

シオミズツボワムシの栄養強化処理における クロレラ摂餌量

原 修・福所邦彦・岩本 浩

Amount of *Chlorella* sp. Fed by the Rotifer, *Brachionus plicatilis*,
during Enrichment Procedure with the Microorganism

Osamu HARA, Kunihiko FUKUSHO, and Hiroshi IWAMOTO

マダイ *Pagrus major* (Temminck and Schlegel) の人工種苗生産の初期餌料としてシオミズツボワムシ *Brachionus plicatilis* O. F. Müller (以下ワムシと呼ぶ) の大量生産となり¹⁻³⁾、ワムシ生産用餌料として従来主に用いられてきたクロレラ *Chlorella* sp. に替り、市販のイーストが有効なことがわり、量産が容易になった。しかし、イーストで生産したワムシ (以下イーストワムシと呼ぶ) の餌料価値はクロレラで生産したワムシ (以下クロレラワムシと呼ぶ) に較べて低いことが飼育経験からわかり、最近行なわれた分析結果から、これは両者における海産魚類の必須脂肪酸と思われるエイコサペンタエン酸 (20:5 ω 3) の含量が異なるためと考えられている⁴⁾。

筆者らは、イーストワムシの餌量価値を高めるため、ワムシ生産過程でイーストとクロレラを併用給餌し (併用ワムシ)、さらに仔魚への給餌直前に1~数時間併用ワムシをクロレラ海水に収容し、クロレラを摂らせる (栄養強化) 処理を行なっている^{5,6)} が、その時のワムシ密度、クロレラ密度および強化処理時間がワムシのクロレラ摂餌量におよぼす影響について若干の知見を得たので報告する。

材料および方法

ワムシ 屋外40 tのワムシ生産槽でクロレラおよびイースト (K社製パン用生酵母) を給餌して、100~200個体/ml以上に増殖させた併用ワムシを水中ポンプで揚水し、網目69 μ の篩布でこして採集した。

クロレラ 屋外100 t円型槽および同200 t槽において500~1,850万細胞/mlに増殖させた。

栄養強化処理 ワムシの適当量を、クロレラ海水を満した1 tパンライト槽に収容し、十分に通気してクロレラを摂餌させた。

ワムシ密度とクロレラ密度 ワムシ密度は1 tパンライト槽中から海水100 mlをとり、その1 mlについて3~5回実体顕微鏡下で計数しその平均値とした。クロレラ密度はThomaの血球計算盤で計数した。

ワムシ1個体のクロレラ摂餌可能量・摂餌量および摂餌率 栄養強化処理の開始時のクロレラ密度をワムシ密度で除したものを摂餌可能量, 開始時と終了時のクロレラ密度の差をワムシ密度で除したものを摂餌量とし, 摂餌量と摂餌可能量の比を摂餌率とした。

処理時間 栄養強化処理時間は1, 1.5, 3時間とした。

結 果

ワムシのクロレラ摂餌量 強化処理時間1時間の場合の摂餌量の最高値は24,000細胞/個体(強化開始時のクロレラ密度1,850万細胞/ml, ワムシ密度486個体/ml, 摂餌可能量38,100細胞/個体)で, 最低値は2,000細胞/個体(500万細胞/ml, 776個体/ml, 6,400細胞/個体)であった(表1)。

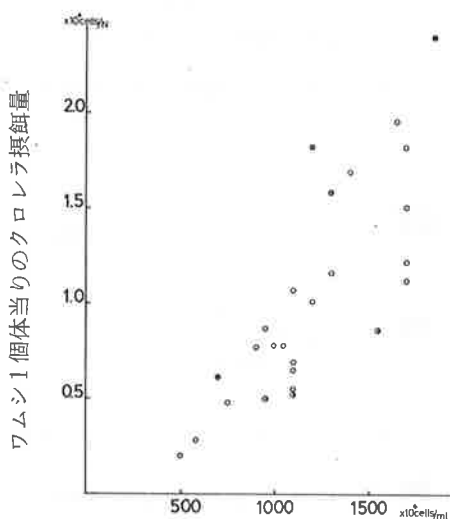
強化処理時間が1.5時間および3時間の場合の摂餌量の最高値と最低値は, 21,200細胞/個体(920万細胞/ml, 320個体/ml, 32,600細胞/個体), 5,800細胞/個体(640万細胞/ml, 190個体/ml, 8,300細胞/個体), 26,500細胞/個体(1,550万細胞/ml, 452個体/ml, 34,300細胞/個体), 22,000細胞/個体(1,500万細胞/ml, 545個体/ml, 27,500細胞/個体)であった(表1)。

また, クロレラ1,000万細胞/ml以上, ワムシ500~1,000個体/mlでの摂餌量の平均値は, 1時間(14例)では11,400細胞/個体, 1.5時間(4例)では17,500細胞/個体, 3時間(2例)では22,200細胞/個体であった。

表1. 1tパンライトを用いて1976年5月13日から6月2日まで行なったワムシの栄養強化の状況

月 日	栄養強化時間(hr)	水 温(℃)	ワムシ密度(個体/ml)	クロレラ密度(万細胞/ml)		ワムシ1個体の摂餌可能量(細胞/個体)	ワムシ1個体の摂餌量(細胞/個体)	ワムシのクロレラ摂餌率(%)
				開 始 時	終 了 時			
5-19	1	21.0	378	1,300	700	34,400	15,800	45.9
			514	1,400	530	27,200	16,900	62.1
			274	1,200	700	43,800	18,200	41.6
5-20	2.18	21.8	633	1,300	560	20,500	11,600	56.6
			970	1,700	610	17,500	11,200	64.0
5-22	2.06	20.6	700	1,700	840	24,300	12,200	50.2
			640	1,700	730	26,600	15,100	56.8
5-26	2.24	22.4	580	1,700	640	29,300	18,200	62.1
			882	1,100	490	12,500	6,900	55.2
5-28	2.46	24.6	900	1,200	290	13,300	10,100	75.9
			776	500	340	6,400	2,000	31.3
			456	700	420	15,400	6,100	39.6
			763	580	360	7,600	2,800	36.8
			676	1,100	660	16,300	6,500	39.9
5-29	2.26	22.6	895	1,100	600	12,300	5,500	44.7
			1,306	1,100	420	8,400	5,200	61.9
			596	950	430	15,900	8,700	54.7
			913	1,050	330	11,500	7,800	67.8
5-30	2.19	21.9	1,376	950	250	6,900	5,000	72.5
			693	900	360	13,000	7,700	59.2
			923	750	300	8,100	4,800	59.3
5-31	2.30	23.0	596	1,100	460	18,500	10,700	57.8
			946	1,000	260	10,600	7,800	73.6
6-1	2.41	24.1	486	1,850	680	38,100	24,000	63.0
			586	1,650	500	28,200	16,600	69.5
6-2	2.31	23.1	1,476	1,550	260	10,500	8,600	81.9
5-22	1.5	20.6	786	1,600	440	22,900	17,300	75.6
			809	1,800	310	22,200	18,400	82.9
			902	1,800	330	20,000	16,200	81.0
5-23	2.04	20.4	338	920	460	27,200	13,600	50.0
			824	1,850	340	22,500	18,500	81.3
5-24	2.16	21.6	282	920	320	32,600	21,200	65.0
			480	640	270	14,900	8,600	57.7
			770	640	190	8,300	5,800	69.9
5-13	3	19.3	545	1,500	300	27,500	22,000	80.0
			452	1,550	350	34,300	26,500	77.3
			580	1,500	200	25,900	22,400	86.5

クロレラおよびワムシの密度が摂餌量と摂餌率におよぼす影響 強化処理開始時のクロレラ密度が高いほど、ワムシの摂餌量は増加する傾向がみられ、ワムシ密度が500個体/ml以下の低密度の場合には特別顕著となり、逆に1,000個体/ml以上の高密度ではこの傾向は弱まる(図1)。また、ワムシ密度が高くなるに従って摂餌量は減少する傾向がみられるが、開始時のクロレラ密度が1,000万細胞/ml以下の低い場合はこの傾向は顕著でなくなる(図2)。

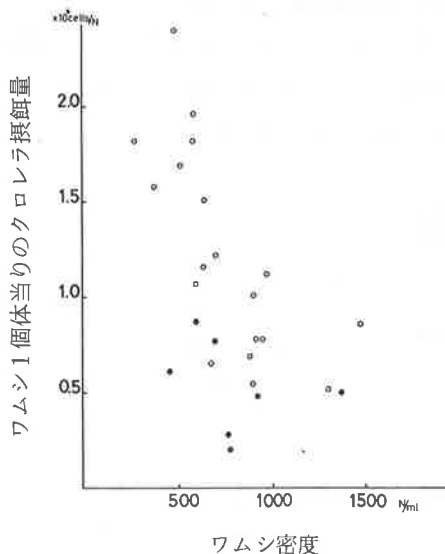


栄養強化開始時のクロレラ密度

図1. クロレラ密度とワムシのクロレラ摂餌量

ワムシ密度

- 500個体/ml以下
- 500~1,000個体/ml
- 1,000個体/ml以上



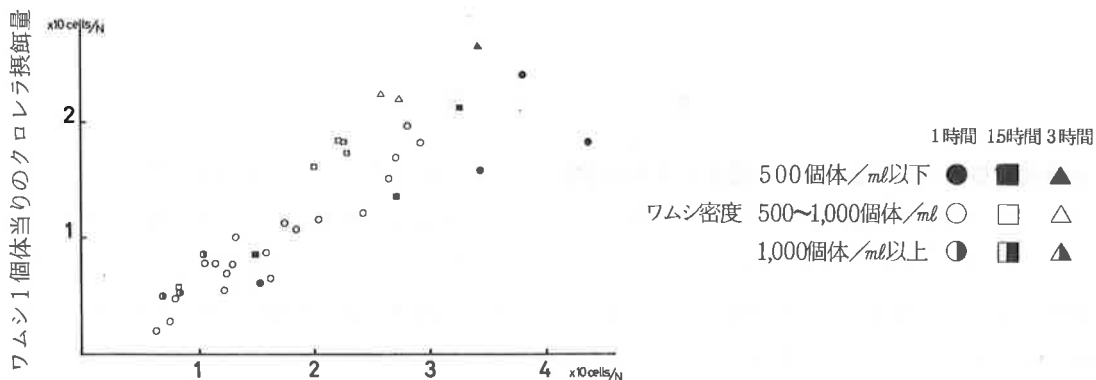
ワムシ密度

図2. ワムシ密度とワムシのクロレラ摂餌量

クロレラ密度

- 1,000万細胞/ml以下
- 1,000万細胞/ml以上

ワムシ1個体当りの摂餌可能量が多いほど摂餌量が増加するが(図3), 摂餌率はクロレラの密度が低い場合,あるいはワムシの密度が低い場合に低下する傾向がみられる(表1, 図3)。



ワムシ1個体当りのクロレラ摂餌可能量
(栄養強化開始時クロレラ密度÷ワムシ密度)

図3. ワムシ1個体当りのクロレラ摂餌可能量と摂餌量

強化処理時間が摂餌量と摂餌率におよぼす影響 強化処理開始時のワムシ1個体当りの摂餌可能量がほぼ同じの場合、処理時間が長いほど摂餌量は増加し、摂餌率も増加する傾向がある(表1, 図3)。

クロレラ密度1,000万細胞/ml以上, ワムシ密度500~1,000個体/mlの場合の摂餌率は1時間では59.4%, 1.5時間では79.9%, 3時間では83.2%であり, 1.5時間と3時間とでは大きな差はなかった。

クロレラ残存密度 強化処理終了時のクロレラ残存密度は, 開始時のクロレラ密度およびワムシ密度との関連は少なく(図4, 図5), 1時間処理の場合は250~840万細胞/mlであった。

1.5時間および3時間の場合は, 両者の間に差はみられず, 190~460万細胞/ml, 200~350万細胞/mlであった。

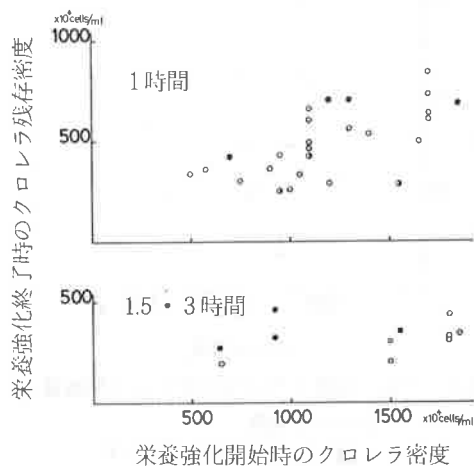


図4. ワムシの栄養強化処理開始時と終了時のクロレラ密度

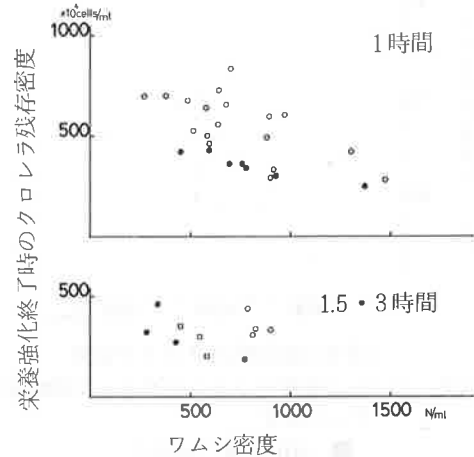
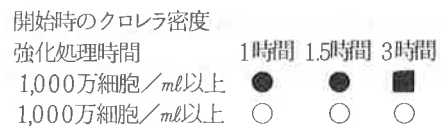
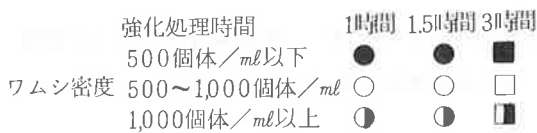


図5. ワムシ密度と栄養強化処理終了時のクロレラ残存密度



考 察

栄養強化処理におけるクロレラ密度とワムシ密度 ワムシ密度を高くして栄養強化処理を行なうと, ワムシ1個体当りの摂餌可能クロレラ量は少なくなるので, 摂餌量を増加させるには密度の高いクロレラに, 少量のワムシを収容して処理しなければならない^{7,8)}しかし, 屋外大型水槽でクロレラが2,000万細胞/ml以上に増殖することは稀であり, 限られた人員と処理槽では, 大量のワムシを処理して仔魚へ給餌する場合, ワムシ密度を高くして作業を簡便化する傾向がある。

今回, 実験に供試した栄養強化ワムシを給餌してマダイ種苗170.2万尾(9~17mm)を冲出したが⁶⁾ワムシに起因すると思われる特別の障害がみられなかったことから全体としては適正な密度

だったと考えられるが、クロレラをより多く摂餌したワムシが餌料価値が高くなるとすれば、クロレラ密度は1,000万細胞/ml以上、ワムシ密度は500個体/ml程度で強化処理をすることが望ましい。

クロレラ残存密度と強化処理時間 ワムシの栄養強化処理を行なう場合、ワムシ密度を高くして長時間継続すると、ワムシがクロレラを喰い尽し、さらに飢餓状態に陥入のおそれがあり、このようなワムシは仔魚に障害をひき起すことが知られている⁹⁾。

大量のワムシによって喰い尽され、槽中のクロレラ密度が急激に下ると、浴過様式によるワムシの単位時間当り摂餌量は急激に減少するので、クロレラ残存密度が300~400万細胞/mlまで低下した状態で栄養強化処理を継続することは好ましくない。

実験では1.5時間でクロレラ量の約80%が摂餌され、その密度は300~400万細胞/mlに低下しているが、3時間の場合もほぼ同様なので槽中のクロレラ密度が300~400万細胞/mlに低下した時点で仔魚へ給餌するのが合理的であり、その時間は1.5時間程度と考えられる。

栄養強化ワムシの餌料価値 イーストワムシを継続的にクロレラで栄養強化処理した場合、脂質含量は処理時間に比例して増加し、脂肪酸組成は2日間でクロレラワムシのそれと同程度に変化する¹⁰⁾。この現象は海水クロレラの脂質中に高濃度に含まれるエイコサペンタエン酸(20:5ω3)が直接ワムシに取り込まれて濃縮されるためと考えられている。

また、併用ワムシはイーストワムシとクロレラワムシの中間的特徴を示している⁴⁾ので、併用ワムシにクロレラを摂餌させて、消化管内にクロレラを充滿させた状態で仔魚に給餌すれば、このような栄養強化された併用ワムシは、クロレラワムシにより近い餌料価値を有すると考えられる。

要 約

1976年5月13日から6月2日の間、長崎水試増養殖研究所において、マダイ種苗生産用の初期餌料として、クロレラおよびイースト併用で生産したワムシの栄養強化処理時間中のクロレラ摂餌量を調べ、次のような結果を得た。

1) ワムシ密度500~1,000個体/ml、クロレラ密度1,000万細胞/mlで栄養強化処理を行なった時、ワムシ1個体が摂餌したクロレラ量の平均値は、1時間の場合11,400細胞/個体であり、その摂餌率は摂餌可能量の59.4%であった。

1.5時間・3時間では、17,500細胞/個体・79.9%、22,200細胞/個体・83.2%であった。

2) ワムシ1個体当りのクロレラ摂餌量は、クロレラ密度が高く、ワムシ密度が低い程多くなる傾向がみられたが、クロレラ密度1,000万細胞/ml以下、またはワムシ密度1,000個体/ml以上の場合はこの傾向は弱まった。

3) 栄養強化処理終了時のクロレラ残存密度は、処理時間1時間では250~840万細胞/ml、1.5時間・3時間では大差なく190~460万細胞/mlであった。

4) これらのことから、大量の併用ワムシの栄養強化を行なう場合、実用的にはワムシ密度500個

体/ml程度，クロレラ密度1,000万細胞/ml以上のもとで行ない，その処理時間は1～1.5時間が適当と考えられる。

文 献

- 1) 伏見 徹，1975：稚魚の摂餌と発育（日本水産学会編），Ⅱ飼育条件と発育，4 餌料．恒星社厚生閣，東京，pp. 67～83.
- 2) 藤田矢郎，1975：同，Ⅲ種苗の大量生産，6 稚魚の大量飼育．pp. 100～113.
- 3) 北島 力・福所邦彦・岩本 浩・山本博敬，1976：マダイ稚仔のシオミズツボムシ摂餌量．長崎水試研報，(2)，105～112.
- 4) 渡辺 武・福所邦彦・大和史人・隆島史夫・野村 稔，1976：種苗生産における初期生物餌料の栄養価に関する研究－Ⅱ．昭和51年度日本水産学会秋期大会講演要旨集，p. 41.
- 5) 福所邦彦・原 修・吉尾二郎，1976：大型水槽によるマダイの種苗量産．長崎水試研報，(2)，92～100.
- 6) 福所邦彦・原 修・山本博敬・岩本 浩・北島 力，1977：配合飼料を利用した大型水槽によるマダイの種苗量産．雑誌「水産増殖」に投稿中.
- 7) 平野克己，1974：餌料生物の培養に関する研究－Ⅲ．摂餌量の推定について．昭和49年度日本水産学会九州支部大会要旨，p. 5.
- 8) 平野克己・古川一郎，1974：餌料生物の培養に関する研究－Ⅳ．摂餌量におよぼす個体密度について．昭和49年度日本水産学会秋期大会講演要旨，p. 27.
- 9) 北島 力・耕田隆彦，1976：酵母培養ワムシがマダイ仔魚に与える影響とクロレラの効果．長崎水試研報，(2)，113～116.
- 10) 渡辺 武・米 康夫・北島 力・藤田矢郎，1976：クロレラによる二次培養イーストワムシの脂肪酸組成．昭和51年度日本水産学会秋期大会講演要旨集，p. 42.