

放流漁場高度利用技術開発事業（アカウニ，アワビ）

二島 賢二・伊藤 輝昭・太刀山 透

平成4年度は主としてアカウニ放流技術の見直しを行うとともに、既存造成礁における磯動物収容量の検討を行った。

調査対象地区は、図1に示した宗像郡大島，相島，北九州岩屋，馬島の4地区であり、各地区における底質や動物相，植生等は今まで報告したようにそれぞれ各地区とも、特性を持った漁場である。

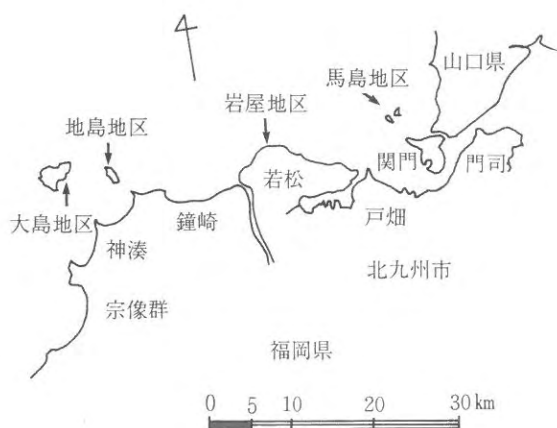


図1 調査対象地区

I. アカウニ放流技術

アカウニの栽培漁業は県栽培漁業公社で種苗生産し、直接放流する事ではほぼ定着している。しかし近年、種苗生産上2～3月の低水温期に病害による大量斃死が起こり、その対策を講じているが、安定生産までは到っていない。そこで、大量斃死が起こる前の小型サイズ（殻径5～7mm）での放流の必要性が再検討され、放流技術の見直しを図る事となった。

昨年度の調査では、サイズ別、場所別（水深別）の放流を行った結果、水深4m域の7mmサイズでの放流の可能性が示唆された。本年度は、更にその検証を行うためサイズ別、時期別、場所別（底質別）の放流を行い検討した。

一方、天然漁場でのウニ類は、バフンウニとムラサキウニの稚ウニが浅所に生息しているのに対し、アカウニの稚ウニは、水深7m以上に多く浅所に少ない傾向が見られている（神奈川県、福岡県）。従って、適正な放流技術の基礎資料とするためにこの特異的な現象を明らかにし、その原因を究明するため、本年度は水深別、漁場別の分布調査を行った。

(1) 適正放流技術の検討

方 法

放流場所は図2に示した宗像郡大島の通称「ヨ瀬」と呼ばれる隆起岩礁帯と「山振」と呼ばれる

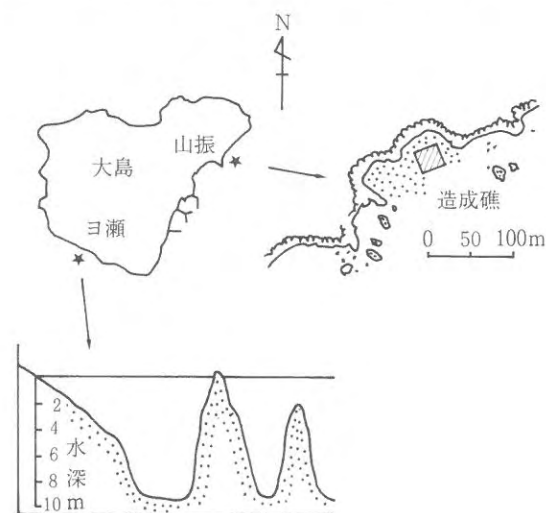


図2 放流場所

砂礫地帯に玉石で造成した造成礁（5×5 m）である。この2ヶ所に表1に示したように、放流時期（4月と6月）、サイズ（5、7、10 mm）、方法（潜水手撒と放流容器）を組合わせて放流した。

なお、放流容器とは図3に示したような塩ビ製の基質でこれを潜水により海底に設置し、回収は1カ月後と4.5カ月後にスキューバ潜水により行った。

結果および考察

結果を図4～6に示した。造成礁における時期別・サイズ別放流では、各サイズとも4月放流が良くいずれも、6月放流の2倍以上の生残率となっている。

その原因として、6月（水温20℃以上）の高温期に入ったためカニ類等の害敵動物の行動が活発になったためと思われる。

しかし、10 mmサイズが80%以上の歩留りであったのに対して5 mmと7 mmサイズでは大差なく、20%以下の低い歩留りとなっている。4月の場所別放流では、10 mmサイズは各場所とも玉石帯以上の生残率を示し、場所に関係なく高かった。

7 mmサイズは、保護基質及び岩礁帯の生残率が45～55%と玉石帯の20%の2倍以上の生残

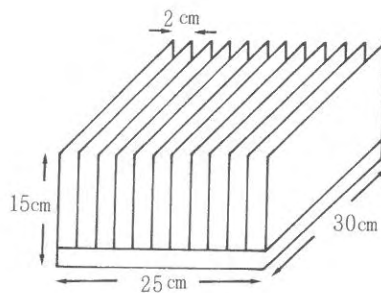


図3 塩ビ板を用いた保護基質

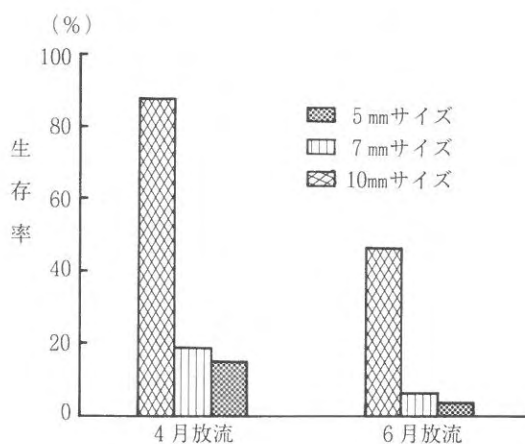


図4 アカウニ時期別放流の1ヶ月後の生残率

表1 アカウニの放流時期・場所・方法

放流時期	放流場所	放流方法	放流サイズ (mm)	放流個数 (個)
H 4. 4. 1	造 成 礁 (玉石帯)	潜水手撒	(5)	4.9±0.5
			(7)	6.7±0.4
			(10)	10.8±1.6
		保護基質 (放流容器)	(5)	4.9±0.5
			(7)	6.7±0.4
			(10)	10.8±1.6
H 4. 4. 1	天 然 礁 (岩礁帯)	潜水手撒	(5)	4.9±0.5
			(7)	6.7±0.4
			(10)	10.8±1.6
H 4. 6. 10	造 成 礁 (玉石帯)	潜水手撒	(5)	5.8±0.7
			(7)	7.8±0.9
			(10)	12.0±2.0

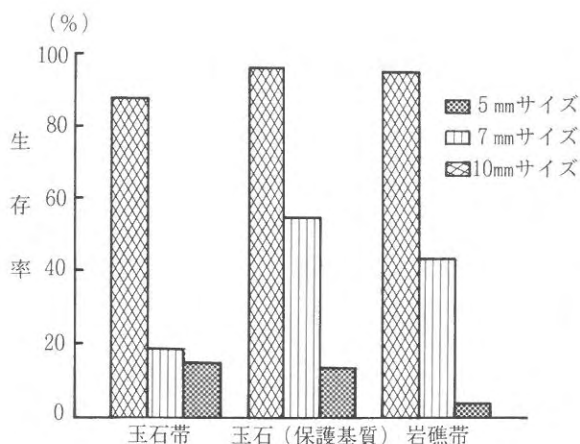


図5 アカウニ場所別(底質別)放流の1ヶ月後の生残率

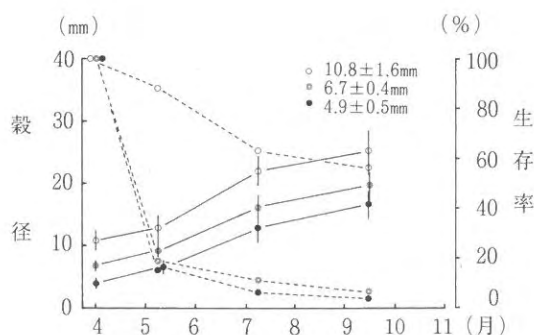


図6 山振造成礁におけるアカウニサイズ別放流の成長と生残率の経過

率を示し、保護基質の害敵駆除効果が、そして岩礁帯では稚ウニに適したウニ穴が多かった事の害敵防除効果が働いたためと思われる。

5mmサイズでは逆に玉石帯と保護基質に比べ岩礁帯が低かった。その原因として、昨年度の報告同様に、波浪の影響が考えられる。殻径5mmサイズと7mm以上のサイズでは殻強度、付着力に差があるとみられ、室内試験により検討する予定である。

造成礁における潜水手撒によるサイズ別の放流での5.5月後の生残率は10mmサイズが60%以上であったのに対して、日間成長率はほぼ変わらなかったものの5mm、7mmサイズとも5%以下と非常に低かった。しかし、前述したように放流

時期や放流方法(保護基質等の使用)を考慮する事により、7mmサイズでの放流でも充分可能であると思われ、今後適正な放流場所(例えばウニ穴等の多い玉石に隣接した岩礁帯)の把握や適正な保護基質の開発により、大量放流を行い検証する必要がある。

(2) 水深別アカウニ分布調査

方 法

調査は、H4年6月11日に図7に示した宗像郡玄海町地島地先に岸から離岸距離200mにロープを敷設しベルトライントランセクト法(200m×1m×5本)により、すべてのアカウニを計数した。

また、水深別(2m、5m、8m、11m域)にアカウニをそれぞれ300個づつランダムに採集し、殻径を測定した。



図7 地島での調査実施場所

結果および考察

ベルトライントランセクト法によるアカウニの生息量調査結果を表2、図8にその海底地形模式図を図9に示した。また、水深別ランダム採集によるアカウニ殻径組成を図10～13に、水深別の群平均殻径及び出現頻度分布を模式的に図14に示した。

調査地の生物環境については昨年度報告したが、海底地形は離岸距離200mで水深10mとなる緩やかな傾斜を持つ50～500kg程度の石から構成

表2 ベルトライトランセクト法による生息量調査結果 (個/10m²)

離岸距離	水深	1	2	3	4	5	平均
0 ~ 10	0.8	3	0	0	2	1	1.2 ± 1.2
10 ~ 20	1.3	2	0	1	1	2	1.2 ± 0.7
20 ~ 30	2.1	3	3	1	1	2	2.0 ± 0.9
30 ~ 40	2.1	4	1	1	3	5	2.8 ± 1.6
40 ~ 50	2.6	3	1	5	2	3	2.8 ± 1.3
50 ~ 60	3.4	6	5	2	1	2	3.2 ± 1.9
60 ~ 70	3.1	3	4	6	1	3	3.4 ± 1.6
70 ~ 80	3.8	6	5	6	4	8	5.8 ± 1.3
80 ~ 90	4.2	7	7	8	5	4	6.2 ± 1.5
90 ~ 100	4.6	6	7	7	5	5	6.0 ± 0.9
100 ~ 110	4.5	8	6	7	8	3	6.4 ± 1.9
110 ~ 120	5.3	9	6	6	6	7	6.8 ± 1.2
120 ~ 130	6.6	11	4	12	6	10	8.6 ± 3.1
130 ~ 140	7.0	10	9	11	11	8	9.8 ± 1.2
140 ~ 150	7.4	14	9	13	10	10	11.2 ± 1.9
150 ~ 160	8.8	9	9	11	13	9	10.2 ± 1.6
160 ~ 170	9.1	14	9	11	15	12	12.2 ± 2.1
170 ~ 180	9.5	13	12	12	13	19	13.8 ± 2.6
180 ~ 190	10.9	11	15	15	14	16	14.2 ± 1.7
190 ~ 200	11.2	14	12	14	16	19	15.0 ± 2.4
合計		156	124	149	137	148	142.8 ± 11.2

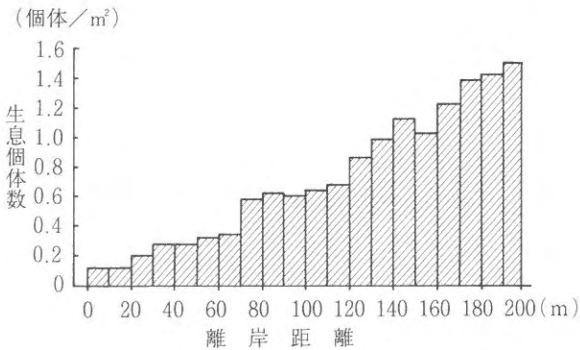


図8 アカウニの離岸距離別生息個数

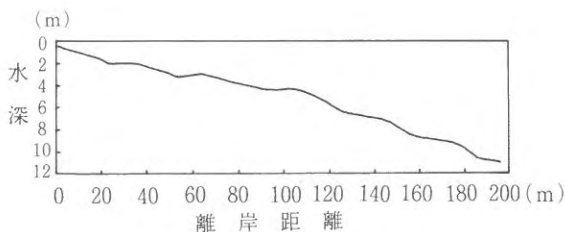


図9 調査域による海底地形模式図

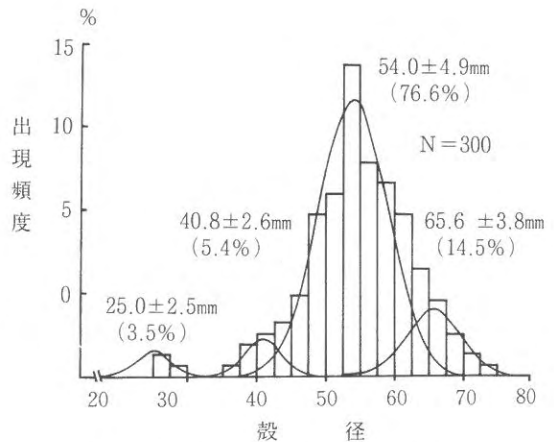


図10 水深2m域のアカウニ殻径組成

されている。

ベルトライトランセクト法によるアカウニの水深別生息量は、水深が深くなるにつれて多くなる傾向にある。水深2, 5, 8, 11mでランダムに採取した300個体の殻径組成を分離した結果、

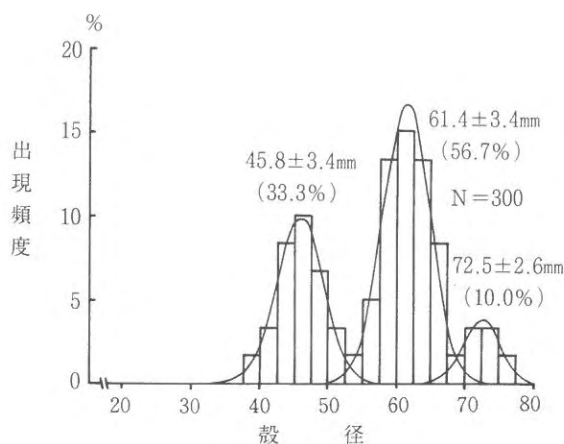


図11 水深5m域のアカウニ殻径組成

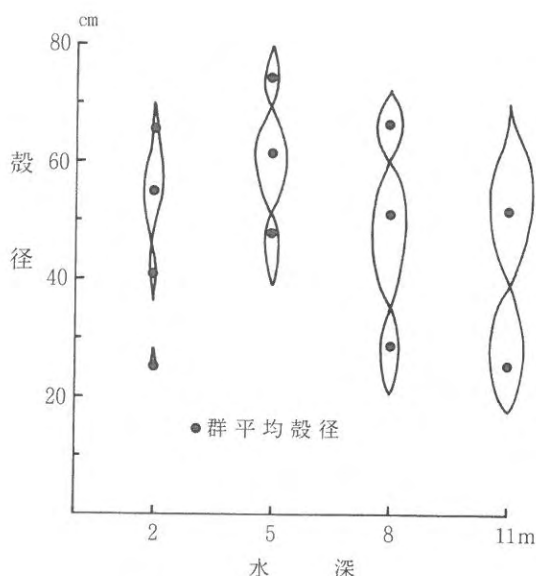


図14 アカウニの水深別群平均殻径と出現頻度分布模式図

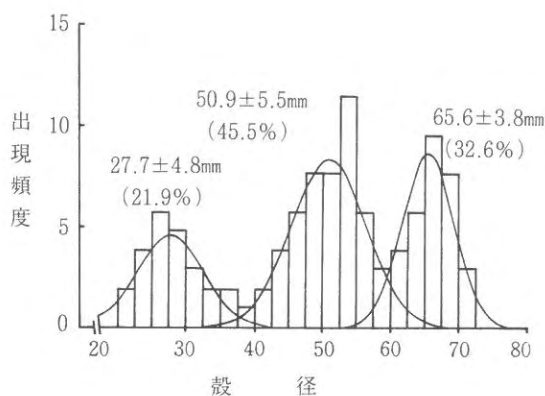


図12 水深8m域のアカウニ殻径組成

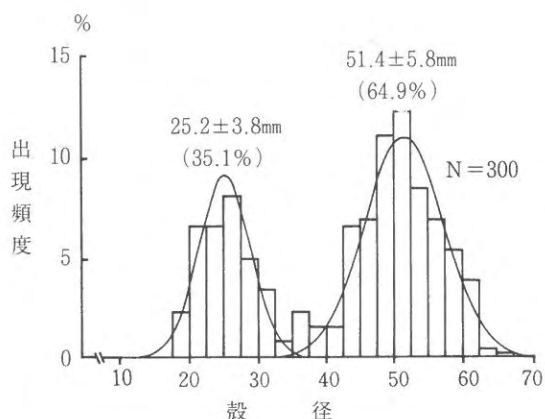


図13 水深11m域のアカウニ殻径組成

水深2m域は1～4歳、水深3m域は2～4歳、水深8m域は1～3歳、水深11m域は1～2歳から構成されている。これらの水深別の組成比をみると、1歳群は水深2、5m域では、ほとんど見られないか極めて少なく、水深8、11m域では20～30%を占めている。3歳以上の群は水深11m域では見られず水深2、5、8mで見られる。

水深2、5m域に1～2歳群の生息量が少ない理由として、調査を行った水域が約2年間禁漁した場所であり、それ以前は徹底した漁獲が行われ、親ウニがいなかったためと考えられる。

一方、昨年度の放流試験の結果では浅所での回収個体が十分に産卵年齢に達しているにもかかわらず、稚ウニが見られなかったことから稚ウニの着底場所が成ウニの生息場所と同一でないと推察された。今回の調査結果から得られた水深別殻径組成から考えても水深8～11m域でアカウニの稚ウニが着底し、浅い水域へ移動していき成長した群が水深2、5m域の3～4歳群になるとも考えられる。

すなわち、アカウニの主漁場は身入りの関係か

ら水深5m以浅となっており、今回採捕されたウニは水深5m以深から移動してきたウニと考えられるが、今までの知見では放流種苗の移動が年間数m程度であったことから、補給される量は少ないと考えられる。このことは、水深10m域に多量のアカウニがみられるにもかかわらず、乱獲で減少した浅い場所のウニの生息が2～3年では容易に回復しないことから推察される。

このように二つの事が考えられるが、深い場所に稚ウニが着底するのか、深い場所のみ生残が可能であるのか明らかなではなく今後、検討する必要がある。

II. 磯動物収容量の検討

昨年度は動物収容量を、すみ場空間等の物理的条件から評価を行った。本年度は既存造成礁における主として餌料環境から見た磯動物収容量の検討を行った。

福岡県宗像郡大島地区における大規模増殖場は、図15に示したようにアワビの増殖を目的として昭和56年～59年の4ケ年間で事業を実施し、完成したものである。特に赤瀬造成礁(ST.1～3)は最も早く昭和56年度に造成され既に10年以上を経過しており、アラメ類の寿命が5～6年である事を考えると、植生は極相(定常状態)に達しているものと考えられる。

従って、本年度は赤瀬造成礁における磯動物の収容量の検討を行う為、餌料海藻であるアラメの生産力や磯動物の摂餌量から磯動物生息環境の現状評価を行った。

(1) 大規模増殖場における生物相の変遷

方 法

海藻着生量は、図15のST.1～11の各造成礁で0.5×0.5m方形枠による坪刈り調査を5点づつ行い、それぞれの種類と量を調べ、動物生息量はST.1～11の坪刈り調査を原則として2×2m枠もしくは3×3m枠と5×5m枠により各3～5点づつ行って、2×2m枠、3×3m枠は全ての動物を5×5m枠はアワビ、サザエ、トコブシ、ナマコに限って坪刈りした。

結果および考察

図16、17には造成礁全体(ST.1～11)の単純平均値を海藻現存量は g/m^2 に、動物生息量は個体/100 m^2 に換算して示した。

植生は造成直後から付着珪藻ミル、ウミウチワといった緑藻類の着生が見られ1年後にはホンダワラ類やアラメの幼葉が出現するが、3年後には緑藻類が凋落してアラメ群落に取ってかわり、その種類は造成前とほぼ同じになった。また、この事業が磯動物の増殖とともに餌料海藻の増殖を目的としていることから考えると、総湿重量は造成前と比べると大幅に上回っており、特にアラメにおいて著しく、現在では既に極相に達しているものと考えられ、磯動物の良好な餌料環境となっている。

動物相は造成1年後には、アワビも出現し始め植生の増大とともに動物の量も増大しており、特に、潮間帯域の玉石や転石下に好んで生息する。バフンウニやアカウニの増大は著しく、これら造成礁は、アワビの他にウニ類やトコブシ等の有用底生動物を増加させる機能も持ち合せているものと判断される。

(2) 赤瀬造成礁における生物相の変遷

方 法

調査方法は(1)の大規模増殖場における生物相の変遷調査と同じ方法で実施した。

結果および考察

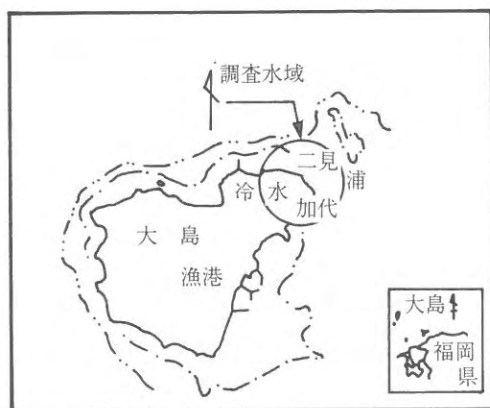
赤瀬造成礁(ST.1～3)における海藻と動物現存量の変遷を表3、4に示した。

海藻と動物の変遷は礁全体の変遷と同じような傾向にあり、植生の増大とともに動物量も増大しており、特に、ウニ類の増大が著しい。

(3) 赤瀬造成礁におけるアラメ年間生産量及び植食性磯動物の年齢別現存量と年間摂餌量

方 法

赤瀬造成礁におけるアラメの年齢別現存量を把握するため、H.4年7月7日～9日にベルトライントランセクト法(200m×1m×3本)による潜水調査及びランダム採集(アラメ500本の枝長測定)を行った。このアラメの推定現存量から



	漁場名	造成年度
ST. 1	赤瀬稚貝礁	56年度
2	赤瀬幼貝礁	56
3	赤瀬潜堤礁	56
4	加代稚貝礁	57
5	加代潜堤稚貝礁	59
6	加代潜堤稚貝礁	59
7	加代幼貝稚	57
8	黒瀬稚貝礁	58
9	黒瀬幼貝礁	58
10	黒瀬北稚貝礁	58
11	黒瀬北幼貝礁	58



図15 大規模造成礁位置図

表5のアラメの水深別年齢別推定生産量（伊藤他福岡県，1990年）を基に赤瀬造成礁におけるアラメ年間生産量を算定した。

また，漁期前（アワビ，サザエ，アカウニ，バフンウニ，小型巻貝類）と漁期後の年齢別動物現存量を推定するため7月7日～9日及び11月18日～19日に，大規模増殖場における生物相の変

遷の項で述べた坪刈り調査及びランダム採集を行った。

年齢組成は表6に示した各磯動物の成長式（福岡県，1989年）と正規確立紙から求めた。この年齢別現存量から表7に示した磯動物の年間摂餌量を（アラメ量）試算（内場，伊藤他，1987～1989年）を基に年間摂餌量（アラメ量）を推定

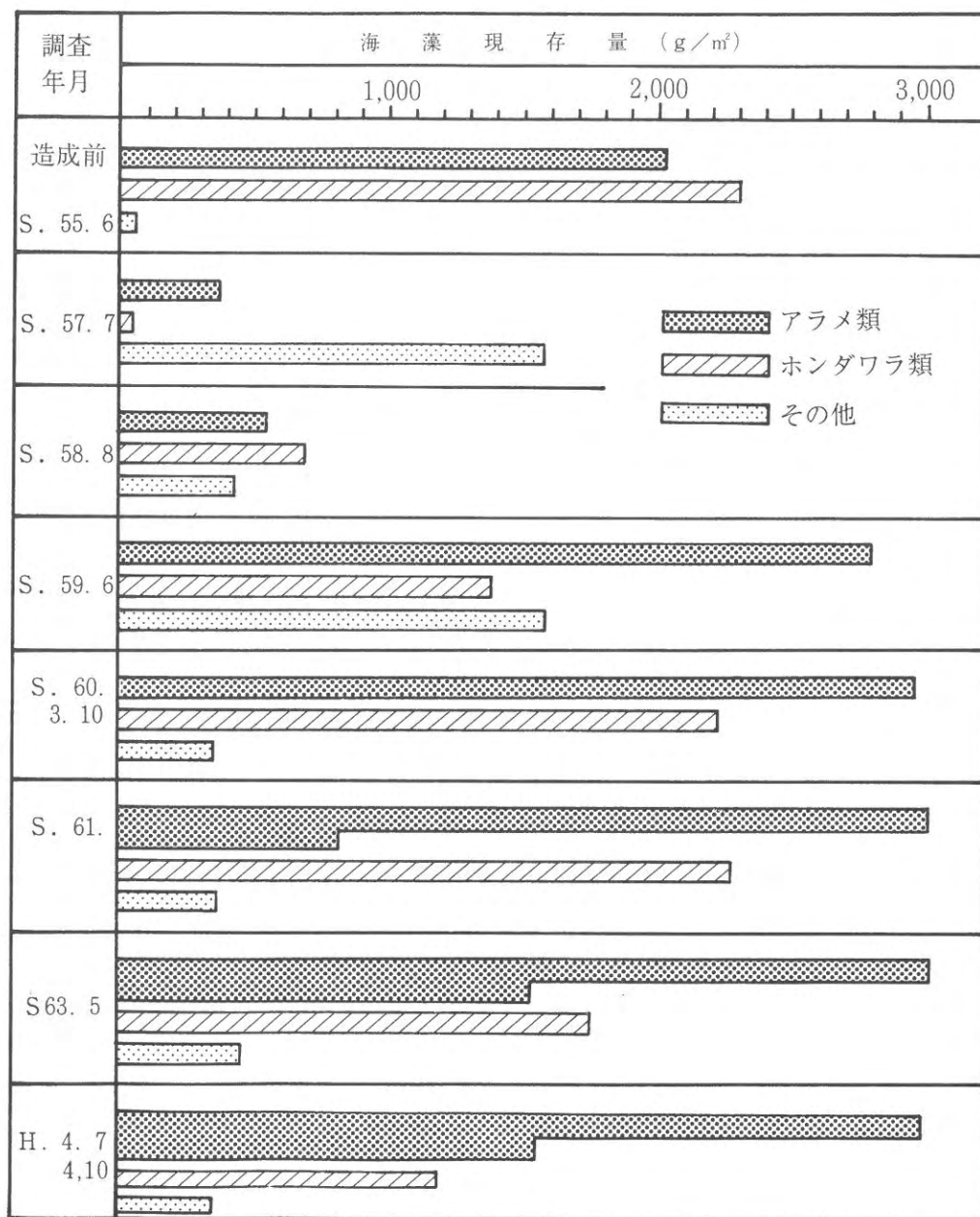


図6 大島大規模造成礁の海藻現存量の変遷

した。

結果および考察

赤瀬造成礁におけるアラメ年間生産量を表8に、漁期前（7月）と漁期後（11月）の動物現存量を表9、図18に、植食性磯動物の年齢別現存量と年間摂餌量を表10、11に示した。

赤瀬造成礁におけるアラメの着生数は約16.6万本であり、その内3歳アラメが約7万本で40%を占めている。また、その総生産量は101トン、総脱落量は93トンである。一方、植食性磯動物の現存量は、漁期前7月ではアワビ5,810個、サザエ15,650個、トコブシ5,850個、アカウニ

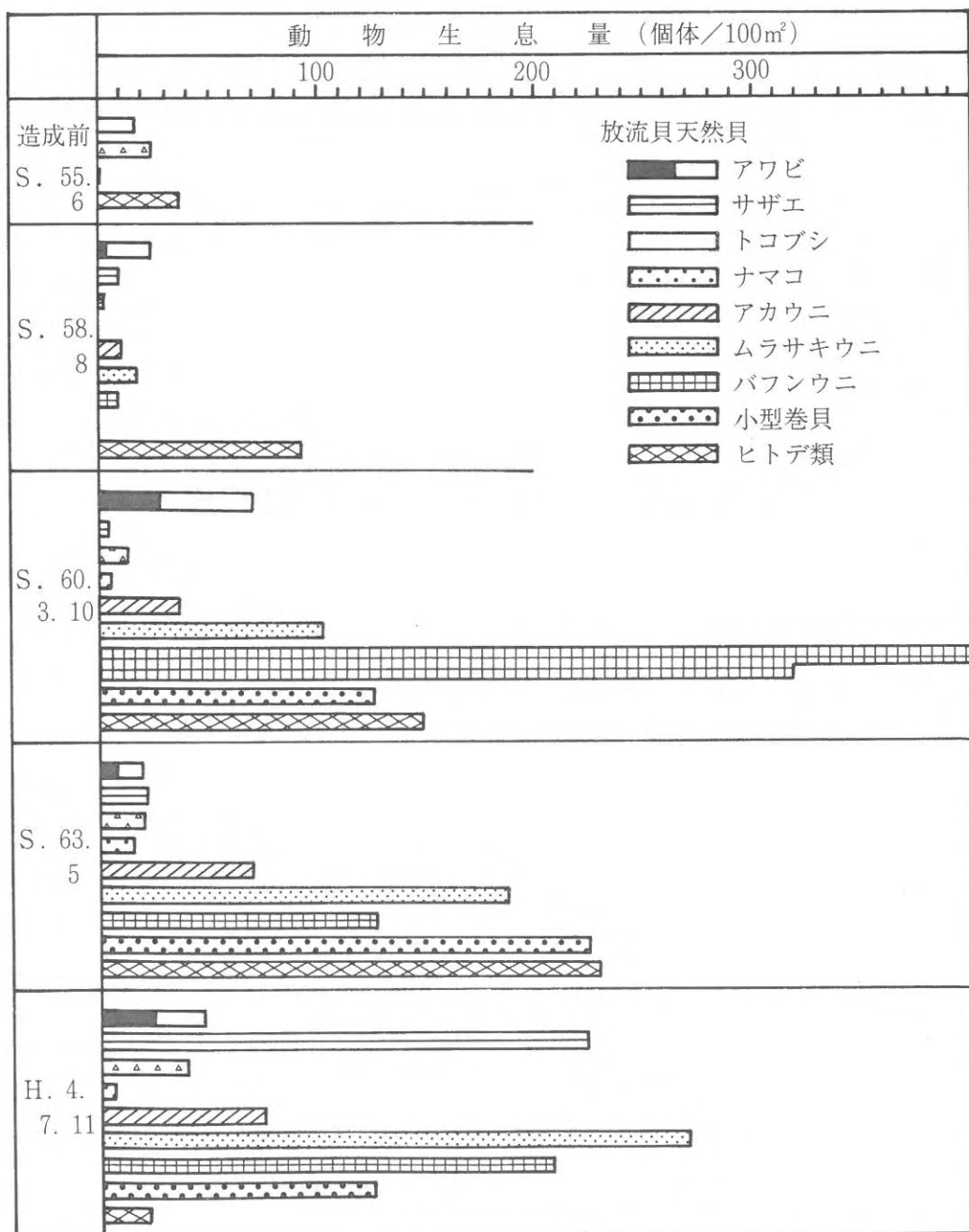


図17 大島大規模造成礁の動物現存量の変遷

13,200 個, ムラサキウニ 27,400 個, バフンウニ 18,900 個, 小型巻貝 22,240 個であり, 漁期後の 11 月ではアワビ 5,110 個, サザエ 15,410 個, トコブシ 6,560 個, アカウニ 14,440 個, ムラサキウニ 41,940 個, バフンウニ 17,510 個, 小型巻貝

7,660 個でアワビ, サザエ, バフンウニ, 小型巻貝では漁期前の方が現存量は多く, 漁期後では年齢が若齢化している。また, これらの磯動物の総摂餌量は 7 月 58 トン, 11 月 49 トンであり, 漁期前の 7 月が 9 トンも多く漁期前の現存量及び摂

表3 大島造成礁（赤潮）における海藻現存量の変遷（g/m²）

礁	種 類	造成前 S.55. 6	S.57. 7	S.58. 8	S.59. 6	S.60. 3	S.60. 7	S.60.10	S.61. 2	S.61. 4	S.61.10	S.63. 5	H. 4. 4	H. 4.11
稚 貝	ア オ サ				ワカメ320				ワカメ192	ワカメ944		ワカメ580	ワカメ62	
	ミ ル		950										3	
	ア ミ ジ グ サ	30	4	24	8					1.168		312	17	
	ウ ミ ウ チ ワ		104										4	
礁	フ ク ロ ノ リ		40											
	ア ラ メ (成)	160			2.576	1.272	1.807	1.744	9.600	4.496	3.913	4.650	4.178	4.368
	ア ラ メ (幼)		80	744								40		
0.8 ha	ホンダワラ類	2.380	215	1.608	3.228	9.840	3.293	2.864	2.080	1.128	1.876	1.920	290	292
	有節サンゴ藻							24				20	2	20
	その他紅藻		25	52	176	40	67	82	192			308	10	108
成 貝	ア オ サ								ワカメ48	ワカメ136				
	ミ ル		2,000		416								66	
	ア ミ ジ グ サ				48				376	248				
	ウ ミ ウ チ ワ		33		128									
礁	フ ク ロ ノ リ		35											
	ア ラ メ (成)	144			5.440	1.504	3.183	2.816	6.400	2.750	3.765	4.536	4.800	3.500
	ア ラ メ (幼)		653	344										
1.5 ha	ホンダワラ類			428	640	7.680	4.100	5.528	5.528	5.400	2.573	1.580	220	626
	有節サンゴ藻												20	44
	その他紅藻	70			40					88			8	94

※ 各礁0.5×0.5mの平均換算

表4 大島造成礁（赤潮）における海藻現存量の変遷（個体/100m²）

礁	種 類	造成前 S55. 7		S57. 7		S58. 8		S59. 6		S60. 3. 10		S61. 4. 10		S63. 5		H 4. 7. 11	
		個	g	個	g	個	g	個	g	個	g	個	g	個	g	個	g
稚 貝	アワビ（天然貝）	0	0	0	0	16	2,800	16	4,320	7	700	2	210	13	3,750	12	1,890
	（放流貝）	0	0	0	0	23	3,240	39	430	62	5,280	25	3,790	50	9,900	8	665
	サザエ	9	530	16	1,360	0	—	0.3	10	5	150	12	2,030	38	3,150	61	2,460
	トコブシ	2	10	8	110	24	720	28	750	22	570	5	120	35	810	41	650
	ナマコ	0	0	4	520	0	0	3	150	4	210	0	0	0	0	0	0
	アカウニ	—	—	20	1,500	4	360	36	3,600	45	8,850	150	14,680	150	11,400	34	6,330
	ムラサキウニ	—	—	24	1,420	25	1,390	13	520	149	8,880	1,088	72,400	175	10,330	259	20,380
	バフンウニ	—	—	0	0	0	0	750	1,250	106	1,920	138	2,650	25	630	124	1,740
	小型巻貝類	—	—	—	—	—	—	83	920	191	2,120	490	5,420	17	180	20	220
	ヒトデ類	14	—	80	—	3	—	83	—	290	—	150	—	267	—	9	—
成 貝	アワビ（天然貝）	18	1,390	0	0	11	3,140	15	4,050	6	1,560	9	2,770	17	1,430	15	2,803
	（放流貝）	0	0	0	0	1	130	1	170	67	4,780	16	2,600	11	1,350	12	2,100
	サザエ	36	2,960	4	440	17	2,850	1	160	5	530	22	4,090	17	1,240	71	6,940
	トコブシ	0	0	0	0	0	0	8	190	12	390	7	270	42	1,720	20	290
	ナマコ	2	220	0	0	0	0	1	150	1	120	0	—	33	7,920	3	710
	アカウニ	—	—	24	1,880	20	1,890	19	1,870	30	3,430	125	13,500	83	8,730	74	7,960
	ムセサキウニ	—	—	60	3,800	13	910	31	2,720	61	5,160	250	19,400	125	10,750	93	7,180
	バフンウニ	—	—	0	0	0	0	192	2,920	11	160	13	270	208	2,700	56	610
	小型巻貝類	—	—	—	—	—	—	225	1,580	47	520	150	1,670	135	1,450	89	990
	ヒトデ類	12	—	12	—	4	—	75	—	58	—	325	—	275	—	12	—

※ 各礁 5×5 m 3点、3×3 m 3点、2×2 m 5点の平均値

※ S60年は3月と10月、S61年は4月と10月、H4年は7月と11月の平均値

表5 アラメの水深別年齢別推定生産量と脱落量

項目	区 分	年齢	6-9月	9-12月	12-2月	2-4月	4-7月	年 間
日間葉片生産数 (枚/日)	2~3 m 区	2	0.102	0.092	0.313	0.293	0.078	0.163
		3	0.100	0.118	0.375	0.279	0.125	0.187
		4	0.130	0.131	0.396	0.343	0.130	0.212
		5	0.148	0.150	0.396	0.313	0.095	0.208
	7~8 m 区	2	0.111	0.093	0.219	0.152	0.054	0.120
		3	0.116	0.107	0.234	0.177	0.067	0.134
		4	0.132	0.098	0.258	0.189	0.095	0.147
		5	0.130	0.127	0.240	0.202	0.097	0.154
日間葉片脱落数 (枚/日)	2~3 m 区	2	0.111	0.157	0.073	0.131	0.182	0.135
		3	0.191	0.251	0.119	0.079	0.182	0.174
		4	0.204	0.288	0.104	0.121	0.190	0.192
		5	0.234	0.353	0.146	0.283	0.165	0.245
	7~8 m 区	2	0.042	0.093	0.078	0.091	0.106	0.083
		3	0.130	0.133	0.094	0.091	0.132	0.118
		4	0.239	0.142	0.094	0.114	0.154	0.150
		5	0.296	0.193	0.084	0.101	0.167	0.173
葉片生産数 (枚)	2~3 m 区	2	7.3	9.4	20.0	19.3	6.6	59.5
		3	7.2	12.0	24.0	18.4	9.6	68.3
		4	9.4	13.4	25.3	20.7	7.3	75.9
		5	10.7	15.3	25.3	20.7	7.3	79.3
	7~8 m 区	2	8.0	9.5	14.0	10.0	4.2	43.8
		3	8.4	10.9	15.0	11.7	5.2	48.9
		4	9.5	10.0	16.5	12.5	7.3	53.7
		5	9.5	13.0	15.4	13.3	7.5	56.2
葉片脱落数 (枚)	2~3 m 区	2	8.0	16.0	4.7	8.6	14.0	49.3
		3	13.8	25.6	7.6	5.2	14.0	63.5
		4	14.7	29.4	6.7	8.0	14.6	70.1
		5	16.8	36.0	9.3	18.7	12.7	89.4
	7~8 m 区	2	3.0	9.5	5.0	6.0	8.2	30.3
		3	9.4	13.6	6.0	6.0	10.2	43.1
		4	17.2	14.5	6.0	7.5	11.9	54.8
		5	21.3	19.7	5.3	6.7	12.9	63.1
葉片重量 (g)	葉片平均	2	10.7	11.9	8.4	9.2	9.4	9.9
		3	14.4	13.6	10.2	13.5	14.7	13.3
		4	17.8	14.0	10.3	16.6	19.4	15.6
		5	19.2	16.6	13.3	15.5	19.0	16.7
	脱落平均	2	9.7	10.8	7.7	8.3	8.6	9.0
		3	13.1	12.4	9.2	12.2	13.4	12.1
		4	16.2	12.7	9.4	15.1	17.7	14.2
		5	17.5	15.1	12.1	14.1	17.3	15.2
推定生産量 (g)	2~3 m 区	2	78.3	111.3	168.5	177.2	56.6	589.3
		3	103.7	163.9	243.7	247.9	141.9	906.0
		4	167.1	186.7	261.1	376.2	194.3	1209.5
		5	204.4	253.4	336.9	319.7	139.3	1268.7
	7~8 m 区	2	85.3	112.5	117.9	91.9	39.2	433.8
		3	120.2	148.5	152.1	157.2	76.0	649.2
		4	169.6	139.7	170.1	207.3	142.0	838.7
		5	179.6	214.5	204.2	206.3	142.3	939.3
推定脱落量 (g)	2~3 m 区	2	77.6	172.9	35.8	72.1	120.1	444.1
		3	180.6	317.2	70.4	63.9	188.0	767.1
		4	238.6	373.5	62.4	120.8	258.5	996.8
		5	294.1	542.6	113.0	263.0	220.2	1359.9
	7~8 m 区	2	29.4	102.4	38.2	50.1	70.0	273.1
		3	122.6	168.1	55.6	73.6	136.3	520.2
		4	279.5	184.2	56.4	113.8	209.5	778.8
		5	372.1	296.6	64.2	93.9	222.9	960.2

表6 各動物の成長式及び殻径（殻長）と体重の関係式

種 類	成 長 式	殻径（殻長、殻高）と体重の関係式
アカウニ	$Dt = 95.9 (1 - e^{-0.3245(t-0.2778)})$	$W = 0.0007654D^{2.7964}$
ムラサキウニ	$Dt = 83.5 (1 - e^{-0.1936(t-0.1183)})$	$W = 0.0002698D^{3.1052}$
バフンウニ	$Dt = 66.7 (1 - e^{-0.3270(t-0.0374)})$	$W = 0.0004417D^{2.9596}$
クロアワビ	$Lt = 212.8 (1 - e^{-0.162(t-0.260)})$	$W = 0.000120L^{3.02}$
サザエ	$Ht = 105 (1 - e^{-0.2330(t+0.1288)})$	$W = 0.000339H^{2.9350}$
トコブシ	$Lt = 84.5 (1 - e^{-0.3750(t+0.1296)})$	$W = 0.0000475L^{3.2490}$
バテイラ	$Ht = 65.4 (1 - e^{-0.140(t-0.49)})$	$W = 0.001691H^{2.5082}$
ヒメクボガイ	$Ht = 26.8 (1 - e^{-0.217(t-0.26)})$	$W = 0.002246H^{2.4572}$

表7 磯動物の年間摂餌量（アラメ量）計算

年 齢	アカウニ			ムラサキウニ			バフンウニ			クロアワビ		
	殻径 (mm)	体重 (g)	摂餌量 (g)	殻径 (mm)	体重 (g)	摂餌量 (g)	殻径 (mm)	体重 (g)	摂餌量 (g)	殻径 (mm)	体重 (g)	摂餌量 (g)
1	21.0	3.8	203	13.1	0.8	34	18.0	2.3	82	22.5	1.3	109
2	42.7	27.7	657	25.5	6.3	96	31.6	12.1	184	42.8	8.7	560
3	58.2	66.0	1,055	35.7	17.9	212	41.4	27.0	201	75.0	78.5	915
4	69.1	106.6	1,500	44.1	34.5		48.5	43.1		104.3	149.4	1,065
5	75.2	120.1		59.7	89.6	223				113.3	191.8	
6			※	61.0	92.2					139.2	357.2	2,375
7	※ 年齢不明									149.3	441.4	

年 齢	サザエ			トコブシ			バテイラ			ヒメクボガイ		
	殻径 (mm)	体重 (g)	摂餌量 (g)	殻径 (mm)	体重 (g)	摂餌量 (g)	殻径 (mm)	体重 (g)	摂餌量 (g)	殻径 (mm)	体重 (g)	摂餌量 (g)
1	25.9	4.8	604									
2	42.4	20.2	922	46.5	12.5	205	12.5	0.95	12.8			
3	55.4	44.4	1,267	58.5	26.1	198	19.4	2.86	19.9	12.1	1.01	16.3
4	65.7	73.3	1,690	66.6	39.9	260	25.4	5.64	19.3	14.9	1.71	18.1
5	73.9	103.4	1,836	72.2	51.9	273	30.6	9.02	27.8	17.2	2.45	20.1
6	80.3	132.2		76.1	61.5		35.2	12.76	29.3	19.1	3.15	18.4
7							39.1	16.67		20.6	3.80	

餌量が年間の最大値と考えて良いであろう。

従って、年間の剰余海藻量は $101 - 58$ トン = 43 トンが見込まれる。

また、磯動物の現存量は約 12 万個であり赤瀬

造成礁の投影面積が 2.3 ha であることから、年齢を問わず単純平均すると小型巻貝類を含めた磯動物はわずか 5.2 個/ m^2 しか生息していない事になる。なお、剰余海藻量から考えると現存量の 1.7

表8 大島赤潮造成礁におけるアラメ年間生産利用の推定値

項 目	1 歳	2 歳	3 歳	4 歳以上	合 計
組 成 %	15.9	21.6	42.0	20.5	100.0
着 成 数 本	26,410	35,878	69,762	34,050	166,100
現 存 量 (kg)	1,368	16,838	32,739	28,687	79,632
生 産 量 (kg)	—	18,353	54,247	36,232	100,832
脱 落 量 (kg)	—	12,866	44,905	34,867	92,638

表9 大島造成礁（赤潮）における動物生息量の推定値

礁	種 類	H 4 . 7 調 査			H 4 . 11 調 査		
		100m ² 当り	礁 全 現 存 量		100m ² 当り	礁 全 現 存 量	
		個	×10個	重量%	個	×10個	重量%
稚 貝 礁 0.8 ha	ア ワ ビ	22	176	10.3	17	136	4.5
	サ ザ エ	55	440	9.4	67	536	12.1
	ト コ ブ シ	15	120	0.4	67	536	3.4
	ア カ ウ ニ	60	480	15.9	8	64	2.4
	ム ラ サ キ ウ ニ	260	2,080	60.8	258	2,064	57.3
	バ フ ン ウ ニ	60	480	2.5	187	1,496	19.3
	小 型 巻 貝	23	184	0.7	17	136	0.5
成 貝 礁 1.5 ha	ア ワ ビ	27	405	18.8	25	375	11.8
	サ ザ エ	75	1,125	26.7	67	1,005	41.4
	ト コ ブ シ	31	465	1.7	8	120	0.4
	ア カ ウ ニ	56	840	27.5	92	1,380	20.7
	ム ラ サ キ ウ ニ	44	660	14.4	142	2,130	24.5
	バ フ ン ウ ニ	94	1,410	4.7	17	255	0.2
	小 型 巻 貝	136	2,040	6.2	42	630	1.0
稚・ 成 貝 礁 2.3 ha	ア ワ ビ	49	581	15.4	42	511	9.6
	サ ザ エ	130	1,565	19.8	134	1,541	32.8
	ト コ ブ シ	46	585	1.2	75	656	1.2
	ア カ ウ ニ	116	1,320	22.9	100	1,444	15.4
	ム ラ サ キ ウ ニ	304	2,740	32.8	400	4,194	34.1
	バ フ ン ウ ニ	154	1,890	3.8	204	1,751	6.0
	小 型 巻 貝	159	2,224	4.1	59	766	0.9
合 計		—	12,045	100.0	—	10,863	100.0

表10 大島造成礁（赤潮）における植食性磯動物の年齢別現存量と年間摂餌量の推定値（7月）

種 類	項 目	1 歳	2 歳	3 歳	4 歳	5 歳以上	合 計
アワビ類	組 成 (%)	13.5	17.6	21.4	27.6	19.9	100.0
	個体数 (個)	874	1,023	1,243	1,064	1,156	5,810
	摂餌量 (kg)	85	573	1,137	1,708	2,746	6,249
サザエ	組 成 (%)	25.9	25.7	22.8	21.6	4.0	100.0
	個体数 (個)	4,053	4,022	3,568	3,380	627	15,650
	摂餌量 (kg)	2,448	3,708	5,851	5,543	1,151	18,701
トコブシ	組 成 (%)	6.2	50.0	15.7	14.3	13.8	100.0
	個体数 (個)	363	2,925	918	837	807	5,850
	摂餌量 (kg)	100	600	182	218	220	1,320
アカウニ	組 成 (%)	2.8	15.7	10.9	24.8	45.8	100.0
	個体数 (個)	370	2,072	1,439	3,274	6,045	13,200
	摂餌量 (kg)	75	1,361	1,518	4,911	11,776	19,641
ムラサキウニ	組 成 (%)	3.1	4.6	17.8	23.8	50.7	100.0
	個体数 (個)	849	1,260	4,877	6,527	13,892	27,400
	摂餌量 (kg)	29	121	1,034	1,950	6,335	9,469
バフンウニ	組 成 (%)	66.6	20.8	9.6	3.0	0	100.0
	個体数 (個)	12,587	3,931	1,814	568	0	18,900
	摂餌量 (kg)	1,032	723	365	139		2,259
小型巻貝類	組 成 (%)	5.4	7.0	26.0	35.0	26.6	100.0
	個体数 (個)	1,201	1,557	5,782	7,784	5,916	22,240
	摂餌量 (kg)	12	20	115	183	173	503
合 計	摂餌量 (kg)	3,781	7,106	10,202	14,652	22,401	58,142

表11 大島造成礁（赤潮）における植食性磯動物の年齢別現存量と年間摂餌量の推定値（11月）

種 類	項 目	1 歳	2 歳	3 歳	4 歳	5 歳以上	合 計
アワビ類	組 成 (%)	15.7	25.4	31.5	17.4	10.0	100.0
	個体数 (個)	802	1,298	1,610	889	511	5,110
	摂餌量 (kg)	87	727	1,473	947	1,214	4,448
サザエ	組 成 (%)	26.3	38.4	19.8	14.2	1.3	100.0
	個体数 (個)	4,053	5,917	3,051	2,188	201	15,410
	摂餌量 (kg)	2,448	5,455	3,866	3,588	369	15,726
トコブシ	組 成 (%)	18.5	42.0	21.3	10.9	6.7	100.0
	個体数 (個)	1,214	2,795	1,397	715	439	6,560
	摂餌量 (kg)	249	590	363	186	120	1,508
アカウニ	組 成 (%)	15.8	35.9	27.3	12.5	8.5	100.0
	個体数 (個)	2,282	5,184	3,942	1,805	1,227	14,440
	摂餌量 (kg)	463	3,406	4,159	2,703	2,434	13,165
ムラサキウニ	組 成 (%)	11.9	13.1	18.1	25.6	31.3	100.0
	個体数 (個)	4,991	5,494	7,591	10,737	13,127	41,940
	摂餌量 (kg)	167	527	1,609	3,210	5,986	11,499
バフンウニ	組 成 (%)	55.4	17.0	17.2	10.5	0	100.0
	個体数 (個)	9,701	2,977	3,012	1,839	0	17,510
	摂餌量 (kg)	1,795	548	605	449	0	2,397
小型巻貝類	組 成 (%)	5.0	6.7	23.3	37.0	27.8	100.0
	個体数 (個)	383	513	1,785	2,850	2,129	7,660
	摂餌量 (kg)	4	6	36	67	62	175
合 計	摂餌量 (kg)	4,213	11,259	12,111	11,150	10,185	48,918

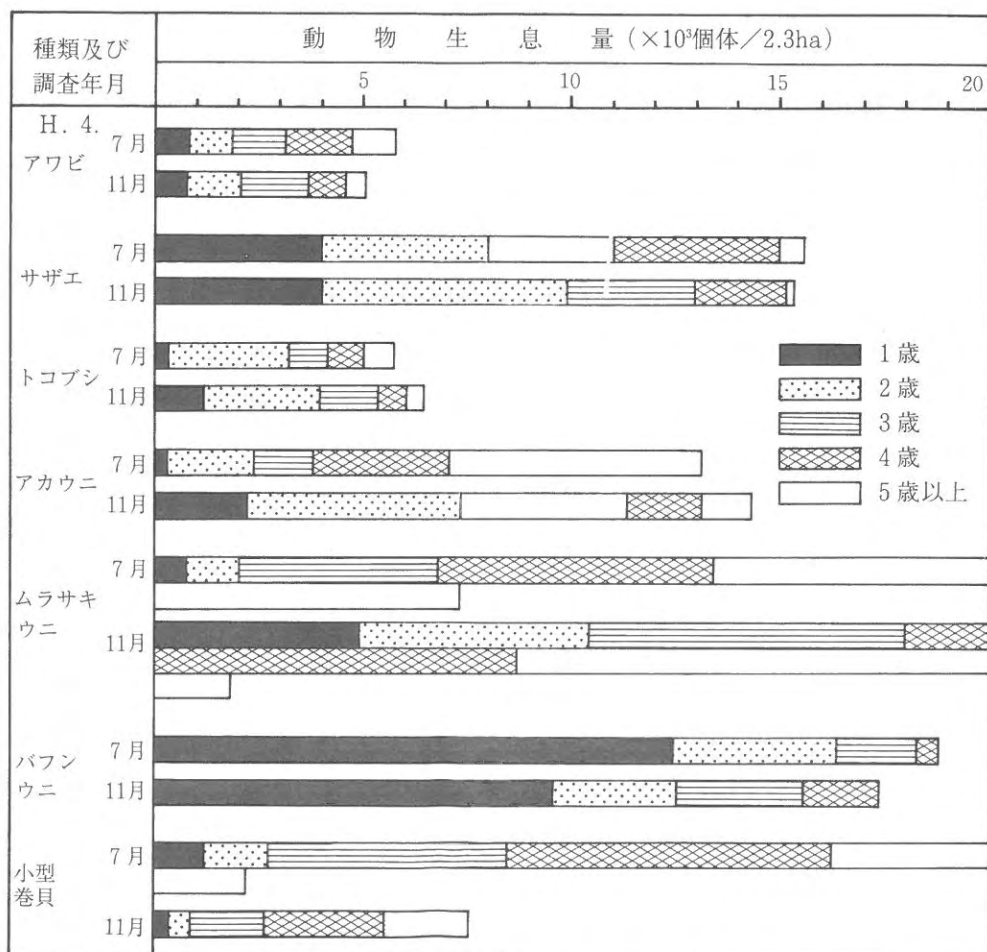


図18 大島造成礁（赤瀬）の時期別年齢別動物現存量の推定値

倍程度までは、磯焼け等を起こさずに増産が可能である。

仮に、今後動物量が種苗放流によってのみ増えるとすれば、現在事業化されているアワビ、アカウニの放流から漁獲までの生残率を過去の知見からそれぞれ35%と45%とし剰余海藻を等配分すると、最小漁獲サイズアワビ4歳（平均体重149g/個）、アカウニ3歳（平均体重66g/個）では

$$\text{アワビ} \frac{21,500 \text{ kg} / 0.915 \text{ kg}}{0.35} \div 6.7 \text{ 万個}$$

$$\text{アカウニ} \frac{21,500 \text{ kg} / 0.657 \text{ kg}}{0.45} \div 7.3 \text{ 万個}$$

の種苗放流が可能であり、

$$\text{アワビ } 6.7 \text{ 万個} \times 0.35 \times 149 \text{ g/個} \div 3.5 \text{ トン}$$

アカウニ $7.3 \text{ 万個} \times 0.45 \times 66 \text{ g/個} \div 2.2 \text{ トン}$ の増産が可能である。

他方、近い将来事業化されると思われるサザエの放流を考えると、成長や摂餌生態及び価格要因等を加味したアワビ、アカウニ、サザエの効率的、経済的な放流方法を検討する必要がある。

しかしながら、この試算はアラメの生産量のみから推定したものであり、ホンダワラ類やワカメ等の大型海藻類をどのように評価するか、今後に残された課題である。

北九州市馬島の沖ノ馬瀬の植生の年間推移を表12、図19に、動物現存量を表13に示した。

表12 馬島沖ノ馬瀬の植性の年間推移 (g/m²)

種 類	2 月	3 月	5 月	6 月	7 月	10月	11月	沖ノ馬瀬全域	
								2 月	10月
ツルアラメ	10	13	15	2	25	16	31	30	48
ワカメ	4,188	3,317	632	327				12,564	
ホンダワラ類	1,672	1,670	2,520				198	5,016	
フサイワツタ				14	45	55	60		165
アオサ				15	25				
その他紅藻類	323	319	330	324	387	409	403	969	1,227
合 計	6,193	5,319	3,497	692	482	480	692	18,579	1,440

通称「沖ノ馬瀬」は、図 20 に示すように馬島漁港の前面にある、40 m×80 mのほぼ楕円形をし、独立した岩礁帯である。図 21 に示すように、そのふちは1 m程度の段差があり、東側はわりとなだらかなスロープ状になって砂場に入り、他の側面はすぐ落込んで砂場へと入る。

この岩礁帯はアワビ等成貝の隠れ場となるような棚や亀裂は少ないが、ウニ穴等が非常に多く幼稚貝の良きすみ場となっている。

藻類は2～6月はワカメやホンダワラ類が繁茂するもののこの時期を過ぎると有節石灰藻や微小な紅藻類のみとなり、アワビ等の餌料としては極めて貧相になり最大現存量は2月の18.6トンであり、最小現存量は10月の1.4トンである。

表 14 には沖ノ馬瀬の植食性磯動物の年間摂餌量(アラメ)の推定値を示した。

最も摂餌量が多いのはサザエ、次いでムラサキウニでありこの両者で全摂餌量(4,412 kg)の約80%を占めている。

これを合せ考えると、海藻生産量を現存量の1.5～3倍と見ても7月～1月の7ヶ月間は餌料海藻が不足する。従って、沖ノ馬瀬の磯動物はワカメやホンダワラ類が出現するまではかろうじて生命を維持しているだけであると考えられる。このことは図 22～24 に示したアワビ、サザエ、ア

表13 馬島沖ノ馬瀬動物の現存量 (個/100m²)

種 類	5 月	11月	平 均	全生息量
アワビ	17	16	16.5	495
トコブシ	35	25	30.0	900
サザエ	59	47	53.0	1,590
ムラサキウニ	136	153	144.5	4,335
バフンウニ	20	11	15.5	465
合 計	267	252	259.5	7,785

カウニの放流種苗の成長や表 15 に示した生残率が大島に比べ非常に低い(二島他, 1988)事からも窺える。

このように餌料海藻の種類や量が磯動物の収容力や成長、生残率に与える影響は非常に大きく、アラメ場の大島造成礁では一般的な漁場より良好な発育をしているものと思われる。

逆に、ガラモ場の馬島天然礁での発育や収容力は極限状況にあるものと考えられる。

しかし、このような状態にありながら馬島天然礁では、ワカメやホンダワラ類が繁茂し、それらの海藻に対して摂餌圧がどのように係わっているか今後検討する必要がある。

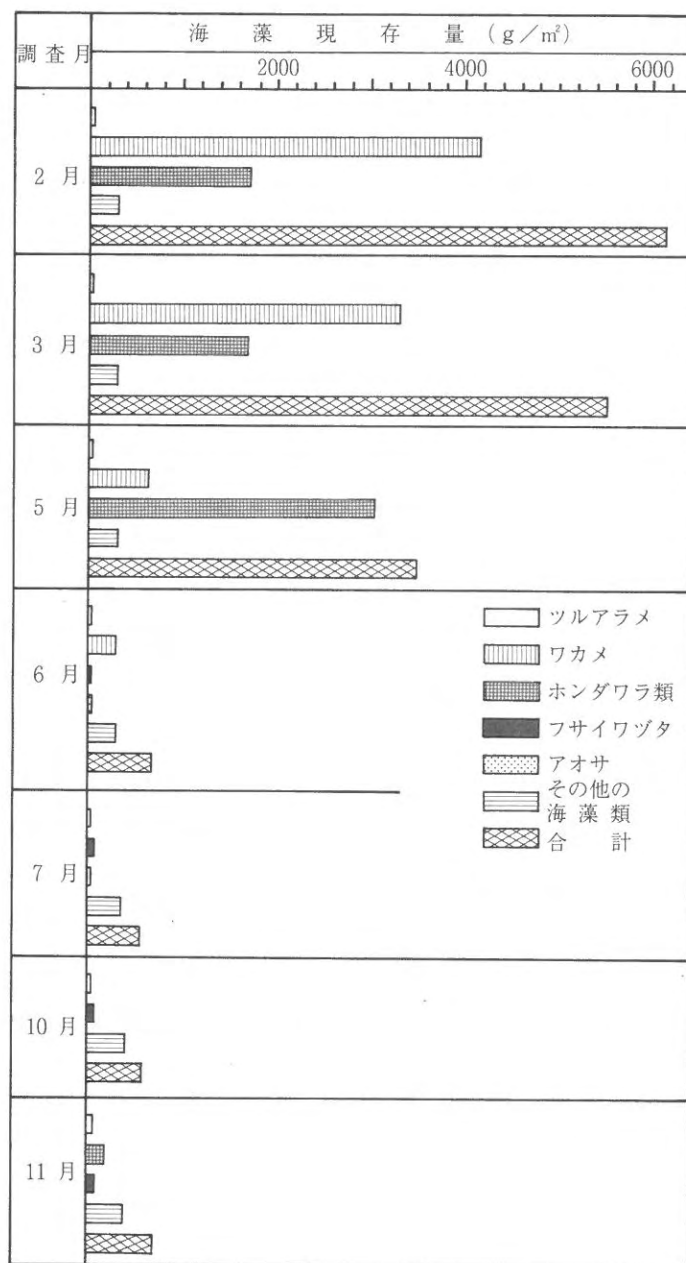


図19 馬島沖ノ馬瀬の植生と年間推移

Ⅲ. 放流効果の評価

調査地として、昨年同様比較的資源量が多い北九州市岩屋漁協（H. 3，4年度は欠測）と宗像郡大島漁協を選定したが、H. 4年度漁については現在漁期中もしくは解析中であるので、H. 3年度漁までの結果について述べる。

方 法

(1) 放流貝回収率の検討

放流貝の回収率の算出方法や計算方法については今までとほぼ同じである。

(2) 経済効果の検討

経済効果を検討するため、経済効果指数（門間、

表14 馬島沖ノ馬瀬における植食性磯動物の年齢別現存量と年間摂餌（アラメ）の推定値

種 類	項 目	1 歳	2 歳	3 歳	4 歳	5 歳以上	合 計
アワビ類	組 成 (%)	1.2	32.5	10.9	20.9	34.5	100.0
	個体数 (個)	6	161	54	103	171	495
	摂餌量 (kg)	1	90	49	110	406	656
トコブシ	組 成 (%)	15.3	48.6	30.3	5.8	0.0	100.0
	個体数 (個)	138	437	273	52	0	900
	摂餌量 (kg)	28	92	71	14	0	205
サザエ	組 成 (%)	0.6	44.5	35.3	14.8	4.8	100.0
	個体数 (個)	10	708	561	235	76	1,590
	摂餌量 (kg)	6	653	711	385	140	1,895
ムラサキウニ	組 成 (%)	0.0	2.3	18.2	27.5	52.0	100.0
	個体数 (個)	0	99	789	1,192	2,255	4,335
	摂餌量 (kg)	0	10	167	356	1,028	1,561
バフンウニ	組 成 (%)	2.3	13.0	67.5	17.2	0.0	100.0
	個体数 (個)	11	60	314	80	0	465
	摂餌量 (kg)	1	11	63	20	0	95
合 計	摂餌量 (kg)	36	856	1,061	885	1,574	4,412

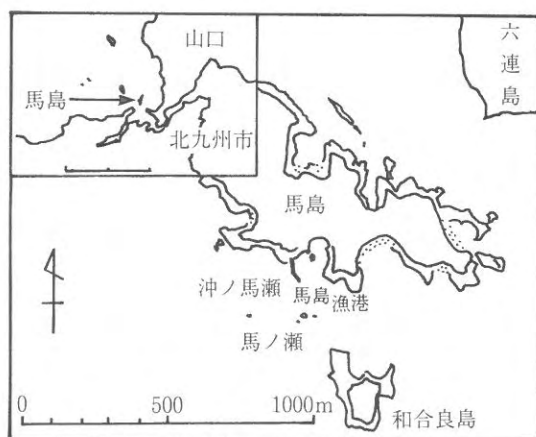


図20 馬島の位置

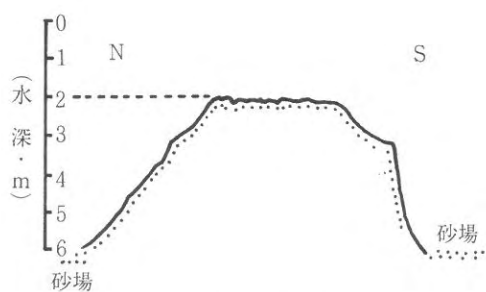


図21 沖ノ馬瀬の地形

1986)を算出したが、その算定は次式に従った。
 なお、福岡県では集中管理方式（3ヶ所）により
 アワビ中間育成（1 cmサイズ→3 cmサイズ）が

事業として行われており、大島漁協と岩屋漁協の
 放流種苗単価が異なるのは、大島漁協の種苗購入
 先では中間育成経費に対して生産高（中間育成の
 生残個数）に応じて販売されているのに対し、岩
 屋漁協の購入先では生産高に関係なく販売されて
 いるからである。

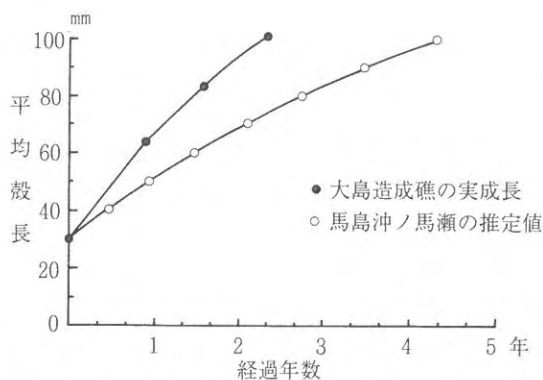


図22 アワビ種苗を殻長 30 mmで放流した時の成長

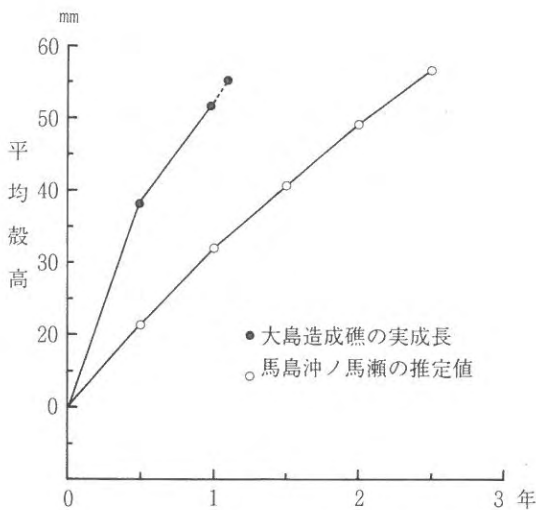


図23 サザエ種苗を殻高 10 mmで放流した時の成長

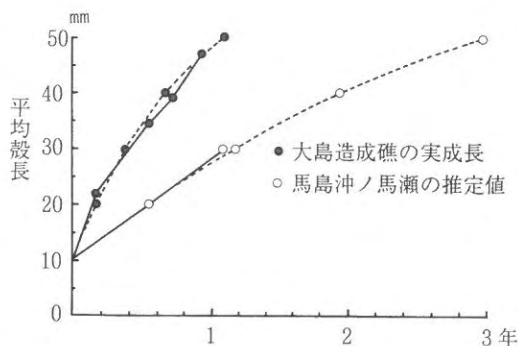


図24 アカウニ種苗を殻径 10 mmで放流した時の成長 (実線は実測値, 点線は推定値)

表15 放流から漁業までの推定生残率 (%)

種類	大島造成礁・天然礁	馬島沖ノ馬瀬
アワビ	28.2 (天然礁)	4.9
サザエ	21.2 (天然礁)	7.3
アカウニ	49.2 (造成礁)	6.3

結果および考察

(1) 放流貝回収率の検討

放流貝の混獲状況を表16に、回収結果を表17に示した。

表16 アワビ漁における放流貝の混獲状況 (%)

年度 魚協	59	60	61	62	63	元	2	3
大島	55	51	34	23	17	31	21	39
岩屋	45	63	29	39	23	23	20	欠測

放流貝は、放流後漁獲され始めてから5～6年ではほぼ回収されてしまい、その後はほとんど回収されないものと思われる。

56年度に放流されたアワビの回収率を見ると、大島漁協では、71,426個の放流稚貝の内37.8%の約27,000個が回収され、岩屋漁協では42,020個の放流稚貝の内32.1%の約13,500個が回収されている。

しかし、58年度放流貝は大島で8.2%、岩屋で5.5%と異常に低かった。その原因として、放流種苗の健苗性、放流方法(放流時期や害敵駆除等)等が適正であったか否かが考えられる。また、57年度放流貝を除くと岩屋漁協は、大島漁協に比べ相対的に低い回収率となっている。その原因として、岩屋漁協では潜水器漁、海士漁、磯見漁があるが、調査の対象としたのが潜水器漁のみで、浅所で漁獲する海士漁と磯見漁の調査結果がないためである。

一方、放流貝の混獲状況を見ると59～60年度では両地区とも50%前後を占めていたのに対して、61年度以降は減少している。その原因として、59年度頃から中間育成時における病害による大量斃死により放流数が激減した事による影響

表17 アワビ漁における放流員回収結果

放流年度	漁放協年度	放流(個)数	回収年度												累計回収率(%)				
			年						度										
			59年度	60年度	61年度	62年度	63年度	回収率(%)	回収(個)数	回収率(%)	回収(個)数	回収率(%)	回収(個)数	3年度回収率(%)					
56	大島岩屋	71,426 42,020	11,988 2,736	16.8 6.5	8,789 7,766	12.3 18.5	3,080 2,058	4.3 4.9	1,714 884	2.4 2.1	1,095 55	1.5 0.1	337 —	0.5 —	— —	— —	37.8 32.1		
57	大島岩屋	54,018 14,680	— —	— —	7,255 3,080	13.4 21.0	2,573 1,043	4.8 7.1	1,844 376	3.4 2.6	920 232	1.7 1.6	422 73	0.8 0.5	— —	— —	24.1 32.3		
58	大島岩屋	57,420 29,060	— —	— —	— —	— —	1,798 338	2.1 1.2	1,163 752	1.3 2.6	946 378	1.1 1.3	1,981 87	3.5 0.3	111 25	0.2 0.1	— —	8.2 5.5	
59	大島岩屋	28,885 5,733	— —	— —	— —	— —	— —	— —	751 137	2.6 2.4	876 99	3.0 1.7	4,006 51	13.9 0.9	951 125	3.3 2.2	210 —	0.7 —	23.5 7.2
60	大島岩屋	21,240 9,150	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	1,583 102	7.5 1.1	5,507 613	10.9 6.7	2,306 502	10.9 5.5	1,461 欠	6.9 測	36.2 12.9
61	大島岩屋	51,480 29,600	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	2,637 444	5.1 1.5	3,362 1,524	6.5 5.1	1,562 欠	3.0 測	14.6 6.6
62	大島岩屋	73,000 23,000	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	4,787 1,467	6.6 6.4	5,213 欠	7.1 測	13.1 6.4
63	大島岩屋	84,100 31,570	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	7,966 欠	9.5 測	9.5 —
元	大島岩屋	36,395 28,000	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	1,158 欠	3.2 測	3.2 —

※ 岩屋は潜水器漁、海士漁、磯見漁があるが潜水器漁のみの結果である。

※ 平成4年度は、現在解析中

表18 大島地区における経済効果の推定

放流年度	放流個数	回収年度	回収個数 (個)	回収率 (%)	平均重量 (g/個)	漁獲量 (kg)	漁獲単価 (円/kg)	漁獲金額 (千円)	種苗単価 (円/個)	種苗購入費 (千円)	経済効果 指 数	1万個体当り 漁獲量 (kg)
1981	71,426	1984 '85 '86 '87 '88 計	11,988 8,789 3,080 1,714 1,095 26,666	16.8 12.3 4.3 2.4 1.5 37.3	148 228 258 309 423 209	1,774 2,004 795 530 463 5,566	4,133 3,318 4,252 5,201 5,687 4,087	7,332 6,649 3,380 2,757 2,633 22,751			2.66 2.41 1.22 1.00 0.95 8.20	248 281 111 74 65 779
'82	54,018	1985 '86 '87 '88 '89 計	7,255 2,573 1,844 920 422 13,014	13.4 4.8 3.4 1.7 0.8 24.1	140 203 250 356 473 194	1,016 522 461 328 197 2,524	3,318 4,252 5,201 5,687 7,225 4,468	3,371 2,220 2,398 1,865 1,423 11,277			1.08 0.71 0.77 0.60 0.45 3.60	188 97 85 61 36 467
'83	57,420	1896 '87 '88 '89 '90 計	1,798 1,163 946 1,981 111 5,999	2.1 1.3 1.1 3.5 0.2 8.2	152 233 254 321 385 244	273 271 240 636 43 1,463	4,252 5,201 5,687 7,225 7,837 6,061	1,161 1,409 1,365 4,595 337 8,867			0.54 0.66 0.64 2.02 0.02 4.02	48 47 42 110 7 255
'84	28,885	1987 '88 '89 '90 '91 計	751 876 4,006 951 210 6,794	2.6 3.0 13.9 3.3 0.7 23.5	150 220 307 407 514 299	113 193 1,230 387 108 2,031	5,201 5,687 7,225 7,837 8,142 7,132	588 1,098 8,887 3,033 879 14,485			0.17 0.32 2.60 0.89 0.26 4.24	39 67 426 134 37 703
合 計	211,749	'84-'91	52,473	24.8	211	11,584	4,953	57,380	54.0	11,439	5.02	547

※ 58年度の放流個数は、57,420個の他 30,000個の直接放流 (10mmサイズ) があるが除外した。

表19 岩屋地区における経済効果の推定

放流年度	放流個数	回収年度	回収個数 (個)	回収率 (%)	平均重量 (g/個)	漁獲量 (kg)	漁獲単価 (円/kg)	漁獲金額 (千円)	種苗単価 (円/個)	種苗購入費 (千円)	経済効果 指数	1万個体当り 漁獲量 (kg)
56	42,020	59	2,736	6.5	160	438	4,466	1,956			0.50	62
		60	7,766	18.5	208	1,615	4,405	7,114			1.82	227
		61	2,058	4.9	302	632	4,550	2,830			0.72	88
		62	884	2.1	334	304	4,200	1,277			0.33	43
		63	55	0.1	714	39	5,227	204			0.05	5
		計	13,499	32.1	224	3,018	4,426	13,381	55	2,311	5.60	425
57	14,680	60	3,080	21.0	158	487	4,405	2,145			2.66	332
		61	1,043	7.1	214	223	4,550	1,015			1.26	152
		62	376	2.6	268	101	4,200	424			0.53	69
		63	232	1.6	357	83	5,227	434			0.54	57
		元	73	0.5	445	32	6,500	208			0.26	22
		計	4,428	32.3	209	926	4,095	3,792	55	807	4.70	631
58	29,060	61	338	1.2	163	55	4,550	250			0.16	19
		62	752	2.6	214	161	4,200	676			0.42	55
		63	378	1.3	303	116	5,227	606			0.38	40
		元	87	0.3	369	32	6,500	208			0.13	11
		2	25	0.1	441	11	8,051	89			0.01	4
		計	1,580	5.5	237	375	4,877	1,829	55	1,598	1.14	129
59	5,733	62	137	2.4	165	23	4,200	97			0.31	40
		63	99	1.7	232	23	5,227	120			0.38	40
		元	51	0.9	329	17	6,500	111			0.35	30
		2	125	2.2	401	50	8,051	403			1.28	87
		3	0	0.0	516	0	8,375	0			0	0
		計	412	7.2	274	113	6,469	731	55	315	2.32	197
合 計	91,493	59-H.3	19,869	21.7	222	4,423	4,461	19,733	55	5,031	3.9	483

が大きいものと思われる。

福岡県ではH. 3 年度から病害に強いとされるエゾアワビの放流をクロアワビの放流と並行して一部行っている。H. 5 年度の磯見漁から漁獲され始めるものと思われ、エゾとクロの判別方法の開発が今後の大きな課題になるものと思われる。

(2) 経済効果の検討

大島漁協と岩屋漁協の経済効果指数をそれぞれ表 13, 14 に示した。“経済効果指数が 2 を越えると有効な増殖事業が成立する。”(門間, 1986) と言われているが、大島漁協の 56 年度放流貝の経済効果指数を見ると、59 年度の回収放流貝のみで 2 を越え約 2.7 となっており、59 年度から 63 年度まで 5 年間の累積効果指数では 8.2 と非常に高い値となっている。その原因として、回収率が 37.3 % と高かった事や種苗単価が 38.6 円と低価格であった事があげられる。また、57 年度放流群の回収率は 8.2 % と低かったにもかかわらず経済効果指数は 4.0 となっている。これは平成元年度頃から販売単価が急速に伸びてきて、それまでの 3 ~ 5 千円台から 7 ~ 8 千円台と約 2 倍以上になった為である。

なお、57 ~ 59 年度放流貝の 5 年間の累積効果指数はいずれも 2 を大幅に越え 3.6 ~ 4.2 を示し、56 ~ 59 年度放流貝の平均累積効果指数は 5.0 となっている。

一方、岩屋では、56 ~ 57 年度放流貝の効果指数は 4.7 ~ 5.6 となっているものの、58 年度放流貝は 1.1 と 2 を大きく下回っており、56 ~ 59 年度放流貝の平均累積効果指数でも 3.9 と大島よりかなり低い値となっている。その原因として、放流貝回収率の検討の項で述べた事が大きく影響しているものと考えられる。

いずれにしても、アワビの放流事業は高い経済効果を示す有効な増殖事業であると言える。

要 約

1. アカウニ放流技術

(1) 適正放流技術の検討

5, 7, 10 mm サイズのアカウニを 4 月と 6 月に玉石帯と岩礁帯に保護基質(放流容器)の有無による放流を行なった所各サイズとも 4 月放流の生残率が高く、場所別では 10 mm サイズが各場所に関係なく高く、7 mm サイズでは保護基質を用いた玉石帯及び岩礁帯での生残率が高かった。このことから、放流時期や方法(保護基質等の使用)の改良をする事により 7 mm サイズでの放流も可能であると考えられた。

(2) 水深別アカウニ分布調査

バフンウニ、ムラサキウニが浅所に生息しているのに対し、アカウニの稚ウニは水深 7 m 以上に多く浅所に少ない傾向が見られる。アカウニについて水深別・漁場別の分布調査を行なった結果、水深が深くなるにつれ個体数は多くなり、1 歳群は水深 2 ~ 5 m の浅所ではほとんどみられなかった。

2. 磯動物の収容量の検討

大島における既存造成礁(赤瀬造成礁 2.3 ha)は、昭和 56 年度に造成され既に 10 年以上経過しており、その変遷から見て植生、特にアラメ類は極相に達しているものと考えられる。アラメの全年間生産量は 101 トンと推定され、漁期前と漁期後の磯動物現存量調査から推定した総摂餌量(アラメ量)は 58 トンであり、剰余海藻量は 43 トンが見込まれる。

現在事業化されている、アワビ、アカウニの 43 トンを等配分すると、アワビ 6.7 万個、アカウニ 7.3 万個の種苗放流が可能であり、アワビ 3.5 トン、アカウニ 2.2 トンの増産が可能である。

一方、馬島における天然礁(通称沖の馬瀬 0.3 ha)での植生は 2 ~ 6 月にワカメやホンダワラ類が繁茂する以外は小型海藻しか見られず、最大現存量は 2 月の 18.6 トンであり最小現存量は 10 月の 1.4 トンである。また、磯動物の総摂餌量(アラメ量)は 4.4 トンであり海藻生産量を現存量の 2 ~ 3 倍と見ても 7 月 ~ 1 月の 7 ヶ月間は餌料海藻が不足する。この天然礁における磯動物の成長や生残率は大島に比べ非常に低く、ワカメや

ホンダワラ類が出現するまでかろうじて生命を維持しているものと考えられる。

3. 放流効果の評価

大島におけるアワビの推定資源量は、昭和 60～62 年度を除くと増大傾向にあり、58 年度の 20.0 トンから平成 2 年度の 28.3 トンまで増加しているが、平成 3 年度は 21.5 トンまで減少している。

中間育成歩留りの低下により種苗放流数は減少傾向にあり、また混獲率もそれに対応し 61～62 年度は 50 % 前後であったものが、元年度は 17.2 % と極端に低下している。

放流貝は放流 3 年後から制限殻長 10 cm 以上となり漁獲され始め、その後 5～6 年ではほぼ漁獲されてしまう。放流貝がほぼ回収し終った 57～60 年度放流群の累積回収率は 59 年度の 8.2 % を除くと 23～37 % と高い結果となっている。

経済効果指数は 4～8 前後を示し、アワビ放流事業は高い経済効果を示す有効な増殖事業であると言える。

文 献

- 1) 伊藤輝昭・恵崎 摂：磯漁場の海藻生産量に関する研究－I，福岡水試研報，21－30（1990）
- 2) 内場澄夫：藻食性磯動物の摂餌量に関する研究，福岡水試研業報告，67－78（1985）
- 3) 伊藤輝昭：藻食性磯動物の摂餌量に関する研究，福岡水試研業報告，267－278（1987）
- 4) 二島賢二他：有用磯動物の栽培漁業化に関する研究，29－41（1988）
- 5) 門間春博：戸井町汐首地先におけるエゾアワビ種苗放流効果調査－II，北水試月報，第 43 巻，20－50（1986）

前年度までの総括

項 目	技 術 開 発 及 び 成 果 の 概 要	残された問題点
I. アワビ放流手法の見直し 1. 適正放流時期 2. 適正放流方法 3. 適正放流サイズ	・ 2、4……12月の時期別放流の生残率は2月放流群が最も高く、また成長も低水温期の放流群程良い傾向にあった。 ・ 反転速度による種苗活力を調べた結果、低水温期に活力が高いと推察された。 ・ 放流後の斃死は、低水温期である2月と4月では1ヶ月前後に山がみられたのに対して、6月、8月、10月では0～7日目までの放流直後に斃死が多くみられた。 ・ 水温の高くなる6月以降は稚貝の活力低下とともにヒトデ[®]類等害敵の活動が盛んになることが考えられた。 ・ 船上、放流箱、潜水放流では、害敵（ヒトデ類）の少ない所では放流箱の生残率が良く、害敵の多い所では放流箱の生残率は低かった。 ・ 時期別に放流時の害敵（ヒトデ類）密度を同じにして、船上、放流箱、潜水及び付着器に付けたまま放流する方法による生残率は、低水温期の2、4月に付着器を用いて放流する方法が最も生残率が高かった。 ・ 0.3、1.0、3.3、5.0個／m²の密度別放流では、高密度区の方が害敵（ヒトデ類）の蛸集が多く生残率が低いため少なくとも3.0個／m²以下の密度で放流する必要がある。 ・ 室内試験によるアワビのサイズ別食害量をみると、殻長30mm以下の稚貝で高く、40mm以上になると食害量は著しく低下した。 ・ 20、30、40mmサイズのサイズ別5月放流の放流4ヶ月後の生残率は20mmサイズが21.1%、30mmサイズが65.8%、40mmサイズが81.4%であった。 ・ また、サイズ別放流の1年後の生残率は、殻長が30mm以上では60～70%以上と安定しているの	・ 種苗活力判定方法及び活力の基準化

項 目	技 術 開 発 及 び 成 果 の 概 要	残された問題点
4. 適正放流場所	に対し、それ以下のサイズでは10%前後となり極端に低かった。 ・放流サイズ（3 cm）から漁獲サイズ（10 cm）までの成長に要する期間は、寄藻場・玉石・転石帯では2年4ヶ月、アラメ場・転石・岩礁帯では3年、アラメ場・岩礁帯では3年6ヶ月、ガラモ場の岩礁帯では4年4ヶ月を要し、放流場所として寄藻場で玉石・転石からなる漁場が適切である。	・食害動物の分布状況等も含めた適正な放流場所
II. アカウニ放流手法の見直し 1. 基礎調査	・水深1、4、7、10 m域に生息するアカウニの生殖腺重量比、色調、産卵状況の推移を明らかにした。 ・水深が浅くなるほど生殖腺の重量比は高く、色調の優良な個体の割合も高くなる傾向がみられた。 ・水深10 m域に生息するアカウニの産卵期間は浅い水域に比べて短い傾向がみられた。 ・回収したアカウニに産卵が認められるにもかかわらず稚ウニは全く回収されず稚ウニの着底場所が別であると推察された。 ・他のウニ類が浅所に生息しているのに対し、アカウニの稚ウニは推進7 m以上に多く浅所に少ない傾向がみられる。 従って、この特異的な現象を明らかにする為、水深別漁場別の分布調査を行なった結果、水深が深くなるにつれて個体数は多くなり、1歳群は水深2～5 m域の浅所ではほとんどみられない。	・生殖腺重量比及び色調と産卵量の関係 ・底質別、餌料環境別アカウニ産卵量または発生量 ・稚ウニ分布密度と成ウニ分布密度の関係 ・稚ウニの着底場所 ・稚ウニ（0歳）の着底及び生息場所
2. 適正放流場所	・水深1、4、7、10 mの玉石域に殻径11 mmサイズのアカウニ人工種苗を放流した結果、水深が浅いほど成長が良好であった。 ・水深別に放流した種苗の生残率は水深1 mと10 mの生残が水深4 mと7 mに放流した群の生残を下回った。この理由として水深1 m域では波浪が、10 m域では餌料不足が考えられた。	・小型種苗の適正な放流場所

項 目	技 術 開 発 及 び 成 果 の 概 要	残された問題点
3. 適正放流サイズ	・各水深の種苗とも約6ヶ月後の移動は少なく3m以内であった。 ・放流したアカウニ種苗の成長に餌料となる海藻が大きく関与しており、生残には餌料の他に波浪も関与していると考えられた。 ・殻径5、7、11mmサイズのアカウニ種苗を水深1、4、7、10m域に放流した結果、各水深とも放流時の殻径が大きいほど日間成長量も大きくなった。 ・放流したサイズ別のアカウニ種苗の生残率は、各水深とも殻径5mmの群が最も低く、殻径11mmの群が最も高かった。 ・水深1m域に放流した殻径11mmサイズのアカウニ種苗の成長が最も良く、最も生残率が高かったのは水深4m域に放流した殻径11mmサイズの種苗であった。 ・4、7、10mmサイズのアカウニを4月と6月に玉石帯と岩礁帯に保護基質（放流容器）の有無による放流を行なったところ、各サイズともに4月放流の生残率が高く、場所別では10mmサイズが各場所に関係なく高く、7mmサイズでは保護基質を用いた玉石帯及び岩礁帯への生残率が高かった。 このことから、放流時期や方法（保護基質等の使用）を考慮することにより、7mmサイズでの放流も可能である。	・種苗生産コスト、生残率等からみた最も経済的な放流サイズ及び適正な放流時期 ・適正な保護基質の開発
Ⅲ. 育成管理技術 1. 害敵駆除技術	・イトマキヒトデの効果的な標識方法を開発した。 ・イトマキヒトデは放流点を中心に10m範囲を駆除した結果、1ヶ月間再蟄集がみられなかった。 ・イトマキヒトデは雑魚籠により効果的に駆除できた。 ・ヤツデヒトデは市販のプラスチック製野菜籠で容易に駆除でき、この野菜籠と雑魚籠を組み合わせることにより、ヒトデ類は効果的に駆除可能であった。	・ヤツデヒトデの産卵・成長等生息生態

項 目	技 術 開 発 及 び 成 果 の 概 要	残された問題点
2. 環境収容力 (1) 海藻生産力	・放流前と放流後4cmサイズになる頃までヒトデ類の駆除を行なう必要がある。 ・害敵（ヒトデ類）駆除区と非駆除区における放流種苗の生残率は駆除区が約10%上回り効果が認められた。 ・室内試験及び野外調査の結果からアワビ、サザエ、アカウニ、クボガイに対する食害はイトマキヒトデより、ヤツデヒトデの方が多く、また、時期的にみると低水温期より高水温期の方が多かった。 ・筑前海域におけるヒトデ類の生息密度は高く、放流にあたってヒトデ類の駆除は不可欠である。 ・筑前海域におけるイトマキヒトデの成長は、0.5年で24～27mm、1.0年で34～38mm、1.5年で43～46mm、2.0年49～52mmであり、その寿命は2～3年前後と推定された。	
(2) 摂 餌 量	・筑前海域に着生するアラメの年齢形質及び年齢について明らかにした。 ・2歳アラメの年齢別年間生産量を明らかにした。 ・アラメの水深別、年齢別年間生産量を明らかにした。 ・筑前海域のツルアラメの年齢形質及び年齢について明らかにした。 ・ツルアラメの年齢別年間生産量を明らかにした。 ・海藻種別、底質別現存量の推移を明らかにした。 ・クロメの現存量を推定するために葉体部重量と各形質の関係について調べた。 ・クロメの年齢形質及び年齢について予備調査を行なった。	・漁場における検証 ・対象種及び競合種の摂餌生態（再現性の向上）
(3) 餌料海藻から見た動物収容量	・室内試験によりアワビ、サザエ、ウニの年間摂餌量、嗜好性、餌料効果を検討した。 ・大島における既存造成礁（赤瀬造成礁2.3ha）、昭和56年度に造成され既に10年以上を経過しておりその変遷から見て植生、特にアラメ類は極相に達しているものと考えられる。そして、	・クロメの年齢別年間生産量 ・単年性海藻の年間生産量 ・ホンダワラ類の年間生産量 ・漁場における検証（放流種苗の入手・確保）

項 目	技 術 開 発 及 び 成 果 の 概 要	残された問題点
(4) 漁場の類型化 (5) すみ場条件からみた動物収容量	その全年間生産量は101トンと推定された。 また、漁期前と漁期後の磯動物現存量は漁期前が最大で、その総摂餌量（アラメ量）は58トンであり剰余海藻量は43トンが見込まれる。現在事業化されているアワビ、アカウニにこの剰余海藻43トンを等配分するとアワビ6.7万個、アカウニ7.3万個の種苗放流が可能であり、アワビ3.5トン、アカウニ2.2トンの増産が可能である。 一方、馬島における天然礁（沖ノ馬瀬0.3ha）での植生は2～6月にワカメやホンダワラ類が繁茂する以外は小型海藻類しか見られず、最大現存量は2月の18.6トンであり、最小現存量は10月の1.4トンである。また、磯動物の総摂餌量（アラメ量）は4.4トンであり海藻生産量を現存量の2～3倍とみても7～1月の7ヶ月間は餌料海藻が不足する。この天然礁における磯動物の成長や生残率は大島に比べ非常に低く、ワカメやホンダワラ類が出現するまでかろうじて生命を維持しているものと考えられる。 ・水深別、底質別の動物及び海藻坪刈り調査を行ない、漁場類型化を行なった。 ・動物種別、サイズ別にみたシェルターへの住みつき状況を室内試験により調べ、シェルターへの動物種別嗜好性を明らかにした。 ・すみ場空間の規格の異なる人工礁への放流試験の結果から、それぞれの動物種別すみつき量、すみつき部位を明らかにした。 ・50kg内外、100～300kg、500～700kg、1t内外の規格に餌となる海藻とともにアワビ、サザエ、ウニ類3種を放流した結果、平成2年度と同様に100～300kg規格のすみつき量が最も多かった。 ・すみつき部位別にみるとアワビ、アカウニ、バフンウニは石材の底辺部に多く生息し、ムラサキウニは石材の間部にサザエは主に表面部へのすみつきが多かった。	・磯動物の生残率と餌料海藻種類や量との関係 ・漁場におけるすみ場空間の評価方法 ・すみ場に対する嗜好性の数値化 ・すみ場に対する磯動物間の競合関係の数値化

項 目	技 術 開 発 及 び 成 果 の 概 要	残された問題点
IV. 放流効果の評価	・ 石材の規格別にアラメと小型海藻の配分を変えて投入したが、海藻の消失後と比較すると各規格へ動物のすみつく割合は変わらず、今回の試験では餌料海藻よりすみ場の方を積極的に選択していると推察された。 ・ 海藻が存在する時と消失後の各規格への動物のすみつき個体数をみると各規格とも動物量が減少しており、礁外への移動が考えられた。この減少傾向はサザエ、次いでアワビに強くみられ、この2種が餌料を求めて積極的に移動することが推察された。 ・ 前年度競合関係がみられたアワビ、アカウニ、バフンウニを用いて室内試験により競合関係を調べた結果、ウニ2種間の競合関係は明らかではなかったが、アワビとウニ類間の競合関係はウニ類の方がすみ場を専有する傾向がみられた。 ・ 昨年度の調査の結果からすみ場の表面部で競合すると考えられたムラサキウニとサザエはムラサキウニがすみ場を専有する傾向がみられた。 ・ 大島におけるアワビの推定資源量は、昭和60～62年度を除くと増大傾向にあり58年度の20.0トンから平成2年度の28.3トンまで増加しているが、平成3年度は21.5トンまで減少している。 ・ 中間育成歩留りの低下により種苗放流数は減少傾向にある。 ・ また、混獲率もそれに対応し61～62年度は50%前後であったものが、元年度は17.2%と極端に低下している。 ・ 放流貝は放流3年後から漁獲され始め、その後5～6年ではほぼ漁獲されてしまう。 ・ 放流貝がほぼ回収された57～60年度放流群の累積回収率は、59年度の8.2%を除くと23～37%と高い結果となっている。 ・ 経済効果指数は門間が言う増殖事業として有効な2を超える、4～8前後を示し、アワビ放流事業は高い経済効果を示す有効な増殖事業であると言える。	・ アカウニ、サザエの資源特性値及び放流効果（回収率）の把握

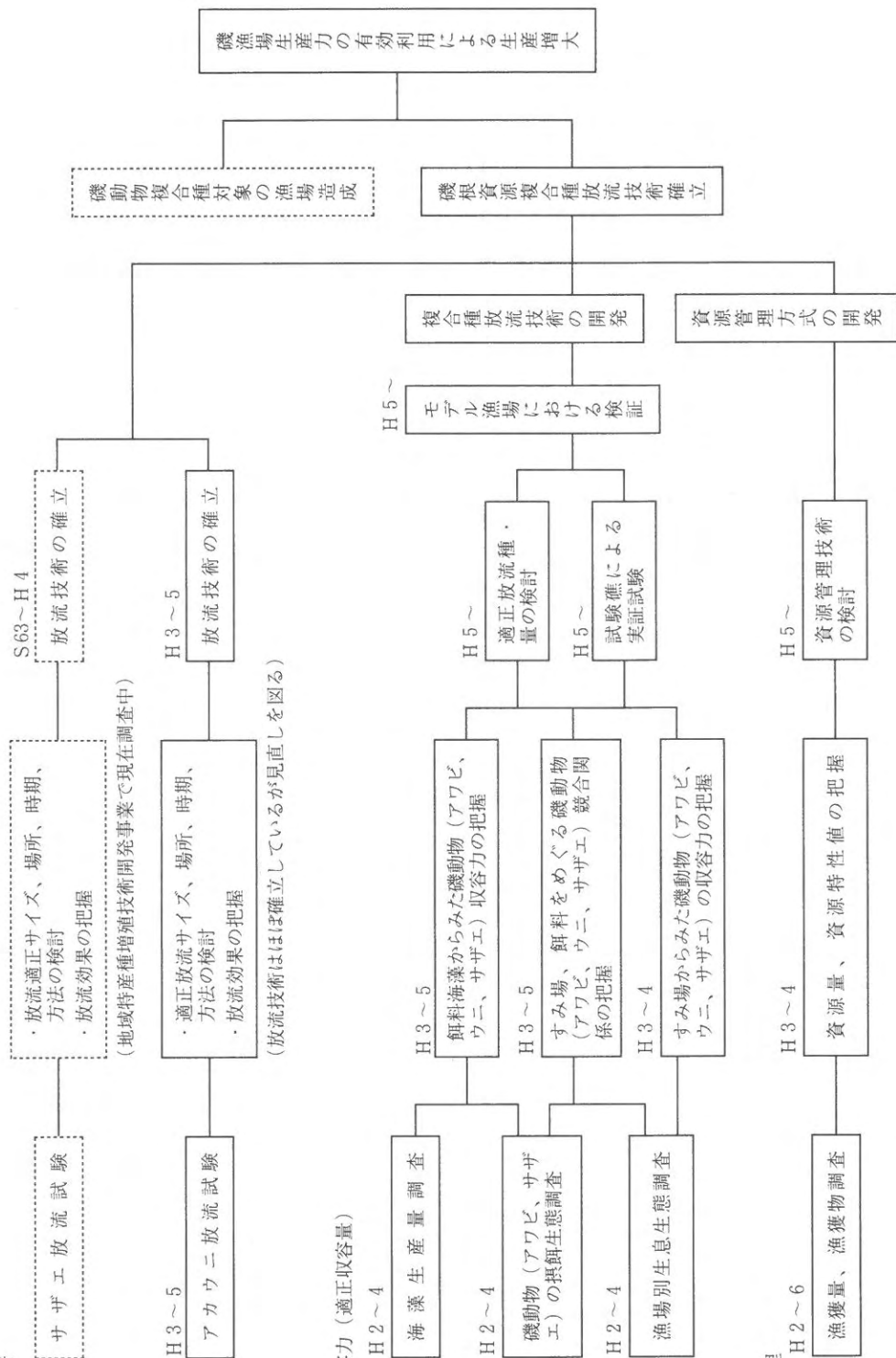
事業全体計画

◎：主事業実施年次
○：補足事業実施年次

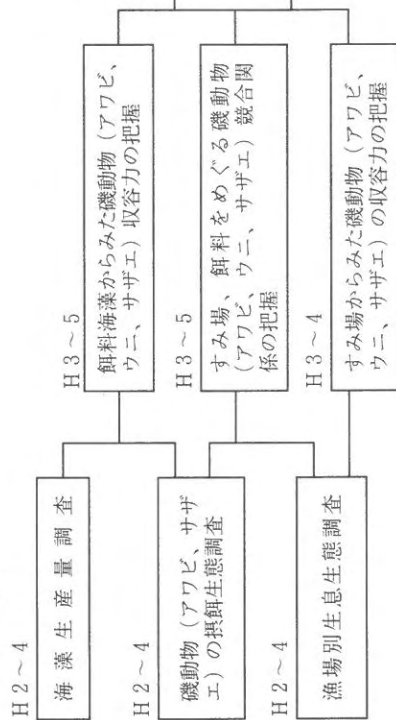
事 項	項 目	事 業 内 容	2 年	3 年	4 年	5 年	6 年
I. アカウニ放流技術	1. 餌料海藻量と磯動物収容力の検討	・ 現在放流が行なわれている10mm以下のサイズでの適正な放流場所、生残率の高い放流方法を放流試験により調査する。		◎	◎	○	○
		・ 適正な漁獲率、漁獲量を放流種苗の成長と生残から検討する。					
	・ 海藻現存量及び生産力調査	・ すでに明らかになっているアラメ以外の筑前海で餌料として重要なツルアラメ、ワカメ、オオバモク、ノコギリモク、ヒジキの大型海藻とアナアオサ、ミル、フクロノリ、ウミウチワ、マクサ、アミジグサの小型海藻11種について杵取り調査等により漁場環境別現存量を把握するとともに年間生産量を検討する。	◎	◎	◎	◎	◎
		・ 磯動物の摂餌生態調査	○	◎	◎	○	
	2. すみ場と磯動物収容力の検討	・ 室内試験で、磯動物の海藻の摂餌状況を明らかにする。		◎	○		
		・ ベルトライントランセクト法等で、現存する磯動物の水深別の分布状況を明らかにする。	◎	◎	◎		
	3. 適正収容種・量の組合せの検討	・ 潜水杵取り調査で、現存する磯動物の底質別、流況別の分布状況を明らかにする。	◎	◎	◎		
		・ 1と2から磯動物の種・量の適正な組合せを検討するとともに、造成した各種試験礁に種苗放流し適正収容力を実証する。	○	◎	◎	◎	
	4. 磯動物競合性の検討	・ 上記の知見をもとに、天然礁や既存造成礁において種苗放流を行ない、現存する磯動物を含めた適正収容量(環境収容力)を検証する。			○	◎	◎
		・ 試験礁に磯動物を大量にサイズ別に放流し、分散・移動・成長・肥満度・生残率等を比較検討し、餌料海藻やすみ場に対する競合性を調査する。	◎	◎	○		
II. 漁業資源管理方法の検討 漁場の育成管理の検討	・ 資源量・資源特性値の把握	・ 室内試験によりアワビ、アカウニ、サザエ等磯動物複合種に対するヒトデ類、カニ類の食害状況を把握する。	○	◎	○		
		・ 操業日誌、漁獲日報の解析や漁獲物調査等により、資源量や資源特性値の検討を行なう。	◎	◎	◎	◎	◎
	・ 放流効果の検討 ・ 適正漁獲量の実証	・ 種苗放流追跡調査や漁獲物調査等により適正回収年次・量や回収率を究明する	◎	◎	◎	◎	◎
		・ 上記から試算した適正漁獲率や回収率を試験操業により実証する。			○	◎	◎

調査計画フローチャート

1. 放流技術



2. 環境収容力 (適正収容量)



3. 資源管理

H2~6

漁獲量、漁獲物調査