

クルマエビ種苗量産技術開発研究－人工的有機懸濁物を使用した初期飼育

メタデータ	言語: Japanese
	出版者:
	公開日: 2025-04-24
	キーワード (Ja):
	キーワード (En):
	作成者: 今村, 茂生, 梶田, 拓治
	メールアドレス:
	所属:
URL	https://fra.repo.nii.ac.jp/records/2014056

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.



栽培技研, 1(2): 35~46, 1972

クルマエビ種苗量産技術開発研究： 人工的有機懸濁物を使用した初期飼育

今村茂生・梶田拓治

(瀬戸内海栽培漁業協会)

海洋の生物生産の基礎を溶存有機物と有機懸濁物質におく説が現在では一般的であり、それを根源として次第に高次の栄養段階へと発展していくと考えられる。西沢¹⁾は生体：デトライタス：溶存有機物中の炭素量は、ほぼ1 : 500 : 2500gC/m³ (北東太平洋P点水柱) になると推算し、デトライタス・溶存有機物の存在は海洋の潜在エネルギーの大きな貯蔵庫であることを論じている。また花岡^{2) 3)}は東京湾等の観測結果より、内湾の透明度深度から換算した懸濁物標量量の年平均値が湾内漁獲物の総重量と一定関係にあることを報告し、さらに貝、その他の水棲動物が餌料として水中の懸濁物に相当依存しているであろうと報告している。

安楽⁴⁾はデトライタスが動物プランクトンの餌料の一部になっていることを論じ、生成・分離・定量の技術確立の必要性を主張している。また井上⁵⁾は自然海で生物—(排せつ)—溶存有機物—(吸着)—デトライタス—(食物摂取)—生物という循環が新しい重要な考え方であることを示し、その実証研究が急務であることを主張している。現在ではE. R. BAYLOR, W. H. SUTCLIFFE⁶⁾が人工的に作ったデトライタスでアルテミアを成長させたという実験結果があるのみで他に報告をみない。安田⁷⁾・北森・小林⁸⁾はエビ、カニ、シャコ等の胃内容物はほとんどデトライタスであると報告しているのをみても、それは単なる飢餓食でなく、このような甲殻類の一般的な食餌となっていると考えられる。

以上のように海洋において動物の多くが、その幼生を含めて、有機懸濁物質を直接、あるいは間接的に利用して、そこにぼう大な生物生産の生態系を形成していると考えられる。それではこのような溶存有機物—有機懸濁物—生物生産という自然の仕組みを魚貝類の種苗生産に利用できないものであろうか。このような発想に立って、われわれはまず人工的に有機懸濁物質をつくることより出発し、これをクルマエビ幼生の飼育に使用して、餌料効果を裏付ける方法で、昭和43年頃からこの問題を追求してきた。そして最近になってようやく一応の成果を得たのでここに発表する。

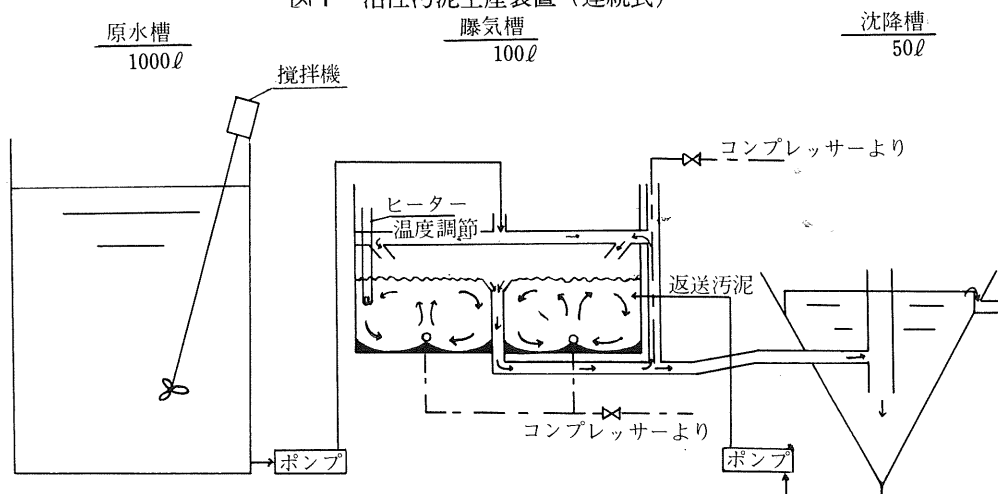
本実験の機会を与えていただいた前瀬戸内海栽培漁業協会常務理事内橋潔博士および実験の諸問題について終始有益なご指導をいただいた九州大学の花岡資博士・花岡悠氏に深く謝意を表す。またこの研究にご協力いただいた三井造船(株)技術本部藤永田研究所の野尻彦彰氏、久保淳氏、ならびに飼育実験装置作製にご尽力いただいた三井造船(株)技術本部玉野研究所機械研究室の諸氏、更に本実験の遂行にあたり、全面的にご支援いただいた玉野事業場の職員各位に厚くお礼を述べる。最後に本稿を発表するにあたり、ご校閲いただいた瀬戸内海栽培漁業協会常務理事大島泰雄博士に謝意を表す。

I 有機懸濁物質の製法

1) 有機懸濁物質を作るにあたって、現在廃水処理に広く用いられている活性汚泥法で生成する余剰汚泥を使用することから着手した。一般的に廃水処理の過程で生産される活性汚泥とは、生物化学的酸化反応により、有機物は水、炭酸ガス、硝酸塩等に分解される際に生ずる分解不能の無機物、未分解の有機物とその周囲に棲息している微生物群からなっている。

活性汚泥の生産装置を図1に示した。これは三井造船藤永田研究所が有している廃水処理プラントを本実験用に縮小したものである。運転方法は原水槽に汙過海水を入れ、有機物源を無機成分とともに攪拌機で溶解し連続的に一定量曝気槽内に送りこむ。曝気槽内に棲息繁殖する微生物群（細菌、原生動物など）の内生呼吸と異化作用に必要とする酸素の供給と、槽内を攪拌するために、コンプレッサーより空気を環状パイプのノズル（1mmφ）を通じ底部より吹きこむ。曝気槽内でつくられた微生物フロックは水と分離させるため沈降槽に入る。沈降した微生物フロックは常時一定量を曝気槽に返送する。餌料として使用する有機懸濁物質は曝気槽内より抜きだした浮游性の微生物フロックである。曝気槽内水温は $35 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 。

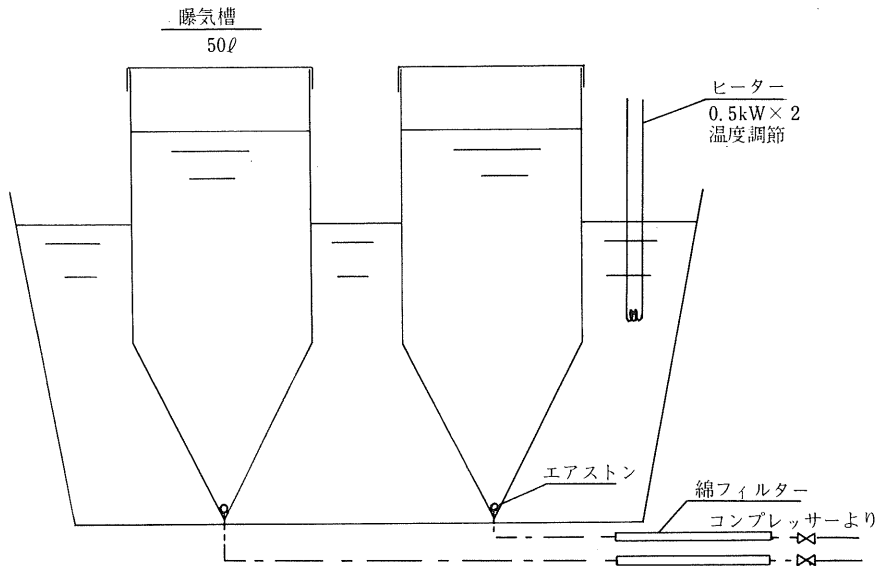
図1 活性汚泥生産装置（連続式）



2) 廃水処理プラントによる実験結果（後述）から更に発展し、図2に示した容器を用いて回分式によって有機懸濁物質を作った。生産容器は円筒型（底部円錐型）で塩化ビニール製。底部より3ℓ/minを通気し、攪拌と酸素の供給を行なった。水温は $35 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ に調節。有機物は1日に1回無機成分とともに投入し、餌料として用いた有機懸濁物質は有機物投入直前のものを使用した。コンプレッサーよりの空気は綿フィルターにより汙過した。

3) 有機懸濁物質の自然海での生成機構や形態については諸説があり、まだ不明の点が多く、ここでは融れない。また人工的に製造した有機懸濁物質についても製造過程の条件によって、有機粒子となったり、この粒子が微粒子となってフロック状態にならなかったり、微生物の死骸となったりする。ここでいう有機懸濁物質は、未分解の有機物質、バクテリア、原生動物等がフロック状態となっていて、飼育水槽へ投与することによりクルマエビ幼生に摂取され易い、即ち浮游性の状態となるように留意して生産されたものである。

図2 有機懸濁物生産装置（回分式）



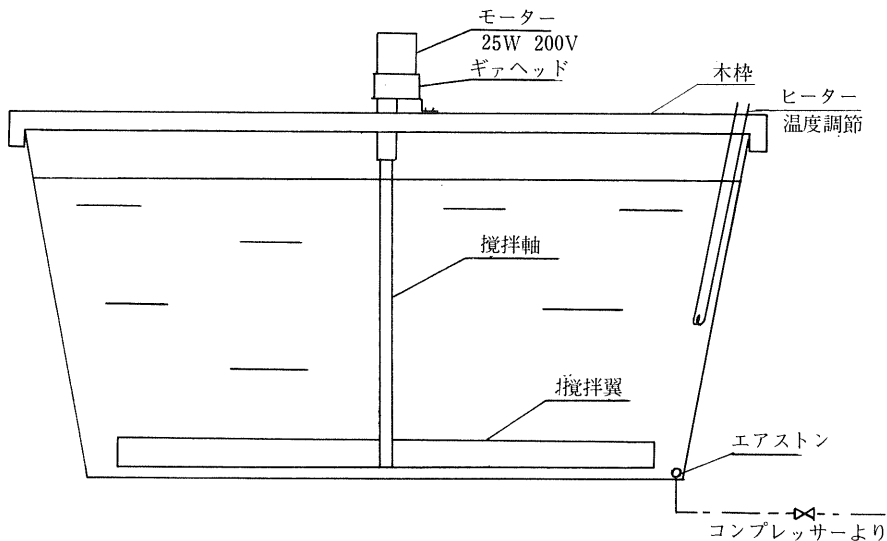
II 人工的有機懸濁物を餌料とするクルマエビ幼生の飼育実験

1 実験材料と方法

実験に供したクルマエビ幼生は、飼育水槽とは別の木製1m³水槽で、放卵からノウプリウス5～6期まで飼育したもので、収容にあたってはノウプリウス期の走光性を利用し、表面に浮遊したものを水とともに採集した。

飼育実験水槽を図3に示した。水槽は角型スレート製で有効容積は0.5m³、水温はパイプヒーターで28±0.5℃に調節し、1ℓ/minの通気を行なった。使用海水はすべて珪藻土濾過を行なった（5ミクロン以上の大きさのものは除去）。餌料として与えた有機懸濁物の沈降を防ぎ、餌料効果を高めるため飼育槽内を機械的に撹拌した。回転速度は翼周辺で25m/minとした。照度は

図3 飼育実験槽



白色蛍光灯で飼育水面上 200lux とした。収容密度は 2～3 万尾/0.5m³ とし、飼育期間はゾエア I 期確認より 125時間を基準とした。投与する有機懸濁物の量はあらかじめ予備実験を行ない、乾燥重量で 1～2g/day/0.5m³ とし、ゾエアに変態する直前より投餌を開始し、投餌回数は 1 日に 1 回とした。

2 結 果

実験Ⅰ 図 2 の廃水处理プラントによって作った有機懸濁物をクルマエビのゾエア期に与えた飼育結果を表 1 に、また生産条件を表 2 にとりまとめた。

表 1 実験Ⅰの結果 (1970年)

	第 1 回 実 験		第 2 回 実 験		第 3 回 実 験		第 4 回 実 験	
区	歩留 %	ミシス %	歩留 %	ミシス %	歩留 %	ミシス %	歩留 %	ミシス %
A	69.9	5.8	40.5	Z ₂ で斃死	0	Z ₁ で斃死	0	Z ₁ で斃死
B	88.4	88.8	23.9	Z ₂ で斃死	15.6	Z ₂ で斃死	2.2	Z ₂ で斃死
C	89.4	91.2	52.4	0	0.7	Z ₂ で斃死	5.2	Z ₃ で斃死
備 考	130 時間飼育 6月7日～6月12日まで		130 時間飼育 6月25日～6月30日まで		120 時間飼育 7月10日～7月15日まで		120 時間飼育 7月28日～8月2日まで	

	第 5 回 実 験		第 6 回 実 験		第 7 回 実 験	
区	歩留 %	ミシス %	歩留 %	ミシス %	歩留 %	ミシス %
A	0	Z ₁ で斃死	少	Z ₂ ～ ₃ で斃死	0	Z ₁ ～ ₂ で斃死
B	0	Z ₁ で斃死	0	Z ₂ で斃死	少	Z ₃ で 14.0%, M ₁ に変態せず
C	0	Z ₃ で 43.1%, M ₁ に変態せず	少	Z ₂ ～ ₃ で斃死	0	Z ₁ ～ ₂ で斃死
備 考	125 時間飼育 8月7日～8月12日まで		125 時間飼育 8月28日～9月2日まで		125 時間飼育 9月7日～9月12日まで	

注) 収容尾数 : 2.5 ～ 3 万尾 / 0.5 m³

表 2 実験Ⅰの生産条件

第 1 回実験～第 5 回実験

区	有機物源	原 水 濃 度	BOD ₅ 容積負荷	無 機 成 分	通 気 量	滞留時間
A	グルコース	BOD ₅ 150 ppm	3.0kg/m ³ /day	BOD ₅ : N : P = 100 : 5 : 1	100 ℓ/min	2.4
B	グルコース	BOD ₅ 150 ppm	2.0kg/m ³ /day	BOD ₅ : N : P = 100 : 5 : 1	100 ℓ/min	3.6
C	グルコース	BOD ₅ 150 ppm	1.0kg/m ³ /day	BOD ₅ : N : P = 100 : 5 : 1	100 ℓ/min	7.2

第 6 回実験～第 7 回実験

区	有機物源	原 水 濃 度	BOD ₅ 容積負荷	無 機 成 分	通 気 量	滞留時間
A	廃 糖 蜜	BOD ₅ 450 ppm	3.0kg/m ³ /day	な し	100 ℓ/min	3.6
B	廃 糖 蜜	BOD ₅ 300 ppm	2.0kg/m ³ /day	な し	100 ℓ/min	3.6
C	廃 糖 蜜	BOD ₅ 150 ppm	1.0kg/m ³ /day	な し	100 ℓ/min	3.6

第 1 回実験では BOD₅ 容積負荷 1.0kg/m³/day (1 m³の曝気槽に対し、1 日に流す有機物の量が BOD₅ で 1.0kg ということである) の C 区が 90% 近くの歩留りで、ミシス変態率も 90% を越えた。しかし実験の回を重ねるにしたがって飼育結果が悪くなり、ゾエア初期で斃死するものが多かった。またゾエア 3 期まで変態しても非常に小さく、ミシス期に変態せずに斃死した。この原因として有機懸濁物の質の変化、つまり、生物相、フロックの形態、栄養価等を一定に保つことができなかったためと思われる。

BOD₅ 容積負荷 3.0kg/m³/day のC区では爆気槽内滞留時間が短かったことと、BOD₅ 容積負荷が高かったため、第3回～第5回実験ではバルキング状態（通常曝気不足の状態が続くといわれるバルキングをおこし微生物のフロック形成が正常に進まず、また既存のフロックが崩壊し、有機性の微粒子となり沈降槽内の水の清澄度が落ちて水質が悪化すること）で流出量も多く、曝気槽内有機懸濁物質の濃度も低く、有機物は十分分解されていなかったと思われる。生物相は大小2種の糸状菌にバクテリア、プロトゾアが付着し、あるいは単離して、フロックを形成していた。

BOD₅ 容積負荷が高くなるに従って単離バクテリアが増し、フロックも小さく、飼育槽へ投与後の凝集速度もおそかった。有機物源としてはグルコースの方が良く、癩糖蜜は褐色の色素が残り、造られた有機懸濁物も褐色となり、表3に示したようにCODも高くなった。平板培養によってコロニーの形態により分類したバクテリアのパターンを表4に示した。

表3 飼育槽内COD, BOD

第4回実験

区	COD			BOD ₅		
	7月26日	7月30日	8月3日	7月26日	7月30日	8月3日
A	5.06 ppm	5.60 ppm	5.36 ppm	0.70 ppm	0.85 ppm	0.77 ppm
B		4.93	4.24		0.69	0.31
C		4.75	5.23		0.39	1.88

第6回実験

区	COD			BOD ₅		
	8月26日	8月30日	9月2日	8月26日	8月30日	9月2日
A	3.11 ppm	4.08 ppm	6.74 ppm	1.12 ppm	1.25 ppm	1.11 ppm
B		4.22	6.16		0.87	0.13
C		6.94	6.37		1.36	1.18

注) COD: KMnO₄ アルカリ法、15分酸化法
BOD₅: ウィンカラーアジ化ナトリウム変法

以上の実験は廃水処理のプラントをそのまま使用し、有機懸濁物を造り餌料効果を確かめた結果であるが、このような流水式プラントではクルマエビ幼生の飼育に有効な有機懸濁物質を安定して得ることは困難と思われる。

実験Ⅱ 飼育結果を表5に、生産条件を表6に示した。BOD₅ 容積負荷 1.5kg/dayの3区が良く、4回の実験を通じて平均80%以上の歩留りを示した。この生産条件での生物相は、実験Ⅰでは糸状菌、原生動物が多かったのに対し、単離のバクテリア、放線菌が比較的に高い優占度を示した。またバクテリアのパターンも実験Ⅰと大きく異った。BOD₅ 容積負荷 0.1kg～0.5kg/m³//day および2.0kg/m³/day の生産条件で同時に飼育実験を行なったが、BOD₅ 容積負荷 0.1～0.5 kg/m³/day の場合のゾエア初期で全部斃死した。この場合の生物相は実験Ⅰに近く、大型の原生動物が多く、バクテリアは少なかった。BOD₅ 容積負荷 2.0kg/m³/day の生産条件による回分式運転は有機物が分解される前に腐敗し、運転が困難であった。しかし回分式によるものは一般に有機懸濁物質の大きさも実験Ⅰより微細で、凝集速度もおそく、ゾエア期に容易に摂餌されたものと思われる。

表4 有機懸濁物質の生産槽内バクテリア相

区	第1回実験			第5回実験			第6回実験			回分式第2回実験			回分式第3回実験		
	A区	B区	C区	A区	B区	C区	A区	B区	C区	1区	2区	3区	1区	2区	3区
1	17	3	11	27	32	32		23	1		42				
2	4	15	4	2	5	25						29			1
3	19	33	15	3	4	6	2	1	18		17	71	7		8
4							181	29	34	12			5		
5							多し	30							
6							5		10						
7							3								
8							2								
9										93	28	12	18		1
10												11			6
11															
12															
13															

区	200トンクルマエビ 生産槽 自然海水 使用			200トンクルマエビ 生産槽 濾過海水 使用			回分式第4回実験				
	ノリス リウス	ゾエア 1～2	ゾエア3 ～ミシス1	放卵前	ノリス リウス	ゾエア3	1区	2区	3区	4区	5区
1	2										
2				2	4		4		2	2	
3	6	1	2	15	53	61	8	2	8	12	10
4						40				4	9
5											
6				8							
7					11	4					
8				3	3						
9											
10	19	68	69								
11							105	94	178	138	166
12			20				80		70	120	50
13							5	4	5		

(注) 区は平板培養したコロニー形態により分類、表中の数字はコロニー数

表5 実験Ⅱの結果(1970年)

区	第1回実験		第2回実験		第3回実験		第4回実験	
	歩留%	ミシス%	歩留%	ミシス%	歩留%	ミシス%	歩留%	ミシス%
1	86.1	76.8	85.0	53.2	60.1	56.2	2.4	0
2	69.6	37.6	76.1	47.7				
3	89.5	20.9	93.0	13.5	95.0	65.8	72.2	62.8
備考	125時間飼育 7月28日～8月2日まで		125時間飼育 8月7日～8月12日まで		125時間飼育 9月7日～9月12日まで		125時間飼育 9月28日～10月3日まで	

表6 実験Ⅱの生産条件

区	有機物源	BOD ₅ 容積負荷	無機成分	通気量
1	グルコース	0.75kg/m ³ /day	BOD ₅ :N:P=100:5:1	3ℓ/min
2	グルコース	1.0 kg/m ³ /day	BOD ₅ :N:P=100:5:1	3ℓ/min
3	グルコース	1.5 kg/m ³ /day	BOD ₅ :N:P=100:5:1	3ℓ/min

実験Ⅲ 実験Ⅱにおいて回分式でBOD₅容積負荷 1.5kg/m³/dayの生産条件が比較的良好ことがわかったので、この条件で有機懸濁物をつくって同様の飼育実験を行ない、更に最適の生産条件を検討した。飼育結果を表7に示した。

1区から4区までは歩留り80%以上で、特に4区はほとんど100%に近かった。ミシス期変態率も118時間で80%以上で、実験終了翌日にはゾエア期は見られず、すべてミシス期に変態していた。5区は歩留りで他区に比べ劣っていたが成長が早く、118時間でミシス2期が見られた。生産条件を表8に示した。

BOD₅汚泥負荷〔乾燥重量にして1kgのMLSS (Mixed Liquor Suspended Solid) に対し、有機物をBOD₅でいくら流すかとい

うこと〕は0.3~0.5kgBOD₅/kgMLSS/dayと大きな差が無く、平均0.39kg BOD₅/kgMLSS/dayであった。有機懸濁物質の各区増殖量を表9に示したが、乾燥重量にして平均5.4g/day/50ℓで、これは有機物のBOD₅総量の7.2%であった。曝気槽内のCODの変化を図4に示したが、CODでは約9%の増加であった。

表7 実験Ⅲの結果

区	飼育槽No	歩留%	ミシス%	終了時ステージ
1	1	88.0	81.2	Z ₃ ~M ₁
	2	90.5	80.5	"
2	3	93.3	63.4	Z ₃ ~M ₁
	4	100.0	78.6	"
3	5	100.0	93.5	Z ₃ ~M ₁
	6	94.7	91.8	"
4	7	100.0	94.1	Z ₃ ~M ₁
	8	100.0	82.4	"
5	9	79.2	97.8	Z ₃ ~M ₂
	10	68.0	100.0	M ₁ ~M ₂

(注) 飼育水温: 28±0.5℃
 投餌量: 1g/DW/day
 ゾエア確認より118時間で実験終了
 1971年6月9日~6月13日まで

表8 実験Ⅲの生産条件

区	有機物源	BOD ₅ 容積負荷	BOD ₅ 汚泥負荷	無機成分	通気量
1	グルコース	1.5kg/m ³ /day	0.42kg/kgMLSS/day	BOD ₅ :N:P=100:5:1	3.3ℓ/min
2	グルコース	1.5kg/m ³ /day	0.31kg/kgMLSS/day	BOD ₅ :N:P=100:5:1	2.8ℓ/min
3	グルコース	1.5kg/m ³ /day	0.40kg/kgMLSS/day	BOD ₅ :N:P=100:5:1	3.6ℓ/min
4	グルコース	1.5kg/m ³ /day	0.47kg/kgMLSS/day	BOD ₅ :N:P=100:5:1	3.3ℓ/min
5	グルコース	1.5kg/m ³ /day	0.33kg/kgMLSS/day	BOD ₅ :N:P=100:5:1	2.5ℓ/min

有機懸濁物質の元素分析した結果を表10に示した。餌料効果は単に栄養価のみが要因ではないが、クルマエビ幼生には高たんぱく餌料が良いと思われる。

表 9 有機懸濁物増殖量

月日\区	1	2	3	4	5	平 均
5/29	2 680 ppm	2 900 ppm	2 330 ppm	2 890 ppm	2 270 ppm	
6/ 3	2 760	3 720	3 110	2 530	2 960	
6/ 5	3 290	4 060	3 499	2 638	3 640	
6/ 8	5 020	4 690	4 080	3 120	3 700	
6/11	3 630	4 790	3 800	3 290	4 640	
6/13	4 130	5 380	3 890	3 660	3 880	
増殖量	4.8g 乾重量 /day/50 ℓ	8.9g	5.2g	2.6g	5.4g	5.4g 乾重量 /day/50 ℓ

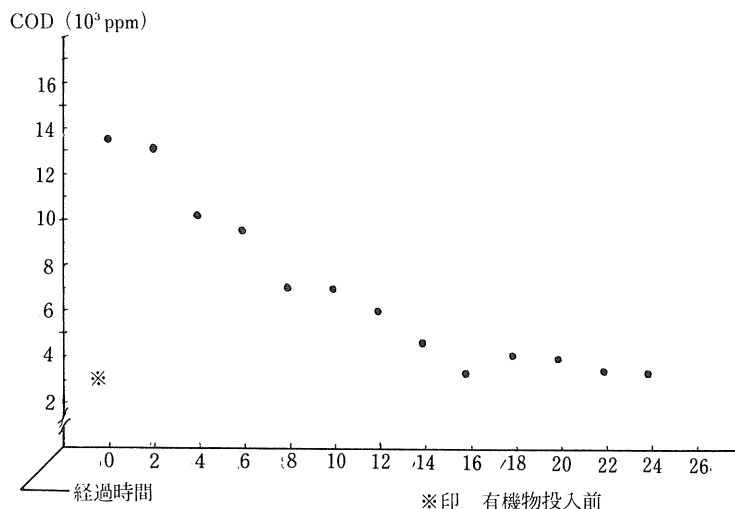
表10 有機懸濁物質の元素分析結果*

	C %	H %	N %	A sh %	C . P . P	C/N
実験Ⅲ 2区	39.92	6.22	7.95	12.29	56.65	5.02
実験Ⅲ 5区	39.50	6.12	7.74	15.44	57.21	5.10
実験Ⅳ 4区	45.53	7.00	6.63	3.77	43.06	6.87
実験Ⅳ 6区	43.81	6.69	7.57	7.06	50.91	5.79

註) Crude Protein Percentage (C.P.P) = $\frac{N \times 6.25(\%) }{100 - Ash(\%) } \times 100$

*九州大学分析センターに依頼分析

図 4 曝気槽内CODの変化



実験Ⅳ 実験Ⅱ、Ⅲで良い結果が得られたBOD5容積負荷1.5kg/m³/dayの生産条件をスケールアップして、有効容積 350ℓの同様の装置で有機懸濁物をつくり、0.5m³の餌育槽で実験を行なった。ただし無機成分は実験Ⅱ、Ⅲの½量とし、同時に無機成分を全く投与せず有機懸濁物をつくり、餌育結果におよぼす影響を検討した。

飼育結果を表11に示した。スケールアップした結果は歩留で80%以上であったが、成長にや

や時間がかかり、すべてがミシス期に変態するのに 170時間を越えた。無機成分を使った 6 区と使わなかった 4 区、5 区との大きな差はなく、ただ有機懸濁物質の増殖量は無機成分を使わなかった場合少なかった。飼育結果全体は実験Ⅱ、実験Ⅲより歩留り、成長とも悪かった。この原因が餌料要因によるのか、それとも実験に供した幼生が、9月下旬の親エビより得られたということによるのか不明である。

表11 実験Ⅳの結果

区	歩 留 率	ミ シ ス 率	終 了 時 ス テ ー ジ	有機懸濁物の生産条件の特徴
1	90.7	76.9	Z ₃ ~ M ₁	スケールアップ
2	85.4	54.3	Z ₃ ~ M ₁	スケールアップ
3	84.8	16.9	Z ₃ ~ M ₁	スケールアップ
4	84.0	9.5	Z ₃ ~ M ₁	無機成分を使わず
5	58.9	18.0	Z ₃ ~ M ₁	無機成分を使わず
6	73.5	31.1	Z ₃ ~ M ₁	BOD ₅ : N : P = 100 : 5 : 1

(注) 投餌量：1 g/DW/day
ゾエア確認より 154 時間で実験終了
1971 年 9 月 23 日～9 月 29 日まで

飼育槽内のアンモニア態-Nと亜硝酸態-Nの日変化を図5、図6に示した。ここで顕著なのは無機成分を使わなかった4区が、アンモニア態-N、亜硝酸態-Nの値が低かったことである。5区の方は亜硝酸態-Nの値だけが低くでた。曝気槽内pHの変化を図7に示した。1～4区までがpH4前後と低く、飼育結果と比べてみると pH 値の低い方が良かったことがわかる。

図5 飼育槽内アンモニア態-Nの日変化

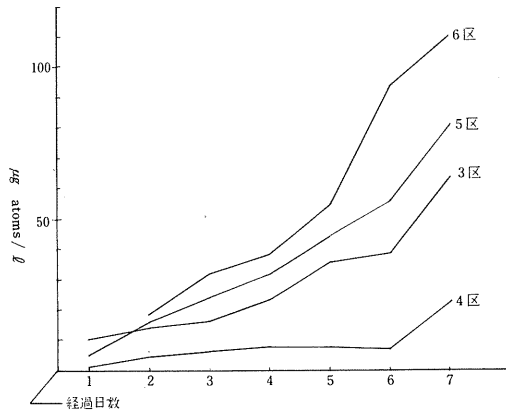


図6 飼育槽内亜硝酸態-Nの日変化

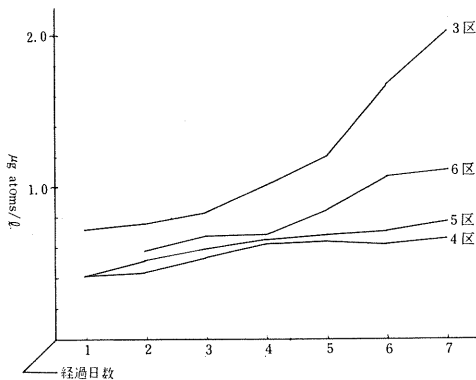
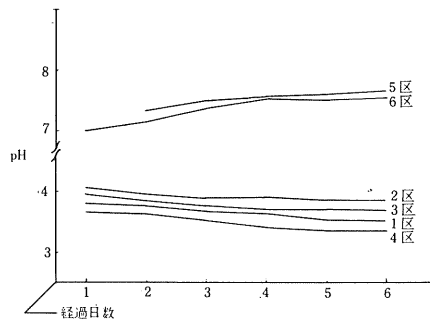


図7 曝気槽内pHの日変化



実験Ⅴ 実験Ⅲの飼育をそのまま継続してポストラバまで飼育した。餌料は有機懸濁物をそのまま投与した場合と、従来使われているアルテミアを投与した場合を比較してみた。

結果を表12に示したが、実験区1と3の有機懸濁物は十分ポストラーバまで飼育可能であった。しかしアルテミアを投与した場合よりやや成長、歩留りとも悪かった。いずれにしても有機懸濁物がポストラーバの餌料にもなりうることがわかった。

表12 Post larvaまでの飼育

区	飼育槽No	実験開始時 stage	餌料	歩留%	Nauplius からの歩留%	終了時 stage	Post larva 出現日
1	1	Z ₃ ~ M ₁	有機懸濁物質	62.8	55.3	M ₃ ~ P ₁	6/18
1	2	Z ₃ ~ M ₁	アルテミア添加	100.0	90.8	P ₂	6/17
2	3	Z ₃ ~ M ₁	アルテミア添加	100.0	100.0	P ₁	6/18
3	5	M ₁	有機懸濁物質	91.5	91.5	P ₁	6/18
3	6	M ₁	アルテミア添加	97.8	92.6	P ₁ ~ P ₂	6/17
4	7	M ₁	アルテミア添加	100.0	100.0	P ₁	6/17
5	9	M ₂	有機懸濁物質	12.0	9.2	P ₁ ~ P ₂	6/16
5	10	M ₂	アルテミア添加	89.1	60.6	P ₂	6/16

(注) 1971年6月13日～6月19日まで

3 考察

以上の実験結果より実験Ⅰでは廃水処理プラントをそのまま用いたが、これは流水式であり、曝気槽内の生物相も常に変化している。廃水処理の場合は生物相が変化しても、目的とする廃水中の有機物が分解されれば良く、従ってこの種の方式によっては特定の生物相を一定に保つことは困難であると考ええる。また、廃水処理プラントの条件としては汚泥の沈降性が重要であり、その運転可能な範囲も限られてくる。クルマエビゾエア期の飼育実験では餌料として有効な結果が得られなかったが、併行して行なった別の実験では *Capitella capitata*, *C. Japonica*, *C. Kitamori* 等の多毛類の培養に良い結果が得られたので、目的を換えて使用すれば有効に利用できるものと思われる。

実験Ⅱ、Ⅲの回分式で作った有機懸濁物は非常に良い結果を示し、藤永等⁹⁾がスケルトネマで飼育した結果より成長が良い場合もあった。本実験の回分式生産方法は一般発酵工業の手法と異なり、変則的であったが、ほぼ安定した良い結果が得られた。24時間変則回分式(24時間毎に有機物を投与し増殖量を引きぬく)の最適生産条件として、有機物源はグルコース、BOD₅容積負荷1.5kg/m³/day、濃度200～400ppm、BOD₅:N:P=100:2.5～5:0.5～1、通気量2～3ℓ/min/50ℓであった。

表4に示したバクテリアの分類はHerpstの人工海水に一般海洋細菌培養培地を使い、20℃48時間培養の結果である。培養は平板培養でコロニーの形態により分類した。クルマエビ幼生の飼育結果の良かった場合と悪かった場合では明らかに差があり、タンク内水質制御の一つの指標として今後の問題提起となろう。関¹⁰⁾は、バクテリアが単一種では餌料効果がなく、数種の混合投与によってはじめて餌料として有効となることを主張しているが、単に餌料としてのみでなく、筆者等は複合されたバクテリア相(heterotrophic生物)は水質環境制御にも重要な役割を果たしていると考えている。

栄養的に見ると粗たんぱく50～55%の場合が結果的に良かった。従来餌料として利用されてきた珪藻類のたんぱく含量は30～40%¹¹⁾であり、他方飼育の結果の悪かった場合にたんぱく含量が40%程度で、C/Nも10を越えていたことを考えると、有機懸濁物の場合にも高たんぱくの方が餌料価値があると言える。

有機懸濁物質のフロックの大きさは測定できなかったが、実験Ⅰでは比較的大きく、飼育槽

内でさらに凝集し槽壁にもかなり付着した。実験Ⅱ,Ⅲでは小さく、凝集もおそく容易にゾエア幼生に捕食されたと考えられる。

有機懸濁物質の増殖量はNo.5 Aの汙紙で汙過し、水洗後乾燥させて計量したが、バクテリア類はほとんど汙紙に残らないので、平均5.4g/50ℓの増殖量より多いと思われる。

今、増殖量を5.4g/50ℓとし、200トン水槽で1000万尾のクルマエビ幼生を飼育する場合を考えると、有機懸濁物質の必要量は330 g/dayとなる。これは水槽内にauto trophic生物が全く存在しないと仮定した場合であるが、現在の飼育方法ではこの仮定は成立しないから実際にはもっと少量で良いであろう。この場合の有機懸濁物生産タンクの容量は約3m³で足り、施設費を除いた材料費は約560円/dayとなるので十分採算はとれると言える。

今回有機懸濁物質を使ってクルマエビのポスラーバまでの飼育を試みたが、現在使われているアルテミアに代わる可能性も十分ある。今後は各ステージに合った有機懸濁物質を造る必要がある。

梶田¹²⁾は自然海の生産力の向上のためには種苗を量的に確保することの重要性を指摘し、更に工場的機械生産方式による種苗生産方式の確立が必要であることを主張している。現在、種苗生産に用いる餌料はほとんど自然に依存している度合いも高く、安定した量を確保する技術もまだ完成されていない。有機懸濁物質を今後あらゆる種苗生産に直接、あるいは間接的に利用し、生産の向上に役立てることが望まれる。有機懸濁物質は人為的に制御しやすいため、auto trophic生物より安定して供給できる利点があり、更に利用方法を検討する必要がある。

Ⅲ 要 約

1. 海洋の基礎生産力の中で有機懸濁物質の存在の意義が重要であり、その裏付けとして人工的に有機懸濁物質を造り、クルマエビ幼生の飼育を試みた。
2. 廃水处理プラントによって造られた有機懸濁物はクルマエビ幼生に対しては有効でなかった。
3. 回分式プラントで造られた懸濁物質はクルマエビ幼生に対して有効で珪藻類など他のauto trophic生物餌料がなくともポスラーバ初期まで飼育可能であった。
4. 有機懸濁物質をクルマエビに投与する場合1000万幼生に対し、乾燥重量で330g/dayを必要とするが、コストは1日約560円である。

文 献

- 1) 西沢敏 (1966) 海中懸濁物, デトライタスから共棲小宇宙まで (総説), 日本プランクトン研究連絡会報, 13
- 2) 花岡資 (1952) 内湾生産力の標示について, 内海区水産研究所報告, 1
- 3) 花岡資 (1955) 水面生産力の問題, 内海区水産研究所報告, 8
- 4) 安楽正昭 (1963) 撓脚類の食性について (総説), 日本プランクトン研究連絡会報, 9
- 5) 井上直一 (1969) マリンスノー, 海洋科学, 1 (4)
- 6) E.R. Baylor and W.H. Sutcliffe (1963) Dissolved organic matter in seawater as a source of particulate food. Limnol. Oceanogr.
- 7) 安田治三郎 (1967) 瀬戸内海のエビ類の食性に関する研究, 市邨学園短期大学自然科学研究会, 業績番号12
- 8) 北森良之介・小林真一 (1958) 藻場の生態学的研究, 内海区水産研究所報告, 14
- 9) 藤永元作・橘高二郎 (1966) クルマエビ幼生の変態と餌料. 日本プランクトン研究連絡会報, 13

- 10) 関 文威 (1966) バクテリアのプランクトンに対する餌料価値 (総説), 日本プランクトン研究連絡会報, 13
- 11) 小山忠四郎 (1969) 海洋の有機化学, 海洋科学, 1(4)
- 12) 梶田拓治 (1969) クルマエビ種苗の量産と放流, 水産増殖, 16(6)