

クルマエビ種苗の放流直後の減耗

I. 同時に投入した冷凍アミとの分散の比較

中西 孝・興石裕一・田中邦三・赤嶺達郎

Mortality and Distribution of Prawn Larvae, *Penaeus japonicus*, after Release

I. The Distribution of Larvae Compared with the Frozen Mysid

TAKASHI NAKANISHI, YUICHI KOSHIISHI, KUNIZO TANAKA
AND TATSURO AKAMINE

Abstract

In order to study the method of release of prawn larvae, *Penaeus japonicus*, ecological studies on the mortality of prawn larvae by the predation of fish and crustacea and the distribution were conducted in the shallow sea water at Igarashi beach in Niigata city.

We released frozen mysid in the release place of prawn larvae at the same time to compare the distribution and the predation. The distribution of prawn seedings and frozen mysid were different. Prawn larvae swam actively and settled down deeper places or places of the same depth as the release place. No prawn larvae swam to shallower places or to the shore. Prawn larvae were eaten harder than the frozen mysid. The main predators of prawn larvae were *Rhinoplagusia japonica*, *Paralichthys olivaceus*, *Sillago japonica* and *Crangon affinis*.

クルマエビの種苗は放流直後に食害・分散等により、放流地点では急激に減少することが知られており、種苗が食害から逃れるために、干潟の潮だまりが重要であることが示されている(倉田 1972)。しかし日本海沿岸では潮の干満差が少ないため、干潟はほとんど形成されない。このことから日本海側では瀬戸内海や太平洋側と違った放流技術の開発に関する研究が行われている(浜渦 1981; 安永ほか 1981)。

この研究では、冷凍したツノナンオキアミを解冻後、クルマエビ稚仔と同時に投入し、これとの比較により稚仔がどのように分散するかを調べた。また種苗放流にあたって、種苗の放流量が重要視されている。放流直後に他生物からうける食害の量にはある上限が予想される。放流された種苗の量がこの食害の上限量をうまわつておれば、越えた分は食害をうけずに生残り、資源へ添加するとの推定が、この理由の一つと考えられる。そこでクルマエビの食害の一部分を冷凍ツノナンオキアミでおきかえることができれば、クルマエビの生残りは多くなる可

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)

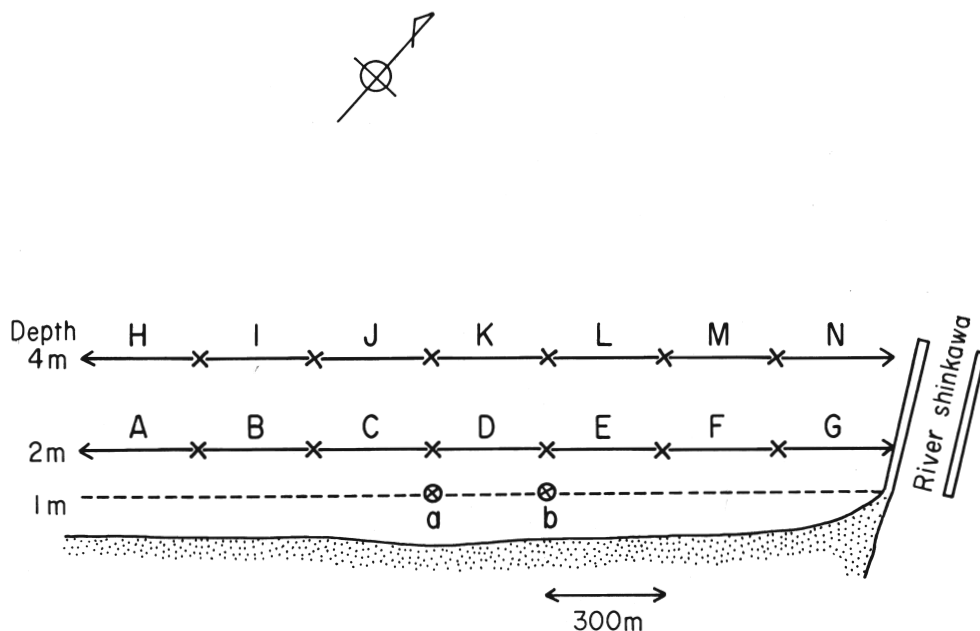
能性がある。このことについても同時に検討した。

なお本調査は新潟県栽培漁業センターとの共同研究の一環として行なつた。

調査遂行上種々の御協力を頂いた新潟市五十嵐浜漁業協同組合、クルマエビ種苗を提供していただいた新潟県栽培漁業センターに深謝いたします。標本の計測や図表の整理を分担した、当所浅海開発部、長沼典子技官・紫田玲子技官に感謝します。

I. 材料および方法

調査は新潟市五十嵐浜地先で行なつた(第1図)。予備調査を1981年8月10日に、事前調査を8月21日に、放流調査を8月26日～9月3日に、曳網と潜水観察により行なつた。



第1図 クルマエビ放流調査水域

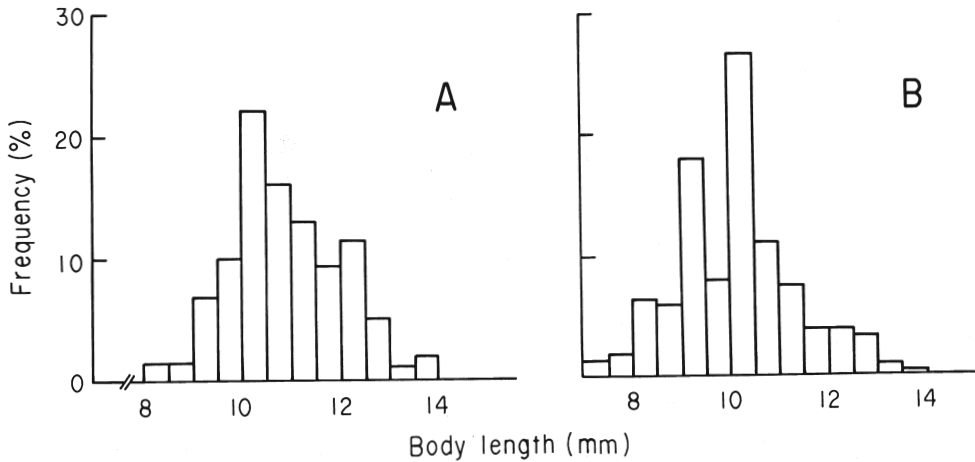
Fig. 1. Search area of regarding prawn larvae, frozen mysid and fish as predators (A-N) and the release point (a and b).

用いた網は、目合い2.5mm角目・間口2mの底曳網であつた。曳網の速度は約1ノットで、一定距離(300m)を曳いた。定距離曳網が不可能であつた場合は、300m曳に換算して結果を示した。

潜水観察は放流直後から30分・3時間・6時間・12時間後に行なつた。遊泳しているクルマエビの計数は、1×1mの枠を想定して行なつた。砂の表面上での計数は、50×50cmのステンレス製枠を用いて行なつた。

クルマエビの種苗は、新潟県栽培漁業センターから提供をうけた84万尾であつた。台風通過後のしけの為、24時間の後に放流に供した。54万尾の種苗を第1図のb点に放流した。クルマエビの種苗はP-20で、ニュートラルレッド5ppm染色液中で、24時間の生体染色を全数について行なつた。体長組成は第2図のAに示した。ツノナシオキアミは、つりのまき餌として利

用されているものを使用した。解凍後メチレンブルー 1,000ppm 染色液中で24時間染色した。ツノナシオキアミは、クルマエビ種苗放流の30分前に第1図のb点に投入した。体長組成は第2図のBに示した。採集物については、次のように検討した。クルマエビ・ツノナシオキアミは全数を計測し、エビジャコは体表面から見える胃部の色により赤色はクルマエビを、青色はツノナシオキアミを捕食したものと推定した。体長5 cm以上の魚類は胃内容物を調べた。



第2図 投入クルマエビ種苗 (A) およびツノナシオキアミ (B) の体長組成
 Fig. 2. Histograms of body length of released seedling of prawn seedlings (A) and frozen mysid (B).

II. 結 果

1. 予備および事前調査

解凍後のツノナシオキアミを海水中に投入した場合、どのように分散するかを知るため、予備調査を行なった。約70万尾のツノナシオキアミを解凍後、第1図のa点に投入し1・6・24時間後に、調査定線A・B・C・Dで曳網により採集した。同時に潜水による観察を投入点を中心として行なった。

第1表 予備調査での冷凍アミの再捕数

Table 1. Captured number of frozen mysid in each block, at August 10, 1981.

Time after release	Block				Total
	A	B	C	D	
1 hour	154	4,505	11	29	4,699
6 hours	32	360	215	0	607
24 hours	0	0	0	0	0

ツノナシオキアミの採集尾数は、第1表に示した。尾数は時間の経過とともに減少し、24時間後の採捕数は0であった。

潜水観察の結果は次のようであった。投入後1時間では、a点を中心として5~6 mの範囲で、海底上から10cmまでのところに分布していた。分布密度は5,000尾/m²以上であった。6

時間後には、a点より河口側へ長さ約30m・巾約4mで分布していた。垂直的な分布は1時間後と同様であつた。分布密度は約30尾/m²であつた。ツノナシオキアミの分布している場所は、他の海底に比べて10~50cm深くなつていた。24時間後には見られなかつた。

事前調査は天然のクルマエビの稚仔の分布を調べる為に、B・C・D・EとI・J・K・Lについて、底曳網で行なつた。

予備・事前調査では、天然クルマエビの稚仔は採捕されなかつた。

2. 放流調査の結果

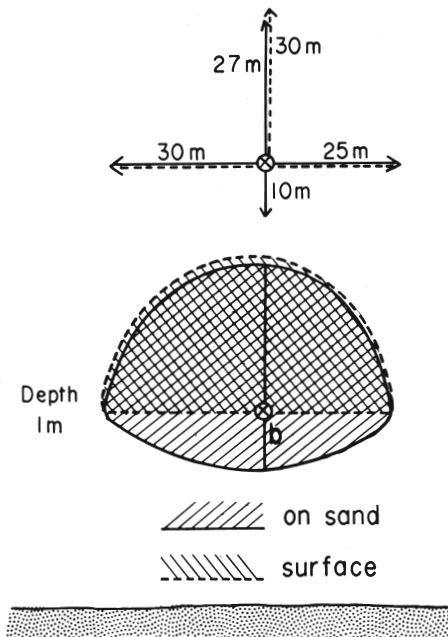
1) 放流点の海況

1981年8月26日のクルマエビ種苗の放流時におけるb点の水温は、表面で26.8℃、海底の砂表面で26.4℃、砂中（砂表面より3cm下）では26.6℃であつた。放流直後の海況は、天候晴・無風・うねり0~1・流れは表面では南西方向に5cm/秒以下であつた。しかし放流から6時間後には、北上流が強く、約50cm/秒となつた。さらに12時間後には、西風を伴つた雨模様の荒天となつた。翌8月27日は、北の風5~7m。波高0.5~1mとなり、b点付近では折れ波が目立つたが、北上流は弱まつていた。

2) 潜水観察の結果

ツノナシオキアミは投入後30分で、b点を中心として半径5~6mの範囲に、主としてsand barの谷に分布していた。分布密度は約4,000尾/m²であつた。

クルマエビは放流後12~22分間に、第3図のように分散した。放流点bにおける、放流から30分間の垂直分布を第2表に示した。クルマエビの稚仔は放流から30分経過すると、92.3%が砂上に、6.7%は海底面上から25cmまでに分布しており、大部分が砂上またはその付近に分布していた。砂上のクルマエビ稚仔のうち、約50%は潜砂または、潜砂行動中であつた。着底



第3図 放流直後のクルマエビ稚仔の分布
Fig. 3. The distribution of prawn seedlings from 12 to 22 minutes later.

第2表 放流点におけるクルマエビ種苗の垂直分布

Table. 2. The vertical distribution of prawn larvae at the releasing point for 30 minutes.

Times after release	0~25 (cm)	25~50 (cm) (depth (cm) × 1 m)	50~75 (cm)	75~100 (cm)	on the sand (ind./m)
6 minutes	Kuruma prawn began to rest on the sand				
13 minutes	3	1	30	20	7
24 minutes	1	0	0	10	60
29 minutes	1	1	0	10	133

している個体の方向は一定していなかった。

放流から6時間後 ツノナシオキアミは、調査定線Dの沖合30mに巾4~5mで分布していた。分布の密度は30~50尾/m²であった。クルマエビは放流から6時間後、b点より南西に25mまでの水深約1.5mのところ、密度2~3尾/m²で分布していた。北西にはb点から10mまでに、密度が約1尾/m²で分布していた。発見されたクルマエビの稚仔は多くの場合、身体の一部が砂から露出していた。沖側・岸側では発見出来なかった。

放流から12時間後には、クルマエビ・ツノナシオキアミとも、b点を中心として半径30m以内で行なつた潜水観察では発見できなかった。汀線付近を目視観察したが、クルマエビ・ツノナシオキアミとも発見できなかった。

放流3日後に、第1図の新川河口護岸より100mごとに2kmの地点まで、網口50cmのタモ網を用い、水深約20cmの底面を10m採集したが、クルマエビは見られなかった。

3) 曳網の結果

曳網により採集されたクルマエビの尾数を第3表に、ツノナシオキアミの尾数を第4表に、それぞれ放流からの経過時間ごとに示した。クルマエビは24時間以降では、24時間後と、4日後に1尾ずつ採捕されたのみであった。ツノナシオキアミは24時間以降では採捕されなかった。放流から6時間後の潜水観察により、調査定線Bの沖側20~30mでツノナシオキアミが発見されたので、約200mを曳網した結果、クルマエビ20尾、ツノナシオキアミ1800尾が採捕された。4日後・8日後は、B・D・F・Kと調査をひろげたが、クルマエビは採捕できなかった。

第3表 クルマエビ種苗の再捕数

Table. 3. Captured number of prawn larvae at each time, in each block

Time after release	Block				Total
	C	D	E	F	
1 hour	10	9,487	917	18	10,432
3 hours	17	963	60	0	1,040
6 hours	5	130	3	0	138
12 hours	2	169	4	—	175
24 hours	0	1	0	0	1
36 hours	0	0	0	0	0
4 days	—	1	—	0	1
8 days	—	0	—	0	0

第4表 冷凍アミの再捕数

Table 4. Captured number of frozen mysid at each time after release, in each block

Time after release	C	D	Block E	F	Total
1.5 hour	0	85	40	0	125
3.5 hours	0	61	0	0	61
6.5 hours	0	0	0	0	0
12.5 hours	0	0	2585	—	2585
24.5 hours	0	0	0	0	0
36.5 hours	0	0	0	0	0
4 days	—	0	—	0	0
8 days	—	0	—	0	0

採捕魚のうち、胃内にクルマエビが見られたのは、クロウシノシタ・ヒラメ・キス・ネズミゴチ・クサフグ・マハゼ（第5表）であつた。クルマエビが多く再捕された調査定線Dで、クルマエビを捕食している魚が主として見られた。D以外で、クルマエビを捕食していた魚の採捕は、Cでクサフグが1尾・Eでネズミゴチが1尾であつた。

第5表 魚類の採集個体数(a)および種苗捕食個体数(b)

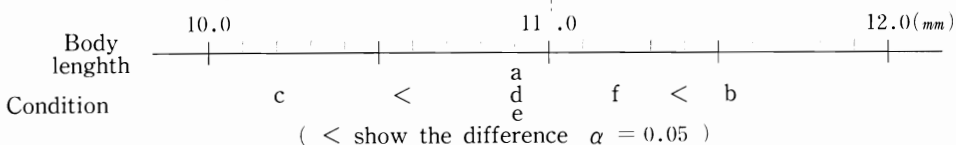
Table 5. Captured number of fish, body length over 5cm (a) and those had prawn larvae in their stomach until 36 hours later after release (b).

pecies	(a)	(b)	b/a (%)
Kuroushinoshita <i>Rhinoplagusia japonica</i>	64	3	4.7
Hirame <i>Paralichthys olivaceus</i>	54	12	23.1
Kisu <i>Sillago japonica</i>	24	4	16.7
Nezumigochi <i>Callionymus punctatus</i>	15	2	13.3
Kusafugu <i>Fugu niphobles</i>	9	3	33.3
Mahaze <i>Acanthogobius flavimanus</i>	2	1	50
Inegochi <i>Cociella crocodila</i>	3	0	—
Maazi <i>Trachurus japonicus</i>	3	0	—
Sasaushinishita <i>Heteromycteris japonicus</i>	1	0	—

第6表 魚種別の胃内容物中のクルマエビの平均体長

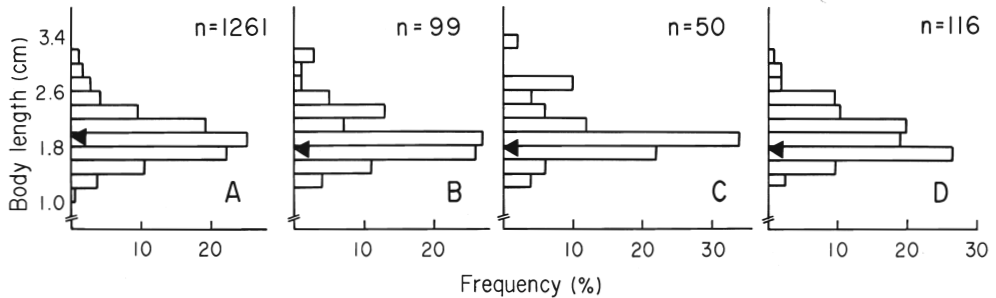
Table 6. The mean body length of prawn seedings at each condition.

Condition	mean (mm)	S.D.	n
Befor release (a)	10.89	1.13	200
Captured one hour later (b)	11.57	1.22	421
In the stomach of Kisu (c)	10.19	1.12	10
" of Kusafugu (d)	10.87	1.14	42
" of Hirame (e)	10.78	1.25	24
" of Kuroushinoshita (f)	11.23	1.51	4



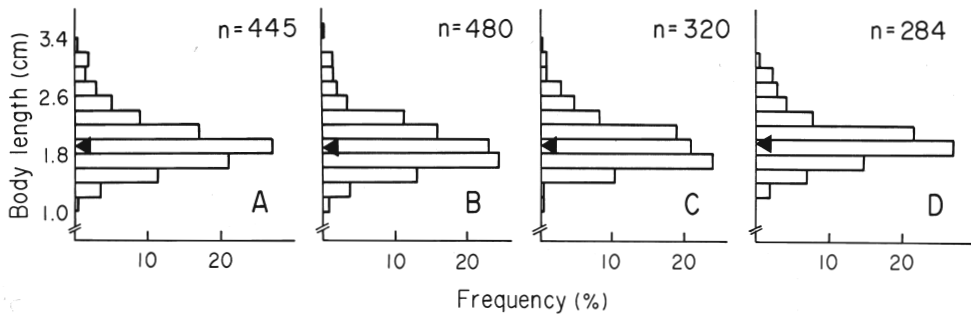
放流の前後および魚種ごとの胃内容物中のクルマエビの平均体長を第6表に示した。キスの場合が最も小さかった。放流前およびクサフグ・ヒラメの胃中の平均値は、ほぼ同じであった。これらの平均値と、クロウシノシタが捕食したクルマエビの体長の平均値の間には有意差は見られなかった。再捕されたクルマエビ稚仔の体長の平均値が最も大きかった。

採捕されたエビジャコの体長組成を、胃部の色別に、第4図に示した。第5図は経過時間ごとに、エビジャコの体長組成を示した。三角のマークは平均値で、いずれの場合も有意差は見られなかった。



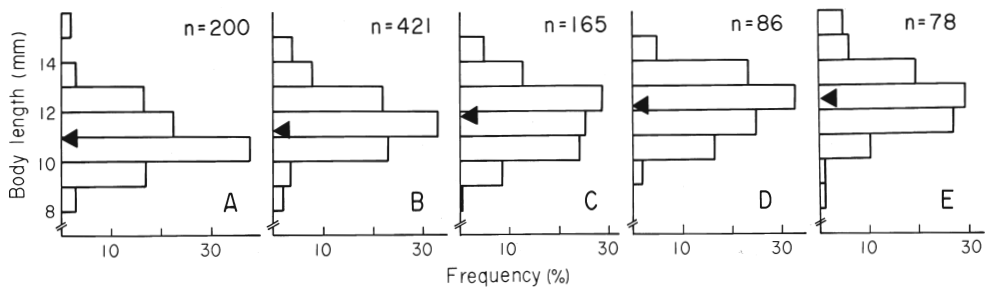
第4図 エビジャコの胃部の色別の体長組成。染色されていない個体(A), 赤く染つた個体(B), 青く染つた個体(C)および不明の個体(D)

Fig. 4. Histograms of body length of *C. affinis* with a non-colored (A), red-colored (B), blue-colored (C) and mixed colored (D) stomach.



第5図 放流からの経過時間ごとのエビジャコの体長組成

Fig. 5. Histograms of body length of *C. affinis* at each time. 1.5 hour later (A), 3.5 hours later (B), 6.5 hours later (C) and 12.5 hours later (D).

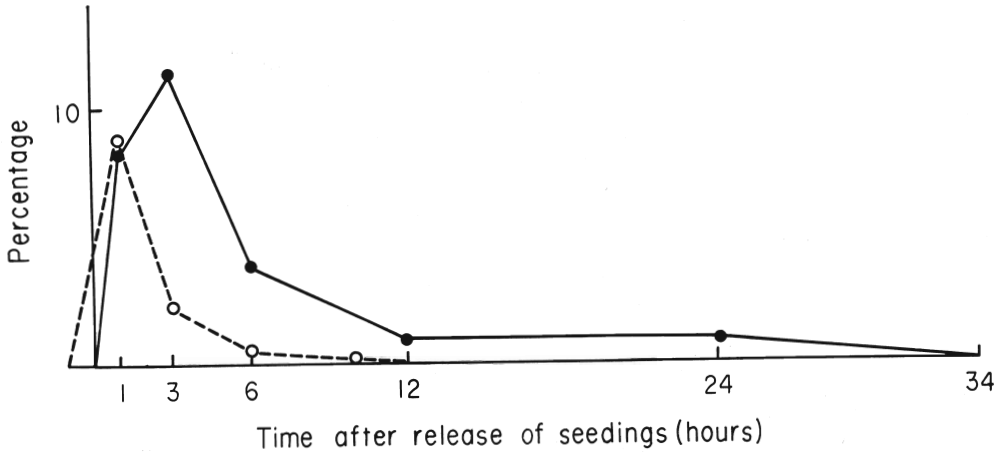


第6図 放流からの経過時間ごとのクルマエビの体長組成

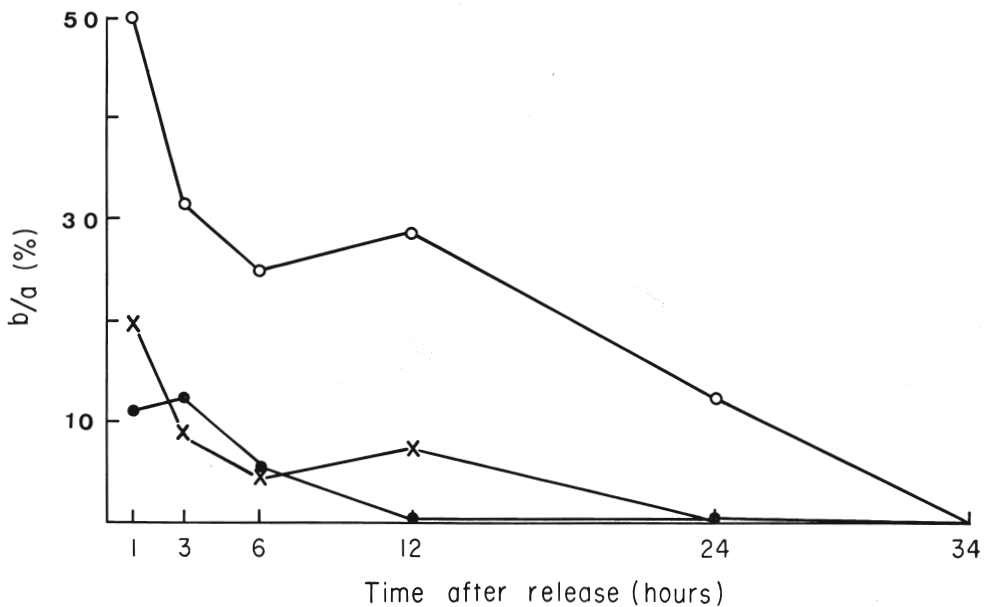
Fig. 6. Histograms of body length of prawn seedlings caught at each time, before the release (A), 1 hour later (B), 3 hours later (C), 6 hours later (D) and 12 hours later (E).

クルマエビの体長組成を、放流前および、放流から1・3・6・12時間後の経過時間ごとに第6図に示した。放流前の稚仔に比べて、再捕された個体の体長のモードがより大きい方へ移っており、平均値（三角のマーク）もそれぞれの経過時間ごとに有意差が見られた（危険率は1%）。

第7図に、胃部が赤いエビジャコと、胃部が青いエビジャコの、経過時間ごとに全採捕尾数との比率を示した。放流から1時間後の調査では、エビジャコの胃部が赤色や青色の個体は、



第7図 胃部が赤色（実線）や青色（破線）に染つているエビジャコの全採捕尾数との比率
 Fig. 7. The percentage of number of *C. affinis* with red (solid line) or blue colored (broken line) stomach. Time 0 is the release period of prawn seedings. Time after release (hours)



第8図 クルマエビ種苗を捕食しているヒラメ(○), その他の魚類(×)および胃部が赤変しているエビジャコ(●)の採捕尾数に対する比率
 Fig. 8. The percentage of individuals that have prawn larvae in their stomach, *P. olivaceus* (○), *C. affinis* (●) and other fishes (×). a - Total number of fish caught : b - number of fish with prawn larvae.

採捕されたエビシヤコのうちいずれも約8%見られた。3時間以降では、胃部の赤色のエビシヤコが、青色のそれより多く採捕された。採捕魚の胃内に、ツノナシオキアミの捕食が見られたのは、12時間後の調査定線Eで、ヒメジとキスのそれぞれ1尾であつた。

第8図に、クルマエビを捕食しているヒラメや、その他の魚種の出現頻度を経過時間ごとに示した。比較のために、胃部の赤変したエビシヤコも同時に示した。これらは時間の経過にともないいずれも減少した。

Ⅲ. 考 察

1981年8月26日に、解凍後投入したツノナシオキアミの移動は、第3表や潜水観察の結果から次のように推定される。クルマエビの種苗放流から3時間は、第1図のb点の付近に、6時間まではb点の沖合30~40mに、12時間までは調査定線E上で、b点より20m以遠に移動したと考えられる。

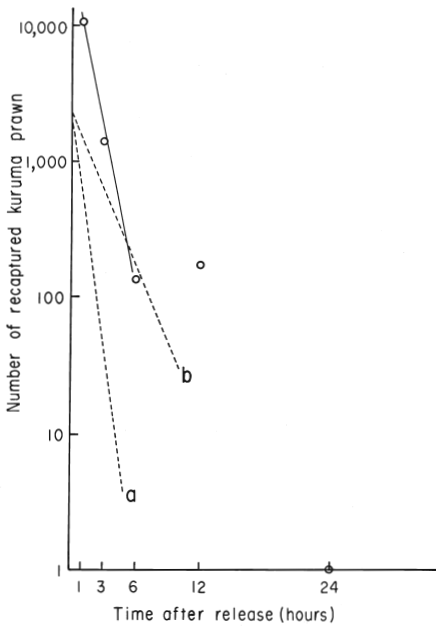
放流点付近の海底面上の流れを、ツノナシオキアミの移動から推定すると、クルマエビの種苗放流から3時間までは、流れはほとんどなかつた。その後3時間の間に沖へ向つた流れが生じ、そして12時間後までの間に北方向の流れが生じたものと推定された。

放流されたほぼ全数のクルマエビ稚仔が砂上又は海底面近くに分布するのに、放流後24~29分を要し、放流から着底までかなりの時間を必要とした。またこの間に、稚仔は放流点を中心に扇状に沖側へ分散する傾向が見られた。このことからクルマエビ稚仔は、放流当初には浅所よりは、深所または放流された水深にそつて移動すると考えられる。ツノナシオキアミの採捕数と経過時間との関係が、予備調査と放流調査とでは大きく異なつているのに対して、クルマエビの採捕数は1979~1981年の3ケ年で、ほぼ同じ傾向を示している。これらのことから、クルマエビの稚仔は放流後積極的に移動し、分散すると推定される。

ツノナシオキアミおよびクルマエビを捕食しているエビシヤコの体長の度数分布に差異のみられないことは(第4図)、クルマエビが逃避能力が全くない解凍後投入したツノナシオキアミと同じように、小型のエビシヤコによつて捕食されたことを示している。逃避能力のある生体を捕食する場合の捕獲能力は、同一種では一般に大形の個体ほどすぐれていると考えられる。この調査の結果は、この時期の五十嵐浜に分布するエビシヤコに対して、放流したクルマエビの稚仔は、食害種であるエビシヤコから逃避能力が小さいことを示唆している。

放流後の時間の経過にともない、再捕されるクルマエビの体長組成が大きいほうへずれているのは(第6図)、小さい個体のほうが網目をぬける率が高いこと等により、再捕されにくい結果と推定される。また小さい個体のほうが遊泳能力や潜砂能力等の、捕食からの逃避能力が小さいこと等により、調査海域において減少する割合が高いことがこの理由と考えられる。

ツノナシオキアミを捕食しているエビシヤコの捕獲される割合は、放流から1時間後ではクルマエビを捕食しているエビシヤコの捕獲される割合と同じであつたが、1時間後以降ではツノナシオキアミの捕食のほうが低かつた。また採捕魚の胃内容物にツノナシオキアミが見られたのは2尾のみであつた。これらは、ツノナシオキアミでは冷凍個体を染色して標識として利用しているため、染色の能力が低いことや、投入後波浪等により形がくずれやすいため、胃内容物の種の判別が困難なことが原因していると思われる。しかし、捕食魚はツノナシオキアミより、クルマエビのほうを選んで捕食していると考えるのが妥当であろう。クルマエビ種苗の食害の一部を、ツノナシオキアミで肩がわりさせることは、エビシヤコで放流直後に見られたものの、魚類ではほとんど見られなかつた。



第9図 クルマエビの再捕数1979 (a), 1980 (b), 1981 (o)

Fig. 9. Relationship between number of caught prawn larvae and time after the release. Broken line: at 1979 (b) and 1980 (a).

遊泳性のより強いキスに、より小型のクルマエビの稚仔が捕食され、底棲生物食のクサフグやこれに近いヒラメ若令魚ではより大型の稚仔の捕食が見られた(第6表)。これは小型の稚仔など放流後の遊泳期間が長く、着底までに時間を要すること(安永 1979)によつていふと考えられる。

過去のこの地先でのクルマエビの再捕結果(安永・興石 1980; 安永ほか 1981)と、本調査の結果を第9図に示した。いずれの場合も、再捕尾数は放流直後から急激に減少し、放流から24時間以降はほとんど再捕されていない。今年の調査結果の特徴は、放流から1時間後に約1万尾と大量のクルマエビの稚仔が採捕されたことと、6・12時間後の再捕数がほぼ同じ値を示したことである。放流点をはさむように設定した調査定線の再捕数を比べると、1979年は1:3.8(D:E), 1980年は1:3.6(C:D), 1981年は1:10.9(E:D)となり、1981年のクルマエビ種苗の分散が小さいことを示唆している。クルマエビ稚仔は放流後に積極的に移動・分散するにしても、ツノナシオキアミの移動から見られたように、放流当初には流れがほとんど見られなかつたことが、この比率の差の原因の一つと考えられる。

文 献

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.

浜渦 清 (1981). クルマエビ種苗放流効果に関する研究—1 標識放流結果及び種苗放流効果. 新潟県栽培漁業センター業務・研究報告書, (4): 67-99.

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.

———・興石裕一 (1980). 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. 日水研報告, (31): 129-151.

———・田中邦三・赤嶺達郎 (1981). 砂浜性海岸におけるクルマエビ種苗放流時の減耗に関する基礎的考察. 日水研報告, (32): 27-38.