

シオミズツボワムシ (Brachionus plicatilis O.F. MULLER)

の大量培養に関する研究 —— I

パン酵母による飼育について

平 本 義 春

近年取る漁業から作る漁業への転換に伴ない各種種苗生産が行なわれている。

海産魚介類の種苗生産では、初期餌料として、そのほとんどが植物プラクトン、二枚貝幼生、シオミズツボワムシ(以下ワムシと略す)アルテミア幼生および天然のコペポータ類が用いられている。しかしこれら初期餌料の大量確保がむつかしく、魚介類の幼稚仔期の減耗を著しく高いものとしている。

ワムシに関する研究は、羽田¹⁾(1939)、山元²⁾(1949)、梅沢³⁾(1952)、鈴木⁴⁾(1954)、伊藤ら^{5) 6) 7) 8) 9) 10) 11) 12) 13)}(1955~60)、安達^{14) 15) 16) 17)}(1963~66)、北村ら¹⁸⁾(1969~)の報告がある。

しかし、ワムシの増殖曲線は、そのほとんどがロジスチック曲線にみられるような長い飽和期(高い個体密度でのワムシの連続飼育)はなく、飽和密度に達してからは急激に減少している。

筆者は、飼育環境の悪化もさることながら主に植物プランクトンをワムシの餌料としているため餌料の補給がむつかしく、餌料不足が大きな原因と考えた。そこで比較的入手が容易なパン酵母(市販のカネカ・イースト)を餌料として高密度での連続したワムシ飼育について二、三の試験を行なったので報告する。

なお、本研究は1969年8月25日から1970年3月31日まで広島大学鞆水産実験所で行なったものである。

1. 初期給餌量のちがいがその後のワムシの増殖におよぼす影響について

初期給餌量のちがいによりその後の飼育水中のパン酵母細胞密度とワムシの個体密度との関係について検討した。

材料および方法

供試材料

最初に収容するワムシとしては、材料を均一にする意味や再現性等の問題から耐久卵からフ化して一定時間内の仔虫を用いるのが最良の方法と考えるが、一度に多量のフ化仔虫を得ることは容易でなかったため材料中の携帯卵数の割合を明確にして使用した。

試験を始める1週間前から約 1.0×10^7 cells/ml のchlorella sp 密度中で飼育した表1に示したワムシを使用した。

表1. 供試材料

携帯卵数	割合
0	59.0 %
1	20.5
2	13.6
3	5.5
4	0.9
5	0.5

餌料

ごく一般に市販されているパン酵母（カネカ・イースト）を使用した。

飼育方法

飼育容器は、1 l のガラス製ビーカーを使用して、飼育水は1 l とした。

飼育水温は、まず空調機で室温を 23 ± 1 °C に保ち、さらに水深10cm程度淡水の入っている50 l のコンテナを室内に置き、その淡水をヒーターおよびサーモスタットで25°C に保った。そして飼育容器をそのコンテナ中に水浴にして各試験区分の温度を均一にした。

照度は、40W蛍光灯を使用して3000Luxに保った。通気は、飼育容器の中央1ヵ所で150~200 ml/min の割合で行なった。

塩素量は17.50%であり飼育水温が 25 ± 1 °C、照度が3000Luxのため飼育水の蒸発がかなり認められたのでそのつど蒸留水を補充した。

最初に収容したワムシの個体密度およびパン酵母の給餌量は、表2に示した。

表2. 給餌量と収容密度

試験区	パン酵母	ワムシ
	給餌量	収容密度
	g/l	個体/ml
1	0.25	10
2	0.50	10
3	1.00	10
4	1.50	10
5	2.00	10

ワムシの個体密度の計数は、1日1回午前9時に飼育水を良くかくはんして駒切れピペットですばやく10mlを採水し、その中のワムシの生死を判別しながら実体双眼顕微鏡下で1個体ずつ計数した。パン酵母細胞密度もワムシの個体密度の計数と同様に採水してトーマの血球算定板を使用して計数した。これに合わせて飼育水の水溫、PHを測定した。

結果および考察

飼育水的环境変化を図1に示した。水溫は比較的一定であり25.0~25.9℃の範囲であった。

PHは各試験区ともに最初1~2日は低く、3日目以降は次第に高くなり飼育最終日には、8.29~8.50の範囲内にあったが、PHの高低と最初に給餌したパン酵母の量とは相関が認められなかった。

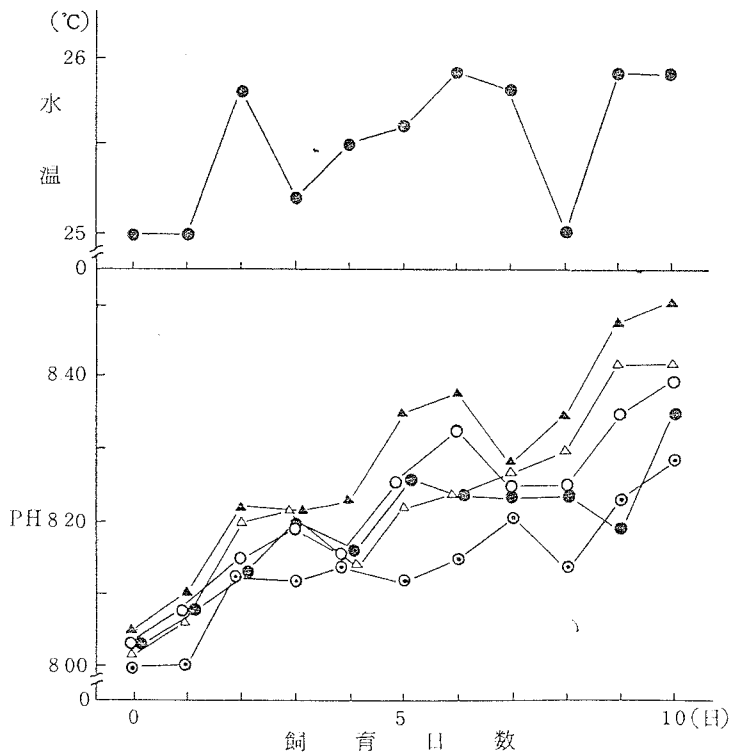


図1 飼育水 (PH、水溫) の日変化

(注) ⊙ No. 1、△ No. 2、▲ No. 3、○ No. 4、● No. 5 を示す。

ワムシの個体密度の日変化を図2に示した。ワムシの個体密度は、給餌したパン酵母の量にあまり関係なく1日目から増加してゆき各試験区とも4日目に最高の個体密度になり、その後は漸次減少した。各試験区での最高の個体密度は第1区から第5区の順にそれぞれ、61.3個体/ml、49.1個体/ml、59.4個体/ml、66.3個体/ml、49.3個体/mlであった。

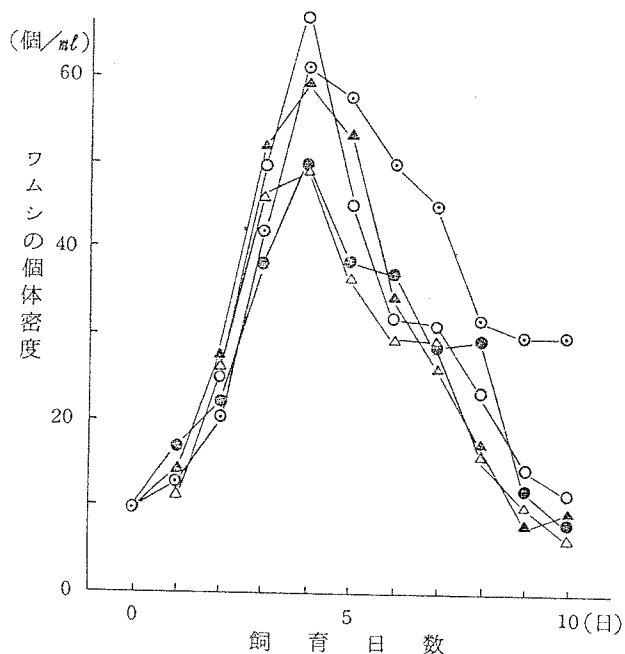


図2 ワムシの個体密度の日変化
 (注) ○ No. 1、△ No. 2、▲ No. 3、○ No. 4、● No. 5を示す。

この結果最初に給餌したパン酵母の多寡と各試験区でのワムシの最高個体密度との間には何ら相関は認められなかった。

飼育水中のパン酵母を肉眼観察した結果第2区、3区、4区、5区では4日目から大きなかたまりになったり、僅かではあるが沈澱が認められ、5日目からは次第に多くなった。第1区では飼育期間中沈澱は全く認められなかった。

また飼育水中のパン酵母細胞密度の日変化を図3に示した。

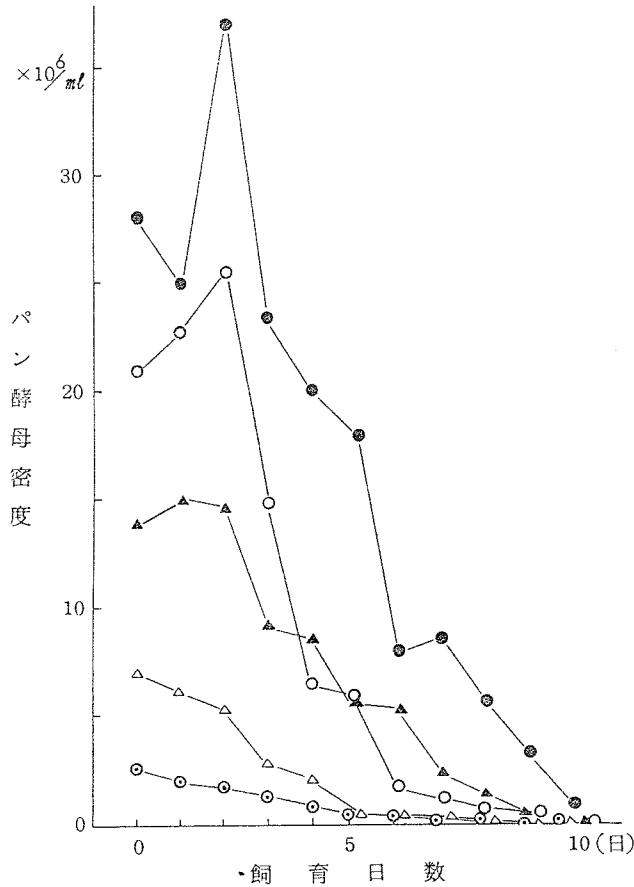


図3 パン酵母の細胞密度の日変化

(注) ○No. 1、△No. 2、▲No. 3、○No. 4、●No. 5
を示す。

各試験区ともに飼育日数を経るにしたがってパン酵母細胞密度が減少した。第1区を除き、特に4日目から6日目にかけて著しく減少した。これは、ワムシに摂餌されて減少したよりもむしろ、パン酵母が大きなかたまりになったり、沈澱したため計数が出来ずに減少したためである。このパン酵母が大きなかたまりになったり、沈澱することはパン酵母細胞密度が高くなることおよびパン酵母の至適PHが5.0~5.5であることからパン酵母細胞が死亡して沈澱したものと考えられる。

パン酵母細胞の大きさは、普通短径 3.5μ ~ 7μ 、長径 $5\sim 15\mu$ である。これは伊藤ら(1956)⁷⁾が捕食作用の限界は $10\sim 12\mu$ と報告しており、充分捕食される範囲内にある。しかし飼育日数が経過するにしたがってパン酵母細胞が大きなかたまりになったり、沈澱したりして捕食作用の限界を越える状態がみられた。

以上から最初に1回だけパン酵母を給餌してワムシを飼育する場合には、パン酵母細胞が大きくなかたまりになったり、沈澱しない範囲での給餌が必要であり、最初に収容するワムシ個体密度が10個体/mlでの飼育では0.25g/l程度のパン酵母の給餌が適当と考える。

2. 日間給餌量のちがいがワムシの増殖におよぼす影響について

飼育の最初に1度パン酵母を給餌してワムシを飼育する方法だとワムシの安定した飼育（高い個体密度でのワムシの連続飼育）が望めない。そこで毎日一定量のパン酵母を給餌することによってワムシの安定した飼育を検討した。

供試材料

試験をはじめの1週間前から約 1.0×10^7 cells / ml の chlorello sp 密度中で飼育した表3に示したワムシを使用した。

表3. 供試材料

携帯卵数	割合
0	57.6 %
1	19.1
2	14.1
3	6.8
4	1.4
5	0.5
6	0.5

表4. 日間給餌量と収容密度

試験区	パン酵母	ワムシ
	日間給餌量	収容密度
1	0 mg	10 個体/ml
2	10	10
3	25	10
4	50	10
5	100	10
6	150	10

餌料

試験1と同様である。

飼育方法

パン酵母の日間給餌量と収容したワムシの個体密度を表4に示した。パン酵母の給餌は、毎日午前9時に一定量ずつ飼育水中にかくはんしながら溶解した。塩素量は17.35%であった。その他の飼育方法は試験1と同様に行なった。

結果および考察

飼育水の環境変化を図4に示した。水温は比較的一定しており25.0~25.9℃の範囲であった。PHは最初低く漸次高くなったが各試験区とも差はかなりあるがパン酵母の日間給餌量とPHの高低には何ら相関が認められなかった。

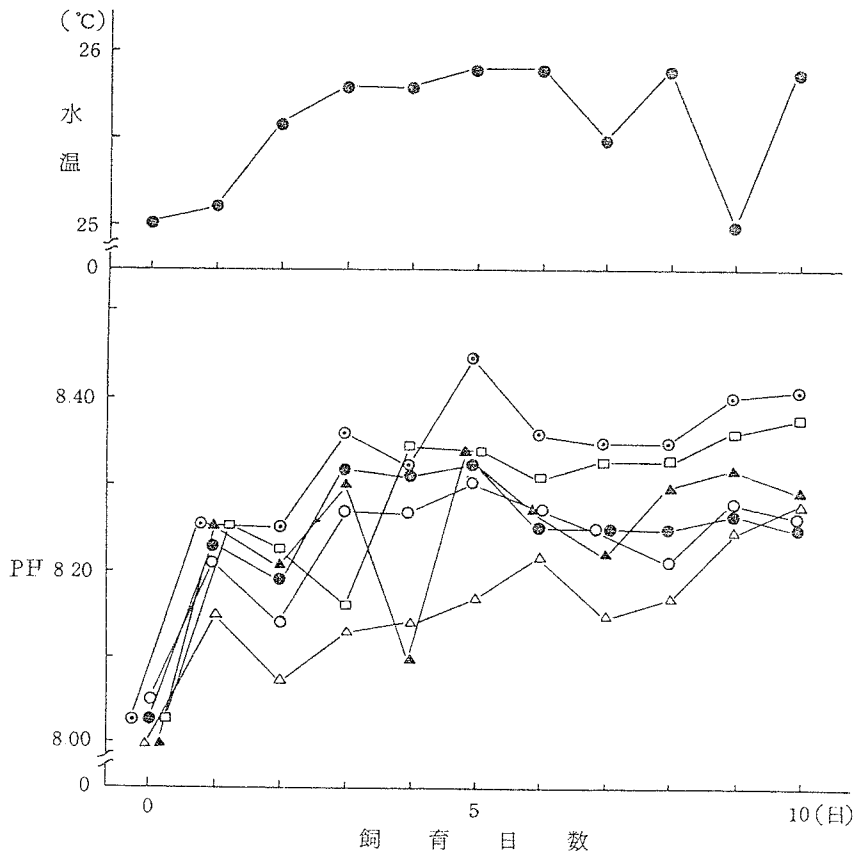


図4 飼育水 (PH, 水温) の日変化

(注) ○ No. 1、△ No. 2、▲ No. 3、○ No. 4、● No. 5、□ No. 6 を示す。

ワムシの個体密度の日変化を図5に示した。全く給餌しない第1区では、飼育日数を経過するにしたがってワムシの個体密度は減少し、10日目には全く生存個体は認められなかった。第2区、3区では、ワムシの個体密度は飼育日数を経過するにしたがってゆるやかに増加して4日目に最高の個体密度（第2区30個体/ml、第3区45個体/ml）になり以後はほぼ同一密度を維持した。

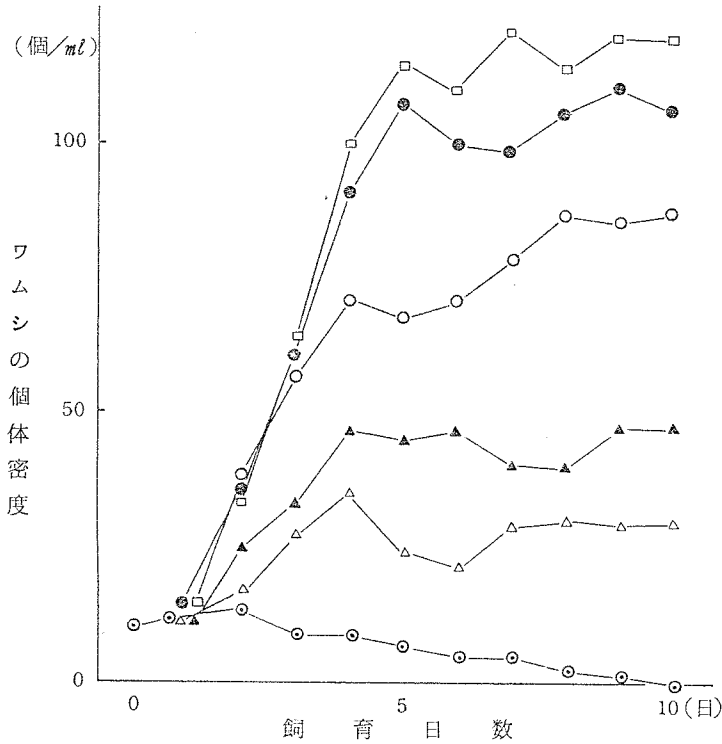


図5 ワムシの個体密度の日変化

(注) ○No. 1. △No. 2. ▲No. 3. ○No. 4. ●No. 5.
□No. 6.を示す

第4区、5区、6区では飼育3日目までは急激に増加して、ほぼ5日目に最高の個体密度（第4区85個体/ml、第5区105個体/ml、第6区120個体/ml）になりこれも以後同一密度を維持した。

各試験区での安定したワムシの個体密度は第2区から第6区の順にそれぞれ30個体/ml, 45個体/ml, 85個体/ml, 105個体/ml, 120個体/mlであった。

各試験区ともこの安定したワムシの個体密度の時には給餌したパン酵母はほとんど残餌が認められなかった。この時の日間給餌量がワムシの摂餌量と等しいと考えられたのでワムシの個体密度とワムシ1個体あたりの日間摂餌量の関係について図6に示した。

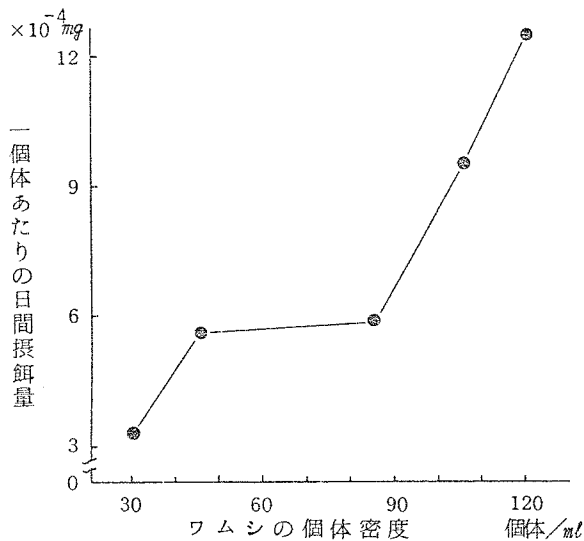


図6 ワムシの個体密度と日間摂餌量の関係

図6から明らかなように、ワムシの個体密度がこの範囲であれば密度が高くなる程ワムシ1個体あたりの日間摂餌量が多かった。

以上より日間給餌量が10mgから150mgの範囲では、給餌量のちがいによりそれぞれ安定した飼育が可能であり、給餌量が高い程高密度でのワムシ飼育が出来た。結局パン酵母を毎日150mgずつ給餌することによってワムシの個体密度が120個体/ml程度をコンスタントに飼育出来た。

3. ワムシ1個体あたりの餌料を一定に保った時のワムシの増殖について

ワムシ1個体あたりのパン酵母の量を12時間毎に一定に保ち、安定した高い個体密度でのワムシ飼育について検討した。

材料および方法

供試材料

試験を始める1週間前から約 1.0×10^7 cells/ml の chlorella sp 密度中で飼育した表6に示したワムシを使用した。

餌料

試験1および2と同様である。

飼育方法

ワムシ1個体あたりのパン酵母の量と収容したワムシ個体密度を表5に示した。

パン酵母の給餌は、午前7時と午後7時の1日2回行なった。まず試験1および2と同様に飼育水中のワムシの個体数およびパン酵母細胞数を計数した。そのパン酵母細胞数を重量に換算して残餌量とした。そして計数したワムシの個体数と各試験区で定めたワムシ1個体あたりのパン酵母の量を積算した値と残餌量の差だけ給餌した。

塩素量は17.45%であった

その他の飼育方法については、試験1および2と同様に行なった。

表5 パン酵母の量とワムシ収容密度

試験区	ワムシ1個体あたりのパン酵母の量 収容密度	
	$\times 10^{-4}$ mg/個体	個体/ml
1	0.5	100
2	1.0	100
3	2.5	100
4	3.0	100
5	5.0	100

結果 および考察

飼育水の環境変化を図7に示した。水温はほぼ一定で24.7~25.3℃の範囲であった。PHの日変化は6日目までは8.30前後で比較的一定であったが7日目は各試験区とも急激に減少して7.00前後になった。

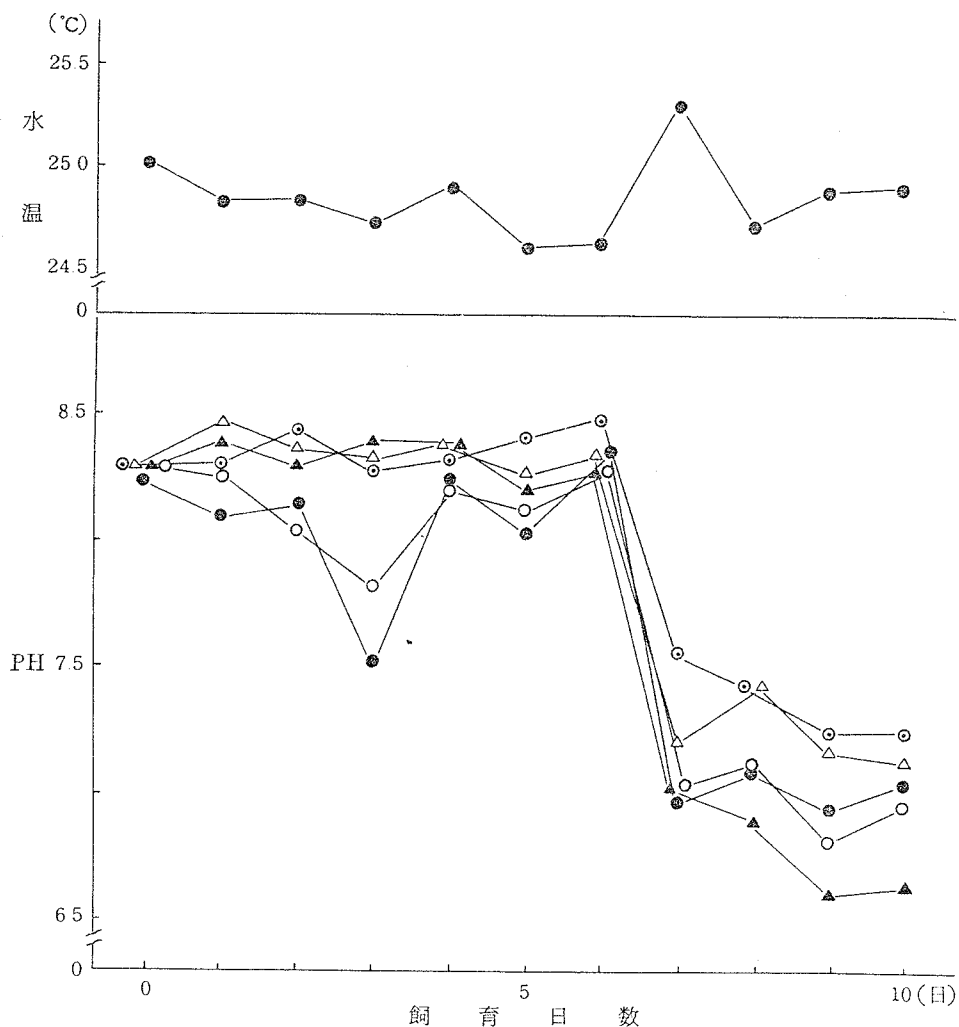


図7 飼育水(PH、水温)の日変化
(注) ○ No.1、△ No.2、▲ No.3、○ No.4、● No.5を示す。

各試験区におけるワムシの個体密度の日変化を図8に示した。

ワムシの個体密度は、第1区では飼育日数を経過するにしたがって漸次増殖してゆき8日目に最大個体密度(650個体/ml)となり以後その密度を保った。

第2区では第1区よりもややその増殖は早く、6日目にほぼ最大個体密度(1250個体/ml)になった。

第3区、4区の増殖は著るしく4日目で既に個体密度が1000個体/mlを越えその後も増殖を続け両区ともほぼ5日目で最大個体密度(第3区、1450個体/ml、第4区、1150個体/ml)となり以後その密度を保った。

第5区でも3日目までの増殖は著るしく早かったが、その後横ばいとなり5日目を過ぎると急激に減少した。

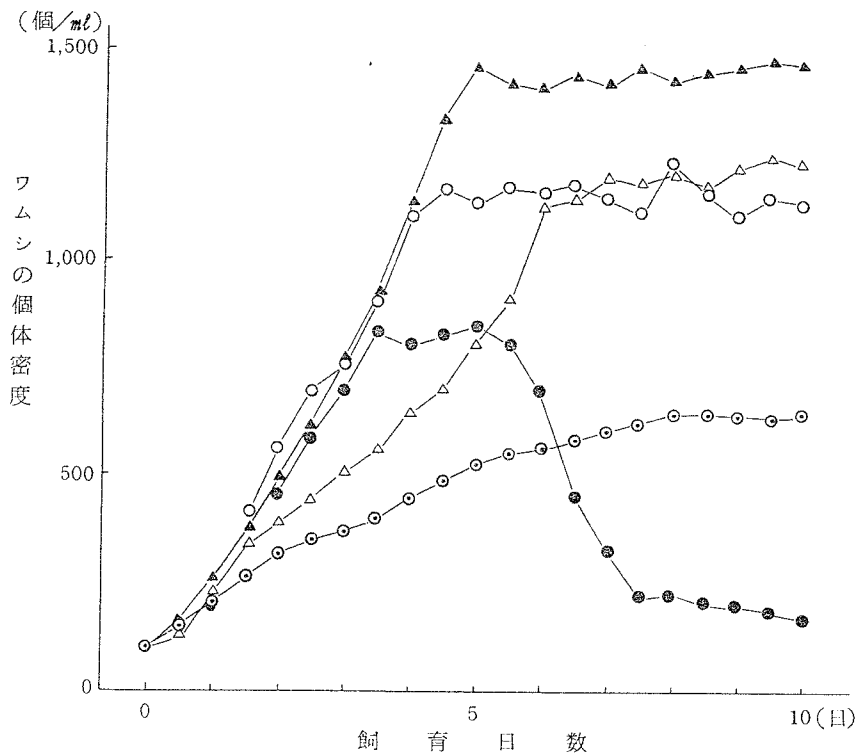


図8 ワムシの個体密度の日変化

(注) ⊙ No. 1、△ No. 2、▲ No. 3、○ No. 4、● No. 5を示す。

ワムシの計数に際して試水中のワムシが携帯している卵数の割合を表6に示した。表6から明らかなように各試験区ともにワムシの増殖が著るしく早い2~3日にかけては、2~3個の卵を携帯している個体の割合が高く、以後はその割合は低くなった。また4日目を過ぎると各試験区ともに3個の卵を携帯している個体は皆無となった。

第3区についてみると、他の試験区と比較して卵を携帯している個体の割合が高くこの面からも第3区が最も増殖が良かったことを示している。

表6. ワムシが携帯している卵数の割合

試験区	携帯卵数	飼 育 日 数										
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10 ^(日)
1	0	69.8 [%]	69.6	84.9	90.3	90.7	90.9	93.5	94.2	93.6	84.2	83.9
	1	19.2	27.9	15.1	9.2	9.3	9.1	6.2	5.6	6.1	15.5	15.8
	2	10.0	2.5	0	0.5	0	0	0.3	0.2	0.3	0.3	0.3
	3	1.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	69.8	51.3	81.6	79.6	75.7	69.1	70.1	80.4	84.1	87.5	87.3
	1	19.2	37.5	16.4	16.0	24.0	29.4	28.5	18.8	15.5	12.1	12.3
	2	10.0	10.8	2.0	4.2	0.3	1.5	1.4	0.8	0.6	0.4	0.4
	3	1.0	0.4	0	0.2	0	0	0	0	0	0	0
3	0	69.8	63.1	73.4	75.8	79.4	68.9	57.3	59.6	70.2	85.8	85.4
	1	19.2	15.5	14.0	14.9	17.6	30.0	40.5	38.5	29.0	13.6	13.9
	2	10.0	20.0	12.2	8.4	3.0	1.1	2.2	1.9	0.8	0.6	0.7
	3	1.0	1.4	0.4	0.9	0	0	0	0	0	0	0
4	0	69.8	56.9	69.3	74.6	79.5	81.4	77.5	77.9	83.9	91.1	91.0
	1	19.2	13.0	13.4	13.6	14.1	18.6	21.4	21.0	15.4	8.7	8.8
	2	10.0	28.0	15.0	11.4	6.4	0	1.1	1.1	0.7	0.2	0.2
	3	1.0	2.1	2.3	0.4	0	0	0	0	0	0	0
5	0	69.8	56.3	76.2	77.3	81.8	85.8	82.2	81.9	86.6	88.1	87.4
	1	10.0	12.6	11.2	12.8	13.5	14.2	17.4	17.5	12.5	11.0	12.6
	2	10.0	28.1	11.9	9.8	4.7	0	0.4	0.6	0.9	0	0
	3	1.0	3.0	0.7	0.1	0	0	0	0	0	0	0

12時間毎の摂餌量の日変化を図9に示した。

各試験区ともにワムシの増殖が著るしく良い2~4日目にかけては、摂餌量が多く、ワムシの個体密度がほぼ一定となった5日目以降は摂餌量は減少する傾向にあった。

また第4区、第5区では、5日目からパン酵母が大きなかたまりになったり、沈澱しているのが認められその後次第に多くなった。このようにパン酵母の沈澱が生じはじめると、ワムシの飼育環境を悪化させるのか、図8の第5区にみられるようにワムシの個体密度は急激に減少した。

ワムシの増殖が最も良かった第3区では、5日目までは摂餌量は著るしく増加するが5日目以

降は、ワムシの個体密度はほとんど一定にもかかわらず摂餌量は最も多い時の約半分位であった。この時のワムシの個体密度が1150個体/mlであることや、先にのべた各試験区とも5日を過ぎると摂餌量が減少することからワムシ1個体あたりの摂餌量は密度効果等からワムシの個体密度が1000個体/ml前後を越えると減少してくるものと考ええる。

以上より飼育水中のワムシ1個体あたりのパン酵母の量は、ワムシの個体密度が1000個体/ml前後以下では、 2.5×10^{-3} mg/個体に保つのが適当であり、その密度以上ではワムシ1個体あたりのパン酵母の量を少なくする必要があると考える。いずれにしてもパン酵母を給餌することによってワムシの個体密度が1500個体/ml程度の飼育ができた。

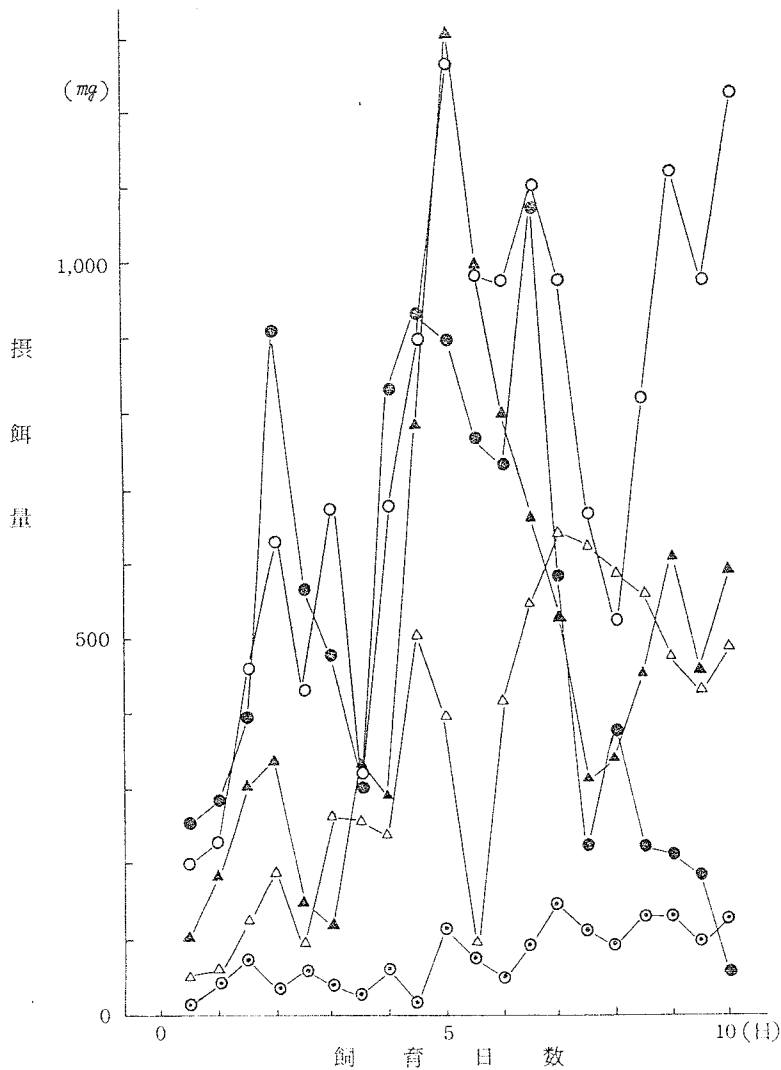


図9 12時間毎の摂餌量
(注) ● No. 1、△ No. 2、▲ No. 3、○ No. 4、● No. 5を示す。

要 約

1969年8月25日から1970年3月31日まで、パン酵母を餌料としてシオミズツボウムシを飼育して次の結果を得た。

- (1) 最初に1回だけパン酵母を給餌してシオミズツボウムシを飼育する場合は、パン酵母細胞が大きくなかたまりになったり、沈澱しない範囲での給餌が必要であり、シオミズツボウムシの個体密度が10個体/mlから飼育をはじめる場合は0.25 g/l程度の給餌量が適当であった。
- (2) 日間給餌量(パン酵母)をかえてシオミズツボウムシを飼育した結果、パン酵母を毎日150 mgずつ給餌することによってシオミズツボウムシの個体密度が120個体/ml程度をコンスタントに飼育できた。
- (3) シオミズツボウムシ1個体あたりのパン酵母の量を一定に保ってシオミズツボウムシを飼育した結果シオミズツボウムシ1個体あたりパン酵母の量を 2.5×10^{-3} mg/個体に保った時にシオミズツボウムシの個体密度が1450個体/ml程度をコンスタントに飼育できた。
- (4) シオミズツボウムシの日間摂餌量はシオミズツボウムシの個体密度が1000個体/ml前後までは増加してゆくがその密度を越えると減少する傾向が認められた。
- (5) パン酵母はシオミズツボウムシにとって好餌料の1つと考えられた。

文 献

- | | | | | | |
|-----|----------|--------------|--------|---------|--------|
| 1) | 羽田良禾 | 動物学雑誌 | 51 (7) | 496~503 | (1934) |
| 2) | 山元孝吉 | 陸水学雑誌 | 14 | 91~98 | (1949) |
| 3) | 梅沢俊一 | 動物学雑誌 | 61 (7) | 201~204 | (1952) |
| 4) | 鈴木 実 | 動物学雑誌 | 64 (4) | 130~135 | (1954) |
| 5) | 伊藤 隆 | 三重県立大学水産学部紀要 | 2 (1) | 162~167 | (1955) |
| 6) | 伊藤 隆 | 同上 | 2 (1) | 168~177 | (1955) |
| 7) | 伊藤隆・岩井寿夫 | 同上 | 2 (2) | 335~346 | (1956) |
| 8) | 伊藤隆・岩井寿夫 | 同上 | 2 (3) | 502~508 | (1957) |
| 9) | 伊藤 隆 | 同上 | 3 (1) | 170~177 | (1958) |
| 10) | 伊藤 隆 | 同上 | 3 (1) | 178~192 | (1958) |
| 11) | 伊藤隆・岩井寿夫 | 同上 | 3 (1) | 209~222 | (1958) |
| 12) | 伊藤 隆 | 水産増殖 | 6 (4) | 86~97 | (1959) |

- 13) 伊藤 隆 三重県立大学水産学部紀要
3 (3) 708~740 (1960)
- 14) 安達六郎 同上 6 (1) 48~57 (1963)
- 15) 安達六郎 同上 6 (2) 193~202 (1964)
- 16) 安達六郎 同上 6 (2) 203~210 (1964)
- 17) 安達六郎 日本プランクトン学会報
13, 76~82 (1966)
- 18) 北村ら, 直接参照できず水産増殖16 (6) 285~292 (1969) を参照した。