

# タマミジンコの大量培養について

杉本 剛士<sup>1)</sup>・根本 茂

(福井県水産試験場)

## 緒 言

淡水産枝角類は魚類の種苗生産における大型の餌料生物として重要であり、淡水産の魚類だけでなく海産魚類についても、初期、中期餌料として広く利用されている。古くから、多くの培養方法が報告されているが(代田 1975)、大量培養の生産方法は粗放的なものが多く、大量培養のための基礎的な研究は行われているものの(岩井 1985)、安定的な生産方法は確立していないようである。そこで、淡水産枝角類の 1 種である、タマミジンコ *Moina macrocopa* の大量培養技術の確立を目標として、小規模な予備試験を行い、得られた知見を基に、バッチ方式により大量培養を試みたところ、非常に簡単な方法で安定的かつ計画的に培養することができたので報告する。

## 材料と方法

### 1 材 料

試験に用いたタマミジンコは、福井県あゆ種苗センターから分与されたもので、パン酵母と濃縮淡水クロレラを与えて培養していたものを用いた。培養水は約 5% の海水とした。これは、当試験場では淡水として河川水を簡易濾過したものを用いているが、淡水のみではタマミジンコの体表に水カビのようなものが生え、増殖しないことがあるためである。接種タマミジンコ重量については、回収したものを定容後一部を、また、回収タマミジンコの重量については全量を、プランクトンネット(オープニング 150  $\mu$ )で濾過した後、ネットごと市販 2 槽式洗濯機の脱水槽で 5 分間脱水したものを測定し、湿重量とした。

餌にはパン酵母(三共フーズ株式会社、以下、酵母と称する)および濃縮淡水クロレラ(日本クロレラ株式会社、Vp600、以下、クロレラと称する)を用いた。なお、試験は 1993 年 3 月から 1994 年 3 月にかけて行った。

### 2 予備試験

#### (1) 予備試験 1 (タマミジンコへの酵母の最適給餌率の検討)

100  $\ell$  ポリカーボネイト水槽に培養水 100  $\ell$  を入れ、タマミジンコを接種し、酵母を与えて、24 時間後に全量を回収し、重量を測定した。培養中はエアレーションを行い、また、水槽はウォーターバスにより、25℃ に加温した。(特に断らない限り以下同じ)

タマミジンコの接種量は、10 g、20 g、40 g の 3 通りとした。与えた酵母は 10 g、20 g、40 g の 3 通りとし、この組合せで 9 通りの試験区を設定した。試験は 2 回行った。

1) 現福井県水産課

## (2) 予備試験2 (タマミジンコに給餌する餌料の検討 酵母とクロレラの比較)

タマミジンコの接種量は10gとした。与えた酵母は10g (コントロール), クロレラは5ml, 10ml, 20ml, 40mlの4通りとし, 各2区ずつとした。試験は2回行った。

## (3) 予備試験3 (タマミジンコに給餌する餌料の検討 酵母とクロレラの併用)

予備試験2の結果から酵母10gとクロレラ20mlが同等の餌料価値であるとみなし, 酵母の一部をクロレラに置き換えて給餌した。すなわち, タマミジンコの接種量を10gとし, 酵母だけを与えた区(酵母10g), 1/4をクロレラに置き換えた区(酵母7.5g + クロレラ5ml), 半分をクロレラに置き換えた区(酵母5g + クロレラ10ml), 3/4をクロレラに置き換えた区(酵母2.5g + クロレラ15ml), クロレラだけを与えた区(クロレラ20ml)の5区を比較した。試験区は各2区ずつ設けた。

## (4) 予備試験4 (タマミジンコの最適接種密度の検討)

(試験1) 100ℓポリカーボネイト水槽(培養水量90ℓ)にタマミジンコを4.5g, 9g, 30ℓポリカーボネイト水槽(培養水量30ℓ)に2.9g, 6g, 12g, 23gを接種し, 接種量と同量の酵母を与えた。試験区は各2区ずつ設けた。

(試験2) 30ℓポリカーボネイト水槽(培養水量25ℓ)にタマミジンコを2.7g, 11g, 22g, 45gを接種し, 接種量と同量の酵母を与えた。試験区は各2区ずつ設けた。

## (5) 予備試験5 (タマミジンコの連続培養)

100ℓポリカーボネイト水槽10槽に培養水100ℓを入れ, タマミジンコ11gを接種した。タマミジンコの日間増殖率を $e^{0.47}$ と仮定し,  $M_d = M_0 \times e^{0.47d}$  ( $M_0$ : 接種日のタマミジンコ重量,  $M_d$ : d日後のタマミジンコの現存量)から毎日のタマミジンコの現存量を推定し, 現存量と同量の酵母相当の餌料(酵母:  $M_d \times 0.75$ g, クロレラ  $M_d \times 0.5$ ml)を与えて5日間培養した。毎日2槽ずつ回収し, 重量を測定した。

## 3 0.5tポリカーボネイト水槽を用いた大量培養試験

0.5tのポリカーボネイト水槽に培養水0.5tを入れ, タマミジンコを接種し,  $M_d = M_0 \times e^{0.47d}$ から毎日の現存量を推定した。推定現存量と同量の酵母相当の餌料(酵母:  $M_d \times 0.75$ g, クロレラ  $M_d \times 0.5$ ml)を給餌し, 6~10日間の培養を行った。回収したタマミジンコの一部を再度接種することによって, 試験を繰り返した。培養中はエアレーションを行い, また, 水槽はチタンヒーターにより, 25℃に加温した。

## 結果と考察

### 1 予備試験

#### (1) 予備試験1 (タマミジンコへの酵母の最適給餌率の検討)

1回目の結果を表1に示した。接種タマミジンコ10gに対して10gの酵母を与えた場合とタマミジンコ20gに対して20g与えた場合にはいずれも1.6倍, タマミジンコ40gに40g与えた場合には1.5倍に増殖しており, 接種量と同量の酵母を与えた場合にはタマミジンコの接種量にかかわらず, ほぼ同じ増殖倍率を示した。タマミジンコ接種量の1/2量の酵母を与えた場合, すなわち, タマミジンコ20g

に10gの酵母を与えた場合とタマミジンコ40gに酵母20gを与えた場合に増殖倍率は1.3倍であった。1/4量の酵母を与えた場合、すなわち、タマミジンコ40gに酵母10gを与えた場合には1.1倍であった。タマミジンコ接種量の2倍量の酵母を与えた場合、すなわち、タマミジンコ10gに対して酵母20gを与えた場合に1.6倍、タマミジンコ20gに40g与えた場合に増殖倍率は1.5倍であった。4倍量の酵母を与えた場合、すなわち、タマミジンコ10gに酵母40gを与えた場合には1.7倍であった。なお、試験期間中の水温はいずれの区も23.6～25.1℃であった。

2回目の結果についてもほぼ同様の結果が得られ、タマミジンコの接種量をM、酵母の給餌量をYとすると、タマミジンコの接種量にかかわらず、Y/Mの値が等しければ増殖倍率も等しくなることから、タマミジンコの24時間の増殖は指数関数的な増殖であることがわかった。

2回の試験結果を基にY/Mと増殖倍率の関係を図1に示した。図からY/Mの値が1より小さい場合にはY/Mの値が大きくなるにしたがって増殖倍率も直線的に大きくなるが、1を越えると増殖倍率が横這いになることがわかった。したがって、タマミジンコに対するパン酵母の給餌率はY/M = 1程度、すなわち、接種量と同量の酵母を給餌すればよいと考えられた。

表1 パン酵母を給餌した場合の24時間後のタマミジンコの回収量(上段)と増殖倍率(下段)

タマミジンコの接種量	パン酵母給餌量		
	10g	20g	40g
10g	15.7g	15.9g	16.8g
	1.58	1.60	1.69
20g	25.6g	31.9g	30.3g
	1.29	1.60	1.52
40g	44.7g	51.1g	59.8g
	1.12	1.28	1.50

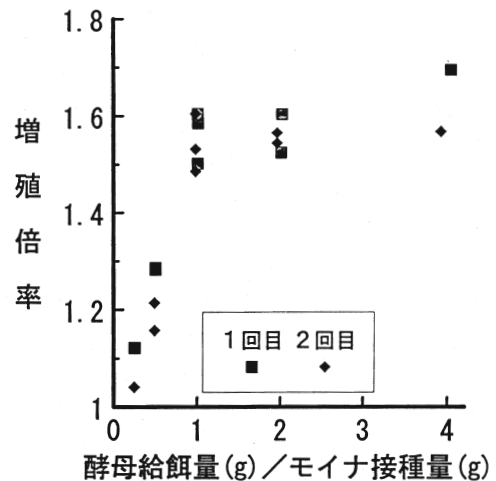


図1 タマミジンコに対してパン酵母の給餌率を変えた場合の24時間後の増殖倍率。

(2) 予備試験2(タマミジンコに給餌する餌料の検討 酵母とクロレラの比較)

ワムシの培養ではパン酵母単独では生産が不安定になることが多く、濃縮淡水クロレラを併用すると生産が安定することが知られている。このことから、タマミジンコで併用した場合の、比較試験を行った。

結果を図2に示した。クロレラの場合には5mlの時に1.1～1.2倍、10mlの時に1.3倍、20mlの時に1.6倍、40mlの時に1.5～1.6倍であった。20mlまではクロレラの給餌量が多くなるにしたがって増殖倍率が大きくなったが、それ以上では増殖倍率が変わらないことから、タマミジンコの接種量が10gの場合にはクロレラ20mlの給餌でよいと判断された。

接種タマミジンコと同量の酵母を与えた場合の増殖倍率は、1回目が1.63倍、2回目が1.52倍であ

た。したがって、クロレラ20mlの給餌で、酵母10gの給餌と同じ増殖倍率を得られることがわかった。なお、1回目の水温は24.5~26.8℃、2回目は22.4~25.2℃であった。

### (3) 予備試験3(タマミジンコに給餌する餌料の検討 酵母とクロレラの併用)

結果を図3に示した。増殖倍率は1.45~1.71倍であった。クロレラの給餌割合が大きいと増殖倍率がやや低いようにも見えるが、この程度の差であれば増殖倍率は一定と判断してもよいと思われた。すなわち、予備試験2の結果から酵母1gとクロレラ2mlが同等の餌料価値であるとみなして計算したばあい、酵母+クロレラの給餌量が一定であれば、その給餌割合が違ってても増殖倍率には変化がないものと考えられた。なお、試験期間中の水温は24.2~25.7℃であった。

### (4) 予備試験4(タマミジンコの最適接種密度の検討)

結果を図4に示した。接種密度を0.05~1.8g/lの間で変えたいが、いずれの場合にも増殖倍率は1.53~1.65倍であり、この接種密度の範囲では、増殖倍率がほぼ一定であることがわかった。なお、水温は試験1で23.2~25.3℃、試験2で22.2~24.9℃であった。

以上4つの予備試験から、給餌率が一定であれば、タマミジンコの24時間後の増殖倍率が等しく、タマミジンコの増殖は指数関数的な増加であると考えられた。また、接種タマミジンコと同量の酵母あるいはそれと等価の餌料(酵母+クロレラまたはクロレラ)を与えた場合の24時間の増殖倍率の平均は1.6倍であり、これを一般的に用いられている日間増殖率の $e^r$ で表すと、 $e^{0.47}$ と計算された。これらの結果を基に、連続培養を試みた。

### (5) 予備試験4(タマミジンコの連続培養)

結果を図5に示した。図中の点線は $M_d = 11 \times e^{0.47d}$ で計算された現存量である。実際の増殖は、接種量が11g、1日目には15g、2日目には25g、3日目には41g、4日目には66g、5日目には97gと、一定の割合で増殖した。したがって、連続培養下でもタマミジンコの増殖は指数関数的増殖であることが確認された。この間の平均日間増殖率を求めると $e^{0.43}$ となり、試験設定のために用いた日間増殖率 $e^{0.47}$ にほぼ近い値となった。

なお、試験期間中の水温は22.9~26.1℃であった。

予備試験の結果から、タマミジンコの増殖は指数関数的な増加であり、一般的に知られているプランクトン等の初期成長(増殖)の場合に一致する(山岸 1977)。

酵母の給餌量がタマミジンコの接種量と同じであればその日間増殖率は $e^{0.47}$ 程度であり、給餌量が接種量よりも小さければ日間増殖率は低くなり、25%程度ではわずかしか増殖しない。逆に接種量よりも大きくなった場合には日間増殖率は同量の酵母を与えた場合とほとんど変わらない。また、クロレラ20mlが酵母10gに相当することがわかった。

接種密度は0.05~1.8g/l程度では、24時間後の増殖率はほぼ同じであった。

以上から、接種日のタマミジンコ重量を $M_0$ 、d日後のタマミジンコ現存量を $M_d$ とすると、 $M_d = M_0 \times e^{0.47d}$ で毎日の現存量が推定でき、この推定現存量と同量の酵母に相当する餌料(酵母とクロレラの併用)の給餌を行うことによって、タマミジンコの大量培養が可能と考えられた。この考えにしたがって、0.5tポリカーボネイト水槽を用いて大量培養を試みた。

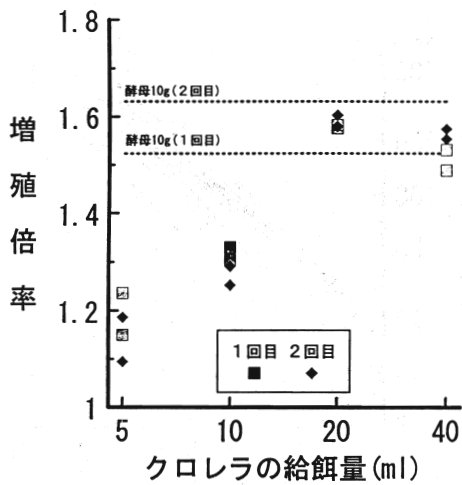


図2 タマミジンコにパン酵母の濃縮淡水クロレラを単独で給餌した場合の24時間後の増殖倍率。

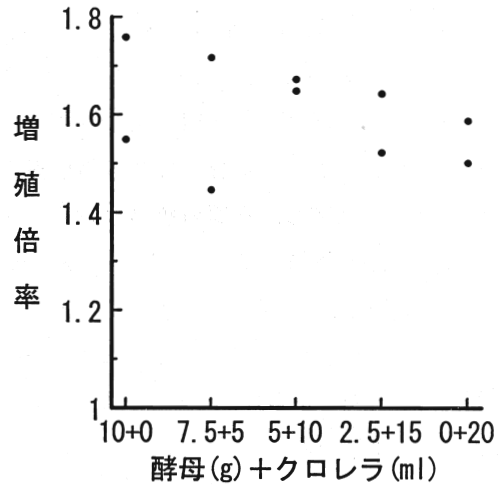


図3 タマミジンコにパン酵母と濃縮淡水クロレラを併用して給餌した場合の24時間後の増殖倍率。

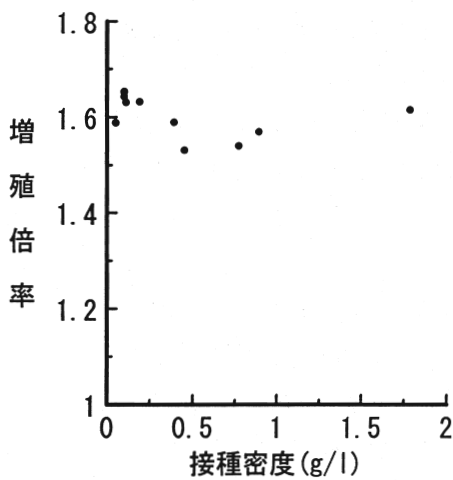


図4 タマミジンコの接種密度と24時間後の増殖倍率。

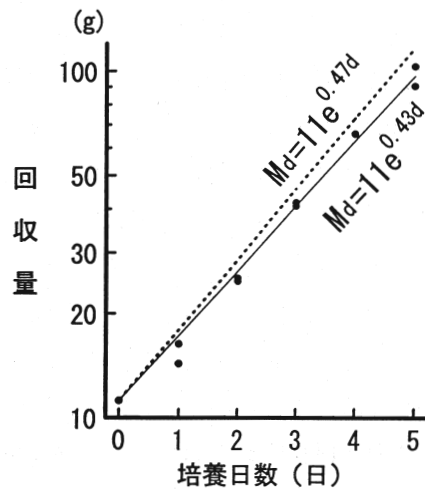


図5 タマミジンコの連続培養結果。

## 2 0.5 t ポリカーボネイト水槽を用いた大量培養試験

結果を図6に示した。図中に示した点線は日間増殖率が $e^{0.47}$ の場合の増殖曲線である。

タマミジンコ17~24 gを接種して6日間培養すると170~370 gに増殖し、日間増殖率は $e^{0.35} \sim e^{0.49}$ であった。18~22 gを接種して7日間培養すると260~440 gに増殖し、日間増殖率は $e^{0.37} \sim e^{0.46}$ であった。10 gを接種して7~8日間培養すると220~300 gに増殖し、日間増殖率は $e^{0.42} \sim e^{0.44}$ であった。5 gを接種し8~10日間接種すると210~230 gに増殖し、日間増殖率は $e^{0.38} \sim e^{0.47}$ であった。なお、水温は23~25℃であった。

これらすべてを平均した日間増殖率は $e^{0.41}$ であり、全体的に日間増殖率は $e^{0.47}$ よりも小さい場合が多いものの、かなりよい生産をあげることができた。日間増殖率が小さくなった原因として、*Moina dubia*の25℃での培養では仔虫を産むようになってから3~4日で死亡すること(岩井 1985)が知られていることから、培養期間中の親タマミジンコの死亡が考えられた。また、タマミジンコ培養水中のアンモニア濃度が高くなると増殖の調子が悪くなること(日裁協 1986)から、長期培養にともなう水質の悪化も考えられ、今後検討が必要である。

通常、集約的にタマミジンコ等の淡水産枝角類を培養する場合には、ワムシと同様に培養期間中毎日個体数を計数をする事が多いようである(日裁協 1986)。しかし、タマミジンコは遊泳力が大きく、パッチを形成することでもわかるように、培養水中に均等に分散しておらず、また、タマミジンコの親と子では大きさがあまりに違いすぎるため、個体数から給餌量を決めることには無理があり、適正な給餌がなされていない可能性が大きい。そのため、安定的な培養ができなかったものと考えられる。また、粗放的な培養の場合には、鶏糞等による水作りから始まり、培養期間中の給餌については経験や勘に頼っており、計画的な培養は難しい。

今回の方法では、接種量を決めれば、毎日の給餌量が自動的に決まり、回収量も分かることから、計画的に、安定的な生産が可能であり、しかも、培養期間中には給餌以外の手間が必要なく、非常に省力化された培養方法である。なお、回収日については、これまでの経験から、計算上0.6 g/l程度に増殖した日を回収日とすればよいことがわかっており、この値を超えて培養を続けると、翌日ないし翌々日にタマミジンコは急減し、多くの場合、耐久卵を形成する。保存用の耐久卵はこの方法で得ることができる。予備試験4で行った1.8 g/l以下の接種密度での24時間の培養では一定の増殖率であり、高密度での増殖率の低下は認められず、また、予備試験5では5日間の培養で0.97 g/lまで増殖していたが、通常、培養期間が長くなると0.6 g/l程度が上限のようであり、今後検討の必要が

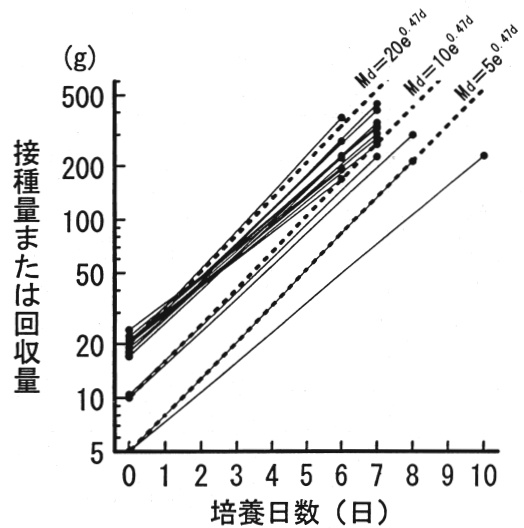


図6 0.5 t 水槽を用いたタマミジンコの生産結果。

ある。

今回のタマジシンの培養法をより確実なものにするためには、適正な水温や、より効率的な餌料種類と給餌率等今後検討しなければならない課題は多いが、ダフニアや海産枝角類等の他の動物プランクトンの培養の参考になれば幸いである。

## 文 献

岩井寿夫（1985）淡水産枝角類 *Moina dubia* DE GUERNE et RICHARD の培養に関する基礎的研究．水産増殖，33，31－42．

代田昭彦（1975）水産餌料生物学．恒星社厚生閣，東京，411－421．

日本栽培漁業協会（1986）日本栽培漁業協会事業年報平成60年度，127－135．

山岸 宏（1977）成長の生物学．講談社，東京，1－196．