

令和6年度四万十川下流域におけるヒトエグサの養殖試験

土佐清水漁業指導所 岡 亮佑

1 要約

令和4年からヒトエグサの不漁が続いている四万十川下流域で、土佐清水漁業指導所（以下、当所）は、四万十川下流漁業協同組合（以下、下流漁協と表記）と共同で、個々の不漁原因仮説に対する対応策を試み、その結果から不漁原因の究明と養殖手法の改善に繋げる取組を行ってきた。今年度は、養殖網を張る高さ（以降、張り高と表記）別、母藻の由来別及び防護ネットの有無による生長比較試験等を実施した。

その結果、母藻の由来別生長比較試験では生長に大きな差が表れなかったが、高さ別生長比較試験では、対照区よりも低い潮位 105cm 区で有意に生長した。また、食害対策試験における平均藻体長は最大で、食害対策区では 168.6mm（最大 233mm）、対照区では 52.1 mm（最大 97mm）、網紐 1cm 当たりの藻体重量は最大で、食害対策区では 1.77g、対照区では 0.59g となり、有意に食害対策区が生長した。

当所の試験区では、2月4日に食害対策区の養殖網の半分（通常の養殖網の 1/8）の面積、3月14日に潮位 140cm 区以外の養殖網から摘採が行われ、乾燥重量にして計 2.15kg を収穫した。

また、食害生物を特定するため GoPro12 を試験区内に設置して定点観測を行った結果、クロダイとボラによる摂食が確認された。

2 背景及び目的

下流漁協では、四万十川本支流の河口域で、人工採苗により種付けした養殖網を用いてヒトエグサの養殖を行ってきた。20年程前には 20 t 近い（乾燥重量）収穫があり（図 1）、地域の漁業者の貴重な収入源となってきた。しかし、令和3年5月以降、不漁が続きヒトエグサは収穫できていない。不漁原因としては、水温の変化や砂州の消失による塩分濃度の上昇、濁りの増加などの説があるが明らかになっていない。

当所では、令和5年度から個々の不漁原因仮説に対する対応策を試み、その結果から不漁原因の究明と養殖手法の改善に繋げる取組を行っている。

令和5年度は、濁り対策として養殖網に堆積する浮泥を高圧放水ポンプによる放水で定期的に洗浄する試験等を行ったが、大きく生長することはなく明確な効果は現れなかった。このとき、珪藻が影響する「どたぐされ」様の症状が現れたことや、シオミドロ等の競合藻の繁茂で藻体が伸びなかった可能性があると考えられた。また、組合員からの聞き取りで天然のヒトエグサが優先していた場所を確認したところ、従来の養殖網の張り高（潮位 125cm）よりも高い、潮位 130～140cm の場所であった。ヒトエグサは、潮間帯上部に生息し（大野ほか 1987）乾燥に強いことから、前出の競合藻の分布域と異なる場所（水深帯）で優先できた可能性があり、現状での適正な網を張る高さを確認するため、張り高別の生長比較を行うこととした。併せて、養殖場の環境の異なる他産地（松阪、天草）から導入した養殖網より母藻を採取し、それらを交雑しないよう個別で管理し、人工採苗を行った種苗を用いて、母藻の由来別生長比較も行うこととした。

また、昨年度の試験期間中一部の養殖網では藻体の先端が一様に刈り取られた様な状態が確認された。養殖漁場にはボラやクロダイといった雑食性の魚類が散見されたため、魚類による食害が疑われたことから、食害対策用の防護ネットの有無による生長比較を行い、食害の影響及び防御の有効性を検証することとした。

更に、水中懸濁物質（SS）の影響を確認するため、養殖場の環境水を採取し、これを濾過して懸濁物を除去した濾過水と濾過しない原水をそれぞれ2 lの容器内に収容し、その中でヒトエグサを振盪培養し、生長比較を行うこととした。

下流漁協は、8月19日に河床の環境改善（泥分の除去、平坦化）のため、竹島川の漁場10,000 m²の河床整備を行った。その後の環境変化を把握するため、前年度に引き続き、環境測定（水温、塩分、水中懸濁物質（SS）、底質の含泥率（MC））を行った。また、岡（2024）に従い、養殖網に堆積した浮泥重量割合の測定も併せて行った。

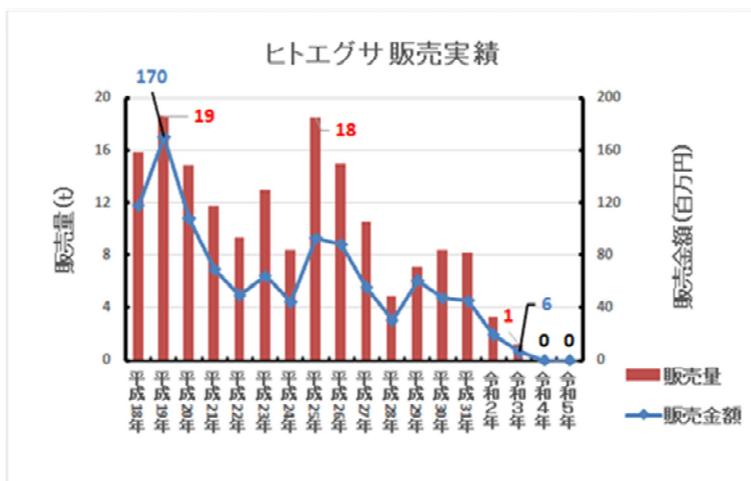


図1. 下流漁協におけるヒトエグサの販売実績
(出典：四万十川下流漁協販売集計書)

3 普及の内容及び特徴

表1に示した項目と該当する実施期間で各試験を行った。

表1. 調査項目と実施期間

項目	実施期間
漁場環境（水温、塩分、SS、MC）の把握	令和6年10月18～令和7年3月14日
高さ別生長比較試験	令和6年12月16～令和7年3月14日
母藻の由来別生長比較試験	令和6年12月16～令和7年3月14日
食害対策試験	令和6年12月16～令和7年3月14日
培養試験	令和6年12月27～令和7年3月31日

(1) 漁場環境の把握

漁場環境の調査は、各月の大潮回りの満潮時に計12回（天候等により変更あり）に行った。

竹島川のSSの調査については、竹島川の養殖場における環境水を1 l採水し、あらかじめ重

量を把握したGF/Cフィルターで濾過し、恒量となるまで乾燥させ、フィルターの重量を減じることで求めた。

水温及び塩分測定はサリノメーター（YSI 社製 Model185）を用いて従来の養殖網を張る高さ（潮位 125cm）で行った。

MCについては、養殖場の河床整備前後に採泥を行い、2から3g程度のサンプルを、63μmのシーブ管で濾過し、シーブ管上に残った粒径63μm以上の残渣（砂）と、通過した粒径63μm未満の泥分を乾燥させて得た重量を用いて、次式で求めた。

$$\text{含泥率} = \frac{\text{粒径 } 63 \mu\text{m} \text{ 未満の泥分重量}}{\text{粒径 } 63 \mu\text{m} \text{ 以上の砂重量} + \text{粒径 } 63 \mu\text{m} \text{ 未満の泥分重量}} \times 100$$

(2) 各試験及び生育状況の把握

ア 試験場所と試験区の配置

試験区は、四万十川支流の竹島川河口（四万十川河口から1.2km上流付近）にある、下流漁協の藻類養殖区画内に設定した。右岸から20m程の位置から河川中央部に向け8枚の養殖網を設置した。各試験区の配置図（平面図）は以下のとおり（図2）。

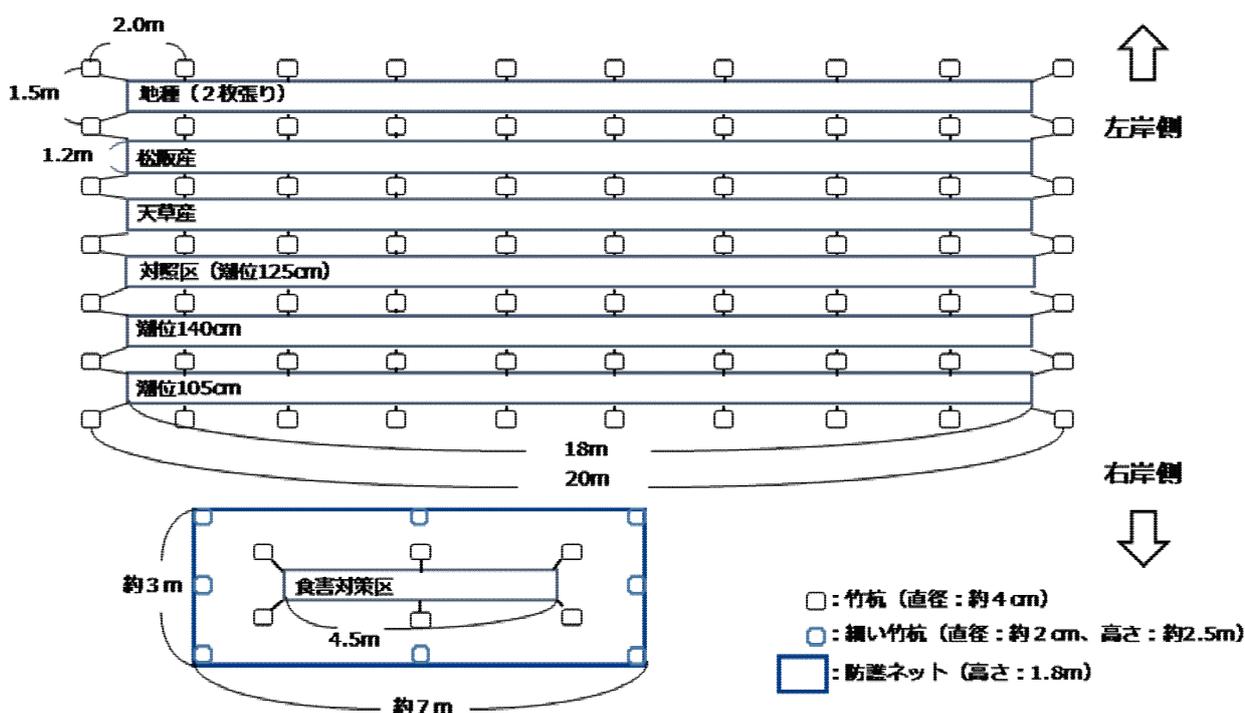


図2. 本年度試験区の配置図（平面図）

※1 天然採苗（以下、地種）は仮沖出しの時点で着生量が不十分であったため養殖網を2枚重ねて使用

※2 食害対策区は防護ネットのコストの都合上、通常の養殖網の長さ18mの1/4の長さである4.5mとし、防護ネットは12月20日に設置した。

イ 測定方法（各試験共通の測定項目）

サンプリングについては、1回につき各試験区（7区）から2本ずつ、計14本の網紐を切って持ち帰った。

（ア）藻体長

藻体長の測定については、網紐1本につき長い藻体を8個体測定した。なお、培養試験に関しては、培養期間中に計測を反復するため網紐から藻体を剥離させず、根元にノギス押し当てて1回の測定で長い藻体を10個体測定した。

（イ）藻体重量

藻体重量の測定については、網紐1本につき全ての藻体をピンセットで網紐から剥離させ、キッチンペーパーで水滴が無くなるまで拭き取り、十分に水分を切った後に重量を測定した。この重量を網紐の長さ（cm）で除して網紐1cmあたりの藻体重量とした。なお、培養試験については培養期間中に計測を反復するため、藻体を剥離できないことから藻体重量の測定は行わなかった。

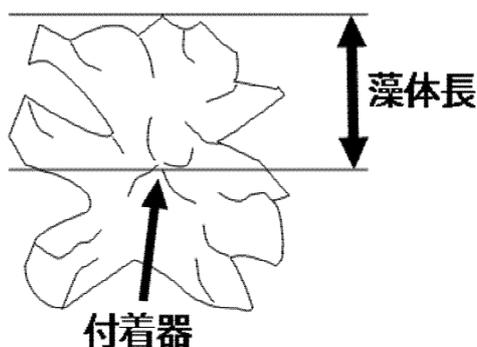


図3. ヒトエグサ藻体長の測定部位（淵 2023 より）

（ウ）浮泥重量割合の測定

浮泥重量の計測に関しては、令和5年度との比較を行うため、条件の等しい対照区のみを対象とした。具体的な浮泥重量の計測方法は、①藻体長、藻体重量の計測の前に、網紐1本につき3cmで切り出した。②3cmに切った養殖網を遠沈管に入れて、水を45m^l程度入れた。③10分間、遠沈管を超音波洗浄機にかけ浮泥等を懸濁させた。④網紐を取り出し、藻体が浮遊している場合は取り除いた（③～④の作業を濁りが出なくなるまで行った）。⑤遠沈管内の水をあらかじめ恒量とし重量を把握したガラスフィルター（ワットマンGF/C口径47mm保持粒径1.2μm以上）で濾過した。⑥濾過したガラスフィルターはドライオーブンをを用いて乾燥させ、完全に水分を除去し恒量とした後、⑤のフィルター重量を減じることで浮泥重量とした。（岡 2024）なお、浮泥重量は、付着基質の量、すなわち付着することのできる藻体重量に左右されると考えたため、比較するため網紐1cmあたりの浮泥重量の割合を算出した。

網紐1cmあたりの浮泥重量割合 = (浮泥重量 / (浮泥重量 + 藻体重量)) / 3 × 100

ウ 張り高別生長比較試験

天草産と松阪産由来の母藻を混合して採苗を行った接合子からなる種苗（以下、混合種苗）を用いて、潮位 105cm、125cm（対照区）、140cm の張り高で定期的なサンプリングを行い、藻体長及び藻体重量の把握により、生長を比較した。なお、140cm は天然の個体が優先していた潮位、105cm は藻体が河床に擦れない程度の潮位である。

エ 母藻の由来別生長比較試験

地種（天然採苗）、天草産（人工採苗）、松阪産（人工採苗）由来の種苗を用いて、定期的なサンプリングを行い、藻体長及び藻体重量の把握により、生長を比較した。張り高に関しては従来の養殖網の張り高（潮位 125cm）に設定した。

オ 食害対策試験

混合種苗を用いて、食害対策として防護ネット（目合い 2 cm、高さ 1.8m×長さ 24m）を用いて囲った食害対策区と対照区で定期的なサンプリングを行い、藻体長及び藻体重量の把握により、生長を比較した。張り高に関しては従来の養殖網の張り高（潮位 125cm）に設定した。

カ 培養試験

昨年の養殖場の環境把握結果では、SS に関して生長を阻害するとされる水準の 10mg/l（日本水産資源保護協会 1992）を常時越えていたため、水中懸濁物質（SS）のヒトエグサにの生長に与える影響を確認するため、養殖場の環境水を採取し、これを濾過して懸濁物を除去した濾過水と濾過しない原水をそれぞれ 2 l の容器内に収容し、その中でヒトエグサを振盪培養し、生長比較を行うこととした。濾過水に関しては、GF/C フィルターで原水を濾過したものを使用した。培養水中の SS が沈殿しないよう振盪培養器（SANYO MIR-S100C）を用い、100rpm で振盪培養した。培養水は栄養が枯渇しないよう週に 3～5 回交換した。本試験では他の試験の測定と異なり、藻体の測定は週に 1 度行った。

4 成果及び活用

(1) 漁場環境の把握

ア 水温及び塩分

水温及び塩分の測定結果は以下のとおりであった。

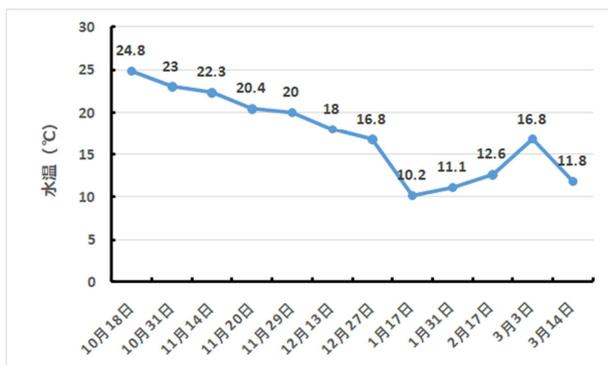


図 4. 水温測定結果

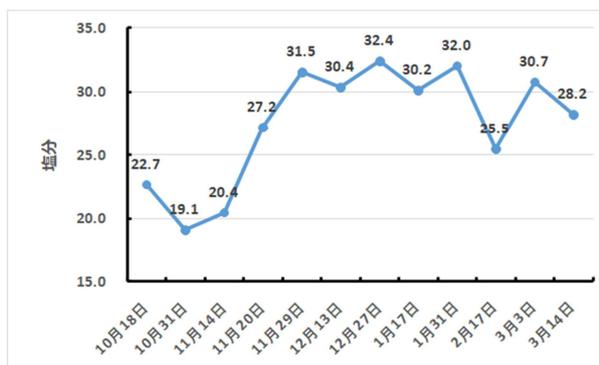


図 5. 塩分測定結果

水温は 10.2 から 24.8℃の範囲にあり、ヒトエグサの生育可能な条件（日本水産資源保護協会 1992）であった（図 4）。塩分は 19.1 から 32.4 の範囲にあり、一般的なヒトエグサの養殖場における塩分 10 から 35（日本水産資源保護協会 1992）を逸脱していなかった（図 5）。

イ 水中懸濁物質量（SS）

SS の測定結果は以下のとおりであった。

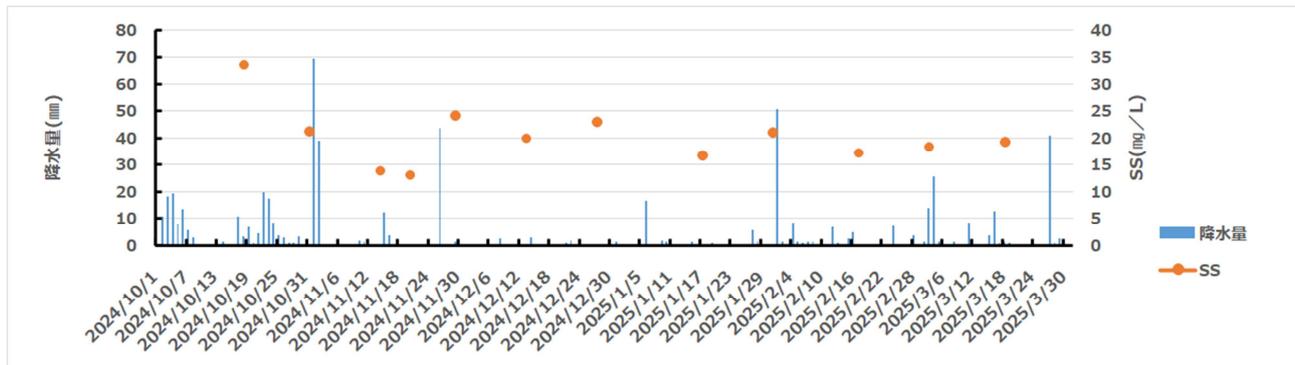


図 6. SS と四万十市中村の降水量

（気象庁「<https://www.data.jma.go.jp/gmd/risk/obsdl/#!table>」を加工して作成）

SS は 13.1～33.7mg/ l の範囲にあり、生長が阻害される水準である 10mg/ l（日本水産資源保護協会 1992）を全回次で超える結果となった。

濁りの要因の一つとして降水の影響が考えられたため、降水量と SS の相関の有無を確認した。採水当日を含む採水間の降水量と SS の相関係数は 0.141、採水当日を含む採水前 14 日間の降水量と SS の相関係数は-0.084 と、ともに相関は認められなかった。

ウ MC

MC の測定結果は以下のとおりであった。

表 2. MC 測定結果

		試料 (g)	上皿 (g)	下皿(g)	上皿 乾重量(g)	下皿 乾重量(g)	粒径 < 63 μm サンプル乾 重量(g)	粒径 > 63 μm サンプル乾 重量(g)	MC (%)
8/19	漁場右岸側	1.958	55.886	149.944	56.893	150.349	0.504	1.007	28.7
8/19	漁場中央	3.046	49.167	157.018	51.543	157.108	0.09	2.376	3.6
10/29	漁場右岸側	2.092	52.908	158.022	54.372	158.191	0.169	1.464	10.3
10/29	漁場中央	2.409	48.163	177.372	49.929	177.435	0.063	1.766	3.4

採泥は、河川内の同じポイントで行った。漁場中央では、元々河床の泥分が少なく、含泥率は、整備前 3.6%から整備後 3.4%と大きな変化はなかった。一方、河床が泥分を多く含んでいた漁場右岸側では、整備前 28.7%から整備後 10.3%と、整備後の漁場右岸側の MC の値が 1/3 程度となった。

(2) 各試験及び生育状況の把握

ア 高さ別生長比較試験

(ア) 藻体長

藻体長の測定結果は以下のとおりであった。

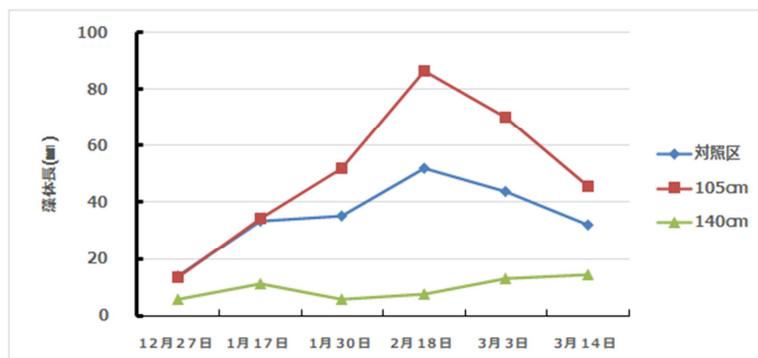


図7. 平均藻体長の推移

表3. 平均藻体長の比較

	潮位105cm区			対照 (潮位125cm) 区			潮位140cm区		
	最小 (mm)	最大 (mm)	平均 (mm)	最小 (mm)	最大 (mm)	平均 (mm)	最小 (mm)	最大 (mm)	平均 (mm)
2024/12/27	10.0	19.0	13.6±2.8 P<0.001	10.0	23.0	14.0±3.4 P<0.001	5.0	8.0	5.8±1.0
2025/1/15	25.0	57.0	34.3±8.7 P<0.001	27.0	42.0	33.3±4.8 P<0.001	7.0	17.0	10.9±2.6
2025/1/30	35.0	92.0	51.9±15.1 P<0.001	27.0	47.0	35.4±4.6 P<0.001	4.0	11.0	5.6±1.7
2025/2/18	43.0	175.0	86.4±37.1 P<0.001	39.0	97.0	52.1±17.1 P<0.001	4.0	15.0	7.6±2.7
2525/3/3	41.0	150.0	70.3±34.3 P<0.001	27.0	76.0	43.6±15.3 P<0.001	8.0	26.0	13.1±5.4
2525/3/14	33.0	61.0	45.6±8.3 P<0.001	25.0	53.0	31.9±7.1 P<0.001	10.0	25.0	14.3±4.2

※サンプル数は各区、各回次とも 16

平均藻体長は、潮位 105cm 区では初回計測時 (12 月 27 日) で 13.6mm、ピーク時 (2 月 18 日) で 86.4mm、最終計測時 (3 月 14 日) には 45.6mm であった。対照 (潮位 125cm) 区では初回計測時 (12 月 27 日) 14.0mm、ピーク時 (2 月 18 日) 52.1mm、最終計測時 (3 月 14 日) 31.9mm であった。潮位 140cm 区では初回計測時 (12 月 27 日) 5.8mm、ピーク時及び最終計測時 (3 月 14 日) 14.3mm であった。

各試験区の各回次について一元配置分散分析を用いて多重比較 (Tukey 法) したところ、潮位 105cm 区では 1 月 30 日以降の 4 回で対照区よりも有意に大きくなり、潮位 140cm 区では全ての回次で他 2 区よりも有意に小さくなった。

潮位 140cm 区に関しては、ほとんど伸長が見られなかったが、2 月中旬でピークを迎えた他の区と異なり 3 月中旬がピークとなった。

(イ) 藻体重量

網紐 1cm あたりの平均藻体重量の推移は以下のとおりであった。

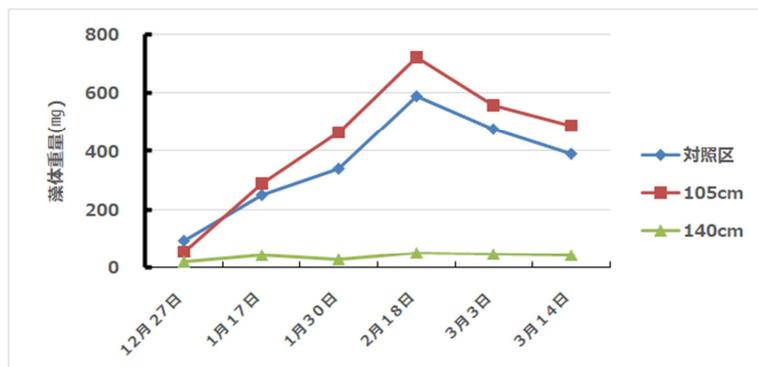


図8. 網紐 1 cm あたりの平均藻体重量の推移

網紐 1cm あたりの平均藻体重量は最大で、対照区では 587.9mg (2月 18日)、潮位 105cm 区では 722.7mg (2月 18日)、潮位 140cm 区では 50.1mg (2月 18日) であった。藻体長と同様 1月 17日までは対照区と潮位 105cm 区には大きな差は無かったが、1月 30日以降は潮位 105cm 区の方が重くなった。潮位 140cm 区に関しては、全期間を通してほとんど藻体重量は増加しなかった。

(ウ) 浮泥重量割合

昨年度に引き続き、藻体に付着した浮泥重量割合の測定を行い、本試験での対照区 (以下、令和 6 年度) と昨年度の対照区 (以下、令和 5 年度) で比較した。

網紐 1cm あたりの浮泥重量割合の推移は以下の通りであった。

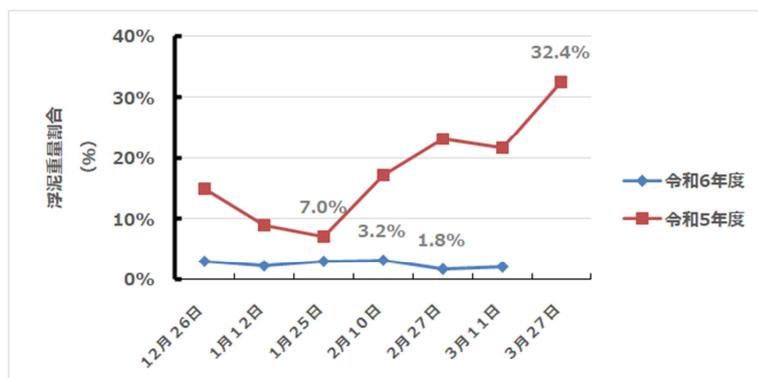


図9. 網紐 1cm 当たりの浮泥重量割合

※令和 6 年度では 3 月 14 日に収穫が行われたため 7 回目の浮泥重量測定は行われなかった

浮泥重量の割合は、令和 5 年度は 7.0 から 32.4%、令和 6 年度は 1.8 から 3.2% であり、令和 5 年度より大幅に減少していた。昨年度は、1 月下旬以降、浮泥重量割合が経時的に増加したが、今年度の結果では全期間を通してほとんど増減がなかった。

イ 母藻の由来別生長比較試験

(ア) 藻体長

平均藻体長の測定結果は以下のとおりであった。

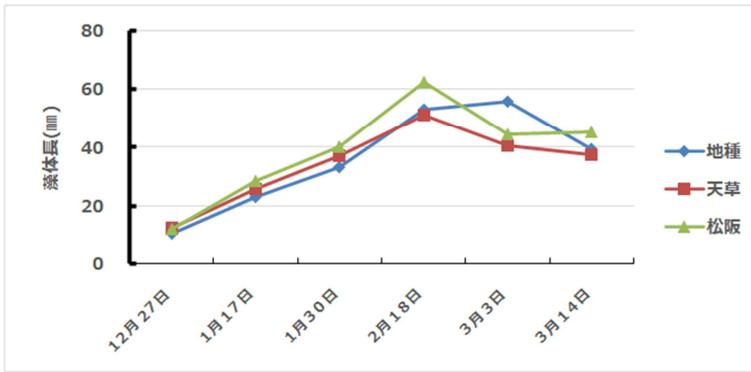


図 10. 平均藻体長の推移

表 4. 各試験区の平均藻体長の比較

	地種 (四万十) 区			天草区			松阪区		
	最小 (mm)	最大 (mm)	平均 (mm)	最小 (mm)	最大 (mm)	平均 (mm)	最小 (mm)	最大 (mm)	平均 (mm)
2024/12/27	8	15	10.4±2.0	11	15	12.4±1.2	10	16	12.1±1.9
				P=0.016			P=0.004		
2025/1/15	14	31	22.9±5.6	23	33	25.6±2.9	20	35	28.6±3.6
				P=0.001					
2025/1/30	17	66	33.1±12.6	28	56	37.1±8.2	30	74	39.8±11.2
2025/2/18	39	83	53.1±13.1	39	92	51.0±14.4	50	90	62.3±12.9
2525/3/3	36	93	55.9±18.0	28	54	40.5±8.8	32	60	44.4±8.4
				P=0.034			P=0.003		
2525/3/14	27	60	39.4±9.0	26	51	37.3±7.5	35	64	45.3±8.6
				P=0.026					

※サンプル数は各区、各回次とも 16

平均藻体長は、地種区では初回計測時（12月27日）で10.4mm、ピーク時（3月3日）で55.9mm、最終計測時（3月14日）には39.4mmであった。天草区では初回計測時（12月27日）12.4mm、ピーク時（2月18日）51.0mm、最終計測時（3月14日）37.3mmであった。松阪区では初回計測時（12月27日）12.1mm、ピーク時（2月18日）62.3mm、最終計測時（3月14日）45.3mmであった。

各試験区の各回次について一元配置分散分析を用いて多重比較（Tukey法）したところ、試験前期と後期で有意差が検出された。試験前期では、天然採苗により網への藻体の着生の時期が遅かった地種区で有意に小さく、逆に試験後期（3月3日）では、地種区が生長し他区より有意に大きくなった。

(イ) 藻体重量

網紐1cmあたりの平均藻体重量の推移は以下のとおりであった。

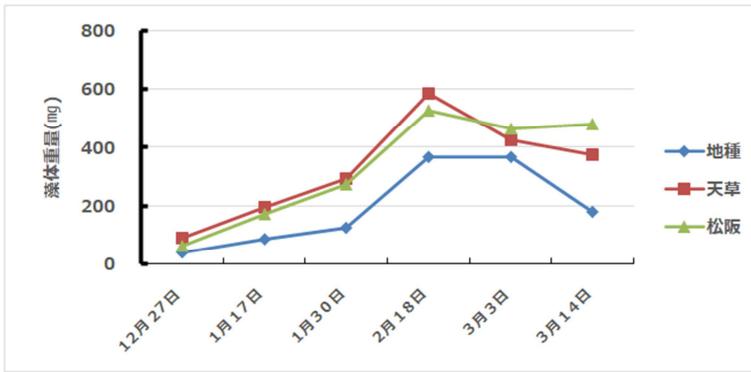


図 11. 網紐 1cm あたりの平均藻体重量の推移

平均藻体重量は最大で、地種区では 367.5mg (2月 18 日)、天草区では 583.3mg (2月 18 日)、松阪区では 534.6mg (2月 18 日) であった。

地種区に関しては天然採苗であり元の着生量が少なく網地が見える面積が多かったため、他 2 区に比べて藻体重量は少なかった。

ウ 食害対策試験

(ア) 藻体長

平均藻体長の測定結果は以下のとおりであった。

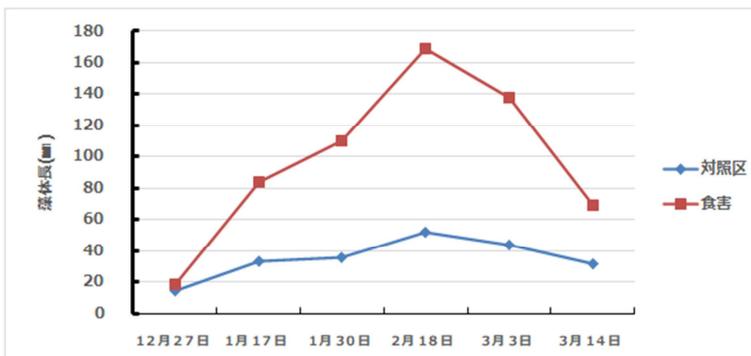


図 12. 平均藻体長の推移

表 5. 各試験区の平均藻体長の比較

	対照区			食害対策区			p 値
	最大値 (mm)	最小値 (mm)	平均値 (mm)	最大値 (mm)	最小値 (mm)	平均値 (mm)	
12/27	23	10	14.0±3.4	29	14	18.8±4.5	0.002*
1/17	42	29	33.3±4.8	130	62	83.9±16.6	0.001 以下*
1/30	47	31	35.4±4.6	185	77	110.2±35.2	0.001 以下*
2/18	97	39	52.1±17.1	233	111	168.6±58.8	0.001 以下*
3/3	76	27	43.6±15.3	226	90	138±51.9	0.001 以下*
3/14	53	25	31.9±7.1	84	61	69.1±14.3	0.001 以下*

*P<0.05

平均藻体長は、対照区では初回計測時 (12月 27 日) で 14.0mm、ピーク時 (3月 3 日) で

52.1mm、最終計測時（3月14日）には31.9mmであった。食害対策区では初回計測時（12月27日）18.8mm、ピーク時（2月18日）168.6mm、最終計測時（3月14日）69.1mmであった。

対照区と食害対策区の各回次の藻体長について有意水準5%でスチューデントのt検定を用いて比較したところ、全ての回次で有意に食害対策区が大きくなった。

(イ) 藻体重量

網紐1cmあたりの平均藻体重量の推移は以下のとおりであった。

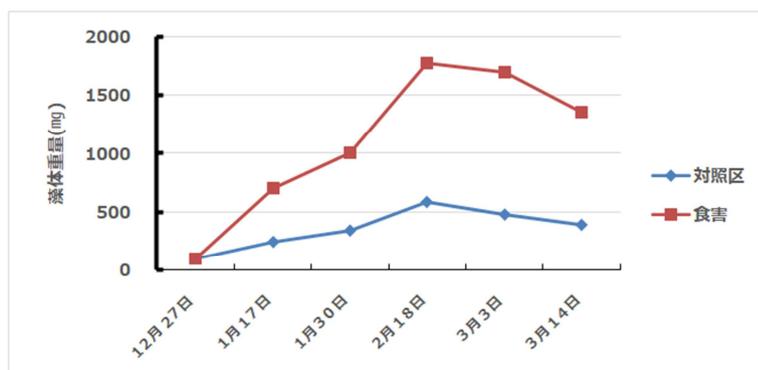


図 13. 網紐1cmあたりの平均藻体重量の推移

平均藻体重量は最大で、対照区では587.9mg（2月18日）、食害対策区では1771.8mg（2月18日）であった。2月18日以降は徐々に減少した。12月27日時点では差はなかったが、以降は食害対策区で大幅な生長が見られ、ピーク時（2月18日）には対照区の約3倍の藻体重量となった。

エ 培養試験

(ア) 藻体長

平均藻体長の測定結果は以下のとおりであった。

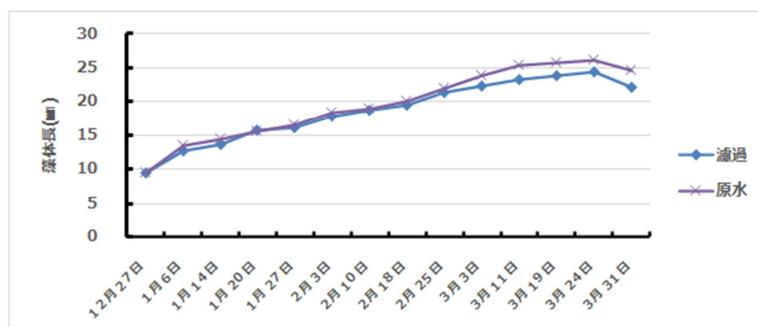


図 14. 平均藻体長の推移

表 6. 平均藻体長の比較

	濾過区			原水区			p 値
	最大値 (mm)	最小値 (mm)	平均値 (mm)	最大値 (mm)	最小値 (mm)	平均値 (mm)	
12/27	12	8	9.5±1.4	13	8	9.4±1.3	0.794
1/6	16	10	12.8±1.8	17	10.5	13.4±2.0	0.307
1/14	18	11	13.6±2.1	18	11	14.4±2.2	0.330
1/20	22	12	15.7±2.8	20	13	15.6±2.1	0.887
1/27	22	14	16.1±2.5	21	14	16.4±2.4	0.672
2/3	23	14	17.8±2.4	20	17	18.3±1.1	0.456
2/10	23	17	18.7±2.2	24	15	19.0±3.0	0.738
2/18	29	18	20.1±3.0	26	17	20.1±3.2	1
2/25	26	18	21.4±2.8	28	18	21.9±3.3	0.688
3/3	28	19	22.3±3.2	31	19	23.9±3.8	0.203
3/11	30	18	23.3±4.0	30	20	25.3±3.2	0.116
3/19	29	20	23.9±2.9	33	21	25.6±4.3	0.191
3/24	29	21	24.4±2.5	34	22	26.1±4.3	0.188
3/31	28	20	22.1±2.4	36	21	24.7±5.3	0.091

平均藻体長は、濾過区では初回計測時（12月27日）で9.5mm、ピーク時（3月24日）で24.4mm、最終計測時（3月31日）には22.1mmであった。原水区では初回計測時（12月27日）9.4mm、ピーク時（3月24日）26.1mm、最終計測時（3月31日）24.7mmであった。

濾過区と原水策区の各回次の藻体長について有意水準5%でスチューデントのt検定を用いて比較したところ、全ての回次で有意な差が認められなかった。

両区とも、3月24日で藻体長のピークを迎え、以降は減衰、白化した。

(3) 収穫

令和7年2月4日に食害対策区で、養殖網の半分(1.2m×2.25m)の面積について手摘みでの収穫を、3月14日には、珪藻の除去を兼ねて140cmの試験区以外の全ての試験区にて木べらを使った収穫を行った。なお、潮位140cm区は、収穫に至るほど生長しなかったため一度も収穫は行っていない。

収穫結果は以下のとおりであった。

表 7. 令和7年2月4日収穫

試験区	食害対策
湿重量	940g (7,520g)
乾燥重量	210g (1,680g)
歩留まり	22%

表8. 令和7年3月14日収穫

試験区	対照区	105cm	地種	天草	松阪	食害対策	合計
湿重量	940g	800g	1,700g (850g)	820g	1,600g	1,460g (5,840g)	7,320g (10,850g)
乾燥重量	260g	220g	460g (230g)	220g	420g	360g (1,440g)	1,940g (2,790g)
乾燥歩留まり	27.7%	27.5%	27.1%	26.8%	26.3%	24.7%	26.5%

※ () 内は養殖網1枚に換算した場合の値

※¹ 収穫は複数名で行い、作業者の技量により収穫量のばらつきが生じた可能性がある（当所職員も参加）

3月14日の収穫では、食害対策区で収穫された藻体の質重量が、網1枚あたり5,840gと最も高くなり、他の区では800gから1,600g程度にとどまった。

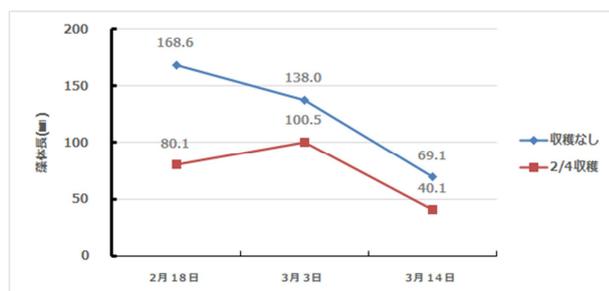


図15、16. 食害対策区での2月4日収穫（手摘み）以降の藻体長及び藻体重量の推移

藻体長は、収穫していない側は2月18日以降大幅に減少したが、2月4日に収穫した側は3月3日時点で藻体長の伸長が確認された。

藻体重量は、2月4日に収穫した側は3月14日時点で僅かに増加していたが、収穫していない側は2月18日以降は緩やかに減少した。

(4) 食害種の特定

試験期間中の食害対策区の養殖網に付着した藻体の生長が最も大きかったことから、食害が発生している可能性が高いと判断し、併せて食害種の特定を試みた。令和7年2月中旬から4月下旬に定点カメラ（GoPro12）を天草産区及び松阪産区の間竹杭に設置し、食害状況の観察を行った。撮影は、日中の養殖網が水没する時間に、一日あたり1時間40分程度（GoProの稼働可能時間）の間隔に設定し、反復して行った。

2月13日の16時から17時の撮影では、ボラが養殖網に着生した藻体を摂食している状況が撮影された（図17）。また、4月25日の16時から17時の撮影で、クロダイが養殖網に着生した藻体を摂食している状況が撮影された（図18）。撮影されたクロダイは、全長40cm程度の個体で、群れではなく単独で行動しており、網の下側から藻体をむしり取るように摂食し、その後吐き出さなかったことから、藻体自体を餌としているものと考えられた。一方、ボラは、全長40から60cm程度の個体で、群れで行動しており、網の上から連続的に藻体をかじり取りながら前進

していた。ただし、かじり取った後、数秒咀嚼してから藻体を吐き出しており、藻体自体を餌とするのではなく、藻体に付着した有機物やヨコエビなどの生物を餌としているものと推測された（漁業者は、収穫の際にヨコエビが多く混入するため選別している）。

(5) その他

今年度は5年ぶりに天然のスジアオノリがヒトエグサ養殖場、竹島川上流部（鍋島地区周辺）及び四万十川本流域に繁茂し、収穫が行われた。スジアオノリは12月後半から認められ、長いもので約1.2mほどに伸長していた。養殖場では、河床に広範に繁茂しており、網に絡みつく様子も確認された（河床高：潮位60cm）。また、2月上旬には収穫が終了し、収穫できなかったスジアオノリは、黄色く変色し河床に残ったままになっていたが、3月頃にはほとんどが消失した。

(6) 考察等

ア 養殖場の河川環境について

水温や塩分については、例年と同様に生長に問題のない範囲であった。一方、養殖場の環境水中のSSについては、昨年と同様にヒトエグサの生育に影響の出るとされる10mg/l（日本水産資源保護協会1992）を常時超えていたが、付着した浮泥重量割合は昨年より大幅に減少していた。喜田らは、水中に懸濁した赤土由来の泥がヒトエグサ藻体上に沈積し、悪影響を及ぼすことを報告しているが（喜田、前川1978）、今回の結果ではSS量が高いにもかかわらず、藻体へ沈積した量が減っていた。これは、当該水域におけるSSの構成物質の変化によると考えられた。現在のSSの測定方法では、水中の粒径1.2 μ m以上の粒子を全て捉えるため、泥分以外の微細な有機物の塊やプランクトンも含まれてしまう。環境水中に、泥分のような無機質な粒子とは異なるプランクトンなどの有機物由来の粒子が多い場合は、藻体が受ける影響は違ってくると考えられた。また、SS（このときは主に泥分を想定）の由来について昨年度は、河川上流からの供給及び河床に堆積した底泥からの供給に由来すると考察したが、SSと雨量の関連も見られなかったことから、環境水中への泥分の供給は、底泥からの影響が大きいと思われた。今年度は、河床整備により河床の含泥率が低下したこともあり、底泥からの泥分の供給が抑えられ、養殖場の環境水への泥分の懸濁量も少なくなっていた可能性がある。

実際に、今年度行った養殖場の水を用いた培養試験では、10mg/l以上のSS量があるにもかかわらず、ヒトエグサの生長にその影響は見られず、既存の報告とは異なる結果となった。さらに、今年度数年ぶりに、天然のスジアオノリが繁茂したことや、養殖場におけるヒトエグサの生長が昨年より良かったことについても、SSの構成物質の変化が関与したかもしれない。

養殖場の環境要因として大きな意味を持つ、水中懸濁物質量（SS）だが、その把握については、現在の測定方法では、他の有機物由来の粒子も含まれるため、これを区別する測定方法を検討する必要があると思われる。

イ 養殖網を張る高さについて

今回の試験における平均藻体長の比較では、概ね、潮位105cm区、潮位125cm（対照）区、潮位140cm区の順で生長が良かった。この結果から原因を推測すると、張る高さが低いものが

有利になったことから水中に没している時間が長いもの、すなわち、環境水中から長時間栄養を吸収できるものが生長に有利であると考えられた。漁業者は、競合藻の影響を意識して養殖初期からやや高めに張る傾向（潮位 125cm）があったが、実際には低く張る方が生長が良かった。ただし、潮位 125cm（対照）区、潮位 105cm 区では、付着珪藻等の競合藻の影響で藻体が黄色く変色するとされる「どたぐされ」様の症状を呈し、2月18日をピークに藻体長の短縮、藻体重量の減少が確認された。このとき、ヒトエグサの藻体表面を検鏡すると大量の珪藻が付着していることが確認できた。一方、潮位 140cm 区では、そのような症状は現れず、藻体は小さいものの他の試験区よりも遅い時期まで生長していた。このことから、競合藻の繁茂を抑えるため、2月以降は、網を高く張る方が良いと考えられた。

大野らは、「どたぐされ」発生時の一般的な対処にて、干出時間を長くすることがある（大野ほか 1987）としている。ヒトエグサは他の藻類よりも高い耐乾性を有しており、「高張り」により干出時間を長くすることで相対的に有利な環境を作り出し、耐乾性の低い競合藻を脱落させることは従前から行われてきた。ただし、養殖に悪影響を与える競合藻の繁茂時期は限られており、それ以外の時期の「高張り」は、藻類の生長に悪影響を与えることが今回の試験で判明したため、時宜に応じて網を張る高さを変えていく必要があると考えられる。今後は、時期ごとの適切な網を張る高さや「高張り」期間を検討していく。

ウ 母藻の由来について

平均藻体長の比較では、1月中旬までの養殖前期では、地種区よりも、天草区、松阪区が大きく、3月以降の養殖後期では、逆に地種区が、天草区、松阪区よりも大きくなった。地種区は、天然採苗によるため、種苗の着生時期が他の2区よりも遅くなったことが（人工採苗10月中旬まで、天然採苗10中下旬以降）、養殖前期に小さくなったことの原因と考えられた。ただし、その後も地種区は生長を続け、養殖後期には地種区が最も大きくなったため、地種区が他県産の種苗と比較して劣っていることはないといえる。そのため、他の条件を改善すれば地種でも十分生長できると思われる。

エ 食害対策について

平均藻体長の比較では、養殖初期から終期まで、常に食害対策区が対照区と比べて大きくなった。このことから、食害が養殖期間を通して発生しており、その対策として目合い2cmの網で防御することが有効であることが分かった。また、食害原因種については、定点カメラでクロダイ及びボラによる食害が確認できた。これらのことから、食害が四万十川におけるヒトエグサの不良原因の一つであると考えられた。一方、2月中旬以降は、食害対策区及び対照区内の藻体長、藻体重量はともに前述の「どたぐされ」様の症状を呈して減少していた。このことから、不漁原因は食害のみならず、競合藻類の影響もあると考えられるため、今後は食害対策と併せて競合藻類対策も検討する必要がある。

なお、今回の食害対策に要した費用を計算すると、使用した防護ネットは目合い2cm/1辺、高さ1.8m×5.4m（税込み2,937円）を24mに切断して使用した。支柱や結束には、漁協のあり合わせの物品を用いたため、今回の食害対策区（1.2×4.5m）の設置にかかったコストは1,305

円であった。覆う範囲を拡大することで一定のスケールメリットが生じ、単位面積あたりの食害対策コストは更に圧縮することができると考えられる。また、今回観察された食害種は比較的大型の魚類であったため、使用していない養殖網（目合い15cm、1.2m×18m）等、低コストで漁業者の負担が低減できる代用品の活用が可能か検討する必要もある。

5 参考画像



図 17 ボラの摂食の様子



図 18 クロダイの摂食の様子

引用文献

喜田和四郎, 前川行幸, 1978. 座可賀島周辺の海洋環境および養殖生物に関する研究 II 泥の濁りが養殖ヒトエグサに及ぼす影響. 三重大水実研報, 1, 21-30.

大野正夫ほか. 1987. 海藻資源養殖学, pp101-111.

日本水産資源保護協会. 1992. 環境が海藻類に及ぼす影響を判断するための『判断基準』と『事例』. 日本水産資源保護協会.

淵 隼斗. 2023. 蛸瀬川におけるヒトエグサ及びスジアオノリの生育状況調査. 令和4年度水産業普及事業報告書, 17-30.

岡 亮佑. 2024. 令和6年度四万十川下流漁協におけるヒトエグサの養殖試験. 令和5年度水産業普及事業報告書, 21-29.