

種苗生産における機械攪拌の効果について

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: 赤沢, 能久 メールアドレス: 所属:
URL	https://fra.repo.nii.ac.jp/records/2014064

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



種苗量産における飼育水の攪拌装置とその効果について

赤 沢 能 久

(瀬戸内海栽培漁業協会・玉野事業場)

種苗生産技術のうちの重要事項として、飼育水を好適な環境条件をもつように維持する方法を確立することが挙げられる。とくに溶存酸素の必要量を保持し、また飼育中に生ずる窒素代謝物あるいは餌の残渣などの分解が障害とならないように好気性環境を維持することが大切である。従来、このために通気、人力による飼育水の攪拌(2~3回/日)、底掃除などの方法が採用されていたが、生産規模が拡大されるとともに上記の環境維持に加えて、対象生物やそれに与えられる餌料が水槽中に一様に分布させる必要から、飼育水を常に流動攪拌することが問題となってきた。他方、玉野事業場ではクルマエビ種苗生産の餌料として微生物フロックを開発したが、同時に水槽に攪拌装置を設備して昭和40年度から本格的にその量産が行なわれている。この点についてはすでに、今村・梶田(1972)* によって本誌で報告されておりである。

上記の玉野事業場が大型水槽に設備した攪拌装置については、その後飼育水の流動状態を更に改善するため、若干の改良を加えたが、本文ではこれらの攪拌装置を紹介するとともに、通気による飼育水の流動攪拌とを対比してその効果を検討することとする。

本実験の機会ならびに諸問題について終始有益なご指導を頂いた瀬戸内海栽培漁業協会参事梶田拓治氏に謝意を表す。更に本実験の遂行にあたり、全面的にご支援を下された当场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、懇切なご校閲を賜った瀬戸内海栽培漁業協会常務理事大島泰雄博士に深謝の意を表す。

1 飼育水の流動攪拌装置の構造

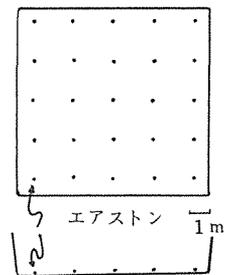
ここでは装置を通気方法(A)と機械的攪拌方法(B)に大別し、更に後者については新設当初の型(B-1)と最近に改良を加えた型(B-2)にわけて説明する。

A 通気装置 現在、底面積(10×10)m²の水槽に球形のエアストーン25個を固定して送気している。固定方法は図1に示すように側壁面に接する16個は壁面に対して約80cmの間隔を置き、またそれぞれのエアストーンの間隔は約2mとした。なお、送気管には内径4mmのビニール管を用いている。

B 機械的攪拌装置 今村・梶田は大型タンク(200トン正方形)に設備する機械的攪拌装置の設計を次の条件で行なった。

(1)攪拌翼の長さ：角型水槽の場合、1辺の長さの8割以上。

図1 通気装置におけるエアストンの配置



*今村・梶田拓治(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, 栽培技研. 1(2), 35~46

- (2) 攪拌翼の周辺速度：約25m/minが最も良い。この速度は回転数1回/minに当る(表1参照)。
- (3) 水槽底面と攪拌翼下側との間隔：5～10cmが適当。
- (4) 攪拌翼の幅：200mmのリップ溝型鋼板を用い、凹部の背面を回転方向に向ける。
- (5) 連動シャフトの軸受け方法：リグナムバイダー（船舶機関シャフトの軸受け方法）を用いるのが適当
- (6) 通気量：2ℓ/min/トンが適当。

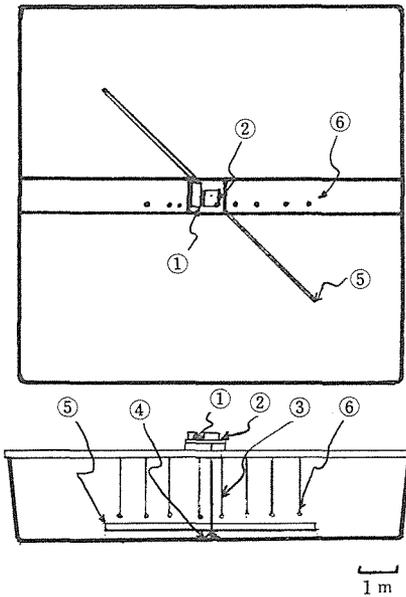
表1 攪拌翼の周辺速度

	回転数	翼の周辺速度	流速(翼の周辺)
最高	$\frac{3}{4}$ r.p.m	56.52m/min	15 cm/min
最低	$\frac{1}{2}$	12.56	4
最適	1	25.12	6

200トン大型水槽（底面積 $(10 \times 10) \text{ m}^2$ ）に設備された攪拌装置は、ほぼ上記の条件で、設計され、図2に示すとおりである。水槽上部の中央には200mmアングルを組み合わせて作った幅70cmの固定橋が渡されており、その中央部に無段変速モーターとギヤーボックスを組み合わせて置き回転シャフトに連結してある。水槽底面と攪拌下側との間隔は自由に調節することができる。水槽底は注水側から排水側にかけて約 1° の傾斜角があるため、実際には攪拌翼の先端では水槽と5cm、中央排水部付近では15cmの間隔がある。

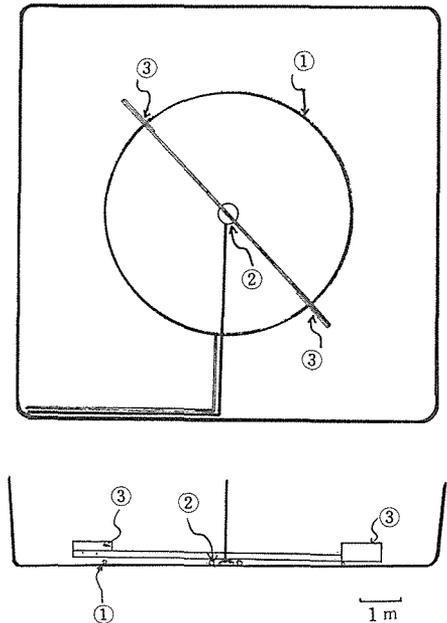
上記の攪拌装置(B-1型)には酸素を補給するため、固定橋に沿って両側にそれぞれ3～5個、計6～10個のエアストンを垂下し、攪拌翼にできるだけ近づけて（水槽底から約50cm上）

図2 機械攪拌装置 (B-1型)



- ① 無段変速モーター ② ギヤーボックス ③ 連動シャフト
- ④ 軸受け ⑤ 攪拌翼 ⑥ エアストン

図3 機械攪拌装置 (B-2型)
(通気附帯設備を添付)



- ① 外側通気パイプ ② 内側通気パイプ ③ 抵抗翼

送気している。

昭和47年になって、更にB-1型に下記の改良を加えた。

(1)200mmリップ溝型銅板の先端に幅100 cm、縦30cmの塩化ビニール製(厚さ8mm)の抵抗翼を取付ける。(2)垂下式送気法を改め、塩化ビニール管(口径16mm)に10cm間隔に送気口(口径1mm)を開けて、図3に示すように内輪と外輪の形に水槽底に固定した。内輪送気管の円周は1.9mで、外輪の円周に対して $\frac{1}{2}$ に当る。また外輪の取付け位置は抵抗翼の直下に当る。上記の改良点の目的は、いづれも溶存酸素要求量の増加に対応させることに重点が置かれているが、(1)についてはとくに飼育水の水槽中心部における流動を補足することを併せて考えた。

2 大型種苗生産施設における他の飼育条件

生産の対象となる水産動物の種類によって飼育水の流動あるいは攪拌のしかたは多少異なってくると考えられるが、ここではこれまで実施してきたクルマエビの種苗生産と関連する飼育条件のもとで、上記の攪拌装置を検討するのであるから参考のために、これらの諸条件の主要な点を次に要約しておく。

(1)大型水槽(200トン、6面)は鉄骨の上屋内に施設されており、その屋根は青色のファイロン製波板が全面に用いられている。屋内照度は現在、屋外の約30%に低下している。

(2)飼育に用いられる海水は屋外に一時的に貯水されてから、施設内に給水される。取水の際濾過は行っていない。

(3)クルマエビの種苗生産には、ノウプリウス期からミス期にかけての飼育初期には水槽の水容積を100~150トンとし、その後必要に応じて海水を添加して最終的に200トンになるように飼育水を調整している。ゾエア期~ミス期の期間には一部換水することもあるが、流水方式はポストラバ以降に行なわれている。

(4)餌料およびその投与方法を略記すると次のとおりである。微生物フロックの投与はノウプリウス期~ミス期2日目の期間で、投与期間は7~10日である。ラインシュリンプ・ノウプリウスの投与はゾエア期3日目からポストラバ2日目の期間を基準としており、碎細したアサリ肉およびアミの投与はポストラバ20日目~最終日の期間としている。

3 各攪拌装置における飼育水の流動状況

(1)通気装置、A型 飼育水はそれぞれのエアストーンから送気される気泡の上昇によって攪拌される。とくにエアストンの数および配置と送気量によってその流動状態が変化する。前記の大型水槽における、与えられた条件下の飼育水の流動状態を模式的に図4に示した。飼育水は主としてそれぞれのエアストーンから上昇する気泡の分布範囲で上昇流が起り、その流速は飼育水の表層で最も早く3~5cm/sec程度であって、水槽全体にわたる飼育水の流動がみられない。

(2)機械的攪拌装置、B-1型 この場合の飼育水の流動状態は、図5に模式的に示したように、回転シャフトを中心とした流動域と側壁に沿う流動域とに大別され、また水槽の4隅によどみが生ずる。前者は送気量の多少によって流速が変わるが、たとえば送気量50ℓ/min/個の場合には、表層で4~5cm/secであり、回転シャフトに近い攪拌翼下で最も遅く0~2cm/sec程度であった。後者の最大流速は6~8cm/secである。また、これとは別に、全く送気を行なわない時には、前者では最高0~3cm/sec、後者では4~5cm/secで、かなり流速が低下する。したがって、この場合の送気も飼育水の攪拌にかなり関与していると考えられる。

図4 通気装置における飼育水の流動

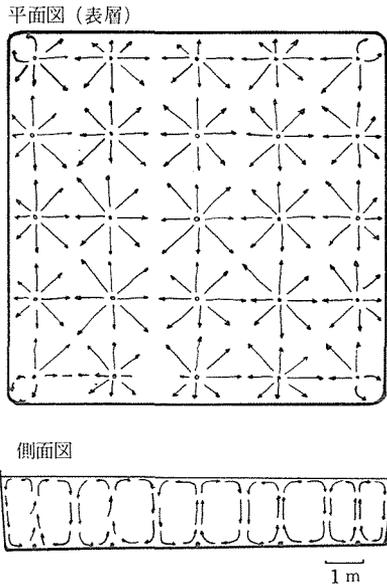
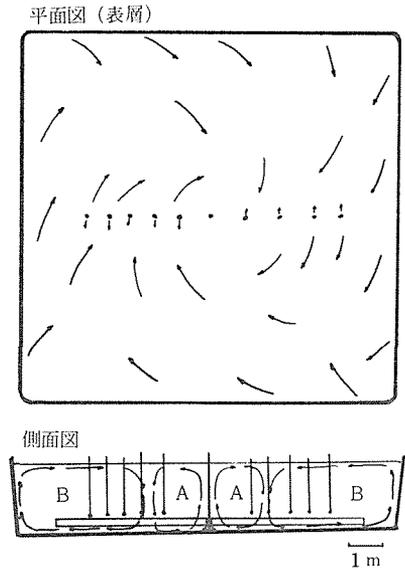
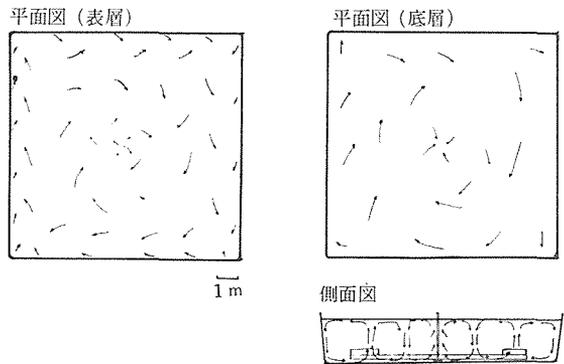


図5 機械攪拌装置B-1型における飼育水の流動状態



(3) 改良型攪拌装置, B-2型 この場合にも, B-1型と同様, 流動状態の異なる内外2域ができる。しかし, 図6が示すように, それらの様相はB-1型とは異なっている。外側の流動域は攪拌と通気による流動が合流して上昇流となり, 更に側壁に向う水流と内側に向う水流とに分かれる。その表層における最高流速は8~12cm/secとなっており, 最も遅いところでも4~5cm/secが測定された。これに対して, 内側の流動域は回転シャフトを中心に定着された半径30cmの送気管からの通気によって攪拌された水が上昇し, 表層付近で放射状に分流し, 更に外側の流動域とぶつかって下方へ流れている。表層流の流速は6~7cm/secであるが, この時, 底層流は回転シャフトに向って流れており, 4~5cm/secが測定された。なお, この場合送気量は外側(径3.1m)が1400ℓ/min, 内側が100ℓ/minであった。

図6 機械攪拌装置B-2型における飼育水の流動状態



4 沈澱物の沈積分布状況

従来の通気装置を用いた場合の水槽底における沈殿物の沈積分布状態は, 前述のようにエアストンの数・配置が一定の場合には送気量によって変動する。潜水観察の結果, 最も沈澱物の沈積が多い個所を模式的に示すと凡そ図7-1のようになる。しかし, 水槽の各角における沈積量はとくに多いということにはなかった。

図7 各装置における沈澱物の沈積状態

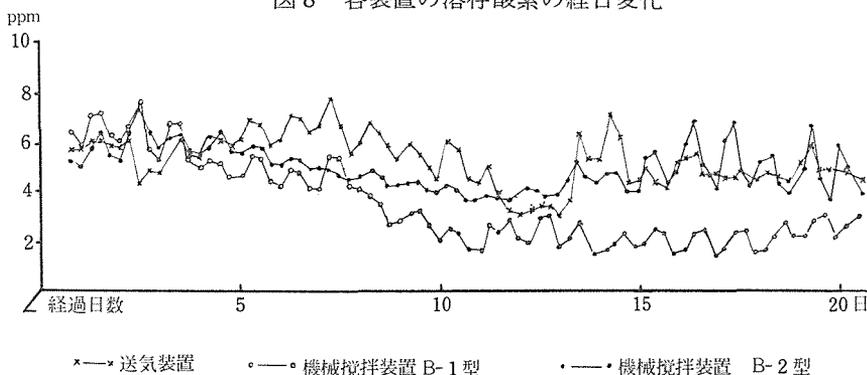


機械的攪拌装置を用いたB-1およびB-2型の場合の沈澱物沈積状態は概略、それぞれ図7-2および7-3のようになる。B-1型では、回転シャフトの周辺、とくに半径70~100cmの範囲により多くの沈積が観察された。B-2型では、水槽の4角みに多く、中央部における上記の沈積は殆んど認められなかった。これは内側の通気が有効に働いたためと考えられる。

5 飼育水の溶存酸素量

前期飼育期間（ノウプリウス期～ホストラバ）における溶存酸素量は攪拌装置の如何によって相違がなく、むしろアサリあるいはアミなどの生餌の投与を開始してから相違がみられるようになった。とくに機械的攪拌装置B-1の場合には時に低酸素状態が出現した。送気装置は、水槽内の水流動が部分的ではあったが、ほとんど低酸素状態とならず、B-2型でもこの状態はみられなかった。また溶存酸素量の経時変化をみると、それが最低になるのは午前7時頃で、最高は午後2時頃であった。これは各装置の総送気量とも関連がある。すなわち、送気装置の場合には250~400ℓ/min/200トン、機械的攪拌装置B-1型では150~300ℓ/min/200トン、B-2型で1000~2000ℓ/min/200トンであり、B-1型の通気が飼育後半における酸素要求量に対して不足していた結果であろう（図8参照）。

図8 各装置の溶存酸素の経日変化

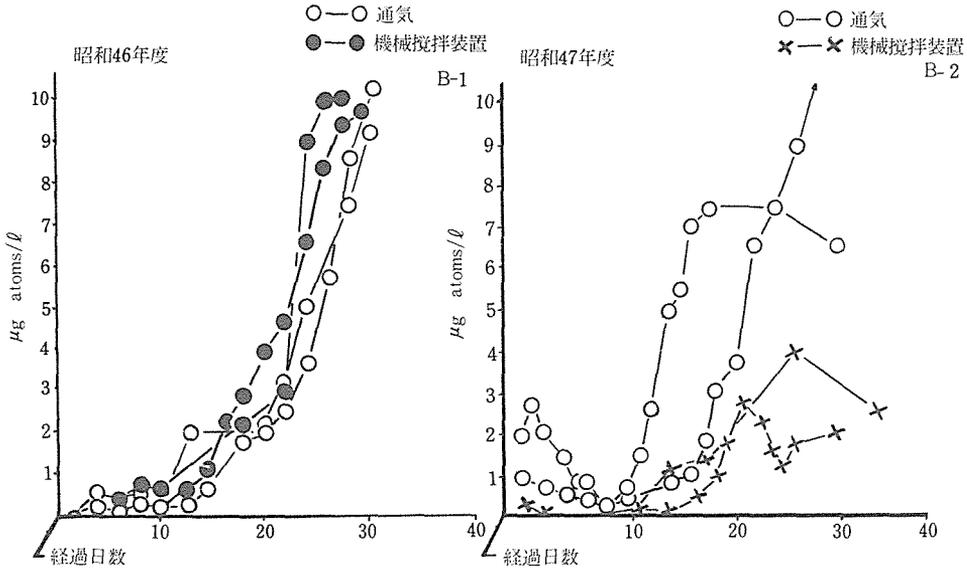


6 亜硝酸態Nの蓄積

測定はグリースロミン試薬を用いる比色分析法により、隔日に測定を行なった。飼育水中における亜硝酸態Nの蓄積状況を昭和46年および47年の測定結果の数例をとって示すと図9のようになり、概略2つの型がみられる。昭和46年の事例は通気装置と機械的攪拌B-1型に関するものであるが、両者の経日変化の傾向はほぼ同様であって、飼育開始後10日以後から急激に

蓄積量が増加し、25日前後には $10\mu\text{gatoms}/\ell$ に達した。他方、昭和47年の事例は通気装置とB-2型装置に関するものであるが、前者の亜硝酸態Nの蓄積は多少不規則ではあるが、ほぼ46年の事例と同様の傾向を示して変化しているのに対し、後者では10~13日まではほとんど目立った蓄積がみられず、20日以後に最高となったが、その最高値は $4\mu\text{gatoms}/\ell$ 以下にとどまった。飼育水の好気性環境の保全の指標を亜硝酸Nのみで検討することには問題があると思われるが、少なくともこの点に関する限りB-2型の改良は効果があったと言えるであろう。

図9 各装置の亜硝酸態Nの蓄積状況



7 クルマエビ種苗生産成績の比較

上記の各装置を使って得られたクルマエビ種苗の生産実績を、通気装置とそれを対照として、昭和46年度および47年度について比較すると表2に示すとおりである。表の実績は両年度にお

表2 各装置によるクルマエビ種苗量産の成績

年度	飼育期間	各期の生存数 (単位 万尾)						歩留り(%)		
		N	Z	M	P ¹	P ¹⁰	最終取揚	N-P ¹	N-取揚	
B-1型	46年	5/8~1/2	1680	1100	1050	810	400	367	48.2	43.4
		1/8~3/4	700	590	450	400	400	390	57.0	55.7
		3/10~3/5	620	468	450	260	200	253	41.9	40.8
B-2型	47年	1/2~3/4	918	737	607	676	596	420	73.6	45.7
		3/5~3/8	421	312	263	240	225	191	57.0	45.3

年度	飼育期間	各期の生存数 (単位 万尾)						歩留り(%)		
		N	Z	M	P ¹	P ¹⁰	最終取揚	N-P ¹	N-取揚	
通気装置	46年	1/2~1/2	1300	1200	740	523	267	319	60	24.5
		1/1~3/4	1500	1280	676	435	200	175	40	11.6
		3/10~3/5	1636	960	880	700	236	220	31.4	13.4
47年	3/8~3/8	1080	946	672	494	292	292	59.1	27.0	
	3/1~3/8	700	731	462	352	150	150	46.1	21.0	

N, Z, M, P¹, P¹⁰ はそれぞれ, Nauplius期, Zoea期, Mysis期, Post larva 1日目, 同10日目の略。

最終取揚げは全てPost larva 20日目以降である。

ける飼育開始から種苗収納時まで一貫して同一水槽で行なった事例のみを挙げてある。この表の結果でみられる限り、最終歩留りにについては、機械的攪拌装置のB-1およびB-2型の間には大差がなく、いずれも通気装置を用いた場合よりも高い値となっている。ただし、ポストラーバ初期(P₁)までの歩留りについてはいずれの場合も大差は認められない。つまり上記の差はポストラーバに成長してから生じたものと考えられる。クルマエビの種苗生産については機械的攪拌(通気の添加を含めて)はその飼育前半期間よりもむしろ後半の期間に有効であったと考えられるが、これは環境としての飼育水の質的条件が水の流動のみによって規定されず使用する餌料の種類その他の飼育条件が同時に関与するのであるから、すべての種苗生産対象種に通用するとは思われない。

8 考 察

以上述べたように、これまで玉野事業場で取扱ってきた種苗生産用大型水槽における飼育水の流動・攪拌の方法のうち、飼育水の流動混合を水槽内の全域について行なうという目的に対して、比較的よく適なうものは機械的攪拌B-2型であるといえよう。この場合に、もちろん、通気の併用、とくにその量と(配置についての)配慮がかなり貢献していると考えられる。

飼育水中の溶存酸素量をよい条件に維持し、代謝生産物や残餌の分解を好氣的に継続させるという面でも機械的攪拌の果す役割りは大きく、それが生餌を使用する段階でクルマエビ種苗の生産歩留りに貢献したと考えられる。

最近、改良したB-2型といえども飼育水の混合については決して完全なものとはいえない。また、比較的大型の稚仔、たとえば魚類の仔魚を飼育する場合に、この方法がどれだけ効果を発揮するか、あるいは何が問題となるかについても今後の検討が残されている。