クロレラで二次培養したパン酵母ワムシの餌料効果*1

北 島 力・藤田 矢郎・大和 史人

米 康夫・渡 辺 武

(1978 年 10 月 23 日受理)

Improvement of Dietary Value for Red Sea Bream Larvae of Rotifers *Brachionus plicatilis* Cultured with Baker's Yeast *Saccharomyces cerevisiae*

Chikara KITAJIMA*2, Shiro FUJITA*2, Fumito OHWA*3,
Yasuo YONE*4, and Takeshi WATANABE*3

The rotifers *Brachionus plicatilis* cultured with baker's yeast *Saccharomyces cerevisiae* (Y-rotifers), a living feed for fish larvae, are much lower in dietary value than those cultured with marine chlorella (C-rotifers). A trial was conducted in order to improve the low dietary value of Y-rotifers by feeding them marine chlorella *Chlorella minutissima* for 10 min to 24 hrs at regular intervals before they were given to red sea bream larvae. The dietary value of the secondary cultured rotifers in each period was compared with that of C-rotifers.

The dietary value of Y-rotifers was found to be improved effectively by the secondary culture with chlorella. The larvae fed on Y-rotifers cultured secondarily for more than 6 hrs showed good growth conditions and a high survival rate, comparable to those obtained by the larvae fed on C-rotifers. On the other hand, the dietary value of Y-rotifers was not much improved by the secondary culture with freshwater chlorella *Chlorella regalis*.

海産魚の種苗生産用初期餌料として広く用いられているシオミズツボワムシ *Brachionus plicatilis* は、従来海産クロレラを餌料として培養（クロレラワムシ）されていたが、種苗生産量の増大に伴って、最近パン酵母で培養（酵母ワムシ）されることが多くなった。しかし、酵母ワムシで飼育した仔魚は、クロレラワムシを与えたものに比べて活力が弱く、生残率が著しく低い^{1,2)}。渡辺ら³⁾は、その原因を海産魚の必須脂肪酸（EFA）の一つ 20:5 ω 3⁴⁾ がクロレラワムシには多量に含まれるのに対し、酵母ワムシにはほとんど存在しないためであることを明らかにした。

そこで、酵母ワムシをクロレラで短時間二次培養し、クロレラ中の 20:5 ω 3 を取り込ませることによつて餌料価値を改善することが可能かどうか、また仔魚を健全に飼育するのに必要な二次培養の最少時間について、マダイ *Pagrus major* 仔魚を用いた飼育実験によつて検討した。

実 験 方 法

実験 I では、1976 年 6 月 16 日に 1 トンパンライト水槽 6 面に受精卵をそれぞれ約 2.7 万粒ずつ収容し、翌 17 日にふ化した約 2.3 万尾を試験魚とした。ふ化後 3 日から 8 日までは各区にクロレラワムシを与え、9 日から 25 日までの 17 日間は Table 1 に示した各ワムシを、それぞれ当初 10⁷ 個体から仔魚の成長に伴って 5×10⁷ 個体まで漸次増量して、朝夕 2 回に分けて与えた。飼育は流水（前半は約 300 ml/min、後半は約 600 ml/min）で行い、エアストーン 1 個を用いて約 400 ml/min の割合で通気した。

海産クロレラによる酵母ワムシの二次培養は、1 トンパンライト水槽にクロレラ *Chlorella minutissima* (20×10⁶~24×10⁶ 細胞/ml) を満たし、これに酵母ワムシを 200~300 個体/ml の密度で添加して行い、所定の時間毎に一部を濾し取つて給餌した。なお、酵母ワムシは

*1 種苗生産における栄養学的研究—VI. 本研究の費用の一部はサンケイオーシャンスカラージュによるものである。

*2 長崎県水産試験場増養殖研究所 (Aquaculture Research Laboratory, Nagasaki Prefectural Institute of Fisheries, Nomozaki, Nagasaki 851-05, Japan).

*3 東京水産大学 (Laboratory of Fish Nutrition, Tokyo University of Fisheries, Konan 4, Minato-ku, Tokyo 108).

*4 九州大学農学部水産実験所 (Fishery Research Laboratory, Kyushu University, Tsuyazaki, Fukuoka 811-33, Japan).

6 トン水槽で1日当たりワムシ 10^6 個体に市販のパン酵母を1gの割合で与え、3日以上培養したものを使用した。

ふ化後25日目に全個体を取り上げ計数し、その中から抽出した30尾について全長を測定した。また、仔魚の活力を比較するため、水とともに掬い取って別に用意した水槽に移し、掬い取りや移動のショックによるへい死数を24時間後に算定した。飼育期間中の水温は18.2~22.4°C、最高照度は11,000 luxであつた。

実験IIでは、1977年4月16日に1トンパンライト水槽7面に受精卵約3万粒を収容し、翌17日にふ化した約2.4万尾を試験魚とした。これらに実験Iと同様、ふ化後3日から8日まではクロレラワムシを与え、9日から21日までの13日間はTable 1に示した各ワムシを、約 10^7 個体から 5×10^7 個体まで次第に増量して、朝夕2回に分けて与えた。飼育期間中は、実験Iと同様の注水と通気を行った。

Y 6h DC ワムシは海水40lに懸濁した乾燥淡水産クロレラ *Chlorella regularis* 8gで二次培養したものである。その他の各二次培養ワムシの培養方法は実験Iと同じである。

ふ化後21日目に全個体を取上げて計数し、その中の

30尾について全長を測定した。また、仔魚の活力を比較するため、約500尾を手網で5秒間水から掬い上げた後、30lパンライト水槽に移して24時間後のへい死数を算定した。飼育期間中の水温は17.4~19.6°C、最高照度は11,000 luxであつた。

結果および考察

実験IおよびIIの飼育結果をまとめてTable 1に示した。両実験を通じて、酵母ワムシを与えたY区の生存率、成長および活力が、クロレラワムシを与えたC区に比べて著しく劣つた。Y区はいずれも試験餌給餌開始後8日目頃から遊泳が不活発になり、通気による水流に対して向流性を失い、さらに体位の平衡も失つて次第にへい死した。

クロレラで二次培養したワムシ給餌区は、いずれも酵母ワムシを与えたY区に比べて生存率、成長および活力が優れ、クロレラによる二次培養効果が認められた。二次培養時間が短い実験Iでは、培養時間と生存率あるいは成長との間に明らかな相関は認められなかったが、活力は二次培養時間が長い程優れていた。しかし、活力が優れていた2時間二次培養ワムシ給餌区(Y 2h C区)でも、クロレラワムシを与えたC区に比べると成長は顕著

Table 1. Effect of the secondary culture with marine chlorella *Chlorella minutissima* on the dietary value of the rotifers *Brachionus plicatilis* cultured with baker's yeast *Saccharomyces cerevisiae*

Living feed*1	Initial	Final		Rate of survival (%)	Rate of survival after handling test (%)
	No. of fish	No. of fish	Total length (mm)		
Experiment I					
Y	23000	5100	6.38±0.53	22.2	9.2**
Y 10 m C	"	13500	6.99±0.49	58.7	54.3
Y 30 m C	"	16500	8.04±0.61	71.7	67.8
Y 60 m C	"	19800	7.39±0.76	86.1	60.7
Y 2 h C	"	13200	7.02±0.54	57.4	94.3
C	"	11800	8.53±0.55	51.3	99.6
Experiment II					
Y	24000	5300	4.73±0.30	22.1	65.6**
Y 2 h C	"	11800	5.72±0.53	49.2	79.2
Y 6 h C	"	11900	6.31±0.54	49.6	90.7
Y 6 h DC	"	10700	5.13±0.45	44.6	82.4
Y 12 h C	"	9600	6.12±0.38	40.0	87.3
Y 24 h C	"	14400	6.55±0.81	60.0	96.1
C	"	12800	7.15±0.52	53.3	92.7

*1 Y and C indicate the rotifers cultured with baker's yeast *Saccharomyces cerevisiae* (1 g of yeast/ 10^6 cells/ml sea water/day) (Y-rotifers) and those cultured with only marine chlorella *Chlorella minutissima* ($20-24 \times 10^6$ cells/ml sea water), respectively. The abbreviations in the table, Y10 m C, Y30 m C, Y60 m C, Y2 h C, Y6 h C, Y12 h C and Y24 h C, indicate the Y-rotifers cultured with marine chlorella secondarily for 10, 30 and 60 min, and 2, 6, 12 and 24 h, respectively. Y6hDC indicates the Y-rotifers cultured with dried freshwater chlorella *Chlorella regularis* (8 g of dried chlorella/40 l sea water) for 6 h.

*2 Survival rate during 24 h after fish were moved to the other aquarium at the end of the feeding experiment.

*3 Survival rate during 24 h after 500 fish were dipped out of water with a scoop net for 5s and moved to a 30 l tank.

に劣った。

二次培養時間を長くした実験 II でも、培養時間と生残率の間に明らかな相関は認められなかったが、成長と活力は培養時間が長い程向上した。6時間の二次培養ワムシを与えた Y 6h C 区は、C 区に比べて成長はやや劣ったが、生残率や活力ではほとんど遜色がみられなかった。さらに二次培養を 24 時間に延長した Y 24h C 区では、C 区にはば匹敵する飼育結果が得られた。一方、乾燥淡水産クロレラで 6 時間二次培養した Y 6h DC ワムシは、酵母ワムシ (Y) に比べると餌料価値は僅かに改善されたが、海産クロレラによる二次培養ワムシと比較すると、仔魚の成長や活力は明らかに劣った。

以上の結果から、酵母ワムシを海産クロレラで二次培養すると、海産クロレラに高濃度に含まれる $20:5\omega3$ ³⁾ が酵母ワムシに移行し、仔魚に対する餌料価値が高まるものと推測された。また、仔魚の生残率や活力からみて、酵母ワムシを 6 時間以上海産クロレラで二次培養す

ることによって、クロレラワムシに近い程度にまで餌料価値は改善され、実用的にも使用が可能と考えられた。しかし、淡水クロレラの乾燥粉末による二次培養では、餌料価値の改善効果が少なく、海産クロレラの代用にはならないことがわかった。このことは、淡水クロレラの脂肪酸組成が海産クロレラとは大きく異なり、海産魚の EFA である C_{20} 以上の $\omega3$ 高度不飽和酸がほとんど存在しない³⁾ ことに由来するものと推察された。

文 献

- 1) 北島 力・耕田隆彦: 長崎水試研報, 2, 113-116 (1976).
- 2) 福所邦彦: 長崎水試研報, 3, 152-154 (1977).
- 3) 渡辺 武・北島 力・荒川敏久・福所邦彦・藤田矢郎: 日本誌, 44, 1109-1114 (1978).
- 4) 米 康夫: 養魚と飼料脂質 (水産学シリーズ, 22), 恒星社厚生閣, 東京, 1978, pp. 44-59.