

日本海沿岸におけるクルマエビ種苗放流 追跡調査上の基礎的考察

安永 義暢¹⁾・奥石 裕一¹⁾

Basic Studies on Searching of Prawn Seedlings (*Penaeus japonicus*) after Being Seeded into the Sea

YOSHINOBU YASUNAGA¹⁾ AND YUICHI KOSHIISHI¹⁾

Abstract

Ecological observation on prawn seedlings, *Penaeus japonicus*, released into the shallow sea area facing the open sea was conducted at Igarashihama beach in Niigata city, Niigata prefecture. It was concluded that most of them didn't move so far from the release place and were caught by predators in a day after release. Remarkable predation was done by juveniles of plaice, *Paralichthys olivaceus* (5-15 cm in total length). In addition survival rate of released seedlings was calculated on the basis of changes of captured number after release.

Then seedlings were dyed with neutral red solution to test the tagging method. The effect of tagging by dyeing was recognized for five days in water tanks and only one day in the sea after release. Influence of dyeing on behaviour and survival of seedlings was researched in the laboratory and it was ascertained that the burrowing ability and survival rate of tagged seedlings was inferior a little as compared with those of non-tagged ones.

本州日本海沿岸におけるクルマエビ種苗放流はまだその大半が直接放流によつており、中間育成による放流も試験的に実施されてはいるが今後になお多くの課題が残されている。直接放流、中間育成放流のいずれを選択するにせよ本州日本海沿岸における地形的条件を前提にして両者の利害得失を検討し、いそぎ一定の方向性を見出す必要がある。また、そのためには当然ながら両者の投資効果判定の基礎的資料をいそぎ収集することが不可欠と考えられる。

本研究はこの観点に立ち当面続けられるであろう直接放流における減耗実態の把握とその調査方法の改善に主たる目的をおき、実験放流によつてクルマエビ種苗の分散、食害の状況把握をはかるとともに、生体染色による標識効果の検討を行なつた。

なお、本研究は新潟県栽培漁業センターとの協同調査の一環として行なつたものである。

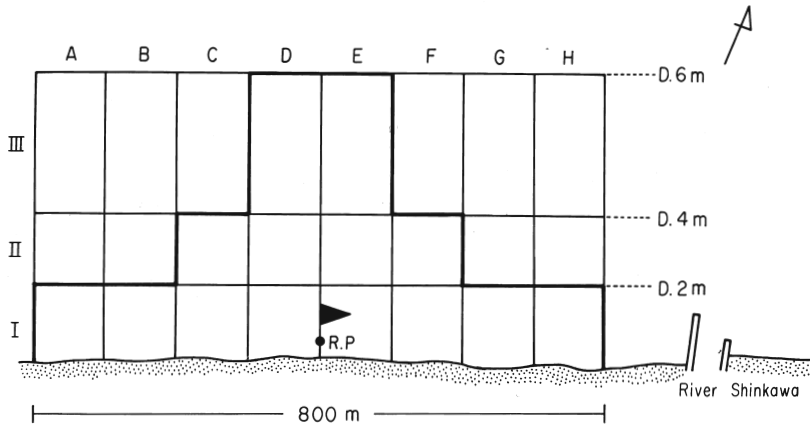
1) 〒951 新潟市水道町1丁目5939-22 日本海区水産研究所
(Japan Sea Regional Fisheries Research Laboratory, Suido-cho, Niigata 951, Japan)

I. 材料および方法

本研究は以下の項目に順じて実施された。

1. クルマエビ種苗放流追跡調査

新潟県栽培漁業センターから分譲された30万尾の種苗（平均体長14.8mm）を8月初旬新潟市五十嵐浜地先の汀線域に直接一括放流した。以降経時的に放流種苗の分布，食害，生長について調査した。採集用具には袋部の目合い5mm径，口径2mの底曳網を使用し，1.5～2ノットの速度で直線的に曳網した。調査域は放流点の左右400m，沖合400m（水深6m）までとした。また，調査域内に海岸線と鉛直方向にひいた100m間隔の線と，海岸線とはほぼ平行方向にひいた水深2m（距岸約100m），4m（同200m），6m（同400m）の各線とでできるブロックを想定し，目印の旗を基準として測距儀によるブロック別の定距離曳網を行なった（第1図）。なお，採集したサンプルは冷凍保存して測定に供した。



第1図 クルマエビ種苗放流点（R.P.）と設定調査水域（A～H，I～III）。
太線内はクルマエビ採集区域を表わす

Fig. 1. Release place of prawn seedlings (R. P) and searching area of fish as predator.
The thick line indicates the sampling area of seedlings.

2. クルマエビ種苗染色標識実験

放流初期の短期的標識方法の一つとしてニュートラルレッドを用い，生体染色による標識効果を検討した。室内実験によつて染色の持続時間，行動への影響等を調べ，一方では項目1での放流種苗30万尾のうちの10万尾に5ppmで約24時間染色し，放流後の標識発見率を調べた。

II. 調査・実験経過および結果

1. クルマエビ種苗放流追跡調査

午前9時，調査水域中央部，水深1mの地点にニュートラルレッドによる染色標識個体10万尾を含む合計数30万尾の種苗を船上より一括放流した。なお，事前調査として，追跡調査と同じ方法で同放流約1月～1時間前の3回にわたり調査水域内の天然クルマエビ稚仔の生息状況を調べたが各回を通じ天然稚仔は1個体も採集されなかつた。また，放流種苗の再捕と食害魚の採集は放流終了30分後から開始した。

クルマエビ再捕尾数は染色個体を含め放流後17日間経過時（以降単に日数で示す）までの採集日数6日間で4,273尾であった。このうち、放流後24時間内が4,261尾で全再捕数の99.7%を占めた。一方調査区域ごとにみた場合、放流点の左右100m（D、E区）、水深0～2m（I区）が4,174尾で99.7%を占めた。全期間を通じると水深0～2mまでが4,268尾と99.9%を占め、2～4mでは3尾、4～6mで2尾と僅少であった（第1表）。

第1表 放流後経過時間別および調査区域別にみたクルマエビ種苗の採集尾数

Table 1. Number of seedling captured in each block of the searching area after release.

Time after release	I. 0~2 m									II. 2~4 m								III. 4~6 m									
	A	B	C	D	E	F	G	H	Total	A	B	C	D	E	F	G	H	Total	A	B	C	D	E	F	G	H	Total
Before release									0									0									0
30 min			41	1,353	28				1,422				1					1									0
1 hr			34	1,356	269				1,659				2					2									0
3			5	556	472	5			1,038									0									0
6			3	25	66				94									0									0
10				11	25				36									0				2					2
24				6	1				7									0									0
4 days			3		3				6									0									0
17					6				6									0									0
Total			83	3,307	867	10			4,268									3									2

放流後の経過時間（X）と再捕尾数（Y）の関係は、再捕尾数を対数にとると、放流後10～24時間を変曲点として、 $\text{Log } Y = 3.356 - 0.188 X$ （時間）と $\text{Log } Y = 0.806 - 0.0029 X$ （日）の2つの回帰式に分けるのが妥当とみなされた（第2図）。

他方、調査水域で採集された魚類は14種 958尾であったが、もつとも尾数の多かつたのがササウシノシタの434尾、次いでヒラメの254尾、クロウシノシタの115尾であった（第2表、第3表、第3図）。魚類以外では甲殻類がもつとも多く、次いで棘皮類、貝類、頭足類の順となつた（第4表）。

これらのうち魚類のみを対象として消化管内容物中のクルマエビ種苗の有無を確認した。また、あわせて放流事前調査での採集魚についても同様に調べたが、いずれの魚種にも消化管中にクルマエビ稚仔は確認されなかつた。種苗放流後の採集魚のうちでは14種中7種でその消化管中にクルマエビ種苗が確認された。採集尾数5尾以上の種での補食率（種苗を補食している尾数/採集尾数）はヒラメが27.3%ともつとも高く、次いでマハゼの26.7%、クサフグの14.3%と続き、メゴチ、マアジその他5種には1尾の補食も認められなかつた（第5表）。

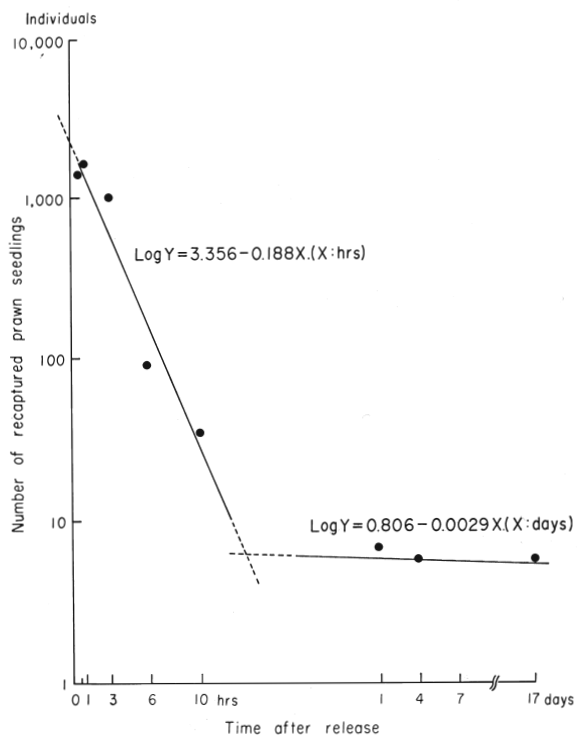
補食率をクルマエビ種苗の再捕尾数の多かつた0～2m層での採集魚に限るとその値は2倍近い高さとなりヒラメが48.6%、クサフグが40.0%、マハゼで30.8%、であつた。

このように採集尾数および補食率の点からヒラメの食害が顕著であつたためとくにヒラメについてその分布状態、胃内容物変化を経時的に求め、種苗の移動・分布および減耗との関係を調べた。

第2表 調査期間中に調査区域内で採集された魚種と採集尾数

Table 2. Species and number of fish captured in the searching area.

Fish	Range of total length (cm)	
	T. L \geq 5	5 > T. L
Sasaushinoshita <i>Heteromycteris japonicus</i>	419	604
Hirame <i>Paralichthys olivaceus</i>	243	0
Kuroushinoshita <i>Rhinoplagusia japonica</i>	114	43
Megochi <i>Inegocia meerdervoorti</i>	44	193
Mahaze <i>Acanthogobius flavimanus</i>	38	1
Maazi <i>Trachurus japonicus</i>	20	5
Kusafugu <i>Fugu niphobles</i>	18	6
Kisu <i>Sillago japonica</i>	18	385
Youzuiu <i>Syngnathus schlegeli</i>	3	0
Nibe <i>Nibe mitsukurii</i>	1	0
Akakamasu <i>Sphyaena schlegeli</i>	1	52
Magarei <i>Limanda herzensteini</i>	1	0
Nezumigochi <i>Callionymus richardsoni</i>	1	16
Akaei <i>Dasyatis akajei</i>	1	0
Other fish (6 spscies)	0	33



第2図 放流後経過時間とクルマエビ種苗の再捕尾数の関係

Fig. 2. Relation between captured number of seedlings and time after release.

第3表 調査期間中に設定調査域で採集された魚種の種類別、水深別個体数

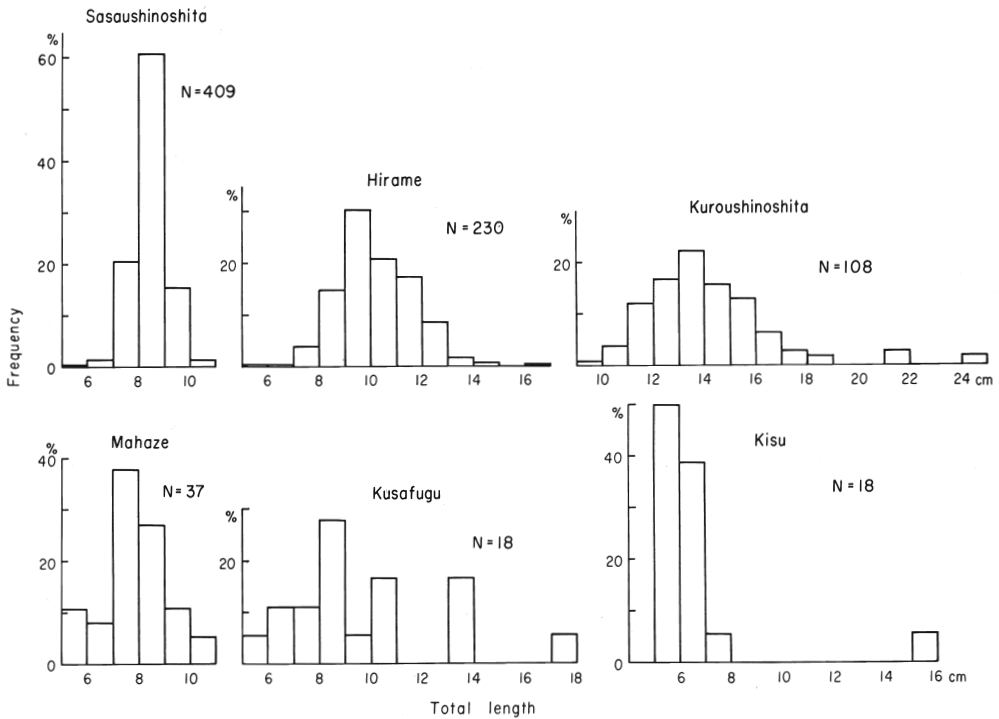
Table 3. Species and number of fish captured in each depth of the searching area.

Fish	Range of depth (m)		
	0<~≤2	2<~≤4	4<~≤6
	individ.		
Sasaushinoshita	289	65	65
Hirame	141	69	33
Kuroushinoshita	89	21	4
Megochi	11	24	9
Mahaze	31	7	0
Maazi	20	0	0
Kusafugu	5	10	3
Kisu	17	0	1
Youziuo	3	0	0
Nibe	1	0	0
Kamasu	1	0	0
Magarei	0	0	1
Nezumigochi	1	0	0
Akaei	1	0	0

第4表 調査期間中に設定調査域で採集されたクルマエビ種苗と魚類以外の生物個体数

Table 4. Species and number of animals captured in the searching area except for seedlings and fish.

Captured animals		Number
Cephalopoda	Sepioidae	558
	Loliginidae	5
Crustacea	Penaeidae	2
	Sergestidae	5,588
	Crangonidae	18,227
	Portunidae	134
	Squillidae	46
	Mysidae	36
Mollusca	Other families	242
	Gastropoda	16
Mollusca	Pelecypoda	1,621
	Echinodermata	Clypeasteroidea
Spinulosa		16



第3図 設定調査域で採集された主要魚種の全長組成 (5 cm以上)

Fig. 3. Histograms of total length of main fish species captured in the searching area. (T. L. ≥ 5 cm).

第5表 魚種別および水深別にみたクルマエビを捕食している 個体数の採集個体数に対する割合

Table 5. Percentage of number of individuals which ate seedlings among total number of each fish species captured in the searching area.

Range of total length (cm)	Fish	a. Number of captured fish				b. Number of fish which ate prawn seedlings				$\frac{b}{a} \times 100$ (%)			
		Range of depth (m)											
		0 < } ≤ 2	2 < } ≤ 4	4 < } ≤ 6	Total	0 < } ≤ 2	2 < } ≤ 4	4 < } ≤ 6	Total	0 < } ≤ 2	2 < } ≤ 4	4 < } ≤ 6	Total
T. L ≥ 5 cm	Sasaushinoshita	147	29	38	214	3	1	0	4	2.0	3.4	0	1.9
	Hirame	72	47	20	139	35	3	0	38	48.6	6.4	0	27.3
	Kuroushinoshita	52	13	2	67	4	0	0	4	7.7	0	0	6.0
	Mahaze	13	2	0	15	4	0	0	4	30.8	0	0	26.0
	Kusafugu	5	6	3	14	2	0	0	2	40.0	0	0	14.3
	Kisu	4	0	1	5	1	0	0	1	25.0	0	0	20.0
	Kamasu	1	0	0	1	1	0	0	1	100	0	0	100
5 cm > T. L	Kisu	54	7	5	66	2	0	0	2	3.7	0	0	3.7
	Kamasu	25	1	0	26	2	0	0	2	8.0	0	0	7.7
	Matudai	12	0	0	12	1	0	0	1	8.3	0	0	8.3

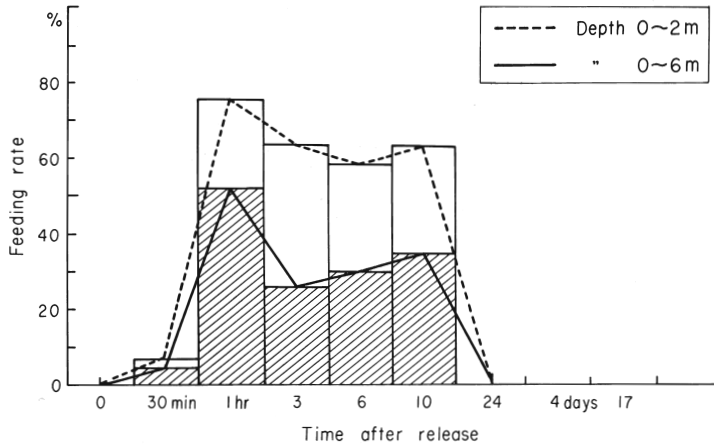
第6表 放流後経過時間別および調査区域別にみたヒラメの採集尾数

Table 6. Number of juveniles of *Paralichthys olivaceus* captured in each block at each time after release of seedlings.

Time after release	I. 0~2 m								II. 2~4 m								III. 4~6 m										
	A	B	C	D	E	F	G	H	Total	A	B	C	D	E	F	G	H	Total	A	B	C	D	E	F	G	H	Total
Before release			6		6				12			6															
30 min			4	2	5	3			14			3															
1 hr			1	2	8	1			12			2	3														
3			2	3	2	4			11			5	7														
6			4	4	2	2			12			5	11									2					
10			4	2	5	3			14			7										11					
24			2	3	2	2			9			4										7					
2 days		6	2	2	3	2	4	0	19																		
4		4	5	3	3	1			13			10															
7		4	1	1	1	0			6																		
17			12			19			31																		
Total		20	28	27	37	27	14		153									63									20

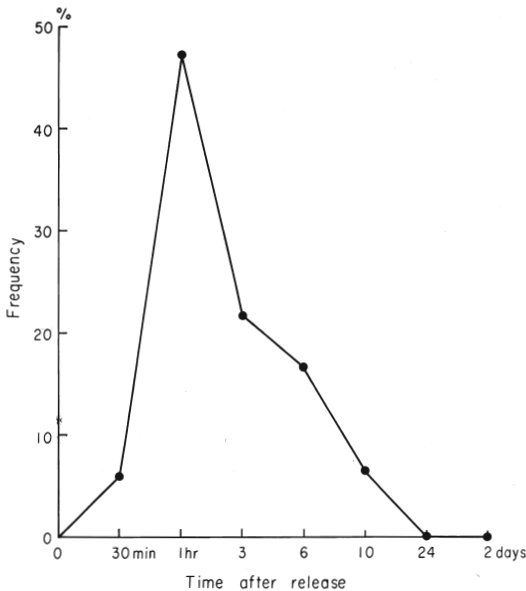
ヒラメ採集尾数を水深別にみるとクルマエビ種苗の場合と同様に0~2 m層でもつとも多く採集されて128尾, 次いで2~4 mの63尾, 4~6 mで20尾であつた。また, 0~2 m層における尾数変化を経時的にみた場合, 4日目, 17日目は採集範囲が異なるため24時間内に限定す

れば放流24時間が9尾とやや少いだけでその他は11~14尾の範囲にあり、採集時刻間での大きな差はみられなかつた。また、放流前と放流後を比較しても放流前は12尾、放流後24時間内の平均も12尾で差がなかつた。ブロック別の比較では放流1時間後のE区が8尾とやや多かつ



第4図 放流後経過時間とクルマエビ種苗を捕食しているヒラメの採集尾数に対する比率の関係

Fig. 4. Changes in percentage of number of individuals which ate seedlings among total number of each fish species captured at each time after release of seedlings.



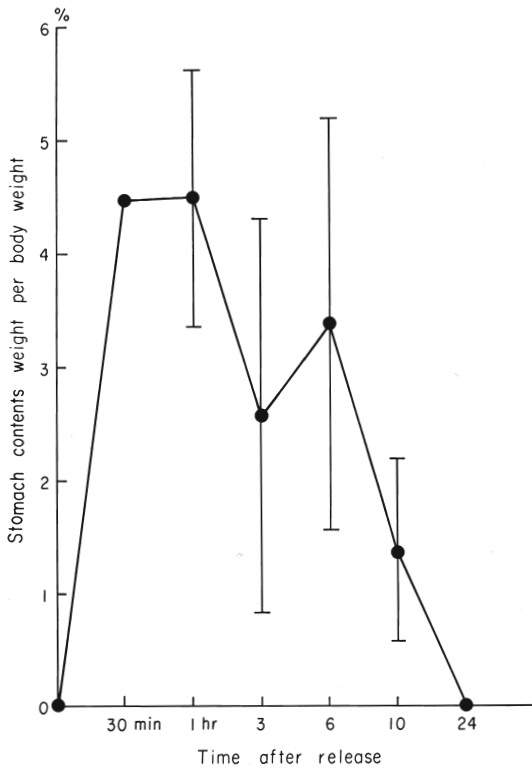
第5図 放流後経過時間とクルマエビ種苗を単一捕食しているヒラメの採集尾数に対する比率の関係

Fig. 5. Changes in percentage of number of individuals which ate seedlings among total number of juveniles of *Paralichthys olivaceus* which ate only seedlings.

たものの、他は1~5尾の範囲内ではより大きい差はみられなかつた(第6表)。

ヒラメのクルマエビ捕食率は放流30分後に5.9%と上昇をはじめ、1時間後の52.9%が最大となり、以降10時間後までは26.1~34.4%の範囲内にあつた。24時間後になるといつきよに0%となり、以降胃内容物中にクルマエビ種苗は認められなくなつた(第4図、第5図、第6図)。水深別では全期間を通じ0~2m層が48.6%ともつとも高く、2~4m層では6.4%、4~6m層では0%と深くになるにつれ急速に減少していつた。ブロック別では放流点左右100mのD、E区がもつとも高く、次いでC区となつていた(第5表)。

クルマエビ種苗を捕食しているヒラメの体長と胃内容物重量の関係は体長とともに若干減少していく傾向にある

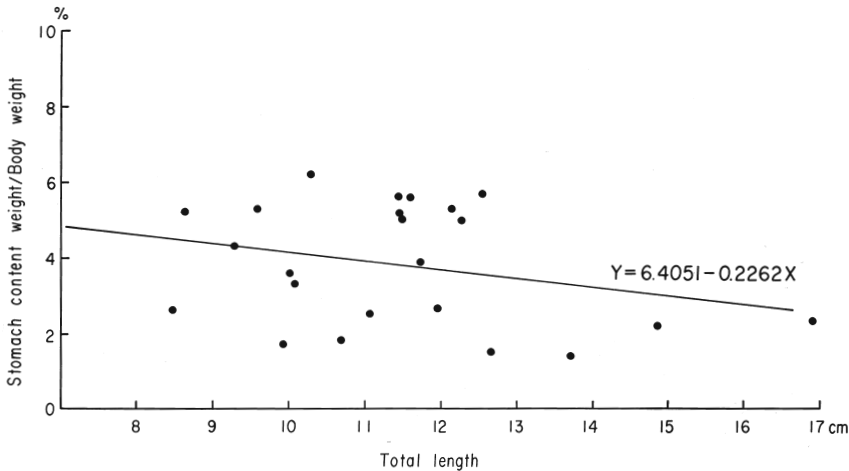


第6図 放流後経過時間とクルマエビ種苗を単一摂餌しているヒラメの体重当り胃内容物重量の関係

Fig. 6. Changes in stomach contents weight per body weight (wet) of juveniles of *Paralichthys olivaceus* which ate only seedlings.

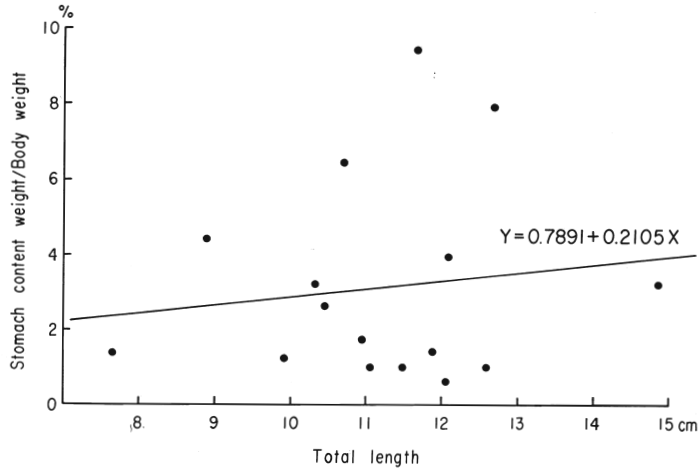
が相関性には乏しく、全長8~17cmの個体で体重当り胃内容物重量の値は平均3.8%であつた(第7図)。クルマエビ以外の胃内容物の重量と体長との関係では逆に体長とともに上昇する傾向にあるが、この場合も相関性には乏しく全長7.8~13cmで同じくその値は平均3.1%であつた(第8図)。ただし、体重当り胃内容物重量の値の頻度分布はクルマエビを捕食したヒラメでは4~6%にモードがあるのに対し、クルマエビ以外の餌料生物を捕食したヒラメでは0~2%にモードがあり、ヒラメがクルマエビ種苗を他の餌料より多く摂餌する傾向が示されていた(第9図)。

他方、ヒラメの分布量を水深ごとに経時的に求めると、100m曳網当りの尾数として放流前は0~6mまでいずれも3尾であつた。放流30分後、1時間後の2~4m層では1.5尾、1.3尾と約半分減少しているが、その後は0~2m層2~4m層、とも大差のない値を示し、調査期間を通じ0~2m層は90%信頼範囲で 2.71 ± 0.53 尾、2~



第7図 ヒラメの全長と体重当り胃内容物重量の関係。クルマエビ種苗を捕食していない場合の餌料生物について

Fig. 7. Weight of contents in the stomach of a juvenile of *Paralichthys olivaceus* which ate food animals except for seedlings.



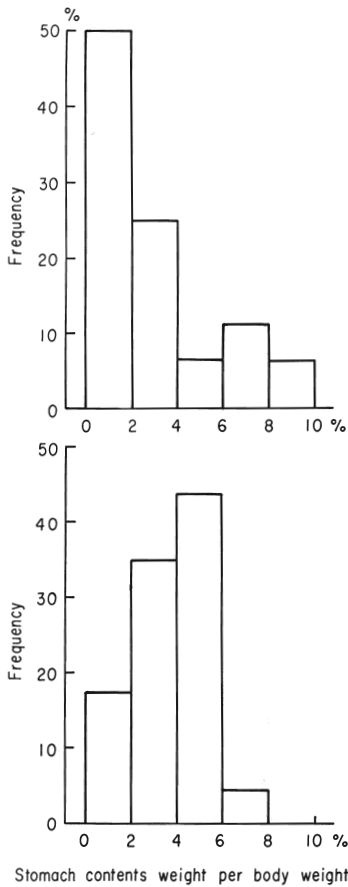
第8図 ヒラメの全長と胃内容物中の体重当りクルマエビ種苗重量の関係
 Fig. 8. Weight of seedlings in the stomach of a juvenile of *Paralichthys olivaceus* which ate only seedlings.

4 m層は2.38±0.59尾となつた。4～6 m層については欠測が多いので他の層との単純な比較はできないが、放流後10時間で5.5尾という高い値を示したため調査期間平均では2.92±1.53ともつとも高い密度となつている(第7表)。

次にヒラメのクルマエビ種苗に対する嗜好性を胃内容物出現率から調査した。全期間を通じるとアミ類が平均59.5%ともつとも高く、次いでエビジャコの20.1%、稚仔魚の14.3%となり、クルマエビは14.0%であつた。ただし、胃内にクルマエビがみられた放流から10時間内に限つてみれば、平均でアミ類57.5%、エビジャコ17.2%、稚仔魚8.5%、クルマエビ30.7%となり、クルマエビはアミ類に次いで出現率が高くなつていた(第8表、第10図)。

第7表 放流後経過時間別および水深別にみた100 m曳網当りヒラメ採集尾数
 Table 7. Number per 100 m hauls of juveniles of *Paralichthys olivaceus* captured in each depth after release of seedlings.

Time after release	Range of depth (m)		
	0<~≤2	2<~≤4	4<~≤6
0	3.0	3.0	3.0
30 min	3.5	1.5	-
1 hr	3.0	1.3	-
3	2.8	3.0	-
6	3.0	4.0	1.0
10	3.5	3.5	5.5
24	2.3	2.0	1.8
2 days	2.4	1.5	-
4	1.6	2.5	3.3
7	0.8	1.5	-
17	3.9	-	-
Range	2.71±0.53	2.38±0.59	2.92±1.53



第9図 ヒラメの体重当り胃内容物重量のパーセント別頻度
 上図 クルマエビ種苗を捕食していない場合の餌料生物について
 下図 クルマエビ種苗について

Fig. 9. Histograms of weight of stomach contents per body weight of juveniles of *Paralichthys olivaceus*. The upper graph indicates contents weight in the stomach of juveniles which ate food animals except for seedlings and the lower of juveniles which ate only seedlings.

2. ニュートラル・レッドによるクルマエビ種苗の染色標識テスト

簡便な大量標識方法の一つとしてニュートラルレッドの溶液による生体染色を試み、クルマエビ種苗の染色状態、退色状況、生残・生長・食害への影響、等について室内実験によつて検討を加えた。さらに前述放流種苗30万尾中の10万尾に染色をして放流、標識効果の検討を行なつた。この場合、1トンタンクに10万尾を収容、ニュートラルレッド5ppmの濃度で放流までの24時間を染色した。なお、染色の間通気と若干の投餌を行なつた。調査項目と結果は以下の通りである。

(i) 染色液濃度と種苗の生残率の関係

20ℓ水槽に20~100ppmまでの5段階の濃度をもうけ各100尾の種苗を投入し、24時間浸漬して生残率を調べたが生残率はいずれも95~100%で致死的影响は認められないか僅かであつた(第9表)。

(ii) 染色濃度と染色度の関係

1~50ppmまでの6段階の濃度をもうけ染色度を経時的に調べた。この場合染色度は下記の視覚上の基準によつた(第10表)。

染色度卅：体全体が濃赤色に染まつている状態

染色度卅：体全体が淡赤色に染まつている状態

染色度十：体の半分程度が淡赤色に染まつている状態

染色度一：内臓部あるいは脚肢部だけが淡赤色に染まつている状態

この判定基準にしたがうと染色度卅が出現するのは5ppm以上の48時間以降からで終了時の72時間では5ppm以上で73.1~85.7%になつた。1ppmでは72時間でも染色度卅までしか染まらなかつた。また、全個体が染色度十以上になるのは48時間後であつた。また、染色液濃度と染色度との関係では高濃度ほど多少早めに染まる程度で1ppmを除けば5ppm以上の各濃度の間での顕著な差は認められなかつた(第11表、第11図)。

(iii) 体長と染色度との関係

体長10~30mmまでに4段階をもうけ20ppmで48時間染色した際の染色度を比較した。染色度卅の比率で見ると最小体長の10~15mmが58.7%ともつとも染色程度が高く、15mm以上では34.5~36.4%と差がみられなかつた(第12表)。

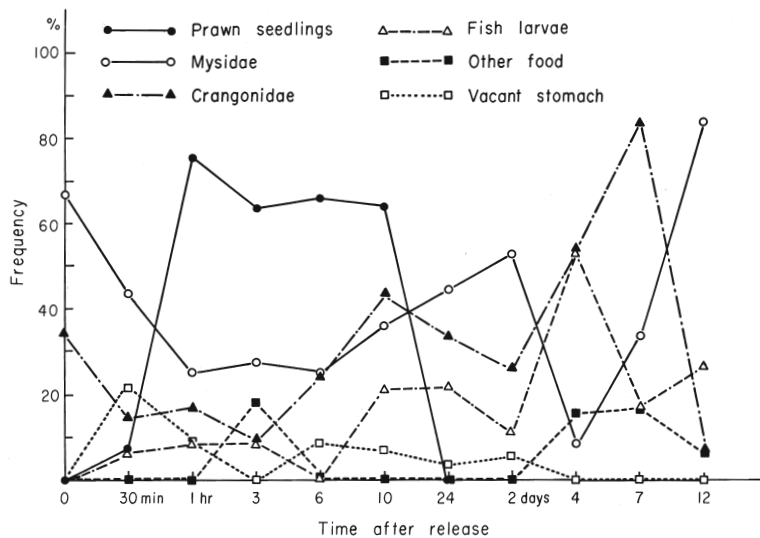
(iv) 染色度と潜砂能力の関係

20ppmで48時間染色した染色度卅~+までの個体と

第8表 放流後経過時間別にみたヒラメ胃内容物中の餌料生物の採集尾数に対する出現頻度

Table 8. Appearance frequency of each species of food animals in stomachs of juveniles of *Paralichthys olivaceus* captured in the searching area. Frequency is indicated with percentage of number of individuals which ate each species among total number of juveniles captured at each time after release of seedlings.

Time after release	Food	Prawn seedlings	Mysidae	Crangonidae	Fish larvae	Others
0		0 %	66.7	11.1	0	11.1
30 min		5.9	52.9	23.5	5.9	0
1 hr		52.9	47.1	11.8	5.9	0
3		30.4	65.2	8.7	8.7	8.7
6		30.0	53.3	20.0	0	3.3
10		34.4	68.8	21.9	21.9	0
24		0	45.5	20.0	40.0	0
2 days		0	60.0	20.0	8.0	11.1
4		0	44.4	36.1	33.3	13.9
7		0	66.6	41.7	8.3	8.3
17		0	83.9	6.5	25.8	9.7
Range		0~52.9	45.5~83.9	6.5~23.5	0~40.0	0~13.9
Av.		14.0	59.5	20.1	14.3	6.0



第10図 放流後経過時間とヒラメ胃内容物中の各種餌料生物の採集尾数に対する出現頻度の関係

Fig. 10. Appearance frequency of each species of food animals in the stomach of juveniles of *Paralichthys olivaceus* at each sampling time after release of seedlings. Frequency is indicated with rate of number of juveniles which ate each species of food animals to total number of juveniles captured at each time.

非染色個体各30尾を底に砂を敷いた30ℓの水槽中に投入、経時的に非潜砂個体の尾数をかぞえ染色度と潜砂能力との関係を調べた。これによると投入後6時間まではいずれの群も44~78%の間を変動し、差がみられなかつた。7時間以後になると染色度卅以下では漸時低下する傾向にあり、最終の34時間後では30~37%になつた。

これに対し、染色度卅では34時間後で57%と若干低下してはいるがその後は63~76%と高い値が続いている。なお、この測定は投餌条件下で行ない、非潜砂率は各1時

第9表 染色液濃度と24時間生残率の関係

Table 9. Relation between concentration of neutral red solution and survival rate of seedlings after 24 hours from beginning of dyeing.

Dilution of N. R	Survivivity
0 ppm	100%
20	95
40	95
60	100
80	100
100	100

第10表 クルマエビ種苗の染色度(卅〜-)と染色状態

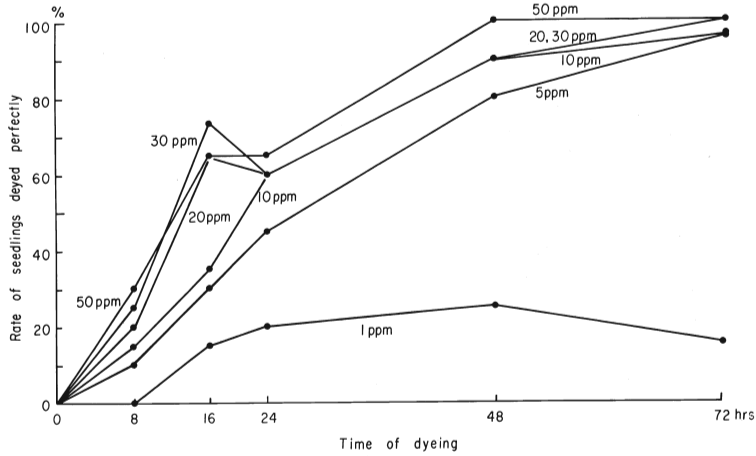
Table 10. Explanation of degree of dyeing of seedlings.

Degree of dyeing	Degree of marking of the seedling by dyeing
卅	The whole body is dyed deep red.
卍	The whole body is dyed light red.
+	The trunk alone is dyed light red.
-	The viscera or a little part of the body is dyed light red.

第11表 染色時間、染色液濃度別にみたクルマエビ種苗の染色度変化

Table 11. Changes in degree of dyeing of seedlings according to time for dyeing in each concentration of neutral red solution.

Time for dyeing (hrs)	Degree of dyeing	Dilution of N. R					
		1 ppm	5	10	20	30	50
24	卅	0%	0	0	0	0	0
	卍	0	25	25	35	35	35
	+	20	20	35	25	25	30
	-	80	55	40	40	40	35
48	卅	0	65	75	65	65	75
	卍	25	15	15	25	25	25
	+	75	20	10	10	10	0
	-	0	0	0	0	0	0
72	卅	0	73.1	82.8	79.3	85.7	77.3
	卍	15.4	23.1	13.8	20.7	14.3	22.7
	+	69.2	3.8	3.4	0	0	0
	-	15.4	0	0	0	0	0



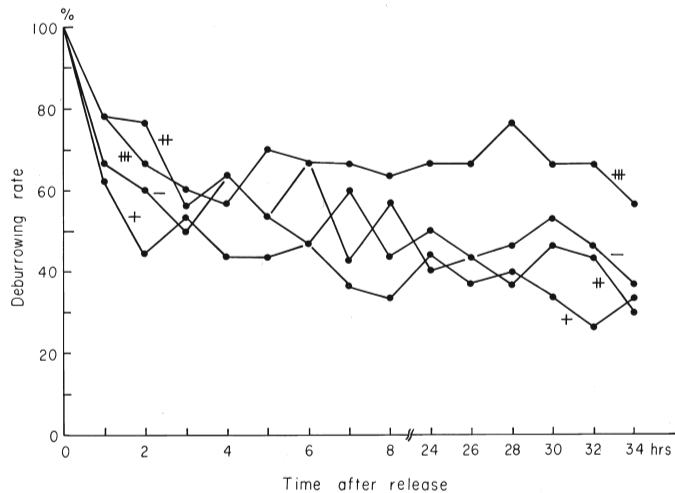
第11図 染色濃度 (1 ~ 50 ppm) 別にみたクルマエビ種苗の染色度 \equiv の出現比率と染色時間の関係

Fig. 11. Changes in percentage of number of seedlings dyed degree \equiv in each concentration of neutral reb solution. Time is indicated with hours from beginning of dyeing.

第12表 体長別にみたクルマエビ種苗の染色度. 染色液は20 ppm, 染色時間は24時間

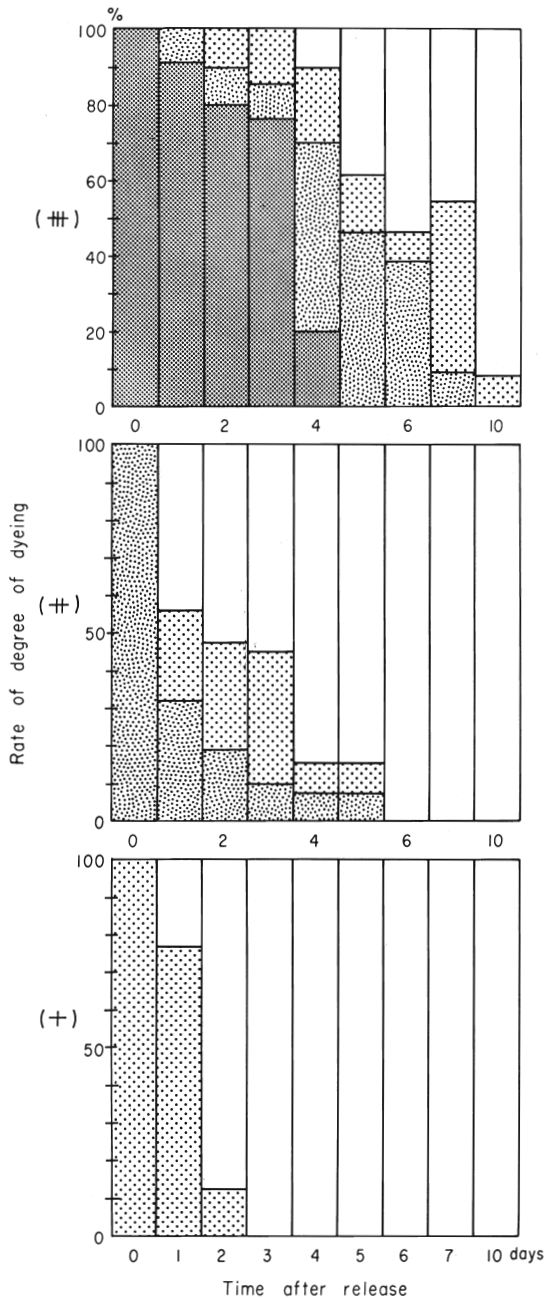
Table 12. Degree of dyeing in each size of seedlings dyed with 20 ppm neutral reb solution for 24 hours.

Range of body length (mm)	Degree of dyeing			
	\equiv	\equiv	+	-
10 \leq \sim < 15	58.7%	19.0	22.3	0
15 \leq \sim < 20	36.4	9.1	49.1	5.4
20 \leq \sim < 25	34.5	14.5	51.0	0
25 \leq \sim < 30	35.0	45.0	20.0	0



第12図 染色度 (\equiv ~ -) 別にみた非潜砂率経時変化

Fig. 12. Changes in deburrowing rate of seedlings dyed degree \equiv ~ - after release into the water tank.



第13図 染色クルマエビ（染色度+〜卍）を水槽に投入した場合の染色度の経日変化

Fig. 13. Changes in degree of dyeing of seedlings dyed degree +〜卍 after release into the water tank.

間内の3〜4回の平均値をもつて表示してある(第12図)。

(v) 染色度と退色状況との関係

20 ppm で48時間染色した染色度+〜卍の個体各250尾を流水にした60ℓ水槽中に別々に収容して飼育, 1日20〜25尾あてをとりあげ染色度を経日的に調べた。

染色度卍の群は収容3日後までに91.3〜76.2%と徐々に低下していたが4日後になると20%と急速に低下, 5日後では0%となった。これに伴って染色度卌以下の比率が次第に増加, 4日後には染色度-の個体が10%ほど現われ, 最終の10日後では91.7%までになった。

染色度卌の群でも減少傾向は同様で6日後では全個体が染色度-になった。また, 染色度+の群では3日後にやはり全個体染色度-となった(第13図)。

(vi) 染色度と摂餌量, 生長率との関係

20 ppm で48時間染色した染色度+〜卍の個体と非染色個体各20尾を流水にした60ℓの水槽に投入, 3日間飼育して, 平均日間摂餌量(1日の摂餌量/体重; 湿重量)を求めて染色の摂餌活動におよぼす影響を調べた。なお, 餌料はブライン・シユリンプの成体を用い, 摂餌量は, 投餌量-残餌量, で求めた。これによると摂餌量はいずれの群でも60〜70%の値を示し, 染色度との関係はみとめられなかつた(第13表)。

他方, 染色度卍の個体と非染色個体各50尾を同様に水槽中に収容, 配合餌料を与えて10日間飼育, 生残率と増重比(最終重量/初期重量)を求め, 染色の生残・生長への影響を調べた。生残率については収容後5日では非染色群100%, 染色群93.3%と大きい差はな

第13表 染色度別にみたクルマエビ種苗の体重当日間摂餌量

Table 13. Diurnal food consumption per body weight of seedlings dyed degree +~卍, and non-dyed seedlings.

Degree of dyeing	Diurnal consumption of food per body weight
卍	60.1%
卍	66.8
+	62.3
Control	61.8

かつたのに対し、10日後ではそれぞれ93.3%, 53.3%となり染色群の値が急速に低下していた。

一方、増重率については5日後が非染色群1.48、染色群1.30と若干非染色群が高かつた程度であつたのに対し、10日後ではそれぞれ15.7、18.3となり、逆に染色群の方が大きい値を示していた(第14表)。

第14表 染色クルマエビ種苗(染色度卍)と非染色クルマエビ種苗(C)の生残率と増重率

Table 14. Survival rate and increasing rate of body weight of seedlings dyed degree 卍 and of non-dyed seedlings (C).

Days of rearing	Degree of dyeing	Survivivity	Body weight
			Initial body weight
0	卍	100%	1.0
	Control	100	1.0
5	卍	93.3	1.30
	C.	100	1.48
10	卍	53.3	1.83
	C.	93.3	1.57

第15表 水槽実験(有砂)におけるクルマエビ種苗の染色個体と非染色個体のヒラメ(全長5~12cm)による被食尾数の比率

Table 15. Predation of seedlings by a juveniles of *Paralichthys olivaceus* for 24 hours in the water tank where sand is put in.

Prawn seedlings	Order of experiment					
	1	2	3	4	5	Av.
a. Dyed seedlings	individ. 82	45	22	24	25	39.6
b. Non-dyed seedlings	95	35	25	14	20	37.8
$\frac{a}{b}$	0.86	1.29	0.88	1.71	1.25	1.20

(vii) 染色クルマエビ種苗の被食率

2～3 cmの厚さに砂を敷いた塩ビ製の角型水槽中に20 ppmで48時間染色した個体100尾と、同サイズの非染色個体 100 尾の計 200 尾を投入し、1 晩放置して潜砂している状態とした。翌朝同水槽中にヒラメ幼魚を1 回の実験に1 尾あて静かに収容し、8 時間当りの捕食尾数（投入尾数－残存尾数）を計算し、染色個体と非染色個体の被食された尾数の比率を求めた。実験水槽は弱流水とし、種苗への投餌は行なわなかつた。

次に、対照実験として同水槽、同時間でのヒラメを入れない場合の種苗の生残率を求めたが染色個体、非染色個体とも生残率は 100 %であつた。

被食実験は計 5 回行なつた。染色個体と非染色個体の被食尾数の比率は0.86～1.71とややばらついたが平均すると1.20となり、20%ほど染色個体の方が被食される尾数が多いという結果になつた（第15表）。

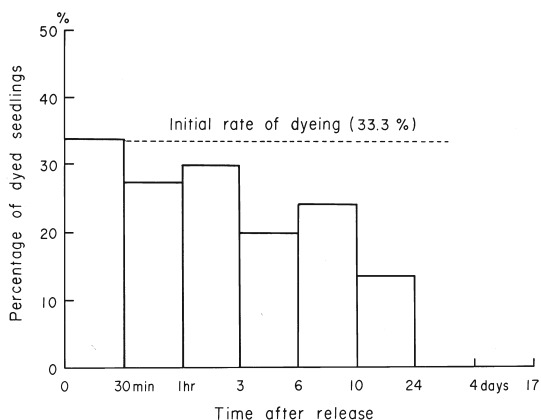
(viii) 染色クルマエビ種苗の標識効果実験

項目1の放流追跡調査用種苗30万尾のうち10万尾にニュートラルレッドの 5 ppm 溶液で20 時間染色したが、放流後の再捕個体中での染色個体の比率を調べ、標識効果の検討を行なつた。なお、染色個体の染色度の判定に関しては染色度一の個体についても体の一部が染色して

第16表 再捕個体中およびヒラメ胃内容物中のクルマエビ種苗の染色個体の比率

Table 16. Percentage of dyed seedlings among total number of seedlings seen in stomachs of juveniles of *Paralichthys olivaceus*.

	a. Number of non-dyed seedlings	b. Number of dyed seedlings	$\frac{b}{a+b} \times 100$
Recaptured number of seedlings	202 individ.	86	29.9%
Number of seedlings in the stomach of plaice	512	190	27.1



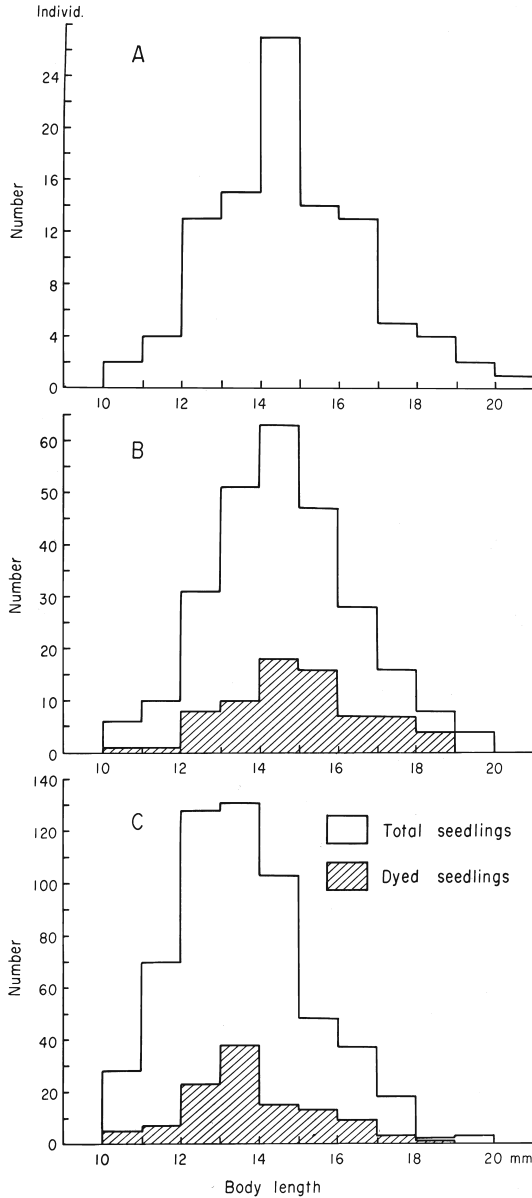
第14図 放流後経過時間と再捕クルマエビ中の染色個体の比率の関係

Fig. 14. Changes in rate of number of dyed seedlings among total number of seedlings captured at each time after release into the sea.

いることをもつて標識個体として扱つた。標識率は30万尾中10万尾の標識をもつて33.3%とした。

次に再捕したクルマエビ種苗およびヒラメ胃内容物中のクルマエビ種苗での標識個体と非標識個体の比率、体長組成、等を調べた。全調査期間中を総計すると、再捕種苗については保存状態の良好な 288 尾を調べたが、うち標識個体と判定された個体は86尾で29.9%、同様にヒラメ胃内容物中の種苗についてもほぼ同数を調べたが27.1%であつた（第16表）。

再捕種苗について経時的に標識個体の比率の変化をみると放流後3時間までは30～33%で、ほぼ放流時の標識率



第15図 放流クルマエビ種苗体長組成(A)再捕クルマエビ種苗体長組成(B)および食害魚胃内容物中のクルマエビ種苗体長組成(C)

Fig. 15. (A) Histograms of body length of released seedlings. (B) of captured seedlings. (C) of seedlings in stomachs of fish as predator.

33.3%に近い値を示した。6時間以降は30%以下となり24時間後で15.5% 2日後では0%となった(第14図)。

なお、非標識個体と標識個体の体長組成は再捕個体、ヒラメ胃内容物中の個体、いずれもモードが14~15mmで一致しており標識個体の再捕に関して体長の上での偏りは認められなかった(第15図)。

III. 考 察

1. クルマエビ種苗放流追跡調査

クルマエビ種苗の放流追跡調査は過去瀬戸内海域を中心に行なわれ減耗の実態、中間育成による放流の効果、等に一定の見解が示されている。日本海ブロックにおいても種苗放流技術開発調査、特定水産物増殖事業調査、等で同様な調査が行なわれているがその例数は内海域に比較すると些少であり、本ブロックにおける放流の在り方について未だ明瞭なる結論を得るには至っていない。

直接放流に関する本ブロックでの調査報告(石川増試, 1979)では放流後1~2日内の減耗が大きく、10日後には生残の確認が困難になることが明らかにされている。この放流初期の減耗率を具体的な数値として把握することが当然種苗放流の技術的改善の基礎となる。とくに直接放流を実施している地域にとつてはその継続の意義を考慮する上での重要点となる。

本調査は直接放流時の減耗の実態把握に主眼をおいて実施したが、調査対象域が砂浜域であるため干潟における坪刈りのような確実性の高い採集方法が使用できず、今回のような小型の曳網によらざるを得なかった。一般に、曳き網による場合、生残尾数の算定には相対的に誤差が生じ易く、また、使用した網に応じて漁獲効率を求めることにも種々困難がある。

したがって、本調査では同一水域内での生残尾数と単位漁獲努力あたりの再捕尾数とは比例するという前提に立ち、放流後の経過時間 X と 1 曳網あたりの種苗再捕尾数 Y の関係式 $Y = F(X)$ をもとに以下の順序で生残率を求めた。

- (1) 放流尾数 N_0 に対応する理論上の初期再捕尾数 Y_0 を $Y_0 = F(0)$ によつて求める。
- (2) 放流後経過時間 X に対応する生残率を Y/Y_0 、生残尾数を $N_0 \times (Y/Y_0)$ として求める。

本調査で得た X と Y の関係式 (第2図) に上記の方法を適用すると、 $\text{Log } Y = 3.356 - 0.188X$ から $Y_0 = 2,269.9$ 尾となる。また、生残率は放流10時間後で $Y_{10}/Y_0 = 29.9/2,969.9 = 1.3\%$ となり、同時間での生残尾数は $300,000 \times 0.013 = 3,951.7$ 尾と算出される。

ただし、本方法を適用するに当つては以下の仮定とその検討が必要となる。

- a. 調査期間中の漁獲効率是一定
- b. 種苗は放流後30分で遊泳状態から着底状態に入る。以後入網率是一定
- c. 放流後の種苗の分布は設定水域内に限られる

a の点を直接的に確認することは困難であり、漁獲効率自体の測定方法を含め今後の検討を必要としようが、間接的には調査期間中、調査区域内において分布量がほぼ一定とみなし得る底生生物の混獲量を指標として確認する方法が考えられる。

例えば、エビジャコは体長がクルマエビ種苗に近く、水槽での光に対する潜砂行動も類似している (第16図、第17図)。調査期間を通じた 0 ~ 2 m 層の本種の採集尾数 (100 m 曳網あたり) は 153.0 ~ 347.9 尾で大きな変化はない (第17表)。

このほか、調査期間中の海況が比較のおだやかであつた点を勘案するとクルマエビ種苗の再捕尾数にオーダーの相違として影響するほどの漁獲効率の変動はなかつたものと推測された。

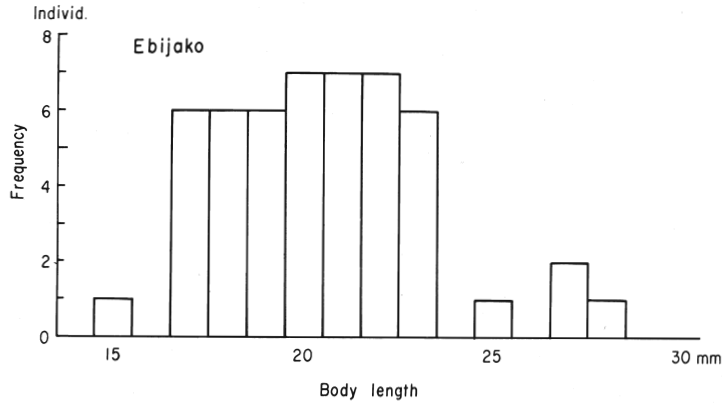
b の点については船上からの目視によつて着底状態を推定し、放流30分後から曳網を開始した。しかし、再捕尾数は放流30分後が 1,422 尾、1時間が 1,659 尾と1時間後の方が大きい値となつており、30分後では遊泳状態で入網しない種苗のいたことを推測させた。

一方、放流後の生長に伴つて種苗の曳網からの逃避率の高まることが予想される。今回の採集対象とした体長 30mm までの潜砂深度は水槽観察によれば 2 cm 程度までであり潜砂能力の発達

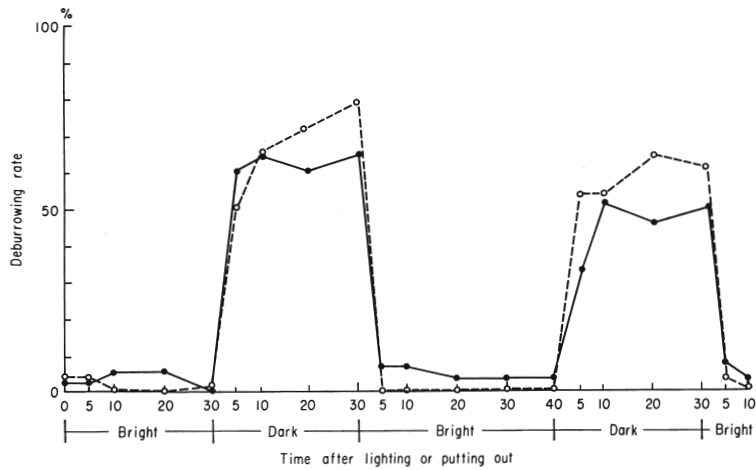
第17表 放流経過時間別および水深別にみたエビジャコの 100 m 曳網当り採集尾数

Table 17. Number of *Crangon affinis* per 100 m haul in each depth at each time after release of seedlings in the searching area.

Time after releasee	Range of depth (m)		
	0 < ~ ≤ 2	2 < ~ ≤ 4	4 < ~ ≤ 6
0	200.0	184.0	261.0
30 min	331.3	101.0	—
1 hr	243.3	127.0	—
3	224.3	99.5	—
6	178.3	100.5	91.0
10	224.5	153.0	372.0
24	303.3	190.0	162.5
2 days	347.9	103.0	—
4	235.4	243.0	149.8
7	153.0	126.3	—
17	399.3	—	—
Range	240.05 ± 37.16	142.73 ± 30.00	207.26 ± 98.45



第16図 調査期間中に調査区域内で採集されたエビジャコの体長組成
 Fig. 16. Histograms of body length of *Crangon affinis* captured in the searching area.



第17図 クルマエビ種苗 (白丸) とエビジャコ (黒丸) の点灯時および消灯時の潜砂率変化
 Fig. 17. Changes in deburrowing rate of seedlings (white circle) and of *Crangon affinis* (black circle) according to brightness or darkness in the water tank.

によつて入網率が大きく低下したとは考えにくい。しかし、生長につれ跳躍力が増し、逃避率の高まることも予想されるのでこれらの点については今後の調査の中で採集漁具を代えて検討する必要がある。

cの放流後の分布域については予備放流実験によつて確認しておくことが望ましいが、本調査では日本海沿岸砂浜域での調査例 (石川増試, 1979) を参考とし汀線域を主体にして放流点の左右 400 m, 沖合水深 6 m までを採集対象水域とした。再捕尾数 (第 1 表) をまず水深別にみると 2 m 以深での再捕尾数が 5 尾であつたことから沖合方向への拡散は極めて小さいと考えられる。

これに比して水深 0 ~ 2 m では放流点の左右のブロックである D, E を中心に水平方向への

拡散が明らかである。このうち24時間内の再捕数がFでは0～5尾、Cでは3～34尾となっており放流点よりD～Aの方向への拡散傾向の強い点がかがえた。この結果からして採集対象区域はCよりB、Aまで拡大するべきであったと考えられる。

以上のa～cの検討のほかにも調査水域内での天然クルマエビ稚仔の進入尾数、生息尾数を知り、再捕尾数から差し引く必要があるが、本設定水域では前述のごとく事前調査において天然稚仔は採集されておらずこの点は一応無視し得ると考えられる。また、網の目合いと種苗のサイズとの点で網目から種苗のぬけ出る危険性を考慮する必要があるが放流種苗の体長組成と再捕個体の体長組成にほとんど差がなかつた点から棄却されよう。

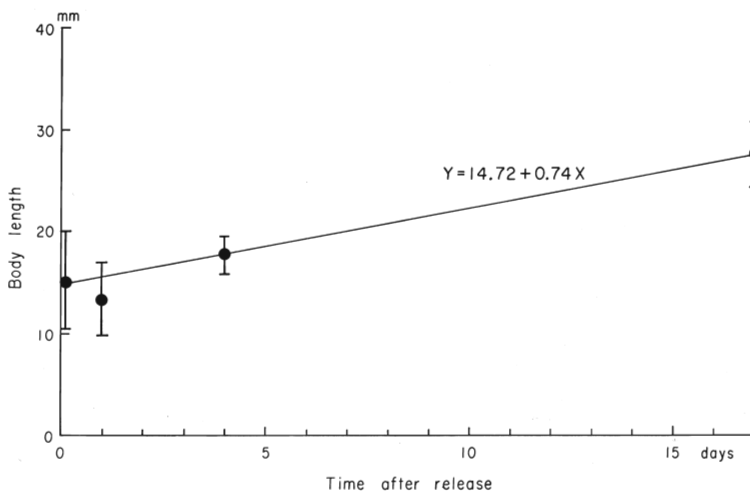
以上のような方法上の検討の上で再捕尾数と経過時間の関係から求めた経時生残率は放流後急速に減少するが途中10～24時間を変曲点としてゆるやかな減衰直線に移行している。前者の急勾配の減衰曲線は放流初期の食害による大量減耗状況を表わし、後者の緩勾配の減衰直線は初期の食害を逃れた種苗が定着状態に入りつつあることを示すと一応考えられる。

放流種苗の生長については日数経過とともに再捕尾数が大幅に減つたため明確な結果は得られなかつたものの、放流個体の平均体長14.8mmと17日目の最終再捕個体の平均体長27.3mmから平均日間生長量は0.78mmと計算された。調査期間の現場水温26～27℃における生長速度としては同水温での水槽飼育実験結果0.85mm/日より多少低い値となつている（第18図）。

生長速度は放流後の種苗の活力、理化学的環境、餌料環境を反映すると考えられるので今後の調査においても重要な項目となろう。

なお、今回得た生残率は天然クルマエビ稚仔が確認されないようなおそらく種苗の生残にとつても本来的に不利な条件にあると考えられる水域に一括放流した場合での結果であり、この結果を他の水域での放流に単純にあてはめることはできない。しかし、仮に今後とも日本海ブロック沿岸域で直接放流を継続するとすれば原理的にはまず放流初期の食害による減耗をカバーする放流尾数が必要であり、その尾数以上であれば放流規模の増大とともに生残率は高まるものと考えられる。放流効果の認められる直接放流による放流規模がどの程度であるかは放流尾数、放流方法を変えた調査事例の解析を必要としよう。

食害魚の種類については水槽実験によつて確認した種類（安永、1979）とほぼ共通していた



第18図 放流後経過時間と再捕クルマエビの体長の関係
Fig. 18. Growth of seedlings after release in the sea.

ものの、水槽実験では種苗捕食量の多かつたメゴチが食害魚として認められなかつた点で異なつた。食害魚として認められた魚種のうちでは捕食率、分布量の点でヒラメ幼魚（平均体重10.0g）がもつとも重要と考えられた。前述水槽実験の結果によれば同サイズのヒラメ幼魚は調査期間中の現場水温に該当する26~27℃で1日あたり体重の17.0%の種苗を捕食する。この捕食量を今回放流した種苗（平均体重27.5mg）に換算すると約61.8尾に相当する。この値をもとに本調査での0~2m層に限定してヒラメ幼魚の1日あたり種苗食害量を概算すると以下の通りとなる。

- ① 0~2m層のヒラメの分布密度を網の口径（2m）と100m曳網あたりヒラメ採集尾数平均値2.71（第7表）から求めると、 $2.71\text{個体} \div 200\text{m}^2 = 0.0136\text{個体}/\text{m}^2$ 。
- ② 0~2m層の面積を海岸線方向800m、沖合方向100mから求めると、 $800\text{m} \times 100\text{m} = 80,000\text{m}^2$ 。
- ③ 0~2m層のヒラメ分布量を分布密度と面積から求めると、 $0.0136\text{個体}/\text{m}^2 \times 80,000\text{m}^2 = 1,088\text{個体}$ 。
- ④ 0~2m層のヒラメによる1日あたり食害量を1個体あたり種苗捕食量61.8尾と分布量から求めると、 $61.8\text{尾}/\text{個体} \times 1,088\text{個体} = 67,238.4\text{尾}$ 。

しかしながら前述放流後経過時間と生残率の関係と照合してこの数値は明らかに過小ととえられる。仮に食害が大部分ヒラメによるものであつたとすれば過小に計算された主な原因は上記①において曳網によるヒラメの漁獲効率を1.0としてあるため、ヒラメの生息尾数が実際よりはるかに少なく算出された点にあると考えられる。

今後一定精度内で食害量を予測するために主要食害魚種の分布量を標識放流その他の方法の適用によつて正確に把握する必要がある。

一方、ヒラメの種苗捕食率、胃内容物中の種苗重量、種苗のみを捕食している尾数の比率がいずれも放流1時間後に最大となり24時間後に0となつている（第4、5、6図）。この点から食害のもつとも激しいのは放流1時間前後であり、また、放流初期の大量の食害は10~24時間内には急速に緩やかになるとみられる。

ヒラメの分布状態を種苗の分布との関係でみた場合、まず水深別には0~2m層の採集尾数が多いが100m曳網当りの尾数では各水深の間に有意差はみとめられない。また、0~2m層での分布量も放流点右側のE区でやや多かつた程度でブロック間に著しい差はみとめられない。

経時的な変化についても放流1時間後の0~2m層E区で高かつたことを除いては放流前を含め分布量が大きく変るといふ傾向は認められない。

これらの点からみてヒラメの分布と種苗の分布の間には特別な関連性は認められず、種苗放流水深、放流地点に向けてヒラメが蛸集するという現象は確認されなかつた。

以上ヒラメを中心に食害の実態について検討を加えたが食害魚としては当然今回用いた小型底曳網では採集されない種類の存在も予想される。また、今回は調査対象としていない魚類以外の生物、例えばカニ類、エビジャコ類による食害も考慮の必要がある。

一方、採集された魚類のうちでも漁獲効率が低いと推測された種類、マアジ、シログス、クサブリ、アカカマス、等は採集サンプル量が少なため、食害量が実際より小さく判断された可能性もある。今後の調査では放流域での生息が予想される魚種に応じた採集方法を工夫し、分布量に関する一層適切なデータの収集を計るべきであろう。

2. クルマエビ種苗の染色標識テスト

クルマエビ種苗の標識については眼柄部の切除による方法、トレーサーによる方法、等が試

みられてきたが所要時間、発見率その他の点で問題が残されている。クルマエビ種苗に限らず水産生物の幼稚仔期全般にわたって標識方法の開発が遅れており、資源学的調査、放流効果調査を進展させる上で残された最大の技術的問題といつて過言ではなからう。

本調査ではクルマエビ種苗の簡便な標識方法の一つとして生体染色をとりあげその使用効果を検討した。過去にも同様な実験例（服部，1971；服部ほか，1972；倉田，1968）があるが、簡便な大量標識方法の対象としてニュートラルレッドによる染色標識の再評価を試みた。

染色溶液が種苗に及ぼす致死の影響は24時間浸漬実験から100 ppm までは認められない。溶液濃度と染色所要時間の点ではほぼ全個体が染色度Ⅱ～Ⅲになる50 ppm の48時間、または20～30 ppm の72時間が一応の基準となろう（第9表，第11表）。また、種苗のサイズと染色度の関係では体長10～15mmの小型個体が多少染まり易いようであるが全般的にはサイズ間で顕著な差はみられない。

次に染色種苗の活力の点であるが、染色後24時間内の摂餌量については染色度の違いによる差はみとめられず、染色によつて摂餌の活動力が低下するという傾向はみられない。他方染色度と経時潜砂率の関係では測定開始後5～7時間から染色度Ⅲの群の潜砂率が染色度Ⅱ～Ⅰの群とくらべて明らかに低下しており、染色度Ⅲの個体では潜砂の活動力に何らかの支障を来している可能性がある。

強度の染色によつて例えば潜砂に関与する脚・肢部に傷害が生じたとすれば傷害の著しい個体ほど食害、共喰いの危険が高まる恐れがある。飼育実験において染色度Ⅲの個体の生残率が非染色個体にくらべて低く、増重比が逆に高かつた点は潜砂能力の劣つた個体が共喰いされた点に起因したとも考えられる。

ヒラメ幼魚を用いた被食実験において染色個体の被食尾数が非染色個体とくらべて20%程度多かつた点も単に染色個体の方が目立つであろうというだけではなく染色個体の潜砂能力が劣つていたことも原因となつている可能性がある。

いずれにせよ染色度Ⅲになると潜砂能力がやや低下するという点は本標識方法の問題点として残ろう。

次に染色度と褪色時間の関係では当然ながら染色度の弱い個体ほど褪色がはやまる傾向が認められる。逆に染色の持続性の点では染色度Ⅲであれば染色後3日間は全個体につき標識の確認が可能であり、最大10日間染色の効果が認められる。染色度Ⅱ～Ⅰでは染色後1日で染色の確認できない個体が20～40%出現しており、最大持続日数も2～6日と短い。

これらの点から標識としての有効性の持続のためには染色は染色度Ⅲまで行うのが望ましい。ただし、今回の実験では染色度を視覚上の判定法で決めているため、染色度の弱い個体では判定の困難な場合が多い。今後例えば光学機器による判定方法の適用などを検討し、標識としての有効性を高める必要があろう。

一方、放流実験に用いた標識個体は5 ppm で24時間染色しただけであつたため染色度は弱かつたものの、再捕された種苗のうちの標識発見率（染色標識個体と判定された比率）は放流総尾数中の標識率33.3%に近い値が示されている。理論的には標識発見率＝標識率のはずであり、放流後24時間内ではあるが今回の発見率は標識率に近い値になつている。

また、食害魚の消化管中の種苗における発見率もやはり30%弱と標識率に近く、染色個体の被食率が非染色個体にくらべて高い傾向もみられない。

なお、24時間以降の標識の長期効果については種苗再捕尾数が急減したため確認されなかつた。このほか染色剤が水溶性であるためか、再捕した染色個体を凍結保存した場合解凍時脱色する傾向があつた。また、ホルマリン固定した場合にも時間経過とともに脱色する傾向がみら

れる。したがって本標識方法の場合再捕後なるべく速やかに判定処置をする必要がある。

以上のようにニュートラルレッドによる染色標識にはいくつかの難点があるものの適用が比較的容易であり、大量処理が可能である点から一定の実用性はみとめられる。ただし、標識の持続性という点からみると肉眼判定では5日間が限度であり、放流初期の追跡調査といった限定的な使用目的下においてのみ適用の効果があると考えられる。

IV. 結 語

日本海ブロックにおけるクルマエビ種苗放流は純技術的には中間育成の必要性を考慮しながらも大部分の地域では依然として直接放流が続けられている。直接放流の場合、主に放流初期の食害による減耗、いわゆる播殖減耗と生長減耗（倉田，1973）を当然予測しなければならない。今調査においても播殖減耗の極めて大きいことが再確認された。

直接放流の場合、この播殖減耗をいかに減殺するかが放流効果の向上に当然重要な課題となる。播殖減耗は種苗生産施設から新しい環境下に移されるための種苗の衰弱あるいは行動の不安定に起因するものであろう。したがって、食害を防止できる短期間の環境馴致用の施設の設置を放流水域に考慮し、初期の大量減耗の抑止を計るのも一つの対策となろう。短期間の使用であれば施設も簡便で済むであろうし、投餌その他の管理経費も安価となろう（富山水試，1980）。

他方、日本海ブロックの地形的条件に適した構造を有し、低コストの施設が創案されたならば今後中間育成の普及に進むべきであろう。放流経費は当然中間育成を行なった場合の方が高くなるが、当面は育成時の種苗の収容密度、生残率および生長速度を高める技術の確立をはかる必要があろう（新潟水試，1980）。

日本海ブロックにおいては直接放流、中間育成による放流のいずれについても効果判定に関する結論を得るに至つておらず、両放流の客観的比較は現下では困難である。効果判定が遅れている原因の一つとして天然産クルマエビの資源学的調査の不足があげられる。放流追跡調査と平行して天然稚仔の発生に関する生態学的調査を含めた資源調査を広範に実施する必要がある。

いずれにせよ日本海ブロックにおいてクルマエビ種苗放流を指向する以上放流効果の確認のための調査研究の継続は不可欠であり、いそぎ本ブロックとして種苗放流方式の理論体系化が計られるべきであろう。

本論を終えるにあたり、種苗提供に全面的御協力を頂いた新潟県栽培漁業センターに御礼申し上げますとともに、論文作成上御助力下さった浅海開発部、長沼典子技官に深謝いたします。

文 献

- 服部洋平（1971）. クルマエビ標識技術の開発に関する研究-I. 岡山水試業務報告, 71~88.
 服部洋平・福田富男（1972）. クルマエビ標識技術の開発に関する研究-II, 浅海域における増養殖場の開発に関する総合研究. 岡山水試.
 石川増試（1979）. 放流技術開発事業報告書. 日本海中部海域・くるまえばい班: 51~74.
 倉田 博（1968）. クルマエビの染色標識法について. 水産増殖, (16): 39~45.
 倉田 博（1972）. クルマエビ栽培における種苗とその播殖に関する諸原理について. 南西水研報告, (5): 33~75.
 安永義暢（1979）. 日本海沿岸における種苗放流技術開発のための基礎的研究. 日水研報告, (30): 67~96.