

人 工 干 潟 (1)

上村 征男*・中村 充*・乃万 俊文*・木村 晴保**
飯倉 敏弘**・杉浦 正悟**・萩野 静也**・大西 亮一*

1. 序

わが国の水産蛋白の供給は、主として遠洋漁業に依存しているが、国際海洋法の領海域の拡大により大きな打撃を蒙ることは必至の状況である。沿岸域での漁業生産の拡大すなわち栽培漁業の重要性はますます大きくなっている。しかし、過去 20 年間のわが国の高度成長政策のため、産業の工業化に伴う臨海干潟域の埋立てによる工業立地造成が急速に行われてきた。これは反面、水産生物にとって重要な再生産の場を人為的に取り壊してきたことになる。このことは、土井¹⁾他の瀬戸内海の累積埋立面積とクルマエビ資源の解析結果からも明らかである。

干潟の水産資源再生産に果たす役割は、天然資源におけるものと、人工種苗におけるものがある。人工干潟は、人工種苗（クルマエビ）を天然へ高能率に資源添加することを目的としたものである。

本報告は、水産生物（クルマエビ）にとって重要な場である干潟での水産資源再生産機構を明らかにし、高能率の再生産機構をもつ干潟に改善した人工干潟を、山口県秋穂町大海湾に造成したのでその経過、干潟構造について報告する。この研究は、昭和 45 年～昭和 49 年の「浅海域における増養殖漁場の開発に関する総合研究」の一環として行われたもので、農業土木試験場、南西海区水産研究所、東海区水産研究所、地元県水試および九州大学、香川大学が参加して行われている。

2. 生物生態系からみた人工干潟の位置づけ

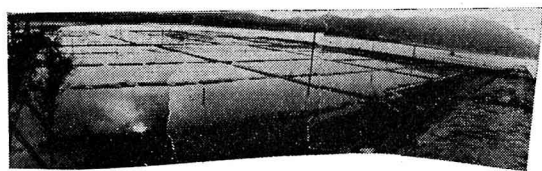
クルマエビ稚仔の人工生産は、体長 10 mm サイズのもので現在億尾の単位で瀬戸内海栽培協会を始めとして県水試などで行われている。このサイズまでは水槽の中で浮遊状態で生産され、1 m² 当り 1 万尾を収容できる。その後は底棲生活に入ることが必要なので 1 m² 当り 300 尾程度となり、生産施設が立体的な水槽から平面的な水槽へと変り非常に大きな施設が必要となる。したがってクルマエビ稚仔の天然への資源添加は 10 mm サイズで行うことが望まれる。他方、稚エビはほぼ 30 mm 程度となると環境の変化や、外敵から身を守ることが十分とな

る。このような稚エビの生産行程から体長 10 mm～30 mm までの間の管理をどのように行うかが問題となる。

従来このサイズの放流は天然干潟で網囲い給餌で 2 週間程度育成し、その後囲いをといて天然へ添加する方式と、天然干潟に干潮時可及的に薄播きする方式がある。前者では給餌、囲い網内の食害生物駆除、波に対する網の保持などに問題がある。後者では放流後一切の管理がいらぬが、直後の減耗ははげしく、放流 1 日後には 1～20% 程度になる。これらの問題を克服し安定した資源添加により天然の海での計画生産を行おうというのが人工干潟のねらいである。

3. 実験用人工干潟におけるクルマエビ稚仔放流実験

昭和 47 年度に写真に示すような 100 m×60 m の人工干潟を山口県秋穂町大海湾小浜地先に造成した。これは 45 年、46 年度に行った愛媛県西条地先、福岡県豊前海蓑島地先の天然干潟における放流実験結果から、クルマエビ放流稚仔の初期減耗におよぼす干潟環境条件についての推測、仮説をより明確にする目的で作られた。人工干潟構造は干潟面と潮位高、底質の性状に起因する各因子の稚エビに及ぼす影響を知るために干潟標高として小潮平均高潮位、平均潮位、小潮平均干潮位の三種、底質に砂区と泥混じり区、これに対照区を考慮して 12 の実験区を作った。上段では干潮時に水深 1.0 cm～5.0 cm のタイドプールを作るためにポンプ給水を行った。



写真—1 実験用人工干潟

この干潟で 47 年、48 年と 2 年間放流および環境実験を行い、47 年度は 100 尾/m² の密度で播殖歩留り 80～90% の高密度、高率歩留りの条件を見出し、48 年度には播殖稚エビが分散過程で減耗が極めて少なく有効な資源として天然に添加されることを見出した。

高密度、高歩留りの人工干潟を造成するための環境については地盤標高、底質中央粒径、間隙率、含泥率、付

* 正会員 農林省農業土木試験場

** 農林省農業土木試験場

着硅藻細胞数, 餌料生物, 食害生物その他を含め約40の因子について各因子のランク分けを行い稚仔の生残分布と対比して要因分析を行った。その結果をまとめたのが表—1(1), (2), 表—2である。表—1(1), (2)は

表—1(1) 稚エビ播殖歩留りと環境因子のランキング(人工干潟, 放流1日後, 昭和47年度)

No.	稚放 えびの 生息数	浸 透	1ヶ月 地盤変動 量	1日間の 地盤変動 量	附着硅藻 細胞数	有機炭素 濃度	酸化還元 電位	C・O・D	全硫 化物	全浮遊 砂量	0.075mm 以下の 浮遊砂量	中央 粒徑	ふり かけ係 数	間 隙率	地 盤高
1-3	大	大	中	小	小	小	小	小	小	小	小	小	中	大	大
2-1	大	大	中	小	小	小	小	小	小	小	小	小	中	大	大
1-2	大	中	中	中	大	中	中	中	中	中	中	中	小	大	中
2-2	大	中	中	中	大	中	中	中	中	中	中	中	小	大	中
4	大	中	中	中	大	中	中	中	中	中	中	中	小	大	中
1-1	中	大	大	大	中	中	中	中	大	中	中	大	大	中	大
2-3	中	中	小	小	大	大	大	大	大	小	小	大	大	中	小
3-1	中	中	小	小	大	大	大	大	大	小	小	大	大	中	小
3-3	中	中	中	中	大	中	小	大	中	小	小	大	大	中	小
3-2	小	小	大	中	中	大	大	中	小	小	大	中	小	小	小
3-4	小	小	大	中	中	大	大	中	小	小	大	中	小	小	小
大	5.05 2.9	1.12	70	15	60	4.0	35	2.0	0.075 <	25	5.0	0.7	2.5	40	M・S <L
中	2.0 1.9	0	60	7	50	1	300	0.75	0.04	15	2.0	0.6	2.0	35	M・S <L
小	1.9			7	4.0	1.0	300	0.75	0.04	15	2.0	0.6	2.0	35	M・S <L
特大	20.05			1	<4.0										

*() は下出時にプールへの稚エビの寄せ集め効果を考慮して、各区画全面積あたりの棲息尾数に換算したときのランクで以下のようにとする。
 ③=10,000尾/区画以上 大=2,000~10,000尾/区画
 中=1,000~2,000尾/区画 小=1,000尾/区画以下

表—1(2) 稚エビ生息数と環境因子のランキング(人工干潟, 放流後2週間, 昭和47年度)

No.	稚放 えびの 生息数	浸 透	1ヶ月 地盤変動 量	1日間の 地盤変動 量	附着硅藻 細胞数	有機炭素 濃度	酸化還元 電位	C・O・D	全硫 化物	全浮遊 砂量	0.075mm 以下の 浮遊砂量	中央 粒徑	ふり かけ係 数	間 隙率	地 盤高
1-2	大	大	中	大	小	小	大	小	中	中	小	中	小	大	大
3	大	中	小	中	中	大	小	小	小	小	小	中	大	大	中
2-1	大	大	中	中	中	大	小	小	小	小	小	中	大	大	中
2	大	大	中	中	中	大	小	小	小	小	小	中	大	大	中
3	大	小	小	小	大	中	中	中	小	小	小	中	大	大	中
1-4	中	中	中	小	小	中	中	中	中	中	中	大	中	小	大
2-4	中	中	中	小	小	中	中	中	中	中	中	大	中	中	中
3-1	中	中	中	小	小	中	中	中	中	中	中	大	中	中	中
3-2	小	小	大	中	中	大	中	中	中	中	中	大	中	小	小
3	小	小	大	中	中	大	中	中	中	中	中	大	中	小	小
4	小	小	大	中	中	大	中	中	中	中	中	大	中	小	小
1-1	大	大	大	中	小	中	中	中	中	中	中	大	中	中	大

表—2 稚えび生息尾数と環境因子のランキング

因子	え	地	有	表	浮	多	察	シ	全	0
区画	び	盤	機	面	泥	毛	察	シ	全	0
1-1	1	大	大	大	大	大	大	大	大	大
1-2	2	大	大	大	大	大	大	大	大	大
1-3	3	大	大	大	大	大	大	大	大	大
1-4	4	大	大	大	大	大	大	大	大	大
2-1	1	中	中	中	中	中	中	中	中	中
2-2	2	中	中	中	中	中	中	中	中	中
2-3	3	中	中	中	中	中	中	中	中	中
2-4	4	中	中	中	中	中	中	中	中	中
3-1	1	小	小	小	小	小	小	小	小	小
3-2	2	小	小	小	小	小	小	小	小	小
3-3	3	小	小	小	小	小	小	小	小	小
3-4	4	小	小	小	小	小	小	小	小	小

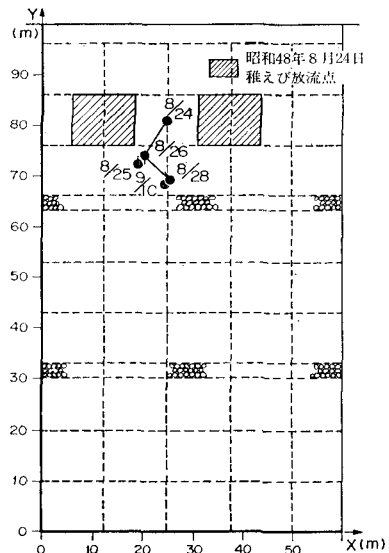
昭和47年度, 表—2は昭和48年度の結果である。これより次のようなことがいえる。

- (1) 播殖歩留り(放流1日後の生残率について)
 - (1) 干潟標高は平均潮位以上で小潮満潮位程度が良い。
 - (2) 底質は砂で含泥率(粒径0.074mm以下のもの)が低いほどよく5%以下であること。
 - (3) 餌料環境指標として付着硅藻細胞数は $3 \times 10^5 / 12.25 \text{ cc}$ 以上あることが良く, 餌料生物特に多毛類項は多いことが望ましい。
 - (4) 全硫化物は0.04mg/g以下でなければならない。
 - (5) CODは0.75mg/g以下が良い。
 - (6) 浸透は浸入がよく浸出は望ましくない。
 - (7) 波による地盤変動量は(15mm以上)であってはない。
- (2) 放流2週間後の生残歩留りについては上記の条件に付加して
 - (1) 砂の間隙率が35%以上が良く, 表面硬度は小さい方が良い。
 - (2) CODは若干上記より多くなり, 2.0mg/g以下であればよい。
 - (3) 浸透水の浸出, 浸入は関係なくなっている。

また播殖エビの分散については, 全体としての移動を重心の変位を用いて 図—1 に, また散らばりの度合を L_s で表わすと

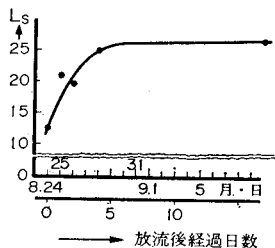
$$L_s = \sqrt{\frac{\sum a_i r_i^2}{\sum a_i}} \quad \dots\dots\dots (1)$$

ここに, L_s : エビの2次積率(極回転半径), a_i : サンプリング点のエビの生息尾数, r_i : サンプル点の重心からの距離, で表わされる。この L_s の経時的变化を



図—1 稚エビの分散方向(重心位置の変動)

示したのが、図—2である。図—1, 2からエビの稚仔は、放流後5日間程度は場に対応すべく盛んに移動分散するが、その後はほぼ場の環境に応じて定着し、分布の形態は一定する。その後エ



図一2 稚エビの集中，分散
度合の経時的変化

し使用するためには、放流稚エビが野性化し、自己防衛能力をもてば早急に人工干潟外に出すことが必要である。

4. 人工干潟の設計について

実験用人工干潟の研究成果に基づき、クルマエビ稚仔の放流場、中間育成場としての人工干潟を造成したのでその設計方法を報告する。

(1) 人工干潟の具備すべき基幹施設とその条件

a) 放流場（放流後 1~3 日の生息好環境）

① 干潟の地盤高は、平均水面 (M.S.L.) と朔望小潮平均高潮面 (M.N.H.W.L.) の範囲とする。

② 底質環境は、平均粒子径 (D_{50}) が 0.1 mm 以上で、標準フルイによる 0.074 mm 以下のシルト・粘土分が 5% 以下とする。

③ 干潟面に、水深 5.0 cm 以下のタイドプールがあること。

④ 浸透がよく砂床中の水流動が良好なこと。

**b) 中間育成場（放流後 1~2 週間の
生息好環境）**

① 干潟の地盤高は、朔望小潮平均低潮面 (M.N.L.W.L.) から平均水面 (M.S.L.) の範囲とする。

② 底質環境は、放流場と同じく、標準フリの 0.074 mm 以下のシルト・粘土分が 5% 以下であり、表層 5.0 cm 程度は、間隙率が 35% 以上であり、1 か月間の移動量は 70 mm 以下で安定していること。

c) 外かく施設（異常波浪時は潜堤となる）

① 設計波

外かく施設の設計には、次の2点により設計波、設計潮位を決定した。

i) 堤防の安全性

過去の異常高潮位 (H.H.W.L.) とし、その時の波浪とする。

ii) 放流対象生物を考えた、放流、中間育成場使用時期の1年確率の波を用いる。その時の潮位は、朔望平均高潮位(M.S.H.W.L.)とする。

② 堤防の規模

i) 設計波に対し,造成干潟面が著しく移動を起こさないこと。

ii) クルマエビ稚仔の耐流限界 $v_c=30\text{ cm/sec}$ 以上の底面流速が生じないこと。

d) 給水施設

給水施設は、放流場に 1.0~5.0 cm のタイドプールを維持するに必要な海水を補給するものであるため、干潟面の浸透量、蒸発量を考慮して規模、方式を決定する。給水方式には次のようなものが考えられる。

① 沖合からのポンプ取水

② 造成干潟面の上流側に干満差による海水貯溜池を設ける。

また、干潟面への灌水方式として

① 配水水路による側溝越流かけ流し。

② パイプ配管による小孔噴水または地下湧出

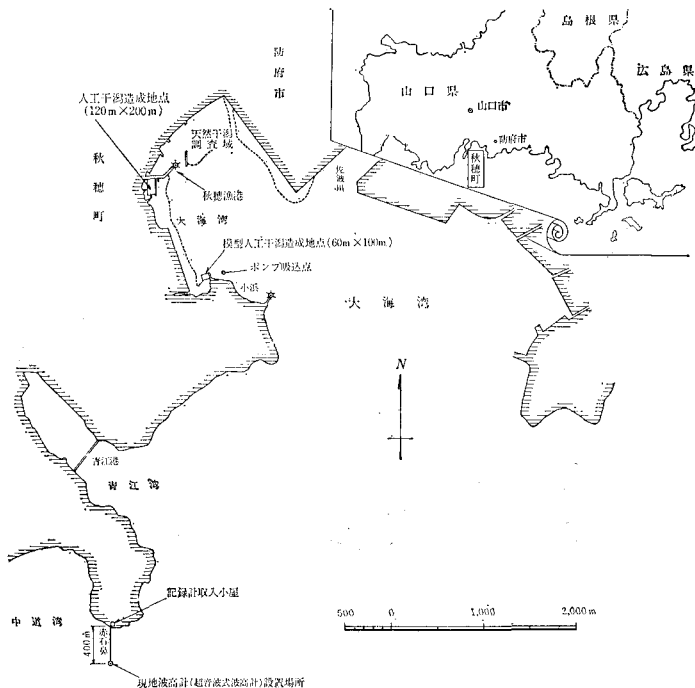
③ スプリンクラー法

がある。

e) その他付帯施設

(2) 人工干潟設計例

上記の設計要領に基づき、**図一3**に示す位置に人工干



图一3 人工干潟造成位置图

図—6 である。

5. 結 語

以上、実験用人工干潟を造成し、クルマエビ放流場の環境について分析を行い、実用規模の人工干潟を造成した。人工干潟設計に際しては、従来の海岸工学の知見にもとづいて行ったが、次に掲げるような工学的問題点が残されている。

- 1) 干潟域における浮泥の堆積機構
- 2) 干潟域の浸透、蒸発散機構
- 3) 極浅海域(干潟上)の波の減衰(摩擦減衰係数)
- 4) 潮汐流に対するタイドプールの維持

以上の点については、昭和49年度現地調査のうえ次の機会に報告するつもりである。

参 考 文 献

- 1) 備後灘周辺漁場開発プロジェクト・チーム：浅海域における増養殖漁場の開発に関する総合研究(備後灘周辺実験漁場)，第1～3号，昭和46年～昭和48年
- 2) 農林省農業土木試験場：浅海域における増養殖漁場の開発に関する総合研究研究報告書，昭和47年4月
- 3) 農林省農業土木試験場：浅海域における増養殖漁場の開発に関する総合研究研究報告書，昭和48年4月
- 4) 土木学会水理委員会：1965年度水工学に関する夏期研修会講義集，B. 海岸・港湾コース，1965年8月
- 5) 海岸保全施設築造基準解説，昭和47年3月
- 6) 水理公式集，昭和46年改訂版，土木学会編
- 7) 海岸保全施設設計便覧(改訂版)，土木学会