

陸上型高密度アワビ養殖技術開発 II

増養殖対策科 中 島 敏 男

1 はじめに

高知県をはじめ、日本沿岸におけるアワビ漁獲量は年々減少している。その原因として乱獲、藻場の減少、生殖機能に悪影響をおよぼす環境ホルモンの存在などがあげられている。さらに最近では減少したアワビ資源量を補うために放流された種苗生産アワビの功罪まで議論され始めている。

このような中で、放流用に人工種苗生産されるメガイアワビを使った簡易な陸上養殖の採算性が検討されることとなった。平成9、10年度陸上型高密度アワビ養殖技術開発事業として飼育試験がおこなわれた。平成9年度は高知県栽培漁業センターが担当した。平成10年度は高知県水産試験場が担当した。水産試験場はこの事業の一部を継続させ、平成11年度から5年計画で県単独事業の「PCR法を活用した病原検出法及び育種法の効率化の研究プロジェクト」に参加し、「PCR法による養殖メガイアワビの高成長システムの作出」を担当している。

メガイアワビの陸上養殖そのものの適否及びその後の適正養殖量を判断するための主要な要素として以下のことが考えられる（図1）。

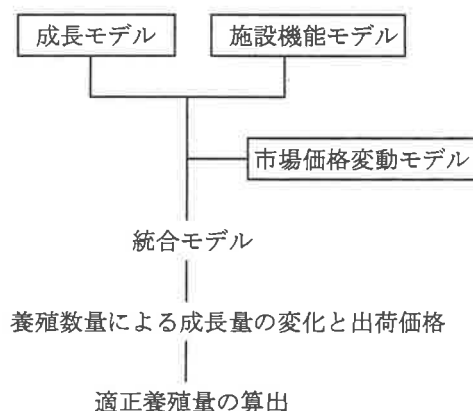


図1 メガイアワビ適正養殖量算出モデル

このうち10年度は主に成長について検討をおこなった。アワビの種苗生産施設ではアワビ稚貝の飼育密度と成長、生残の関係が重要な要素として報告されている。^{1, 2)}

2 材料及び方法

大型アワビ類の中でも、より南に分布し、夏場の高水温に比較的強いと考えられるメガイアワビを飼育対象とした。メガイアワビは1996年11月に高知県栽培漁業センターで生産され平成9年度事業に使用されたものを継続して使用した（本報告書、陸上型高密度アワビ養殖技術開発I、以後技術開発I）。

試験結果は試験1、試験2にわけて表示した。試験1は1998年7月14日～1999年1月7日までおこなった。試験開始時の殻長、個数等を表1に示した。試験2は1999年1月22日～5月21日までおこなった。試験開始時の殻長、個数、占有率等を表2に示した。結果の表示では一部項目を試験1、2の通期で示した。

使用施設及び器材は技術開発Iに示されている実用化試験施設及びFRP製飼育水槽を使用した。飼育水槽はおおむね海水容量500リットルであるが、排水をサイホン式にしているため、間欠的に0.15m程度の水位の上下変動がある。最低水位でも飼育水槽内に設置した縦型付着板が干出しないよう水位調整した。アワビ観察や清掃を容易にする隙間を確保するため付着板は当初の20枚を18枚と少なくした。注水量は320リットル/時であった。換水率は15回/日となった。

エアレーションは注水を兼ねたジェットノズルで対角にある2隅からおこなった。また、水槽を二分する様に水槽底面からエアを送り海水循環をはかった。

餌料は塩蔵ワカメと乾燥コンブを使用した。塩蔵ワカメは秋から春に徳島県で生産されるもので、そ

表1 試験1開始時アワビ殻長及び開始時・終了時生物体量・占有率

	1区	2区	3区	4区	5区	6区	7区	8区
平均殻長mm	42.8	42.6	43.2	47.1	52.2	42.0	44.3	43.2
最小殻長mm	37.1	33.3	31.4	40.0	47.6	33.9	36.0	31.4
最大殻長mm	49.3	53.9	56.6	54.9	58.8	49.1	54.7	56.6
個体数	2,639	2,887	3,117	2,691	1,236	4,136	2,845	3,251
開始時生物体量 g	27,973	30,025	40,209	41,980	23,978	45,496	34,994	41,938
開始時占有率 %	25	27	32	31	17	41	30	32
11月計数時生物体量g	26,523			32,598	18,166			26,987
1月計数時生物体量g		31,810	31,468			39,006	32,670	
終了時占有率 %	24	25	26	29	15	31	24	26

表2 試験2開始時アワビ殻長及び開始時・終了時生物体量・占有率

	新1区	新2区	新3区	新4区	新5区	新6区
平均殻長mm	45.4	41.0	53.8	47.5	47.9	48.1
最小殻長mm	37.6	35.6	47.1	43.8	43.8	42.1
最大殻長mm	50.8	47.8	60.4	53.2	53.5	53.0
個体数	1,113	4,832	1,348	2,777	959	2,479
生物体量 g	12,935	45,247	27,235	39,894	13,942	36,412
占有率 %	12	42	20	32	11	29
終了時生物体量 g	19,893	58,066	36,148	47,643	20,617	42,689
終了時占有率 %	15	50	26	38	15	34

の不要部分を餌料として入手した。入手する季節により葉体の先端部分であったり、葉肋を含む成長しすぎた葉全体であった。乾燥コンブは市場に出ているものを使用した。両餌料とも計測後、海水で戻して使用した。塩蔵ワカメは水温が25℃以上になると夕方投餌した餌が翌朝には溶けていて、取り上げや残餌計測ができない状況になった。飼育水温が28～30℃ではアワビの食欲もなく、両餌料の投餌は飼育海水を劣化させるだけであった。この期間は生アオサを採集して細々と与えた。水温が低下し始め、28℃に近づいた9月上旬から乾燥コンブを与え、続いて25℃を割り始めた10月中旬以降11月中旬まで乾燥コンブと塩蔵ワカメを混合して投餌した。11月中旬以降は5区で乾燥コンブのみの給餌をおこない、他は塩蔵ワカメのみの給餌とした。へい死貝の取り上げ、計数は毎日又は隔日で清掃時におこなった。高密度、高水温の夏場はへい死貝の取り残しが環境悪化と新たな貝のへい死をまねいた。

計数、計測のためのアワビ剥離にはリゾチーム、乳酸を含んだエタノール製剤（商品名：食品添加剤ライダン・ハイM）を3%で使用した。計測は各サンプル50個体で測定した。計数はそれぞれの試験開始時と終了時に重量法で算出した。へい死貝の取り上げ集計結果と比較しても、数個から10個程度の誤差

範囲に収まっていた。

生物体量＝平均個体重量×個体数で求めた。

生物体量倍率＝試験終了時生物体量／試験開始時生物体量で求めた。

日間殻長増加係数＝（log e（試験終了時殻長／試験開始時殻長））／試験日数で求めた。

殻長を用いた肥満度＝体重(g)／殻長(mm)³×10,000で求めた。

日間死亡係数＝（-log e（生残率））／試験日数で求めた。

占有率＝付着面積×個体数／飼育水槽内付着可能面積で求め、百分率で表示した。

ただし、メガイアワビ殻長40～70ミリ未満の個体の付着面積＝殻長×殻幅（殻長×0.7）とした。飼育水槽内アワビ付着可能面積は

縦型付着板0.96×0.3m×2面×18枚＝11.4m²

容器内側面1.0×0.33×4面＝1.32m²

容器底面1.0×0.5／2×4面＝1.0m²

合計13.72m²とした。前述したように容器内への給水は酸素供給を2隅のジェットノズルからおこなっているため気泡を含んだ水流があると思われる場所にアワビの付着は非常に少なかった。容器の付着可能面積から1／4を減じるのが実際的と思われる（写真1，2）。また、縦型付着板の間隔は3cmである

ので、殻長5 cm以上ではアワビの摂餌をスムーズにするため6 cm間隔が望ましいと考えられた。

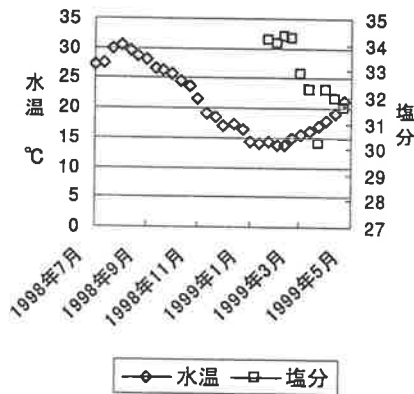


図2 陸上飼育水槽水温・塩分

試験期間中の水温、塩分pptを図2に示した。水温は7月末から9月中旬まで28～30℃台の高水温を記録した。1月末から2月中旬まで13℃台の日があった。

3 結果

試験1

1) メガイアワビの成長と成長停止

主に塩蔵ワカメを給餌したアワビの殻長・体重変化を図3に示した。1998年7月平均殻長43ミリで試験を始め1999年5月平均殻長51ミリで試験を終了した。7月から12月まで成長は停止した。体重は夏期に大きく減少し、7月の体重に回復したのは12月であった。別途事業に提供するため11月に個体数を半減させたが、飼育密度減少にもかかわらず11～12月も成長は止まったままであった。

主に乾燥コンブを給餌したアワビの殻長・体重変化を図4に示した。1998年7月平均殻長52ミリで試験を始め1999年5月平均殻長55ミリで試験を終了した。7月から12月まで殻長は減少又は現状維持であった。アワビ貝殻の縁辺部は常に物理的に剥離していて、成長期には補充される剥離部が成長停止又は遅滞期には補充されず、計測結果が減少すること

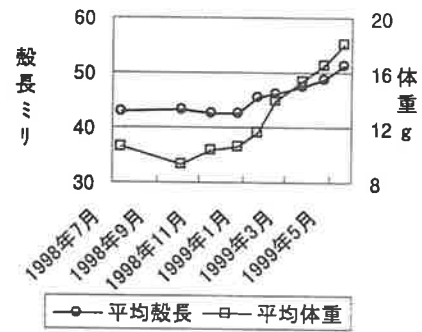


図3 主に塩蔵ワカメ摂餌アワビの成長

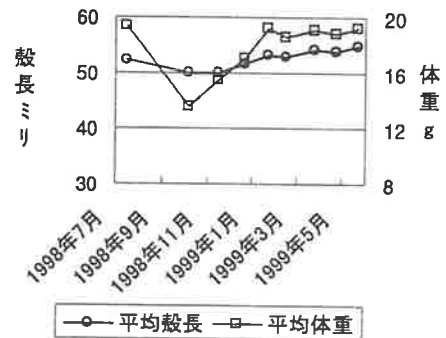


図4 主に乾燥コンブ摂餌アワビの成長

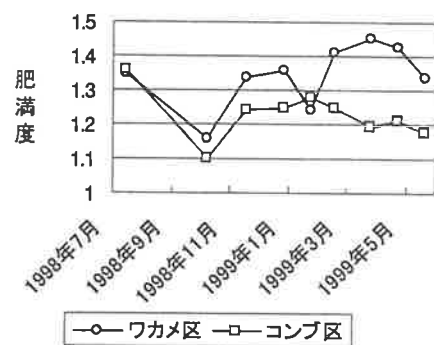


図5 ワカメ区・コンブ区の肥満度

も起きる。³⁾ 体重は夏期に塩蔵ワカメ摂餌区より大幅に減少した。冬期、春期ともに殻長・体重の増加はほとんど見られなかった。

肥満度を図5に示した。塩蔵ワカメ摂餌アワビの

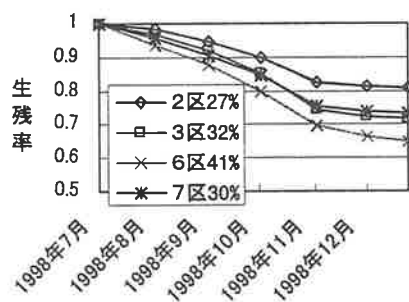


図6 平均殻長42-44mm区（数字は開始時占有率）の生残率

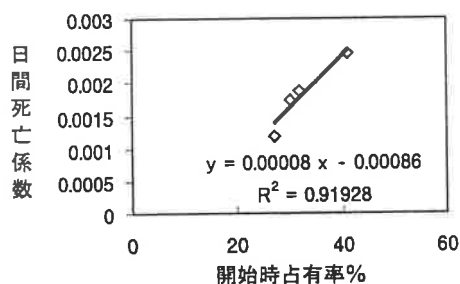


図7 開始時占有率と日間死亡係数の関係（7～1月）

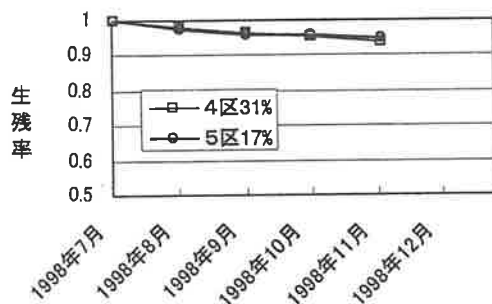


図8 平均殻長47・52mm区生残率

肥満度は10月に1.16の最低値、3月に1.45の最高値を示した。乾燥コンブ摂餌アワビの肥満度は7月に1.36を示した後、10月に1.10の最低値、1月に1.28

を示したが、その後肥満度の回復はなかった。

2) メガイアワビの生残

平均殻長42～44mmのメガイアワビの高水温期から水温下降期の生残率を求めた。試験期間中7月から1月までのデータを得ることができた4グループの生残結果を図6に示した。これら生残率を日間死亡係数に変換して開始時占有率との相関を求めた。開始時占有率27～41%、水温旬平均30.5～16.6℃の範囲で図7の近似直線式 $Y = 0.00008X - 0.00086$ ($R^2 = 0.91928$) を得た。

図8に平均殻長47mmと52mmメガイアワビの生残率を示した。平均殻長42-44mmのアワビと比べ生残率は高かった。

試験2

1) 成長

低水温期から水温上昇期に該当する1～5月の成長を図9に示した。凡例の数字は試験開始時平均殻長－開始時占有率をあらわす。

成長に関係するとされている飼育密度、平均殻長、摂餌量などと殻長増加の相関をみたが、今回得られたデータでは占有率の違いが唯一メガイアワビの殻長増加と相関をしめした。1～5月の水温旬平均14.4～22.2℃、試験開始時殻長平均41～54mm、開始時占有率11～42%の区間で、図10に示すように日間殻長増加係数と占有率の間で $R^2 = 0.671$ の相関をえた。サンプル数が少ないが有意水準0.05で相関があり近似式 $Y = -0.000015X + 0.001294$ を得た。占有率が大きくなれば日間殻長増加係数は小さくなる。

サンプル数が4とさらに少なくなるが試験開始時平均殻長が45～48mmのサンプルの日間殻長増加係数と開始時占有率の相関をとると図11に示すように近似式 $Y = -0.000022X + 0.001397$ ($R^2 = 0.868$) を得る。殻長の異なるグループごとに他の条件を同じにして占有率と成長の関係を求めておくことは大切である。

殻長平均45～48mmのグループ内の各区の成長を図12に示した。占有率が高く成長が鈍かった新4区と占有率が低く成長の急であった新6区や新1区を比

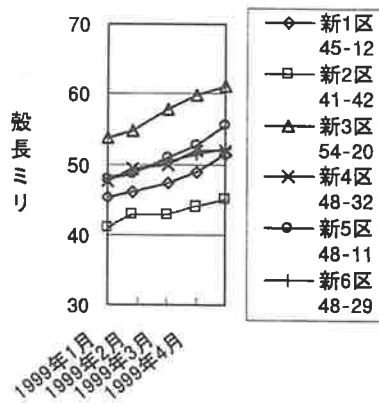


図9 成長量（数字は平均殻長－開始時占有率）

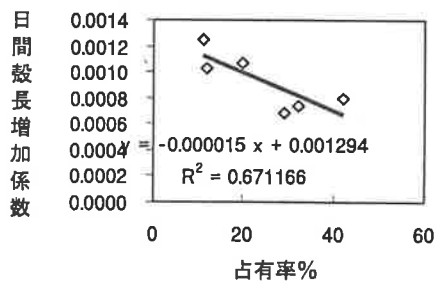


図10 開始時占有率と日間殻長増加係数

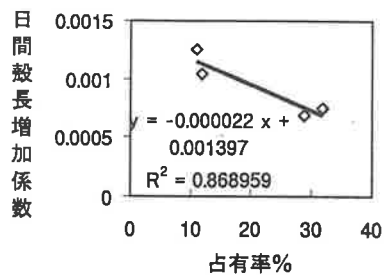


図11 開始時占有率と45-48mmアワビ
日間殻長増加係数

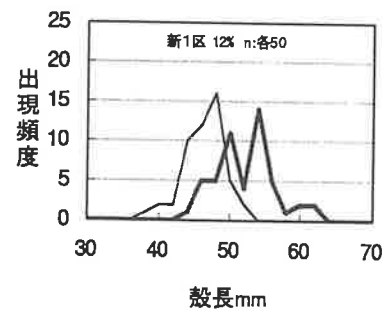
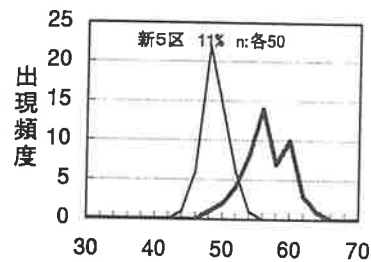
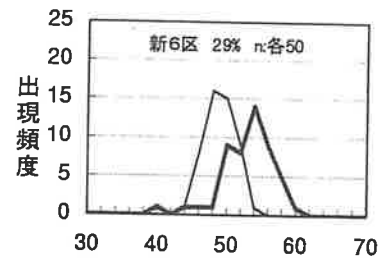
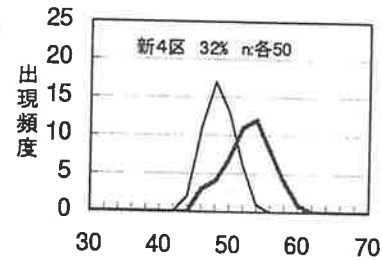


図12 殻長平均45-48mm区試験開始時と
終了時の殻長組成（％は占有率）

較すると殻長組成に単峰型と多峰型の違いがみられる。また試験開始時の殻長階級と比較すると、占有率が高い区では階級値は全体に大きい方に移動する

が階級のすそ野はあまり広がらない。占有率が低い区ではすそ野がより大きい方向に広がっている。

2) 生残

1～5月の生残率の変化を図13に示した。日間死亡係数に換算して占有率との間で得た散布図を図14に示した。

7～1月の高水温期～水温下降期に比べるとへい死する個体は極端に少なかった。また、日間死亡係数と占有率の間には有意水準0.05で相関があり近似直線式 $Y = 0.000003X - 0.000002$ ($R^2 = 0.549$) を得た。

3) 占有率と生物体量

試験期間中の占有率の変化を図15に示した。各飼育区ごとの開始時占有率と生物体量倍率の関係を図16に示した。

占有率は付着可能面積が異なる試験の飼育結果も比較できることで密度を表す指標として適している。今回の試験のように容量も同じ、付着可能面積も同じように設定した試験では占有率も生物体量も密度をあらわす類似指標として使用できる。しかし、それらを構成する要素のどちらがより安定しているかで指標としての適否が判断されよう。両者に共通に含まれる構成要素である現存個体数を除けば、生物体量を構成する体重は高水温期、成熟期などの成長遅滞・停止期とそれ以外の時期を比較すると変動が大きい。占有率を構成する殻長、殻幅は成長遅滞・停止期に殻縁が剥離して数値がごくわずかに変動するのみである。このことから占有率が密度をあらわす指標として優れているといえる。ただ、アワビが付着に使用できない部分や付着面積を増したために摂餌などの行動に悪影響が出る構造では、占有率も指標として不十分である。このような場合には生物体量を指標とすることもやむおえない。

生物体量を増加させることは飼育目標の一つである。日間生物体量倍率を使うと飼育開始時から任意日数経過後飼育施設内の生物体量がどれくらい増えるかを推測できる。1～5月の試験開始時殻長平均41～54mm、開始時占有率11～42%の区間では、近似式 $Y = -0.000082X + 0.013277$ を得た。

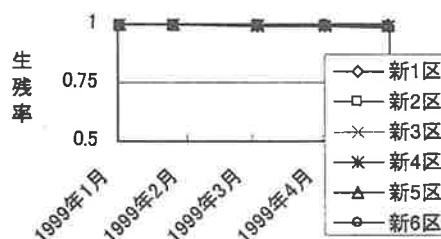


図13 生残率（1～5月）

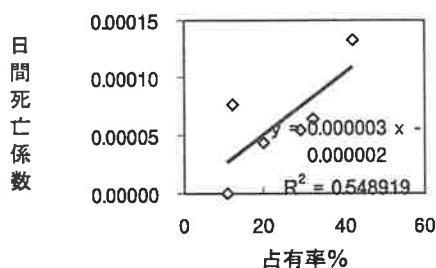


図14 開始時占有率と日間死亡係数

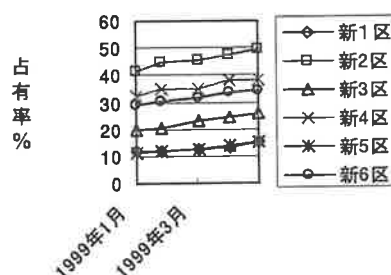


図15 占有率変化

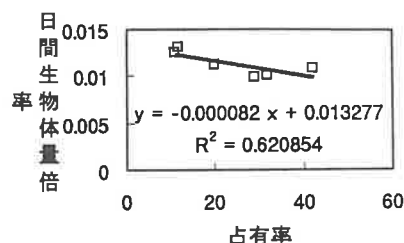


図16 開始時占有率と日間生物体量倍率

表3 陸上飼育メガイアワビ1～5月の摂餌特性

	新1区	新2区	新3区	新4区	新5区	新6区
総餌料 kg	40.95	138.20	88.50	142.35	48.00	113.55
餌料効率%	16.9925	9.2674	10.0712	7.7795	13.9055	5.5281
増肉係数	5.8850	10.7905	9.9293	12.8543	7.1914	18.0894
日間殻長増加量	0.0500	0.0344	0.0614	0.0371	0.0646	0.0646
日間体重増加量	0.0544	0.0241	0.0572	0.0248	0.0590	0.0590
日間摂餌量/個 g	0.0783	0.0611	0.1395	0.1090	0.1060	0.0974
日間摂餌率	0.0053	0.0057	0.0059	0.0069	0.0059	0.0056
日間殻長増加係数	0.0010	0.0008	0.0011	0.0007	0.0013	0.0007
日間体重増加係数	0.0037	0.0022	0.0024	0.0016	0.0033	0.0014

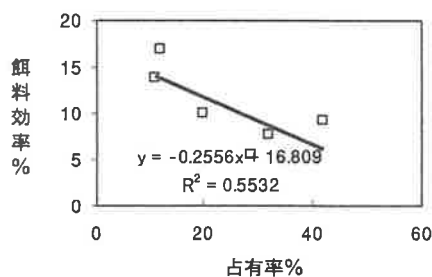


図17 開始時占有率と餌料効率

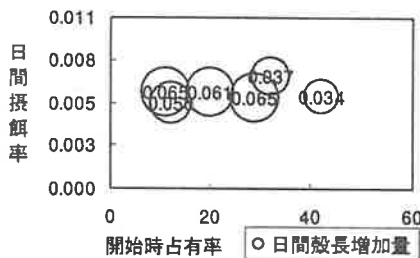


図18 占有率・摂餌率と殻長増加量

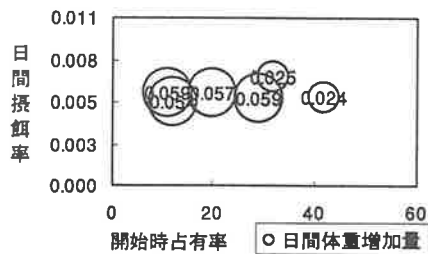


図19 占有率・摂餌率と体重増加量

4) 摂餌

表3に陸上飼育メガイアワビの1～5月における餌料効率等を表示した。図17に示すように占有率と摂餌効率の間に逆相関が認められた。図18、19に示すように日間摂餌率はあまり変わらないので、周りにたくさんアワビがいること自体が成長を抑止するように見受けられる。

$$\text{餌料効率}\% = \text{増重量} / \text{摂餌量} \times 100$$

$$\text{日間摂餌率} = \text{摂餌量} / \text{期間平均重量} / \text{期間日数}$$

4 考察

メガイアワビの成長に関しては1年を2つの時期にわけることができると思う。1つは1～7月(試験は1～5月)の成長期。他の1つは7～1月の成長停止・遅滞期である。

前者は環境としては低水温期から水温上昇期にあたる。この間に飼育水温が13℃以下になると摂餌量が極端に少なくなる。また、梅雨期等に大雨があり取水口の水深まで淡水化がおよぶと塩分25ppt以下で摂餌しなくなる懸念がある。これら摂餌量の減少は成長期であっても成長の鈍化をおこす要因になると考えられる。

後者は環境的には高水温期から水温下降期にあたる。水温下降期はメガイアワビの成熟期でもある。

成長

試験結果に従えば成長期における平均殻長40～50mm台のメガイアワビのへい死は、開始時占有率42%(終了時50%、以下同じ)、生物体量45kg(58kg)以内であればほとんどないといえる。

成長停止・遅滞期は開始時占有率17%、生物体量24kg以上でへい死がかなりある時期といえる。特に占有率25%、生物体量30kg以上の試験区ではへい死により、生残密度が25%、30kgに収れんするようになる。このことはこの飼育容器の高水温期における飼育限界を示しているように思える。

水温下降期に入ると摂餌量は回復してくるが殻長の増加はほとんどない。餌料の種類や摂餌の回復が順調であれば体重や肥満度は1月までに成長停止前の状態に回復する。水温下降期は成熟期でもある。メガイアワビ軟体部の重量組成でみると10月までは生殖腺を含む肝臓角状部の比率が増し、11月以降1月までに足部筋肉の比率が増して停止期以前の状態にまで回復することが報告されている。³⁾ 新たな成長は1月以降となる。メガイアワビがこのような成長パターンを持つことは飼育貝、天然貝を問わず観察されている。60mm以上140mm未満のメガイアワビを個体識別して観察した結果では9～3月の間に成長停止する割合が高く、完全停止期間が1～7ヶ月続くことが報告されている。⁴⁾ また、8、9月の水温が24℃台であればこの間も成長を続け、その後停止期に入っている。平均化すると9～1月までが停止期になっている。

高知県の場合、7月末から9月の水温が27℃以上になり、30℃になることも稀ではない。高水温期と成熟期が連続することで成長停止及び体重、肥満度の極端な低下をもたらしていると考ええる。今回の飼育試験で観察された現象はメガイアワビの生態の一部を表しているといえる。このため、今回の試験で得られた数値はメガイアワビ一般に適用できると考える。

成長試算

例えば、1～5月の成長期の試験で得られた占有率と日間死亡係数及び日間殻長増加係数の近似直線式を使って、成長と出荷可能数量を近似予測してみる。

1月に平均殻長51mmのメガイアワビ2,000個を飼育している。7月までの6ヶ月間飼育して目標の6cm以上で出荷可能であろうか。

開始時の占有率は方法に記載した式に従って26.54%である。ごく近似的に180日を関係式に挿入して以下の計算値を得た。

$$\text{任意期間の死亡係数} = \text{期間} \times \text{日間死亡係数} = 180 \times (0.000003 \times 26.54 - 0.000002) = 0.013972$$

$$\text{終了時個数} = \text{開始時個数} / e^{0.013972} = 1,972 \text{個}$$

$$\text{任意期間の殻長増加係数} = \text{期間} \times \text{日間殻長増加係数} = 180 \times (-0.000015 \times 26.54 + 0.001294) = 0.16126$$

$$\text{終了時殻長} = \text{開始時の殻長} \times e^{0.16126} = 59.9 \text{mm}$$

初期アワビ殻長組成のように階級値の狭い範囲で度数分布をする試料では平均殻長は近似的に中央値であるので、7月に半数の980個が6cm以上で出荷できることになる。ただし、1～5月に得られたデータに基づいて6、7月も含めた試算をしているのでさらに精度を高めるためのデータの集積が必要である。また、占有率の変化を取り入れて30日間隔で試算すると表4の計算値になる。

表4 30日ごとの生残・殻長推移予測計算値

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月
生残数	2,000	1,995	1,990	1,985	1,980	1,974	1,968
占有率%	26.54	27.94	29.38	30.84	32.33	33.84	35.37
殻長mm	51.00	52.39	53.78	55.18	56.57	57.96	59.34

残りの半数はその後成長停止期に入り、肥満度も低く6ヶ月間出荷できない状態になる。

飼育方法の改善

天然メガイアワビの成長は十分な餌料海藻があれば1齢30mm、2齢70mm、3齢100mmが報告されている。³⁾ 2齢で70mmに成長する能力を持っていることになる。この能力を引き出すため、2つの方法が考えられる。1つは飼育方法・施設の改善である。他の1つは遺伝形質の利用である。

アワビ類は種苗生産のかなり早い段階で成長の良い個体を選別できる。けい藻摂餌期間が終了して配合餌料他で飼育を始めた後、3ヶ月以上経過した時期に選別された成長の良い個体はその後成長がよい。同一条件であれば選別された時期に大きかった固体はその時期に小さかった個体に追いつかれるこ

とはない。⁵⁾ クロアワビの無選別の育成でも密度1,000個/m²であれば1齢で半数が27mm以上の殻長に達する計算がなされている。¹⁾ 選別したメガイアワビであればより大きい殻長が期待できる。

餌料については、低水温期、高蛋白の配合餌料によって海藻より早い成長を維持できることが報告されている。⁶⁾

次に成長停止期への対応である。高知県では7～9月に飼育水温が27℃以上になる。しかし、25℃以下を維持できれば成長と生残を良くすることができる。⁴⁾ 掛け流し式陸上養殖に冷暖房装置を使用すると経営的に成り立たないであろうが、深層水や地下海水が利用できれば有利である。

9月からの水温下降期にメガイアワビの生殖腺の成熟がうながされ、直接生殖に関与しない若齢貝でも成長の停止が起きる。水温21℃でメガイアワビの産卵が始まる。さらに水温が低下すると生殖腺の退行が始まり、産卵も終了する。生殖腺が完全に退行すれば再び殻長の成長が始まる。このためには海水温度が16℃まで低下する必要があるといわれている。18℃では成熟状態が持続して成長の再開が遅れることが観察されている。⁴⁾ 水温の順調な低下が速やかな成長停止と成長再開を約束しているとすれば、これを可能にする温度管理マニュアルの作成が求められる。

また、成長に好適な飼育水温ということで18℃以上の飼育水温を維持していたとすれば、ある時期いつまでも成長停止が終わらないという結果も予想される。

生殖に向かうエネルギーを成長に向かわせるため3倍体の作出もおこなわれたが、生殖能力が多少とも残り、2倍体との間にできる幼生に奇形が多発することが問題となっている。⁸⁾

水槽内環境

水槽内の溶存酸素量が生残や成長にどの様に作用しているかも重要である。沈殿槽を経由して給水される海水の溶存酸素量は水温29～30℃でおおむね4.5～5 mg/リットルであったが、ジェットノズルによって大気中から酸素供給をおこなうことによってアワ

ビを入れない状態で7 mg/リットルにすることができ。しかし、かん水率64%でこの酸素供給能力では水槽内溶存酸素量がメガイアワビ10kg当たりにつき0.5mg/リットル低下してしまう。高水温時は少なくとも酸素飽和度の80%確保が必要とされていることから給水量と酸素供給能力の向上が必要である。また、このシステムでは巡流水槽で観測された昼夜の溶存酸素差は観測されなかった。⁹⁾

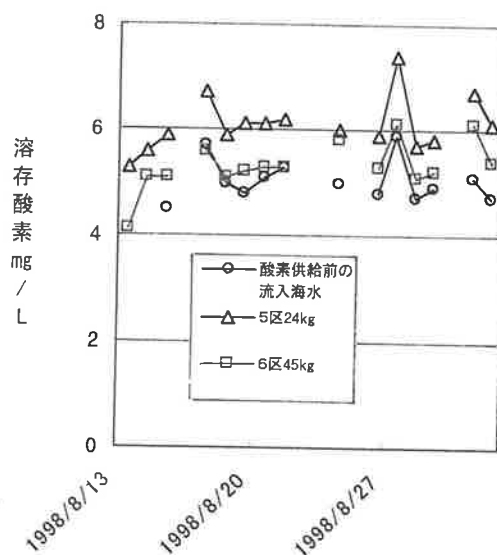


図20 高水温期の飼育水槽内溶存酸素量
(午前9時測定)

予備的溶存酸素量試験で、この水槽は、流量と空気補給量を高めて90%以上の溶存酸素量を維持した水槽及び純酸素の補給で140～150%の溶存酸素量を維持した水槽などと比較すると生残率は低い。(ただし、純酸素補給による高溶存酸素は低水温期に飼育貝のへい死をもたらす可能性がある。)

水槽内のアワビ付着構造は天然メガイアワビで観察されている棲息場所から判断して縦型付着板で十分である。餌料の種類によって投餌板(天板として遮光も兼ねる)と組み合わせることでより完全なものになる。明度は遮光幕でカジメ藻場の岩上程度の暗さを保つことで昼夜を問わず摂餌させることができる。あわせて大型天然メガイアワビの摂餌量は生カジメで体重の5.5%/日であることが野外観測されている。¹⁰⁾

育種

一方遺伝形質の利用であるが、いくつかの量的形質の存在と組み合わせが考えられる。

第1に殻長、殻幅、殻高などをより大きくする形質である。貝殻の容積が大きければそこを満たす軟体部もより大きいものになる。^{5,11)}

第2は成長の停止期間にかかわる形質である。停止期間がない群又は短い群の存在である。殻長60～80mmのメガイアワビで成長停止しない個体が4割出現している。⁴⁾ 翌年には全個体が成長停止しているので遺伝的要素は疑われるが若齢期にのみ出現する形質の可能性もあり検討の価値がある。

第3は足の筋肉・コラーゲン部分が広い、分厚い、筋肉・コラーゲン繊維が大きいなどの形質である。

第4は温度耐性の形質である。低温、高温で生残が良く摂餌も低下しない形質である。結果として収穫量を高める。

第5は高密度飼育耐性の形質である。4番目同様ストレス耐性と言われる範疇にある可能性があり、条件設定はより難しいと感じる。

養殖方法の改善の部分で述べた成長優良群の選抜飼育の継代で、より成長の良い系統作出につながると期待される。

殻質腐食

その他の項として商品の価値を大きく左右する要素の一つである色など見栄えの良し悪しがある。高密度養殖では殻質腐食が著しい。殻質腐食は殻頂から殻皮がはがれはじめた個体、退色した個体、真珠質層が現れた個体まで様々である。貝殻が薄く、もろくなるため、殻頂部に穴があいたり、光沢の無い凹凸のある殻頂部になったりする。陸上養殖に伴う餌の違いが原因で天然アワビの褐色が青色に置き換わることは別の現象である。

原因は飼育水中の有機物分解細菌が生産した有機性酸類が殻の主成分である炭酸カルシウムに反応して、これを徐々に溶解して起きると考えられている。¹²⁾ 今回採用した飼育方法で殻質腐食が顕著であった理由は掛け流し式であっても、かん水率を時間当たり64%と押さえているためと考える。

循環ろ過海水飼育では飼育水をカキ殻碎片層を通過させることで殻質腐食が抑止できる知見が得られている。¹²⁾ また、飼育海水中に塩化カルシウム濃度が0.1%になるよう添加することも有効であるが、この場合貝殻内面の真珠層表面が粗くなり、真珠光沢を失うことが報告されている。¹³⁾

アワビの半掛け流し飼育水槽でこれほどまでに有機性酸類の影響が現れる背景には、アワビが餌料海藻等を半消化で排泄すること（これを餌としてナマコの混養がおこなわれる）、掛け流し式でもなく循環ろ過式でもなくいわばバッチ式に近い飼育方式になっていると考えられ、飼育水の流動が弱く排泄物が長く環境中に留まっていること、昼間のアワビはできるだけ流れの緩い場所にいるうえに、隙間なく付着しているため排泄物が体のごく周辺に留まっていること、積極的に排泄物を取り除くトラップなどが取り付けられていないこと、などが考えられる。また、成長期に殻縁辺部分が褐色になるが、この部分も殻質腐食により退色する（写真3）。

5 摘要

1) 高知県で陸上飼育したメガイアワビは1～7月に成長し、7～1月に成長停止した。

2) アワビの密度をあらわす指標として占有率を使用した。日間死亡係数、日間殻長増加係数などと高い相関を示した。

3) 7～1月旬平均水温30.5～16.6℃、平均殻長42～44mm、占有率27～41%の範囲で生残率65～81%、日間死亡係数 $Y = 0.00008X - 0.00086$ を得た。

4) 1～5月旬平均水温14.4～22.2℃、平均殻長41～54mm、占有率11～42%の範囲で殻長増加倍率1.08～1.16、日間殻長増加係数 $Y = -0.000015X + 0.001294$ を得た。

5) 1～5月の同一条件下で日間死亡係数 $Y = 0.000003X - 0.000002$ を得た。

6) 1～5月の同一条件下で平均殻長45～48mmに限って日間殻長増加係数 $Y = -0.000022X + 0.001397$ を得た。

7) 1～5月の同一条件下で日間生物体量倍率 $Y =$

$-0.000082X + 0.013277$ を得た。

6 文献

- 1) 遠山忠次・佐藤秀一・水口啓子・金子信一(1975) : アワビ稚貝の成長生残におよぼす飼育密度の影響について. 千葉水試研報, (34), 1-11.
- 2) 石田修・林俊祐(1999) : 飼育による大きさ別クロアワビ, メカシアワビの成長, 生残率, 生物体量の比較. 千葉水試研報, (55), 47-52.
- 3) 田中種雄・坂本仁(1988) : 内房海域のメカシアワビの産卵期、肥満度、成長について. 千葉水試研報, (46), 17-22.
- 4) 米山純夫・斎藤実・堤清樹・河西一彦・江川紳一郎(1989) : 伊豆大島におけるメガシアワビの季節成長. 水産増殖, 37(2), 147-154.
- 5) 河原郁恵・野呂忠勝・大森正明(1995) : 高成長系統の作出及び雑種有効利用技術の開発. 平成6年度新品種作出基礎技術開発事業研究成果の概要. 水産庁研究部研究課, 315-322.
- 6) 五日市周三・菊池達也・高橋禎・林崎孝志・山口浩史・黄川田富八(1986) : アワビ養殖試験. 昭和61年度岩手県栽培漁業センター事業報告, 13-19.
- 7) 東京都水試(1975) : 伊豆諸島における貝類増殖に関する研究. 東京都水試調査研究要報, 120, 41-68.
- 8) 林崎孝志・支倉理・山口浩史・河原郁恵(1989) : 先端技術開発導入試験, 平成元年度岩手県南部栽培漁業センター事業報告, 13-15.
- 9) 山口浩史・野呂忠勝(1991) : アワビ種苗生産システム改善に関する研究, 平成3年度岩手県南部栽培漁業センター事業報告, 16-17.
- 10) 小池康之・宇野寛・山川紘・辻ヶ堂諦(1970) : ナシロアワビの生態学的研究. うみ, 8(4), 229-234.
- 11) 河原郁恵・野呂忠勝・大森正明・支倉理(1998) : 高成長系統の作出及び雑種有効利用技術の開発. 平成8年度新品種作出基礎技術開発事業研究成果の概要. 水産庁資源生産推進部研究指導課, 470-485.
- 12) 坂井英生(1980) : 稚アワビの殻質腐食を抑止する方法について. 水産増殖, 28(2), 102-106.
- 13) 坂井英生(1975) : カルシウム塩添加海水で飼育した稚アワビの殻体変化について. 水産増殖, 22(3,4), 103-109.

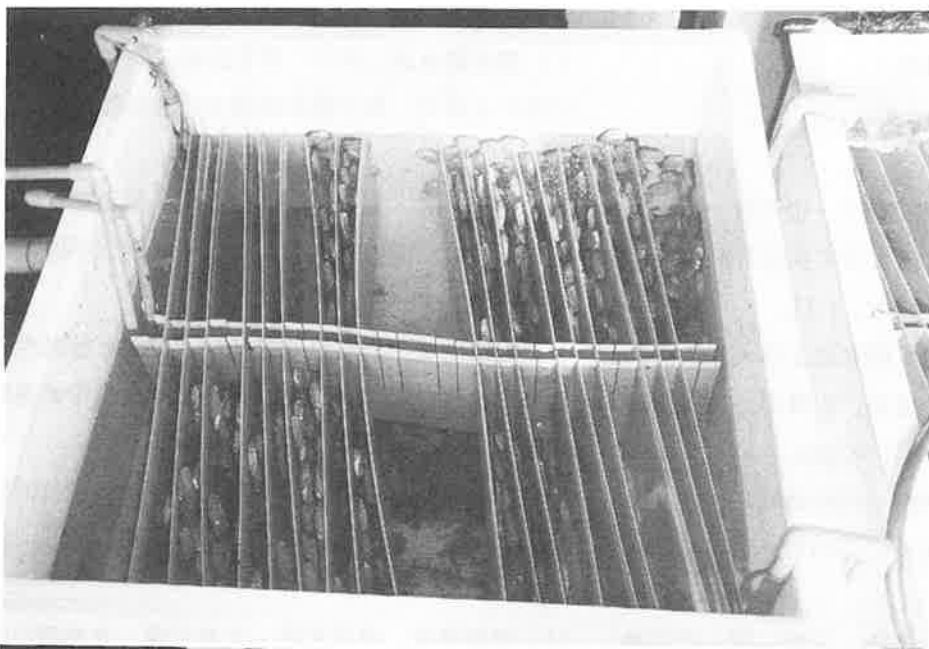


写真 1

飼育水槽と縦型付着板の
アワビ。
左上角と右下角から注水
されている。

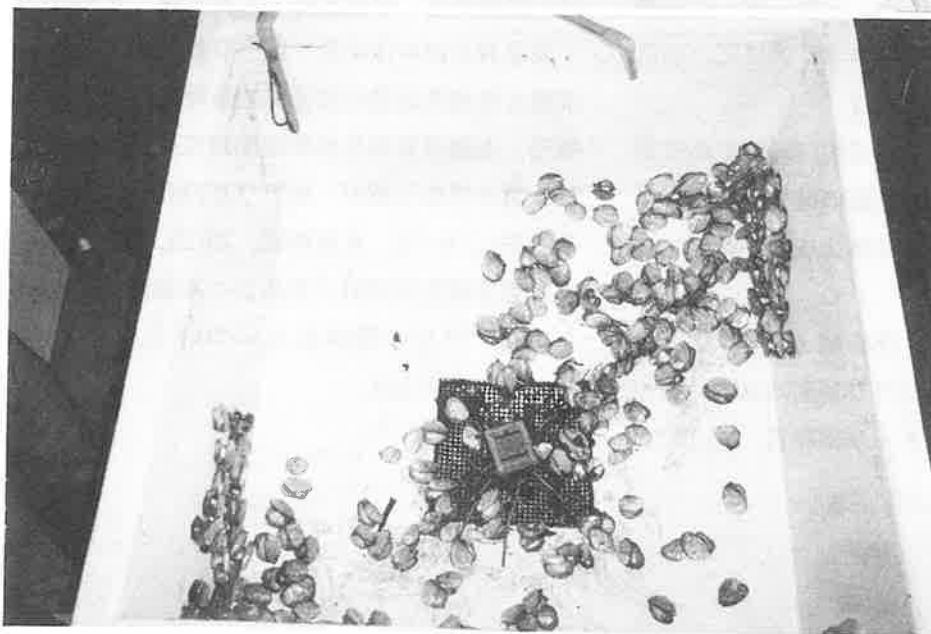


写真 2

縦型付着板を取り除いた
あとの飼育水槽側面と底
面のアワビ。

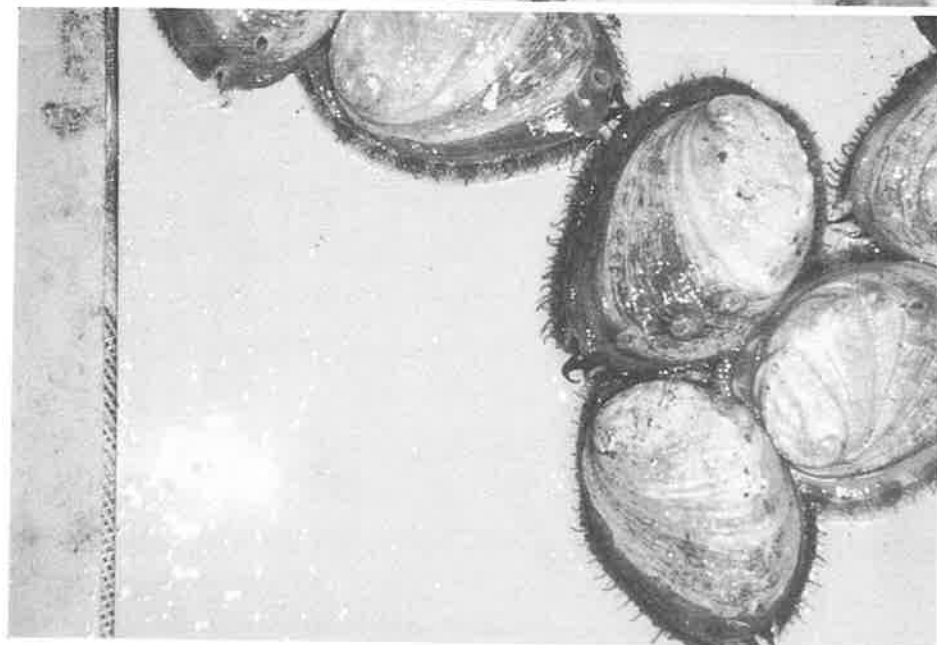


写真 3

成長期のアワビ。
褐色の殻縁が成長量を示
す。