

藍島地先におけるメガイアワビの放流効果

秋本 恒基・太刀山 透・林 宗徳・深川 敦平・後川 龍男・佐藤 博之
 (研究部)

Stocking Efficiency of Young Abalone, *Haliotis gigantea*, in Ahinoshima Island Ahead

Tsuneki AKIMOTO, Tooru TACHIYAMA*, Munenori HAYASHI*, Atsutoshi FUKAGAWA*, Tatsuo USHIROKAWA,
 Hiroyuki SATO
 (Research Department)

福岡県におけるアワビの栽培漁業は1981年から始まり、開始当初からクロアワビを中心に福岡県栽培漁業公社で種苗を生産し、漁業者により放流されてきた。しかし、西日本各地で発症した筋萎縮症¹⁾により、本県では'84年からクロアワビ種苗の安定生産が困難となり'89年からエゾアワビを生産し、'93年には県外で生産されたエゾアワビのみを放流した時期もあった。しかし、その経済効果指数は太刀山ら²⁾によると0.27～0.52で著しく低いとされている。一方、県北部では比較的メガイアワビの漁獲割合が高く、過去に発生した赤潮時にクロアワビに比べ活力が高かったことからメガイアワビ種苗の放流要望があった。また、メガイアワビにおいては筋萎縮症の発症事例³⁾は報告されておらず、栽培漁業対象種としての可能性が期待される。

このことから県では'00年から'04年までの5カ年間、水産庁補助事業によりメガイアワビの種苗生産技術及び放流技術開発調査を実施した。

本報ではこの調査のうち藍島地先で標識放流したメガイアワビの漁獲による回収状況から求めた放流効果及び有害プランクトン発生中のアワビ種類別生残状況について知見を得たので報告する。

方 法

1. 標識放流メガイアワビの累積回収と投資効果の推定

(1) 標識放流

放流メガイアワビの漁獲による回収状況を把握するために用いた標識メガイアワビは、表1に示したように放流年毎に3群とした。メガイアワビはそれぞれ殻長約

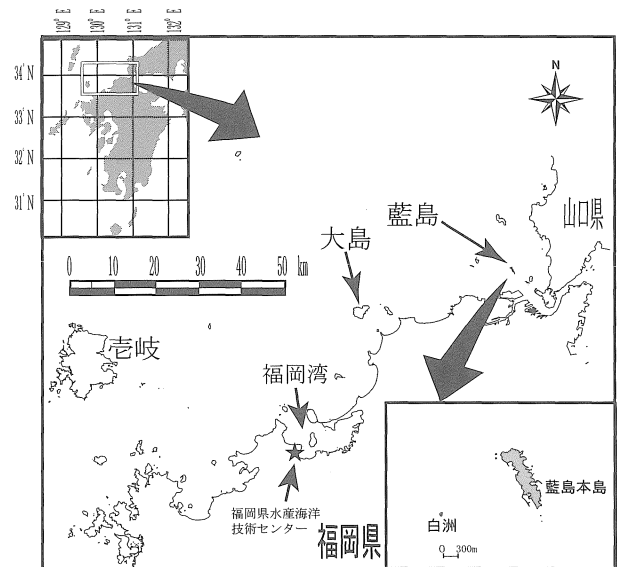


図1 調査位置図

表1 藍島における標識放流メガイアワビ

放流年月日	種苗の履歴	放流時平均殻長 (mm)	放流数 (個)	標識の種類
2001/6/1	センター産種苗 ¹⁾	29.3±2.6	9,787	黄色ビーズ+ニッケル線
2002/4/11	島根県産種苗 ²⁾	30.8±2.5	7,608	桃(白)色ビーズ+ニッケル線
2003/4/15	島根県産種苗 ²⁾	33.3±2.4	7,956	黄色ビーズ+ニッケル線

1)福岡県水産海洋技術センターで生産し、中間育成した

2)島根県水産振興協会から購入し、福岡県水産海洋技術センターで中間育成した

30mmに育成し、ビーズ玉とニッケル線の外部標識⁸⁾を装着したものを図1に示す藍島地先に漁業者が素潜りで放流した。

(2) 漁獲物調査

藍島では7月15日から9月30日(本島及び白洲)及び12月21日から1月31日まで(白洲のみ)までの漁場で素潜り漁が営まれている。潜水器漁業は白洲のみで水深帯により漁場を分けし、素潜り漁よりも深場の水深帯で営まれている。12月21日から2月28日までは本島周辺での操業は鱒漁のみに制限されている。操業時間は毎年協議し、'05年度夏季は9時から13時まで、冬季は9時から14時までで、出漁日毎に仲買が集荷し販売されている。出荷方法は周年を通じて各自の裁量で決められ、個人の判断により市場にも一部出荷されている。

漁獲物調査は標識放流群の成長及びメガイアワビの殻長組成を把握するために、藍島地先で漁業者が漁獲した漁獲物を調査対象として'03年7月16日、8月4日、9月9日、'04年7月15日、9月15日、'05年7月14日、8月10日の計7回実施した。調査内容は漁獲されたアワビを種類別に殻長を測定した。放流群の識別は標識の種類、標識脱落の有無とした。

(3) 回収数の推定

漁業者による漁獲によって、'03年7月から'05年9月までの期間に採捕された漁獲物を対象として標識放流群の回収状況を調査した。また、調査期間中に得られた回収結果を基に、全漁獲期間における標識放流アワビの回収数の推定を試みた。

再捕数の集約は、'03年7月から'04年6月及び'04年10月から'05年6月までは漁業者自ら確認し、標識の種類及び再捕個数を組合に報告するように依頼した。報告者が一部の人に偏ったため、'04年7月から10月及び'05年7月以降はアワビ集荷時に漁業者代表が集荷時に立ち会い、標識放流群別の再捕個体数を計数した。漁業者からの任意の再捕報告期間は個別出荷が多く、標識放流群の確認が難しく報告が著しく少なかった。そのため'03年12月から'04年5月及び'04年10月から'05年6月の期間中の回収数は、前漁期の漁獲量に対する再捕数の割合からその期間中の漁獲量に対応させて推定した。また、放流群の回収数は標識放流群の回収開始から1～2年の中途であるため、未回収分の年齢別回収数の推定は漁獲物調査から得られた各年齢別漁獲割合を用いて、実際に漁獲された回収率に基づき推定した。標識の脱落した放流アワビは、放流群の特定が困難ため、回収数からは除外した。

(4) 放流メガイアワビの成長

漁獲されたメガイアワビの期待殻長を推定するために、漁獲物調査で得られた標識放流群の殻長組成から標識放流メガイアワビの成長曲線を Bertalanffy の成長式¹⁰⁾を採用し、最小二乗法を使って適用を試みた。

(5) 漁獲メガイアワビの年齢組成

漁獲されたメガイアワビの殻長組成から各年齢別の割合を求めるために、全漁獲物調査から得られたメガイアワビの殻長データと標識放流メガイアワビの成長に基づき年齢別に正規分布へ分解した。正規分布への分解は最小二乗法である赤嶺³⁾の χ^2 最小化法により行った。

(6) 放流効果の推定

放流に用いた種苗経費と回収されたアワビの推定漁獲金額から投資効果を推定した。放流群の漁獲金額は成長式から得られた各年齢別の平均殻長から平均重量を求め、回収数との積から漁獲量を推定した。メガイアワビの単価は'02年から'04年の3カ年に藍島で漁獲されたアカ(メガイアワビ及びマダカアワビ)の平均単価とした。各年齢別の期待殻長は前述で求めた藍島における標識放流群の成長式を用いた。また体重と殻長の関係式⁹⁾は筑前海におけるメガイアワビの殻長と体重の相対成長式である $BW=7.648 \cdot 10^{-6} \cdot SL^{3.5633}$ を用いた。メガイアワビの種苗単価は県栽培漁業公社における30mmクロアワビ種苗と同価格の1個当たり84円に想定して投資効果を算出した。

2. *Karenia mikimotoi* の発生とアワビの斃死

福岡湾では *K.mikimotoi* が'04年11月29日から'05年3月2日まで発生した。当センターの取水にも流入し、飼育中のアワビの摂餌量が低下し斃死がみられた。このため、メガイアワビ及びクロアワビ種苗を用いて、*K.mikimotoi* 発生期間中の'04年12月29日から飼育水中の流入がみられなくなった'05年2月17日までの50日間での斃死状況を調べた。供試メガイアワビの平均殻長は $56.9 \pm 5.8\text{mm}$ 及び $44.5 \pm 5.0\text{mm}$ 、クロアワビは $56.6 \pm 4.3\text{mm}$ 及び $40.7 \pm 4.9\text{mm}$ のそれぞれ2サイズとした。

屋外の3.3t FRP角形水槽にネトロンネット製の飼育カゴを用いて、それぞれ120個/m²の密度で収容した。給水は1次ろ過海水を用い、換水率は時間あたり1/2回転に設定した。給餌はアワビ用配合飼料を飽食給餌量の1/2量を目安に投餌した。

結 果

1. 標識放流メガイアワビの累積回収と投資効果の推定

(1) 標識メガイアワビの回収状況

藍島における標識メガイアワビの回収状況を表2に示

表2 藍島における標識メガイアワビの累積回収状況

標識放流群の 採捕年月	メガイ類 漁獲量(kg)	黄ビーズ+N i (2001/6/1放流)			紫ビーズ+N i (2002/4/11放流)			桃ビーズ+N i (2003/4/15放流)										
		回収数 (個)	累積数 (個)	累積回収率	回収数 (個)	累積数 (個)	累積回収率	回収数 (個)	累積数 (個)	累積回収率								
2003年7月	679	21	21	0.21%	-	-	-	-	-	-								
2003年8月	1,203	28	49	0.50%	-	-	-	-	-	-								
2003年9月	1,126	4	53	0.54%	-	-	-	-	-	-								
2003年12月	404	-	-	-	-	-	-	-	-	-								
2004年1月	1,138	-	-	-	-	-	-	-	-	-								
2004年2月	121	33 *	86	0.87%	-	-	-	-	-	-								
2004年3月	19				-	-	-	-	-	-	-	-						
2004年4月	20				-	-	-	-	-	-	-	-						
2004年5月	2				-	-	-	-	-	-	-	-						
2004年7月	1,315				203	289	2.95%	163	163	2.14%	59	59	0.74%					
2004年8月	774	66	355	3.63%	66	229	3.01%	2	61	0.77%								
2004年9月	1,535	43	398	4.07%	9	238	3.13%	23	84	1.06%								
2004年10月	16	-	-	-	-	-	-	-	-	-								
2004年12月	980	-	-	-	-	-	-	-	-	-								
2005年1月	509	142 *	541	5.53%	108 *	346	4.55%	35 *	119	1.50%								
2005年4月	11										-	-	-	-	-	-	-	-
2005年5月	2										-	-	-	-	-	-	-	-
2005年6月	3										-	-	-	-	-	-	-	-
2005年7月	-	24	565	5.77%	94	441	5.80%	374	493	6.20%								
2005年8月	-	10	574	5.87%	3	444	5.84%	57	550	6.92%								
2005年9月	-	13	587	6.00%	8	452	5.94%	189	739	9.29%								

*印の'03年12月～'04年5月及び'04年10月～'05年3月の期間は前漁期間の標識アワビ採捕数と漁獲量から回収数を推定した
それ以外の期間は実際の回収数で示した
放流3年後以降回収数は大島での標識脱落率8.57%で補正した

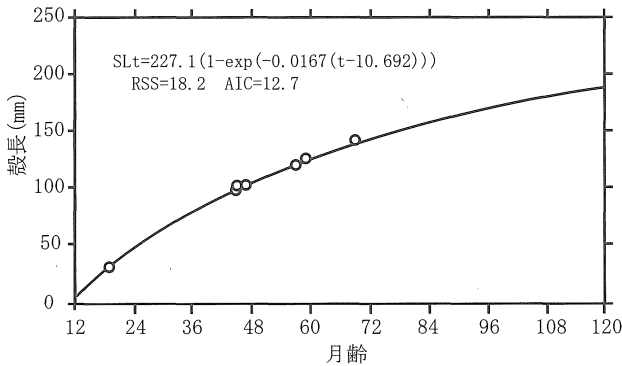


図2 藍島における標識放流メガイアワビの殻長組成から求めたBertalanffyの成長式 ('01年放流群)

した。'01年放流群の3歳貝での累積回収数は53個体で、累積回収率は0.54%であった。4歳貝未満の累積回収数は398個体となり、累積回収率は4.07%と推定された。5歳貝までの累積回収数は587個体で累積回収率は6.00%と推定された。

'02年放流群の3歳貝での累積回収数は238個体で累積回収率は3.13%であった。4歳貝までの累積回収数は452個体で累積回収率は5.94%と推定された。'02年放流群は'04年7月から'05年9月までの1年2カ月間の漁獲で、'01年放流群の回収率とほぼ同等の回収となった。

'03年放流群は放流1年3ヵ月後の2歳貝から漁獲に加入した。漁獲開始から14ヵ月間の3歳貝までの回収で累積回収率は、3つの放流群の中で最も高い9.29%と推察された。'03年放流群は放流2年3ヵ月後の'05年7月から9月の3ヵ月間で7.79%の回収率であった。この結果は青山ら¹²⁾が静岡県入間地先で殻長17mmのメガイアワビ種苗を放流して、4年8ヵ月から5年5ヵ月の10ヵ月間に漁獲回収した回収率の5.8%を上回る結果となった。

表3 地域別メガイアワビの成長

年齢	藍島			大島 ³⁾	老岐 ⁴⁾
	殻長期待値 ¹⁾	漁獲物の平均殻長 ²⁾	漁獲物の平均殻長 ²⁾		
4歳	106mm	103mm	99mm	101mm	
5歳	128mm	116mm	121mm	118mm	
6歳	146mm	135mm	140mm	131mm	
7歳	161mm	154mm	156mm	143mm	
8歳	173mm	175mm	168mm	152mm	
9歳	183mm	186mm	187mm	165mm	

¹⁾ 藍島'01年放流群の成長式(図2)より計算した殻長
²⁾ 漁獲物調査から正規分布へ分解し推定した年齢別平均殻長
³⁾ 大島での成長式 $SL_t = 226.3(1 - \exp(-0.199(t - 1.1089)))$ より計算した
⁴⁾ 老岐での成長式 $SL_t = 192.2(1 - \exp(-0.2035(t - 0.3497)))$ より計算した

(2) 放流メガイアワビの成長

藍島に標識放流されたメガイアワビの成長曲線を図2に示した。漁獲物調査時に漁獲された'01年6月1日放流群の平均殻長から求めた成長式は、
 $SL_t = 227.1(1 - \exp(-0.0167(t - 10.692)))$

SL_t : 期待殻長 (mm)

t: 月齢 (月)

となった。

(3) 漁獲メガイアワビの年齢組成

漁獲物調査から得られたメガイアワビの殻長組成を図3に示した。メガイアワビの漁獲対象は3歳貝から9歳貝までの7年齢群と推定された。4歳貝以下の平均殻長は103.2 ± 4.0mm, 5歳貝の平均殻長は115.8 ± 4.3mm, 6歳貝の平均殻長は134.7 ± 5.7mm, 7歳貝の平均殻長は154.5 ± 6.0mm, 8歳貝の平均殻長は174.9 ± 4.0mm, 9歳貝の平均殻長は185.8 ± 10.1mmとなった。また、漁獲に占める4歳貝以下の割合は26.0%, 5歳貝は33.7%, 6歳貝は29.3%, 7歳貝は9.7%, 8歳貝は1.0%, 9歳貝は0.3%であった。'01年放流群の殻長組成から得られた年齢別の殻長期待値と漁獲物調査から得られた年齢別の平均殻長を表3に示し、地域別のメガイアワビの成長を比較した。標識放流群の追跡調査及び漁

獲物調査から得られた年齢別の殻長はほぼ一致した。また、大島で得られたメガイアワビの成長⁹⁾とほぼ同等の成長を示した。池田ら¹³⁾が岬岐島沿岸で求めたメガイアワビの成長よりも良好であった。

(4) 放流効果の推定

藍島におけるメガイアワビ放流の投資効果の推定を表4に示した。3カ年間の放流結果、これまでに回収された標識放流群の投資効果は'01年放流群で0.624, '02

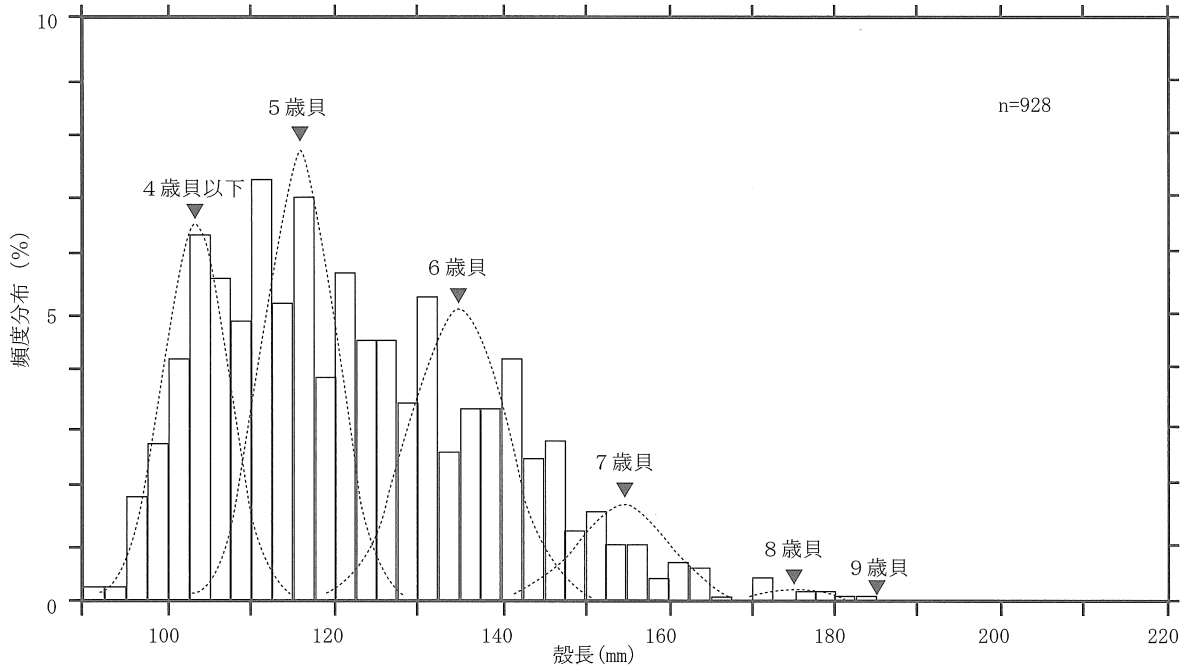


図3 漁獲物調査から得られたメガイアワビの殻長組成
点線は適用された年齢別の正規分布を示している
三角形はその平均値を示している

表4 藍島におけるメガイアワビ放流の投資効果の推定

放流年月日	漁獲対象 年齢	年齢別漁獲 割合	推定回収率 (%)	平均重量 (g)	推定漁獲量 (kg)	推定漁獲金額 (千円)	投資効果指数
2001/6/1	4歳以下	26.0%	4.07 *	126	50.1	265	0.323
	5歳	33.7%	1.93 *	248	46.8	248	0.624
	6歳	29.3%	2.94	398	114.6	607	1.362
	7歳	9.7%	0.98	563	53.8	285	1.708
	8歳	1.0%	0.10	730	7.0	37	1.753
	9歳	0.3%	0.03	890	2.8	15	1.771
	合計	100.0%	10.05		275.2	1,456	1.771
2002/4/11	4歳以下	26.0%	5.94 *	126	56.9	301	0.471
	5歳	33.7%	7.69	248	145.1	768	1.672
	6歳	29.3%	6.69	398	202.4	1,071	3.349
	7歳	9.7%	2.22	563	95.0	503	4.136
	8歳	1.0%	0.22	730	12.3	65	4.238
	9歳	0.3%	0.07	890	5.0	27	4.279
	合計	100.0%	22.83		516.7	2,735	4.279
2003/4/15	4歳以下	26.0%	9.29 *	126	88.9	471	0.704
	5歳	33.7%	12.03	248	226.9	1,201	2.501
	6歳	29.3%	10.46	398	316.6	1,676	5.008
	7歳	9.7%	3.47	563	148.6	787	6.185
	8歳	1.0%	0.35	730	19.3	102	6.338
	9歳	0.3%	0.12	890	7.8	41	6.400
	合計	100.0%	35.71		808.2	4,277	6.400

*印は実際の回収数を含む推定値、以下は年齢別漁獲割合より推定した年齢群の期待殻長は $SL_t = 227.1(1 - \exp(-0.0167(t - 10.692)))$ より求めた体重と殻長の関係式は $BW = 7.648 \cdot 10^{-6} \cdot SL^{3.5633}$ を用いた漁獲金額の算定に用いたメガイアワビ単価は2002-2004年度までの藍島におけるメガイアワビ及びマダカアワビの平均単価メガイアワビ種苗単価は84円/個で算定した

年放流群で0.471, '03年放流群で0.704であった。各年級群の漁獲割合から推定した最終的な回収率は, '01年放流群で10.1%, '02年放流群で22.8%, '03年放流群で35.7%であった。この結果から投資効果を算定したところ'01年放流群は1.771, '02年放流群は4.279, '03年放流群は6.400となった。'01年放流群で漁獲対象期間が3カ年, '02年及び'03年放流群で2カ年で投資効果は1を上回った。

2. *Karenia mikimotoi* の発生とアワビの斃死

K. mikimotoi は当センターの飼育水中にも流入し、飼育中のアワビの摂餌量が減少し、斃死がみられた。*K. mikimotoi* 発生期間中のアワビ種類別サイズ別斃死率の経時変化を表5に示した。試験開始5日目の'04年12月31日まではメガイアワビの斃死はみられないが、クロアワビでは約1割以上が斃死した。試験開始後27日目にはメガイアワビの斃死率は30%以下であるが、クロアワビの斃死率は50%を超えた。*K. mikimotoi* の発生が収束した'05年2月17日にはメガイアワビの平均殻長57mm群では8割、45mm群で5割が斃死し、クロアワビの斃死率は約7割となった。

考 察

標識放流群の回収期間が最も短い'03年放流群が高い回収率を示しているのは、標識放流群の検出率の差によるところが大きいと推定される。'03年度当初は全漁業者に再捕報告を呼びかけたが数名からの報告に偏った。標識放流群の検出率を高めるために'04年7月から9月までの3ヵ月間は、漁獲物の集荷時に全漁獲物を専従の漁業者代表者が、標識の種類を確認する体制をとった。その結果、標識放流群の見落としと再捕報告もれが減少し、再捕数量が飛躍的に増加した。個別の報告では個々のチェック機能が徹底できていなかったため、低い回収になったものと思われた。そのため、'01放流群

の3, 4歳貝以下及び'02年放流群の3歳貝以下の回収率は、過小評価と考えられる。冬季は集荷量が減少し、販売先が分散するため回収漏れの可能性が高くなる。

'05年7月から9月までは全集荷時に、専従の代表者によるチェック体制をとり、標識の発見率の向上を図り回収率が増加した。

また、漁獲による回収期間が放流後、最長でも4年3ヵ月が経過した程度であり、標識の脱落により放流年次が特定できなかったり、集荷先が多岐に渡るために再捕報告漏れがあるなど全数回収には至っていない。しかし、漁獲期間がわずか14ヵ月間で投資効果が0.7を上回るなど、高い放流効果が見込めるため、引き続き全回収期間を通じての精査が必要である。

吉見ら⁴⁾によると徳島でのメガイアワビ人工稚苗の殻長40mm放流事例では成長の早い個体では放流から24ヵ月後に漁獲サイズに達し、順次採捕されると報告されており、本県では3つの放流群のうち2つの放流群では同様に放流後2年1ヵ月の3歳貝で漁獲開始された。しかし、'03年放流群は2歳貝での回収率は1.06%と少ないものの、放流後わずか1年3ヵ月で漁獲対象となった。藍島はメガイアワビの放流漁場として優れていると考えられる。

静岡での殻長56~153mmのメガイアワビを放流し移動を調査した事例¹⁴⁾では、放流1年半後には放流場所から20m、3年後には30m付近で発見されている。また、河西ら¹⁵⁾によるとメガイアワビの放流個体の移動はクロアワビに比べ著しく小さいと推定しており、クロアワビに比べ回収しやすい傾向も示唆された。今回の漁獲物調査でも、一漁業者が数十個単位の標識メガイアワビを一度に再捕しており、放流点付近で集中して漁獲された可能性が高い。また、クロアワビに比べ岩盤上に表出する傾向にあるため、夏季にはクロアワビより比較的漁獲しやすい傾向にあるものと思われた。

K. mikimotoi の発生濃度は試験開始時が3,720cells/

表5 *Karenia mikimotoi* 発生期間中のアワビ種類別斃死率の経時変化

アワビ種類	平均殻長	経過日数									
		5	10	16	20	27	30	37	40	50	
メガイアワビ	56.9±5.8	0.0%	6.7%	10.0%	13.3%	30.0%	36.7%	50.0%	56.7%	80.0%	
	44.5±5.0	0.0%	0.0%	3.3%	10.0%	10.0%	13.3%	26.7%	36.7%	50.0%	
クロアワビ	56.6±4.3	13.3%	40.0%	43.3%	46.7%	56.7%	60.0%	63.3%	66.7%	66.7%	
	40.7±4.9	10.0%	36.7%	53.3%	53.3%	63.3%	63.3%	66.7%	66.7%	66.7%	
測定日	2004/12/29	2004/12/31	2005/1/8	2005/1/14	2005/1/18	2005/1/25	2005/1/28	2005/2/4	2005/2/7	2005/2/17	
<i>K. mikimotoi</i> 1次ろ過水濃度 (cells/ml)	3,720	870	317	860	150	364	350	420	150	0	
W. T.	13.8	—	—	10.2	11.1	11.8	12.1	9.7	10.4	12.0	

飼育試験期間：2004年12月29日～2005年2月17日まで

ml と最も高く、30 日後には 350cells/ml と 1/10 程度に減少した。アワビの斃死への影響は、発生から 1 ヶ月以内の短期間ではメガイアワビはクロアワビに比べ斃死率が低い傾向が伺えた。アワビの種類による生理的な感受性の差によるものと考えられる。この結果は、漁場においても過去にクロアワビの多くが斃死した中で、メガイアワビの生残が高かったという漁業者の報告事例を裏付けているものと思われた。また、サイズ別では大型個体の方が斃死率が高い傾向が伺えた。

クロアワビに比べ出荷時の販売価格が安価なメガイアワビにおいても投資効果で 6 を上回る値が推定された。メガイアワビはクロアワビに比べ移動範囲が狭く、表出しやすく傾向にあるため、波浪の影響の少ない南方海域や岩盤域が適しているものと思われる。また、赤潮の耐性も高い傾向にあるため、本県でも栽培対象種として有効であることが示唆された。

要 約

- 1) 標識放流の結果からメガイアワビは最短で、放流後 1 年 3 ヶ月後の 2 歳貝から漁獲され始めた。3 歳貝までの累積回収率は最高で 9.3%であった。
- 2) 藍島で標識放流されたメガイアワビの成長式は、 $SL_t = 227.1(1 - \exp(-0.0167(t - 10.692)))$
 SL_t : 期待殻長 (mm)
 t : 月齢 (月)
 となり大島とほぼ同等の成長を示した。
- 3) メガイアワビの漁獲対象群の年齢別平均殻長及び年齢組成は、4 歳貝以下で 103mm (26.0%)、5 歳貝で 116mm (33.7%)、6 歳貝で 135mm (29.3%)、7 歳貝で 154mm (9.7%)、8 歳貝で 175mm (1.0%)、9 歳貝で 186mm (0.3%) であった。
- 4) 放流メガイアワビの最終的な累積回収率は 10.05 ~ 35.71% と推定された。放流後 27 ヶ月から 30 ヶ月の 3 ヶ月の漁獲期間で、回収率が 7.79% と高い回収を示す事例があった。
- 5) メガイアワビの放流による投資効果は、1.77 ~ 6.40 と推定された。筑前海においても栽培対象種としての有効性が示唆された。
- 6) *K. mikimotoi* によるアワビへの影響は、発生から 1 ヶ月以内の短期間ではメガイアワビはクロアワビに比べ斃死率が低い傾向が伺えた。これは漁業者が過去に漁場で経験した事例と一致した傾向を示した。

文 献

- 1) 中津川俊雄：クロアワビの筋萎縮症に関する研究。京都府海セ研究論文，5，61(2000)。
- 2) 中津川俊雄・畑井喜司雄・窪田三郎：筋萎縮症を伴うアワビ稚貝の病理組織学所見。魚病研究，23(3)，7-14(1988)。
- 3) 桃山和夫・中津川俊雄・由良野範義：アワビ属稚貝の筋萎縮症による大量死。魚病研究，34(1)，7-14(1999)。
- 4) 中津川俊雄・岡部三雄・室賀清邦：クロアワビ筋萎縮症の水平感染。魚病研究，35(1)，11-14(2000)。
- 5) 岡田一宏・西村守央・河村 剛：クロアワビ当歳貝の隔離飼育による筋萎縮症の予防。水産増殖，48(4)，657-663(2000)。
- 6) 柴田利治・筑紫康博・中本 崇・渡辺健二・永島孝之：給水の紫外線消毒によるクロアワビ筋萎縮症の予防。水産増殖，50(2)，227-232(2002)。
- 7) 太刀山 透・深川敦平・福澄賢二：筑前海におけるエゾアワビの成長と放流効果。福岡水技研報，11，33-38(2001)。
- 8) 地域特産種量産放流技術開発事業報告書（あわび類種苗大量斃死要因調査）。島根県，(平成 6 - 8 年度)。
- 9) 資源増大技術開発事業報告書。福 1 - 福 11，(平成 12 年度)。
- 10) 赤嶺達郎：水産資源学における成長式に関する数理的研究。中央水研研報，7，189-263(1985)。
- 11) 赤嶺達郎：Polymodal な度数分布を正規分布へ分解する BASIC プログラムの検討。中央水研研報，35，129-159(1985)。
- 12) 青山雅俊・佐々木 正・河尻正博・野中 忠：南伊豆町入間地先におけるメガイ種苗の放流効果。静岡水試研報，21，7-17(1986)。
- 13) 池田義弘・立石 賢・田代征秋：壱岐島沿岸におけるメガイの年齢と成長。長崎水試研報，11，5-9(1985)。
- 14) 吉見圭一郎・廣澤 晃・山本浩二：牟岐町で水揚げされたメガイアワビの人工種苗。徳島水技セ，平成 14 年度，46(2004)。
- 15) 伊藤 円：栽培漁業技術開発事業報告書，静 1 - 静 41 (平成 16 年度)。
- 16) 河西伸治・田中種雄・坂本 仁：メガイアワビの放流試験 - I。千葉水試研報，47，37-43(1989)。