

日裁協におけるワムシ大量培養技術開発の取り組み

桑 田 博

日本栽培漁業協会能登島事業場

Development of a Culture System for Mass Production of the Marine Rotifer
Brachionus in Japan Sea-Farming Association

Hiroshi Kuwada

Japan Sea-Farming Association, Notojima station, Ishikawa 926-0216, Japan

現在、全国の国、県、漁協および民間の種苗生産機関で生産されている魚類は36種（平成10年）に及んでいる。このうち、サワラとハタハタを除く全ての仔魚のふ化直後の餌料としてワムシが与えられている。これは伊藤（1960）¹⁾によるシオミズツボワムシ *Brachionus plicatilis*（通称L型ワムシ）の海水馴致の成功に始まり、生活史、²⁾ 生物特性、ワムシ用餌料、³⁾ 栄養強化⁴⁾と続く一連のワムシ研究の成果である。現在では、ワムシを1日も絶やさず、十分量を確保することが種苗生産の初期飼育の必須条件となっている。しかしながら、従来より行われていた間引き培養や植え継ぎ培養では長い種苗生産期間においては突如として培養不調に陥ることがあり、計画的な安定生産が困難であった。

その後、ビタミンB₁₂を添加した淡水クロレラがワムシ餌料として導入されて普及し、⁵⁾ ワムシの培養密度と生産の安定性が大幅に向上した。この淡水クロレラを最大限に利用して増殖の律速条件が解明されてS型ワムシ *B. rotundiformis* の高密度培養が実現されている。⁶⁾ 一方で、従来の培養法とは管理の考え方が異なる連続培養が研究されて装置化され、高密度、高増殖率による集約的で安定した培養が実現された。⁷⁾

他方、ワムシはそれを与える仔魚のために培養しているので、対象魚種に合わせてサイズや培養水温及び栄養価を自在に制御することが理想と考えられる。現在、国内で種苗生産されている魚種の飼育水温は26~28℃のキジハタやクロマグロから8~10℃のマダラまで広い範囲に及んでいる。また、仔魚のサイズに応じたさまざまな大きさのワムシが望まれている。

そこで、日本栽培漁業協会では、連続培養法を既存の水槽に応用する手法を一般的に培養が困難とされるL型ワムシで試み、さまざまな水温と株で培養の可能な粗放連続培養を開発した。

ここでは日本栽培漁業協会におけるワムシ大量培養技術とこのワムシを利用した高密度宅配の現状を紹介する。

1) 装置連続培養

マリノフォーラム21と日裁協との共同研究によりワムシの連続培養装置が開発され、S型ワムシで密度約5,000個体/mL、収穫数30億個体/m³/日で培養日数100日以上を集約的で安定した培養が可能となった。培養管理の考え方は、給餌量と希釈率を固定しておけばワムシ個体群自体がその条件に応じた密度に自律的に調整されるという「ケモスタット」式であるのが特徴である。この方式では給餌量の調整によりワムシ密度と収穫数の調整が可能である。現在はL型ワムシへの応用や懸濁物除去法の開発が行われている。

2) 粗放連続培養

1998年に日裁協能登島事業場において、連続培養を既存の水槽に応用して粗放的に行う培養法が開発された。大型（25m³）水槽2面をサイホンで結んで一方を培養槽、他方を収穫槽とし、培養槽に60%希釈海水の連続注水と連続給餌を行い、連続的に収穫を行った。

その結果、日間増殖率は26℃の連続培養装置の80~100%/日よりやや劣るものの、従来一般的に行われている培養法より良い結果が得られた。この方法により既存の施設を利用して、密度は100~500個体/mLと高くないが、培養日数は最大220日に及ぶ安定した培養が可能となった。また、培養水温14、20℃でそれぞれ日間増殖率は24~26、43%となり、それぞれの水温に応じた増殖率で安定培養が可能となった（表1）。餌料は淡水濃縮クロレラ、ナンノクロロプシスあるいは濃縮凍結ナンノクロロプシスの単独使用、及びそれらとパン酵母の混合使用が可能であった。

3) 間引き培養への応用

連続培養の考え方を間引き培養に応用する方法を検討した。1日1回の収穫以外の培養方法は粗放連続培養と同様であり、ケモスタット式培養とした。この改良型間引き培養においてもさまざまな水温と餌料の組み合わせを検討し、同水槽で行った粗放連続培養と同水準の増殖率が得られた（図1）。

4) 植え継ぎ培養への応用

表1 25 cm³水槽によるL型ワムシの粗放連続培養結果

試験区分	事例数	平均培養日数(日)	ワムシ密度(個体/mL)	平均総卵率(%)	平均増殖率(%)	単位生産(億個体/m ³ 日)
小浜株, 14°C培養	5	42	93	60	24	0.19
近大株, 14°C培養	1	103	155	61	26	0.31
小浜株, 20°C培養	5	77	136	56	43	0.48
近大株, 26°C培養	5	53	115	58	73	0.59
平均		57	115	58	47	0.42

表2 L型ワムシの高密度宅配結果

	発送条件				着時状態		
	ワムシ密度(万個体/mL)	1箱ワムシ数(億個体)	送付箱数	発送ワムシ数(億個体)	輸送時間(h)	到着ワムシ数(億個体)	生残率(%)
平均	11	10		28	25	23	
合計			110	1129		903	80

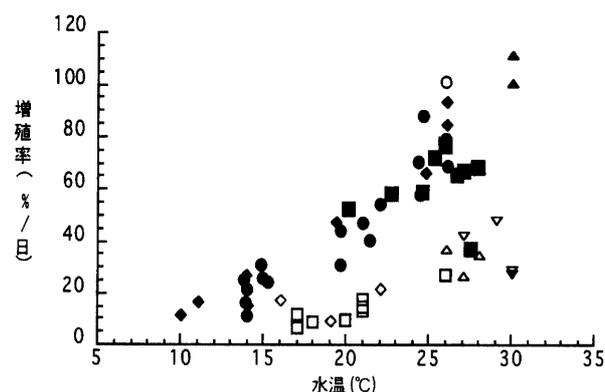


図1 培養方式別のワムシの増殖率

- L型粗放連続培養
- L型装置連続培養
- ▲ S型装置連続培養
- L型間引き培養
- △ S型間引き培養
- ◇ L型植え継ぎ培養
- ▽ S型植え継ぎ培養
- L型改良間引き培養
- ◆ L型改良植え継ぎ培養

ケモスタット式管理を植え継ぎ培養に応用する方法を検討した。水温26°Cに加温した60%希釈海水に数個体/mLの密度でワムシを収容し、初期は淡水クロレラの餌料密度を約500万細胞/mLで維持し、餌料密度が100万細胞/mL以下に低下したら、給餌量を前日の2倍に増やしていく方法である。すなわち、ワムシの計数値に給餌率を乗じた給餌量を与えて管理するのではなく、給餌量に応じた密度にワムシ個体群自身が調整されることを期待する餌料律速による植え継ぎ培養法である。また事例が少ないものの、L型ワムシ127万個体を収容した8日後に2.32億個体に増殖した事例があり、この間の平均増殖率は92%/日であった。

5) 高密度宅配

一方、この高増殖率のL型ワムシを用いて冷蔵麻醉状態として高密度で宅配輸送する手法を開発した。

まず、収穫したL型ワムシを海水で洗浄して微小な

懸濁物を除去した後、1~3°Cに冷却する。これを濃縮して約10万個体/mLにしたワムシ溶液を薄い密閉プラスチック容器に約7mmの水深で収容し、上部の約30mmの空隙に酸素を入れて蓋を閉じた。この状態の容器を段ボール箱に重ねて収容し、冷蔵宅配便で発送する。

平均密度11万個体/mLで合計110箱、1,129億個体のワムシを宅配したところ、1~2日後に到着したワムシの生残数は903億個体であり、生残率は80%であった(表2)。これを元種として培養を行うと、到着翌日から発送前と同等の増殖率を示した。

6) 今後のワムシ培養システムの可能性

このような培養方法に高密度宅配を組み合わせると将来的には以下のようなシステムの可能性がある。

たとえばワムシセンターのようなものができれば、各種の培養特性を持った株の選抜育種を行い、閉鎖的な連続培養装置により数十~百億個体単位で宅配発送し、各地の栽培漁業センターの元種としたり、直接給餌することが可能となる。

このような量的な制御技術を普及させるとともに、ワムシの活性や栄養価を含めた質的な制御技術の開発を行うことが今後の課題である。

文 献

- 1) 伊藤 隆. 輪虫の海水培養と保存について. 三重大紀要 1960; **3**: 708-740.
- 2) 日野明徳. シオミズツボワムシの分類, 変異および生活史について. 栽培技研 1981; **10**: 109-123.
- 3) 平田八郎, 森 保樹. 食用イースト給餌によるしおみずつぼむしの培養. 栽培漁業 1967; **5**: 36-40.
- 4) 渡辺 武, 大和史人, 北島 力, 藤田矢郎, 米 康夫. シオミズツボワムシ *Brachionus plicatilis* の栄養価と ω 3高度不飽和脂肪酸. 日水誌 1979; **45**: 883-889.
- 5) Hirayama K, Maruyama I, Maeda T. Nutritional effect of freshwater *Chlorella* on growth of the rotifer *Brachionus plicatilis*. *Hydrobiologia* 1989; **186/187**: 39-42.
- 6) 吉村研治, 宮本義次, 中村俊政. 濃縮淡水クロレラ給餌によるワムシの高密度大量培養. 栽培技研 1992; **21**: 1-6.
- 7) Fu Y, Hada A, Yamashita T, Yoshida Y, Hino A. Development of a continuous culture system for stable mass production of the marine rotifer *Brachionus*. *Hydrobiologia* 1997; **358**: 145-151.