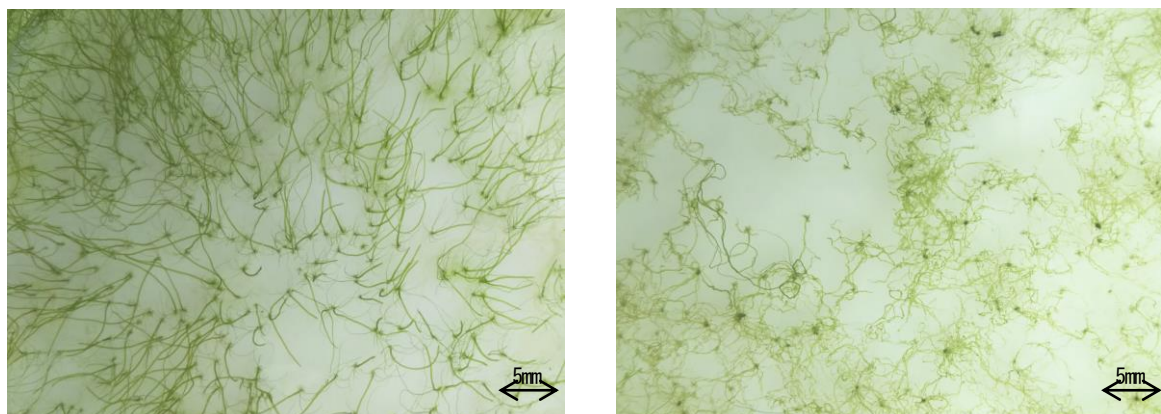


図2 越夏管理試験で生長する幼芽

左：通常管理の葉体、右：塩分3.3psuで管理した葉体

次に、人工採苗による幼芽の測定結果を表3に示す。

人工採苗の各採苗回におけるノリ網1cm当たりの幼芽数は、1回目は4,561.0個/cm、2回目は5,015.3個/cm、3回目は1,583.3個/cm、4回目は1,066.7個/cm、5回目は3,183.3個/cmであった。また、各採苗回における最少芽数/最大芽数は、1回目：0.8、2回目：0.8、3回目：0.8、4回目：1.0、5回目：0.8であった。

藻類養殖の採苗において、着生した幼芽数の不均一さは、生産に大きく影響を与える。今回の結果は、最小芽数/最大芽数が0.8-1.0であり、概ね均一に着生させることができたと考えられた。スジアオノリの芽数と収穫量（乾燥重量）の関係において、網糸1cm当たりの芽数が150本以上になれば、得られる葉体の収量に影響はないとの報告がある。³⁾ 今回の結果は、全ての採苗回で網糸1cm当たりの芽数が150本以上であり、十分量の幼芽を着生させることができた。また、採苗期間における遊走細胞の累積数とノリ網1cm当たりの芽数の関係（図5）をみると、この2つには有意な強い正の相関（ $R^2=0.78$ 、 $p<0.05$ ）があった。

このことから、今回の採苗方法においては、遊走細胞数を増減することで、幼芽数をコントロールすることができるかと推察された。

表2 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)	遊走細胞の最高密度 (個/ml)
1回目	R1. 11. 1-8	球磨川	1,000×1	11	420,000
2回目	R1. 11. 15-21	球磨川	1,000×2	24	206,500
3回目	R1. 11. 18-26	河内川	200×1	2	22,500
4回目	R2. 1. 7-14	球磨川	1,000×1	13	51,500
5回目	R2. 1. 7-14	河内川	200×1	2	150,000

表3 人工採苗による幼芽の測定結果

採苗回	幼芽数 (/cm)	標準偏差	最小幼芽数 / 最大幼芽数	遊走細胞の総数 (個/ml)
1回目	4,561.0	±423.5	0.8	122,750
2回目	5,015.3	±603.7	0.8	133,988
3回目	1,583.3	±152.8	0.8	43,025
4回目	1,066.7	±28.9	1.0	5,495
5回目	3,183.3	±284.3	0.8	21,113

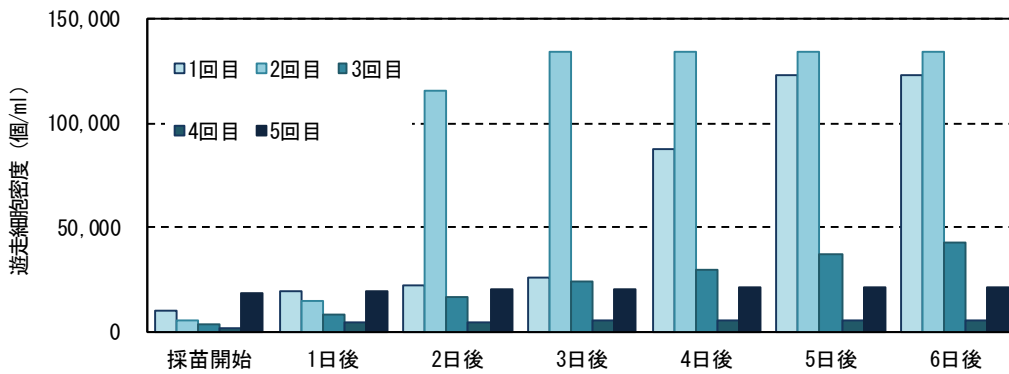


図3 遊走細胞密度（累積）の推移

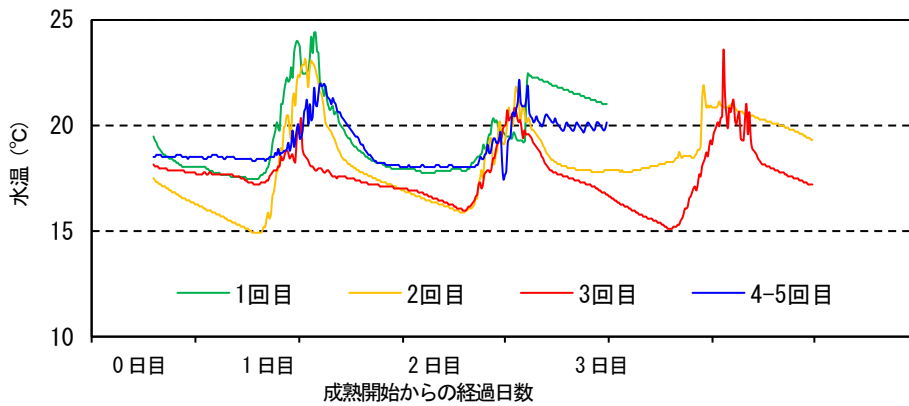


図4 人工採苗における母藻成熟期間の水温の推移

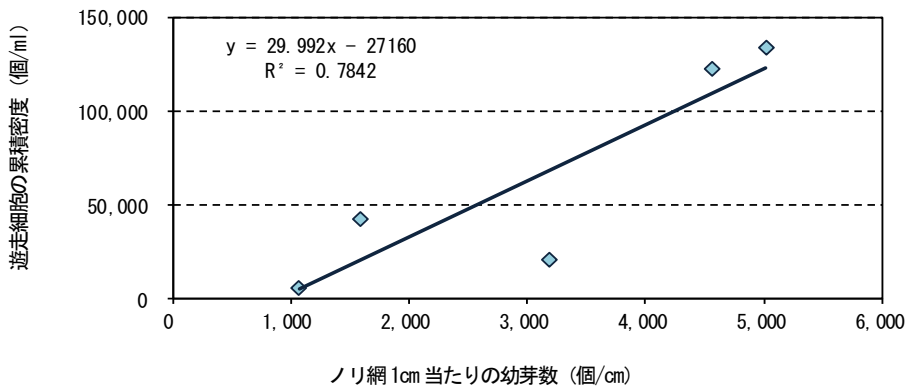


図5 遊走細胞の累積数と幼芽数

3 人工採苗網による養殖試験

沖出した3漁場の水温、塩分、DIN、 $PO_4\text{-P}$ の推移を図6-9に示す。

沖出した3漁場の環境は、球磨川河口域では水温 $8.9\sim 18.8^{\circ}\text{C}$ 、塩分 $2.6\sim 30.6\text{psu}$ 、DIN $5.8\sim 27.8\mu\text{g-at/L}$ 、 $PO_4\text{-P}$ $0.2\sim 0.7\mu\text{g-at/L}$ 、二見川河口域では、水温 $6.9\sim 17.6^{\circ}\text{C}$ （1月下旬以降は欠測）、塩分 $1.1\sim 33.8\text{psu}$ 、DIN $10.9\sim 52.1\mu\text{g-at/L}$ 、 $PO_4\text{-P}$ $0.5\sim 1.2\mu\text{g-at/L}$ 、河内川河口域では、水温 $13.0\sim 19.0^{\circ}\text{C}$ 、塩分 $33.2\sim 33.9\text{psu}$ 、DIN $1.8\sim 6.4\mu\text{g-at/L}$ 、 $PO_4\text{-P}$ $0.1\sim 0.5\mu\text{g-at/L}$ で推移した。

スジアオノリは、水温が 15°C では生長量は大きく、 10°C では生長が遅いとされ³⁾また、 20°C 以上になると成熟が頻繁に起こり、短い葉体長での伸長停滞、もしくは葉体が減少する。²⁾塩分は、 $2.2\sim 43.8\text{psu}$ では大きな差はなく生長する¹⁾との報告がある。今回養殖試験を行った3漁場の水温については、球磨川および河内川河口域では 20°C に近い水温帯や、球磨川および二見川河口域では 10°C を下回る水温帯が確認されており、葉体の成熟や生長の鈍化など、水温が葉体の生長に影響を与えたことが推測された。また、塩分については、二見川河口域において、12月6日に 1.1psu が確認された以外は、正常な生育できる塩分の範囲内で推移しており、塩分が生育に与えた影響は少ないと推測された。

栄養塩については、生長を維持するために必要な葉体内のN、P含有量はN:2.0%、P:0.2%であり、葉体内N含有量は4%程度で飽和状態に達し、⁴⁾環境中のDINが $5\mu\text{g-at/L}$ 程度で葉体内N含有量が4.3%になるとの報告がある。⁵⁾また、DIN:DIP比が136程度の高い値の時には、環境中にDINが高濃度に存在していても、DIN摂取速度は低下する⁶⁾と報告されている。3漁場の状況をみると、球磨川河口域および二見川河口域では、試験期間を通じてDINは $5.0\mu\text{g-at/L}$ を上回っており、また、DIN:DIPは ≤ 65.0 であることから、栄養塩による影響は少ないと推測された。

一方で、河内川河口域では、DIN:DIPは ≤ 14.1 であったが、DINは2月10日の調査以降、 $5.0\mu\text{g-at/L}$ を下回っており、そのためDIN制限により生長が抑制された可能性が推測された。河内川河口域の試験場所は、他の2漁場に比べ河口から200m程度離れた場所を設定している。そのため、河川水より海水の影響を強く受け、DINは他の2漁場と比較し低いで推移したと推測された。

次に、3漁場の養殖試験結果を表4に、3漁場の葉体の様子（12月）を図10に示す。

球磨川河口域では、11月15日に沖出した1回目は最大葉長 22.0cm （12月24日）、平均葉長 4.0cm （12月24日）、12月3日に沖出した2回目は最大葉長 22.5cm （12月24日）、平均葉長 12.2cm （12月24日）、2月7日に沖出した3回目は最大葉長 2.9cm （3月3日）、平均葉長 1.5cm （3月10日）であった。また、二見川河口域では、11月29日に沖出した1回目は最大葉長 3.0cm （12月15日）、平均葉長 1.5cm （12月15日）、2月7日に沖出した2回目は最大葉長 2.5cm （3月6日）、平均葉長 0.7cm （3月6日）であった。河内川河口域では、12月11日に沖出した1回目は最大葉長 5.2cm （12月18日）、平均葉長 2.4cm （12月18日）、2月13日に沖出した2回目は最大葉長 1.9cm （3月29日）、平均葉長 1.1cm （3月29日）であった。

次に、3漁場における各回次の養殖試験開始後の水温、塩分、DINの推移を図11~13に示す。

球磨川河口域では、11月15日に沖出した1回目は水温 $15.9\sim 18.5^{\circ}\text{C}$ （平均 17.3°C ）、塩分 $14.9\sim 30.4\text{psu}$ （平均 22.8psu ）、DIN $9.6\sim 27.8\mu\text{g-at/L}$ （平均 $18.5\mu\text{g-at/L}$ ）、12月3日に沖出した2回目は水温 $13.2\sim 16.0^{\circ}\text{C}$ （平均 14.9°C ）、塩分 $8.7\sim 22.4\text{psu}$ （平均 17.3psu ）、DIN $11.9\sim 36.1\mu\text{g-at/L}$ （平均 $24.5\mu\text{g-at/L}$ ）、2月7日に沖出した3回目は水温 $10.3\sim 13.3^{\circ}\text{C}$ （平均 11.9°C ）、塩分 $19.5\sim 28.0\text{psu}$ （平均 24.5psu ）、DIN $5.8\sim 15.1\mu\text{g-at/L}$ （平均 $11.1\mu\text{g-at/L}$ ）で推移した。

二見川河口域では、11月29日に沖出した1回目は水温 $10.0\sim 17.4^{\circ}\text{C}$ （平均 13.9°C ）、塩分 $1.4\sim 11.2\text{psu}$ （平均 7.1psu ）、DIN $31.8\sim 36.3\mu\text{g-at/L}$ （平均 $34.3\mu\text{g-at/L}$ ）、2月7日に沖出した2回目は水温欠測、塩分 $4.3\sim 24.8\text{psu}$ （平均 14.7psu ）、DIN $10.9\sim 32.6\mu\text{g-at/L}$ （平均 $24.2\mu\text{g-at/L}$ ）であった。

河内川河口域では、12月11日に沖出した1回目は水温 $15.5\sim 19.0^{\circ}\text{C}$ （平均 17.8°C ）、塩分 $33.6\sim 33.9\text{psu}$

(平均 33.7psu)、DIN 5.0~6.4 μ g-at/L (平均 5.7 μ g-at/L)、2月13日に沖出した2回目は水温 14.3~16.3 $^{\circ}$ C (平均 15.1 $^{\circ}$ C)、塩分 33.2~33.4psu (平均 33.3psu)、DIN 1.8~3.7 μ g-at/L (平均 2.8 μ g-at/L)であった。

球磨川河口域では、今回3回の養殖試験を行ったが、葉体が生産サイズまで伸長したのは12月3日に沖出した2回目のみであり、他の2回は先端が流出し、葉体の長さが揃ってしまう状況が確認された(図14)。スジアオノリは、水温が高い時期に種網を張ると、成熟阻害物質が減少することで成熟が起こり、葉体の先端部が流出する。また、大潮時には短期間の環境の変動が大きくなり、外的ストレスに耐えられず、成熟阻害物質の濃度が低下するとの報告があり、²⁾ 葉体は成熟に傾き十分に生長できないこととなる。

各回次の水温をみると、2回目は平均 14.9 $^{\circ}$ Cと葉体の生長に適した水温帯であったのに対し、1回目は生長に適した水温帯から2 $^{\circ}$ C程度高く推移していた。また、各回次の潮回りをみると、1回目の沖出しは中潮、2回目は小潮、3回目は大潮であった。これらの結果から、球磨川河口域においては、12月3日に沖出した2回目は、葉体の生長に適した水温帯であり、かつ環境の変動が小さい小潮時の沖出しであったことから、葉体は生産サイズまで伸長した。一方、1回目および3回目は、葉体の生長に適した水温帯ではなく、また、環境変動の大きい大潮、中潮に沖出したことで、葉体の成熟阻害物質の濃度が低下し、葉体先端部の流出を引き起こしたと推察された。

二見川河口域では、今回2回の養殖試験を行ったが、2回ともに葉体先端部の流出がみられ、生産サイズまでの生長はみられなかった。今回の試験場所は、水深 30cm 程度と浅く、かつ養殖方法は支柱式であり、養殖網を河川の低層に固定するため、潮汐による河川水、海水の影響を強く受ける。1回目をみると、水温は平均 13.9 $^{\circ}$ Cで生長に適した水温帯に近い値であるが、その最低水温、最高水温は 10.0 $^{\circ}$ C、17.3 $^{\circ}$ Cと上下の幅が非常に大きい。塩分も一時的に 2.2psu を下回るなど、球磨川河口域に比べ環境変動が大きい漁場であった。また、各回次の潮回りをみると、1回目の沖出しは中潮、2回目は大潮であった。これらの結果から二見川河口域においては、試験期間を通じて潮汐により環境変動が大きく、更には大潮、中潮といった環境変動の大きい潮回りの時に沖出したことで、葉体の成熟阻害物質の濃度が低下し、葉体先端部の流出を引き起こしたと推察された。

河内川河口域では、今回2回の養殖試験を行ったが、2回ともに葉体先端部の流出がみられ、生産サイズまでの生長はみられなかった。12月11日に沖出した1回目をみると、水温は生長に適した水温帯から3 $^{\circ}$ C程度高く推移していた。また、2月13日に沖出した2回目については、DINが2 μ g-at/Lを下回る値が確認されており、葉体内N含有量が葉体の維持に必要な2%を下回った可能性が推測された。更には、各回次の潮回りをみると、1回目の沖出しは大潮、2回目は中潮であり、環境変動の大きい潮回りの時に沖出ししていた。これらの結果から、河内川河口域においては、1回目は高水温および潮回りによる環境変動、2回目は低DINおよび環境変動により、葉体の生長が抑制され、葉体内の成熟阻害物質の濃度が低下し、葉体先端部の流出を引き起こしたと推察された。

国土交通省の観測結果によれば、球磨川横石観測点における2020年1月の水温(9.2 $^{\circ}$ C)は、10年前の2010年1月の水温(7.0 $^{\circ}$ C)より2 $^{\circ}$ C以上高い値となっており、天然採苗によるスジアオノリ養殖は、安定した生産が困難な状況が継続すると推測される。スジアオノリの安定生産のためには、養殖網の沖出し条件や管理技術など、養殖の技術向上に必要な知見を蓄積するとともに、人工採苗網を活用した養殖技術の確立が必要である。

表4 養殖試験結果

場所・回次	試験期間	養殖方法	張込枚数 (枚)	最大葉長 (cm、採取日)	平均葉長 (cm、採取日)
球磨川 1 回目	R1. 11. 15-	浮流し式	11	23.0(12/24)	4.0(12/24)
球磨川 2 回目	R1. 12. 3-	浮流し式	16	22.5(12/24)	12.2(12/24)
球磨川 3 回目	R2. 2. 7-	浮流し式	11	2.9(3/3)	1.5(3/10)
二見川 1 回目	R1. 11. 29-	支柱式	8	3.0(12/15)	1.5(12/15)
二見川 2 回目	R2. 2. 7-	支柱式	2	3.0(2/10)	1.3(2/10)
河内川 1 回目	R1. 12. 11-	浮流し式	2	5.2(12/18)	2.4(12/18)
河内川 2 回目	R2. 2. 13-	浮流し式	2	1.9(3/26)	1.1(3/26)

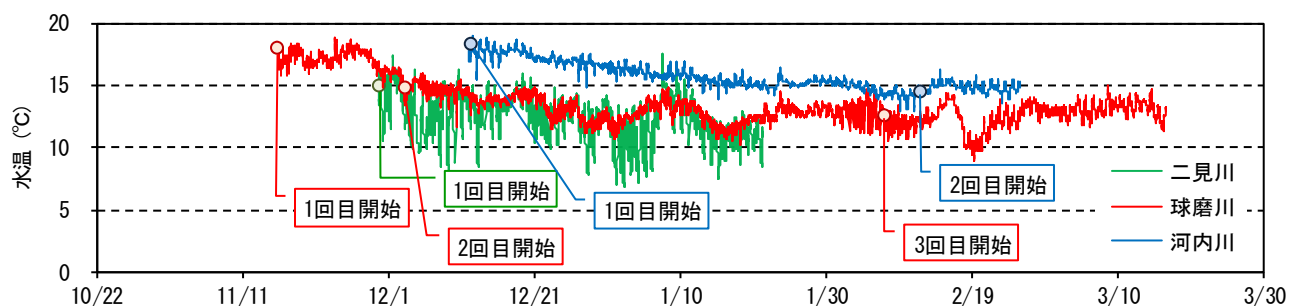


図6 沖出しした3漁場の水温の推移

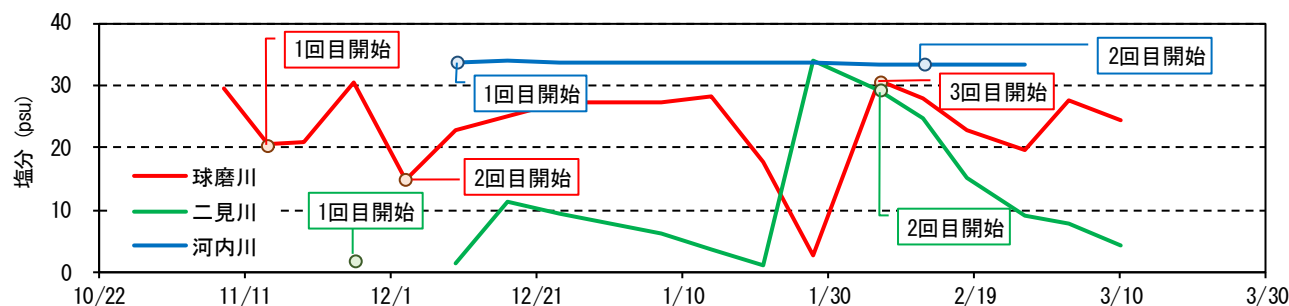


図7 沖出しした3漁場の塩分の推移

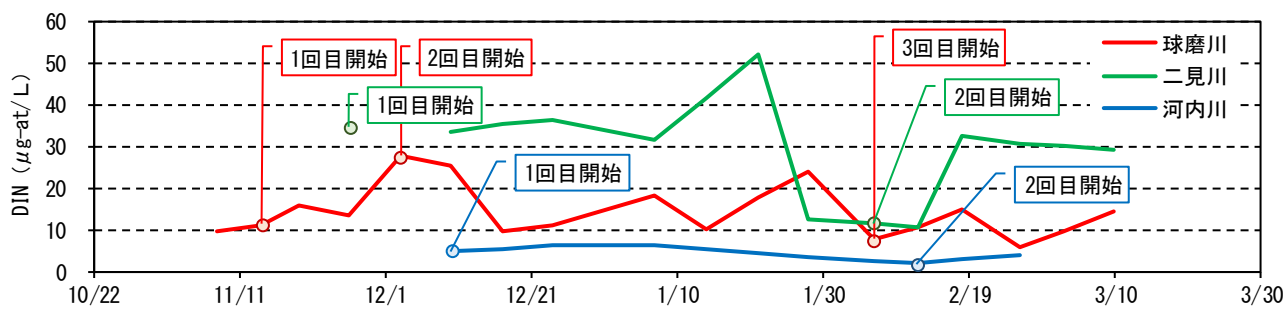


図8 沖出しした3漁場のDINの推移

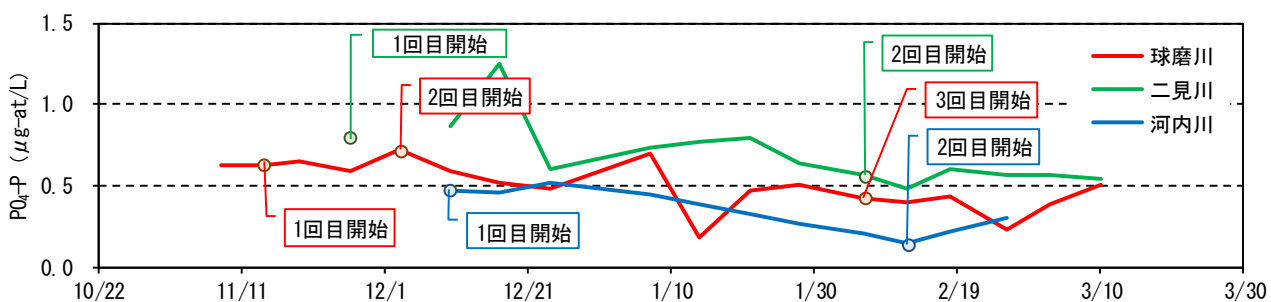


図9 沖出しした3漁場のPO₄-Pの推移



図10 12月の葉体の様子
 左：球磨川2回目 (12/24)
 上：二見川1回目 (12/24)
 下：河内川1回目 (12/18)

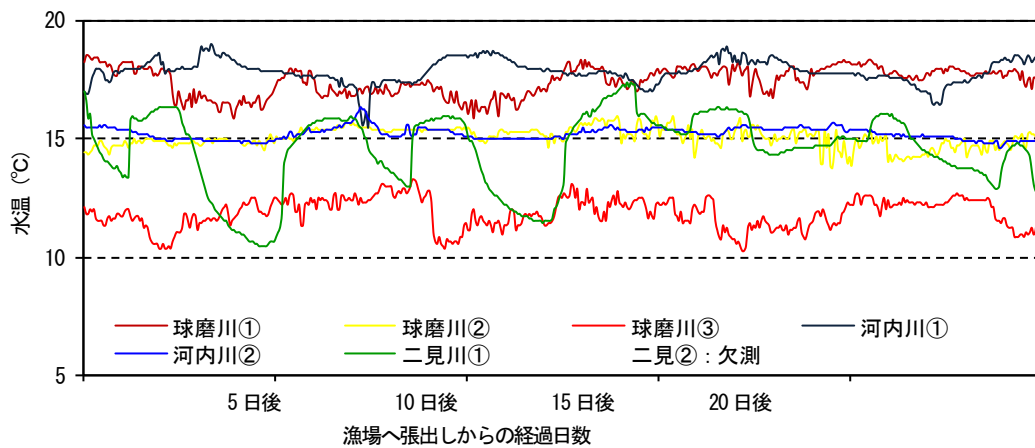


図 11 3 漁場における各回次の養殖試験開始後の水温の推移

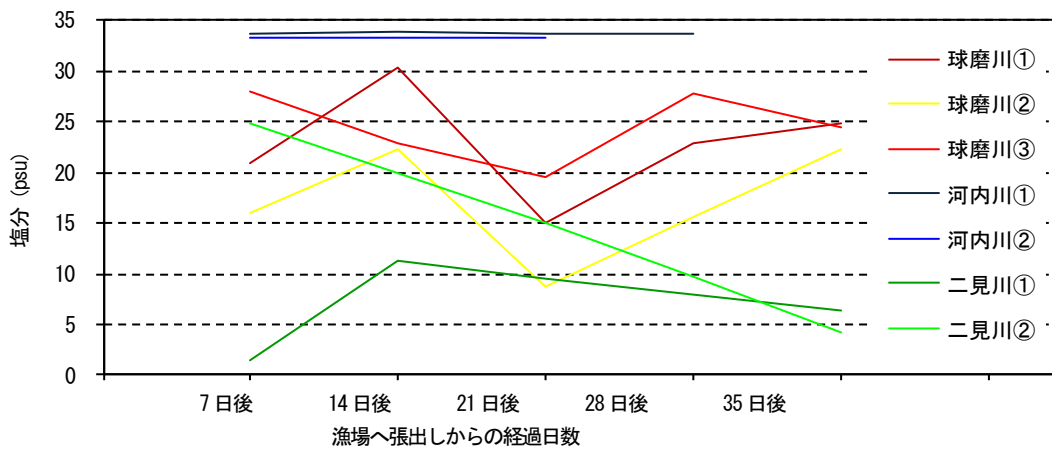


図 12 3 漁場における各回次の養殖試験開始後の塩分の推移

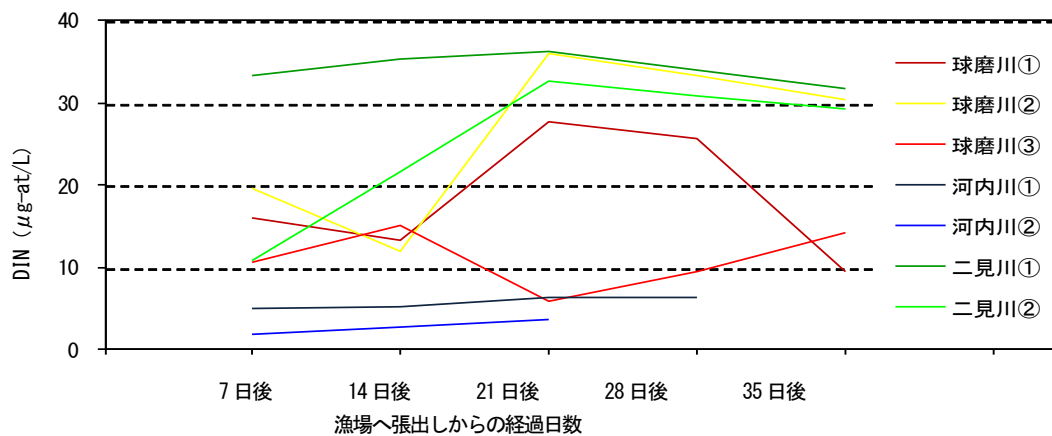


図 13 3 漁場における各回次の養殖試験開始後の DIN の推移



図 14 先端が成熟し流失した葉体（球磨川 1 回目 12 月 24 日）

文 献

- 1) 牧野賢治 團昭紀 廣澤晃. (2003)異なる塩分濃度条件下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
- 2) 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
- 3) 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
- 4) O' Brien, M. C. Wheeler, P. A.. (1987)Short term uptake of nutrients by *Enteromorpha prolifera* (Chlorophyceae). J. Phycol. 23:547-556
- 5) 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
- 6) Fan, X. Xu, D. Wang, Y. Zhang, X. Cao, S. Mou, S. Ye, N.. (2014)The effect of nutrient concentrations, nutrient ratios and temperature on photosynthesis and nutrient uptake by *Ulva prolifera* implications for the explosion in green tides. J. Appl. Phycol. 26:537-544

県 単
稼げる食用海藻高度化事業V (平成30(2018))
～令和2(2020)年度
(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ことから、漁業者自らによる徹底した資源管理や増養殖といった取り組みを行うことが必要である。

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、天草で採取した天然の母藻を用いた人工採苗試験とその種苗を使用し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、平田郁夫

2 内容

(1) 人工採苗試験

人工採苗試験は、令和2年(2020年)7月9日に、天草市深海地先で採取した天然トサカノリ3kgを母藻として、公益財団法人くまもと里海づくり協会で実施した。採苗は母藻を海水で湿らせた新聞紙を被せて干出させた形で500Lパンライト水槽に收容し、果孢子または四分孢子(以下、孢子)の放出を促した。なお干出中に母藻の温度が上がらないように、パンライト水槽はウォーターバス内に設置した。その後、500L水槽に300Lの海水と採苗基質を投入し、強通気、自然水温、自然日照、止水の条件下で人工採苗を行った。その2日後の7月12日に採苗基質を屋外の3.5tFRP水槽内に移し、11月29日まで143日間飼育した。

(2) 養殖試験

養殖試験は、天草市深海地先において、トサカノリ1籠当たりの最適収納密度と最適水深を把握するため、人工採苗試験で得られた藻体5.4kgを用いて、表1のように低密度区と高密度区及び水深を設定して実施した。なお、飼育期間は令和元年(2019年)11月29日から令和2年(2020年)2月28日まで91日間とした。飼育には直径約45cm、高さ約25cm、目合い八分目の真珠養殖用丸籠を用い、それぞれ設定した重量の葉体を收容し、50mののべ縄に1m間隔で設定した水深に垂下した。サンプリングは、月に1回の頻度で計3回、藻体の重量を測定し、1籠当たりの平均重量及び日間増重率^{※1}を算出した。測定後は、増加した藻体を300gまたは600gに分けて新しい籠に分養した。

表1 養殖試験の試験区

試験区	籠の垂下水深(m)	籠数
低密度区 (300g/1籠)	1m	2
	2m	2
	3m	2
高密度区 (600g/1籠)	1m	2
	2m	2
	3m	2

結果および考察

(1) 人工採苗試験

人工採苗を開始した7月9日から屋外水槽に基質を移す7月12日までの、3日間の水温および照度を図1に示す。期間中、水温は24.5℃前後を3℃ほどの水温差で推移し、照度は最大で600Luxであった。

屋外の水槽で基質を管理した7月12日～8月29日の水温を図2に示す。この期間中、水温は24～27.5℃の間を推移した。採苗51日後の8月29日に、基質上に葉長2mm程度の芽が4個/cm²程度、ほぼ均一に発芽する様子がみられた(図3)。

※1 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%

このことから、母藻へ基質を投入した後の 24.5℃前後の水温は孢子の付着に適していると考えられた。また、投入した採苗基質だけでなく、水槽内の壁面等にも発芽していることから、パンライト水槽内に放出されていた孢子が、飼育水槽内に移動したのち、壁面等に付着したと考えられた。

FRP 水槽での飼育は、採苗 143 日後の 11 月 29 日まで行い、養殖試験に用いる 5.4 kg の藻体を基質等から切り出した (図 4)。



図 3 基質から発芽したトサカノリ新芽 (8 月 29 日)

(2) 養殖試験

養殖試験期間中の水温の推移を図 5 に、測定時の各試験区の 1 籠当たりの平均重量を図 6 に、日間増重率の推移を図 7 に示す。

飼育開始 25 日後の 12 月 24 日に行った 1 回目の測定で 1 籠当たりの平均重量が最も大きかったのは、高密度区の水深 2m で 1,045 g であった。また、日間増重率が最も高かったのは、低密度区の水深 1m で 6.80% であった。この期間の水温は 18.6~20.0℃で推移し、平均水温は 19.4℃であった。

飼育開始 63 日後の 1 月 31 日に行った 2 回目の測定で 1 籠当たりの平均重量が最も大きかったのは、高密度区の水深 1m で 1,165g であった。また、日間増重率が最も大きかったのは高密度区の水深 1m で、2.47% であった。2 回目の測定では、1 回目と比較して、すべての試験区で日間増重量が減少した。また、この時期の水温は 16.6~19.5℃で推移し、平均水温は 17.7℃であった。

飼育開始 91 日後の 2 月 28 日に行った 3 回目の測定で 1 籠当たりの平均重量が最も大きかったのは、高密度区の水深 2m で 1,369g であった。日間増重量が最も大きかったのは低密度区の水深 1m の試験区で 6.43% であった。この期間では、すべての試験区で日間増重量率が増加した。この時期の水温は 15.5~17.1℃で推

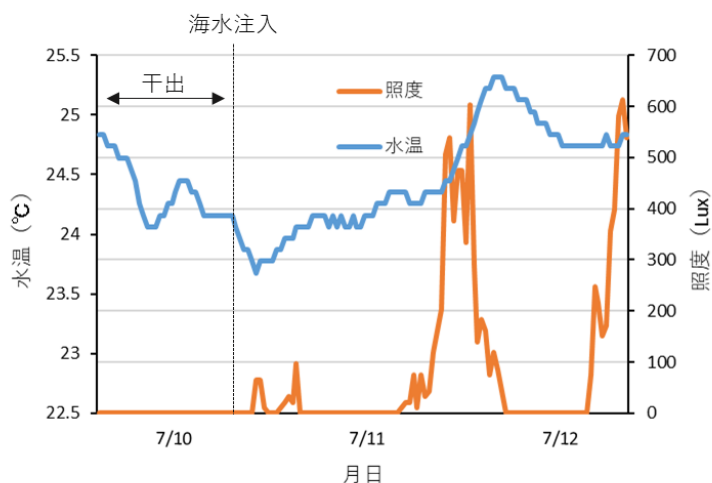


図 1 人工採苗期間中の水温と照度の推移 (7 月 9 日~7 月 12 日)

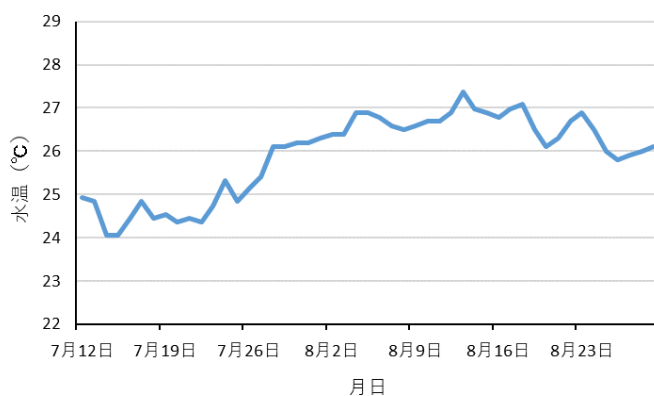


図 2 基質の管理を行った屋外水槽の水温の推移 (7 月 12 日~8 月 29 日)



図 4 人工採苗後、基質から切り出したトサカノリ藻体 (11 月 29 日)

移し、平均水温は16.1℃であった。

今回の試験では、2回目の測定ですべての試験区で日間増重率が減少したが、これは平均水温が19.4℃から17.7℃に急激に下がったことが原因と考えられた。

また一方で2回目から3回目の期間においては平均水温が最も低い16.1℃であったにも関わらず、すべての試験区で日間増重率が高く推移した。これは気象庁の牛深地区の気象データからこの期間の平均日照時間（直達日射量が0.12kW/m²以上となった時間）が5.09時間と試験期間中で最も長く推移したためではないかと考えられた。

また、日間増重率は低密度区で高くなったが、1籠当たりの平均重量は高密度区で大きくなった。漁場面積当たりの収量が重要である養殖業では、1籠当たりの重量が大きくなる600g収容の方が適していると考えられる。しかし1籠あたりの容量が1,000gを超えると、藻体の先端の緑化や、他の海藻などの付着物が多くなり、トサカノリの品質が悪くなる様子が確認された。このことから、今回用いた養殖籠では月に1回程度の頻度で分籠を行う場合の適切な収容量は、300～600gの間であると考えられた。

また、低密度区ではすべての測定で水深1mの籠の重量が最も大きくなったが、高密度区では、1回目と3回目の測定で水深2mの籠、2回目の測定で水深1mの籠で重量が最も大きくなっており結果にばらつきが見られた。また低密度区でより浅い水深で日間増重率および1籠当たりの平均重量が大きくなっていることから、より浅い水深で更に高い生長が得られる可能性がある。

今後は、1籠当たりの収容量と籠の水深、時期ごとの増重量についてより詳細に明らかにし、効率的な養殖方法を確立する必要がある。

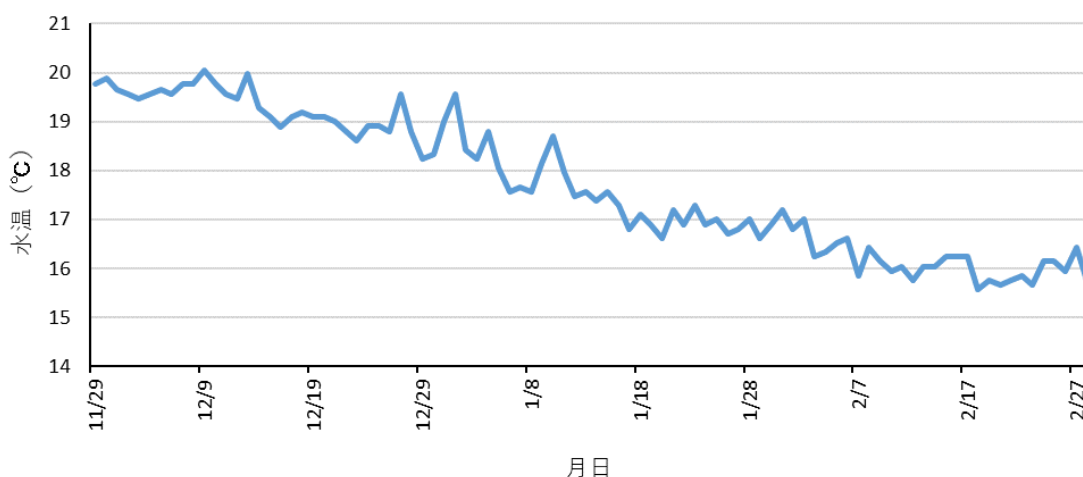


図5 養殖試験期間中の水温の推移 (11月29日～2月28日)

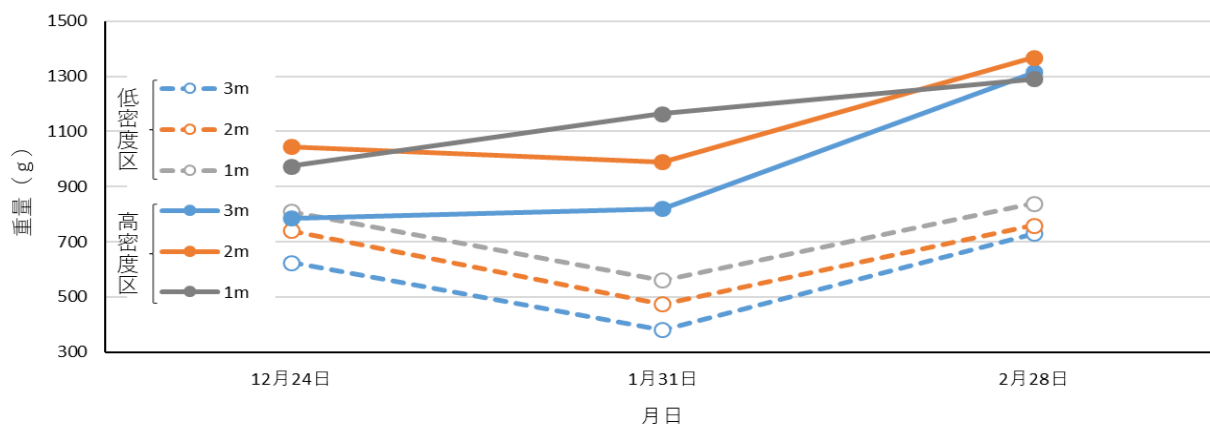


図6 低密度区及び高密度区の平均重量の推移

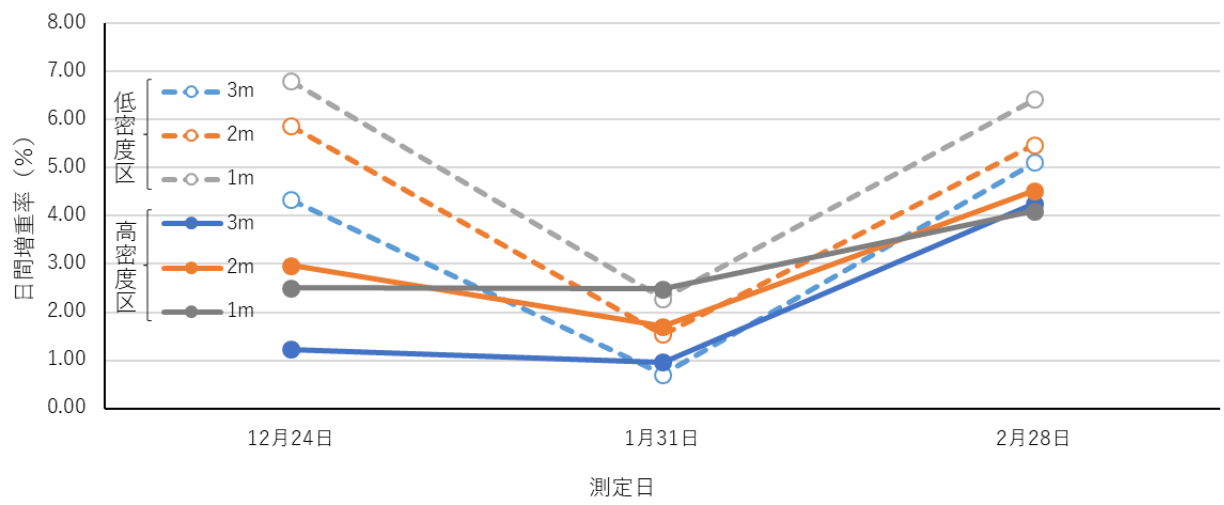


図7 低密度区および高密度区の日間増重率の推移

県 単
稼げる食用海藻高度化事業VI（平成30(2018)～）
（アカモク海上養殖試験） 令和2(2020)年度

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、本県では天草・有明海や八代海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。

一方、アカモクは、フコイダンを多く含んだ健康食品として、近年人気が急速に高まっており、元々アカモクを食する文化がない本県でも、平成30年(2018年)から本格的な漁獲が開始され、高単価で取引されている。

そこで、本センターでは、アカモクの持続的な生産・資源増大・収入安定を目的として人工採苗で得られた種苗による海上筏を用いた養殖試験を実施した。

方 法

- 1 担当者 金棒千明 齋藤剛 日下智子
- 2 内容

養殖試験は、令和2年(2020年)9月30日から同年12月19日まで、本センターの海上筏(4.5×4.5m)で実施した。

種苗は、5月29日に生殖器床に抱卵した母藻から、カキ殻(5cm程度)、モップ紐(直径8mm、長さ6cm)、砂利石(2cm程度)の3種類の基質に採苗し、葉長が5mm程度に生長し、3~9個以上/基質に付着しているものを用いた。(図1)



図1 海上養殖試験に用いた基質 (○はアカモク幼芽)

アカモクの生育に最適な生育水深を把握するため、3種類の基質毎に海面から1m、2m、3m、4mとなるように基質を固定したロープを4本ずつ、計12本作成した。ロープの底部には0.4kgの重りをつけ、海面に張ったロープからそのロープを1m間隔に括りつけ、垂下して試験を行った。

なお、基質をロープに固定する際には、モップ紐は、垂下ロープに挟み込んで固定し、砂利石およびカキ殻は5cm×5cmに切り取った玄関マットに水中ボンドで固定し、マットごと結束バンドで垂下ロープに固定した。

また、飼育期間中、水温は、水深2mに設置した連続水温計で計測するとともに、サンプリングは、1回/月の頻度で、芽の生残および葉長を測定した。

結果および考察

試験期間中の水温の推移を図2に示す。水温は飼育期間中 16.9～25.3℃を示した。また、各試験区の生残結果を表1に示す。

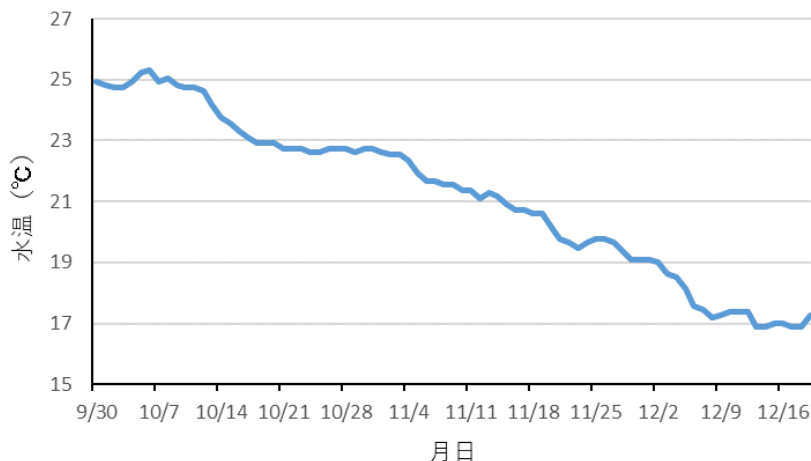


図2 海上養殖試験期間中の水温の推移

表1 海上養殖試験の各試験区における生残個体数

基質	水深	9月30日	10月14日	11月15日	12月19日
		1回目	2回目	3回目	4回目
モップ紐	1m	7	0	/	/
	2m	9	0		
	3m	3	0		
	4m	4	0		
砂利石	1m	7	0	0	/
	2m	5	2	0	
	3m	5	0	0	
	4m	6	0	0	
カキ殻	1m	5	0	0	0
	2m	4	0	0	0
	3m	6	2	2	0
	4m	6	0	0	0

1回目の計測（10月14日）では、砂利石の水深2m区に葉長5mm程度の幼芽が2個体、カキ殻の水深3m区に葉長5mm程度の幼芽が2個体生残した。しかし、その他の水深では、基質上に多くの雑藻が繁茂し、アカモク幼芽はみられなかった（図3）。モップ紐は垂下ロープから脱落したため、この試験区の試験を中止した。

2回目の計測（11月15日）では、カキ殻の水深3mに葉長3mmと5mmの幼芽が2個体確認された（図4）。しかし、砂利石では、すべての水深帯で芽を確認することができなかった。このため、この試験区の試験を中止した。

3回目の計測（12月19日）では、すべての試験区で幼芽の確認ができなくなったため、本試験を中止した。



図3 雑藻が多く繁茂したカキ殻基質



図4 沖出しから46日後のアカモク種苗

今回の試験では3種類の基質を用いた。このうちモップ紐は、沖出しから14日後に固定方法が悪く基質ごと流れてしまったことから、基質としての評価はできなかった。

砂利石は水深2mに垂下した区では14日間で2個体（生残率40%）生残したが、沖出しから46日後の11月15日には1個体も生残がみられなかった。

カキ殻は水深3mで沖出し46日後の11月15日までは2個体（生残率33.3%）のみ生残したが、沖出し80日後の12月19日には1個体の生残もみられなかった。砂利石およびカキ殻は、マットと結束バンドを用いて固定して試験を行ったため、潮流の速い水研センターの筏においても、基質が流されなかったと考えられたが、生残率は低く、その他の区は沖出し14日後にはすべての区で1個体も生残がみられなかった。1個体も生残しなかった区は、基質上に多くの雑藻が繁茂していた。

アカモクは、漁期の3～5月には葉長が5m以上に生長することから、藻体が大きく生長した際、藻体は大き

な抵抗を受けると考えられ、潮流に対する基質の耐性について今後明らかにする必要がある。

また、昨年度に本センターで実施したアカモクの人工採苗種苗を用いた照度別飼育試験において、水温 16～16.5℃で 2,000Lux、4,000、8,000Lux の照度別で採苗後 49 日まで飼育した結果、2,000Lux の試験区で葉体の色が最も濃く活性が高く、生長も 4,000Lux、8,000Lux の試験区と同等以上であったことから、アカモクは、比較的 low 照度の環境でも生育が可能であると考えられる。また、本県に自生するアカモクは試験で設定した最も深い水深 4m よりも深い水深で生育するのが通常であることから、今回の試験で 4m の基質に生残が確認できなかった原因は不明である。また、昨年度の試験で 4,000Lux、8,000Lux の条件下で育苗した際には、葉体が黄色く脱色し、枯死したことから、今回、水深 1m に垂下した基質は、照度が高すぎたことによって、生育できなかった可能性が考えられた。

今回の試験では、9 月 30 日に沖出し時の芽のサイズは、葉長 5mm であったが、沖出し 46 日後も、芽の伸長はみられず、葉長は 5mm のままであった。アカモクは、11～12 月の秋季以降の水温低下に伴って急速に生長するが、今回の飼育期間は 9 月 30 日～11 月 19 日の間で、水温は 21.0～26.5℃と高い水温条件で飼育したことから、アカモクが生長しなかった可能性がある。

岡地 (2012) のアカモクの沖出し時期について検討した試験¹⁾によれば、新潟県海域では、10 月以前にアカモク幼芽の沖出しを行うと、雑藻や付着物、食害により生残率が低下するという報告があり、海水温が新潟よりも高く推移する本県海域では、9 月下旬の沖出しは早すぎたと考えられた。

今後は、沖出しの時期をさらに遅らせたり、沖出し時の種苗サイズを大きくした上で実施するなど、工夫する必要があると考えられた。

さらに、今漁期の秋から冬季は、平年より 2～4℃ほど高水温であったことから、近隣の養殖ワカメ漁場等で植食性魚類による食害の被害が多く発生していた。今回の試験では基質への食害対策を施していなかったことから、植食性魚類による食害があった可能性も考えられた。

今後は、アカモク人工種苗の最適な採苗基質を開発するとともに、最適な沖出し時期や水温等の飼育環境を把握し、併せて食害対策を実施する必要があると考えられた。

参考文献

- 1) 岡地恵介 (2012) アカモク養殖試験について 平成 23 年度日本海ブロック水産業関係研究開発推進会議 日本海資源生産研究部会 増養殖研究会講演要旨集

県 単

稼げる食用海藻高度化事業Ⅶ（平成30(2018)～）
令和2(2020)年度
(ミリン人工採苗試験)

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、裸潜漁業等で平成元年頃ま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しか確認できない状況となっている。

ミリンは漁獲後すぐに生のまま出荷することができ、1株が10kg以上のものもあり、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もの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、ミリンの増養殖技術開発の一環として、天草市深海地先で採取したミリンを母藻に用いた人工採苗試験を行った。

方 法

1 担当者 金棒千明、齋藤剛、日下智子

2 内容

(1) 人工採苗試験

人工採苗には令和元年(2019年)7月8日に天草市深海地先で採取した1.5kgのミリンを30Lパンライト水槽に収容し止水で飼育して用いた。翌日に水槽内に果孢子又は四分孢子(以下、「孢子」という。)の放出を確認したため、飼育水を100Lパンライト水槽に移し、採苗基質を投入した。その後、7月25日までの16日間、止水、微通気、自然水温及び自然日照の条件下で飼育を行った。

(2) 照度別育苗試験

生育に最適な照度を把握するため、採苗から16日後の7月25日から照度別育苗試験を行った。葉体が付着した採苗基質をプラスチックシャーレに移し、1,000Lux区、2,000Lux区、4,000Lux区、8,000Lux区の4区を設定し、恒温室内で育苗飼育を行った。また、35日後からは、500Lux区の試験区を加え、それぞれの照度別試験区を、通気区と無通気区に分け、採苗から141日後となる11月28日まで飼育を行った。なお、飼育水にはSWMⅢ改変培地を20%に希釈した海水を用いた。

恒温室内の設定温度は水研センターのろ過海水の水温と同じ温度とし、光照射時間は自然の日長時間に合わせて数日おきに調整した。また、採苗23、26、35、54、114、141日後にサンプリングを行いそれぞれ10個体のミリンの葉長を計測して平均葉長を算出した。

結果および考察

(1) 人工採苗試験

人工採苗から16日後までの水温および照度の推移を図1に示す。この間、水温は24～31℃を、照度は0～24,000Luxを推移したが、葉の生残に大きな影響はなかった。

孢子の付着は採苗1日後の7月10日に確認でき、直径は0.02mmであった(図2)。その後、ミリン葉体は順調に生育し16日後には平均葉長0.04mmまで生長した(図3)。

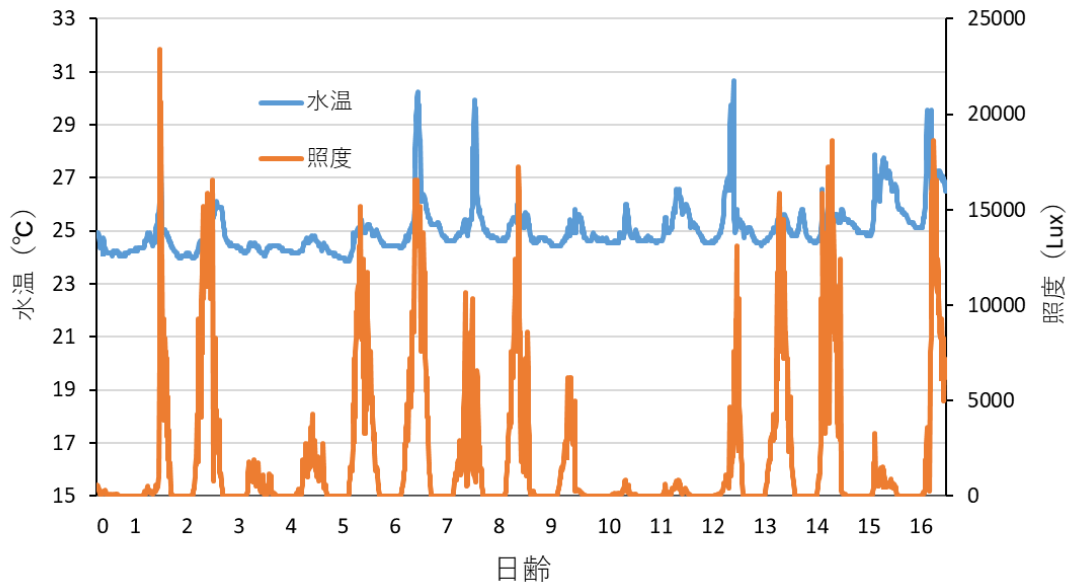


図1 人工採苗試験における飼育水温および照度の推移（採苗0～16日）

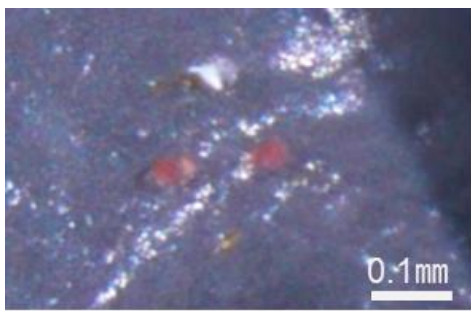


図2 プラスチック基質に付着した胞子

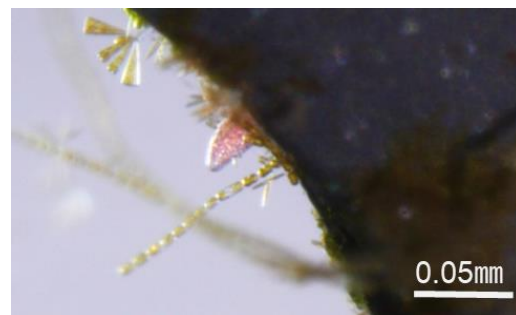


図3 ミリン幼芽16日齢（葉長0.04mm）

(2) 照度別育苗試験

採苗から16～35日後までの恒温室内の設定温度と日長時間を図4に示す。自然水温および日長時間に合わせ、恒温室内の温度は19～25.5℃で推移し、日長時間は11～14時間の間で調整した。

採苗から16～35日後までの各試験区における平均葉長の推移を図5に、葉体の生長の様子を図6に示す。

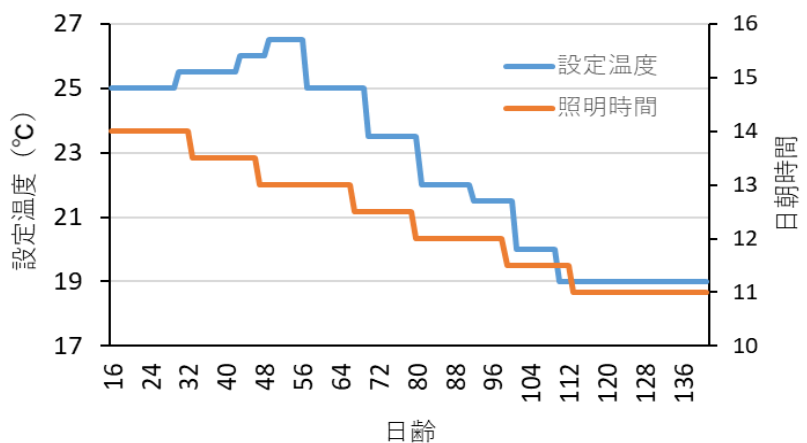


図4 照度別試験区における恒温室の設定温度および日長時間

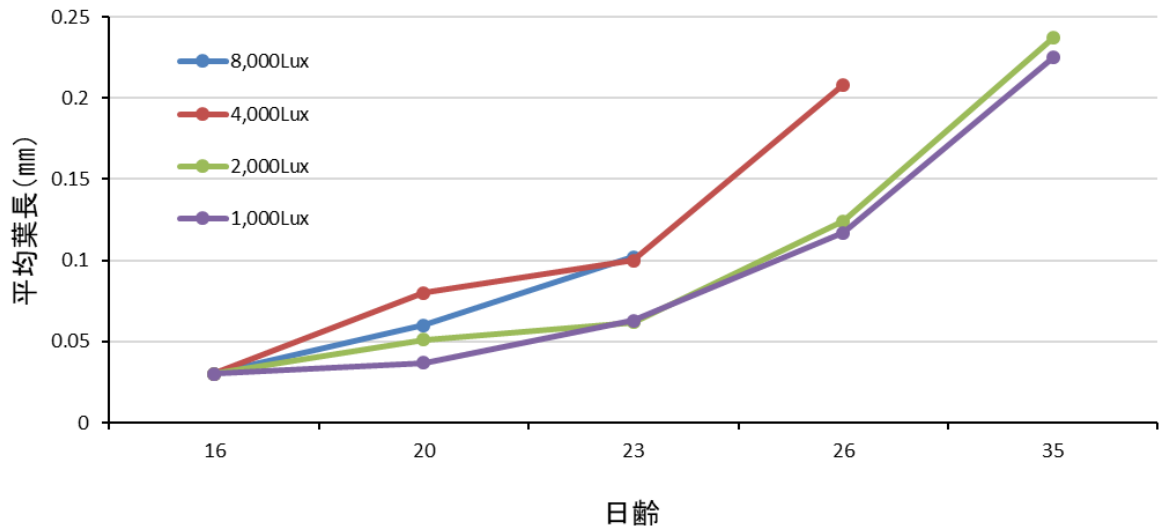


図5 照度別試験区における平均葉長の推移 (16~35 日齢)

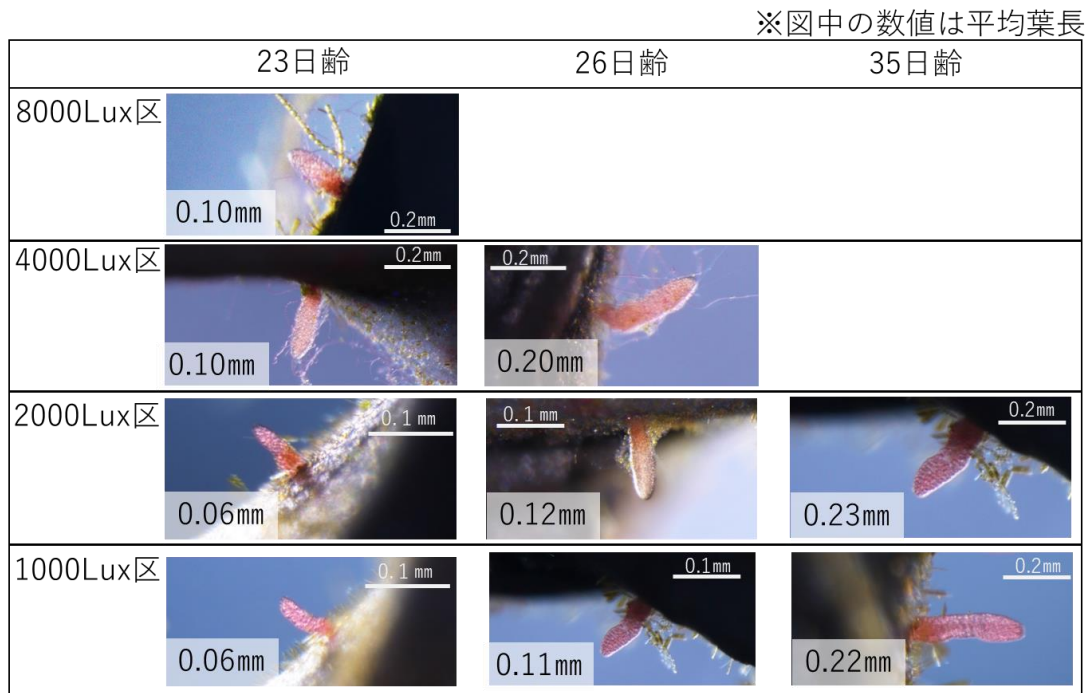


図6 各試験区における葉体の生長 (23~35 日齢)

葉体の生残は、23 日後まではすべての試験区で確認できたが、特に高照度区の 4,000Lux 区、8,000Lux 区の生長が良く、両試験区では平均葉長が 0.1 mm となったが、低照度区の 1,000lux 区、2,000Lux 区では平均葉長は 0.06 mm であった。

しかし、その後、8,000Lux 区では 26 日後に、4,000Lux 区では 35 日後に、珪藻が繁茂して、基質および葉体表面を覆ってしまったことから葉体が枯死した。このため、この両試験区はこの時点で飼育を中止した。

一方、低照度区の 2 区では、同様に珪藻は繁茂したもの、基質や葉体表面を覆うことはなく、生長は順調で、35 日後に 1,000Lux 区では平均葉長は 0.22 mm、2,000Lux 区では平均葉長は 0.23 mm となった。

採苗から 35~141 日後までの各試験区における平均葉長の推移を図 7 に、葉体の生長の様子を図 8 及び図

9に示す。無通気区では、2,000Lux 区は 35 日後に、1,000Lux 区および 500Lux 区では 54 日後に、葉体の色が薄くなり枯死した。このため、これら試験区の飼育をこの時点で中止した (図 8)。一方、通気区では、2,000Lux 区は 141 日後に、平均葉長が 11.5 mm、1,000Lux は平均葉長が 14.5 mm、500Lux は平均葉長が 7.1 mm となった。

今回の人工採苗試験においては、採苗基質として、プラスチックを用いた。この基質は、止水・通気下で、全ての基質に孢子が付着し、高照度区では飼育中には珪藻が基質や葉体に多く繁茂したものの、低照度区では 141 日齢まで順調に飼育することができた。したがって、今回のプラスチック基質は採苗基質としては有効であると考えられた。

一方、8,000Lux 区、4,000Lux 区では、採苗から 23~26 日後の育苗初期の葉体の生長は低照度区と比較すると良く、育苗初期における適正照度は 4,000Lux 以上であることが分かったが、23 日後以降、リクモフォラ (*Licmophora*) 等の珪藻の繁茂により、生長が阻害され、枯死してしまう様子が確認された。今回の人工採苗では、母藻を管理していた飼育水に基質を投入したため、多くの珪藻が混入してしまい、高照度下での育苗により珪藻が早く成長し枯死したと考えられる。

また、2,000Lux 無通気区、1,000Lux 無通気区、500Lux 無通気区で葉体が脱色し、枯死してしまう様子が確認された。小林ら¹⁾は、窒素とリンの添加の有無と、藻体の体色の関係を調べた研究において、窒素無添加区で藻体の黄化が認められたと報告していることから、今回の 500~2,000Lux の無通気区では、無通気のため水流が起こらず、窒素との接触機会が不足してしまったため、葉体の脱色が起こり、枯死してしまったと考えられた。

500Lux 通気区、1,000Lux 通気区、2,000Lux 通気区の 3 つの試験区で 141 日齢まで飼育することができたが、500Lux の通気区は、他の試験区と比較して珪藻の繁茂は少ないものの、葉体の生長は遅かった。

これらのことから、今回の飼育条件において、珪藻の繁茂を抑え、ミリンが生長した照度は 500~2,000Lux の間であったが、採苗後約 1 ヶ月間は 4,000Lux 以上で最も良く生長したことから、最適照度は更に高いのではないかと考えられた。今後は、珪藻の繁茂を抑制し、かつ、ミリンの成長段階ごとの育苗に最適な環境条件を検討し、効率的な種苗生産の手法を確立していく必要がある。

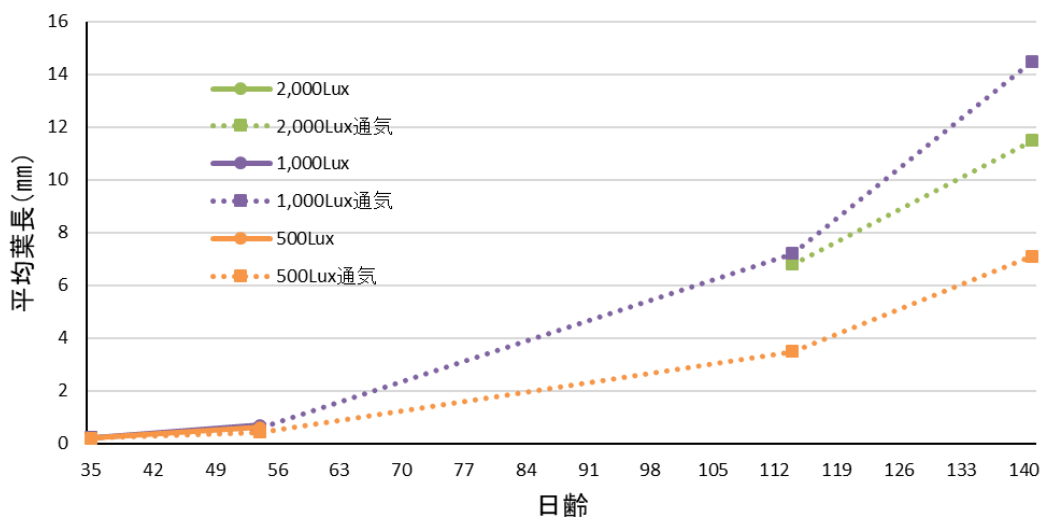


図 7 各試験区における平均葉長の推移 (35~141 日齢)

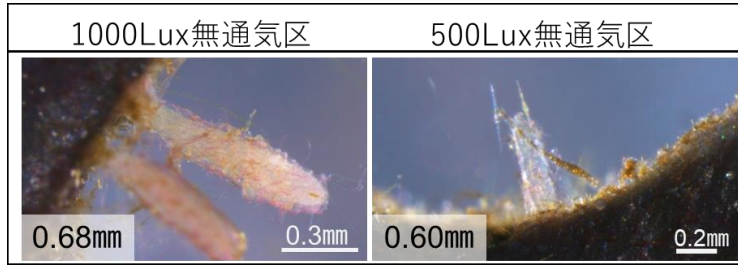


図8 採苗後54日の無通気区における葉体の脱色

※図中の数値は平均葉長

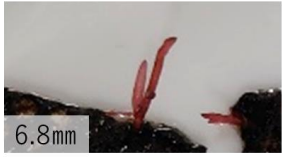
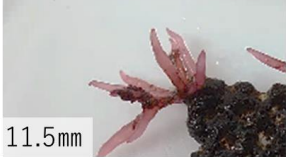
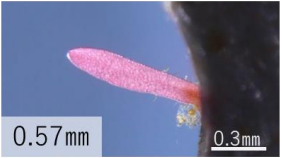

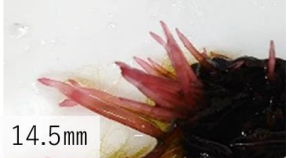
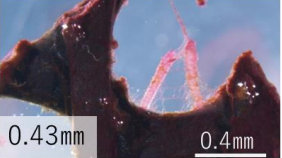


	54日齢	114日齢	141日齢
2000Lux 通気区			
1000Lux 通気区			
500Lux 通気区			

図9 通気区の名試験区における平均葉長の推移 (54~141日齢)

参考文献

- 1) 小林美樹ら (2013) : 富山湾深層水を用いた紅藻ミリン *Solieria pacifica* の成長と体色改善 Deep Ocean Water Research 14(1) 27-33

稼げる食用海藻高度化事業Ⅷ（^{県 単}平成30(2018)～[）] (天草西海藻場モニタリング調査) 令和2(2020)年度

緒 言

藻場は、魚介類の産卵場所及び仔稚魚の育成場所としての機能を持ち、漁業生産及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対する懸念の声が聞かれる。そこで、本事業では藻場の現状を把握することを目的として、天草灘に位置する天草郡苓北町地先の富岡保護水面において、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、櫻田清成、木村武志

2 調査内容

(1) 調査場所および調査日

図1に示す天草郡苓北町富岡保護水面内で、令和元年(2019年)6月10日に行った。

(2) 調査方法

調査は、保護水面内に50mの調査ラインを図1のように3本設定し、1ラインあたり5地点、合計15地点の調査点を設定し実施した。海藻サンプルは、スクーバ潜水により15地点全てで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、ウニ類の分布は、各ラインを中心に2m幅の範囲内に生息するものを目視で計数した。

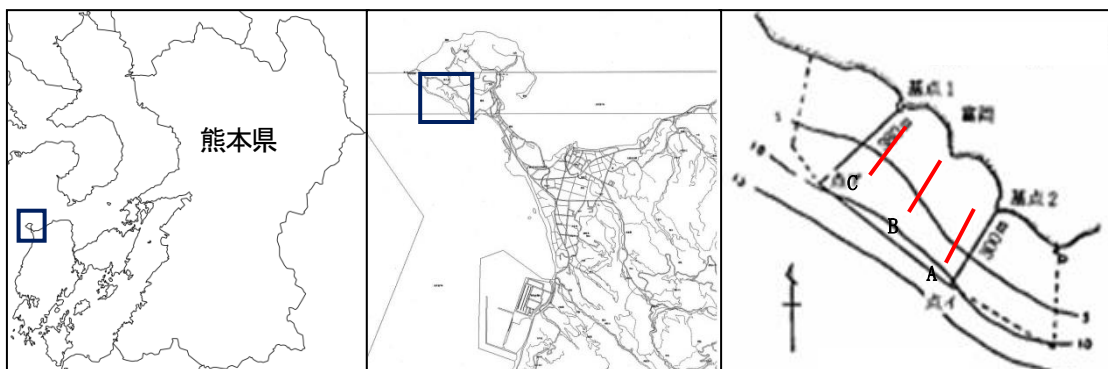


図1 調査地点

結果および考察

今回の調査で出現した海藻の種類とそれらの総湿重量に占める割合を表1に示す。出現種数は、緑藻類3種、褐藻類8種、紅藻類10種の合計21種であった。全地点の平均湿重量は763.8g/m²であり、優占種は褐藻類のシマオウギ、シワヤハズで、これら2種で全体の湿重量の80.6%を占めていた。

また、平成12年度(2000年度)から令和元年度(2019年度)までの富岡保護水面調査における海藻の湿重量の推移及び種数の推移を図2及び図3に示す。前回調査を行った平成29年度(2017年度)の結果と比較すると、湿重量比は約122.4%に増加し、出現種数は16種から21種に増加したが、近年、湿重量と種数は横ばいとなっている。

一方、食害生物のウニ類の生息密度は3本のラインの平均で0.46個体/m²と低密度であった。

表 1 富岡保護水面調査で出現した藻類(藻類名の後の数字は、湿重量全体に占める割合)

緑藻類	ヘライワヅタ(0.7%)、キッコウグサ(0.0%)、緑藻類(0.0%)
褐藻類	シマオウギ(52.6%)、シワヤハズ(28.0%)、アミジグサ(5.4%)、ヘラヤハズ(1.9%)、 褐藻類A(0.1%)、フクロノリ(0.0%)、褐藻類B(0.0%)、褐藻類C(0.0%)
紅藻類	カキノテ(5.4%)、マクサ(1.6%)、トサカマツ(1.4%)、ユカリ(1.1%)、ハリガネ(0.8%)、 ガラガラ(0.4%)、アヤニシキ(0.3%)、コブソヅ(0.1%)、キントキ(0.1%)、紅藻類(0.0%)

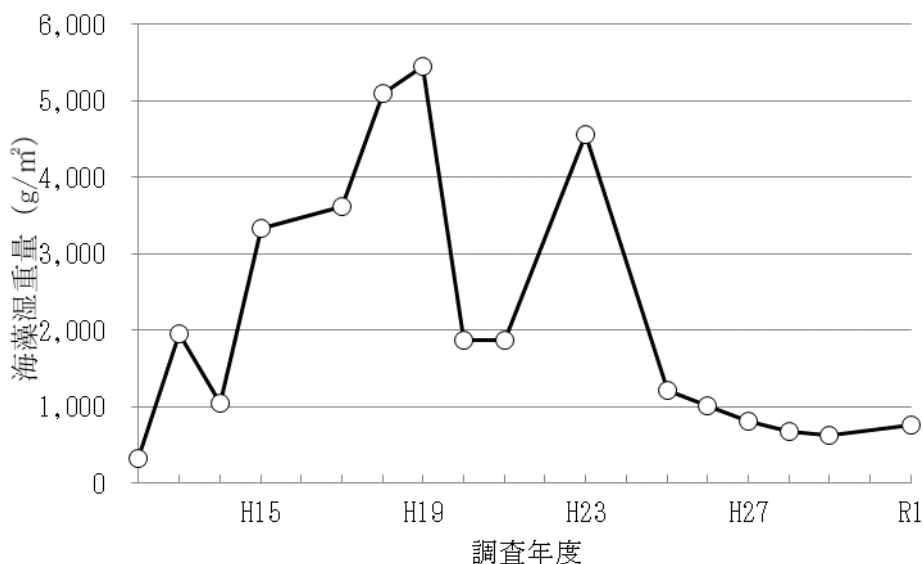


図 2 富岡保護水面における総湿重量の推移

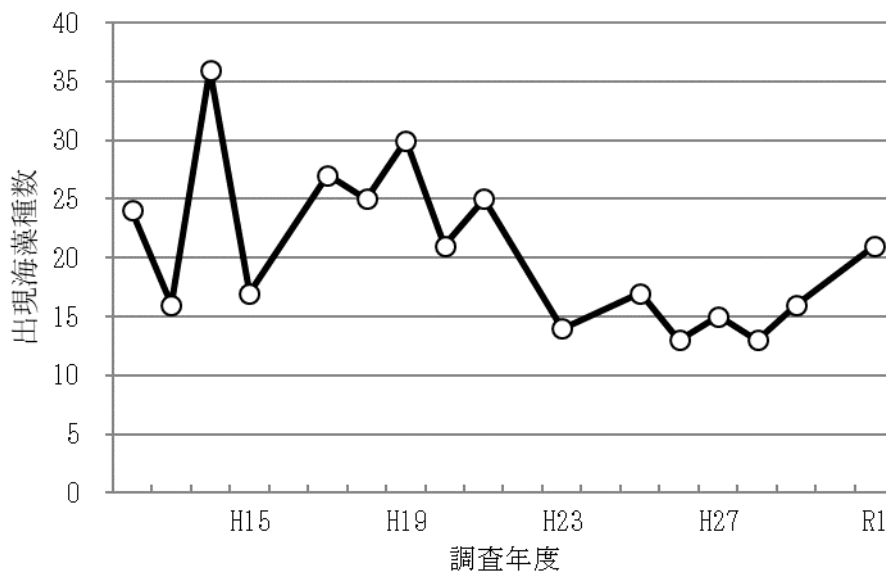


図 3 富岡保護水面における出現海藻種数の推移

稼げる食用海藻高度化事業Ⅹ（^{県単}平成30(2018)～令和2(2020)年度） （軍ヶ浦地先藻場造成効果調査）

緒言

藻場は、魚介類の産卵場所および仔稚魚の生育場所としての機能を持つとともに、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、近年は、本県沿岸域の藻場が減少しており、天草市軍ヶ浦地先においても同様の現象が見られている。

そのような中、平成25年度（2013年度）から天草漁協天草町支所所属の漁業者が中心となり、関係機関と連携しながら海藻の食害生物であるウニ類の駆除や、藻場への侵入を防ぐウニフェンスの設置及び増殖に向けたスポアバッグの投入等による藻場回復の取組みを開始した。

そこで、本事業では、藻場回復のための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）から引き続き藻類及びウニの生息状況を調査した。

方法

- 1 担当者 金棒千明、齋藤 剛、櫻田清成、柄原正久（浅海干潟研究部）
- 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

イ 調査日

（ア）夏季調査 令和元年（2019年）6月24日

（イ）春季調査 令和2年（2020年）3月17日

（2）調査方法

本海域では、表1に示すように平成25年度（2013年度）から図1に示す漁場周辺において、漁業者がウニ駆除やウニフェンスの設置を中心に藻場回復の取組みを行っている。

表1 漁業者の藻場造成の取組み（年度別）

年度	具体的な取組み内容
H25	ウニフェンスの設置 ウニの駆除
H26	流れ藻収容かごの設置 スポアバッグ等による母藻投入
H27	海藻の芽付き基板の設置
H28	藻食性魚類の駆除
H29 ～H30	ウニの駆除 藻食性魚類の駆除
R1	ウニの駆除 藻食性魚類の駆除 海藻の種糸の設置



図1 調査地点

調査区域は、図1に示す藻場造成が行われている試験区（以下、「フェンス内」という。）および何も手が加えられていない対照区（以下、「フェンス外」という。）の2区とした。海藻の生育状況の調査は、フェンス外で50mライン上に5地点、フェンス内で海底の岩部分に3地点調査地点を設定し、スクーバ潜水によりそれぞれの地点において50×50cmの方形枠内の藻類を刈り取った。これらのサンプルは、当センターに持ち帰り、種の同定および種類ごとの湿重量を測定した。食害生物のウニの生息量の調査は、50mラインの左右1m幅内に生息するウニ類を目視で計数し、1m²当たりの生息数を算出した。また、ウニを30個程度採取し、当センターに持ち帰り、生殖腺を取り出し、重量を測定して、身入り（生殖腺重量/全体重量×100）を評価した。

なお、ウニフェンスは、長さ100m×高さ7mで目合は7節及び8節の網を用い、底部には2部半のチェーンを重りとして付け、表層部には2重の8mmのポリロープにウキを付けたものである。

結果及び考察

1 夏季調査

フェンス内外での藻類の生育状況を表2に示す。出現総種数は、フェンス外で褐藻類1種、紅藻類1種の合計2種、フェンス内で褐藻類1種、紅藻類1種、緑藻類1種の合計3種であった。平均湿重量は、フェンス外で61.7g/m²、フェンス内で35.9g/m²であり、特にフェンス内・外でシマオウギとヒラクサの割合が大きく異なっていた。

フェンス外でのウニ類の種構成はガンガゼが72.2%、ナガウニが17.6%、ムラサキウニが10.1%であり、生息密度は3.46個体/m²、身入りの平均は35.9%であった。フェンス内でのウニ類の種構成はガンガゼが96.6%、ナガウニが3.3%であり、生息密度は4.47個体/m²、身入りの平均は、25.3%であった。

表2 夏季調査で出現した藻類（藻類名の後の数字は、湿重量全体に占める割合）

ウニフェンス外	褐藻類	シマオウギ(99.3%)
	紅藻類	ヒラクサ(0.7%)
ウニフェンス内	褐藻類	シマオウギ (3.9%)
	紅藻類	ヒラクサ(55.2%)
	緑藻類	ネザシミル(40.9%)

2 春季調査

フェンス内外での藻類の生育状況を表3に示す。出現総種数は、フェンス外で褐藻類1種、紅藻類4種、緑藻類2種の合計7種、フェンス内で褐藻類2種、紅藻類9種の合計11種であった。

平均湿重量は、フェンス外で624.5g/m²、フェンス内で3284.3g/m²であり、内外ともにフクロノリが大半を占めていた。

フェンス外でのウニ類の種構成はガンガゼが98.2%、ナガウニが2.3%であり、生息密度は5.19個体/m²、身入りの平均は12.22%であった。フェンス内でのウニ類の種構成はガンガゼが34.8%、ナガウニが15.1%、ムラサキウニが50.0%であり、生息密度は6.97個体/m²、ウニの身入りの平均は5.32%であった。

表3 春季調査で出現した藻類（藻類名の後の数字は、湿重量全体に占める割合）

ウニフェンス外	褐藻類	フクロノリ(97.2%)
	紅藻類	ハリガネ(2.3%)、ヒラクサ(0.0%)、スギノリ(0.0%)、ヒトツマツ(0.0%)
	緑藻類	ミル(0.3%)、緑藻類A(0.0%)
ウニフェンス内	褐藻類	フクロノリ(99.3%)、アミジグサ(0.0%)
	紅藻類	フサノリ(0.1%)、ヒラフサノリ(0.1%)、キヌハダ(0.1%)、サンゴモ(0.0%)、ガラガラ(0.0%)、ヒラクサ(0.0%)、マフノリ(0.0%)、スギノリ(0.0%)、カキノテ(0.0%)

平成27年(2015年)6月から令和2年(2020年)3月までの海藻の湿重量の推移を図2、3に、海藻の種類数を表4、ウニ密度の推移を図4、5に示す。さらに、平成30年(2018年)3月から令和2年(2020年)3月までの身入り(平均)の推移を図7に示す。

海藻の湿重量は、フェンス内外ともに毎年3月に増加し、フェンス外と比較するとフェンス内の方がピークは大きくなる傾向がみられた。また、これまでに出現した海藻の種類数についてはフェンス外で20種、フェンス内で35種となっており、フェンス外よりもフェンス内の方が多いことから、ウニフェンス設置等の取組みにより、海藻の種類が多様化していることが確認された。しかし、大半をフクロノリやヒラクサ等の小型海藻が占めており、ホンダワラ等の大型海藻の生育が今後の課題であると考えられる。

ウニの生息密度について、今年度の調査ではフェンス外よりもフェンス内の生息密度が高く推移した。その原因としては、軍ヶ浦地区は外洋に面しており、波浪が非常に高くなる場合が多くあり、所定の場所から波浪でフェンスが流され、ウニがフェンス内へ侵入してしまったことや、稚ウニの新規加入があったことが考えられる。特に、春季調査では、調査の直前にフェンスが波で流されていたとのことから、その影響が顕著に表れたと考えられた。

また、フェンス内のウニの身入りは、フェンス外と比較して低く推移した。これは、フェンス内のウニの生息密度が高くなったことにより、ウニ1個体当たりの海藻の供給量が減少したことが原因であると考えられる。これらの結果から、ウニによる食害対策としてのウニフェンスの機能が低下していることが分かった。

今後、さらに効果を上げるためには、漁業者による継続した藻場造成の取組みが必要であり、水研センターでは効果調査を継続し、取組み支援を行う予定である。

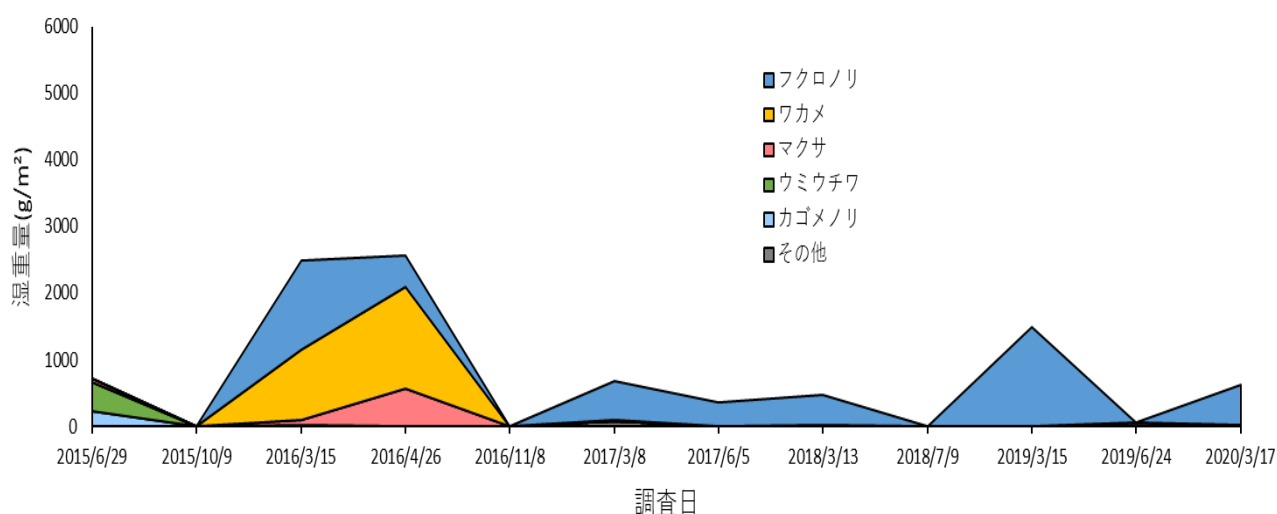


図2 ウニフェンス外海藻の湿重量の推移

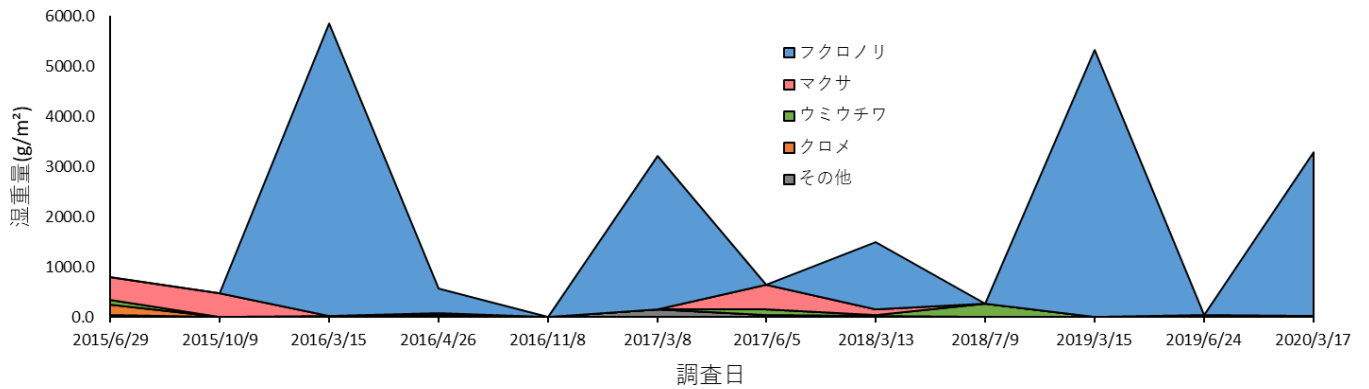


図3 ウニフェンス内の海藻の湿重量の推移

表4 これまでに確認された海藻の種類数

フェンス外 (合計 20 種)	フクロノリ	フタエオオギ
	ウミウチワ	ムカデノリ
	マクサ	フイリグサ
	ワカメ	キヌハダ
	カゴメノリ	ツノマタ
	カヤモノリ	タンバノリ
	フサノリ	ヒビロウド
	ヒラクサ	ハリガネ
	シマオウギ	ヒトツマツ
	スギノリ	ミル
	フェンス内 (合計 35 種)	フクロノリ
ウミウチワ		ヒイラギモク
アミモヨウ		スギノリ
マクサ		ヒジキ
クロメ		イソモク
ミリン		トサカノリ
ミル		キレバノリ
ヤツマタモク		フシツナギ
コスジフシツナギ		ツルツル
カバノリ		シラモ
カゴメノリ		キヌハダ
モツレミル		ツノマタ
シマオウギ		ヒラガラガラ
ガラガラ		ムチモ
ヒラクサ		サンゴモ
ネザシミル		ヒラフサノリ
アミジグサ		マフノリ
カニノテ		

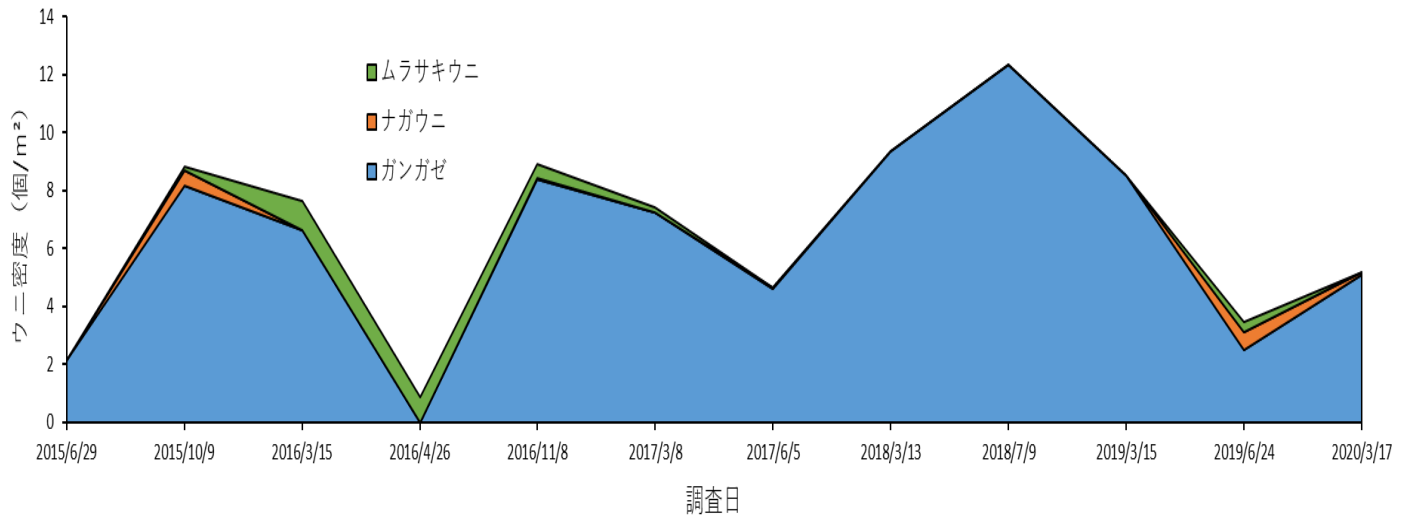


図4 ウニフェンス外のウニ密度の推移

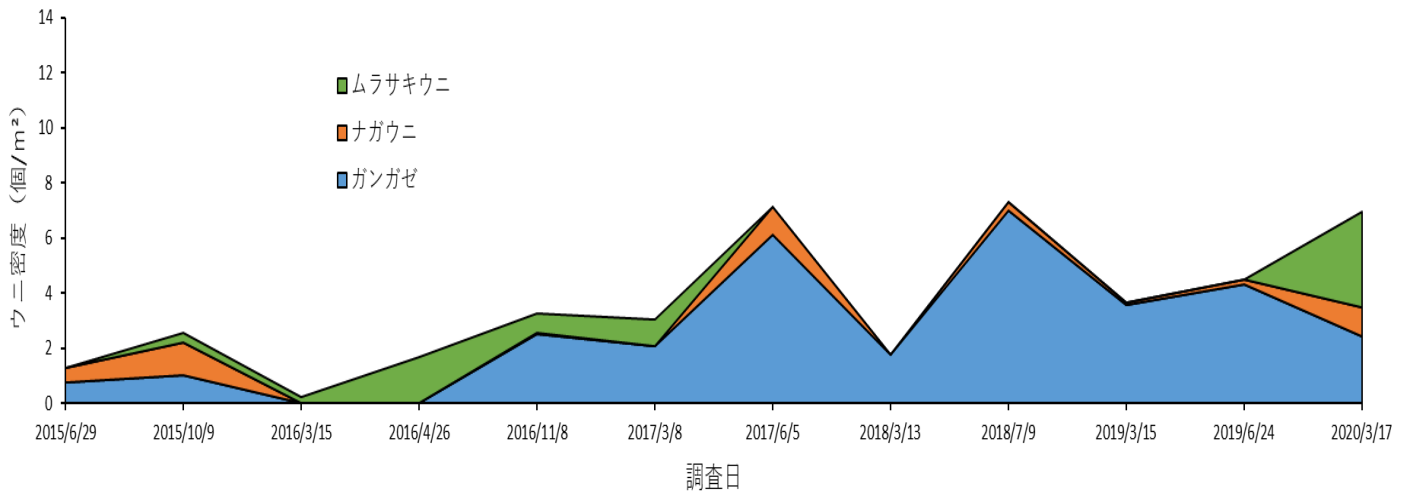


図5 ウニフェンス内のウニ密度の推移

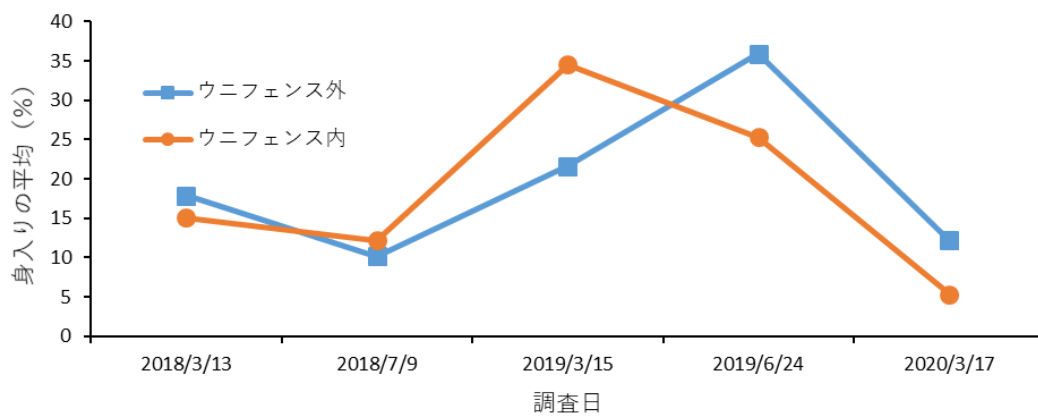


図6 ウニの身入りの推移

沿岸漁場整備(補助)事務費Ⅲ (令 達)

令和元 (2019) 年度
(水産環境整備事業藻場効果調査)

緒 言

藻場は、魚介類の産卵場所および稚仔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した藻場造成漁場の整備が行われている。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、櫻田清成、木村武志、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) を令和元年 (2019 年) 5 月 27 日に実施した。

イ 天草市五和町地先 (平成 30 年度 (2018 年度) および平成 2 年度 (1990 年度) 施工箇所) を令和元年 (2019 年) 6 月 12 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 50×50 cm の方形枠内を坪刈りし採取した。これらのサンプルは水研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。

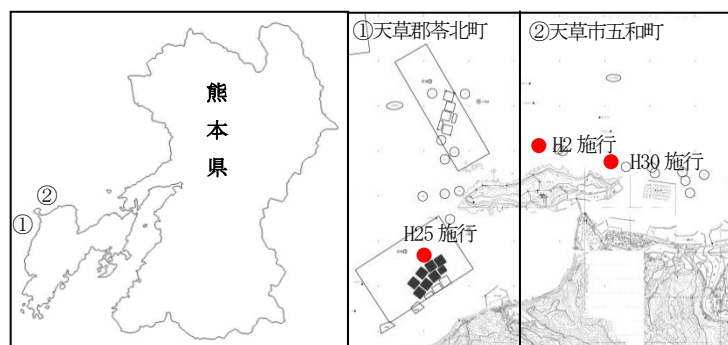


図 1 調査地点 (赤丸)

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それら海藻の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 9 種 (前年度 11 種)、紅藻類 2 種 (前年度 1 種) の合計 11 種 (前年度 12 種)、対照区では、褐藻類 9 種、紅藻類 5 種、の合計 14 種であった。

1m²あたりの湿重量は、平成 25 年度 (2013 年度) 施工の投石礁では 10,661.5g/m² (前年度比 126.6%)、対照区では 1,884.4g/m²であった。

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

対照区と比較すると、種数は、平成 25 年度 (2013 年度) 施工の投石礁では 3 種少なかった。しかし、

1m²あたりの湿重量は、対照区の約5.7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（ ）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	アカモク(63.4%)、アントクメ(28.7%)、ワカメ(4.1%)、アミジグサ(3.8%)、フクロノリ(3.3%)、シワヤハズ(0.3%)、ヤハズクサ(0.2%)、ウミウチワ(0.0%)、ホンダワラ類(1.1%)
	紅藻類	ハリガネ(0.1%)、ヒラガラガラ(0.1%)、ヒラガラガラ(0.4%)、
対照区	褐藻類	フクロノリ(34.1.8%)、アカモク(31.4%)、ワカメ(21.0%)、ウミウチワ(10.1%)、アントクメ(0.9%)、シワヤハズ(0.6%)、アミジグサ(0.5%)、褐藻類A(0.1%)、褐藻類B(0.0%)
	紅藻類	ヒラガラガラ(0.8%)、紅藻類A(0.4%)、ハリガネ(0.1%)、ピリヒバ(0.0%)、ユカリ(0.0%)

(2) 天草市五和町地先

採取した海藻の種類とそれら海藻の総湿重量に占める割合を表2に示す。

海藻の種類数は平成2年度(1990年度)の投石礁では褐藻類が3種、紅藻類が2種の合計5種、平成30年度(2018年度)の投石礁では褐藻類が8種、紅藻類が13種、緑藻類が1種の合計22種、対照区では褐藻類が7種、紅藻類が8種、緑藻類が1種の合計16種であった。

1m²あたりの湿重量は、平成2年度(1990年度)の投石礁では3,728.8g/m²、平成30年度(2018年度)の投石礁では7,185.2g/m²、対照区では8,666.8g/m²であった。

平成2年度(1990年度)施工の投石礁においては、施工から30年近く経過し、平均して1m²当たり4kg近くの海藻が生息しているものの、対象区と比較すると、種数で11種少なく、湿重量も0.4倍となっており、投石礁として機能が低下してきている可能性も考えられた。

平成30年度(2018年度)施工の投石礁では施工から1年で、湿重量で1m²あたり7kg以上、22種の海藻が生息している様子が見られ、投石礁の設置は即効性があることが分かった。

表2 天草市五和町地先で出現した藻類（ ）は、湿重量全体に占める割合

平成2年度施 工投石礁	褐藻類	ヨレモク(95.7%)、クロメ(2.6%)、フクロノリ(0.5%)
	紅藻類	カキノテ(0.7%)、ハリガネ(0.6%)
平成30年度 施工投石礁	褐藻類	ヤツマタモク(59.5%)、クロメ(14.2%)、ワカメ(4.4%)、シマオウギ(2.3%)、アカモク(1.7%)、シワヤハズ(1.2%)、アミジグサ(0.8%)、ウミウチワ(0.0%)
	紅藻類	ヒラフサノリ(5.3%)、ヒトツマツ(3.6%)、カキノテ(1.6%)、トサカノリ(1.1%)、マクサ(0.8%)、ハリガネ(0.4%)、フクロガラガラ(0.4%)、紅藻類1(0.0%)、フシキントキ(0.0%)、キジノオ(0.0%)、キントキ(0.0%)、ヒラクサ(0.0%)、エツキイワノカワ(0.0%)
	緑藻類	ミル(2.3%)
対照区	褐藻類	ヤツマタモク(80.9%)、クロメ(10.3%)、シマオウギ(4.5%)、シワヤハズ(0.9%)、ウミウチワ(0.5%)、フクロノリ(0.4%)、褐藻類1(0.0%)
	紅藻類	カキノテ(1.3%)、サンゴモ(0.4%)、紅藻類1(0.0%)、キジノオ(0.0%)、ヒトツマツ(0.0%)、トサカノリ(0.0%)、アミクサ(0.0%)
	緑藻類	ミル(0.0%)

県 単

水産研究イノベーション加速化事業Ⅱ (平成28(2016)～)

令和元(2019)年度

(水産物差別化試験 養殖ヒトエグサの色調測定)

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いなど少ない投資で養殖が可能なため、稼げる漁業として、近年、漁業者数が増加している。

本県の養殖ヒトエグサは、取引業者の間では、他県産の高単価で取引されている高級品と比較して、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、客観的な評価データは殆どなく、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〇県産ヒトエグサや本県産とのハイブリッドについても、本県で養殖した場合の葉の色調等の特性は明らかでない。

そこで、本県産養殖ヒトエグサの評価を目的に、まず、種苗の由来が異なる葉体の色調測定を行った。

方 法

- 1 担当者 齋藤 剛 日下智子
- 2 方法

色調測定に用いたサンプルを表1および図1(6サンプルのみ)に示す。サンプルは、天然採苗網または、水研センターおよびくまもと里海づくり協会で作成した種の由来の異なる接合子板から、令和元年(2019年)9月に人工採苗し、その後天草の3地区(天草市御所浦地区、天草市五和地区、天草郡苓北町地区)で養殖されたもののうち、令和2年(2020年)2月から3月に現地でサンプリングしたもの8種類である。また、そのうち御所浦地区の2サンプルは海水で洗浄されたのち乾燥したもので、それ以外は水道水で洗浄後乾燥したサンプルであった。

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。

表1 色調測定サンプル

サンプル採取日 (令和2年)	種苗由来
2月16日	御所浦(天然採苗)
	御所浦(人工採苗)
3月15日	五和(天然採苗)
3月18日	五和(人工採苗)
3月24日	苓北町(苓北種人工採苗)
	苓北町(新和種人工採苗)
	苓北町(〇県種人工採苗)
	苓北町(苓北・〇県HB種人工採苗)

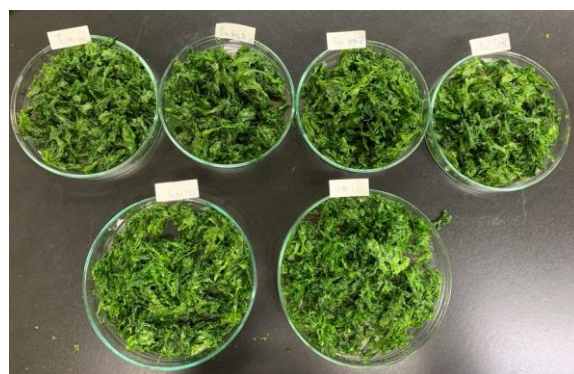


図1 3月の五和および苓北地区のサンプル

※ 彩度 $c^* = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2}$

結果および考察

色調測定結果を表2に、平成30年(2018年)から令和2年(2020年)の3ヵ年分のサンプルのa*値とb*値の平均値との関係を図2に示す。

今漁期は漁期を通して、平年より2~4℃ほど水温が高い状況が続き、特に令和2年(2020年)1月までは著しい生育不良がみられたことから、測定した8サンプルは、生の状態では判別しにくいものの、乾燥品は例年よりも人の目では緑みが薄く、品質は最上ではないものが多かった。しかし、その中でも、令和2年(2020年)2月16日に採取した御所浦地区の天然・人工サンプルは人の目で最も緑みが濃く黒っぽく見え、L*値やc*値、b*値が低く、またa*値が高いなど、過去3ヵ年分のサンプル中でも最も緑みが濃く、黄色みが薄いサンプルもあった。

一方、令和2年(2020年)3月15日に採取した五和地区の天然採苗サンプルおよび令和2年(2020年)3月24日に採取した苓北町のO県産人工採苗サンプルは、人の目で緑みが薄く、黄みが濃く見え、色調測定結果も総じてL*値やc*値、b*値が高く、過去3ヵ年のサンプルの中でも緑みが薄く、黄色みが濃い結果で、人の目で見た色調とほぼ一致した。

表2 色調測定結果

サンプル採取日 (令和2年)	種苗由来	L*値	a*値	b*値	c*値
2月16日	御所浦(天然採苗)	15.41	-2.85	5.61	6.31
	御所浦(人工採苗)	15.83	-3.20	6.43	7.21
3月15日	五和(天然採苗)	27.49	-6.03	17.12	18.17
3月18日	五和(人工採苗)	21.53	-5.39	13.55	14.61
3月24日	苓北町(苓北種人工採苗)	22.87	-4.79	13.94	14.78
	苓北町(新和種人工採苗)	23.58	-4.75	13.80	14.63
	苓北町(O県種人工採苗)	22.88	-4.72	14.34	15.11
	苓北町(苓北・O県HB種人工採苗)	19.77	-4.48	11.43	12.30

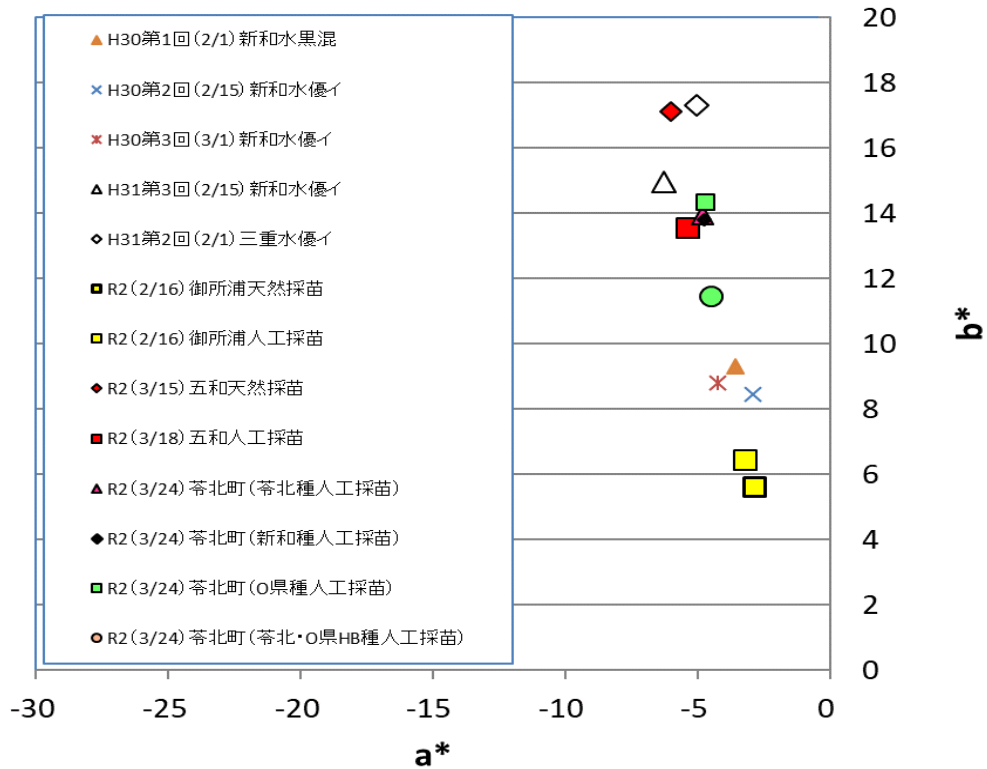


図2 種苗由来別のa*値及びb*値の平均値との関係（過去3か年）

平成31年（2019年）第3回入札時の新和地区での最上等級品と、今年度の御所浦地区の2サンプルのa*値とb*値との関係を図3に示す。どちらも緑みが濃く黒っぽく見える品質の良いヒトエグサであったが、それぞれのa*値およびb*値30回の測定で、新和地区はa*値およびb*値とも大きなバラツキがみられたが、御所浦地区は特にa*値はすべての測定部位で高く、b*値は全体に非常に低く、かつ、バラツキが非常に小さく、両サンプルには大きな違いがみられた。通常、ヒトエグサは乾燥前に水道水による洗浄が行われるが、御所浦のサンプルは、食べてみると実際に塩分が多く含まれていたことから、生産者に確認したところ、水道水ではなく海水により洗浄したとのことであった。このことから、この塩分が色調測定値に影響し、a*値が高く、b*値が低く測定され、バラツキが小さくなったのではないかと推察された。色調測定時には、サンプルの洗い方による影響を考慮する必要があると考えられた。

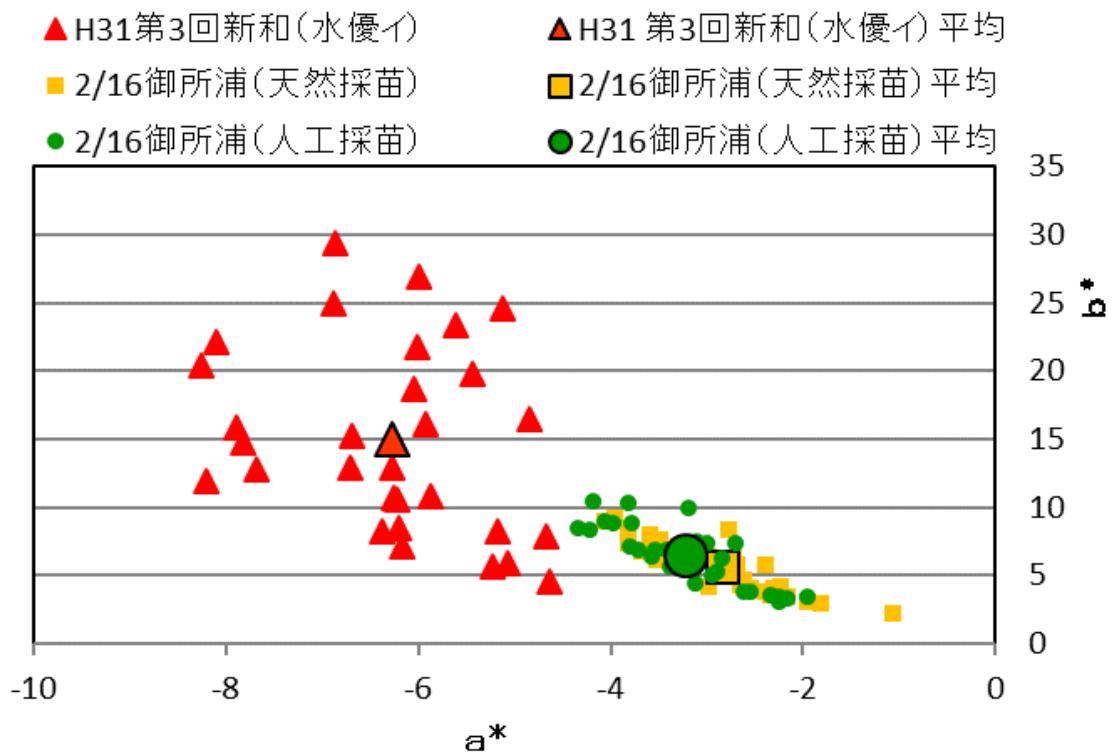


図3 平成31年の新和および今年度の御所浦サンプルの a*値及び b*値との関係

3月24日に採取した苓北町地区の人工採苗網の4種類の種苗由来別の a*値と b*値との関係を図4に示す。苓北種および新和種、〇県産は、全体に黄色みが濃く b*値が高い傾向があったが、苓北・〇県産ハイブリッド種は緑みがやや濃く a*値が高く、かつ黄色みが薄く b*値が低い傾向がみられた。昨年度の新和・〇県産のハイブリッド種の a*値と b*値は、新和産と〇県産との中間に位置する色調となったが、今年度は異なる結果となった。

苓北・〇県産ハイブリッドは、今年度の高水温下でも比較的生長が良かったことから、高水温耐性があり、色味が良かった可能性が考えられるが、今後更に検討が必要である。

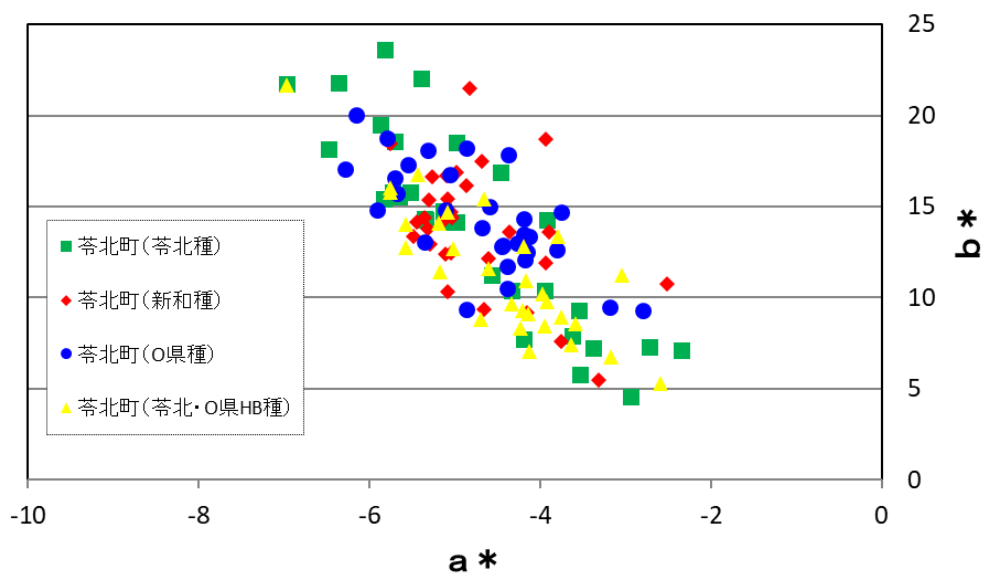


図4 R2年茶北町地区における人工採苗網の3月24日サンプルの種苗由来別 a*値および b*値との関係

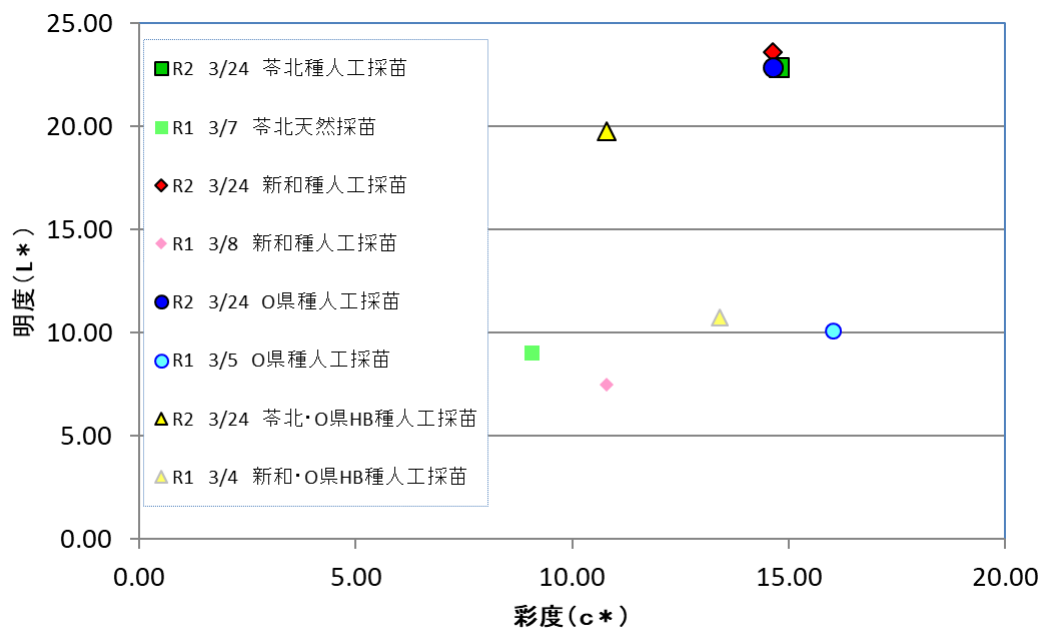


図5 2か年の人工種苗の由来別 L*値と c*値の平均値との関係

茶北町地区の令和元年（2019年）および令和2年（2020年）の人工採苗網の種苗由来別サンプルの明度 L*値と彩度 c*値の平均値の関係を図5に示す。今年度サンプルの c*値は昨年度と差はなかったが、総じて昨年度よりも L*値が高く、種苗の由来に関わらず、ヒトエグサの品質が悪かったことがうかがえる結果となった。

このように、今年度は比較的色彩が悪いヒトエグサを分析することとなったが、今後も様々な品質のヒトエグサを色調分析し、人の目によるものだけでなく、より客観的な機器分析結果に基づいた等級をつけていく必要があると考える。

水産研究イノベーション加速化事業Ⅲ（^{県 単}令和元（2020）年度）

（水産物差別化試験 ワカメ優良系統選抜試験）

緒 言

近年、県内におけるワカメ（*Undaria pinnatifida*）養殖は、生長期に高水温が続き、芽流れや魚類による食害などが多発しており、生産量が伸び悩んでいる。

そこで、将来的に高水温に耐性があり、生長の良い優良な種を選抜することを目的に、国内の各産地のワカメから作成したフリー雌雄配偶体を用いて、産地間の交配による人工採苗、養殖を行い、系統ごとの種苗性の評価を行った。

方 法

1 担当者 齋藤 剛 増田雄二 日下智子

2 方法

(1) フリー配偶体の作成

A 県由来、B 県由来、C 県由来、長崎県島原由来の計 4 種類のメカブを入手し、形がよく、なるべく大きなものを選別し、それぞれから遊走子を採取してシャーレに収容した後、23.5℃で 2 週間培養した。その後、配偶体を雌雄別に約 2 か月間シャーレで単離培養し、雌雄別に 200～300mL 三角フラスコに移し替えて 23.5℃で静置培養した。

静置培養を開始して数か月後にそれぞれの配偶体が 5mm 程度に生長した時点で、ミキサーにより細断し、500mL 枝付丸フラスコにより同様の温度で拡大培養を行った。それぞれの培養には、ノリフリー糸状体用の SWMⅢ改変培養液を滅菌海水で 2/3 に希釈したものをを用いた。

(2) フリー配偶体を用いた種糸への配偶体採苗及び種糸の配付

人工採苗は、令和元年（2019 年）10 月 2 日、拡大培養した上記 4 系統のそれぞれの雌雄配偶体をミキサー

表 1 配偶体採苗により産地交配したワカメ系統と採苗枠数

系統	枠数
C 県由来 ♀♂	3
B 県由来 ♀ C 県由来 ♂	3
A 県由来 ♀ C 県由来 ♂	3
島原 ♀ C 県由来 ♂	3
C 県由来 ♀ B 県由来 ♂	3
C 県由来 ♀ A 県由来 ♂	3
C 県由来 ♀ 島原 ♂	3
B 県由来 ♂ ♀	9
B 県由来 ♂ ♀	10
B 県由来 ♂ ♀	10
A 県由来 ♀ ♂	3
島原 ♀ ♂	4
計	57

にかけた後にビーカーに入れ、滅菌海水で配偶体液の濃度を調整し実施した。配偶体液は、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交配した。交配した配偶体液を採苗枠の種糸（34cm×28cm のステンレス枠に 2mm のクレモナ糸を 60m ずつ巻いたもの。各系統の枠数は、表 1 のとおり。）に、刷毛で丁寧に塗り付けた。採苗枠は、1.5 坪恒温室内を 19～18℃に調整した 100L 水槽 12 基に、それぞれの水槽に一水槽あたり 3 枠～10 枠ずつ合計で 57 枠を収納した。飼育は、葉体が肉眼視できるまで 40 日間実施し、沖出し可能となるサイズに生長したことを確認した後にワカメ養殖業者に配付し養殖を開始した。

(3) 養殖期間中の水温の推移

養殖期間中の水温は、令和元年（2019 年）11 月 13 日から 1 時間に 1 回の計測頻度に設定した onset デ

ータロガーを設置し、令和2年（2020年）3月9日まで測定した。

(4) 由来毎の形状および生長性の比較

産地由来ごとの葉体の形状の特徴を把握するため、上天草市大矢野町のワカメ養殖業者4名に配布した表1の6系統の種苗について、経時的に令和元年（2019年）12月13日から令和2年（2020年）3月9日にかけて毎月1回、計4回サンプリングを行った。系統ごとに毎回それぞれ種糸50cm程度から葉体を切りとり、当センターに持ち帰り、葉長の長いものから15枚について最大葉長、最大葉幅を測定し、それぞれの平均を算出して比較した。

また、ワカメ葉長が100cm程度に生長した2月16日以降は、最大葉帯幅がみられる場合には併せて測定し、形状と生長性を比較した。なお、種糸1mあたりの芽数は、令和2年（2020年）1月16日の調査時に計数した。

(5) 系統ごとの収量の比較

令和2年（2020年）3月9日時点で、(3)と同様の10系統について、種糸1mあたりの収量として、全重量、葉重量、茎重量、メカブ重量を計測し、それぞれ総重量に占める割合を算出して比較した。

結果及び考察

1 フリー配偶体の作成

静地培養及び拡大培養により、湿重量でA県由来、B県由来、C県由来、島原由来とも数百gを得ることができたことから、それら配偶体を採苗に使用した。

2 フリー配偶体を用いた種糸への配偶体採苗及び種糸の配付

配偶体採苗40日後のそれぞれの系統の平均葉長を表2に示す。人工採苗した種糸は、C県由来♀A県由来♂およびB県由来♀♂にやや生長不良がみられたが、その他の8系統は順調に生育した。葉体は、配偶体採苗30日後の11月1日に幼芽が肉眼視され、その後十分に冲出し可能なサイズになったことから、配偶体採苗40日後の11月13日および45日後の11月18日に順次配布した。種糸の配付は、上天草市大矢野地区4名、天草市鬼池地区4名のワカメ養殖業者に対して行い、漁業者は即日冲出しを行った。

3 養殖期間中の水温の推移

上天草市大矢野町瀬高沖の本養殖開始後の令和元年（2019年）11月13日から令和2年（2020年）3月9日までの水温を図1に示す（過去2か年の同時期の水温も併せて示す）。

令和元年度（2019年度）のワカメ養殖漁場の水温は、水温が高かった昨年と比較しても11月中旬の本養殖開始当初から2℃ほど高く、12月初旬や3月上旬の数日以外は、総じて昨年より2から4℃ほど高い水温を推移した。水温が高かった昨年は12月から1月までは12℃を一度も下回らず、2月の初旬に11.5℃となった、数日のみであったが、本年度は、継続してさらに高く推移し、最低水温も令和2年（2020年）2月19日の12.4℃と、ワカメ豊漁年の平成29年度（2017年度）と比較すると約3℃高く、昨年よりも1℃高かった。

表2 配偶体採苗40日後の系統ごとの平均葉長mm

系統	平均葉長mm
C県由来♀♂	1.45±0.70
C県由来♂♀	1.00±0.18
A県由来♀ C県由来♂	0.94±0.39
島原由来♀ C県由来♂	1.85±0.39
C県由来♀ B県由来♂	0.93±0.33
C県由来♀ A県由来♂	0.26±0.15
C県由来♀ 島原由来♂	1.79±0.26
B県由来♀♂	0.34±0.17
A県由来♂♀	0.69±0.24
島原由来♂♀	0.60±0.27

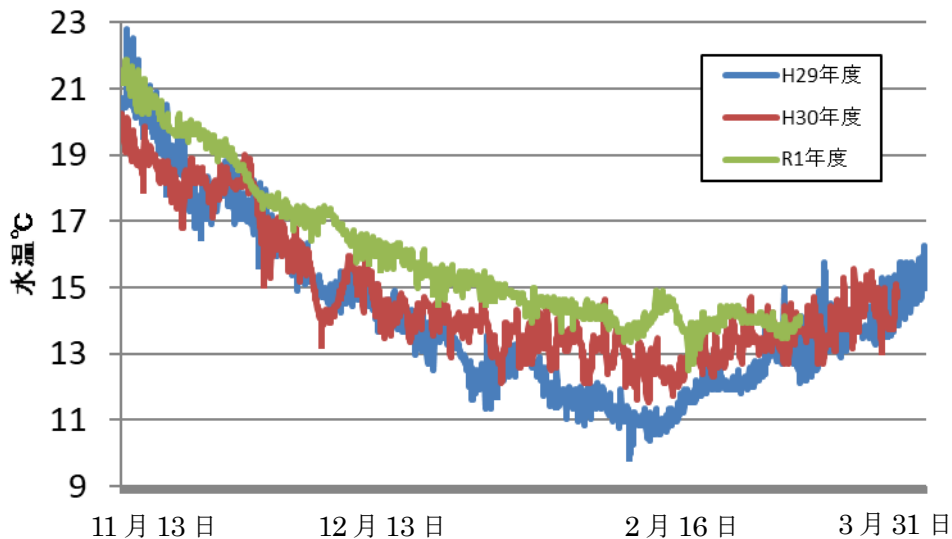


図1 過去3か年の上天草市大矢野町瀬高沖ワカメ漁場の11月中旬から3月までの水温（水深1m）の推移

4 由来ごとの芽数、形状及び生長性の比較

令和2年（2020年）1月16日時点での種糸1mあたりの芽数は、養殖開始以降高水温が継続したことが大きく影響し、植食性魚類であるアイゴによる激しい食害を受け、各系統とも芽数が数個～100個程度と大きく減少し、ほぼ全滅する箇所や多いところでも、豊漁年の1/3から1/5程度に減少した。沖出し時の芽の生長具合が不良であったC県由来♀A県由来♂およびB県由来♀♂については、初期の生長不良がその後の生長に大きく影響したと考えられた。

ワカメの各測定部位を図2に示す。また、由来別・部位ごとの測定結果を表3～5、図3～5に示す。

平均最大葉長は、各系統とも2月19日か3月9日に最大を示したが、著しく生長不良となり、大きくばらつき、例年2月には140cm～160cm、3月には160cm～180cm程度には生長するものが、今年度は芽数が70個/mほど確認できた系統でも2月には90cm～100cm程度、3月には60～120cm程度であった（表3、図3）。またC県由来♀A県由来♂および島原由来♀♂は2月19日のサンプリングの段階で種糸1mあたりの芽数が0となった。

平均最大葉幅も同様で、2月19日か3月9日のいずれかに最大を示したが大きくばらつき、豊漁年の2月には75cm前後、3月には100cm前後となるものが、今年度は芽数が70個/mほど確認できた系統でも2月に90cm～100cm程度、3月には60～120cm程度であった（表4、図4）。

平均最大葉帯幅も同様で、2月19日か3月9日のいずれかに最大を示したが大きくばらつき、豊漁年の3月には10から15cm前後となるが、今年度は3月で7～15cmであった（表5、図5）。

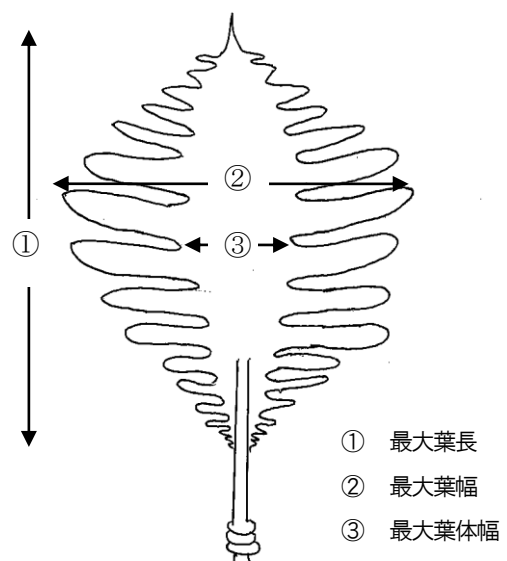


図2 ワカメの測定部位

このように、今年度は、昨年度に引き続き、全ての系統で、食害によるワカメの著しい芽数の減少や高水温による生長不良がみられたため、系統の生長性等の評価は困難となった。

しかしながら、B 県由来♀は 2 月に生長のピークを迎え 3 月には著しく葉長が短くなったことから、例年みられる早生の傾向が今年度も見られ、A 県由来♀はその逆で晩成の傾向が見られた。また北方種の C 県由来♀は昨年度はほぼ生長する芽が非常に少なかったが、今年度は昨年度の高水温下で生残した葉のメカブから遊走子を採取したことが影響したのか、昨年度よりは良好に生残した。

そこで、このような厳しい高水温環境下で生残した葉から、再度遊走子を採取し、耐性の可能性がある配偶体を作成していき、今後の優良系統作成に向け、引き続き検証する必要があると考えられる。しかし、植食性魚類による食害については有効な対応策がないことから、食害への対応策が今後のワカメ養殖の大きな課題と考えられる。

表 3 測定日別由来別ワカメの平均葉長の推移(cm)

日	C県由来 ♀♂	B県由来♀ C県由来♂	A県由来♀ C県由来♂	島原由来♀ C県由来♂	C県由来♀ B県由来♂	C県由来♀ A県由来♂	C県由来♀ 島原由来♂	B県由来 ♀♂	A県由来 ♂♀	島原由来 ♂♀
11月13日	1.45	1	0.94	1.85	0.93	0.26	1.79	0.34	0.69	0.6
12月13日	16.8	13.9	14.5	15.4	10.5	3.4	19.2	16.1	12.2	22.6
1月16日	21	2.80	1.5	28.1	21.7	1.6	38.2	欠測	30.5	20.3
2月19日	93.5	欠測	欠測	89.7	92.3	芽なし	87.7	104.1	欠測	芽なし
3月9日	77.9	87.00	94.1	101.3	84.8	芽なし	118.6	58.8	91.1	芽なし

表 4 測定日別由来別ワカメの平均葉幅の推移(cm)

日	C県由来 ♀♂	B県由来♀ C県由来♂	A県由来♀ C県由来♂	島原由来♀ C県由来♂	C県由来♀ B県由来♂	C県由来♀ A県由来♂	C県由来♀ 島原由来♂	B県由来 ♀♂	A県由来 ♂♀	島原由来 ♂♀
12月13日	5.7	4.90	7.2	5.1	5.2	1.4	6.8	6.3	5.4	9.5
1月16日	5.9	1.30	1.0	11.5	7.6	1.6	13.3	欠測	12.5	12.2
2月19日	40.5	欠測	欠測	48.6	42.9	芽なし	56.1	67	欠測	芽なし
3月9日	41.2	47.40	51.3	60.6	49.4	芽なし	65.2	37.3	60.4	芽なし

表 5 測定日別由来別ワカメの平均葉帯幅の推移(cm)

日	C県由来 ♀♂	B県由来♀ C県由来♂	A県由来♀ C県由来♂	島原由来♀ C県由来♂	C県由来♀ B県由来♂	C県由来♀ A県由来♂	C県由来♀ 島原由来♂	B県由来 ♀♂	A県由来 ♂♀	島原由来 ♂♀
1月16日	1.7	—	—	3.7	—	—	—	—	3.5	—
2月19日	9.1	—	—	11.2	10	—	12.0	9.4	—	—
3月9日	8.8	9.9	8.2	12.9	10.1	—	14.7	6.75	7.5	—

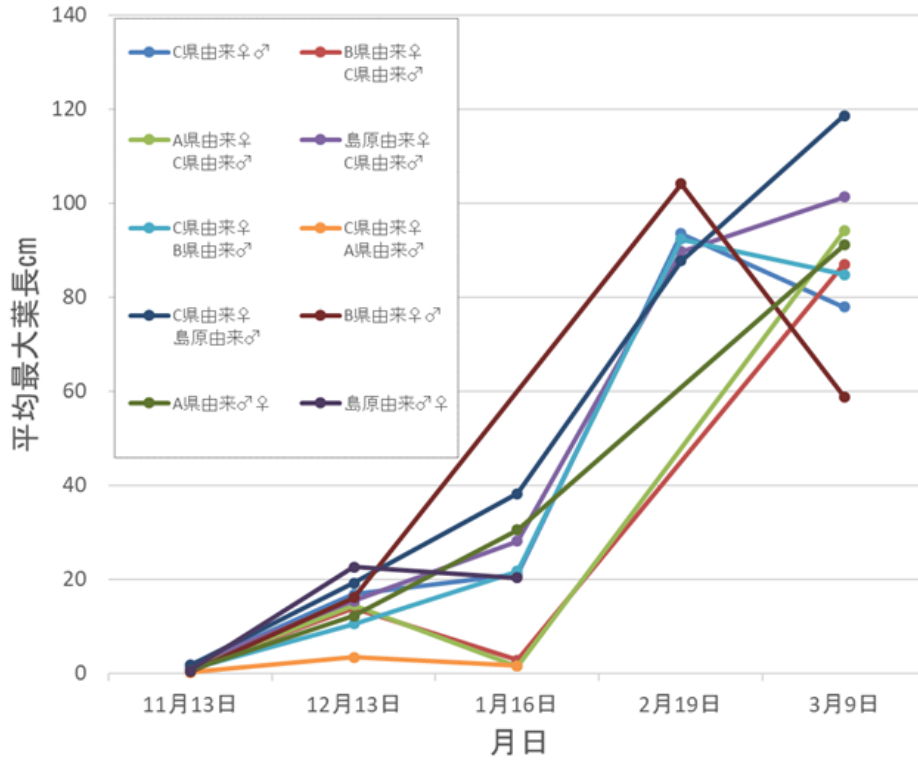


図3 由来別ワカメ平均葉長の推移

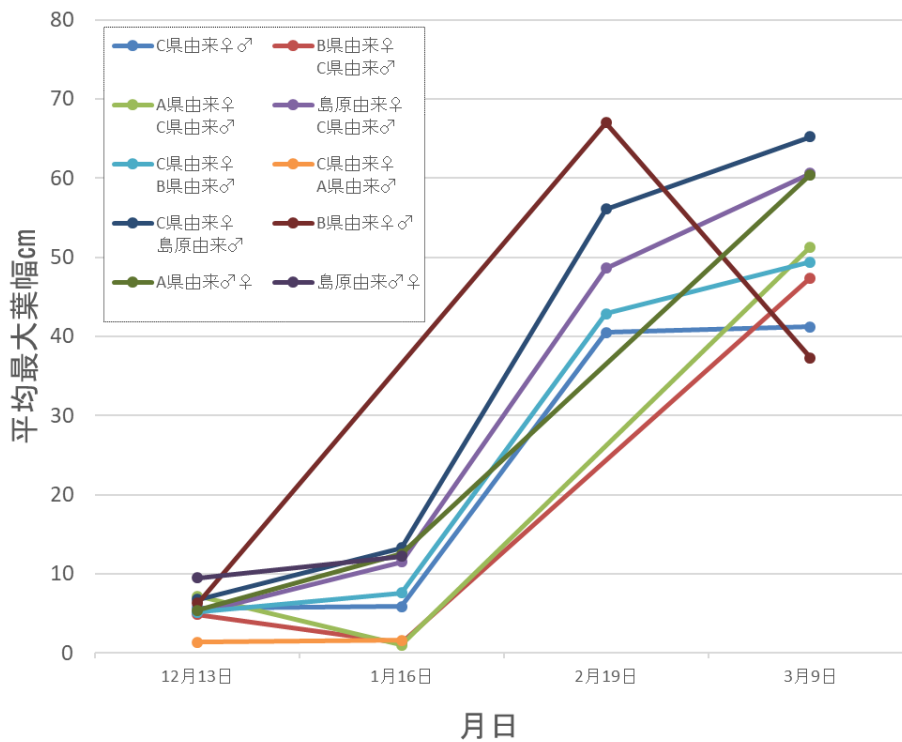


図4 由来別ワカメ平均葉幅の推移

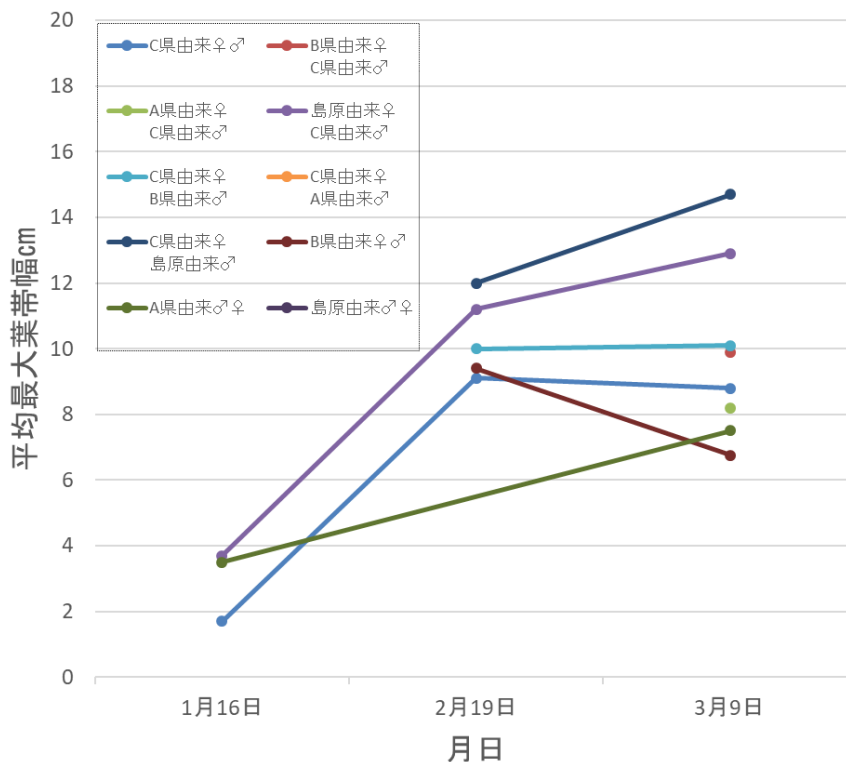


図5 由来別ワカメ平均葉帯幅の推移

5 由来毎の収量比較

3月9日時点での10系統の種糸1mあたりの総重量g、葉重量g、茎重量g、メカブ重量gを表6に示す。

総重量は、生長しなかった系統を除いて、1,292.8g~9,144.8gで、最も収量が多かったB県由来♀C県由来♂でも豊漁年の1/3程度にとどまった。

葉の重量は、生長しなかった系統を除いて、1,228.1g~6,867.0gで、最も収量が多かったB県由来♀C県由来♂でも豊漁年の1/3~1/4程度にとどまった。

茎の重量は、生長しなかった系統を除いて、31.4g~2051.1gで、最も収量が多かったB県由来♀C県由来♂でも豊漁年の1/3~1/4程度にとどまった。

メカブの重量は、生長しなかった系統を除いて、33.3g~689.1gで、最も収量が多かったC県由来♀A県由来♂でも豊漁年の1/8~1/10程度にとどまった。生長が遅くなった分、漁期後半にならないと発生してこないメカブの収量に大きく影響したと考えられる。

また、3月時点での総重量に占める葉、茎、メカブの割合をみると、豊漁年には葉が65%前後、茎が20%前後、メカブが15%前後であるが、今漁期は、生長不良により、葉が67~95%、茎が2.4~26.0%、メカブが1.7~9.2%と大きくばらつき、より葉の割合が大きくなった。

このことから、収量にも漁期初期の食害による芽数の減少と高水温による生長不良が大きく影響したと考えられ、収量による由来毎の系統の評価もできないと判断した。

表6 令和元年度（2019年）ワカメ養殖試験における10系統のワカメ種系1mあたりの部位別の収量（令和2年（2020年）3月9日時点）

	C県由来 ♀♂	B県由来♀ C県由来♂	A県由来♀ C県由来♂	島原由来♀ C県由来♂	C県由来♀ B県由来♂	C県由来♀ A県由来♂	C県由来♀ 島原由来♂	B県由来 ♀♂	A県由来 ♂♀	島原由来 ♂♀
総重量 g (総重量に占める割合)	5,390.8 (100)	9,144.8 (100)	4,634.6 (100)	7,500.7 (100)	7,309.0 (100)	7,520.3 (100)	1,292.8 (100)	—	4,226.3 (100)	—
葉重量 g (総重量に占める割合)	3,900.0 (72.3)	6,867.0 (75.1)	3,777.1 (81.5)	5,023.6 (67.0)	5,223.2 (71.5)	5,680.6 (75.5)	1,228.1 (95.0)	—	3,588.3 (84.9)	—
茎重量 g (総重量に占める割合)	1401.0 (26.0)	2051.1 (22.4)	545.8 (11.8)	1909.9 (25.5)	1609.0 (22.0)	1,150.6 (15.3)	31.4 (2.4)	—	516.6 (12.2)	—
メカブ重量 g (総重量に占める割合)	89.8 (1.7)	226.7 (2.5)	311.7 (6.7)	567.3 (7.5)	476.8 (6.5)	689.1 (9.2)	33.3 (2.6)	—	121.4 (2.9)	—

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

令和元年度（2019年度）主な研究成果

番号	担当部	タイトル	内容
1	資源研究部	八代海タチウオの生態と資源動向の把握	八代海産まれと東シナ海産まれの判別方法として、耳石中心部付近3点平均のマンガン／カルシウム比が0.01mol／molを基準とすることが再確認され、ストロンチウム／カルシウム比との併用で本県海域のタチウオ回遊生態の解明の補足データとして有用と考えられた。この手法で八代海のタチウオ資源を解析し、東シナ海からの移入割合、量、時期に年変動があることが分かった。 また、併せて資源尾数・資源重量の推定を行った結果、本県のタチウオ資源は平成28～29年頃から増加傾向にあり、平成30年度の年齢別漁獲尾数は0才が最も多く41%、年齢別漁獲重量は1才が最も多く45%を占めていることがわかった。
2	食品科学研究部	ヒトエグサ人工採苗網の事業化に向けた里海づくり協会への技術移転	ヒトエグサ人工網作成について技術移転を行い、事業化に向け565枚を作成し、6地区（五和、荅北、宮野河内、龍ヶ岳、御所浦、水俣）の7業者に配付し試験養殖を行った。 今漁期は、高水温により厳しい生産環境となったが、すべての地区において生産に結びついた。
3	養殖研究部	クマモト・オイスター養殖における越夏技術の開発	県内7養殖業者、天草・県南広域本部水産課と連携して、平成31年4月から夏場の生残率を高める「温湯処理」に取り組み、業者分4.7万個のうち2.4万個を越夏させることに成功した。（生残率では51%、以前までは6%以下）
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 西海区水産研究所長崎庁舎から受精卵4.4万個を陸送した。得られた孵化仔魚2.7万尾をFRP製円柱型水槽に収容して飼育を開始し、平均全長約51mmの稚魚1,555尾を生産した。陸上水槽での中間育成後、336尾を沖出した。沖出し後約2ヶ月目に約100尾が生残し、サンプリングした魚の平均体重は82gであった。
5	浅海干潟研究部	アサリ・ハマグリ母貝の保護技術の開発	緑川河口域のアサリ・ハマグリ稚貝の高密度発生箇所において、漁業者と連携した母貝場造成の実証実験を実施した結果、耕うんや食害防止のための被覆網等の設置を実施した区で、アサリでは生息重量比で対照区の約2.8倍、ハマグリでは約3.6倍であり、高い母貝保護効果を確認した。

発 行 者：熊本県

所 属：水産研究センター

発行年度：令和2年度（2020年度）