

IV 他の水産動物

第1節 くるまえばい養殖

1. 沿革

1) 養殖技術の発祥

大島泰雄・他(1944)¹⁾・橘高二郎(1971)²⁾・茂野邦彦(1969)³⁾・熊本県水試(1972)⁴⁾によると、概略次の通りとなる。

1889(明22)年 愛知県知多郡鬼ヶ崎村の漁師がクルマエビの豊漁に際し、砂地を掘りエビの蓄養を行ったのが最初である。

1897(明30)年 同じ愛知県知多郡横須賀の住人川口浅二郎は、クルマエビの蓄養を企業化した。

1902(明35)年 熊本県宇土郡三角町郡浦の漁師古庄平蔵が、約100m²の面積を竹簀で囲い上面を網で覆った池に、手繰網で漁獲したクルマエビを入れて蓄養した。

1907(明40)年 熊本県天草郡大矢野町維和の漁師山崎岩松は、生簀籠でクルマエビを40日余り飼育出来たことで、約70m²の池を造成して本格的に蓄養を始めた。

1914(大3)年 熊本県水試は、天草郡御所浦町嵐口浦地先に約2千m²の蓄養池を造成し、試験を実施して好成績を挙げた。このため着業者が増大し、1937(昭12)年には天草周辺で約20万m²の蓄養池を持つに至り、さらに第二次大戦後も急速に発展し続け、1969(昭44)年には天然クルマエビ漁獲量とほぼ同量の83トンの生産量をみるまでになった。

1934(昭9)年 藤永元作は、熊本県千束島においてクルマエビを実験的に産卵させ、孵化した幼生をミス期まで飼育することに成功した。その後、山口県秋穂町において研究を継続した。

1938(昭13)年 この年、藤永元作は、*Skeletonema Costatum*をクルマエビ幼生の餌料として使用し、初めて多数のゾエア幼生をミス幼生まで変態させることが出来た。さらに、1940(昭15)年には6月に産卵した幼生を飼育し、10月には体長8~10cmの成エビにまで育成することが出来て、完全養殖の可能性を示した。その後、第二次大戦のため研究は一時中断したが、戦後は、千葉県大貫において研究を再開し、画期的な幼生の飼育方法を確立して、その技術は特許として登録された。

1959(昭34)年 藤永元作は、これらの技術的成果を取り入れて、太平洋養魚株式会社(後、くるまえばい養殖株式会社に社名変更)を設立した。翌1960年から香川県高松にある廃止塩田を利用し、くるまえばい養殖が事業的に行われるようになった。

1964(昭39)年 純粹培養方式とも言える種苗生産では不安定であったが、ここに至って山口県秋穂町にある廃止塩田のかん水溜を利用して、初めて従来の室内飼育とは異なった規模と方式で、大量の種

表1, クルマエビ養殖経営体(1967年)³⁾

年	事業体名	所在地	池面積	土地利用法
1960	くるまえばい養殖(株)	香川県高松市	9 ha	流下式廃塩田
1963	瀬戸内海水産開発(株)	山口県秋穂町	19	流下式廃塩田
1963	旭水産(株)	山口県秋穂町	13	砂浜
1963	福山くるまえばい養殖(株)	広島県沼隈町	5	入浜式廃塩田
1963	湊車海老養殖(株)	京都府日和山	1	砂浜
1964	秋田水産(株)	広島県大崎上島	7	入浜式廃塩田
1964	大分養魚(株)	大分県日出町	5	天然入江
1965	姫島車えび養殖(株)	大分県姫島村	19.3	入浜式廃塩田
1964	大浦水産(株)	山口県田布施町	2.7	砂浜
1965	本島フィッシングセンター	香川県丸亀市	5.6	流下式廃塩田
1965	亀水くるまえばい養殖場	香川県高松市	1	入浜式廃塩田
1966	宇部くるまえばい養殖(株)	山口県宇部市	2.6	砂浜

苗生産が可能となった。新しい方式は、飼育水に直接栄養物質を添加することにより発生する珪藻類や各種のプランクトンを初期幼生の餌料とするもので、現行生産技術の基本技術となり定着していった。

1965(昭40)年～ 特殊な技術や飼育経験を必要とせず、単純な施設で比較的容易に大量の種苗生産が可能になったことで、瀬戸内海を中心に急速に養殖が広がった。

1969(昭44)年 熊本県天草地区では技術導入をいち早く行い、明治年代から続けてきた採捕した天然エビを使つての蓄養業から、人工種曲を使用する養殖業に完全に転換した。

1970～1980年代 最高級食材としての高い価格と消費の拡大によって、瀬戸内海・天草海域を中心として年々生産量が伸びた。養殖の基本的な作業体系は、橘高二郎²⁾や茂野邦彦³⁾の報文などに詳しく記述されている通りであるが、その後も、造池技術や養成手法は改良され続けた。

1989(平元)年～ 着実に伸び続けたくるまえび養殖業に、原因不明の生産性低下現象が見られ始め、1993(平5)年天草海域では壊滅的な大量斃死が発生した。

2) 鹿児島県における技術開発と普及

1951(昭26)年 前田耕作・新村巖は、出水市福ノ江地先において、くるまえびの蓄養試験を実施した。しかし、台風の被害にあつて所期の成績は挙がらなかった⁵⁾。

1967(昭42)年 九万田一巳・他は、西桜島袴腰地先において、小割り網方式と陸上の立体式木製水槽内での養成試験を試みたが⁶⁾、歩留りが極めて悪く失敗に終わった。この年、鹿児島県水試場長として、くるまえび養殖の先達者である茂野邦彦が着任した。

表2. 鹿児島県内くるまえび養殖生産量・生産額(農林水産統計)

年	経営体数	生産量	生産額	生産量*1	生産額*2
1971	3	1	3		
1972	3	9	35		
1973	6	13	53		
1974	6	50	255		
1975	12	79	445		
1976	11	91	517	0.6	3
1977	8	102	723	0.8	6
1978	8	82	672	2	16
1979	8	127	889	2	11
1980	8	155	1,167	14	83
1981	8	155	1,198	17	116
1982	10	239	1,709	14	19
1983	11	204	1,501	14	73
1984	11	199	1,463	9	57
1985	14	252	1,371	44	307
1986	14	337	2,025	53	392
1987	16	497	3,027	51	420
1988	19	636	4,002	158	1,066
1989	20	542	3,063	198	1,332
1990	20	595	3,755	218	1,497
1991	21	605	4,043	198	1,232
1992	22	455	3,576	170	1,207
1993	30	427	4,066	207	2,209
1994	25	480	3,834	228	2,067

単位;生産量,ト,生産額,百万円.

*1,*2;奄美群島のみ

1968（昭43）年 鹿児島県水試では、水産庁の指定調査研究総合助成事業として、くるまえび養殖用の配合飼料研究を開始し⁷⁾、1977（昭52）年まで継続された。成果の一部は、弟子丸修の学位論文（1981）⁸⁾にも集約され、また、後述の陸上コンクリートタンク内高密度養殖業発展の基盤を確実なものにした（配合飼料のことについては別項参照）。

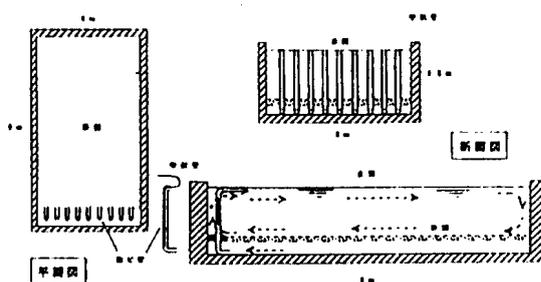


図1 クルマエビ養殖試験角形水槽（1969年）

1969（昭44）年 垂水市柘原に鹿児島県水試垂水増殖センターが創設された。

これを機に、クルマエビの種苗量産～放流、および陸上コンクリートタンク内でのクルマエビ高密度養殖試験が、今までにない大きな規模で開始された。陸上コンクリートタンク内での集約養殖の研究開発については、藤田征作（1993年）⁹⁾によると、次の通りとなる。

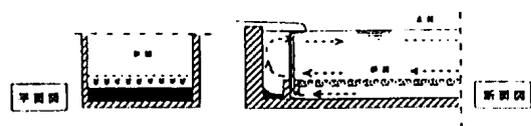


図2 クルマエビ養殖角形改良水槽（1970年）

[1969年]屋外の110? 角型水槽（9×5×2.5m）5面を使用し、二重底としてエアリフトによる循環方式で開始した（図1）。この角型水槽では、エアリフト根元の砂上に残餌・脱皮殻等が堆積し砂層は還元化して水質悪化の原因となった。

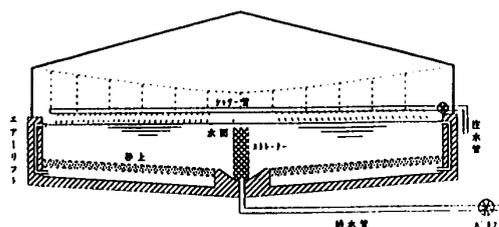


図3 クルマエビ1,000? /No.1円形水槽（1970年）

[1970年]同じ角型水槽のエアリフト脇に、残餌・脱皮殻の堆積場を設けることで砂層の還元化が防げたが（図2）、潜水して排出するのに多大な労力を要した。一方では、直径23m×深さ2.5m=1,000? の大型水槽（No.1）を新設した（図3）。

この水槽は、上屋、加温・エアリフト装置付きの試験水槽で、1～3月の冬季に23℃に加熱して養成試験を行ったところ、平均体重14.2g、歩留り92%、m²当り2.6kgという好成績を得た。しかし生産コストが高かつきペイしなかった。

[1971年]大型円形水槽内で、年間2回生産パターンの基礎実験を図ったが、水槽機能が十分発揮されなかったほか、新しい疾病も発生して所期の目的は達成できなかった。

[1972年]新しく上屋のない同じ直径の円形水槽（No.2）が設置された（図4）。この水槽は深さを2mと浅くし、底面は中心に向かって逆勾配で注水量6倍に設計された。No.1水槽と共に年間2回生産を試みたが、時間的に無理であった。しかし、このNo.2水槽は予期した機能が十分発揮され、商業的水槽のモデルが完成した。

[1973～1974年]新しく組成の変わった配合飼料の企業ベースでのモニターと疾病対策のため、種々の養殖試験を継続した（疾病対策については別項参照）。

[1973年]これまで、鹿児島県水試の大きなプロジェクトとして取り組んできた配合飼料の開発、大型円形水槽での養殖技術開発を踏まえて、民間2社が、年間50トン生産を目標に施設を整備

し企業化した。その後、坊津町、長島町、中種子町、西之表市、上屋久町等に養殖場が建設された。

[1975年].....垂水増殖センターにおける、大型円形水槽による養殖試験はこの年度で終了したが、円形水槽の海水の流れの方向と速度を精密に調査して、好適水槽環境は注水シャワーの角度調整にあることを究明し、最も効果的な運用法を確立した。

以下、実際の養成管理や水槽の機能管理技術について記述する。

- (1) 養成水槽は種苗を入れる10日~2週間前から海水の注水を開始し、底砂に付着珪藻を着生させておく。
- (2) ストレーナーは毎日1回は持ち上げて掃除をし、ストレーナーの網目はエビの成長に応じて、大きな目合いに交換していく。
- (3) 適正収容密度は、種苗の大きさや途中で間引きするかどうかにもよるが、通常の場合では、出荷サイズを1尾20g以上とし、 m^2 当り2.5kg以上の生産を上げるために、 m^2 当り150~200尾とする。
- (4) 飼料は主に配合飼料で、その粒子サイズはエビの眼球大を目安とする。クルマエビの摂餌量は脱皮前に減り、脱皮後に増加するので、脱皮殻の増減で投餌量を加減する。
- (5) 水槽内の水質管理は、砂下排水の水質を毎日モニターする。特に NH_4-N が原海水の倍以上にならないように注意する。
- (6) 10日毎に成長測定を行うとともに、エビの健康診断を肉眼で剖見するばかりでなく、顕微鏡でも細密に観察する。
- (7) 注水シャワーパイプの角度、穴の数と水量の調節を一致させる。よく調整されたときは水槽底面のどの場所でも、中心に向かって渦巻き状の流れとなり、その流速は10~12cm/秒を示す。底面流速が7cm/秒以下では脱皮殻が、9cm/秒以下では配合飼料の残餌が、移動せずに砂上に堆積し水質悪化を招くことになるので、水槽内の流動調節が、この飼育法の最大の決め手となる(図5)。
- (8) 配合組成のよい飼料を使用し、よく水流調節された円形大型水槽で養成した場合のクルマエビの成長は図6に示した。

1973(昭48)年 鹿児島県水試が独自に開発した陸上の円形コンクリートタンクによる高密度養殖業は、エネルギーを多く消費する装置化養殖である。

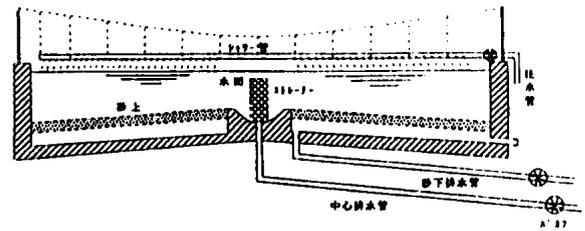


図4 クルマエビ1,000? /No.2 円形水槽(1972年)

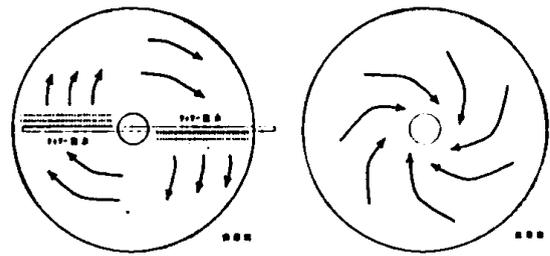


図5 円形水槽の表層と底層の水流(1975年)

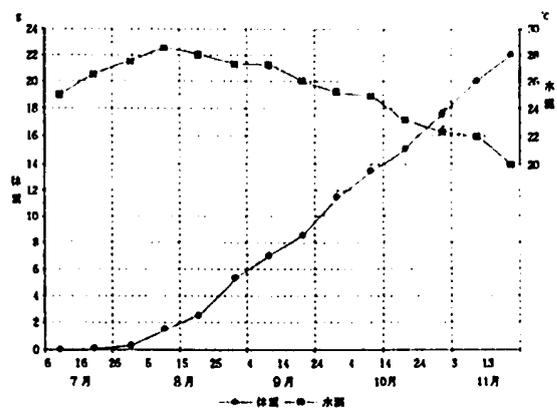


図6 円形水槽におけるクルマエビ養殖の成長と水温(1974年)

これに対し、瀬戸内海や天草周辺で行われている築堤式の養殖業は、多くの面積を要し単位面積当りの生産性は低いが、省エネで安定した生産が期待されることから、始良町松原地先にこの方式の養殖場が事業開始した。当初約5万㎡でスタートしたが、その後1988(昭63)年、1990(平2)年の2回拡張して、現在では17万㎡という広大な面積で行っている。

1975(昭50)年～ 奄美大島瀬戸内町浦底地先では、1970(昭45)年から試験的に粗放的養殖が行われていたようであるが、このころから同じ瀬戸内町や龍郷町にも新しく参入が見られた。

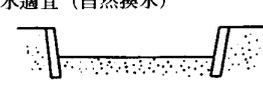
そして1985(昭60)年には、大手の養殖場が笠利町手花部に立地して事業を開始したほか、少し遅れて宇検村、大和村でも事業場が養殖を開始し、産地化が進んだ(表2)。

2. 技術の現況と今後の課題

1) 現在の養殖技法

現在行われている養殖技術は、大別すれば2つに分けられる。両技術とも小規模な個人経営の場合を除き養殖種苗のほとんどを自家生産することや、取り揚げ～梱包出荷などについては共通しているが、その他の養殖施設、養成管理手法などは根本的に異なる。その一つは、瀬戸内海・天草周辺で広く行われ、鹿児島県内でも始良町松原地先の岩崎産業養殖場や、奄美大島笠利町手花部地先の奄美クルマエビなどの大手業者が経営している方法で、掘削または築堤、あるいは築堤式と囲い網式との折

表3 クルマエビ養殖における円型水槽式と粗放式との比較(昭和50年)

項目	円型水槽式	粗放式
施設の構造	池構造 注水 6回転/日 	換水適宜(自然換水) 
環境	桶門構造 動力揚水 強制換水 水深 1m00~1.5m00 強制換水 注水流 冬季 外部適温水導入 夏季 外部適温水導入 透明度 酸素濃度 汚染水(含赤潮) 天才(風水含) 底質 使用土地 改良容易 少なくとも可	招き式 捲揚式 自然換水 水深 1m500~2m00 自然換水(潮汐差) プロペラによるエアレーション水流 冬季 溜り水による低水温化 夏季 溜り水による高水温化 調節難 圧搾空気またはプロペラによる調節 豪雨時には要注意 換水しないことで選択可能 やや弱し 改良難し 多く必要
従業員	使用人員 少なくとも可	やや多く必要
飼育管理池	給餌方法 給餌の種類 稚エビ 成エビ 排泄物管理 稚エビ入尾数 容易 現在は配合餌を使用するも将来は生鮮餌の部分使用を含めて改良要 操作容易なるも注水に要注意 飼育管理難し(水深浅さを含む) " " " " 特に出荷期は難し 容易 150~200尾/㎡ (注) 換水6回転換算25尾~33尾/㎡以上の如く一見高密度養殖に見えるが、6回転換水換算により粗放式と同数となっているようである。 密殖により不良の恐れあり 2,000g~2,500g/㎡ 換水 6回転換算 333g~416g/㎡ 採捕容易 人工的のためやや悪し、改良に費用ややかさむ	やや難しく技術を必要とする。 現在は主として生餌を使用するも将来は配合餌を必要とする 操作やや難し やや容易 " " " " やや難し(水流により解決する) 25~35尾/㎡
飼育管理他	生産 取揚出荷 品質 維持費 動力揚水であり附属設備類多きため電力費高額	密度薄いため良好 250g~450g/㎡ やや難し 品質良好 水面プロペラ水流エアレーションのため電力費低廉
総合採算性	土地、池面積小なれど設備費と維持費高額のため、製品原価が高くなり加えて品質改良にやや原価高を招くこともあり採算性やや不良設備および維持管理方法に改良を加える必要あり	現在の価格であれば採算性やや良好

表式，廃止塩田跡地利用といった方式で，一面が千～数万㎡という広い養殖池を造成し，干満差による海水の交流により，補助的にはポンプによる注排水を利用して養殖するいわゆる粗放的な方法である。これに対してもう一つの方法は，鹿児島県内だけで行われている，陸上における大型の円形コンクリートタンク内で，ポンプアップした海水を連続して注排水し，配合飼料を給餌して高密度に養殖するという集約生産方式である。何れの方式にも一長一短があるが，松居暢夫は表3の通りにまとめている¹⁰⁾。

2) 今後の課題

水産物の中でも最高価格の食材を生産するという養殖業で，しかも，孵化してから6～10ヵ月すれば商品化出来るという，経営上からみればまたとないメリットを持っているが，設備に多くの資金を要すると同時に，技術的には高度なノウハウが特に要求される。養殖施設の設計から種苗の生産～養殖管理～出荷というそれぞれの段階で問題点が多いと思われるが，共通的なことだけ列記してみる。

(1) 人工種苗の種苗性の確保.....くるまえび養殖は他の魚種と異なり短期勝負型であるだけに，種苗の質は決定的なものになる。種苗生産に当たっては生産尾数だけにこだわるのではなく，養殖種曲としての「適性」を重視すべきである。

(2) 防疫対策の徹底.....鹿児島県内でも一部に大量斃死が発生しているが，ビブリオ菌やウイルスによる疾病は，養殖経営の危機を招く重大事である。安易に外国産の親エビや種苗を導入せず，さらに第3者が養殖場へ立ち入る際の防疫処置まで検討する必要がある。

(3) 養殖管理技術の再点検.....人工的に種苗を生産し，商品サイズまで一環して人為的にコントロールするだけに，その巧拙は直接経営を左右する。クルマエビの場合は水質環境だけでなく，生態的に潜砂習性を持つので，底面環境にも細心の注意が必要になる。えび養殖の原点に立ち返って再点検するべきである。

3. 参考文献

- 1) 大島泰雄・他(1994): 水産増・養殖技術発達誌，緑書房，65.
- 2) 橋高二郎(1971): クルマエビの養殖技術，浅海完全養殖，恒星社厚生閣，344.
- 3) 茂野邦彦(1969): クルマエビの養殖技術に関する諸問題，日本水産資源保護協会，1～93.
- 4) 熊本県水試(1972): 熊本県のクルマエビ養殖業，熊水試資料No.34.
- 5) 鹿児島県水試(1952): 車えび蓄養試験，昭和26年度 鹿水試事報，61.
- 6) 九万田一巳・他(1968): クルマエビ養成試験，昭和42年度 鹿水試事報，395.
- 7) 茂野邦彦・他(1969): クルマエビ配合飼料研究報告書，鹿児島水試，1～11.
- 8) 弟子丸修(1981): クルマエビの栄養と飼料に関する研究，鹿児島水試紀要No.13.
- 9) 藤田征作(1993): 鹿児島における陸上水槽でのクルマエビ集約養殖の研究開発，講演要旨.
- 10) 松居暢夫(1986): クルマエビ，浅海養殖，大成出版社，360.
- 11) 藤田征作・他(1969～'73): クルマエビ集約生産試験，昭和44～48年度 鹿水試事報.
- 12) 藤田征作・他(1975～'77): クルマエビ集約生産試験 - ~ ~ ，垂水増セ研報No.1～3.
- 13) 九万田一巳・荒牧孝行・北上一男(1974): クルマエビ養殖基礎試験-I，陸上タンクによるクルマエビ養殖の換水量とその成長，昭和48年度 鹿水試事報，31.
- 14) 九万田一巳・荒牧孝行・北上一男(1974): クルマエビ養殖基礎試験 - ，クルマエビ養殖資材「APネット」の利用効果試験，昭和48年度 鹿水試事報，32.
- 15) 武田健二(1974): クルマエビ養殖基礎試験 - ，害魚駆除基礎試験，昭和48年度 鹿水試事報，33.
- 16) 上田忠男(1974): クルマエビのVibrio感染症，昭和48年度 鹿水試事報，36.

(瀬戸口 勇)