

アコヤガイ *Pinctada fucata martensii* の幼生および稚貝に対する 人工飼料の有用性

林 政博・横山 唯¹

Efficiency of artificial feeds to larvae and juveniles of the Japanese pearl oyster *Pinctada fucata martensii* cultured in the laboratory

Masahiro HAYASHI and Yui YOKOYAMA¹

キーワード：アコヤガイ，プロトプラスト，配合飼料，パプロバ

三重県浜島水産試験場（現：科学技術振興センター水産研究部）では昭和48年からアコヤガイ人工採苗の技術開発を手がけ、その技術がほぼ確立した昭和51年には300万個の付着稚貝を生産している。種苗生産技術は三重県栽培漁業センターでの実用生産に引き継がれ、その後、和歌山、愛媛、沖縄などにも広まっていった。当時は天然採苗貝が潤沢であったことから人工採苗貝の使用は限定的であったが、平成8年頃から全国に広まった赤変病によって状況は一変した。赤変病によって大きな被害を受けた真珠業界の関心は耐病性を有する交雑貝（日本産アコヤガイ×中国産アコヤ貝）に向けられ、それに呼応して全国各地に多くの種苗生産施設が建設された。その結果、現在では使用される母貝の90%以上が種苗生産施設で生産される人工採苗貝に替わっている。しかしながら、種苗生産に使われる餌は *Pavova lutheri* や *Chaetoceros spp.* といった藻類であり、藻類の培養に要する経費負担が大きいことから、これに替わる安価で入手可能な人工飼料の開発が望まれている。

これまでの人工飼料による飼育例としては、桑谷(1964)が大豆・米・魚粉の磨砕懸濁液をアコヤガイに投与して成長から飼料効果を見ている。最近では、Uchidaら(2004)がワカメから調整された単細胞化乳酸発酵素材をアコヤガイ初期稚貝に投与して飼料効果が認められたと報告しており、吉松(2007)はアマノリプロトプラストをアサリに投与した結果から、これが二枚貝飼料材料として有望であるとしている。この度、吉松氏（養殖研究所）からアマノリプロトプラストが譲渡され、これを利用する機会を得たことから二枚貝用として市販されてい

る配合飼料と併せて、これらの人工飼料のアコヤガイ幼生および稚貝に対する有用性を培養藻（*P. lutheri*）と比較検討した。

材料および方法

飼料の特徴とその調整

本研究で扱った人工飼料はアマノリプロトプラストと配合飼料（M-1、日本農産社製）であり、これを単独投与で飼育実績のある *P. lutheri* と比較した。*P. lutheri*（以下 Pav と記す）は三重県栽培漁業センターで常法（三重県水産振興事業団2006）によって培養され、 $7 \sim 12 \times 10^6$ cells/ml の濃度に達したものを使用した。アマノリプロトプラスト（以下 PP と記す）は小さなブロックとして冷蔵保管されていたもので、これを乳鉢ですりつぶした後、さらに分析粉碎器（R8、日本理化学機器）で粉碎して試験に必要な量をビニール袋に入れて常温で保存した。投与時にはミキサーを使って海水に懸濁してからビーカーに移し、30～60分間静置して沈降する大型粒子を除いて使用した。配合飼料（以下 AF と記す）もビニール袋に小分けして常温に保管した。AFは沈降する大型粒子が見られなかったのを懸濁してすぐに投与した。投与前の各飼料の外觀および海水に懸濁した粒子を Fig. 1 に示し、希釈懸濁液の粒度分布を Fig. 2 に示した。粒子数と粒子サイズは粒度分布測定装置（マルチサイザー3、ベックマン・コールター社）を用いて測定した。Pav の大きさは培養ステージによって多少変化したが、球体に換算した直径は $3.4 \sim 5.8 \mu\text{m}$ であった。PP と AF の粒子径は Pav に比べると広範囲に分布し、PP は Pav

¹ 日本大学生物資源科学部海洋生物資源科学科

より小型粒子の比率が高く、AFでは大型粒子の比率が高いという違いがあった。また、PPには10 μ m以上の粒子(スフェロプラスト)が混在したが、AFには10 μ m以上の粒子が少ないという特徴があった。

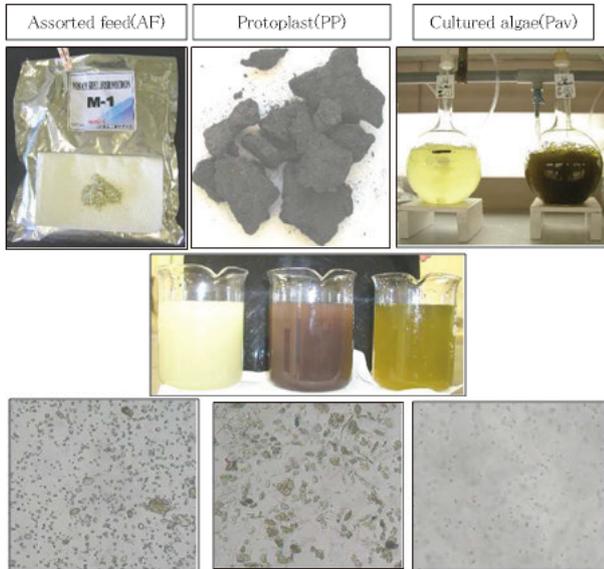


Fig. 1 Appearance of the experimental feeds (upper section) and particles suspended to sea water ($\times 100$).

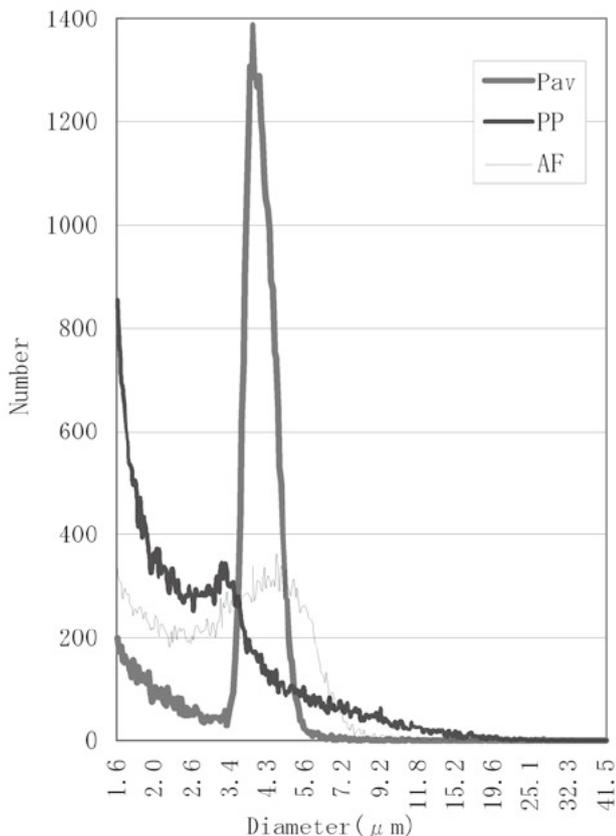


Fig. 2 Particle size distributions of experimental feeds.

アコヤガイ前期幼生の飼育

平成19年7月4日に満2才令のアコヤガイを親貝に用いて常法(林1986)により人工受精し、翌日にふ化幼生を得た。人工受精には雌3個体(No.1~No.3)と雄2個体を用い、雌貝から個別に採卵した後に2個体の精子を混合して媒精を行い、最もふ化率が高かった1個体(No.2)の幼生を試験に使用した(Table 1)。幼生の飼育にはパンライト水槽(水量25 ℓ)を使用した。パンライト水槽は水温を $25\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ に調整したウォーターバス中に置き、これに幼生を 25×10^4 個体(密度:10個体/ $\text{m}\ell$)収容して、弱くエアレーションを行った。試験水槽は飼餌料ごとに2槽ずつ設置し、Pav区(①②)、PP区(①②)、AF区(①②)とした。

Table 1 Parent shell, removed egg, hatching rate

Parent Weight (♀)	Number g	of eggs	Hatch number	rate(%)	Parent Weight	
					(♂)	g
1	37.8	484	173	35.7	1	50.8
*2	42.7	614	555	90.4	2	43.2
3	41.8	659	488	74.1		

*used for test

各飼餌料の投与は7月6日から開始した。飼育開始時のPav給餌量は、これまでの多くの飼育事例と同じ6,000cells/ $\text{m}\ell$ とし、PPとAFの給餌量はPavと同容積の粒子数として、粒子数による給餌管理を行った。アコヤガイの幼生は大型の粒子(*Chaetoceros gracilis*のような刺毛の長いプランクトン)を摂取できず、微小粒子は容積への関与が低いので本試験では直径 $2.5\sim 10\mu\text{m}$ の粒子を扱い、Fig. 2から求めた直径 $2.5\sim 10\mu\text{m}$ の粒子容積(総容積/総粒子数)がPav:PP:AF=100:167:135であったことからPPの給餌量(粒子数)をPavの60%、AFの給餌量(粒子数)をPavの74%とした。なお、毎日の給餌前に前日の残餌密度を測定して摂餌率(=(給餌密度-残餌密度)/給餌密度)(%)を求め、摂餌率が60%を十分量の給餌(林1986)とし、摂餌率がこれ以上の場合に残餌量を加味して給餌量を増加した。飼育5日目、9日目、12日目に各試験区から幼生をサンプリングした。サンプリングは飼育水を攪拌しながらスポイドを使って行った。飼育水を10 $\text{m}\ell$ ずつ4本のスピッツ管にとり、ホルマリンで固定してから計算盤に載せて検鏡し、4本の平均生残幼生数を試験開始時の幼生数と比較して生残率を求め、同時に生残幼生の殻長(100個体)を測定した。飼育水の交換は飼育9日目に行い、

PP区とAF区の生残率が低下した飼育12日目に前期幼生の飼育試験を終了した。

アコヤガイ後期幼生の飼育

前期幼生飼育試験において生残率が高かったPav区(①+②)の幼生を後期試験に使用した。試験に先立ってPav区の幼生をネットに受けて殻長100 μm 以上の幼生を選別した。選別した幼生の平均殻長(174個体)は135 μm であった。これをプラスチック水槽(水量9 ℓ)に 7.2×10^4 個体(密度:8個体/ $\text{m}\ell$)収容して弱くエアレーションをし、水温を $25 \pm 0.5^\circ\text{C}$ に調整したウォーターバス中に置いた。試験区は前期試験と同様に各区2水槽を用いてPav区(①②)、PP区(①②)、AF区(①②)とし、7月18日から飼育試験を開始した。以後の給餌管理は前期試験と同様に行い、飼育5日目、9日目に各試験区から幼生をサンプリングして生残率と殻長を測定した。サンプリングの方法も前期幼生飼育試験と同様であった。飼育5日目に換水を行った。

アコヤガイ稚貝の飼育

試験に使用した稚貝は三重県栽培漁業センターが販売用として生産したふ化後40日目の稚貝であった。遮光ネットに付着していた稚貝を毛筆で剥離しながらプラスチック水槽(水量9 ℓ)に移し、水槽底面に稚貝が付着した状態で飼育を開始した。稚貝の殻長は遮光ネットに残った100個体を測定して求めた。稚貝は足糸で互いに付着していたので収容数を測定しなかった。そこで、飼育初日(7月17日)には全ての水槽にPavを50,000cells/ $\text{m}\ell$ 投与して摂餌率に大きな違いがないことを確認して、翌日から3種類の試験飼餌料を投与した。PP区およびAF区の飼育開始時の給餌量は幼生飼育試験と同様にPavと同容積となる粒子数とし、その場合の粒子サイズは鰓での捕捉効率が最も良いとされる2.5~10 μm (秋山ら1999)とした。その後の給餌量は幼生飼育と同様に摂餌率によって調整し、飼育水は1日おきに全量を新鮮海水と交換した。飼育水の交換は稚貝が入った飼育水を攪拌しながらネットで濾して捨て、同量の新鮮海水を入れた。ネット上の稚貝は検鏡してへい死個体を計数し、生存貝は飼育水槽に戻した。水槽壁からはがれ落ちた生存貝は僅かであった。飼育10日目に試験区ごとに全個体を刷毛で剥離して集め、生残貝数、へい死貝数を計数し、生残貝の殻長(50個体)を測定した。

アコヤガイ幼生および稚貝の摂餌確認試験

前期幼生の飼育でPav区は順調に摂餌量が増加したが、PP区とAF区では摂餌量の増加を確認できなかった。そこで、Table 2に示すように飼餌料だけを入れた水槽と幼生が入ったプラスチック水槽(水量9 ℓ)を、水温を $25 \pm 0.5^\circ\text{C}$ に調整したウォーターバス中に2槽ずつ設置して、餌だけを入れた水槽について粒度分布(開始時、2時間後、21時間後)を測定して餌の変成状況を調べ、幼生入り水槽では摂餌率を調べた。摂餌率試験は後期幼生飼育試験の初日に実施し、餌の粒度分布の変化が少ない2時間後の粒子減少数を初期粒子数で除して幼生の摂餌率とした。ただし、AFは飼餌料だけを入れた水槽での2時間後の粒子数の変化が大きかったので、この間の減少数を差し引いて補正摂餌率とした。飼餌料の粒度分布は機器の最大測定範囲である1.4~42.0 μm で描き、摂餌率は2.5~10 μm の粒子数から求めた。

Table 2 Division of feeding test (post-larva)

Division	Shell length μm	Larva number/ $\text{m}\ell$	Particles $\times 10^3/\text{m}\ell$		
			Pav	PP	AF
Pav+*larva	①	135 \pm 14	8.0	30	
	②			30	
Pav	①			30	
	②			30	
PP+*larva	①	135 \pm 14	8.0		18
	②				18
PP	①			18	
	②			18	
AF+*larva	①	135 \pm 14	8.0		22.2
	②				22.2
AF	①			22.2	
	②			22.2	

* the same lot

稚貝についても同様の試験を行った。使用した稚貝は飼育試験と同じ三重県栽培漁業センターで販売用に生産された貝であった。稚貝は遮光ネットに付着した状態で使用し、これをパンライト水槽(水量25 ℓ)に吊り下げて軽くエアレーションを行い、餌だけを入れたパンライト水槽(水量25 ℓ)は遮光ネットを入れずに軽くエアレーションのみを行った。パンライト水槽はいずれも水温を $25 \pm 0.5^\circ\text{C}$ に調整したウォーターバス中に置き、給餌75分後の粒子減少数から摂餌率を求めた。稚貝の試験では、Table 3に示すように(Pav+PP)、(Pav+AF)の組み合わせを追加して人工飼料の添加(併用)がPavの摂取に影響するかどうかについても調べた。各試験区の稚貝数と殻長(50個体)は試験終了後に計数、測定した。

Table 3 Division of feeding test (young shell)

Division	Shell length μm	No. of young shells	Particles $\times 10^3/\text{ml}$			
			Pav	PP	AF	total
Pav+Shell	3830 \pm 970	374	25			25
Pav			25			25
PP+Shell	3680 \pm 840	451		15		15
PP				15		15
AF+Shell	4090 \pm 880	390			18.5	18.5
AF					18.5	18.5
(Pav+PP)+Shell	4060 \pm 1180	406	25	15		40
(Pav+PP)			25	15		40
(Pav+AF)+Shell	4090 \pm 1000	384	25		18.5	43.5
(Pav+AF)			25		18.5	43.5

結 果

アコヤガイ前期幼生の飼育結果

前期幼生の摂餌状況を Appendix table 1 に、殻長と生残率を Table 4 に示した。幼生の飼育では毎日、給餌前に幼生の遊泳状況を観察していて、Pav 区では異常を認めなかったが、PP 区と AF 区では飼育4日目になると水槽の底に沈着する幼生を確認した。

Pav 区の給餌量は 6,000cells/ml から始めて飼育12日目には 35,000cells/ml となった。給餌量は摂餌率をみて調整したので、給餌量に比例して摂餌量も増加し、Pav 区の幼生1個体が12日間に摂取した粒子数(①②の平均)は 20,300 となった。これに対して PP 区と AF 区では摂餌率が 60% を越えることがなかったため、給餌量は増加しなかった。PP 区と AF 区では残餌量が給餌量より大きな値となることもあり、この原因は後述するように飼料の変化によるものであった。従って、Appendix

table 1 に示した PP 区と AF 区の摂餌量は真の摂餌量ではなかった。

Pav 区の殻長は12日間の飼育で 131 μm となったのに対して、PP 区の殻長は 94 μm 、AF 区は 91 μm であり、飼育5日目、9日目、12日目ともに Pav 区と PP・AF 区間の殻長に有意差が認められた。

生残率は飼育9日目までは3試験区間に有意差がなかったが、12日目になると Pav 区が 87% に対して PP 区は 31%、AF 区は 19% と大きく減耗した。

アコヤガイ後期幼生の飼育結果

後期幼生の摂餌状況を Appendix table 2 に、殻長と生残率を Table 5 に示した。Pav 区の幼生は飼育4日目から摂餌率が低下した。飼育5日目に行った換水後には水槽の底に沈む個体が出て摂餌率はさらに低下し、幼生1個体の9日間の摂取粒子数(①②の平均)は 26,100 となった。

PP 区と AF 区では飼育開始直後から幼生が底面近くに蟄集する異常が観察された。PP 区と AF 区の摂餌量が正確な摂餌量ではないことは前期幼生と同様である。

Pav 区の殻長は9日間の飼育で 173 μm となったのに対して PP 区と AF 区はそれぞれ 141 μm 、と 142 μm であり、飼育5日目、9日目ともに Pav 区と PP・AF 区間の殻長に有意差が認められた。

3試験区の生残率は Pav 区が 48%、PP 区が 40%、AF 区が 52% となり、PP 区と AF 区間に有意差が認められた。後期幼生の Pav 区の生残率は通常の飼育事例に比較すると低く、試験に用いた幼生に問題があったと考えられた。幼生飼育におけるへい死の多くは Umbo 期と付着期に発

Table 4 Result of pre-larva test

		Jul. 6	10	14	17
			(①+②)/2 \pm S D	(①+②)/2 \pm S D	(①+②)/2 \pm S D
Pav	① Survival rate(%)	100	96	89	87 \pm 2.0 ^{*a}
	Shell length(μm)	91 \pm 5	106 \pm 9	129 \pm 18	131 \pm 1.5 ^{**a}
	② Survival rate(%)	99	93	85	
	Shell length(μm)	92 \pm 5	109 \pm 8	132 \pm 19	
PP	① Survival rate(%)	100	90	23	31 \pm 8.0 ^{*b}
	Shell length(μm)	77 \pm 4	91 \pm 9	97 \pm 12	94 \pm 3.5 ^{**b}
	② Survival rate(%)	95	87	39	
	Shell length(μm)	84 \pm 4	87 \pm 4	90 \pm 5	
AF	① Survival rate(%)	97	82	9	19 \pm 10.0 ^{*b}
	Shell length(μm)	86 \pm 4	87 \pm 4	90 \pm 3	91 \pm 1.0 ^{**b}
	② Survival rate(%)	94	90	29	
	Shell length(μm)	87 \pm 4	90 \pm 4	92 \pm 4	

* transformed arcsine data are used in one-factor ANOVA followed by the Tukey's post hoc test

** Turkey's post-hoc test are used after one-factor ANOVA

Different superscript letters denote significant differences with a low ($p<0.05$)

Table 5 Result of post-larva test

		Jul. 18	22	26
		(①+②)/2±S D		(①+②)/2±S D
Pav	① Survival rate(%)	100	93	48
	Shell length(μm)		162±21	172±25
	② Survival rate(%)		99	47
	Shell length(μm)		162±20	173±24
PP	① Survival rate(%)	100	79	41
	Shell length(μm)		140±16	139±15
	② Survival rate(%)		72	38
	Shell length(μm)		137±13	143±14
AF	① Survival rate(%)	100	93	54
	Shell length(μm)		140±18	142±15
	② Survival rate(%)		93	49
	Shell length(μm)		139±15	141±13

* transformed arcsine data are used in one-factor ANOVA followed by the Tukey's post hoc test

** Turkey's post-hoc test are used after one-factor ANOVA

Different superscript letters denote significant differences with a low ($p<0.05$).

生する(林 1986)が、本試験の後期幼生は Umbo 期にあたり、卵質に起因すると思われる変態能力のない小型幼生のへい死による水質悪化が全試験区の生残率を低下させたと考えられた。

アコヤガイ稚貝の飼育結果

稚貝の10日間の摂餌状況を Appendix table 3 に、殻長と生残率を Table 6 に示した。Pav 区では試験後半の摂餌率が90%以上となり、餌不足であった可能性が高いが、PP 区と AF 区では摂餌量の増加が見られなかった。PP 区と AF 区の摂餌量に餌の変成量が含まれていたことは幼生と同様である。

Table 6 Result of young shell test

Division	Jul. 17	27
Pav	Survival rate(%)	89
n=1655	Shell length(μm)	990±424
PP	Survival rate(%)	89
n=973	Shell length(μm)	746±268
AF	Survival rate(%)	64
n=1169	Shell length(μm)	559±221

n : Shell number used for test

t = : Student's t test ($P<0.05$)

χ^2 = : Chi-square for independence test ($P<0.05$)

Different letters denote significantly different.

Pav 区の殻長は10日間の飼育で990μmとなったのに対し PP 区は746μm, AF 区は559μmであり、3試験区間に有意差が認められた。

生残率は Pav 区と PP 区が89%, AF 区が64%となり、AF 区の生残率が他区に比べて有意に低かった。

アコヤガイ幼生および稚貝による摂餌確認試験

幼生の摂餌確認試験結果を Fig. 3 に示した。餌だけを入れた水槽の粒度分布を見ると、Pav は2時間後まではほとんど変化がなく、21時間後になるとやや減少した。PP も2時間後まではほとんど変化がなかったが、21時間後には3μm以上の粒子数が減少して、それ以下の小型粒子数が大きく増加した。これに対して AF では2時間後から全サイズの粒子数が減少した。このように、PP と AF の粒子は海水に懸濁させると粒度分布が変化することが明らかになったので、粒子数の変化が少ない短時間の摂餌率を求めた。幼生入り水槽における2時間後の減少粒子数から求めた Pav の摂餌率は51%, PP は23%, AF は9% (2時間後の粒子数が大きく減少したので補正した)となった。

稚貝の結果を Fig. 4 に示した。餌を投与して75分後の摂餌率は Pav が55%, PP は14%, AF は68%となった。なお、稚貝では試験時間が短かったため AF 飼料の粒度分布の変化は小さかった。Pav と人工飼料を混合投与した摂餌率は、Pav と PP の混合区 [(Pav + PP) + 稚貝] が18%に対して、Pav と AF の混合区 [(Pav + AF) + 稚貝] は68%となった。両区の粒度分布のピークの主な構成員は Pav であり、Pav の投与量は同じで、稚貝数にも大きな差はなかった。しかし、両区の75分後のピークは大きく異なり、Pav に PP を添加すると Pav の摂餌率が低下した。

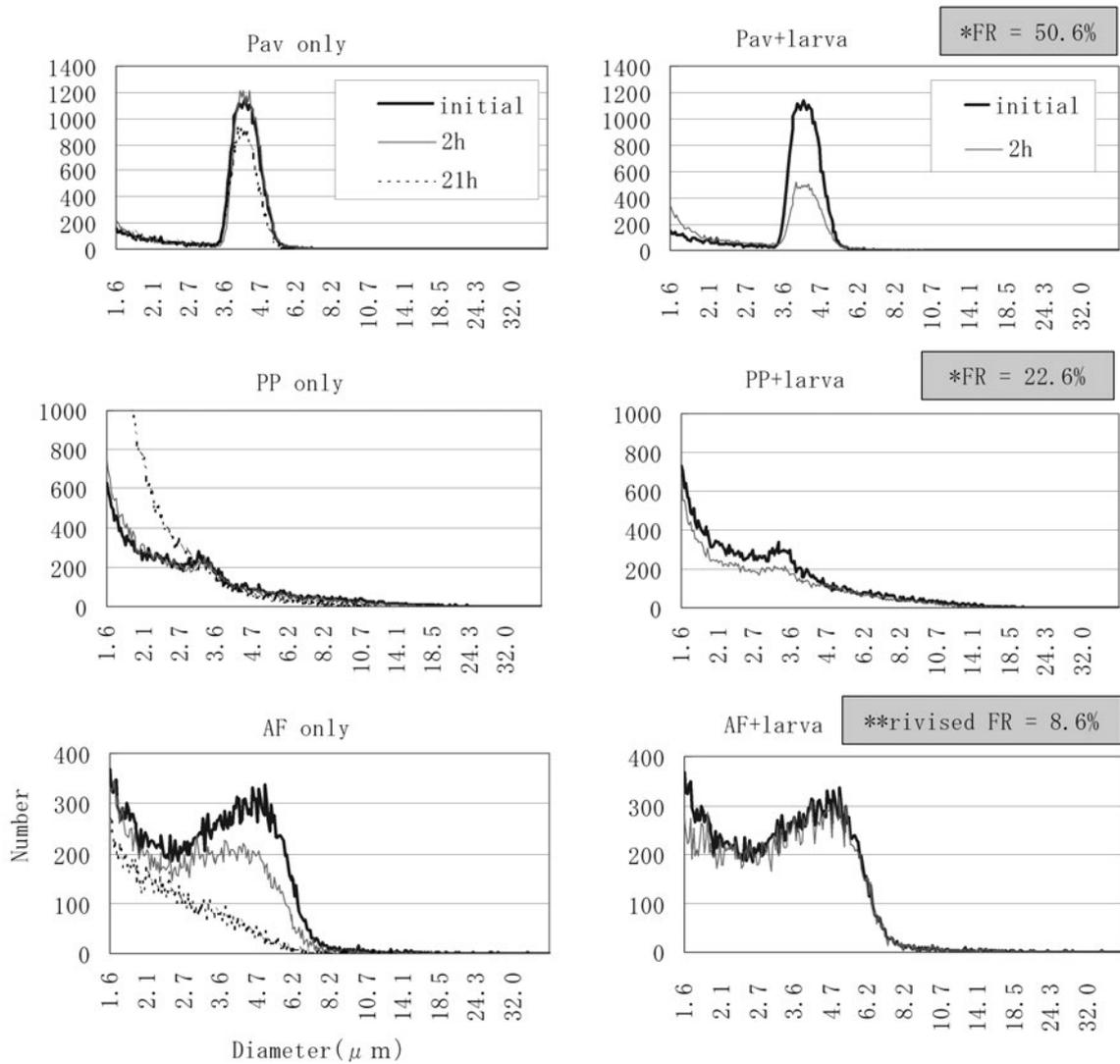


Fig. 3 Changes of particle size distribution with the time progress and the feeding rate of larva.
 left line : Size distributions (put only feed in), average of two vessels
 right line : Size distributions (put feed and larvae in), average of two vessels
 * Feedig Rate = decrement two hours later/initial particles (%) : range (2.5 ~ 10 μ m)
 ** revised Feedind Rate = (FR-decrement (AF only, two hours later))/initial particles (%)

考 察

飼料の変成と幼生・稚貝の摂餌率

幼生および稚貝の摂餌確認試験において、PPとAFだけを水槽に入れて経時変化を追うとPP区では小型粒子が増加し、AF区では全サイズの粒子が減少した。この結果からPP粒子は崩壊が進み、AF粒子は水槽壁に吸着するのではないかと考えられた。ただし、AFの別の測定事例では2μm以下の小型粒子数が増加することもあった(2μm以上の粒子数は減少した)。

幼生の摂餌量を明らかにするために粒子数の変化が少ない短時間の摂餌率 (Fig. 3) を求めた結果はPavが51%に対してPPは23%、AFは9%となり、PPについては

一定量が摂取されることを確認できた。しかし、AFは摂取されても、その量はごく僅かで幼生が摂取しにくい性質の粒子であると考えられた。

稚貝における摂餌率はPavが55%に対してPPは14%、AFは68%であった。これを幼生の摂餌率と比較すると、Pavでは51→55%、PPは23→14%、AFでは9→68%のようにPavとの相対値がPPでは低下し、AFでは高くなった。同じ飼料の摂取効率が幼生と稚貝で異なることには、幼生がベラムで餌を集めるのに対して、稚貝は鰓で海水を濾過して餌を集めるという摂餌様式の違い(全国真珠養殖漁業協同組合連合会1965)が関係しているのではないかと考えられた。PPの場合、これを稚貝に投与した時の摂餌率 (Fig. 4) は3種飼餌料中で最も低く、

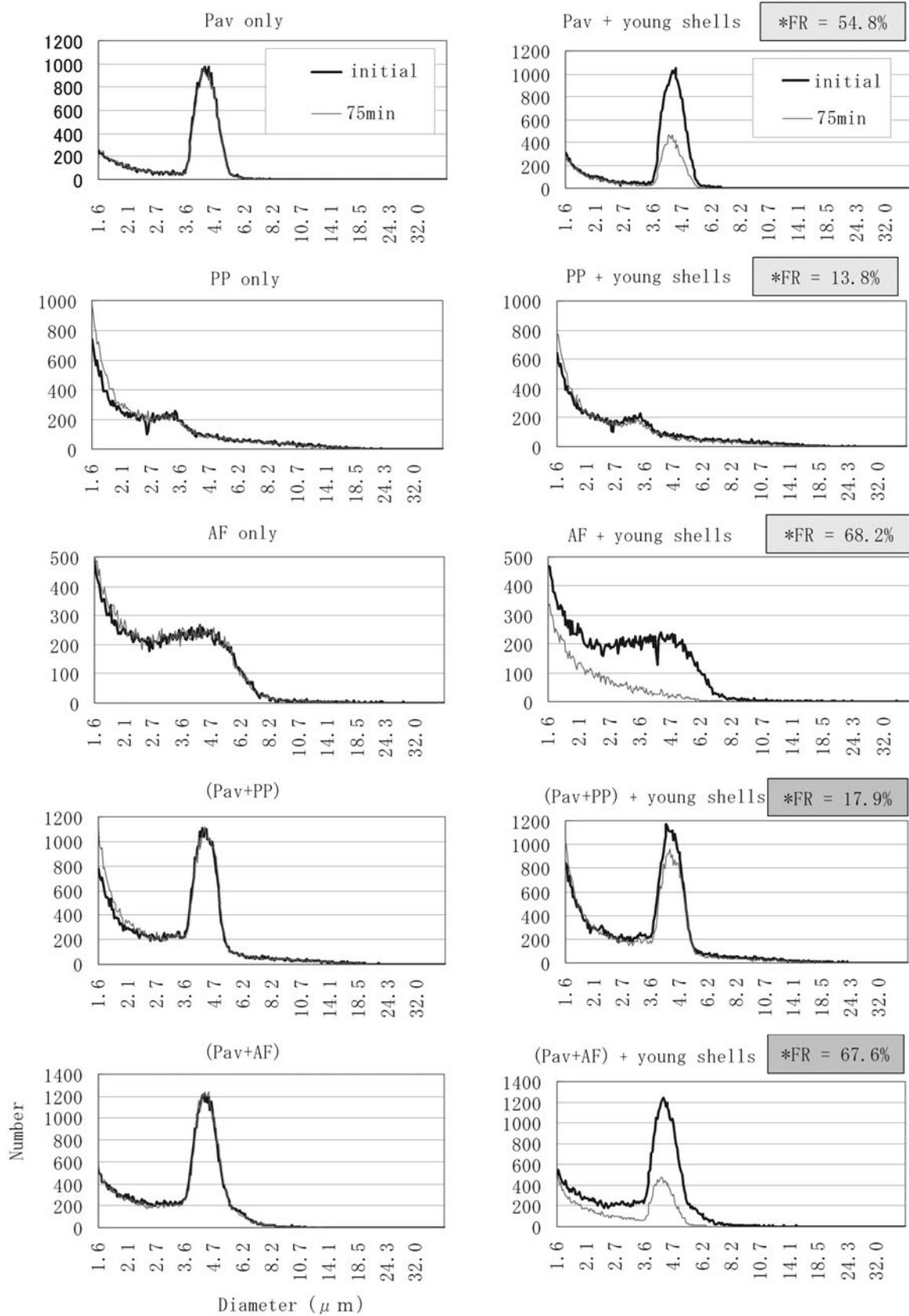


Fig. 4 Changes of particle size distribution with the time progress and feeding rate of young shells.
 left line : Size distributions (put only feed in), average of two vessels
 right line : Size distributions (put feed and larvae in), average of two vessels
 * Feedig Rate = decrement 75 minutes later/initial particles (%) : range (2.5 ~ 10 μm)

PPをPavに添加するとPavの摂餌率が低下した。この結果は、PPを給餌すると大型粒子が鰓に詰まって濾水効率が低下したことを伺わせた。AFの場合には、幼生での摂餌率が低かったのに同じ飼料が稚貝では高率に摂餌されていて、AFは稚貝にとって摂取りやすい粒子であることが示された。

幼生の飼育成績

摂餌効率の異なる飼餌料を投与した幼生の飼育成績 (Table 4, 5) を見ると、前期幼生、後期幼生ともにPav区に比較するとPP区とAF区の殻長は有意に小さかった。生残率に関しても、前期幼生飼育試験では飼育12日目の生残率はPav区が87%に対してPP区は31%、AF区は19%という大きな違いとなった。このようにPavに比べると成長と生残が劣ったことから、PPとAFは幼生用飼料としての有用性は低いと判断された。また、両飼料は摂餌率が低いので、これを止水で行う幼生の飼育に使用することは残餌の腐敗による悪影響が懸念された。前期幼生では飼育を開始して4日目に、後期幼生では飼育開始直後から、幼生が底面近くに蝸集する異常が観察されていて、これには水質悪化が影響したのではないかと考えられた。

稚貝の飼育成績

稚貝の飼育成績 (Table 6) を見ると、試験終了時の稚貝の殻長はPav区990 μ m、PP区746 μ m、AF区559 μ mとなり、3区間に有意差が認められた。人工飼料はPav (504 μ m) に比べると成長は劣ったが、PPでは260 μ m、AFでは73 μ mの成長が認められた。

生残率はPav区 (89%) とPP区 (89%) 区間には差がなく、これらに比べてAF区 (64%) の生残率は有意に低かった。AFでは水槽壁に吸着した飼料が腐敗して生残率を低下させた可能性が考えられた。

人工飼料を稚貝に与えることを想定すると、種苗生産現場では、稚貝は遮光ネットなどに付着させて飼育されるのが一般的であり、流水飼育も可能であるから環境への影響よりも成長が重要である。PPの場合、生残率はPavと差がなく、かなりの成長が認められたことから、大型粒子を除いて摂餌率を改善すれば、さらに飼料価値が向上するのではないかと考えられた。AFは摂餌率が高いことは評価されたが、単独給餌での成長が悪く、栄養面に欠陥があることが示された。従ってAFでは栄養価の改善が課題といえる。しかし、AFを天然飼料と併用してシロチョウガイに与えた場合には効果があったこ

とが報告されている (堀内 2007) ことから、天然飼料 (培養藻) との併用を検討することは、稚貝飼育期の餌不足対策に役立つと考えられた。

謝 辞

アマノリプロトプラストを提供いただいた養殖研究所、吉松隆夫氏に感謝の意を表します。なお、本研究には共著者である横山 唯が卒業論文としてまとめた内容が含まれており、御校閲の労を賜った横山の指導教員、小島隆人准教授にお礼申し上げます。

要 約

二枚貝用として市販された配合飼料 (日本農産社製、商品名 M-1)、およびアマノリプロトプラストを飼料としてアコヤガイ幼生および稚貝の飼育を行い、パプロバと飼料価値を比較した。その結果、人工飼料は幼生、稚貝ともに成長がパプロバより劣り、これを単独でアコヤガイ幼生、稚貝に用いるには摂餌効率、栄養価の改善が必要であると考えられた。

文 献

- 秋山信彦・伊藤 文・上野信平・林 繁一・小笠原義光 (1999) アコヤガイ稚貝が捕捉できる粒子の大きさ。水産増殖, 47, 513-537.
- 林 政博 (1986) アコヤガイの種苗生産について。三重県水産技術センター研究報告, 1, 39-68.
- 堀内三津幸 (2007) 二枚貝種苗生産用配合飼料の評価事例 シロチョウガイ 稚貝での試験例。月間『養殖』6月号, 74-76.
- 桑谷幸正 (1964) 人工飼料によるアコヤガイの飼育について。国立真珠研報, 9, 1135-1142.
- 財三重県水産振興事業団 (2006) 平成 18 年度三重県栽培漁業センター・三重県尾鷲栽培漁業センター事業報告書, 26-34.
- Uchida M・Numaguchi K・Murata S (2004) Mass preparation of marine silage from *Undaria pinnatifida* and its dietary effect for young pearl oysters. *Fisheries Science*, 70(3), 456-462.
- 吉松隆夫 (2007) アマノリプロトプラストの水産用飼料材としての利用。2007 年度日本水産学会春期大会講演要旨集, 385.
- 全国真珠養殖漁業協同組合連合会 (1965) 真珠養殖全書, 28-35.

Appendix Table 1 Daily feedings of post-larva

Pav①						Pav②							
larva ind/ml	Food density (particle/ml)	Feeding		Ingested		larva ind/ml	Food density (particle/ml)	Feeding		Ingested			
		(a)	(b)	(a)	(b)			(a)	(b)	(a)	(b)		
7/6	10.0	6000	3800	2200	37	220	10.0	6000	3500	2500	42	250	
7		7000	2700	4300	61	430		7000	1900	5100	73	510	
8		8000	2400	5600	70	560		9000	2100	6900	77	690	
9		10000	2100	7900	79	790		10000	1900	8100	81	810	
10	10.0	15000	2700	12300	82	1230	9.9	15000	3500	11500	77	1160	
11		18000	2900	15100	84	1510		18000	3300	14700	82	1490	
12		23000	3400	19600	85	1960		23000	4000	19000	83	1920	
13		28000	3300	24700	88	2470		28000	4000	24000	86	2420	
14	9.6	30000	8600	21400	71	2230	9.3	30000	6800	23200	77	2500	
15		30000	4800	25200	84	2630		30000	4300	25700	86	2760	
16		30000	3300	26700	89	2780		30000	3700	26300	88	2830	
17	8.9	35000	4100	30900	88	3220	8.5	35000	4200	30800	88	3310	
						20030							20650
PP①						PP②							
larva ind/ml	Food density (particle/ml)	Feeding		Ingested		larva ind/ml	Food density (particle/ml)	Feeding		Ingested			
		(a)	(b)	(a)	(b)			(a)	(b)	(a)	(b)		
7/6	10.0	5100	3700	1400	27	140	10.0	5100	3700	1400	27	140	
7		3700	1900	1800	49	180		3700	1600	2100	57	210	
8		4300	3100	1200	28	120		4300	3900	400	9	40	
9		4500	4800	-300				4500	4600	-100			
10	9.4	4500	4400	100	2	10	9.5	4500	5500	-1000			
11		4100	4700	-300				5500	5400	100	2	10	
12		4700	2300	2400	51	260		5400	3500	1900	35	200	
13		4700	2400	2300	49	250		4700	3500	1200	26	130	
14	9.0	4700	3500	1200	26	130	8.7	4700	3600	1100	23	130	
15		4500	5000	-500				4500	5400	-900			
16		5000	9000	-4000				5400	5000	400	7	50	
17	2.3	4500	12000	-7500			3.9	4500	13200	-8700			
						1090							910
AF①						AF②							
larva ind/ml	Food density (particle/ml)	Feeding		Ingested		larva ind/ml	Food density (particle/ml)	Feeding		Ingested			
		(a)	(b)	(a)	(b)			(a)	(b)	(a)	(b)		
7/6	10.0	4400	2300	2100	48	210	10.0	4400	2300	2100	48	210	
7		5000	2600	2400	48	240		5000	2200	2800	56	280	
8		5700	3100	2600	46	260		5700	3900	1800	32	180	
9		6000	5500	500	8	50		6000	5700	300	5	30	
10	9.7	5000	2300	2700	54	280	9.4	5000	2400	2600	52	280	
11		5500	3300	2200	40	230		5500	2400	3100	56	330	
12		6000	4000	2000	33	210		6000	3400	2600	43	280	
13		6000	6200	-200		0		6000	3900	2100	35	220	
14	8.2	6200	6200	0		0	9.0	6000	6000	0		0	
15		6200	6400	-200		0		6000	4500	1500	25	170	
16		6400	7000	-600		0		6000	4100	1900	32	210	
17	0.9	6000	8800	-2800		0	2.9	6000	8500	-2500			
						1480							2190

Appendix Table 2 Daily feedings of post-larva

Pav①						Pav②							
larva ind/ml	Food density (particle/ml)	Feeding		Ingested		larva ind/ml	Food density (particle/ml)	Feeding		Ingested			
		(a)	(b)	(a)	(b)			(a)	(b)	(a)	(b)		
7/18	8.0	30000	3700	26300	88	3290	8.0	30000	3300	26700	89	3340	
19		35000	3400	31600	90	3950		35000	2300	32700	93	4090	
20		40000	6000	34000	85	4250		40000	4200	35800	90	4480	
21		43000	10600	32400	75	4050		43000	7700	35300	82	4410	
22	7.4	40000	15600	24400	61	3300	7.9	40000	13200	26800	67	3390	
23		40000	16200	23800	60	3220		40000	15600	24400	61	3090	
24		30000	13600	16400	55	2220		30000	12600	17400	58	2200	
25		25000	14000	11000	44	1490		25000	14000	11000	44	1390	
						25770							26390
PP①						PP②							
larva ind/ml	Food density (particle/ml)	Feeding		Ingested		larva ind/ml	Food density (particle/ml)	Feeding		Ingested			
		(a)	(b)	(a)	(b)			(a)	(b)	(a)	(b)		
7/18	8.0	18000	11200	6800	38	850	8.0	18000	11200	6800	38	850	
19		11200	9900	1300	12	160		11200	10300	900	8	110	
20		13000	13700	-700		0		13000	16100	-3100		0	
21		13700	5000	8700	64	1090		16100	6000	10100	63	1260	
22	6.3	13000	8000	5000	38	790	5.8	13000	9900	3100	24	530	
23		13000	7500	5500	42	870		13000	6000	7000	54	1210	
24		13000	4700	8300	64	1320		13000	4400	8600	66	1480	
25		13000	9200	3800	29	600		13000	9700	3300	25	570	
						5680							6010
AF①						AF②							
larva ind/ml	Food density (particle/ml)	Feeding		Ingested		larva ind/ml	Food density (particle/ml)	Feeding		Ingested			
		(a)	(b)	(a)	(b)			(a)	(b)	(a)	(b)		
7/18	8.0	22200	4800	17400	78	2180	8.0	22200	4600	17600	79	2200	
19		25000	4000	21000	84	2630		25000	4600	20400	82	2550	
20		26000	7800	18200	70	2280		26000	7900	18100	70	2260	
21		26000	13300	12700	49	1590		26000	14100	11900	46	1490	
22	7.4	23000	4000	19000	83	2570	7.4	23000	4100	18900	82	2550	
23		25000	9400	15600	62	2110		25000	7900	17100	68	2310	
24		25000	12100	12900	52	1740		25000	8400	16600	66	2240	
25		25000	10900	14100	56	1910		25000	7800	17200	69	2320	
						17010							17920

Appendix Table 3 Daily feeding of young shell

Pav				
larva ind/ml	Food density (particle/ml)	Feeding		Ingested rate (%)
		(a)	(b)	
7/17	50000	28000	22000	44
18	30000	8600	21400	71
19	33000	7300	25700	78
20	35000	7700	27300	78
21	38000	4900	33100	87
22	38000	2200	35800	94
23	45000	1700	43300	96
24	50000	1200	48800	98
25	50000	1000	49000	98
26	50000	800	49200	98

*: Pav density