

ヒオウギガイ *Chlamys nobilis* (REEVE) の 種苗生産について—Ⅱ

海産酵母と海産クロレラの併用給餌*¹

門脇 秀策*²・中菌 貫幸*²・猪奥 繁利*³
加世堂照男*²・平田 八郎*³

Seed Production of the Scallop *Chlamys nobilis* (REEVE)—II
Mixture Diet of Marine Yeast and *Chlorella* sp. for the Veliger Larvae*¹

Shusaku KADOWAKI*², Tsurayuki NAKAZONO*², Shigeri IOKU*³,
Teruo KASEDO*² and Hachiro HIRATA*³

Abstract

The feeding experiments on the scallop, *Chlamys nobilis* were conducted to determine a suitable diet for the larvae, applicable to mass culture of the juvenile in the hatchery. The experiments were repeated six times, Exp. I–VI, during the summer of 1979 and 1980 at the Fisheries Research Laboratory of Kagoshima University.

The veliger larvae were reared in five 50 l glass tanks, covered by black vinyl sheets in each experiment. Marine species of yeast, *Chlorella* sp., and *Chaetoceros* sp. were cultured in an incubation room, and commercial caked yeast was stored in a refrigerator, as diets for the feeding experiments. The animals were fed once a day in the evening. A special caution was taken for maintaining the same density of the diet in Exp. I–III, and the same cell volume of food in Exp. IV–VI. Aeration was supplied, but rearing water was not changed during the experiments.

Higher growth and survival rates of the larvae were found in the tanks which were fed a mixture diet of marine species of yeast and *Chlorella* sp. The growth rate in those tanks was calculated to be 8.3 μ /day; with 67.2% survival on the average. The growth rate in the tank which was supplied a mixture diet of cultured marine *Chlorella* sp. and commercial caked yeast was 7.4 μ /day, but the survival rate in this tank was only 41.3%.

まえがき

本邦南方産ヒオウギガイはイタヤガイ科に属し、北方産ホタテガイと近縁種であるが、美

*¹ 鹿児島大学水産学部附属水産実験所業績13号 (Contribution No. 13 from Fish. Res. Lab., Fac. Fish., Kagoshima Univ.)

*² 鹿児島大学水産学部附属水産実験所 (Fish. Res. Lab., Fac. Fish., Kagoshima Univ., Azuma-cho, Izumi-gun, Kagoshima, 899-14, Japan)

*³ 鹿児島大学水産学部増殖生理学講座 (Lab. Fish Cultivation Physiol., Fac. Fish, Kagoshima Univ., Kagoshima, 890 Japan)

味であるうえにホタテガイより色調に富むので、食糧源としてのみならず、装飾品としての利用価値も見逃すことができない。それゆえ、近年、本種の養殖業への関心が急速に高まり、人工ふ化生産のみではその種苗供給に不足をきたしている現状である。それを補うために、一部では天然採苗による種苗の確保が試行されている。

しかし、本種の天然種苗の色調は土褐色を呈し、色彩に欠けるので市場価値が半減するばかりでなく、天然採苗に依存しているホタテガイやハマチの養殖例をみてもわかるように、過密養殖によって自滅をまねく恐れが潜在している。つまり、天然種苗の採捕は往々にして無制限になりがちであり、短年次的には光明を得たとしても、長期的にみるとその技法は、菅野・佐藤(1980)が指摘している技術劣化を意味するものである。

筆者らはかねてより、ヒオウギガイの計画的養殖を提唱し、それに対応し得る種苗生産の技術開発を目的として種々実験を重ねてきた。前報(平田・他, 1978)では、成熟貝の暗所蓄養が産卵誘発の決め手であることを報告したが、その方法は、紫外線照射法(椎原・武田, 1978b)よりはるかに簡便であり、かつ採卵の確率が85~90%と高いので、本種の採卵技術はほぼ確立したといえる。しかし、本種苗の大量生産をはかるには、幼生飼育用餌料の探索や幼生期における着生機構の解明など、まだ多くの問題が残されている。それで本実験は、前報に続いて大量生産の大きな課題である初期餌料生物について検討を加えることにした。

ヒオウギガイの浮遊幼生期における餌料試験は、すでに難波(1970)や椎原・武田(1978a)によって報告されているが、それらは、クロレラ、キートセラスおよびモノクリシスなど、培養植物プランクトンを主体としたものである。しかし、そのような餌料生物の培養には、20~24°C程度の比較的低恒温を必要とするので、技術的には勿論のこと、経済的にも本種の量産化は至難である。それに対して海産酵母の培養は、高温(25~35°C)ほど好条件であり、光量も必要としないので、その大量培養は植物プランクトンのそれに比べてはるかに容易である。このようなことから海産酵母類の餌料的利用は古くからおこなわれてきたが、その大半はクルマエビ幼生(古川, 1972)や動物プランクトン(島谷・他, 1967; 川野, 1968; 古川・日高, 1973; HIRATA et al 1975; 平野・他, 1979)等の例であり、ヒオウギガイ幼生に対する海産酵母類の餌料価値については、まだ報告されていない。今回、海産酵母と海産クロレラとを「併用給餌」(Mixture diet)することによってヒオウギガイ幼生の成長・生残が良好であることがわかったので、ここにその結果を報告する。

本実験は、文部省科学研究費ならびに鹿児島県東町からの受託研究費によるものであり、関係各位に厚くお礼を申しあげる。

材料および方法

飼育実験は、1979年7~9月と1980年6~8月の2年次にわたり、本水産実験所の飼育実験室で、のべ6回(実験I~VI)くり返しおこなった。いずれの場合も、その採卵は、平田・他(1978)の暗所蓄養法によっておこなった。親貝は、あらかじめ暗所(27 m³の全面コンクリート製貯水槽)で自然海水を注入しながら1週間前後蓄養せしめ、採卵予定日に干出および加温処理を施して、雌雄別に水槽へ移入した。その際、殆んどの供試貝は放卵・受精し、1母貝当りの放卵数は、およそ、300~500万粒であった。

卵のふ化は、500 l のパンライト水槽でおこない、ふ化後の浮遊幼生はすみやかに5個 (A～E) の50 l 入り角型ガラス水槽に1 indiv/ml の割合で移し入れた。飼育実験期間は、D型幼生から付着生活に入る Umbo 期幼生までの10～14日間とした。その間、各水槽とも通気は、毎分飼育水量の約0.5%の割合で施し、換水は幼生の流出をさけるためにおこなわなかった。また、これらの水槽は黒色シートで覆い暗状態に保ちながら槽内における植物プランクトン等の自生を抑制した。

供試餌料生物は、海産酵母、海産クロレラ、海産キートセラスおよびパン酵母の4種である。用いた植物プランクトン等の培養液組成は、Table 1 に示したとおりである。海産酵母は、川野 (1968) や HIRATA (1978) の報告を参考にして、本水産実験所地先で採集したムラサキウニの卵巣から分離培養したものである。なお、この酵母は、淡水よりも海水の方が好繁殖を示すのが特徴である (Ioku *et al.*, 1980; MATSUDA *et al.*, 1980)。

Table 1. Culture media of planktonic diets.

Species		Nutrients	Concentration (g/l)	Dilution (ml/l)
Marine <i>Chlorella</i>	(A)	(NH ₄) ₂ SO ₄	0.15	
		Ca(H ₂ PO ₄)	0.02	
		Urea	0.015	
		Clewat-32*	0.03	
	(B)	Organic fertilizer**		0.1
Marine Yeast		Brown sugar	30.0	
		(NH ₄) ₂ SO ₄	3.0	
		KH ₂ PO ₄	1.0	
Marine <i>Cheatocecos</i>	(A)	Na ₂ SiO ₃	50.0	
		MnCl ₂	0.5	2
		Na ₂ +EDTA	5.0	
		Citric acid	1.5	
			
		NaNO ₃	3.0	1
			
		K ₂ HPO ₄	10.0	1
			
		FeSO ₄	3.0	1
			
	Chicken feces	167.0	(Extracts) 5	
			
	(B)	KNO ₃	150.0	2
		Na ₂ HPO ₄	30.0	1
		Na ₂ SiO ₃	15.0	1
		Clewat-32*	30.0	1

* (Fe, Zn, Mn, Co, Mo & B)+EDTA

** TAKI Chemical Co. Ltd.

餌料試験区は、Table 2 に示す如く、上記4種類の餌料生物を、それぞれ、1種単独または、2~3種の併用給餌によって、A~E区を設けた。

実験I~IIIの給餌量は、餌料生物個体の大きさに関わらず、飼育水中の個体数、つまり餌料密度を各試験区とも等しくしたが、実験IV~VIのそれは、あらかじめ各餌料生物の平均個体容積を求め各試験区に等容積の餌料を与えることにした。すなわち、前者では、椎原・武田(1978a)に基づいて、実験開始時には、5,000 cells/mlの餌料密度を投餌し、その後徐々に増量をはかり、実験最終日の餌料密度は50,000 cells/mlとした。それに対して後者の給餌量は、餌料生物の大きさの違いを考慮に入れ、各試験区の給餌容積を2.5 ml/l・dayから開始し、最終的に18.5 ml/l・dayと、幼生の成長に伴ってその給餌量を増加させた。なお、いずれの実験も、給餌は毎日1回、夕刻におこなった。

結果および考察

実験I~VIの結果は、その順序に従って、Table 2 に表示し、さらに、餌料区別による最終生残率、日間成長率およびUmbo期への変態率はTable 3 にまとめた。また、Fig. 1 は、実験I~VIにおける給餌量、生残率および成長度合をそれぞれ経日的に総括したものである。

Table 2. Rearing results of scallop larvae in each experiment.

Exp.	Tanks	Foods	Number of larvae		Survival rate (%)	Growth rate (μ /day)	Metamorphosis to Umbo veliger (%)
			Initial (indiv.)	Final (indiv.)			
I	A	MY+Chl	51,700	38,500	74.5	8.9	80.2
	B	MY+Cha	49,400	16,700	33.8	5.2	70.0
	C	MY+Chl+Cha	35,000	26,700	76.3	8.6	50.0
	D	Chl+Cha	47,500	20,800	43.7	6.8	55.0
	E	MY	45,000	10,000	22.2	3.8	0.0
II	A	MY+Chl	51,500	39,900	77.5	9.6	75.3
	B	Chl	49,200	10,800	22.0	5.0	36.2
	C	MY+Chl+Cha	51,700	39,000	75.4	9.4	55.2
	D	Chl+Cha	50,000	23,000	46.0	7.8	55.0
	E	MY	46,700	9,200	19.7	3.6	0.0
III	A	MY+Chl	48,300	31,400	65.0	9.6	65.1
	B	Chl	46,700	19,000	40.7	5.3	30.9
	C	BY+Chl	41,700	17,200	41.3	7.4	28.4
	D	BY	48,300	9,300	19.3	3.3	0.0
	E	MY	51,700	13,200	25.2	4.2	0.0
IV	A	MY+Chl+Cha	50,200	30,200	60.2	7.2	59.2
	B	MY+Cha	50,500	29,400	58.2	7.4	74.9
	C	Chl+Cha	51,600	16,500	32.0	6.0	46.3
V	A	MY+Chl	64,500	38,300	59.4	5.7	68.3
	B	MY+Cha	61,900	42,000	67.9	5.9	78.4
	C	Chl+Cha	62,000	29,400	47.4	4.6	44.2
	D	Cha	60,400	35,800	59.3	5.8	64.8
VI	A	MY+Chl	60,400	34,100	56.8	7.9	68.2
	B	Cha+MY	59,400	37,500	63.1	7.6	70.2
	C	Cha+Chl	63,800	13,200	20.7	4.1	48.9
	D	Cha	75,000	45,900	61.2	6.4	65.4

海産酵母の単独給餌区における生残率は、19.7~25.2%にすぎず、また、海産クロレラ単独給餌区でも22.0~47.7%程度と比較的低い生残率が示された。ところが、これら2種の餌料をそれぞれ半量ずつ給餌した試験区の生残率は、67.2%にも達した (Table 3)。この値は、キートセラスをも添加した3種併用給餌区の70.6%に次ぐ高生残率であり、併用給餌による餌料効果が顕著に現われた。

このような傾向は、成長の面でも明瞭であった。すなわち、海産酵母やクロレラの単独給餌区の平均日間成長率は、それぞれ、3.9および 5.2 μ/day と低いのに対し、これら2種併用

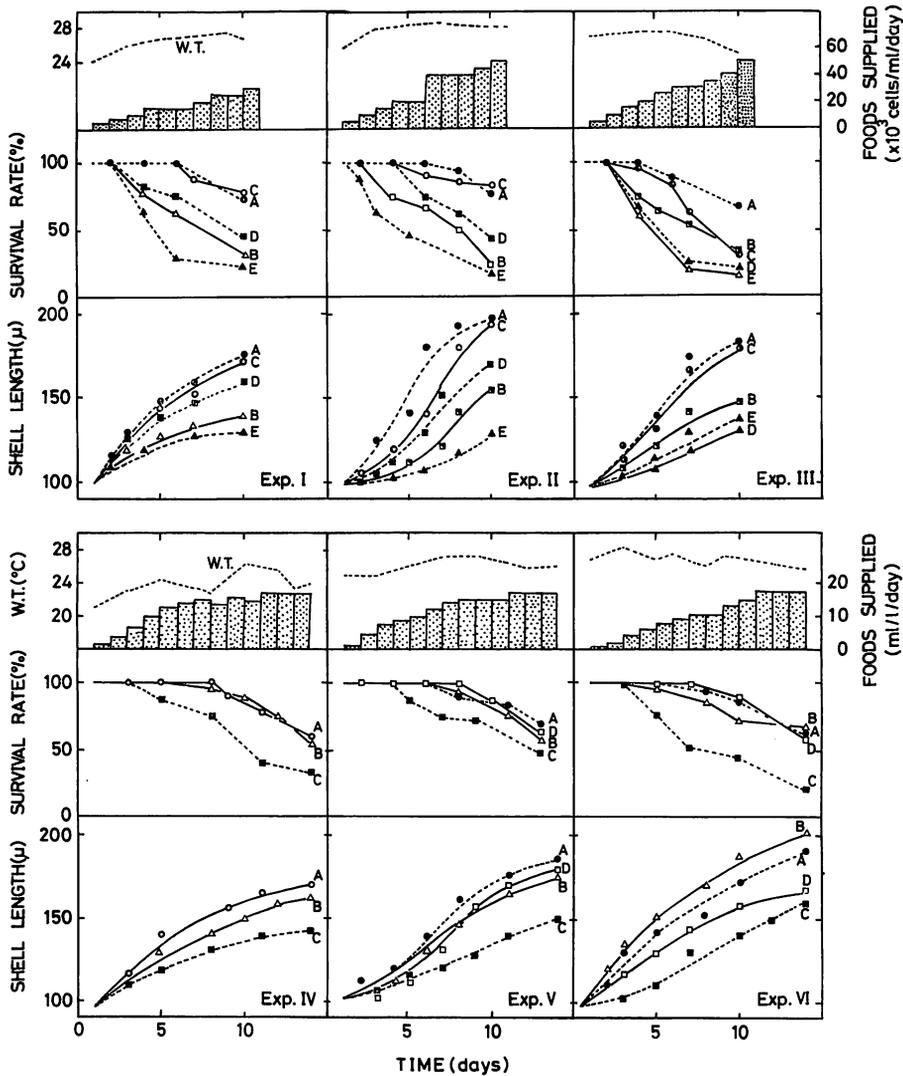


Fig. 1. Variations of growth and survival of scallop veliger fed different diets. Diets, A~E, in each experiment are illustrated in Table 2.

給餌区におけるそれは、 $8.3 \mu/day$ と算出された。また、実験最終日における Umbo 期への変態率は、海産酵母と海産クロレラとの併用給餌区で平均71.4%であった。

同じ酵母類でも、海産酵母とパン酵母（市販品）とでは、その給餌効果に大きな差がみられた。海産酵母と海産クロレラの併用給餌区における生残率は67.2%であったが、パン酵母と海産クロレラの併用給餌区でのそれは41.3%にすぎなかった。同様な傾向は、Umbo 期への変態率（28.4%）からもうかがえた。

以上の結果から、海産酵母と海産クロレラはいずれも単独給餌では、その餌料効果は低いが、それらを併用することによって餌料価値が著しく高まることがわかった。しかし、Table 2 に示した如く、実験 I の B および D 区や実験 II の D 区のように、キートセラスと海産酵母 (Cha+MY) あるいは、キートセラスとクロレラ (Cha+Chl) をそれぞれ2種ずつ併用給餌しても幼生の成長や生残などが劣るので、併用給餌には「種の組合せ」(Combinations of species) が重要な意義を有するものと思われる。従って、このような餌料試験には、栄養的な面のみならず、餌料生物種間の生態的拮抗作用をも加味されるのではなからうか。

Table 3. The average values of survival rate (%), growth rate (μ/day) and metamorphosis rate (%) to Umbo veliger through the all experiments.

Foods	Survival rate (%)	Growth rate (μ/day)	Metamorphosis to Umbo veliger (%)
MY	22.4	3.9	0.0
Chl	31.4	5.2	33.5
Cha	60.3	6.1	65.1
BY	19.3	3.3	0.0
MY+Chl	67.2	8.3	71.4
MY+Cha	55.8	6.5	73.4
BY+Chl	41.3	7.4	28.4
Chl+Cha	38.0	5.9	49.9
MY+Chl+Cha	70.6	8.4	54.7

一般に、生物餌料試験には、栄養や嗜好性の問題ばかりでなく、「雑種混合」(Contaminations) など様々な生態的要素が加わってくるので、その結論づけには多くの反復試験が必要である(平田・森, 1967; HIRATA *et al*, 1975)。本実験と相前後して、屋内の約 $5 m^3$ のコンクリート水槽内で、海産酵母と海産クロレラとの併用給餌によるヒオウギガイの量産を試みたところ、飼育水中にティグリオプスや原生動物等が繁殖し、種苗の斃死をまねくこともあった。従って、今後は飼育海水の完全濾過による害敵駆除をはかると同時に、培養酵母の遠心分離等による余剰栄養塩の除去をおこない、本実験結果の実用性について検討を加えたい。

文 献

- 古川一郎 (1972) : 海洋酵母によるクルマエビの種苗生産. 養殖, 9 (9), 38-42.
- ・日高勝義 (1973) : ワムシの大量培養に関する技術的問題点. 日本プランクトン学会報, 20, 61-71.
- 平野礼次郎 編 (1979) : 再資源化技術の開発状況調査報告書, 発酵母液編, クリーンジャパンセンター.
- 平田八郎・森 保樹 (1967) : 食用イーストの給餌によるシオミズツボワムシの培養について, 栽培漁業, 5, 36-40.
- ・四宮明彦・門脇秀策・中蘭貫幸・加世堂照男 (1978) : ヒオウギガイ *Chlamys nobilis* (REEVE) の種苗生産について—I 暗処理による産卵誘発. 鹿大水紀要, 27, 289-294.
- HIRATA, H., Y. MORI and M. WATANABE (1975) : Rearing of prawn larvae, *Penaeus japonicus* BATE, fed soy-cake particles and diatoms. *Mar. Biol.*, 29, 9-13.
- (1978) : Manual for mass production of marine zooplankton. *Rept. Guid. Team Cooperative Works Shrimp Culture Develop. Project Thai*. 71-77, JICA, Tokyo.
- IOKU, S., T. NAKAZONO, T. KASEDO and S. KADOWAKI (1980) : Rearing examinations on the scallop, *Chlamys nobilis*, fed a mixture diet of marine species of *Chlorella* sp. and yeast. *Min. Rev. Data File Fish. Res.*, 1, 117-126.
- 管野 尚・佐藤重勝 (1980) : “ホタテガイの増養殖と利用—増養殖の体系化に向けて”, 11-25 (恒星社厚生閣, 東京).
- 川野隆嗣 (1968) : 餌料生物としての海洋酵母 *Zygosaccharomyces marinus* の大量培養について. 水産増殖, 15, 59-65.
- MATSUDA, M., T. MAKITA and S. KADOWAKI (1980) : Feeding examinations of yeast cultured in seawater as food for the rotifer, *Brachionus plicatilis*. *Min. Rev. Data File Fish. Res.*, 1, 150.
- 難波武雄 (1970) : ヒオウギ種苗生産試験. 和歌山県水増試事業報告, 2, 4.
- 椎原 宏・武田年秋 (1978 a) : ヒオウギガイの種苗生産—I 飼育における餌料種類と換水間隔について (1975年の量産試験). 大分県水試調研報, 10, 59-66.
- ・——— (1978 b) : ヒオウギガイの種苗生産—II 1977年の量産試験ならびに紫外線照射海水による産卵誘発. 同上, 10, 67-72.
- 島谷 周・金沢昭夫・柏田研一 (1967) : 海洋酵母の利用に関する研究—I 海洋酵母によるアルテミアおよびミジンコの飼育. 鹿大水紀要, 16, 34-39.