

筑前海におけるエゾアワビの成長と放流効果

太刀山透・深川敦平・福澄賢二
(研究部)

Growth and Stocking Efficiency of Young Abalone, *Haliotis discus hannai*, in the Chikuzen Sea

Tooru TACHIYAMA, Atsutoshi FUKAGAWA and Kenji FUKUZUMI
(Reserch Department)

福岡県筑前海域でのエゾアワビ(*Haliotis discus hannai*)の放流はクロアワビ(*Haliotis discus discus*)の病害による種苗放流数の減少に対する暫時的対策として実施され、現在では年間約20万個の稚貝が筑前海に放流されている。

筑前海に放流したエゾアワビは、在来種であるクロアワビに比べ表出する傾向が強く、極めて浅所(水深0~2m域)に生息すること¹⁾、人為的にはクロアワビとの交雑2代目は発生可能である²⁾ことが明らかにされている。また、その成長は、筑前海におけるクロアワビの成長と同等であり、放流後約3年で漁獲制限殻長の10cmに達すると考えられている³⁾。

しかしながら、南方域における放流エゾアワビの放流効果については不明な点が多く、放流事業が先行しているのが現状である。

本報では、筑前海における放流エゾアワビの回収率を解析するとともに、より効果の高い放流方法について考察した。

方 法

1. 放流エゾアワビの成長

図1に示した大島周辺に放流されたエゾアワビを対象として、成長などの調査を行った。これらは大島漁協において約1年間中間育成後、島内の漁場に放流されたもので、放流時の殻長は約30mmであった。

調査は、1994~'99年度に大島周辺漁場において海士(夏季)の漁期中に毎年2~3回行い、漁獲アワビの殻長と体重の測定、天然と放流貝及び種(クロアワビ、エゾアワビ、マダカアワビ、メガイアワビ)の同定を行った。エゾアワビは殻表面に海藻が繁茂し、筋肉部が盛り上がっていることからクロアワビとの識別は容易である。

Cassie⁴⁾及びTaylor⁵⁾の方法をプログラム化した堤⁶⁾のソフトを用いて、回収された放流エゾアワビの殻長組成から、コホート別殻長頻度分布と平均殻長を求め、これらからWalfordの定差図を描き、Von Bertalanffyの成長式を導いた。

2. 回収率の推定

前項で求めた海士漁のコホート別殻長頻度分布及び同様の方法で求めた磯見漁(冬季)のコホート別殻長頻度分布を用い、漁期別に回収された放流エゾアワビのage-length keyを推定した。回収された放流エゾアワビの殻長組成を各漁獲年度の漁期別に、age-length keyにあてはめ年齢組成とした。それぞれの年齢から放流年度を特定し、放流年度別に回収個体数を累計した。各年度の放流数に対する回収個体の割合を回収率とした。さらに、種苗経費に対する放流貝の漁獲金額の比を経済効果指数として評価した。

3. 目的種意識の差によるエゾアワビの採捕状況

エゾアワビの生息生態はクロアワビのそれと大きく異なるため、いずれの種を漁獲対象とするかによってそれらの漁獲量に差が生じると思われる。その違いを知るために以下の試験を行った。

'98年8月6日に、図1に示した宗像郡大島二見浦地先の2カ所(水深3m)の東側(A漁場)と西側(B漁場)で、調査員3名がそれぞれアワビ採捕に対する異なる目的種意識をもってスキューバ潜水し、発見した全てのアワビを採捕した。調査範囲は3名ともほぼ同じであり、調査時間も同一とした。なお、エゾアワビを漁獲対象とする採捕者とクロアワビを漁獲対象とする採捕者は同等のアワビ採捕技能を有し、アワビ採捕未熟者の技能は前者に比べ劣る。各調査員の採捕方法の設定は次のと

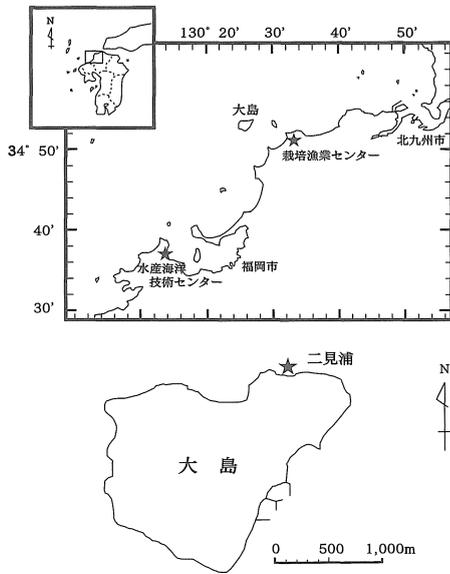


図1 調査地の位置図

おりとした。

・エゾアワビ採捕者：エゾアワビ及びクロアワビの生息状況を熟知したうえで、エゾアワビを漁獲対象種として意識しアワビを採捕する。

・クロアワビ採捕者：エゾアワビ及びクロアワビの生息状況を熟知したうえで、クロアワビを漁獲対象種として意識しアワビを採捕する。

・経験が浅い者：アワビ採捕経験が浅い者で、漁獲対象種を意識せずアワビを採捕する。

結果

1. 放流エゾアワビの成長

福岡県内のエゾアワビの放流実績を図2に示した。

'90年度からエゾアワビの放流が開始され、'90～'94年度には福岡県栽培漁業センターで生産された種苗30～50万個が放流された。しかし、'95年度以降は、県栽培漁業センターでの生産種がエゾアワビから再度クロアワビに切り替わったため、漁協は独自に民間種苗生産業者からエゾアワビ種苗を購入し、各地先漁場に放流する体制となり、'95年度には8万個、'96～'98年度は20～30万個が放流された。

大島において回収された放流エゾアワビの漁期別（海士漁、磯見漁）の殻長組成を図3に示した。両者とも多峰型の殻長組成を示し、最大殻長は海士漁で168mm、磯見漁で171mmであった。t年目の平均殻長Ltとt+1年目の平均殻長Lt+1の関係を示したWalfordの定差図を図4に示した。両者の関係は

$L_{t+1} = 0.855 L_t + 31.042 (r=0.996)$ で表され、0.1%水準で

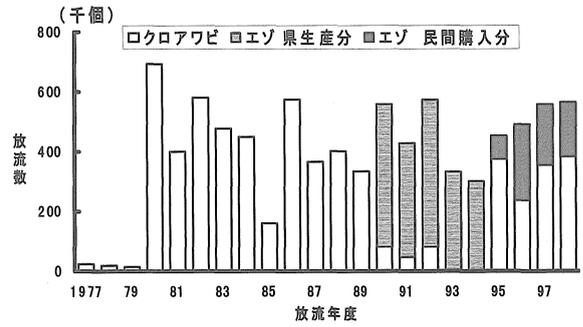


図2 福岡県内のアワビの放流実績

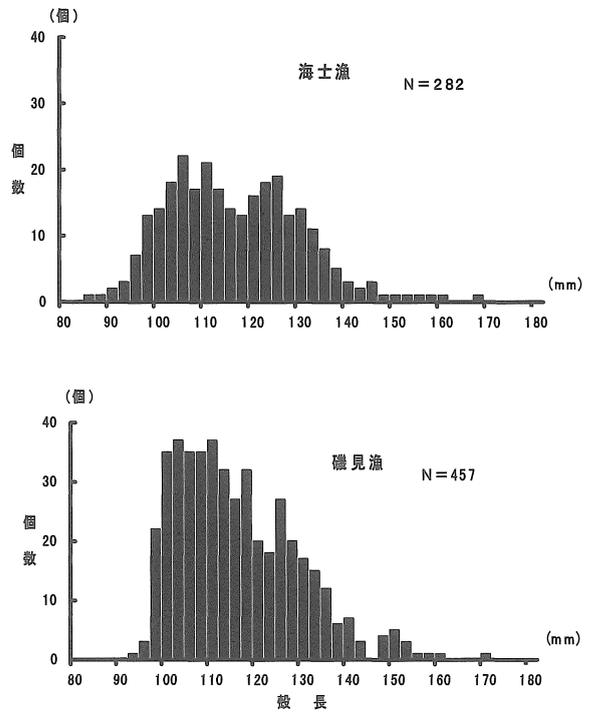


図3 回収された放流エゾアワビの殻長組成

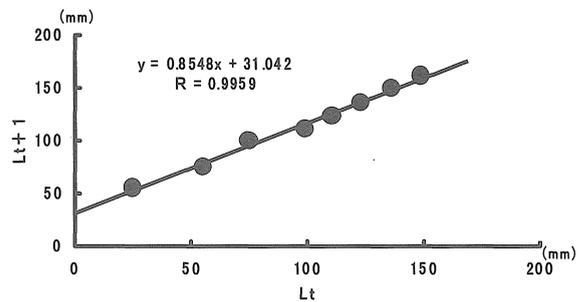


図4 回収された放流エゾアワビの定差図

有意な関係が認められた。これから算出された放流エゾアワビの成長と過去の調査で得られた放流クロアワビの成長を Von Bertalanffy の成長式にあてはめ図 5 に示した。

成長式は

エゾアワビが $L_t = 218.5(1 - e^{-0.149(t-0.248)})$,

クロアワビが $L_t = 212.8(1 - e^{-0.162(t-0.2601)})$

で表され、両者間に成長差はみられなかった。

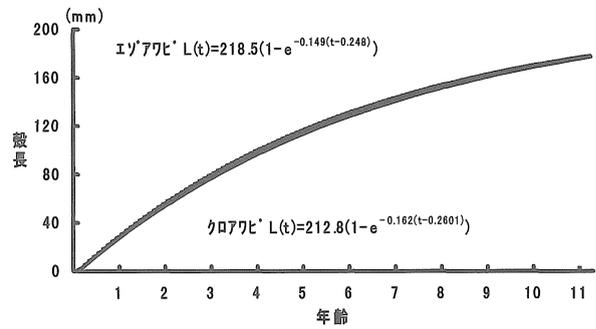


図 5 回収された放流エゾアワビ及びクロアワビの成長曲線

2. 回収率の推定

'94~'99年度の漁獲年度別エゾアワビの回収状況を表 1 に示した。大島漁協でのアワビの漁獲個数は7,483~11,091個/年度であり、このうち976~2,943個のアワビを調査した。各調査年度の標本抽出率は13.0~30.9%であった。エゾアワビはクロアワビと異なり極めて浅い場所に生息するという生息生態から、操業日、操業者によって放流エゾアワビの漁獲に著しい偏りが生じる。そのため、'98年度以降は、これによる誤差を小さくするため、調査個数の増加に努め、標本抽出率を30%前後まで高めた。漁獲されたアワビのうち放流エゾアワビの占める割合である混獲率を漁期別（海士漁、磯見漁）にみると、海士漁の混獲率は2.0~6.1%であったのに対し、磯見漁のそれは3.3~14.3%であり、総じて磯見漁の混獲率が高い傾向を示していた。両者をあわせた大島漁協全体のエゾアワビの混獲率は3.0~9.4%であり、10%以下の低レベルであった。

'94~'99年度に回収された漁期別の放流エゾアワビの age-length key を表 2 に示した。これを用いて、ほぼ回収が終了したと考えられる'90~'93年度の4カ年に放流したエゾアワビの年度別回収状況と同時期に放流したクロアワビのそれを表 3 に示した。放流エゾアワビの年度別累積回収率は1.2~1.7%であり、クロアワビの4.5~6.9に比べ低いレベルであった。さらに、経済効果指数は0.27~0.52であり、いずれの放流群も1より低く、漁獲金額が経費を下回る結果となった。

3. 目的種意識の差によるエゾアワビの採捕状況

潜水者別のアワビの種類別採捕個数を表 4 に示した。A漁場でのエゾアワビ採捕個数は、エゾアワビ目的採捕者が26個であったのに対し、クロアワビ目的採捕者は9個で、エゾアワビを採捕する意識を持つことで17個の差が見られた。B漁場においても、エゾアワビの採捕個数はエゾアワビ目的採捕者が21個、クロアワビ目的採捕者は4個であり、A漁場と同様にエゾアワビ採捕個数の差は17個であった。

表 1 漁獲年度別のエゾアワビの回収状況

漁獲年度	漁獲個数 (個)	調査個数(抽出率) (個) (%)	混獲率(%)		
			海士漁	磯見漁	計
1994	7,483	976 (13.0)	2.0	12.3	6.5
95	9,278	1,418 (15.3)	2.5	14.3	9.4
96	11,091	1,742 (15.7)	4.3	13.4	8.0
97	9,837	2,192 (22.3)	6.1	12.7	8.4
98	9,380	2,901 (30.9)	4.1	7.7	5.8
99	10,367	2,943 (28.4)	2.8	3.3	3.0

表 3 放流年度別のエゾアワビの回収状況

放流年度	エゾアワビ			クロアワビ
	累積回収個数 (個)	累積回収率 (%)	経済効果指数	累積回収率 (%)
1990	899	1.3	0.36	5.0
91	869	1.6	0.52	4.5
92	892	1.2	0.37	6.9
93	752	1.7	0.27	放流なし

表 4 潜水者別のアワビ種類別採捕個数

項目	単位:個		
	エゾアワビ採捕者	クロアワビ採捕者	経験が浅い者
A漁場			
エゾアワビ	26	9	5
クロアワビ	0	9	0
メガイアワビ	1	2	1
B漁場			
エゾアワビ	21	4	3
クロアワビ	8	7	1
メガイアワビ	1	3	1

クロアワビの採捕個数は、A漁場では、クロねらい者が9個であったのに対しエゾねらい者は0個で、エゾアワビ採捕個数と逆の結果となった。一方、経験が浅い調査員によるアワビ採捕個数は、A漁場で6個、B漁場で4個であり、うちエゾアワビはそれぞれ5個と3個で、両漁場とも採捕個数が少ない中でもエゾアワビがその多くを占めた。

表2 回収された放流エゾアワビのage-length key

海士漁期									磯見漁期										
殻長	4歳	5歳	6歳	7歳	8歳	9歳	計		殻長	4歳	5歳	6歳	7歳	8歳	9歳	計			
90.0	~	92.5	1.000				1.000		90.0	~	92.5	1.000				1.000			
92.5	~	95.0	1.000				1.000		92.5	~	95.0	1.000				1.000			
95.0	~	97.5	0.991	0.009			1.000		95.0	~	97.5	0.991	0.009			1.000			
97.5	~	100.0	0.959	0.041			1.000		97.5	~	100.0	0.959	0.041			1.000			
100.0	~	102.5	0.840	0.160			1.000		100.0	~	102.5	0.840	0.160			1.000			
102.5	~	105.0	0.566	0.434			1.000		102.5	~	105.0	0.566	0.434			1.000			
105.0	~	107.5	0.262	0.734	0.004		1.000		105.0	~	107.5	0.262	0.734	0.004		1.000			
107.5	~	110.0	0.095	0.884	0.021		1.000		107.5	~	110.0	0.095	0.884	0.021		1.000			
110.0	~	112.5	0.031	0.882	0.087		1.000		110.0	~	112.5	0.031	0.882	0.087		1.000			
112.5	~	115.0	0.009	0.693	0.298		1.000		112.5	~	115.0	0.009	0.693	0.298		1.000			
115.0	~	117.5	0.002	0.336	0.663		1.000		115.0	~	117.5	0.002	0.336	0.663		1.000			
117.5	~	120.0		0.094	0.904	0.002	1.000		117.5	~	120.0		0.094	0.904	0.002	1.000			
120.0	~	122.5		0.020	0.968	0.012	1.000		120.0	~	122.5		0.020	0.968	0.012	1.000			
122.5	~	125.0		0.004	0.938	0.058	0.001	1.000	122.5	~	125.0		0.004	0.938	0.058	0.001	1.000		
125.0	~	127.5		0.001	0.763	0.234	0.002	0.001	1.000	125.0	~	127.5		0.001	0.763	0.234	0.002	0.001	1.000
127.5	~	130.0			0.400	0.592	0.006	0.001	1.000	127.5	~	130.0			0.400	0.592	0.006	0.001	1.000
130.0	~	132.5			0.123	0.861	0.013	0.003	1.000	130.0	~	132.5			0.123	0.861	0.013	0.003	1.000
132.5	~	135.0			0.029	0.941	0.026	0.004	1.000	132.5	~	135.0			0.029	0.941	0.026	0.004	1.000
135.0	~	137.5			0.006	0.934	0.052	0.008	1.000	135.0	~	137.5			0.006	0.934	0.052	0.008	1.000
137.5	~	140.0			0.001	0.864	0.117	0.017	1.000	137.5	~	140.0			0.001	0.864	0.117	0.017	1.000
140.0	~	142.5				0.685	0.271	0.044	1.000	140.0	~	142.5				0.685	0.271	0.044	1.000
142.5	~	145.0				0.380	0.522	0.098	1.000	142.5	~	145.0				0.380	0.522	0.098	1.000
145.0	~	147.5				0.124	0.711	0.166	1.000	145.0	~	147.5				0.124	0.711	0.166	1.000
147.5	~	150.0				0.026	0.742	0.233	1.000	147.5	~	150.0				0.026	0.742	0.233	1.000
150.0	~	152.5				0.005	0.683	0.312	1.000	150.0	~	152.5				0.005	0.683	0.312	1.000
152.5	~	155.0					0.584	0.416	1.000	152.5	~	155.0					0.584	0.416	1.000
155.0	~	157.5					0.456	0.544	1.000	155.0	~	157.5					0.456	0.544	1.000
157.5	~	160.0					0.316	0.684	1.000	157.5	~	160.0					0.316	0.684	1.000
160.0	~	162.5					0.191	0.809	1.000	160.0	~	162.5					0.191	0.809	1.000
162.5	~	165.0					0.101	0.899	1.000	162.5	~	165.0					0.101	0.899	1.000
165.0	~	167.5					0.048	0.952	1.000	165.0	~	167.5					0.048	0.952	1.000
167.5	~	170.0					0.022	0.978	1.000	167.5	~	170.0					0.022	0.978	1.000
170.0	~	172.5					0.007	0.993	1.000	170.0	~	172.5					0.007	0.993	1.000
172.5	~	175.0						1.000	1.000	172.5	~	175.0						1.000	1.000
175.0	~	177.5						1.000	1.000	175.0	~	177.5						1.000	1.000
177.5	~	180.0						1.000	1.000	177.5	~	180.0						1.000	1.000

考 察

深川ら³⁾は、筑前海に放流したエゾアワビの成長は、殻長10cmまではクロアワビと同様であると報告しており、今回の調査ではそれ以上の大きさでもクロアワビと同等の成長を示すことが分かった。さらに、回収されたエゾアワビの最大殻長は171.0mmに達し、加齢に伴う成長の著しい鈍化は認められない。

金丸ら⁸⁾は、クロアワビ分布域である佐賀県玄界海域(神津島)で放流したエゾアワビの成長は、 $L_t=209(1-e^{-0.1648(t+0.1225)})$ で表されると報告しており、今回の大島に比べやや高い成長を示している。一方、北方域でのエゾアワビの成長式は、宮城県中部沿岸海域(雄脇町)⁹⁾では $L_t=137(1-e^{-0.29(t-0.31)})$ 、青森県太平洋側海域(脇野沢)¹⁰⁾では、 $L_t=112.79(1-e^{-0.175(t+0.352)})$ と報告され

ている。これらの成長式と岩手県中部沿岸海域(田老)での成長例¹¹⁾を用いて算出したエゾアワビの年齢別の推定殻長を表5に示した。福岡県筑前海域と宮城県中部沿岸海域のエゾアワビを比較すると、4歳までは同等の成長を示すが、5歳以上では加齢に伴い成長差が拡がり、9歳では福岡県筑前海域の殻長159.2mmに対し宮城県中部沿岸海域は126.0mmで成長差は33.2mmとなる。さらに、岩手県中部沿岸海域では殻長100mmに達するのに8年以上、青森県太平洋側海域では9年でも90mmである。このように、エゾアワビの成長には地域による差が見られた。

アワビの成長は水温に大きく影響されることが知られており、浮¹²⁾はエゾアワビの摂餌量(F)と水温(T)との関係は、 $F=A T+B$ (A, Bは定数)で表され、X軸の切片は5℃前後に収束すると報告している。これ

表5 県別種類別年齢別の推定殻長

		単位: mm								
		年 齢								
放流場所	種 類	1	2	3	4	5	6	7	8	9
福岡県筑前海域	エゾアワビ	23.2	50.2	73.5	93.6	110.9	125.8	138.6	149.7	159.2
福岡県筑前海域	クロアワビ	24.0	52.3	76.3	96.7	114.1	128.8	141.4	152.1	161.2
佐賀県玄界海域	エゾアワビ	35.3	61.7	84.1	103.1	119.1	132.8	144.4	154.2	162.5
宮城県中部沿岸海域	エゾアワビ	24.8	53.1	74.2	90.0	101.8	110.7	117.3	122.3	126.0
岩手県中部沿岸海域	エゾアワビ	22.3	43.6	68.8	80.0	89.9	95.3	98.3	—	—
青森県太平洋側海域	エゾアワビ	23.8	38.1	50.1	60.1	68.6	75.7	81.6	86.6	90.8

は5℃前後がエゾアワビが摂餌する下限水温であり、それ以上の水温帯では、水温と摂餌量は正比例の関係にあることを意味する。また、井上ら¹³⁾は、水温25℃以下では水温が高いほどエゾアワビは高い成長を示すとしている。

福岡県、宮城県、青森県の各海域の月別平均水温（表層）を図6に示した。なお、水温の測点はエゾアワビの成長を把握した各海域の直近を選定し、青森県太平洋側海域（尻労地先）の水温¹⁴⁾は'86～'98年度、宮城県中部沿岸海域（雄勝町）¹⁵⁾は'96～'99年度、福岡県筑前海域（大島）¹⁶⁾は'50～'55年度の平均値を用いた。各海域の水温は、5～25℃で変動しており、水温とエゾアワビの成長は正比例の関係にあると考えられる。そこで、5℃をエゾアワビの成長に関する生物学的零度と仮定し、次式により成長に関与する積算水温を算出すると、福岡県筑前海域は164.8℃、宮城県中部沿岸海域は112.2℃、青森県太平洋側海域は92.4℃となる。

$$\sum_{i=1}^{12} (T_i - 5)$$

T: 各海域の月別水温

i: 月

エゾアワビの成長と積算水温を比較すると、積算水温が高い福岡県筑前海域が最も成長が良く、次いで、宮城県中部海域、青森県太平洋側海域であり、エゾアワビの成長を阻害しない水温範囲であれば、高水温海域がより高い成長を示すと判断された。

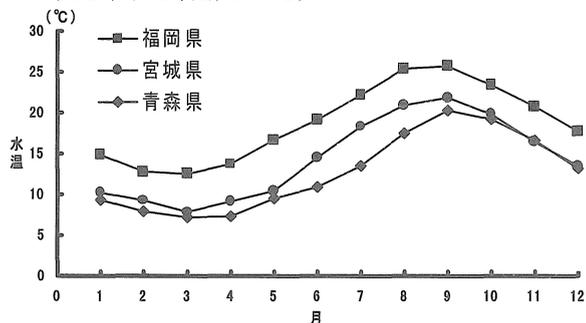


図7 各海域の月別平均水温

今回得られた筑前海における放流エゾアワビの累積回収率は1.2～1.7%であり、'90～'92年度のクロアワビ放流群の4.5～6.9%に比べ低い値であった。しかしながら、約10年前の'81～'84年度の大島におけるクロアワビの累積回収率は23～37%⁷⁾であり、今回のクロアワビ放流群の回収率と大きく異なる。アワビの生育を左右する条件としては、餌料やすみ場となる漁場環境が極めて重要である。筆者ら¹⁷⁾は'87年以降の天然クロアワビ発生群がそれ以前に比べ激減しており、その要因として'87年の大時化による磯漁場の環境変化を示唆した。このような天然アワビの生育を阻害するような環境の変化は、放流アワビの生残にも影響を及ぼすと推察される。そのため、今回エゾアワビで得られた1.2～1.7%という低レベルの累積回収率を、筑前海におけるエゾアワビの回収率とするにはやや疑問である。しかしながら、同時期に放流したクロアワビの累積回収率はエゾアワビの4倍前後であり、エゾアワビがクロアワビに比べ相対的に回収率が低いことは事実である。

この要因として以下のことが考えられる。

一つには、エゾアワビの生息水深帯とアワビへの漁獲努力が主に向けられる漁場との関係である。放流エゾアワビが生息する浅所は、漁獲努力が集中して向けられるクロアワビの主な生息水深帯である5m以深と異なる。漁獲の主たる目的種をクロアワビとして操業している筑前海の磯漁場においては、これまでと同じ水深帯に漁獲努力を向ければ、放流エゾアワビ資源に対する実質的漁獲強度は低下し、その結果回収率は低くなることが予測される。

二つ目として、目的種意識の差によってアワビの漁獲量が異なることが上げられる。表4に示したように、エゾアワビの生息場所である浅い漁場で操業しても、採捕者の意識の違いでエゾアワビの漁獲状況は変化する。漁獲時の目的種意識がクロアワビであれば、エゾアワビの漁獲個数は減少し、クロアワビが増加する。逆に、エゾ

アワビを目的種とすれば、エゾアワビの漁獲個数は増え、クロアワビが少なくなる。すなわち、隠棲するクロアワビを目的として漁をする漁業者の意識が石の表面に向かないため、表出するエゾアワビへの実質的漁獲強度が低下し、回収率も低くなることが考えられる。

三つ目の要因として漁業者の操業場所の選択が上げられる。漁業者がその日操業しようとして選択する漁場は、最も高い収益が期待できる漁場であると考えられる。漁業者がエゾアワビ放流漁場を選択するためには、エゾアワビを採捕しようとする場所での漁獲量は他の漁場のそれと同等以上である必要がある。前述したように、エゾアワビは浅い場所に生息し、放流クロアワビを含めた他のアワビと生息場所（特に水深）を異にしているため、放流エゾアワビのみで他の漁場と同等の生息密度を確保することが必要であろう。

これらのことから、エゾアワビを放流するにあたっては、クロアワビとは異なる生息生態を踏まえた放流、漁獲方法が必要となる。

放流場所としては、エゾアワビが放流した漁場の中で、最も浅い場所に移動してくる性質を利用して、沖合の隆起岩礁域や入江的な水深が浅い漁場が適当と考えられる。また、クロアワビではより低い密度で放流することが望ましい¹⁸⁾が、エゾアワビでは生息密度を高めるためにも放流場所を分散せず、集中して放流し、集約的に漁獲することが有効と考えられる。

要 約

- 1) 回収された放流エゾアワビの殻長組成を用い、筑前海における放流エゾアワビの累積回収率を求めた。
- 2) 筑前海に放流したエゾアワビの成長は、殻長10cm以上でもクロアワビとほぼ同様である。
- 3) 1990～'93年度に放流したエゾアワビの累積回収率は1.2～1.7%、経済効果指数は0.27～0.52と極めて低い。
- 4) 筑前海でのエゾアワビの放流場所としては、沖合の隆起岩礁域や入江的な水深が浅い漁場が適当と考えられる。また、放流場所を分散せず、集中して放流し、集約的に漁獲することが有効と考えられた。

文 献

- 1) 篠原直哉・太刀山透・深川敦平：筑前海における放流エゾアワビの分布生態,福岡水技研報,7,19-25

- (1997)
- 2) 深川敦平・太刀山透：クロアワビ×エゾアワビ交雑1代目,2代目の再生産の可能性,福岡水技研報,7,31-33(1997)
- 3) 深川敦平・伊藤輝昭：筑前海域におけるエゾアワビの成長について,福岡水試研報,18,47-52(1992).
- 4) Cassie,R.M：Some use of probability paper in the analysis of size frequency distributions,Aust.J. Mar.Freshwater Res.5,513-522(1954)
- 5) Taylor,B.J.R：The analysis of polymodal frequency distribution,J.Anim.Ecol,34,445-452 (1965)
- 6) 堤裕昭・田中雅生：多毛類の個体群動態の調査解析法（マイクロコンピューターを使用した体長の計測から世代解析まで）,日本ベントス研究会誌,31,18-28 (1987)
- 7) 福岡県他：平成4年度放流技術開発事業報告書,福岡1-43(1993)
- 8) 金丸彦一郎・有吉敏和・野田進治：佐賀県神津島地先におけるエゾアワビ,クロアワビ人工種苗の放流-I,佐賀県栽培漁業センター研報,2,33-38(1993)
- 9) 高橋清孝・雁部聡明・佐々木良：宮城県中部沿岸におけるエゾアワビの資源解析,宮城県水試研報,12,42-60(1987)
- 10) 須川人志・松坂洋：陸奥湾産エゾアワビの成長,青森県水産増殖センター事報,17,176-179(1988)
- 11) 広瀬敏夫：天然漁場におけるエゾアワビの成長について,東北海区水産研究所研報,87-94(1974)
- 12) 浮永久：巻貝類の成熟,産卵と種苗の育成,栽培漁業技術研修事業基礎理論コーステキスト集IV,64-65 (1990)
- 13) 井上清和ら：高水温条件下におけるエゾアワビ,クロアワビ,交雑アワビの成長と生残,西海区水産研究所研報,73-78(1986)
- 14) 宮城県水産研究開発センター：平成8～11年度漁海況調査報告書(1996-1999)
- 15) 青森県水産試験場：“ウオダス”漁海況速報No.980～1049(2000)
- 16) 西海区水産研究所他：西海ブロック漁海況予報事業沿岸・沖合海洋観測資料集,83-130(1992)
- 17) 太刀山透・深川敦平・篠原直哉：筑前海におけるクロアワビの資源変動要因の考察,福岡水技研報,8,31-35 (1998)
- 18) 福岡県他：アワビ種苗放流マニュアル,31-33(1990)