令和７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　石川　徹

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）と共に、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。

令和７年度は、令和６年度の取組で効果が見られた防護ネットを用いた食害対策区（養殖網 1/4 枚）を養殖の一区画（養殖網 18 枚分）に拡大した。その結果、平均藻体長は、食害対策区では 137.3㎜、対照区では 21.1 ㎜、網紐１cm 当たりの藻体重量は最大で、食害対策区では 1.1g、対照区では 0.06g となり、有意に食害対策区が生長した。また、令和８年２月 27 日に食害対策内のすべての網で摘採が行われ、湿重量で 72.8kg（4.0kg/枚）乾重量にして 18.2 kg（1.0kg/枚）を収穫した。

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 20ｔ近い（乾燥重量）収穫があり、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、ヒトエグサはほとんど収穫できていない（図１）。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。

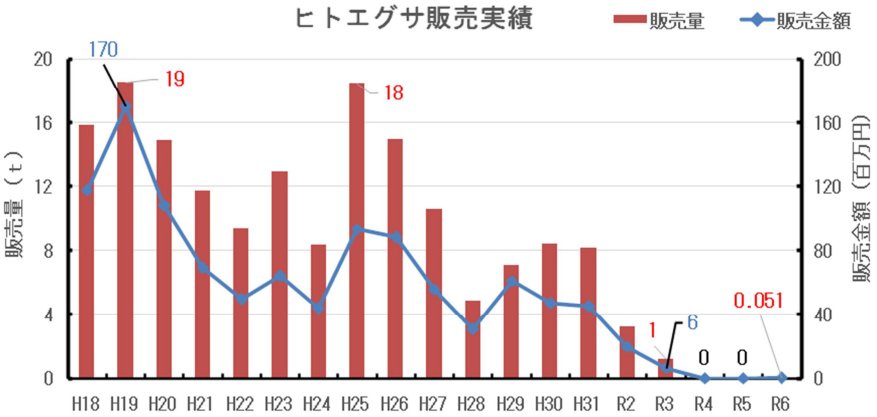


図１．下流漁協におけるヒトエグサの販売実績

（出典：四万十川下流漁協販売集計書）

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。

令和６年度は、食害対策試験として養殖網の周りを防護ネットで覆ったところ、他の試験区と比

較し有意に生長し、わずかではあるが収穫につながった。また、水中に定点カメラを設置し、観察を行ったところ、ボラ、クロダイによる食害が確認された。

これらを踏まえ、令和７年度は防護ネットを設置する範囲を拡大して、食害対策試験を行うこととした。併せて、養殖場の環境を把握するため、大潮の満潮時における水温、塩分、水中懸濁物質量（SS）の測定を行った。

３　普及の内容及び特徴

表１に試験項目と該当する実施期間を示した。

表１．試験項目と実施期間

項目	実施期間
漁場環境（水温、塩分、SS）の把握	令和７年 11 月５日～令和８年３月 16 日
食害対策試験	令和８年１月６日～令和８年３月２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９回行った。

水温及び塩分測定は、サリノメーター（YSI 社製 Model85）を用いて従来の養殖網を張る高さ（※潮位 120cm）で行った。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。

※潮位：土佐清水港の略最低低潮面（もうこれ以上海面が下がらないであろうと想定されるおよその海水面）からの高さを、便宜的に潮位として表記する。漁業者も海上保安庁の潮位表に記載されるこの高さを基準としている。

（２）食害対策区の設定（防護ネットの設置）

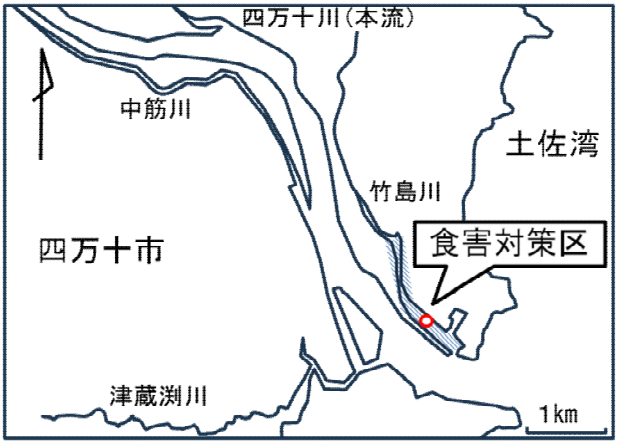


図２．食害対策区の位置図

食害対策区は、風浪の影響で防護ネットが破損した場合に、試験区外の養殖網に影響が出ないことを考慮して、四万十川支流の竹島川河口（四万十川河口から 1.0km 上流付近）にある、下流漁協の藻類養殖区画内の最下流部に設定した（図２）。防護ネットの設置は 12 月２日から 12 月 19 日にかけて低潮位（潮位 70cm 以下）の時間帯に複数の段階に分けて行った。そのため、いず

れの作業も低潮時の数時間に終わるよう、作業項目、作業量にあわせて人員を増減させた。防護ネットはPE無結節網（440T、36本）で、目合い25mm、周囲に6mmのPEロープを補強として取り付けたもの（日東製網株式会社製）を使用した。

ア　第一段階（養殖網の設置）

第一段階として、食害対策区内に設置する養殖網18枚を設置し、食害対策の範囲を確定させた。ここまでは養殖網を5枚ほど重ねて管理する「仮沖だし」の状態であり、当該工程は養殖網を1枚ずつ分離して管理し始める「沖出し」と同義である。この時の藻体長は数mm程度で、網地がまんべんなく短い藻体で覆われた状態であり、魚類が摂食できる大きさではないため、この時点までは食害対策の必要は無いと思われる。

イ　第二段階（支柱の基礎となる杭の設置）

第二段階として、食害対策区の外周となる短辺22m、長辺32m（川の横断方向が長辺）の範囲に、防護ネットの支柱基部となる杭（45mm×45mm×1,500mm）を打ち込んだ。支柱は、短辺では間隔約5.5m（出入り口部分のみ約1.7m）で6本、長辺では間隔約5.3mで7本（４角は重複）の合計22本とし、抜けやぐらつきがないよう河床から500mm以上の深さに打ち込んだ（所要時間：４名３時間）。

ウ　第三段階（支柱の補強）

第三段階として、上記の支柱に、補強のための控え杭（丁張板1,000mm）とネットを打ち付ける柱（丁張板2,000mm）を取り付けた（図３、図４）（所要時間：６名３時間）。これらの木材の固定は、電動インパクトドライバーを用いてコーススレッドやタッピングビスを打ち込むことで行った（釘による固定よりも技術的ハードルが低いほか再利用の面でも有益な面が多いと思われる）。

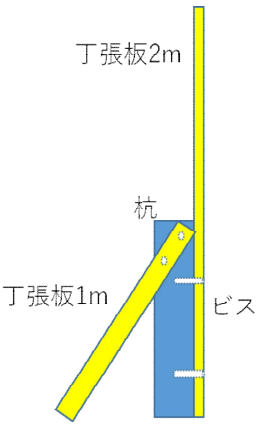


図３．支柱の施工状況



図４．支柱の設置状況

エ　第四段階（防護ネットの取り付け）

第四段階として、防護ネットを取り付けた（所要時間：６名３時間）。防護ネットは張りがなく、支柱間で垂れ下がる可能性があるため、低伸度のエスター線を防護ネットの上下に沿わせるガイドラインとした。エスター線は、各辺の長さよりも2m程度余裕を持たせてあらかじめ切り出しておき、端を折り返しアルミ製のスリーブで固定、支柱には又釘を用いて打ち込んだ（図５）。エスター線を設

置した後、防護ネットを支柱の外周に沿わせて展開する。この時、支柱の上下端に設置してあるエスター線に、防護ネットを結節バンドを用いて仮止めした（図６、図７）。仮止めが終わると辺の端の支柱から順に丁張板でネットを挟み込み、タッピングビスで固定した（図８）。タッピングビスは２ｍの支柱一本につき５から７個を使用した。また、防護ネットは開梱時に若干縮んでおり、そのままの状態では１辺の長さが足りなくなるため、ネットは端の支柱から順に固定していき、次の支柱に固定する時には、数人がかりでネットを横（進行）方向に目一杯引っ張りながら行う（図 10）。この時、ネットの格子がしっかり張り角が概ね直角になっていることを確認すると良い（緩みがあるとネットの格子が乱れ平行四辺形のようになる、この場合、端まで延ばしたときに届かない部分が出てくる）。

オ　完成

食害対策区内は、その後の作業性を考慮して、両側に幅約 1.7m の入り口を設置し、辺の角に隙間のある場合はこれをふさいで完成とした（図９、図 11）。防御ネットから養殖網までに 1.5 から 2m 程度のマージンを確保し、作業用の通路とした。摘採時には幅 1.2m のトロ船を使用するため、これを浮かせて行き来できるようにするためである。

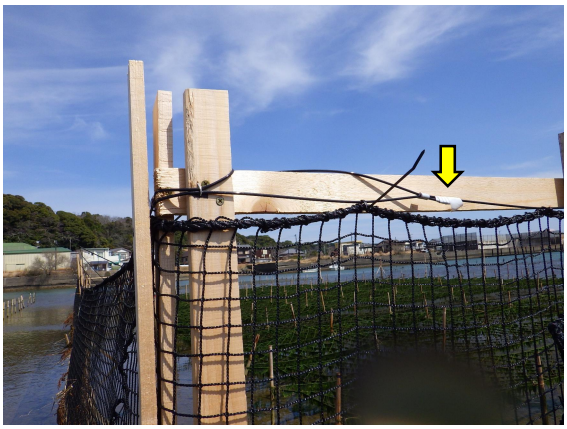


図５．角のエスター線（矢印がスリーブ）



図６．防護ネット上部の仮止め



図７．防護ネット下部の仮止め



図８．防護ネットの固定（丁張板での挟み込み）



図９．完成後の食害対策区（写真奥側）

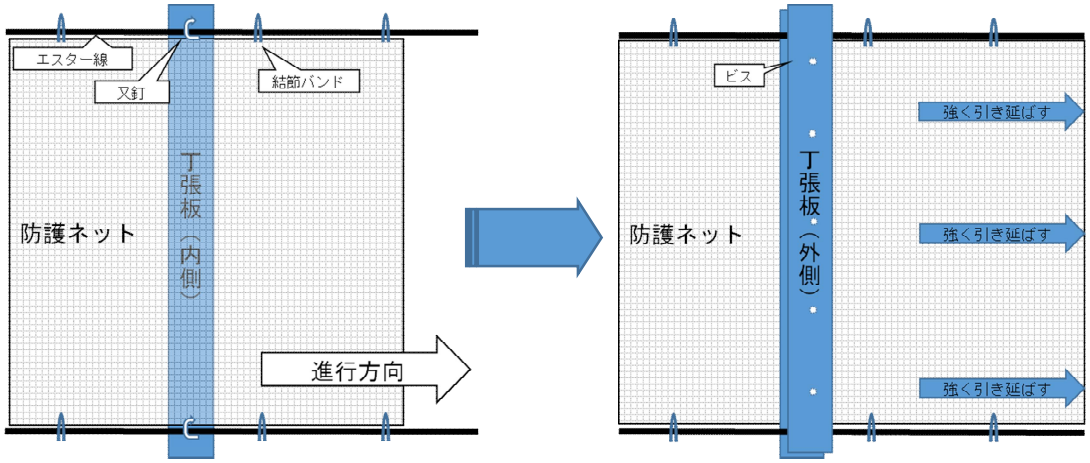


図 10．防護ネット取り付けの施工イメージ

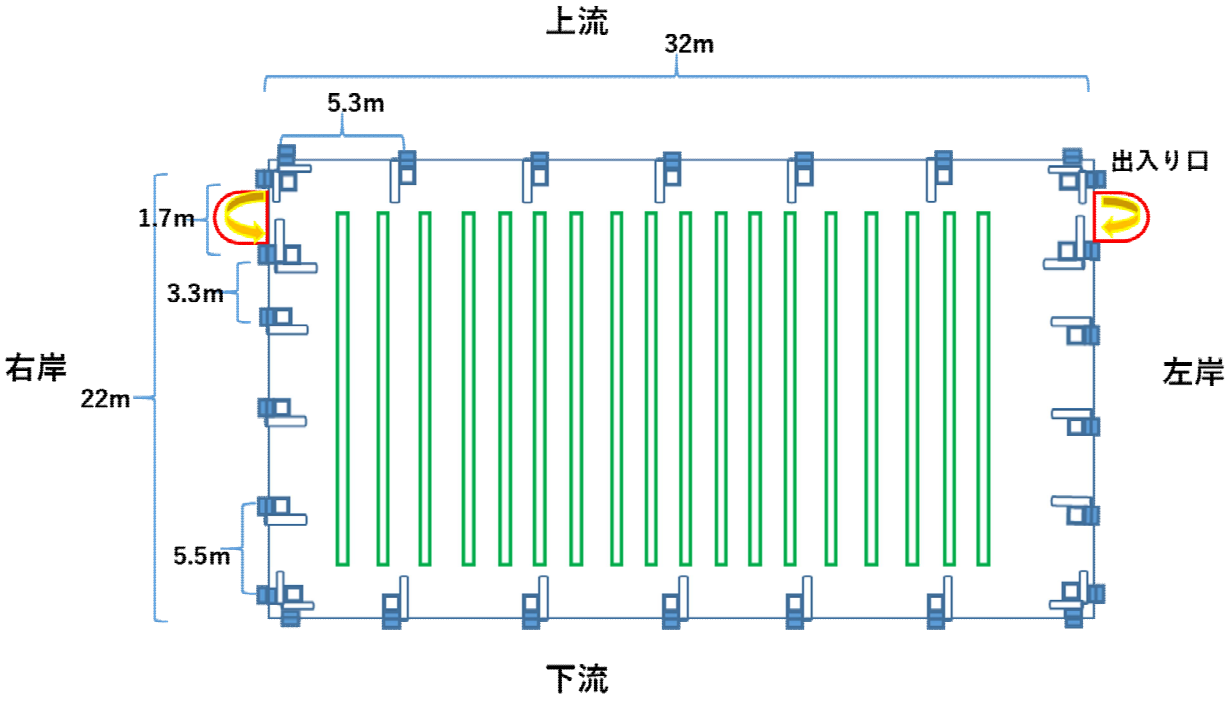


図 11．完成後の食害対策区の模式図

（３）生育状況の把握

ア　サンプリング方法

サンプリングについては、大潮の干潮時（概ね月２回）に、１回につき各試験区（対照区、食害対策区）から２本ずつ、10cm 程度の網紐を切って持ち帰った。

イ　藻体長の測定

藻体長の測定は淵 2023 の方法に従い、網紐１本につき長い藻体を８個体測定した（図 12)。

ウ　藻体重量の測定

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。

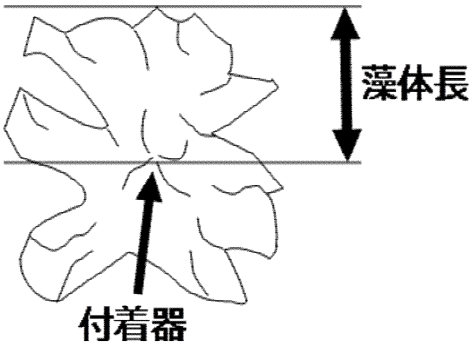


図 12. ヒトエグサ藻体長の測定部位（淵 2023 より）

４　成果及び活用

（１）漁場環境の把握

ア　水温

令和５年から７年度の竹島川のヒトエグサ養殖漁場における水温の推移を図 13 に示した。

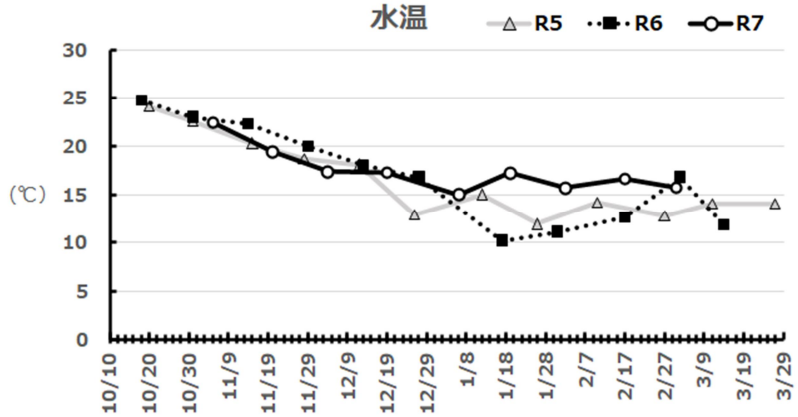


図 13. 令和５から７年度の竹島川ヒトエグサ養殖場における水温の推移

水温は、令和７年 11 月５日に 22.4℃でその後徐々に降下、令和８年１月６日に今期の最低水温である 15.0℃となり、以降は若干上下しながら３月２日には 15.7℃となった。いずれの回次もヒトエグサの生育可能な条件（日本水産資源保護協会 1992）の範囲内であった

が、過去２年度と比較すると１月から３月の水温はやや高めに推移した。

イ　塩分

令和５年から７年度の竹島川のヒトエグサ養殖漁場における塩分の推移を図 14 に示した。塩分は 22.7 から 32.8 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。過去２年度と比較すると降水による塩分の低下が少なく、令和８年３月上旬までの期間は安定していたといえる。

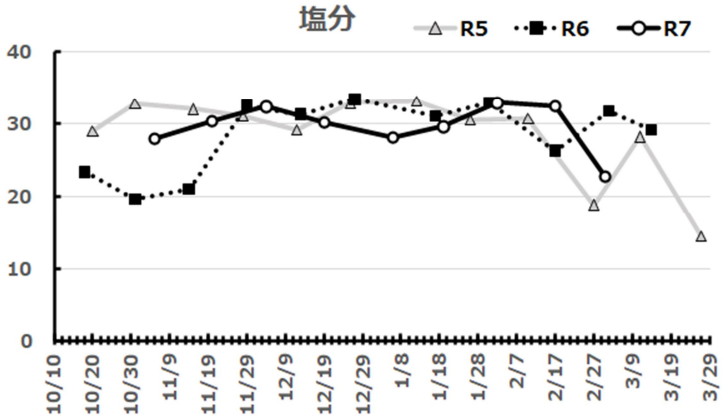


図 14.　令和５から７年度の竹島川ヒトエグサ養殖場における塩分の推移

ウ　水中懸濁物質量（SS）

令和５年から７年度の竹島川のヒトエグサ養殖漁場における SS の推移を図 15 に示した。

SS は 6.5～23.3PPM の範囲にあり、令和８年１月６日の回次を除き、生長が阻害される水準である 10PPM（日本水産資源保護協会 1992）を越えていた。SS は、天候等の影響による変動が大きいが直近３年度で見ると、天候が安定した条件では概ね 10 から 20PPM の範囲にあった。

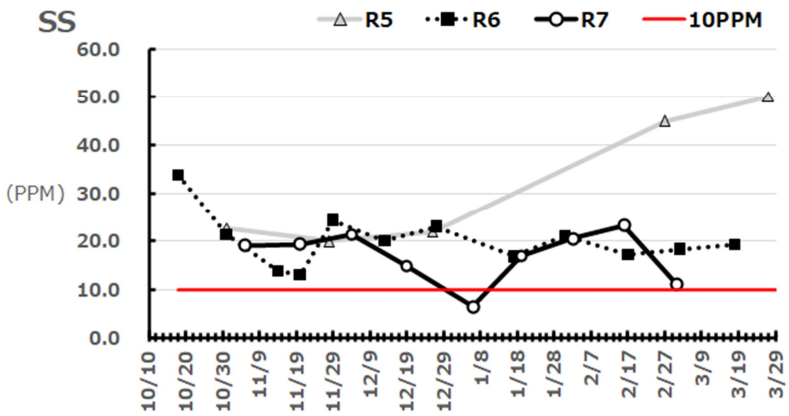


図 15.　令和５から７年度の竹島川ヒトエグサ養殖場における SS の推移

（２）生育状況の把握

ア　藻体長

令和８年１月から３月の食害対策区及び対照区における平均藻体長の推移を図 16 に、各試験区の平均藻体長の比較を表２に示した。

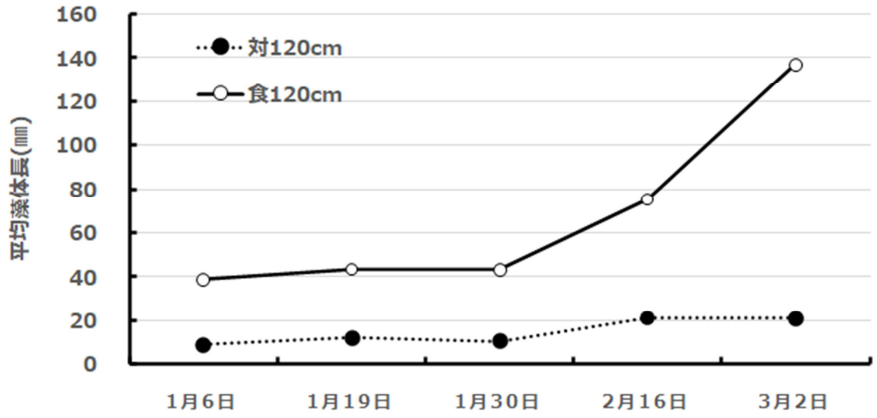


図 16.　平均藻体長の推移

表２．各試験区の平均藻体長の比較

	対照区			食害対策区			p 値
	最小値 (㎜)	最大値 (㎜)	平均値 (㎜)	最小値 (㎜)	最大値 (㎜)	平均値 (㎜)	
1/6	5	13	9.2±2.6	30	64	38.9±9.1	*P＜0.0001
1/19	10	14	11.9±1.2	32	77	43.3±11.7	*P＜0.0001
1/30	8	16	10.5±2.3	30	70	43.2±10.3	*P＜0.0001
2/16	11	34	20.9±6.3	57	125	75.1±19.6	*P＜0.0001
3/2	12	54	21.1±9.7	108	209	137.3±31.0	*P＜0.0001

*P<0.05

平均藻体長は、対照区では初回計測時（１月６日）で 9.2㎜、最終計測時（３月２日）で 21.1㎜、食害対策区では初回計測時（１月６日）38.9㎜、最終計測時（３月２日）137.3㎜であり、両区とも概ね時間経過と共に生長した。平均藻体長は、常に食害対策区で大きくなり、最終的に対照区の６倍程度となった。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 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。

なお、食害対策区では２月 24 日に摘採を行っていること、３月２日に最大値の 137.3㎜まで生長したことを考慮すると、２月後半から３月にかけて急激な藻体の生長が起こっていた。後述の荒天により試験は３月２日の計測で終了としたが、藻体はこの時点でまだ生長しており再度の摘採が可能であったと思われる。

イ　藻体重量

令和８年１月から３月の食害対策区及び対照区における網紐 1㎝あたりの平均藻体重量の推移を図 17 に示した。

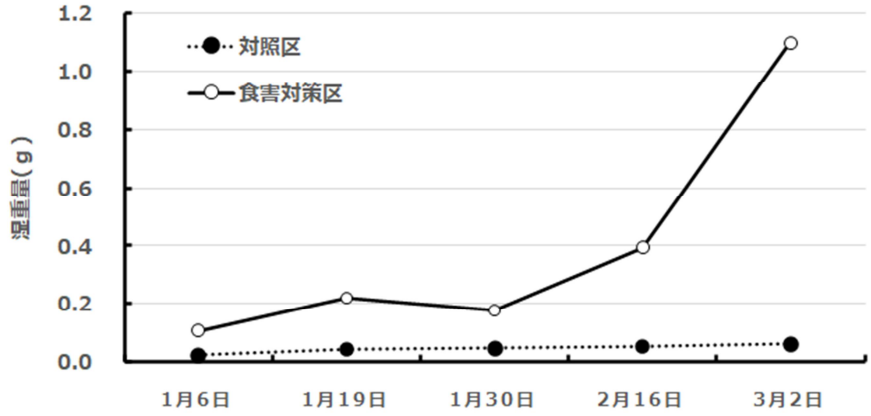


図 17. 網紐 1cm あたりの平均藻体重量の推移

網紐 1cm あたりの平均藻体重量は、対照区では初回計測時（１月６日）の 0.02g、最終計測時（３月２日）に 0.06g と若干の増量にとどまった。一方、食害対策区では初回計測時 0.11g から最終計測時 1.1g に増量した。藻体長と同様に食害対策区が大きく、２月後半から３月にかけて急激に増量した。

（３）収穫

食害対策区内では藻体が十分に成長したため（図 18)、令和８年２月 24 日、27 日に、食害対策区内の全ての試験区にて木べらを使った収穫を行った。食害対策区内の 18 枚の養殖網から湿重量で 72.8kg（4.0kg/枚）のヒトエグサを収穫した。また、その後、洗浄及び乾燥を行い、最終的に乾重量で 18.2kg（1.0kg/枚）のヒトエグサが回収できた。なお、対照区は収穫に至るほど生長しなかったため（図 19）収穫は行っていない。



図 18. 収穫前の食害対策区の状況



図 19. 対照区の状況
（手前の藻体は付着したシオミドロ）

（４）荒天による試験の中止

令和８年３月 13 日から 14 日にかけて高知県沖を南岸低気圧が通過し、南東方面からの高い波が四万十川河口に到達した。これにより、竹島川下流のヒトエグサ養殖場にも高波が入り、食害対策区内の養殖網 18 枚全てが竹杭ごと抜けた（図 20)。抜けた網は絡み合い塊となり、波の揺動

に併せて防護ネットの一部を破壊した。また、養殖網は波浪による揺動でこすれ合い、藻体のほとんどを流失した（図 21)。これによりサンプリング不可能となったため試験を中止することとした。食害対策区の網が抜けた原因としては、設置箇所が波の影響を受けやすい最下流部にあったことと藻体が大きく生長しており波の影響を受けやすい状態であったことが挙げられる（３月下旬に摘採予定であった)。その証左として周囲の藻体の生長していない養殖網では、抜けた食害対策区の網が絡んだ対照区を除き、被害はなかった（図 20)。

３月 17 日に回収し、藻体が残っているもののみ再度食害対策区内に展開し、来年度の母藻を得るために養殖を続けたが、その後生長することはなく、令和８年度の人工採苗に向けた母藻確保には至らなかった。



図 20．全ての養殖網が抜けた食害対策区
（食害対策区外では被害がない）



図 21．絡み合った養殖網

（５）考察等

ア　令和７年度の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。水温は１月以降例年よりも高かったが、藻体が急激に生長した２月後半は、15℃前後の水温であり適水温帯であったと考えられる。一方、養殖場の環境水中の SS については、過年度と同様にヒトエグサの生育に影響の出るとされる 10PPM（日本水産資源保護協会 1992）を概ね超えていた。当該水域では、常時 10 から 20PPM 程度の SS の濃度が持続する状態と思われる。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)、既報（岡 2024）でも触れたとおり、竹島川における SS は、こうした赤土由来の泥（シルト）以外の有機物を含んでいる可能性が高く、当該水域において SS が高い状態が不漁の直接的な原因に繋がっているかは不明である。

イ　令和７年度の食害対策について

平均藻体長の比較では、養殖期間を通して、常に食害対策区が対照区と比べて有意に大きくなった。令和６年度同様、食害対策として防護ネットを張ることで収穫に至るまで生長することが確認でき、加えて防護範囲を拡大しても効果が得られることが分かった。ただし、食害対

策は、コストの増加を伴うため、個々の漁業者がこれに取り組むかは、それぞれの費用対効果の判断に委ねられる。比較のため、漁業者からの聞き取りにより得た収支のデータから、従来の養殖法（最盛期、直近）と現在の食害対策を加えた養殖法による労務単価の試算を表３に示した。

表３．ヒトエグサ養殖における労務単価の試算

	項目	内容	単位	最盛期	直近	現在 （食害対策追加）
収入		収穫回数	回	5	4	2
		単位収穫量	乾重kg/枚	2	1	1
		養殖網	枚	40	40	40
		単価（上級品として）	円/乾重kg	6,000	6,000	6,000
		合計:a	円	2,400,000	960,000	480,000
支出	資材	養殖網への種付け(650円×40枚)	円	26,000	26,000	26,000
		その他資材	円	30,000	30,000	30,000
		小計:b	円	56,000	56,000	56,000
	資材 （食害対策）	防護ネット	円	0	0	270,000
		その他資材	円	0	0	50,000
		小計	円	0	0	320,000
		年割り（耐用年数5年として）:c	円/年	0	0	64,000
収支		d=a-b-c	円	2,344,000	904,000	360,000
労務費	基本作業	①仮沖だし（２人×３時間×２日）	人役（時間）	12	12	12
		②沖出し（２人×３時間×4日）	人役（時間）	24	24	24
		③収穫、洗浄（２人×６時間×４日×回数）	人役（時間）	240	192	96
		④乾燥、箱詰め（２人×３時間×４日×回数）	人役（時間）	120	96	48
		⑤撤去（２人×３時間×３日）	人役（時間）	18	18	18
		小計:e	人役（時間）	414	342	198
	食害対策関連	①杭の設置（４人×３時間×２日）	人役（時間）	0	0	24
		②支柱の補強（６人×３時間×２日）	人役（時間）	0	0	36
		③ネット取り付け（６人×３時間×２日）	人役（時間）	0	0	36
		④撤去（６人×３時間×２日）	人役（時間）	0	0	36
		小計:f	人役（時間）	0	0	132
	労務単価	g=d/(e+f)	円/時間	5,662	2,643	1,091

※養殖網や竹杭については、長期間再利用しているため資材費から省いた

最盛期には、養殖網一枚あたりの単位収穫量は 2kg 乾重/枚で、年間５回程度の収穫が可能であった。直近（平成末期）には、単位収穫量は 1kg 乾重/枚で、年間４回程度の収穫が可能であった。今回の食害対策試験の結果から、現在の単位収穫量は 1kg 乾重/枚で、年間２回程度（２月に１回、３から４月に１回）の収穫が見込まれる。労務時間は通常の養殖における基本作業で最盛期 414 時間、直近で 342 時間、現在で 198 時間と試算された。更に、食害対策の労務 132 時間を加算した場合、現在の労務時間は 330 時間となった。収支金額を労務時間で除して労務単価を求めると、最盛期で 5,662 円/時間、直近で 2,643 円/時間、現在（食害対策追加）で 1,091 円/時間となり、労務単価は大きく下がることとなった。漁業者は、ヒトエグサ養殖の時期は、潮汐に作業時間を縛られることもあり実作業時間は短くとも他の収入を得ることが難しい。養殖における収益性の低下は漁業者の生活を圧迫するため、養殖を断念する漁業者も増えている。今回の試験では防護範囲を拡大しても同様の効果が得られることが分かった。このことは、収益性の改善に向け、食害対策範囲をできるだけ広げ、スケールメリットを得ることで、食害対策にかかる資材費と労務を圧縮できる可能性を示している。一方で、荒天等により試験区が破壊されたことから養殖網及び防護ネットの設置方法に関しては改善が必要である。次年度は、さらなる食害対策範囲の拡大と施設の強化、併せてその作業の効率化に向けた試験

を行う予定である。

ウ　まとめ

前述の通り、今回の試験では、１回あたりの単位収穫量は乾重 1kg/枚で、収穫までの期間と養殖全体の期間（11 月から４月）を考えれば年間２回程度の収穫が見込める結果となったが、聞き取りから得られた従来のヒトエグサ養殖の状況と比較すると生産性が大きく下がっている。これは当該水域におけるヒトエグサの生長速度が遅くなっていることを示唆しており、ヒトエグサが食害に対応できなくなっているのはこのためと考えられる。この原因については明らかになっておらず、水温や塩分、濁り、競合藻類といったいくつもの条件が複合的に影響している可能性がある。個々の環境条件の数値は概ね致命的なものでないが、最適範囲からは徐々に外れているおそれがあり、そのような変動と個々の環境条件の相補的な影響についてまで究明することは難しいうえに、人為的にコントロールすることもできない。今後の方向性として、当所は、漁業者の声を聞きながら、現場で実行しうる食害対策などの有効な手段の普及と改良に注力することでヒトエグサ養殖の収益性の改善に繋げていく。

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．蛎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.