

平成22年度新たなノリ色落ち対策技術開発委託事業のうち
二枚貝増養殖技術の開発 成果報告書（兵庫県）

課題名: 東播磨海域におけるウチムラサキの増殖によるノリ色落ち対策

実施年度: 平成19年度～平成23年度

担当機関・所属・担当者名: 兵庫県立農林水産技術総合センター水産技術センター
増田恵一・岡本繁好・安信秀樹・上田賀茂

背景・目的:

近年兵庫県のノリ養殖業における色落ち問題は、深刻な状況にあり、漁業経営に打撃を与えている。兵庫県では、ノリ養殖シーズンに珪藻プランクトンの *Coscinodiscus wailesii*, *Eucampia zodiacus* 等が大量発生することにより、栄養塩濃度が急減し、ノリの色落ちが進行することが多く、近年では平成15年度、17年度および19年度に、長期間に及ぶ色落ちがあり、生産枚数および金額の低下の主因となった。

一方、兵庫県内のノリ養殖生産枚数の46%、金額の49%を占める主力漁場を持つ東播磨地域（明石市、播磨町、加古川市および高砂市）では、かつてノリ漁場と重なる沿岸部に大量のウチムラサキが生息していた。ほこ突き漁で漁獲されたこのウチムラサキは、「ホンジョガイ」と呼ばれこの地域を代表する特産貝として扱われていた。しかし、主な水揚げ地域であった明石市二見地区および播磨町地区では、1960年代後半から減少し始め、1990年代にはほとんど漁獲されなくなり、現在では漁業も行われなくなっている。

ウチムラサキは成貝の殻付重量が300gに達する比較的大型の二枚貝であり、かつて東播磨海域に大量に生息していた頃は、珪藻類を大量に摂餌し、海域の栄養塩環境の安定化に重要な影響を与えていたと考えられる。

このようなウチムラサキの壊滅的な減少は、地域の漁業者に緊急に解決すべき重大な課題と認識されており、本県の漁業者や漁業関係団体から、二枚貝増殖等によるノリ色落ち対策を始めとし、瀬戸内海の総合的な環境修復施策が強く求められている。

22年度調査・研究実施計画:

(1) 播磨灘におけるウチムラサキ種苗量産安定化及び中間育成技術の開発と効率化
浮遊幼生の飼育については、現在、ナイロンメッシュ網生け簀と培養餌料により可能となっているが、着底初期の減耗が激しいことから、餌料、基質及び容器について検討を加え、着底期の飼育システム開発を実施する。

浮遊幼生飼育は、図1に示した生け簀流水式により行う。着底稚貝の飼育は、図2に示

した循環式ダウンウェリング幼生飼育施設に收容し、水中ポンプで、餌料懸濁液を循環させることにより実施する。飼育期間中には1日1回全換水と約30分の干出を行う。餌料種類と、着底基質としての砂、貝殻粉末、貝化石粉末などの有効性を検討するため、表1の通り試験区を設定し、生残と成長を比較する。

殻長1mm以降は砂入りコンテナに着底稚貝を收容して天然海域に垂下して育成する。

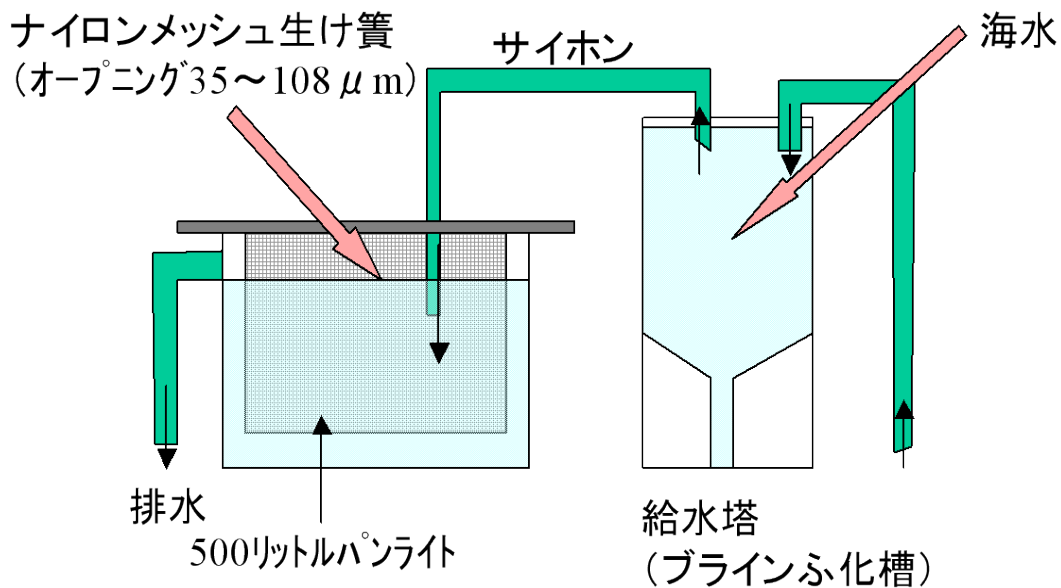


図1 生け簀流水式浮遊幼生飼育施設

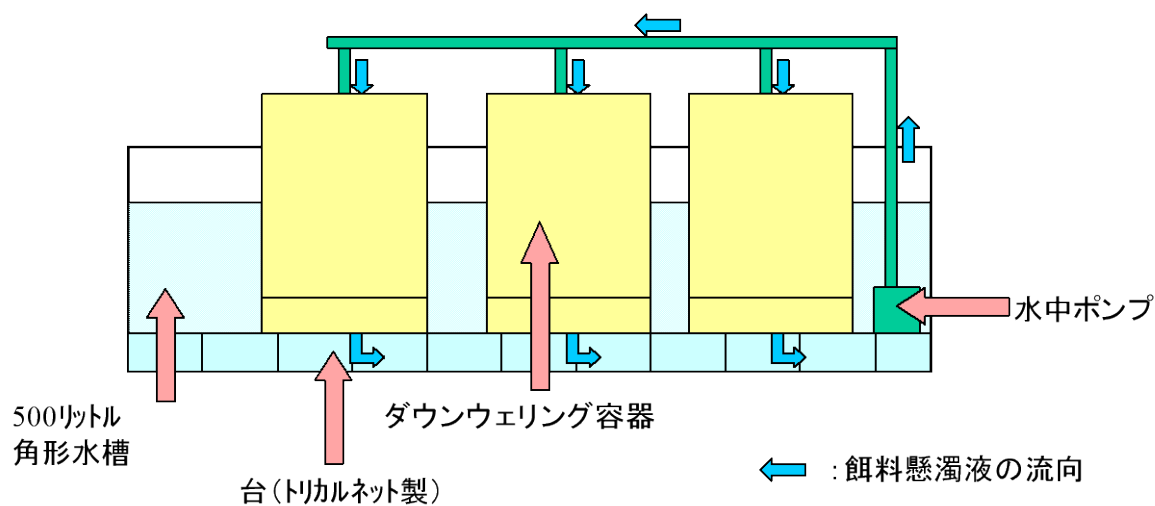


図2 循環式ダウンウェリング着底幼生飼育施設

表1 ウチムラサキ着底稚貝飼育試験区

試験区名	水槽	ダウンウェリ ンク容器 No.	水槽種類 と容量(L)	餌料種類と1日当たり 投与量(細胞数/ml)	メッシュ目開 き(μm)	基質種類	基質サイ ズ(μm)	着底幼生 収容数
A-1	A	1	ダイト150	培養ハブ'ロハ'5万、培 養スケトネマ2万	80	貝殻粉末	150~500	74,000
A-2		2			80	アラゴマリン	150~500	26,000
B-1	B	1	ダイト500	濃縮ハブ'ロハ'5万、培 養スケトネマ2万	80	貝殻粉末	150~500	75,000
B-2		2			80	貝殻粉末:アラゴマリン=1:1	150~500	75,000
B-3		3			80	アラゴマリン	150~500	75,000
B-4		4			41	なし	—	75,000
B-5		5			150	なし	—	75,000
C-1	C	1	ダイト500	濃縮ハブ'ロハ'5万	80	貝殻粉末	150~500	75,000
C-2		2			80	貝殻粉末:アラゴマリン=1:1	150~500	75,000
C-3		3			80	アラゴマリン	150~500	75,000
C-4		4			41	なし	—	75,000
C-5		5			150	なし	—	75,000

注)貝殻粉末:市販の有機石灰を使用。アラゴマリン:市販の貝化石粉末

(2) 播磨灘におけるウチムラサキ浮遊幼生および着底稚貝分布状況の把握

図3に示す加古川河口~林崎のノリ養殖場周辺16地点において、10月中旬から12月上旬にかけて延べ6回、北原式プランクトンネット(目合NXX25(63μm))を用いて底層からの鉛直曳きによりウチムラサキ浮遊幼生を採集し、分布状況を把握するとともに、STDを用いて水温、塩分を測定する。

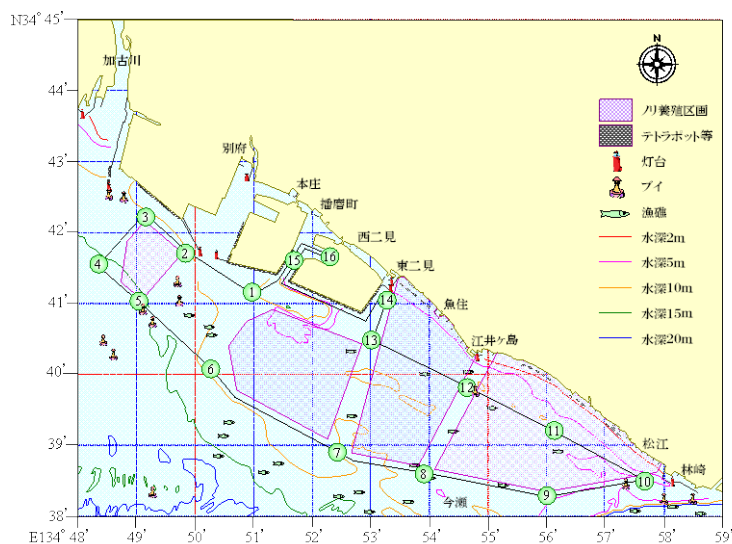


図3 ウチムラサキ浮遊幼生調査点図

図4に示す8調査点で、底質を表面から2 cm、面積3 m²分採取する。採取した底質試料について、0.5mm目合でフルイ分けし、残った着底稚貝を分類し、計数および殻長測定を行う。

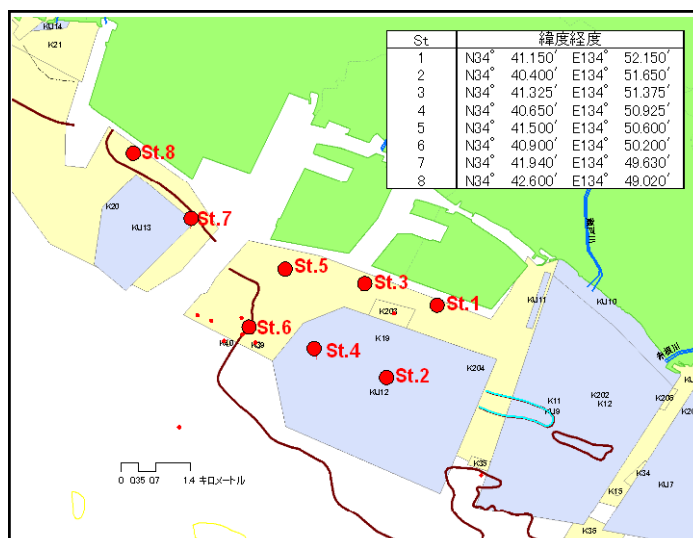


図4 ウチムラサキ着底幼生調査点図

(3) 播磨灘における放流技術及び着底稚貝保護技術の開発

図5に示す調査海域へ図6の通り貝殻・礫などを散布した試験区と無処理対照区を設け、それぞれに種苗生産された殻長1～4 cmのウチムラサキ稚貝（1歳～2歳）をホールプリントタグ（HALLPRINT PTY. LTD. 製）で個体識別して放流し、50日後の回収率と個体ごとの殻長および体重成長量を比較する。調査期間中には、調査対象海域水深2m層の水温および海水クロロフィルa濃度の連続観測を行い、試験区及び対照区の底質粒度組成及び底質クロロフィルa量を分析する。



図5 調査対象海域（明石市林・林崎漁港内）

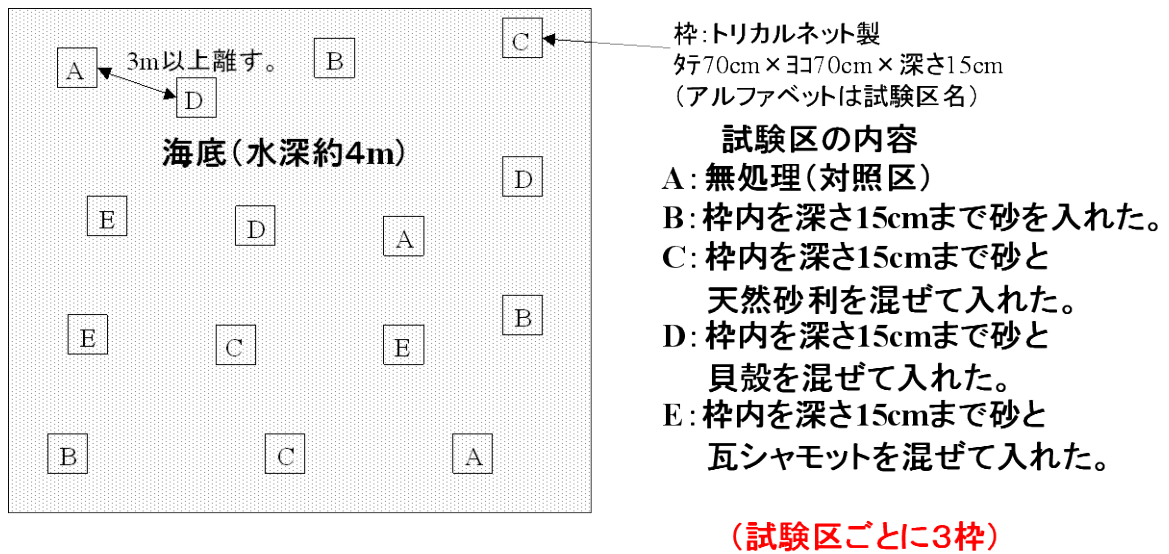


図6 試験区(枠)の配置方法

(4) 播磨地域でのノリ色落ち防止に効果的なウチムラサキ増殖のためのガイドラインの作成

上記項目及びこれまでの試験研究成果に基づき、兵庫県播磨地域のノリ養殖漁場における栄養塩環境安定化に向けたウチムラサキ増殖のためのガイドラインを作成するための検討を行う。

(これまでの試験研究成果)

- ・ ウチムラサキによる色落ち関連珪藻の摂餌速度及びウチムラサキの栄養塩排出速度の解明 (H19～H20 年度に実施)
- ・ ウチムラサキ増殖によるノリ養殖漁場の栄養塩濃度変化のシミュレーション (H19～H21 年度に実施)
- ・ ウチムラサキ生息適地の把握及び減少要因の解明 (H19～H21 年度に実施)
- ・ ウチムラサキ種苗量産安定化及び中間育成技術の開発と効率化 (H19 年度～ 継続実施中)
- ・ ウチムラサキ浮遊幼生分布状況の把握 (H20 年度～ 継続実施中)

放流技術及び着底稚貝保護技術の開発 (H20 年度～ 継続実施中)

22年度に得られた成果

(1) 播磨灘におけるウチムラサキ種苗量産安定化及び中間育成技術の開発と効率化

10月6日に干出90分、セロトニン2mmol/L注射および+5℃高温刺激を加えて産卵誘発を行って得た受精卵を500L円形水槽で管理し、10月8日にD型幼生を約540万を得た。D型幼生を4等分し、500L円形水槽4基に収容して浮遊幼生飼育を開始した。飼育中の餌料には、培養パブロバと濃縮パブロバを用いた。飼育開始後14日目で約半数の幼生が着底し

ていたが生残率は2.1%と低かった。

着底稚貝飼育試験はひょうご豊かな海づくり協会栽培漁業センターから供給された稚貝を用いて実施した。この稚貝は、セロトニン注射をした数個体の雄の精液を親貝集団に与えることによって産卵誘発して得たD型幼生に、濃縮キートセロス・グラシリスおよび濃縮パブロバを与えて育成されたものである。D型幼生収容日が10月8日、着底幼生取り上げ日が10月21日、生残率は60.1%、取り上げ時平均殻長は221.9 μ mであった。

着底稚貝飼育は、ほとんどの個体で水管形成が認められるまでの28日間継続した。着底幼生飼育中の生残率を図7に示した。ナイロンメッシュ上で飼育した試験区より基質を加えた試験区で生残率が高い傾向が認められた。濃縮パブロバのみを餌料とし、基質に貝殻粉末を用いたC-1区で最も生残率が高かった。

飼育28日目殻長を図9に示した。濃縮パブロバと培養スケルトネマを餌料とした試験区では他の試験区より殻長が大きい傾向が認められた。

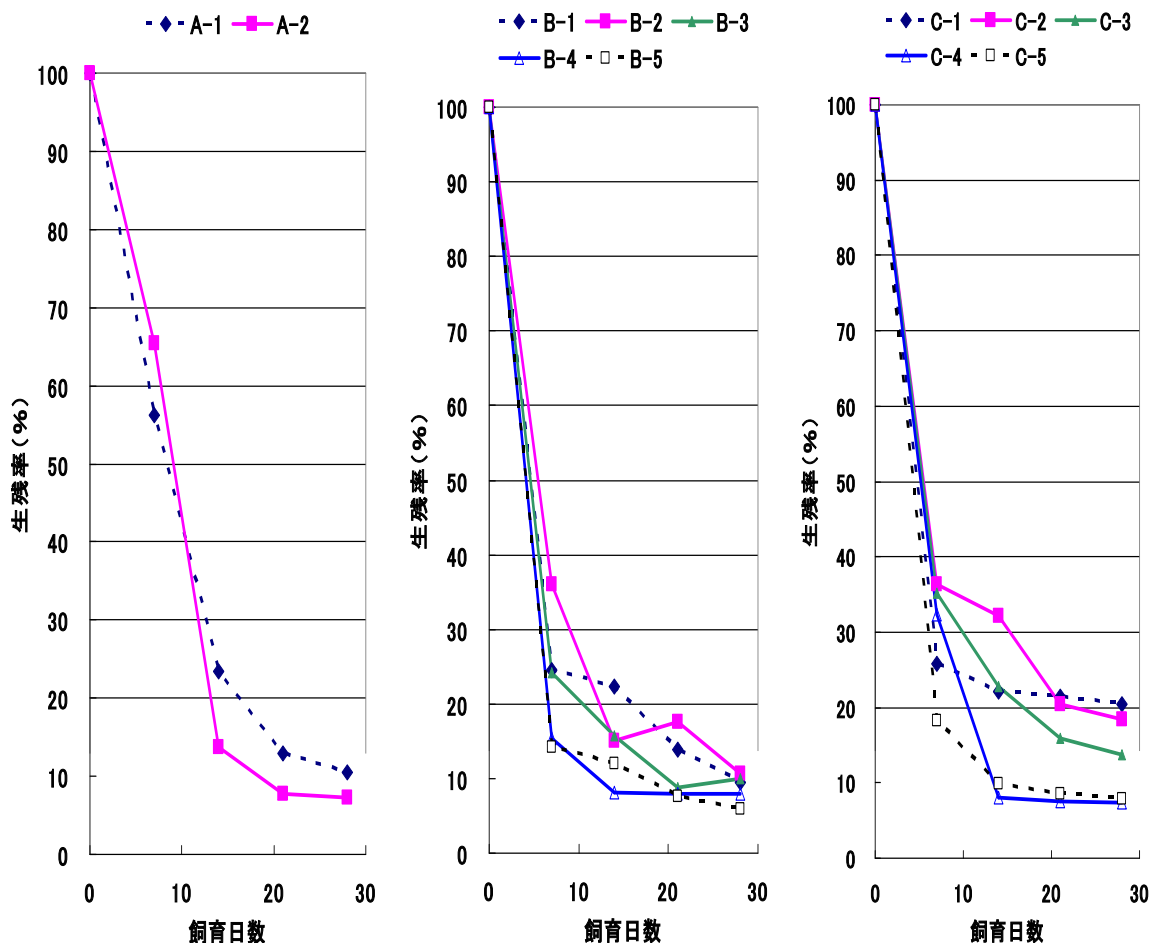


図8 着底稚貝飼育期間中の生残率

ダウンウェリング容器に基質を加えて着底稚貝を飼育することにより生残率が向上すると考えられた。

飼育終了後の稚貝はアンスラサイトを入れたコンテナに収容し、天然海域に垂下して飼育を続行中である。

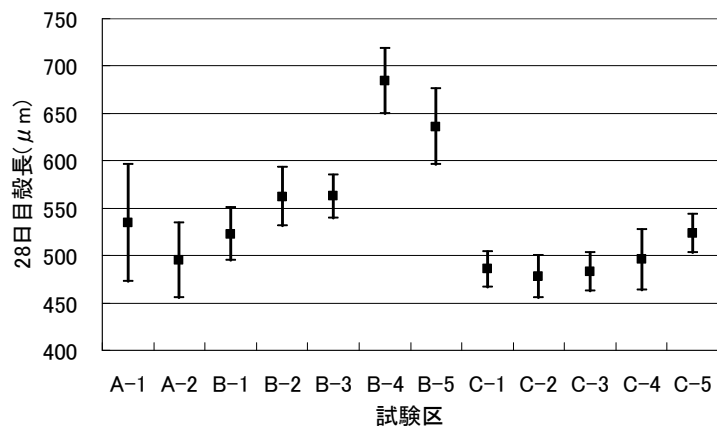


図9 飼育28日目殻長（平均値および95%信頼区間）

(2) 播磨灘におけるウチムラサキ浮遊幼生および着底稚貝分布状況の把握

浮遊幼生調査は10月15日、10月25日、11月5日、11月12日、11月26日および12月6日に実施した。ウチムラサキ幼生判別のためのモノクローナル抗体を（独）水産総合研究センター瀬戸内海区水産研究所と共同で作製中であり、抗体作成後に分析を行なう予定である。

着底稚貝調査は2月3日に実施した。試料採取地点の底質及び生物分布状況を表2に、着底稚貝分析結果を表3に示した。St.1～St.6は砂および礫質、St.7は砂質、St.8は砂泥質海底であった。また、St.1ではホトトギスガイマット形成が認められた。ウチムラサキ着底稚貝は、St.3で2個体（殻長2.59mm、2.98mm）St.6で1個体（殻長2.20mm）確認できた。いずれの調査点も平成19～20年度に実施した分布調査で明らかになった成貝分布域の範囲に含まれている。

表2 試料採取地点の底質及び生物分布状況（平成23年2月3日）

	時間	水深	外観性状	備考(他の動物の分布など)
St.1	9:19	6.8m	砂、礫	ホトトギスガイ(マット形成)、サンショウウニ、イトマキヒトデ
St.2	16:30	6.5m	砂、礫	イトマキヒトデ
St.3	9:45	5.0m	砂、礫	トゲモミジガイ
St.4	16:10	7.0m	砂、礫	イトマキヒトデ、イソギンチャク目
St.5	15:49	8.8m	砂、礫	イソギンチャク目
St.6	11:38	9.3m	砂、礫	
St.7	11:10	11.2m	砂	イソギンチャク目
St.8	10:51	10.6m	砂泥	モミジガイ

表3 着底稚貝分析結果

目	科	種名	和名	ST.1		ST.2		ST.3		ST.4	
				個体数	湿重量	個体数	湿重量	個体数	湿重量	個体数	湿重量
フネガイ	フネガイ	<i>Barbatia stearnsii</i>	ハツエガイ								
		<i>Arcopsis interplicata</i>	ヨコヤマミエガイ								
		Arcidae	フネガイ科								
イガイ	イガイ	<i>Modiolus nipponicus</i>	ヒバリーガイ			6	0.017	2	0.088	17	0.773
		<i>Modiolus elongatus</i>	ウヤガラ					3	0.073		
		<i>Musculus cupreus</i>	タマエガイ	5	0.036	3	0.015	4	0.013	1	+
		<i>Musculus senhousia</i>	ホトトギス	8203	3149.500	1	+	3	0.282	1	+
		<i>Musculus japonica</i>	ヤマホトトギス					4	0.145		
		<i>Lithophaga curta</i>	イシマテ			1	0.001			2	0.024
ウガイ	ミガイ	<i>Limaria sp.</i>	ユキシノ属					1	0.014	3	0.069
	イサカガキ	<i>Ostrea sp.</i>	イサカガキ属					1	0.013		
マウスダレガイ	フカバシラガイ	<i>Cycladicama sp.</i>	シホマ属								
		Ungulinidae	フカバシラガイ科								
	アンフクヤドリ	Montacutidae	アンフクヤドリ科			1	+				
	フナガイ	<i>Fulvia undatopicta</i>	マダラフチコトガイ								
	ハカガイ	<i>Maclrotoma depressa</i>	ヒナミカガイ					1	0.057	3	0.035
		<i>Oxyperas bernardi</i>	ホコガイ			1	4.426				
	ニッコウガイ	<i>Semelangulus tokubeii</i>	コメダクラ	1	0.016					1	0.007
	フクシガイ	<i>Theora fragilis</i>	シズクガイ								
		<i>Abrina lunella</i>	シロハトガイ	4	0.016	2	0.001	4	0.008		
	カクホトトギス	<i>Alvensius ojanus</i>	ケシトガイ								
	マウスダレガイ	<i>Veremolpa micra</i>	ヒメカノアザリ					1	0.013		
		<i>Notochione jodoensis</i>	オニアザリ								
		<i>Pitar noguchii</i>	シロウスハマグリ					1	11.159		
		<i>Pitar sp.</i>	ユウカゲハマグリ属			1	+				
		<i>Dosinorbis japonicus</i>	カガミガイ							1	0.035
		<i>Ruditapes philippinarum</i>	アザリ					3	0.010		
		<i>Paphia vermicosa</i>	アケガイ			5	0.059	1	0.017	7	0.702
		<i>Callista sp.</i>	マツマワシ属					1	0.004		
		<i>Saxidomus purpurata</i>	ウチムラサキ					2	0.010		
	イソガイ	Petricolidae	イソガイ科			1	0.013				
オホノガイ	フカバシラガイ	<i>Anisocorbula venusta</i>	フカバシラ			12	1.977			8	1.347
				4		11		15		10	
				8213	3150	34	7	32	12	44	3

目	科	種名	和名	ST.5		ST.6		ST.7		ST.8	
				個体数	湿重量	個体数	湿重量	個体数	湿重量	個体数	湿重量
フネガイ	フネガイ	<i>Barbatia stearnsii</i>	ハツエガイ	1	0.046						
		<i>Arcopsis interplicata</i>	ヨコヤマミエガイ							1	0.057
		Arcidae	フネガイ科			2	0.001				
イガイ	イガイ	<i>Modiolus nipponicus</i>	ヒバリーガイ			16	0.048				
		<i>Modiolus elongatus</i>	ウヤガラ								
		<i>Musculus cupreus</i>	タマエガイ			6	0.043				
		<i>Musculus senhousia</i>	ホトトギス			9	0.005	2662	10.847		
		<i>Musculus japonica</i>	ヤマホトトギス			2	0.004	1	0.057		
		<i>Lithophaga curta</i>	イシマテ			3	0.008				
ウガイ	ミガイ	<i>Limaria sp.</i>	ユキシノ属	1	0.003	2	0.026	1	0.019		
	イサカガキ	<i>Ostrea sp.</i>	イサカガキ属								
マウスダレガイ	フカバシラガイ	<i>Cycladicama sp.</i>	シホマ属			1	0.042				
		Ungulinidae	フカバシラガイ科			1	0.008				
	アンフクヤドリ	Montacutidae	アンフクヤドリ科							1	0.006
	フナガイ	<i>Fulvia undatopicta</i>	マダラフチコトガイ			3	0.025	1	0.022		
	ハカガイ	<i>Maclrotoma depressa</i>	ヒナミカガイ	1	0.005	2	0.048	1	0.058		
		<i>Oxyperas bernardi</i>	ホコガイ								
	ニッコウガイ	<i>Semelangulus tokubeii</i>	コメダクラ			13	0.214				
	フクシガイ	<i>Theora fragilis</i>	シズクガイ							1	0.001
		<i>Abrina lunella</i>	シロハトガイ	2	0.008	1	+			1	0.001
	カクホトトギス	<i>Alvensius ojanus</i>	ケシトガイ			2	0.003			1	+
	マウスダレガイ	<i>Veremolpa micra</i>	ヒメカノアザリ							13	0.037
		<i>Notochione jodoensis</i>	オニアザリ	2	0.193			2	0.067		
		<i>Pitar noguchii</i>	シロウスハマグリ								
		<i>Pitar sp.</i>	ユウカゲハマグリ属			2	+				
		<i>Dosinorbis japonicus</i>	カガミガイ			1	0.028				
		<i>Ruditapes philippinarum</i>	アザリ	1	0.020						
		<i>Paphia vermicosa</i>	アケガイ			14	0.102	24	63.988		
		<i>Callista sp.</i>	マツマワシ属								
		<i>Saxidomus purpurata</i>	ウチムラサキ			1	0.002				
	イソガイ	Petricolidae	イソガイ科								
オホノガイ	フカバシラガイ	<i>Anisocorbula venusta</i>	フカバシラ	87	14.494	52	10.152	5	0.923		
				7		19		8		6	
				95	15	133	11	2697	76	18	0.102

(3) 播磨灘における放流技術及び着底稚貝保護技術の開発

調査対象海域水深 2m 層の水温および海水クロロフィル a 濃度連続観測結果を図 10 に示した。水温は 15.9～6.3 度の範囲でおおむね降下傾向で推移した。海水クロロフィル a 濃度は 4.3～0 μg/L の範囲で変動したが、2 μg/L 以下であることが多く、平均値は 0.7 μg/L であった。

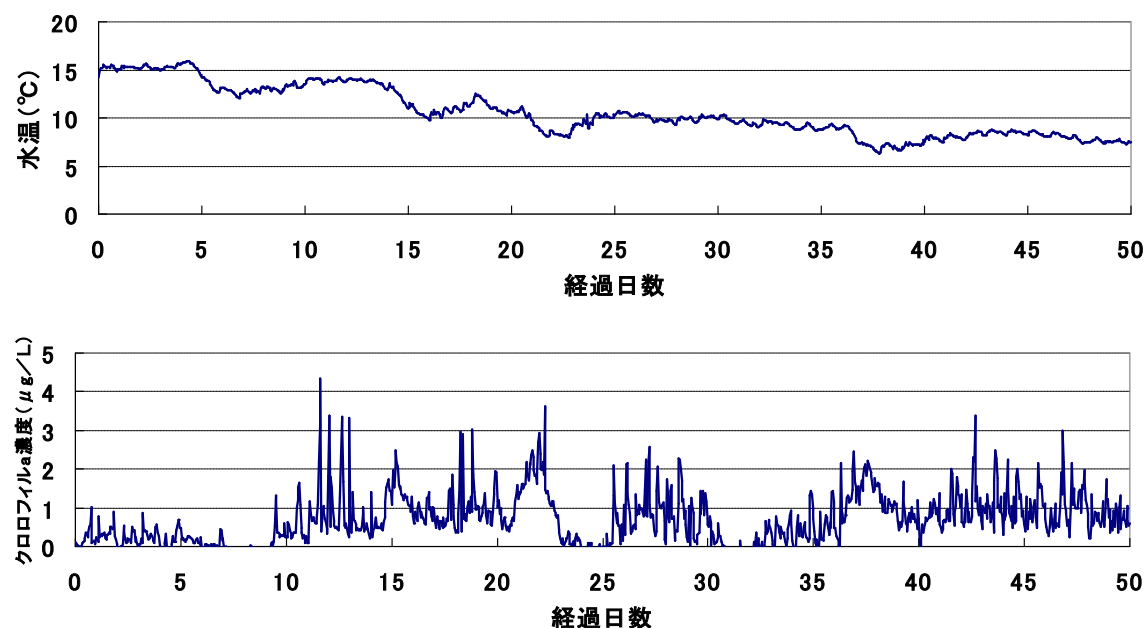


図 10 調査期間中の水温および海水クロロフィル a 濃度
(水深 2m 層、J F E アドバンテック社製・A C L W で測定)

各試験区の枠ごとの生貝回収率を図 11 に示した。回収率は 19～72% の範囲にあり、平均で 47% であった。試験区ごとの平均回収率は 47% であった。また試験区ごとの平均回収率は、A で 60%、B で 52%、C で 42%、D で 39%、E で 45% であった。潜水作業者の意見によると大型の基質を混ぜ込んだ C、D および E 区では回収作業中に海底からの濁りの発生が激しく、貝を見つけにくかったということであり、試験区ごとの回収率の差は作業上の問題が関係していると考えられた。

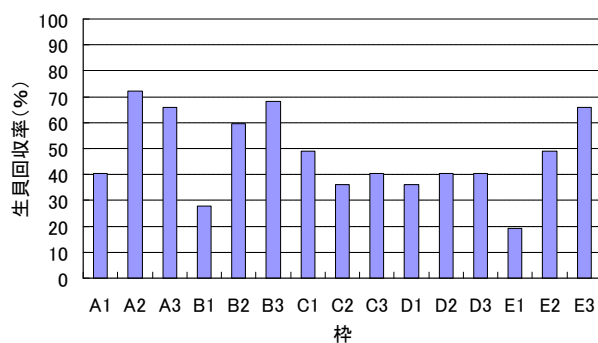


図 11 枠ごとの生貝回収率

測定した殻長および体重の成長量について各試験区ごとに枠間で一元配置分散分析を行った結果有意差は認められなかったため、試験区ごとにデータを集め平均値および 95%信頼区間を計算した結果を図 12 に示した。殻長成長量については対照区 A より他の試験区の平均値が大きかったが、有意差は認められなかった。体重成長量については試験区 D および E で対照区 A より平均値が高く危険率 5% で有意差が認められた。

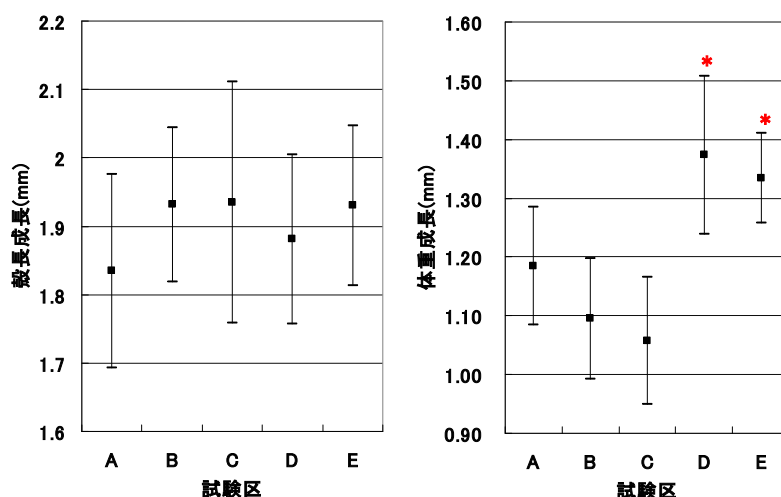


図 12 試験区ごとの殻長および体重成長量（平均値および 95%信頼区間を示す。）

* : 対照区 A と有意差あり (P < 0.05)

礫の少ない海底にウチムラサキを直接放流するより、底質に貝殻または瓦シヤモットを混ぜてから放流することにより、体重成長が向上すると考えられた。

試験区及び対照区の底質粒度組成及び底質クロロフィル a 量は現在分析中である。

本年度末に期待される成果

- (1) ウチムラサキ種苗量産および中間育成技術
- (2) 東播磨海域における浮遊幼生および着底稚貝の分布状況
- (3) 放流ウチムラサキ生残、成長を高めるための放流技術および着底稚貝保護技術

最終的に期待される成果:

- (1) 具体的な最終成果

ノリ色落ちの原因プランクトン密度を低減し、栄養塩環境を安定化させるためのウチムラサキ増殖ガイドラインを作成する。

- (2) 研究結果のノリ色落ち対策への具体的な反映

ノリ色落ち対策は、二枚貝による原因プランクトン密度抑制と栄養塩濃度の底上げ（本課題）、色落ちを軽減する効率的な作業管理システム、潮流に配慮したノリ養殖施設の適正配置、色落ち耐性品種の開発、施肥によるノリ養殖漁場への適切な栄養塩供給など、さま

ざまな手法の複合によって達成できる。

本研究成果は、これらの手法の一つである二枚貝増殖場の色落ち防止効果について、その可能性と限界を具体的に示し、海域に応じたもっとも適切な対策手法の組み合わせと展開方法、および効果を定量的に提示する。

(3) 二枚貝増殖への効果

兵庫県東播磨地区のウチムラサキは、昭和 40 年代の沿岸域の埋め立て、昭和 60 年代以降は漁獲の過剰が主な原因となって、激減したと考えられるが、本課題で開発された適切な種苗放流により、漁業が再開できる程度の資源水準まで増殖が可能である。