

アワビ・サザエ素潜り漁業における
資源管理に関する研究

堀 井 豊 充

1998

目 次

緒 言	120
第1章 素潜り漁業とその対象種の特性	121
1-1. 資料と方法	122
1-2. 結 果	123
1-3. 考 察	125
1-4. まとめ	128
第2章 資源管理のための殻長ならびに漁獲量制限	128
2-1. 成長生残モデルからみた制限殻長の設定	129
2-1-1. 資料と方法	129
2-1-2. 結 果	130
2-1-3. 考 察	132
2-2. 漁獲目標値の設定による漁獲量制限	133
2-2-1. 漁期前評価による漁獲目標値の設定	133
2-2-1-1. 資料と方法	133
2-2-1-2. 結 果	134
2-2-1-3. 考 察	136
2-2-2. 初漁期の漁況にもとづく漁獲目標値の設定	136
2-2-2-1. 資料と方法	137
2-2-2-2. 結 果	137
2-2-2-3. 考 察	137
2-3. まとめ	139
第3章 種苗放流と資源の増殖	140
3-1. 野外実験によるサザエ放流可能個体数の推定	140
3-1-1. 資料と方法	140
3-1-2. 結 果	142
3-1-3. 考 察	144

3-2. クロアワビ放流個体の回収率と期待漁獲量の推定	144
3-2-1. 資料と方法	144
3-2-2. 結果	144
3-2-3. 考察	144
3-3. クロアワビ放流漁場と非放流漁場における漁獲強度の相違	145
3-3-1. 資料と方法	145
3-3-2. 結果	147
3-3-3. 考察	148
3-4. まとめ	149
第4章 総合考察	150
謝辞	151
文献	152
要約	153
Summary	155

緒 言

アワビ類、サザエ、ウニ類、イセエビ等の沿岸岩礁地帯に生息する有用水産動物資源を対象とした磯根漁業は、多くの場合、漁業協同組合が管理する第一種共同漁業権のもとで営まれている。同共同漁業権の行使にあたっては、都道府県漁業調整規則よりも厳しい内容の漁業権行使規則を定めている漁業協同組合も多い。また、アワビ類、ウニ類を中心として、種苗放流事業を積極的に推進している地域も多い。

磯根漁業の管理に対して比較的熱心な地域が多いのは、その効果としての漁獲量の増加が、回遊性の魚類等とは異なり、資源管理を実行している漁業者自身に直接還元されるという期待が大きいためと思われる。

アワビ類やサザエの資源増殖については、猪野¹⁾、宇野²⁾、田中³⁾をはじめ、多くの研究がなされてきた。また、アワビ類の資源評価にもとづく漁業管理に関しても、いくつかの研究が行なわれてきている。^{4,5)} 一般に、資源管理を進めるにあたっては、対象となる漁業種類と対象種の諸特性を明らかにしたうえで、それに応じた対策をとる必要があると考えられるが、アワビ・サザエ素潜り漁業においては、これまでその漁業学的特性についての研究は少なく、^{6,7,8)} 十分な論議がなされてきたとは言い難い。

そこで、本論文においてはアワビ・サザエ素潜り漁業とその対象種の特性を明らかにし、さらに資源管理を進めるために有効な方法を探ることを目的として、以下の研究を行なった。

第1章では、アワビ類およびサザエを対象として操業する長崎県対馬厳原町漁業協同組合阿連地区の磯根素潜り漁業について、漁獲統計および操業日誌によって、その特性を明らかにすることを試みた。

その結果、アワビ・サザエ素潜り漁業における漁獲物組成は、操業毎にどの種類が標的として選択されたかによって大きく異なることがわかった。また操業漁場の選択は、標的種の選択と相互に影響していることが明らかとなった。即ち、複数種を同時に漁獲対象として操業するアワビ・サザエ素潜り漁業は標的種漁業として位置づけられるものと考えられ、努力量と漁獲量統計にもとづく資源評価においては、標的種別の努力配分が考慮される必要があることを示した。

第2章では、資源管理を有効に進めるための方法としてのサイズ制限と漁獲量制限について検討を行なった。サイズ制限については、長崎県生月漁業協同組合において、制限殻長の引き下げがクロアワビ資源の減少を引き起こした可能性を指摘し、さらに加入量あたり等漁獲量曲線図を用いてクロアワビの適切な制限殻長について考察した。また、漁獲量制限については、目標漁獲量をその漁期の資源量水準を評価したうえで設定する必要があると考え、阿連地区において、標的種操業による年齢別C P U Eの推移にもとづく漁期前評価、および初漁期の努力量と漁獲量統計にもとづく漁期内評価の二つの評価方法を試みた。その結果、これらの評価方法によって資源量の水準を予測し、それにもとづく目標漁獲量の設定が可能であることが示された。

第3章では、種苗放流と資源増殖について検討を行なった。まず、長崎県上対馬町鰐浦におけるサザエ放流実験の結果をもとに、許容生息量の評価にもとづいて放流個体数と持続可能漁獲量との関係を明らかにした。また、アワビ放流種苗の回収率からみた期待漁獲量について、阿連地区において事例的な検討を行ない、期待漁獲金額が放流に要する経費を上回ることを示した。さらに、放流漁場と非放流漁場における漁獲強度の相違を検討し、放流漁場においては放流個体の資源添加によって漁獲強度が高ま

り、生息個体の小型化が引き起こされていることを明らかにした。

以上の結果をもとに、第4章においてアワビ・サザエ素潜り漁業における資源管理の進め方を提案し、考察を加えた。

第1章 素潜り漁業とその対象種の特徴

磯根資源を適正に利用してゆくためには、漁場内の資源豊度に見合った利用計画を立て漁獲を行なう必要がある。漁場内の資源豊度を見積もるための情報の一つとして、単位漁獲努力量あたり漁獲量（C P U E）がある。アワビ・サザエ素潜り漁業の場合では、C P U Eは単位操業時間あたりの漁獲個体数、または漁獲重量として示される場合が多い。しかし、一般的に素潜り漁業は棲み場所の異なる複数種（アワビ類、サザエ、ウニ類等）を同時に漁獲対象として操業しており、短時間で目視による探索と採取を合理的に行なうために、操業者は日々の操業に先立って、標的種を決めた上で着業していることが多い。したがって、素潜り漁業における漁獲量と努力量統計については、投入された努力量を複数種をこみにしたものではなく標的種に対するものとして扱う必要がある。⁹⁾しかしながら、漁業者の意思にもとづく標的種の決定が操業漁場の選択や種類別漁獲量におよぼす影響については、これまで十分な検討がなされているとは言い難い。

このような観点から、アワビ・サザエ素潜り漁業について漁獲量と努力量統計にもとづく資源評価のための基礎知見を得ることを目的とし、漁場内の標的種別操業における操業水深や漁獲物の種類組成について検討を行なった。⁹⁾

研究の対象としたのは、長崎県巖原町漁業協同組

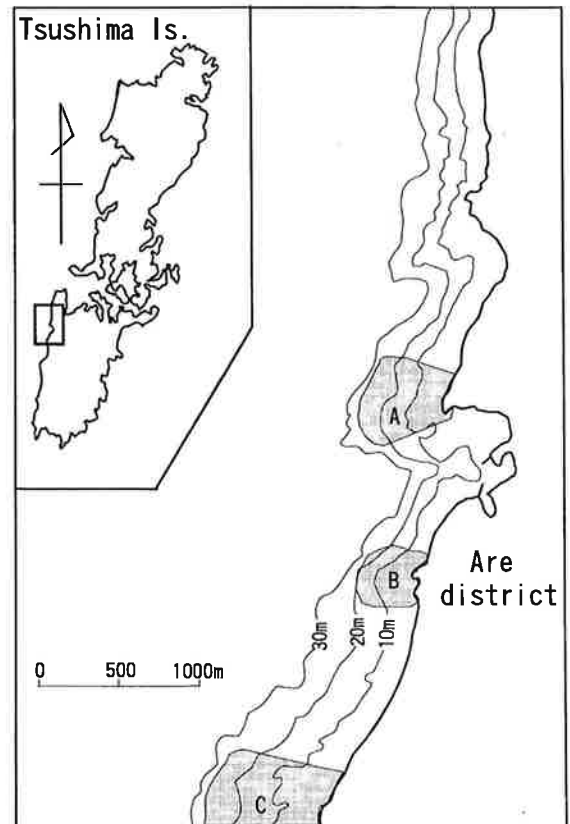


Fig. 1. Location of research area, Are district, Tsushima Island off northern Kyushu. A, B, C show the fishing ground where diving fishery of abalone and topshell is conducted.

合阿連支所アワビ・サザエ素潜り漁業である。阿連地区の位置をFig. 1に示した。

阿連地区は巖原町漁業協同組合に所属しているが、組合内の申し合わせによって、共同漁業権の水域は支所単位で管理されている。阿連地区における素潜り漁業の着業者数は、年による変動がみられるが、約25名である。同地区におけるアワビ・サザエ素潜り漁業は5～9月を漁期としているが、1990年以降はサザエの産卵期である7月を禁漁期としている。

1980～'94年における、素潜り漁業によるアワビ類とサザエの漁獲量を示した（Fig. 2, 3）。

クロアワビ *Nordotis discus discus* の漁獲量は、1984年の約6,000kgをピークに減少傾向となり、1988年以降は1,000kg前後の低い水準で安定的に推移している。一方アカ*は、1988年頃までは増加傾向にあっ

*長崎県内の各漁協では、メガイアワビ *Nordotis gigantea* およびマダカアワビ *Nordotis madaka* を「アカ」と総称し、市場において両種を区別していない。本論文においても、特に必要な場合を除いて両種を「アカ」と総称し、ひとつの銘柄として取り扱う。

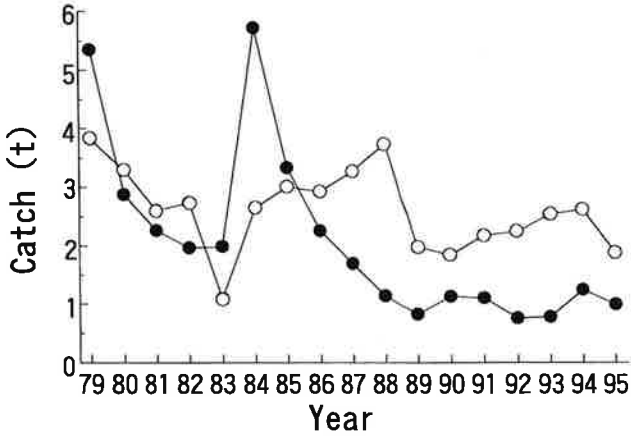


Fig. 2. Yearly changes of abalone catches by diving fishery in Are district, 1979-'95.
●, disk abalone; ○, giant abalone.

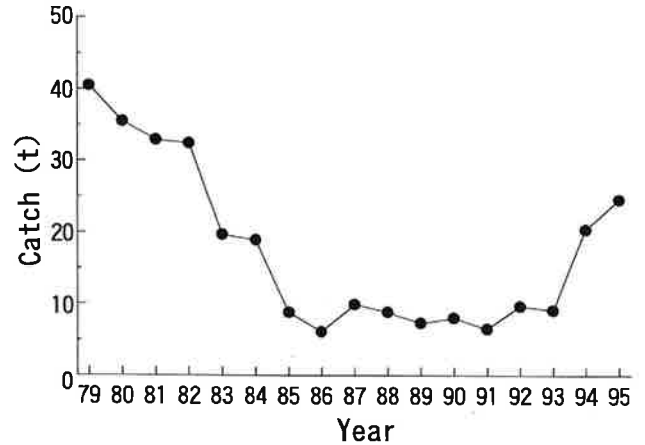


Fig. 3. Yearly changes of topshell catches by diving fishery in Are district, 1979-'95.

たが、1989年に減少し、その後は再び増加傾向を示している。サザエ *Batillus cornutus* の漁獲量については、1982年までは30,000kgを上回る水準にあったが、日本海沿岸の各県と同様に、¹⁰⁾ 1983年から1985年にかけて激減して10,000kg以下の水準にまで落ち込み、その後8年間低水準で推移したが、1994年から回復傾向に転じている。

1-1. 資料と方法

原資料として、1991~'93年の素潜り漁業者の操業日誌および1980~'94年のアワビ類とサザエの漁獲量に関する個人別資料（水揚伝票）を用いた。

操業日誌については、漁期前にあらかじめ漁業者と協議し、漁場毎に標的種、操業水深、操業時間および種類別漁獲個体数の記録が得られるようにした。このうち標的種としては、クロアワビ、アカ、サザエを対象とした。また、操業水深については、0~5m, 5~10m, 10~15m, 15~20m, 20~25mの5段階に分け、さらに操業時間は1時間単位で記入することとした。

上記の資料を用いて、以下の検討を行なった。

まず、漁獲物の種類組成とその漁期内変動につい

て、1986~'94年の水揚伝票をもとに種類別重量組成の月平均を求め、その推移を明らかにした。

次に、標的種の設定による操業形態の相違について、1991年の盛漁期(5~6月)における素潜り漁業者の操業日誌を用いて、標的種操業別に、漁期の進行にともなう操業水深の推移を明らかにした。また、標的種操業別に種類別C P U Eの漁期内平均値を求め、その比較を行なった。さらに、操業日毎に操業時間の標的種別配分を計算し、漁期の進行に伴って操業者の選択する標的種がどのように推移するかを検討した。なお標的種選択の推移を検討するうえで、標的種の回答がなかった操業時間についても以下の処理によって標的種を推定し資料に含めた。即ち各種類に対するC P U Eを標的種別C P U Eで除し、その値が最大となる種類が標的種であると判断した。

さらに、操業者が漁場を選択する基準について、1991年~'93年の操業日誌をもとに、Fig. 1に示した主要な漁場(A, B, C)における、操業時間の標的種別配分と漁獲物の種類組成および標的種のC P U Eとの関係を求め、それによって標的種の決定と操業漁場の選択との相互関係を明らかにした。

Table 1. Catches by abalone and topshell diving fishery in Are district. 1986-'94.

Month	Catch (kg)		
	Disk abalone (<i>N. discus discus</i>)	Giant abalone*	Topshell (<i>Batillus cornutus</i>)
May, 1986	969.3	728.1	1,644.8
Jun., 1986	476.3	1,070.1	1,564.9
Jul., 1986	389.8	235.7	1,255.4
Aug., 1986	431.6	703.6	1,725.6
May, 1987	797.5	1,174.7	4,846.5
Jun., 1987	89.1	217.6	461.9
Jul., 1987	289.4	623.7	2,037.6
Aug., 1987	310.3	954.9	2,309.5
May., 1988	591.5	1,210.2	4,736.9
Jun., 1988	132.0	502.8	1,017.7
Jul., 1988	214.6	794.3	1,665.3
Aug., 1988	201.9	1,221.1	1,139.9
May., 1989	335.7	309.2	2,728.1
Jun., 1989	200.3	675.7	1,095.9
Jul., 1989	115.3	408.4	1,512.1
Aug., 1989	162.9	582.9	1,563.8
May., 1990	514.2	526.5	3,117.2
Jun., 1990	258.4	650.9	1,514.5
Aug., 1990	145.1	311.1	1,478.0
Sep., 1990	123.4	291.4	1,289.8
May., 1991	575.9	576.2	2,276.7
Jun., 1991	252.3	791.5	1,398.4
Aug., 1991	173.2	545.1	1,347.0
Sep., 1991	74.4	252.9	1,135.6
May., 1992	290.5	949.0	3,939.8
Aug., 1992	276.3	926.1	4,086.9
Sep., 1992	128.5	359.7	1,305.2
May., 1993	259.2	888.7	2,496.9
Aug., 1993	366.3	1,049.8	4,449.0
Sep., 1993	135.3	573.5	2,056.4
May., 1994	580.7	753.0	5,600.2
Jun., 1994	186.9	427.2	2,519.5
Aug., 1994	182.4	877.4	7,327.3
Sep., 1994	150.1	559.7	4,821.2

* General term of *N. gigantea* and *N. madaka*.

1-2. 結果

漁獲物の種類組成とその漁期内変動 1986~'94年の月別の種別漁獲重量をTable 1に示した。漁獲重量における種別割合は、この期間の加重平均で、クロアワビ、アカおよびサザエでそれぞれ9%、19%、および72%であった。

種別別に、各月の漁獲重量に占める割合の加重平

均値をFig. 4に示した。漁期当初の5月は、クロアワビとサザエの占める割合が相対的に高かったが、6月ではアカが増加し、それにもなってクロアワビとサザエは減少した。さらに、7月から9月にかけてクロアワビとアカは減少し、サザエは増加傾向を示した。

標的種別の操業水深 各種類を標的として操業した漁業者の、操業日別平均操業水深の推移をFig. 5に

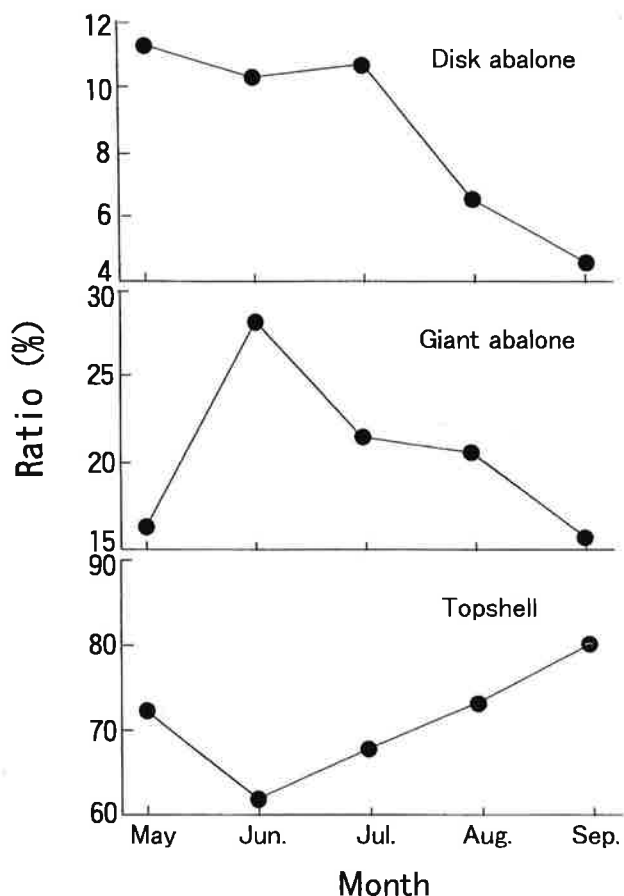


Fig. 4. Monthly changes of catches composition by in term of weight diving fishery in Are district. Data are shown with average values in 1986-'94.

示した。操業水深は標的種によって明かな相違が認められ、クロアワビを標的とした場合が5~10mで最も浅く、次いでサザエが8~15m、最も深いアカでは10~17mであった。また、調査期間中でこの傾向に変化は認められなかった。

標的種の選択と種類別CPUEとの関係 標的種操業別の種類別CPUE（漁期内平均）をTable 2に示した。CPUEの各値は標的種によって異なり、例えばクロアワビについては、クロアワビを標的として操業した場合のCPUEは、他の種類を標的とした場合の8~12倍にあたる。同様に、アカについては2~4倍、サザエについては3~5倍の違いを示した。

各標的種に対する努力配分の推移 操業時間の標的種別配分をFig. 6に示した。漁期の始め（1~9日）

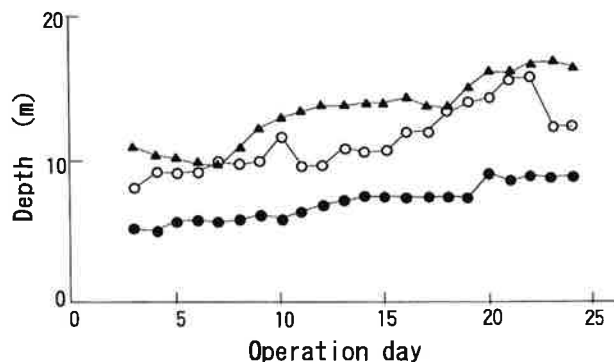


Fig. 5. Change of operation depth of directed operations during fishing period in Are district, 1991. Data are presented by the moving average of five operation days. ●, disk abalone; ▲, giant abalone; ○, topshell.

Table 2. Comparison of CPUE values by species and directed operations. Data are obtained from the catch log of diving fishery in Are district.

Target species in directed operation	CPUE (shells/hour)		
	Disk abalone	Giant abalone	Topshell
Disk abalone	4.1	2.1	4.7
Giant abalone	0.5	8.0	8.7
Topshell	0.3	4.8	22.4

には、サザエとクロアワビを標的とした操業時間が大きな割合を占め、アカに対する割合は小さいが、その後（10~16日）クロアワビとアカの比率は逆転し、標的種としてはクロアワビからアカへの交代が認められた。逆転後（16日以降）のクロアワビとアカの比率はほぼ一定の水準で推移したが、サザエを標的とした操業時間の割合は低下傾向を示した。

標的種の選択とCPUEとの関係 標的種のCPUEと、標的種別操業時間との関係をFig. 7に示した。両者間には、クロアワビでは正の相関関係、アカでは負の相関関係が認められ、いずれも危険率5%で有意であった。一方、サザエにはこうした相関関係は認められなかった。

漁場別の標的種選択と漁獲物種類組成の変化 漁場

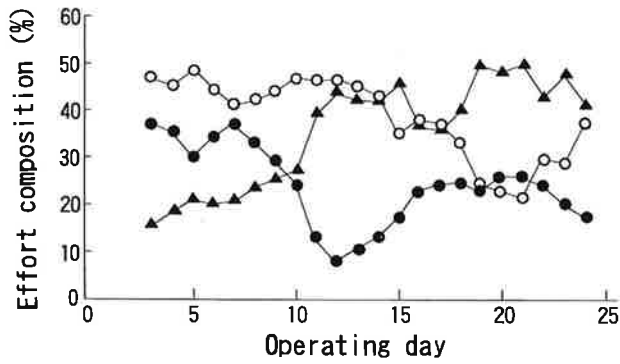


Fig. 6. Trends of effort composition by directed operations in Are district, 1991. The effort are measured by the hour fished. Data are presented by the moving average of five operation days.
●, disk abalone; ▲, giant abalone; ○, topshell

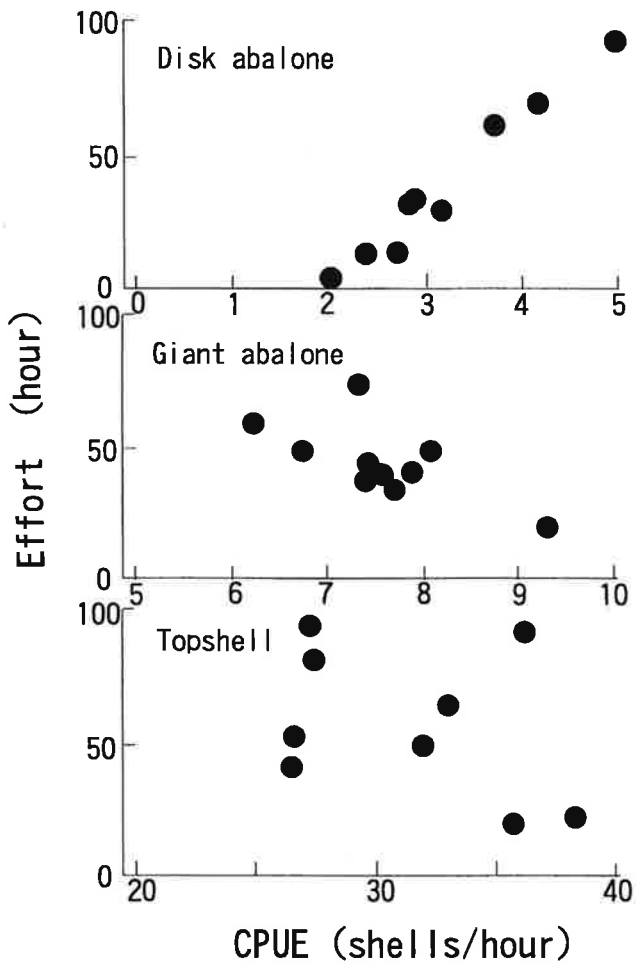


Fig. 7. Relationships between CPUE and effort in three directed operations in Are district, 1991. Data are combined for each of three operation days.

A, B, Cについて、1991~'93年の当該漁場における操業時間の標的種別配分と漁獲物の種類組成との

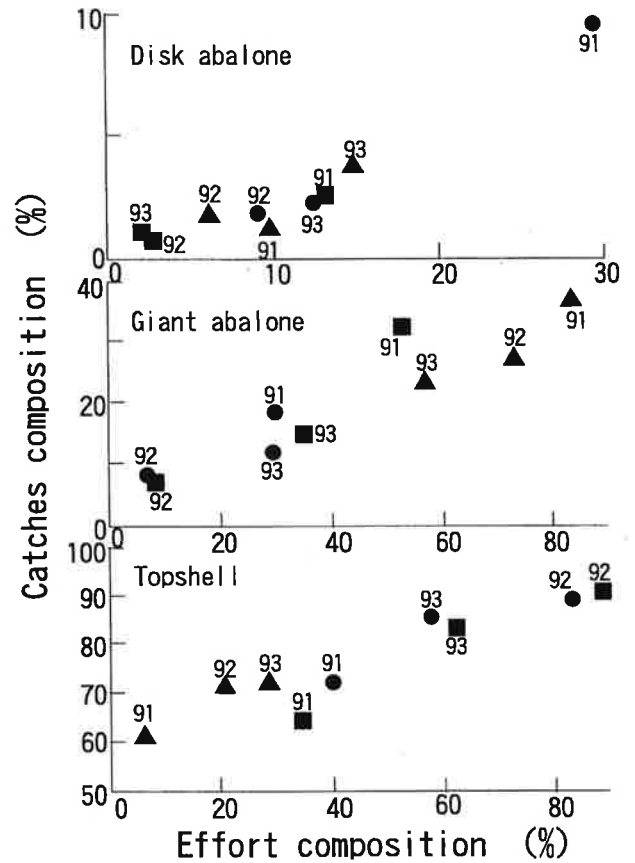


Fig. 8. Relationships between effort composition and catches composition in weight by each fishing ground in Are district. Data are shown with average in 1991-'93. Numeral near each symbol shows year.
●, ground A; ■, ground B; ▲, ground C (see Fig.1)

関係をFig. 8に示した。両者間には、全ての種類において正の相関が認められ、いずれも危険率5%で有意であった。

漁場別の標的種選択とCPUEとの関係 漁場A, B, Cにおける操業時間の標的種別配分と標的種操業別の標的種CPUEとの関係をFig. 9に示した。

両者間には、クロアワビとサザエについては正の相関が認められ、いずれも危険率5%で有意であった。

一方、アカについては相関関係が認められなかった。

1-3. 考察

漁獲物の種類組成とその漁期内変動 7月以降アワビ

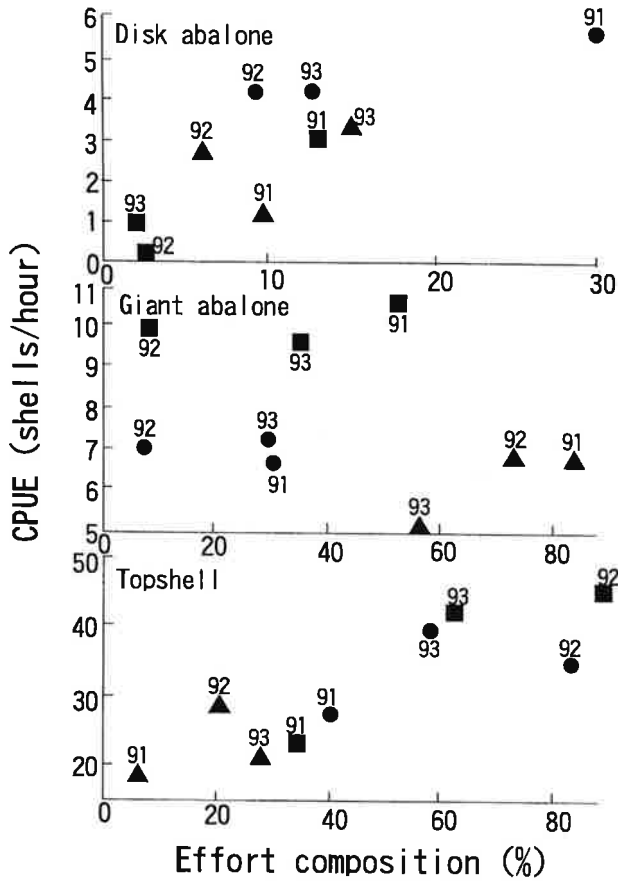


Fig. 9. Relationships between effort composition and CPUE values by directed operation in each fishing ground in Are district. Data are shown with average in 1991-'93. Numeral near each symbol show year. ●, ground A; ■, ground B; ▲, ground C (see Fig. 1.)

類の割合が減少傾向を示すのは、漁獲によって資源量が減少したためであると考えられる。一方で、サザエの割合が次第に高まるのは、以下の理由によると思われる。即ち、アワビ類はこの期間の成長が小さい¹¹⁾のに対し、サザエは成長期にあたる。²⁾このため、既に漁獲対象となっていた個体の体重が増加するのに加えて、漁期当初は漁獲加入サイズに達していなかった個体の一部が成長によって加入し、その結果、漁獲対象資源が増加したためである。5月から6月にかけてアカの割合が高まるのは、資源量の増減によるものではなく、標的種の移行によって、漁業者の漁獲形態が質的に変化したためであると考えられる。

操業水深の推移 南方系アワビ類3種類については、クロアワビ、メガイ、マダカの順に分布の中心が深くなることが報告されている。¹²⁾また、サザエで殻高60mmを越える個体は、水深10m以深に分布域を拡大することが知られており、¹³⁾操業者が選択した操業水深は、標的種の分布水深に対応しているものと考えられた。このことは、標的種の設定によって、選択する漁場が異なることを示している。

次に漁期内における操業水深の変化をみると、いずれの種類を標的とした場合においても、操業水深は漁期の推移にともない次第に深くなる傾向を示した。操業に要する労力は浅所ほど少ないにもかかわらず、操業水深が次第に深くなるのは、漁獲による資源密度の低下をさらに深い漁場を開拓することで補うためであると考えられる。

以上のことから、操業水深は、標的種および漁期の推移に伴う資源豊度の変化にもとづいて選択されたと考えられた。

標的種の選択と種類別CPUEとの関係 標的とした種類によって種類別CPUEに著しい差異が生じるのは、種類毎に生息場所が異なることから、各種類を発見する難易度が相違するためと考えられる。すなわち、転石の奥や岩盤亀裂の深部に潜むクロアワビを発見するには相当な努力が必要とされる。そのため、クロアワビにおいては、クロアワビを標的として操業した場合のCPUEが著しく高いと考えられる。一方、アカおよびサザエにおいては、岩盤の表面に露出している場合が比較的多いために他の種類を標的として操業した場合にも混獲され易く、CPUEの差異がクロアワビの場合ほど顕著でないものと考えられる。

標的種選択の推移 操業時間の標的種別配分を期別にとりまとめてFig.10に示した。Fig.10では、漁期を便宜的にⅠ期(1-9日)、Ⅱ期(10-18日)およびⅢ期(19-26日)の3期に分けて、標的種別配分の平均

値が示されている。Ⅰ期はサザエとクロアワビを標的とした漁獲努力が優先し、アカについては低水準の時期とみられ、またⅡ期はサザエへの努力は変化せず、クロアワビとアカが交代する時期に相当する。さらにⅢ期はサザエへの努力が減少し、それとともにアカ、クロアワビへの努力が高まる時期とみられた。長崎県では、クロアワビはアカよりも54%高い価格で取引されており、漁獲開始後にクロアワビに対する漁獲努力が優先するのはこうした価格差によるものとみられる。

上述のように、アワビ・サザエ素潜り漁業においては各種類に対する漁獲努力が時期により異なるため、C P U Eを基準として漁期内に資源豊度を見積もる場合、その種類に対する漁獲努力の高い期間を選ぶ必要がある。こうした観点から、クロアワビおよびサザエに関してはⅠ期に、またアカに関してはⅡ期において資源豊度を評価することが好ましい。

標的種選択とC P U Eとの関係 C P U Eと漁獲努力量との関係においてクロアワビが正の相関を示す理由は、クロアワビが浅所に生息しており価格も高いことから、資源豊度が高い時期には漁獲努力が集中しやすいと考えられる。一方、アカが負の相関を示すのは、以下の理由によると考えられる。すなわち、アカを標的とした場合、標的種の生息水深が深いために、操業には相当の潜水能力を必要とする。したがって、アカの利用は個人の潜水能力によって偏りが生じやすく、主にアカを標的とした操業が可能な漁業者のアカに対する漁獲効率、主にクロアワビやサザエを標的として操業する漁業者よりも高いと考えられる。したがって、漁獲努力が少ない時期ほど漁獲効率が高くなり、C P U Eと漁獲努力量とが負の相関を示したのであろう。また、サザエが相関関係を示さなかったのは、以下の理由によると考えられる。サザエはアカに比べて浅所に生息し、発見も容易であるが、アワビ類と比較して低価格で

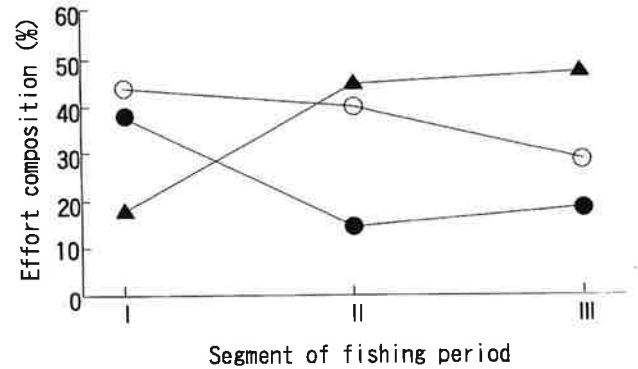


Fig. 10. Effort composition by directed operations, for three segments (I - III) of the fishing period in May - Jun., 1991, in Are district. The effort is measured by the hour fished. Data are presented with the average values.

●, disk abalone; ▲, giant abalone; ○, topshell

ある(1996年現在、クロアワビが9,000円/kg前後であるのに対して、サザエは1,000円/kg前後である。). そのためサザエはアワビ類漁獲量の減少を補完するために標的とされ、C P U Eと漁獲努力量との関係に相関が認められなかったのであろう。

漁場別の標的種選択と漁獲物組成の変化 漁獲物の種類組成と、当該漁場における種類別努力配分との間に正の相関がみられたことから、漁場毎の漁獲物組成はその漁場を利用した漁業者の標的種別操業時間の割合によって決まると考えられる。したがって、漁場別に資源豊度を見積もる場合には、漁獲物の種類組成に加えて標的種別努力配分を考慮する必要がある。

漁場別の標的種選択とC P U Eとの関係 クロアワビおよびサザエについて、C P U Eと種類別努力配分との関係にみられた正の相関は、標的種のC P U Eが高い漁場ほど、その種類に対する努力配分が大きいことを示している。即ち、漁業者が操業する場合、まず標的種を決めればその資源密度が高い漁場を選択し、また漁場を先に選択した場合には、その漁場において資源豊度が高い種類を標的として操業すると考えられる。

一方、アカについてクロアワビやサザエのような相関関係が認められなかったのは、全操業時間におけるCPUと種類別努力配分との関係に負の相関がみられた理由と同様、漁獲効率の偏りによるものと考えられる。

1-4. まとめ

標的種によって、操業水深等の変化で示されるように操業漁場の選択が異なり、また標的種は漁期の推移にともなって変化することが示された。さらに、操業漁場は、標的種の決定と当該漁場における標的種の資源密度によって選択され、その結果、漁場別漁獲物の種類組成が異なることが示された。

これらの知見は、アワビ・サザエ素潜り漁業における操業特性として重要で、操業日誌等によって得られたCPUを基準として資源量水準を評価する場合には、標的種を考慮する必要があると考えられる。

今後磯根資源に対し、資源評価の精度を高め、きめ細かな資源管理を行なってゆく上では、標的種、操業水深、操業時間および種類別漁獲個体数等についての情報が得られるような漁獲統計の整備が強く望まれる。

第2章 資源管理のための殻長ならびに漁獲量制限

アワビ・サザエ素潜り漁業は、漁業協同組合が管理する第一種共同漁業権のもとで営まれているため、都道府県漁業調整規則とともに漁協が定める漁業権行使規則によって資源管理のための規制措置が定められている。長崎県漁業調整規則を例にとれば、アワビについては禁止期間（11月1日～12月20日）と殻長制限（10cm以下の採捕禁止）が、サザエについては蓋長径制限（2.5cm以下の採捕禁止）が定めら

れている。しかし、これらの対象種の重要度が高い漁業地区においては、漁業権行使規則やその他の内部規定によって、調整規則を上回る制限を設けている場合が多い。

長崎県生月漁業協同組合では、アワビ類について長崎県漁業調整規則を上回る10.5cmを制限殻長として採用していた。同組合によるクロアワビ漁獲量は、1982年までは毎年約8tで安定的に推移してきた。しかし、1983年に制限殻長を10.0cmに引き下げたところ、漁獲量が一時的な増加を経て急速に減少したことから、制限殻長の引き下げがクロアワビ資源の減少を招いたのではないかと考えられた。そこで、この間の漁獲統計にもとづき、クロアワビの制限殻長に関する検討を行なった。

また、漁業においては、資源変動を人為的に制御することが著しく困難であるため、漁期内の生産目標を樹てそれを実行することは必ずしも容易でない。

しかし、水産資源を持続的かつ有効に利用し漁業経営の安定化を図るためには、計画的な生産を行なう必要があり、それを可能にするため、各漁期の資源豊度に見合った目標漁獲量¹⁴⁾を設定することが好ましいと考えられる。

広域回遊魚を対象とした漁業では、資源量変動と並んで海況などによる来遊率の変化がその年の生産量に大きく影響するが、¹⁵⁾アワビ類やサザエなどの定着性資源を対象とする漁業では、その年の生産量が資源量の多寡と直接対応している場合が多いと考えられる。したがって、そのような定着性資源に対しては、漁期開始に先だってその漁期当初の資源豊度を評価し、それにもとづいて目標漁獲量を設定することが計画的生産を行なう上で極めて重要である。またそれが困難な場合であっても、漁期開始後の早い時期にそれまでの漁獲状況にもとづいて当該漁期の目標漁獲量が設定できれば、生産計画を策定する上で極めて有利である。

このような観点から、長崎県厳原町漁業協同組合阿連支所のアワビ・サザエ素潜り漁業について、標的種操業による年齢別CPU Eの推移にもとづく資源豊度の漁期前評価、および初漁期の努力量と漁獲量統計にもとづく漁期内評価の二つの評価方法について検討した。

2-1. 成長生残モデルからみた制限殻長の設定

2-1-1. 資料と方法

資料として、生月漁業協同組合における1980～'90年の素潜り漁業者のクロアワビ漁獲量に関する個人別資料（水揚伝票）を用いた。

同漁協における漁獲量は、Fig.11に示すように、1980年から'82年までと'88年から'90年までの期間においては安定して推移している。これら両期間で資源が定常状態にあったと仮定すると、加入量および年齢組成は以下のような計算によって推定される。

各年齢群における漁獲率 E を一定とし、 t 才群の漁期当初の資源個体数を N_t とすれば、漁獲個体数 C_t および漁獲重量 W_t は以下の式で示すことができる。

$$C_t = N_t \cdot Q_t \cdot E \quad \text{--- (1)}$$

$$W_t = C_t \cdot w_t \quad \text{--- (2)}$$

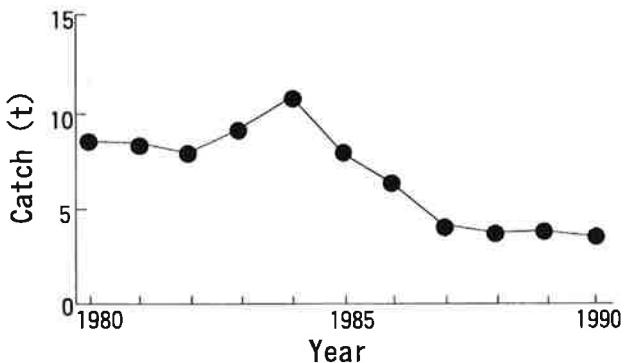


Fig. 11. Yearly changes of abalone catches in Ikitsuki district. The size limit was reduced from 10.5cm to 10.0cm in shell length in 1983.

ここで Q_t は t 才群の利用度（ t 才群の全個体数のうち、漁獲対象となる加入個体数の占める割合）とし、また w_t は t 才群における加入個体の平均体重とする。 Q_t は各年齢群の殻長組成が正規分布をすることで、制限殻長までの累積確率から求めることができる。一方、 w_t は殻長-体重関係式と殻長組成の正規分布曲線とから求められる。

クロアワビの発生時期を10月とすると、漁期である6～8月の夏期から満年齢を迎えるまでの間には2～4月のずれがあるが、この間の成長は小さいとみられる。¹¹⁾ したがって、漁獲時の各年齢群の平均体長は、満年齢時と同じ値とみなした。また成長式および殻長-体重関係式としては、研究対象とした生月島に近接する長崎県宇久島沿岸のクロアワビについて得られた結果¹¹⁾ を用いた。また、研究対象海域での漁期は短期間であることから、以下の検討においては各漁期における漁獲は一斉漁獲とみなした。自然死亡率を D とすると、 $t+1$ 才群の漁期当初の資源個体数 N_{t+1} は以下の式で表される。

$$N_{t+1} = N_t \cdot (1-E) \cdot (1-D) \quad \text{--- (3)}$$

E については、1980～'82年の各年における5日単位の漁獲統計を用いてDeLury法によって推定し、その結果得られた0.6を採用した。さらに、既往の知見¹⁰⁾ から、自然死亡率 D として0.2を適用した。つぎに、定常状態における漁獲量 W は以下の式で表される。

$$W = \sum_{t=k}^{t=l} W_t \quad \text{--- (4)}$$

ここで、 k は漁獲開始年齢であり、 l は漁獲最終年齢である。(1)～(4)式を解くことで、加入量 N_k と N_l および C_t を求めることができる。

以上の計算により得られた数値をもとに、制限殻長を10.5cmから10.0cmに引き下げた場合の年別漁獲量を計算した。¹²⁾

2-1-2. 結果

1980年から'82年までの平均漁獲量は 8.3tであり、この条件下で漁獲開始年齢 $k=3$ 、漁獲最終年齢 $l=10$ として計算し、Table 3 に示した。それによると、この期間における加入個体数（3才群の個体数、以下加入量という）は毎年約48,000と計算された。

次に、上記の計算で得られた初期資源個体数をもとに、制限殻長を10.0cmに引き下げた場合についてはTable 4 に示すような計算結果が得られた。漁獲量は 9.0tと計算され、制限殻長を引き下げた1983年の実際の漁獲量9.1tに極めて近い値を示した。

同様にして翌1984年の漁獲量を求めると、Table 5 に示すように、8.4tとなった。一方、この年の実際の漁獲量は10.8tで、計算値とは相違した。

この相違を生じた主要な原因の一つとして、制限殻長の引き下げが行われた翌年以降、小型個体への漁獲強度が高められたことが想定され、それは漁業

者の認識とも一致した。ここでは計算値を上回った漁獲部分は、小型個体（3~4才群）に対する漁獲強度の増加によるものとみなし、実際の漁獲量と等しくなるよう1984年以降の各年における年齢別漁獲個体数を再計算した。

1983年から'86年までの計算値と実際の漁獲量との対比をFig.12に示した。1984年から'85年までは、実際の漁獲量が計算値を上回ったが、'87年には逆に下回った。

1988年から'90年の漁獲量は平均 3.7tで再び安定して推移している。そこで、1988年以降の資源が新たな定常状態に移行したものとみなし、前記の方法により加入個体数および年齢組成を計算した。計算結果はTable 6 に示すように、加入個体数は1980~'82年における約48,000の水準から、約23,000の水準に低下したことを示した。Table 6 に示した年齢組成（Table中の C_t ）から推定される漁獲物の殻長組成と1989年に実測した殻長組成を比較したが、両者

Table 3. Summary of calculations on age composition and catch amount of the abalone by diving fishery in Ikitsuki district, 1980-'82. Calculations are made, assuming the stock to be in equilibrium state. The shell length of recruit to the fishery is 10.5cm.

Age(t)	w_t (g)	N_t	Q_t	C_t	W_t (kg)	N_{t+1}
3	172.1	47,945	0.036	1,036	178	37,528
4	202.4	37,528	0.466	10,493	2,124	21,628
5	262.6	21,628	0.909	11,796	3,098	7,866
6	366.6	7,866	0.994	4,691	1,720	2,540
7	481.7	2,540	1.000	1,524	734	813
8	602.7	813	1.000	488	294	260
9	717.7	260	1.000	156	112	83
10	821.6	83	1.000	50	41	27
Total(Calculated catch)					8,300	

w_t , Average weight of shells at age t ; N_t , Population size in number at age t ;
 Q_t , Availability at age t ; C_t , Catch in number at age t ;
 W_t , Catch in weight at age t

Table 4. The calculated and the actual catch amount of abalone by diving fishery in Ikitsuki district in 1983 when size limit was reduced from 10.5cm to 10.0cm in shell length.

Age(t)	w_t (g)	N_t	Q_t	C_t	W_t (kg)	N_{t+1}
3	150.5	47,945	0.082	2,359	355	36,469
4	185.7	37,528	0.620	13,960	2,592	18,854
5	256.3	21,628	0.960	12,458	3,193	7,336
6	365.7	7,866	0.998	4,710	1,722	2,525
7	481.7	2,540	1.000	1,524	734	813
8	602.7	813	1.000	488	294	260
9	717.0	260	1.000	156	112	83
10	821.6	83	1.000	50	41	27
Total(Calculated catch)					9,044	
Actual catch					9,140	

* See footnotes of Table 3.

Table 5. The calculated and the actual catch amount of disk abalone by diving fishery in 1984. The difference between the actual catch and the calculated catch may be caused by intensive fishing of young shells in 1984.

Age(t)	w_t (g)	N_t	Q_t	C_t	W_t (kg)	N_{t+1}
3	150.5	47,945	0.082	2,359	355	36,469
4	185.7	36,469	0.620	13,566	2,519	18,322
5	256.3	18,854	0.960	10,860	2,783	6,395
6	365.7	7,336	0.998	4,393	1,606	2,355
7	481.7	2,525	1.000	1,515	730	808
8	602.7	813	1.000	488	294	260
9	717.0	260	1.000	156	112	83
10	821.6	83	1.000	50	41	27
Total(Calculated catch)					8,441	
Actual catch					10,755	

* See footnotes of Table 3.

Table 6. Summary of calculations of age composition and catch amount of disk abalone by diving fishery in 1988-'90. Calculations are made assuming the stock to be equilibrium state. The shell length of recruit to the fishery is 10.0cm.

Age(<i>t</i>)	w_t (g)	N_t	Q_t	C_t	W_t (kg)	N_{t+1}
3	150.5	22,610	0.082	1,112	167	17,198
4	185.7	17,198	0.620	6,398	1,188	8,640
5	256.3	8,640	0.960	4,977	1,276	2,931
6	365.7	2,931	0.998	1,755	642	941
7	481.7	941	1.000	564	272	301
8	602.7	301	1.000	181	109	96
9	717.0	96	1.000	58	41	31
10	821.6	31	1.000	18	15	10
Total(Calculated catch)					3,710	

* See footnotes of Table 3.

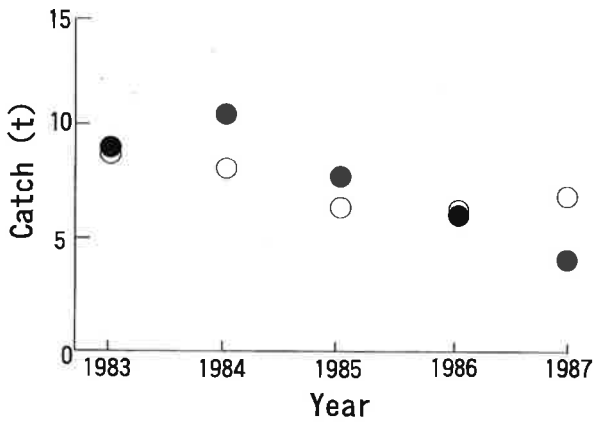


Fig. 12. Comparison of calculated and actual catch, 1983-'87, in Ikitsuki district. Calculated catch made, assuming the recruit to be constant.
○, calculated; ●, actual

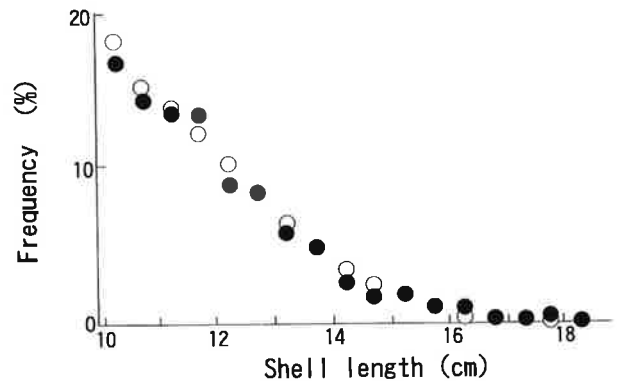


Fig. 13. Shell length frequency for the calculated catch from 1988 to 1990 and that for the actual catch in 1989 in Ikitsuki district.
○, calculated; ●, actual

は極めてよく一致した (Fig.13).

2-1-3. 考察

1983年における実際の漁獲量が制限殻長を引き下

げた場合の計算結果と一致したことからみて、当該年における漁獲量の一時的な増大は、制限殻長の引き下げによって小型個体に対する漁獲強度が高まったことによるものと考えられる。さらに1985年以降でみられた漁獲量の大幅な減少は、Fig.12に示した計算結果からみて、成長乱獲によるものとは考えが

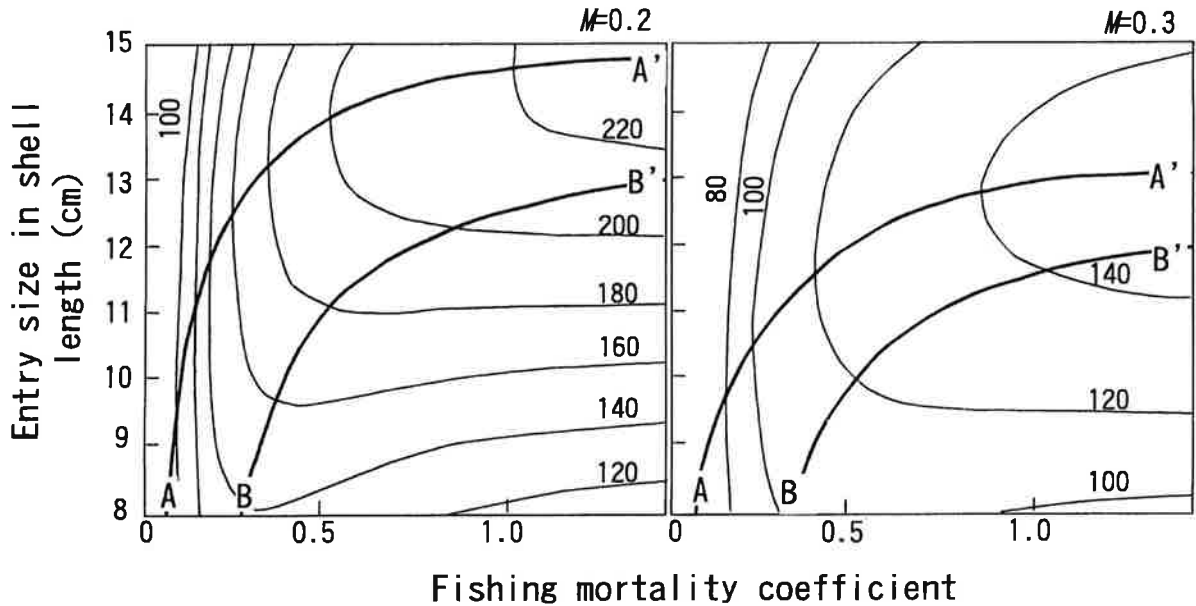


Fig. 14. Yield isopleth diagrams of disk abalone, with two values of natural mortality coefficient, 0.2 and 0.3. Line A-A' shows the eumetric yield curve. Line B-B' shows the relation of entry size to fishing mortality coefficient at 1/3 level of virgin stock in terms of parental stock size.

たく、1984年以降の小型個体に対する漁獲圧の増大が1987年頃から加入量の大幅な減少、即ち加入乱獲を招いたためであると考えられる。この結果として、1988年以降は低い水準の定常状態に移行したものであろう。

Fig.14に、自然死亡係数 $M=0.2$ および $M=0.3$ の二つの条件下で作成した加入量当たり等漁獲量線図を示す。AA'は、ある F に対して最大の漁獲量を与える漁獲開始殻長を示している。研究対象とした漁場における漁獲率 $E=0.6$ に対応する漁獲係数 F は 1.1となるが、この条件下で加入量当たり漁獲量を最大とするための加入サイズは、殻長13.0~14.5 cmであることが示される。

また BB'は4才以上の親貝資源の重量が、処女資源における重量の $1/3$ に減少したとき、最大持続生産量を与える漁獲係数と漁獲開始殻長との関係で、それを等漁獲量線図に重ね合わせて示してある。最大持続生産量を与える資源水準は、BB'よりも下になることはないと思われる。¹⁰⁾ $F=1.1$ の条件下で加入乱獲に陥らないようにするためには、制限殻長

を11.5~12.5cm以上に引き上げることが望ましい。

2-2. 漁獲目標値の設定による漁獲量制限

2-2-1. 漁期前評価による漁獲目標値の設定

2-2-1-1. 資料と方法

原資料として、巖原町漁業協同組合阿連支所アワビ・サザエ素潜り漁業者の、1991~'94年の4年間のクロアワビ殻長測定結果および操業日誌を用いた。操業日誌には操業漁場、操業時間、種類別漁獲個体数に加え、操業時の標的種が記録されている。

目標漁獲量は、漁期開始前にとり決められる年間漁獲量で、その漁期の資源豊度に見合った値を設定する必要がある。そこで、資源豊度の多寡を示す指標として、標的種操業時における当該標的種のC P U E (漁獲個体数/操業時間)を用いることとし、その漁期前評価を試みた。

まず、年別に操業日誌を整理し、クロアワビを標

的とした操業における同種のCPU Eの年平均を求めた。

次に、各年の殻長測定結果から殻長区間1cm毎の頻度分布を求め、その結果と対馬海域における同種の年齢と成長に関する知見¹⁹⁾をもとに、漁獲対象年齢を5~10才として繰返し計算²⁰⁾を行ない、各年における年齢組成を推定した。同支所における制限殻長は、1992年の漁期後半以降、それまでの10.5cmから11.5cmに引き上げられている。また、制限殻長近傍の区間では漁業者のサイズ選択によって分布型に偏りが生じるため、計算に用いた頻度分布の最小階級値は、制限殻長10.5cmおよび11.5cmの条件下でそれぞれ11.0cmおよび12.0cmを採用し、それを下回るものについてはage-length-keyを計算して年齢組成を推定した。

推定結果をもとに各年の年齢別CPU Eを計算して、ある年の年齢別CPU Eの値からの翌年のCPU Eを推定する方法について検討した。

まず、 i 年 ($i=1991, 1992, 1993, 1994$) における j 才群 ($j=5, 6, \dots, 10$) のCPU E ($U_{i,j}$) を当該漁期の制限殻長下での利用度 $A_{j,j}$ (各年齢群が漁獲対象となる比率) で除して標準化し、 $U_{i,j}$ とした。

$$U_{i,j} = U_{i,j} / A_{j,j}$$

次に、 $U_{i,j}$ と $U_{i+1,j+1}$ との平均比率 α_j を以下の計算によって求めた。

$$\alpha_j = \frac{\sum_{i=1991}^{i=1993} U_{i+1,j+1}}{\sum_{i=1991}^{i=1993} U_{i,j}} \quad (j=5, 6, \dots, 8)$$

また、 α_9 および α_{10} については同じ値とみなし、

以下の計算によって求めた。

$$\alpha_9 = \alpha_{10} = \frac{\sum_{i=1991}^{i=1993} U_{i+1,10}}{\sum_{i=1991}^{i=1993} (U_{i,9} + U_{i,10})}$$

k 年における年齢別CPU E ($U_{k,j}$) の値から、 $k+1$ 年における6才群以上のCPU E ($U_{k+1,j}$) は、以下の計算によって推定できる。

$$U_{k+j}^{\wedge} = U_{k,j-1} \cdot \alpha_{j-1} \cdot A_{k+1,j} \quad (j=6, 7, \dots, 9)$$

$$U_{k+1,10}^{\wedge} = (U_{k,9} + U_{k,10}) \cdot \alpha_9 \cdot A_{k+1,10}$$

また、 $k+1$ 年における5才のCPU E ($U_{k+1,5}$) については、4年間の平均値を用い、

$$U_{k+1,5}^{\wedge} = \frac{\sum_{i=1991}^{i=1994} U_{i,5}}{4} \cdot A_{k+1,5}$$

とした。

$k+1$ 年の標的種CPU E (U_{k+1}) の推定値 U_{k+1}^{\wedge} は、以下の計算によって求められる。

$$U_{k+1}^{\wedge} = \sum_{j=5}^{j=10} U_{k+1,j}^{\wedge}$$

同様に、 i 年の制限殻長の条件下において漁獲対象となる j 才群の平均個体重を $w_{i,j}$ とすれば、 i 年における操業時間当たり漁獲重量 UW_i は以下の計算によって求められる。

$$UW_i = \sum_{j=5}^{j=10} (U_{i,j} \cdot w_{i,j})$$

また、 $k+1$ 年における操業時間当たり漁獲重量の推定値 UW_{k+1}^{\wedge} は以下の計算によって求められる。

$$UW_{k+1}^{\wedge} = \sum_{j=5}^{j=10} (U_{k+1,j}^{\wedge} \cdot w_{k+1,j})$$

上述の計算方法によって U_{k+1}^{\wedge} および UW_{k+1}^{\wedge} を $k=1991, 1992, 1993$ として試験的に計算し、実測値である U_{k+1} および UW_{k+1} と比較した。

2-2-1-2. 結果

1991~'94年のクロアワビを標的種とした操業におけるクロアワビのCPU EをTable 7に示した。各年のCPU Eは、3.5~4.1の範囲にあった。

殻長測定調査結果をもとに推定した年齢組成は、比較的大きな変動を示した (Fig.15)。

年別のCPU Eと年齢組成をもとに計算した、各年の年齢別CPU E ($U_{i,j}$) をTable 8に示した。それによれば、 $i \geq 6$ においては、すべて $U_{i,j} \geq U_{i+1,j+1}$ となっており、このことは漁獲および自然死亡による資源量の減少を示している。一方、 $j=5$ では、 $i=1991, 1992$ においては $U_{i+5} > U_{i+1,6}$ であったが、 $i=1993$ では逆に $U_{1993,5} < U_{1994,6}$ となった。この理由は、1992年の制限殻長の引き上げによって、5才群の利

Table 7. CPUE values of disk abalone by directed operations of target species in 1991-'94. Data are obtained from catch log of diving fishery in Are district.

Target species	CPUE(shells/hour)			
	1991	1992	1993	1994
Disk abalone	4.1	3.6	3.5	4.0
Giant abalone	0.5	0.4	0.4	0.5
Topshell	0.4	0.3	0.4	0.3
Weighted arithmetic mean	1.4	0.7	1.0	0.9

Table 8. Calculated CPUE values by age-class of disk abalone by directed operations of diving fishery in Are district, 1991-'94.

Age	CPUE(shells/hour)			
	1991	1992	1993	1994
5	1.3	1.0	0.8	1.6
6	1.5	1.0	1.1	0.9
7	0.6	0.9	0.7	0.8
8	0.5	0.5	0.7	0.4
9	0.1	0.1	0.1	0.2
10≤	0.1	0.1	0.1	0.1
Total	4.1	3.6	3.5	4.0

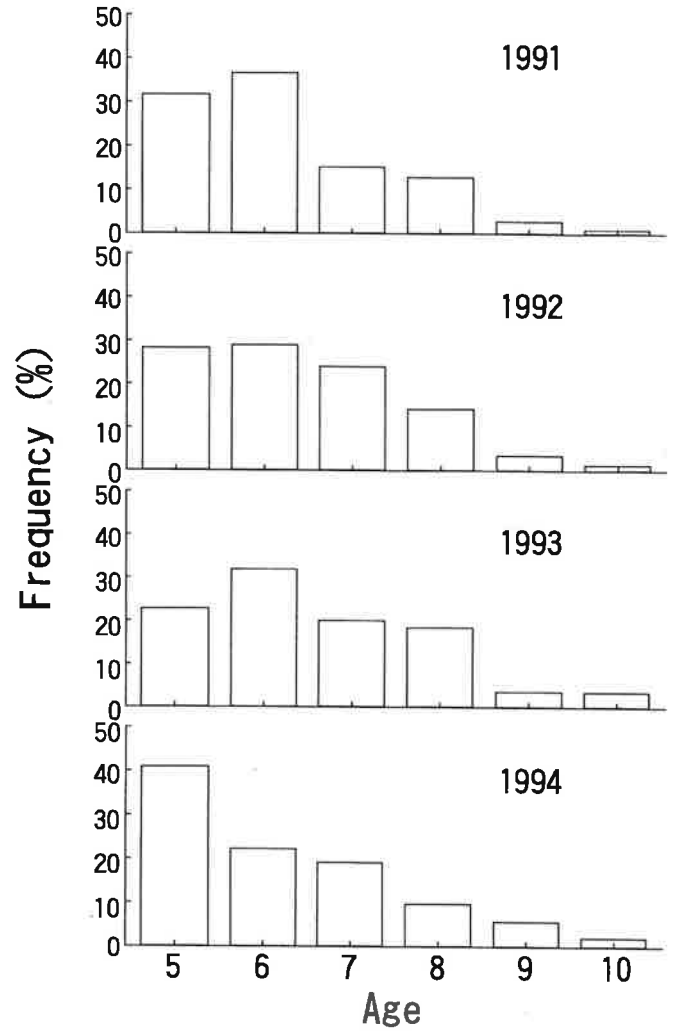


Fig. 15. Estimated age composition of disk abalone harvested by diving fishery in Are district, 1991-'94.

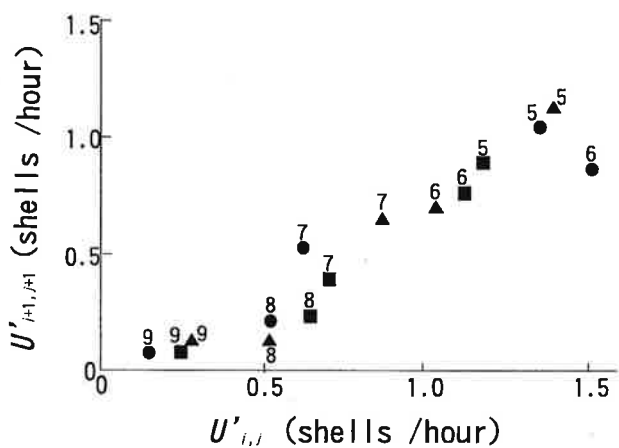


Fig. 16. Relationship between $U'_{i,j}$ and $U'_{i+1,j+1}$. $U'_{i,j}$ is index of stock abundance of j (age) in i (year). Number above each symbol shows j . ●, $i=1991$; ▲, $i=1992$; ■, $i=1993$.

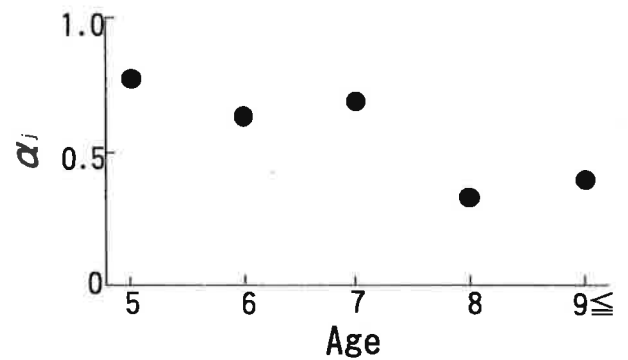


Fig. 17. α_j values in each age in Are district. Data are shown as average in 1991-'94.

$$\alpha_j = \frac{\sum_{i=1991}^{i=1993} U_{i+1,j+1}}{\sum_{i=1991}^{i=1993} U_{i,j}} \quad (j = 5, 6, \dots, 8)$$

see fig. 16.

Table 9. Comparison of estimated and actual CPUE values in individuals and weight by directed operations of diving fishery in Are district. 1992-'94.

Year	CPUE(shells/hour)			CPUE(weight(kg)/hour)		
	Estimated	Actual	Deviation	Estimated	Actual	Deviation
1992	3.9	3.6	-8%	1.4	1.4	+1%
1993	3.7	3.5	-3%	1.3	1.3	-1%
1994	3.5	4.0	+13%	1.2	1.3	+6%

用度が低下したためである。

次に、 $U_{i,j}$ と $U_{i+1,j+1}$ との関係をFig.16に示したが、両者間には高い相関関係が認められた。さらに、 α_j の計算結果をFig.17に示した。 α_j の値は α_5 が最も高い値となり、 α_6 と α_7 では大きな差異は認められなかったが、 α_8 および α_9 では0.3~0.4の低い値を示した。

$k=1991,1992,1993$ とした場合の U_{k+1} および UW_{k+1} の計算結果を実測値 U_{k+1} および UW_{k+1} の値とあわせてTable 9 に示した。両者間の誤差は、 U_{k+1} および UW_{k+1} でそれぞれ3~13%および1~6%と比較的小さな範囲にあった。

2-2-1-3. 考 察

年齢組成は研究対象とした期間で比較的大きく変動し、特に加入年齢である5才群の占める比率については、1992年の漁期中において制限殻長が引き上げられたことを考慮しても変動が大きく、加入量の水準が、この期間において不安定であったことが示唆される。

α_j の値で α_5 が最も高い値を示したのは、5才群の一部が漁獲加入殻長に達していないため、年齢群の漁獲死亡率が低いと考えられる。一方、8~10才群について α_j の値が低くなるのは、大型個体は操

業時に発見され易く漁獲強度が高まるため、もしくは高齢の個体において自然死亡率が高まる²¹⁾ ためとみられ、これについては更に検討が必要である。

推定値 U_{k+1} および UW_{k+1} と、実測値 U_{k+1} および UW_{k+1} の値との間の誤差は比較的小さく、実用的な範囲内にあるとみられ、上述の方法によって、漁期前にCPUEを推定できるものと考えられた。

目標漁獲量は、その漁期の資源豊度に見合った値に設定される必要がある。 UW_{k+1} は $k+1$ 年における資源重量の多寡を示す値とみなされるので、 k 年の総漁獲量を C_k とすれば、 $k+1$ 年の目標漁獲量 C_{k+1} については、当面、

$$C_{k+1} = C_k \cdot UW_{k+1} / UW_k$$

として設定することができよう。

上記の計算方法については、漁獲努力量の年変動を考慮しておらず、また漁獲加入年齢である5才群のCPUEについて各年の平均値を用いているため、必ずしも精度の高い推定値が得られるとは限らない。したがって、漁期前に設定した目標漁獲量については、漁期開始後の早い時期に、それまでの漁況や漁獲物の殻長組成等の資料を検討した結果にもとづいて修正を加え、²²⁾ よりきめ細かな漁業管理を進めていく必要がある。

2-2-2. 初漁期の漁況にもとづく漁獲目標値の

設定

2-2-2-1. 資料と方法

原資料として、1986～'91年の素潜り漁業者のアワビ・サザエ漁獲量に関する個人別資料（水揚伝票）を用いた。漁期である5～9月の漁獲対象はアワビ類とサザエに限られ、資料にはクロアワビ、アカおよびサザエの種類別に、日別の漁獲重量が記録されている。

これらの原資料を用いて、種類別の漁獲量と、それらに対応する努力量に関する統計値を整理し、以下の検討に用いた。種類別の努力量は、操業日ごとにその種類を漁獲した漁業者の実数を用いて「人・日」の単位で表し、また以下の検討においては10人・日を1努力単位として扱った。

上記の努力量と漁獲量の統計値を用い、ある年の初漁期の漁獲状況から、その年の漁期に達成し得るであろう全漁獲量（最終達成漁獲量）を次のような方法によって評価した。

まず年別に累積努力量（10人・日単位で示す）に対応する累積漁獲量を求め、それらの累積漁獲量とその年の最終達成漁獲量との関係を調べ、相関係数（ r ）によって両者の相関の程度を示すことにした。ここで、漁期末までの累積努力量は年によって異なるが、それら各年の累積努力量のうち最小の値に対応する漁獲量を各年の最終達成漁獲量とみなして取り扱った。

上記のようにして求められる累積漁獲量と最終達成漁獲量（ C_F ）との相関係数の系列のうち、最も高い相関係数が得られた場合の累積漁獲量（ C_S ）によってその年の最終達成漁獲量を予測することとし、 C_S と C_F の回帰関係によって示される C_F の計算値 C_F を目標漁獲量とした。²²⁾

2-2-2-2. 結果

各年の日別の努力量と漁獲量の統計値をもとに、10人・日単位の累積努力量ごとに、対応する累積漁獲量を整理した。操業日ごとの累積努力量は必ずしも10人・日の倍数にはならないため、端数となる部分は単位努力量あたりの漁獲量を用いて補正した。漁期末までの累積努力量は年によって異なるが、それらのうち最小の値はクロでは460人・日（1989年）、アカでは600人・日（1989年）、サザエでは540人・日（1991年）であった。したがって、本研究ではこれらの累積努力量に対応した漁獲量を最終達成漁獲量として取り扱った。

クロを例にとり、1986～'90年の各累積努力量に対応した累積漁獲量と最終達成漁獲量との相関係数 r の計算過程をTable 10に示した。両者の関係は5年分の資料から求めており、相関係数の有意水準表からみて r の値が0.8783を上回る場合は危険率5%で両者間に回帰性があるとみなし得る。²³⁾ この結果、1986～'90年の資料から得られた回帰式を用いて1991年の目標漁獲量を評価することができる。

種類ごとに、累積努力量の推移に伴う相関係数（ r ）の変化をFig.18に示す。いずれの種類においても、 r の変化過程は漁期前半に特徴的な峰をもつ曲線として示された。しかし漁期前半において r が最大となる（峰の頂点に達する）ときの累積努力量（ X_S ）は種類により異なり、クロ、アカ、サザエでそれぞれ20人・日、190人・日、80人・日であった。また r はクロ、サザエでは一般に高い値を示したが、アカはある累積努力量に達するまでの間、相対的に低い値を示した。

2-2-2-3. 考察

漁期開始後の早い時期にその年の最終達成漁獲量

Table 10. Computation of correlation between cumulative catch and annual catch (C_F) by diving fishery in Are district, illustrated for disk abalone in 1991 season.

Cumulative effort (worker-days)	Cumulative catch(kg)					Coefficient of correlation r
	1986	1987	1988	1989	1990	
10	80.6	44.0	36.8	33.6	34.5	0.964
20	161.2	88.1	73.5	67.2	69.1	0.964
30	241.8	132.1	110.3	100.0	101.0	0.962
40	331.2	151.8	140.1	132.1	131.1	0.936
460	1,702.4	1,195.8	862.2	807.1	996.7	1.000
470	1,729.5	1,215.2	872.5		1,011.3	

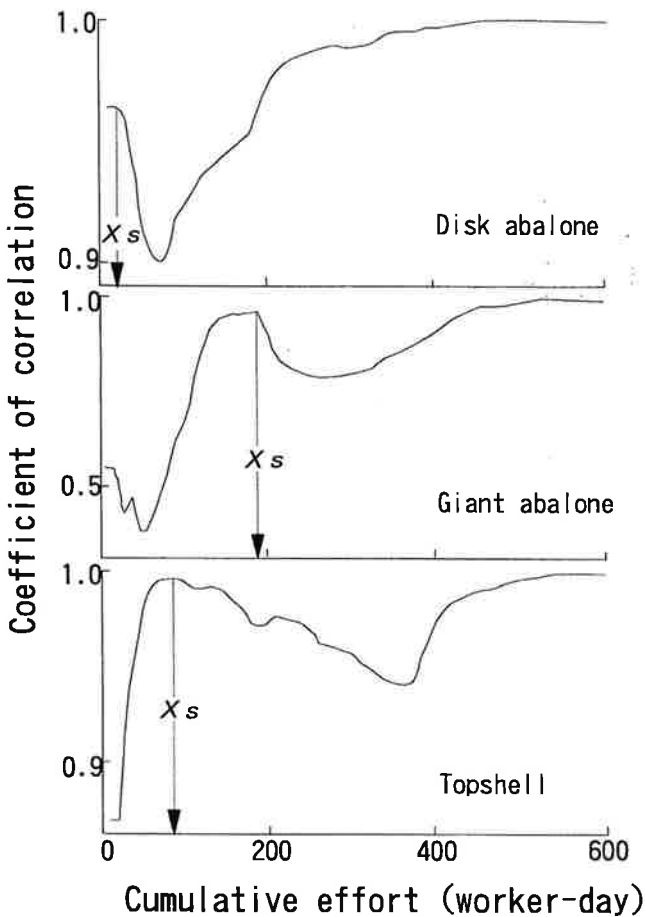


Fig. 18. Coefficient of correlation (r) between cumulative catch and annual catch (C_F), plotted against cumulative effort, based on the 1986-'91 effort-catch data of diving fishery in Are district. Effort was measured in 10 worker-days unit. Arrows indicate a cumulative effort (C_S) to give the highest value of r in the early fishing season.
 C_F : Annual catch corresponding to a minimal value of effort among the yearly effort data.

を見積もるといふ目的からすると、その見積もりに用いる累積漁獲量に対応する累積努力量は、できるだけ小さな値であることが望ましい。また評価精度を高めるためには、 r が高いほど好ましい。

Fig.18に示される例の場合、峰の頂点に対応する累積努力量が漁期全体に占める割合は、クロ、アカ、サザエでそれぞれ3~4%、28~32%、11~15%の範囲にあり、できるだけ早期に評価するという目的にかなっているものとみられた。また、このときの r の値はクロ、アカ、サザエでそれぞれ0.964、0.976、0.998の高い値を示し、回帰性が認められた。したがって、これらの累積努力量に対応した累積漁獲量を用いて1991年の目標漁獲量を評価することが可能である。

クロを例にとり、各年において累積努力量が20人・日のときの累積漁獲量 (C_S) と最終達成漁獲量 (C_F) との関係を図19に示す。両者の関係は以下の回帰直線で表せた。

$$C_F = 304.2 + 8.8 \cdot C_S$$

1991年についてみると、累積努力量が20人・日のときの累積漁獲量は79.5kgである。したがって、上記の式から1991年における目標漁獲量 C_F^* は1,004kg

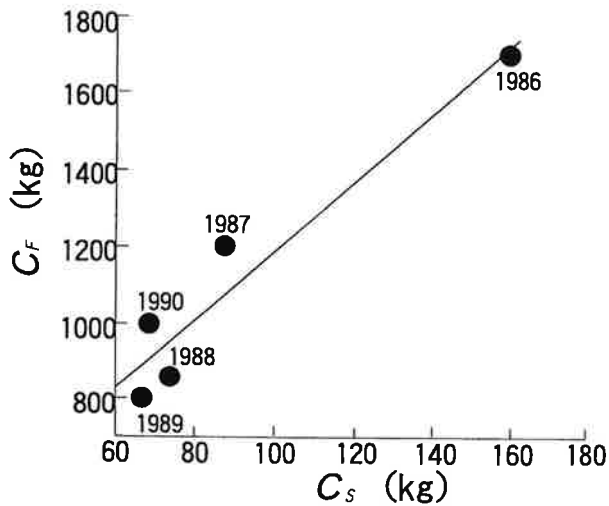


Fig. 19. Relationship between C_s and C_f . Number above each symbol show year. C_s : cumulative catch corresponding to X_s . (see Fig.18).

Table 11. Calculated values of the guideline harvest compared with the actual in Are district in 1991 season.

Species	Guideline harvest (kg)	Actual catch (kg)
Disk abalone	1,004	992
Giant abalone	1,883	2,077
Topshell	6,124	6,090

Table 12. Calculated values of the guideline harvest compared with actual catches for the years. 1986-'91, in Are district.

Species		Year					
		1986	1987	1988	1989	1990	1991
Disk abalone	Guideline harvest(kg)	2,256	1,054	972	922	865	1,004
	Actual catch(kg)	1,702	1,196	862	807	996	992
	Deviation(%)	-25	+14	-11	-13	+15	-1
Giant abalone	Guideline harvest(kg)	2,663	2,344	2,783	2,223	1,662	1,883
	Actual catch(kg)	2,630	2,700	2,610	1,969	1,693	2,007
	Deviation(%)	-1	+15	-6	-11	+2	+13
Topshell	Guideline harvest(kg)	4,724	8,523	7,364	6,034	7,101	6,124
	Actual catch(kg)	4,528	8,497	7,255	6,265	7,054	6,090
	Deviation(%)	-4	0	-2	+4	-1	-1

と評価された。

このような方法によって求めた、1991年における種類ごとの目標漁獲量の評価値と実際の最終達成漁獲量をTable 11に示す。評価値と実際の値は近似している。

同様の方法により、1986~'90年の各年についても、評価対象年を除く5ヶ年分の資料を用いて目標漁獲量を評価した。その結果を1991年の結果とあわせて

Table 12に示す。評価値と実際値との差は比較的小さく、各年の評価値はいずれも実用的な範囲内にあるとみられ、上述の方法によって目標漁獲量の評価が可能であると考えられた。

2-3. まとめ

アワビ・サザエ漁業の資源管理を進めるにあたっ

て、サイズ規制と総漁獲量の制限は、極めて有効な手法である。

しかし、これらの措置を講じる場合には、その地区の資源動向に見合った内容を設定する必要がある。例えば、総漁獲量制限に関しては、適正な漁獲量を上回る総漁獲量制限値が設定された場合には、乱獲となる可能性がある。

生月漁業協同組合の事例では、制限殻長の引き下げが資源量水準の低下を招いた可能性を示した。近年、価格の上昇に伴ってアワビ類に対する漁獲強度は増加しつつあると考えられるため、資源量の減少がみられる地区では、漁獲強度に応じた制限殻長の再設定が必要である。また、漁獲量の減少分を制限殻長の引き下げによる小型個体の漁獲で補完することは、一時的な漁獲量の回復はあってもその後の急激な資源減少に結びつく恐れがあり、行なうべきでない。

さらに、計画的生産を行なうための指標となる目標漁獲量については、当該漁期の資源量水準に応じて設定することが可能であることを示した。資源量評価にもとづく目標漁獲量の設定とその漁期内修正による資源管理手法については、幾つかの研究事例がある。^{24,25)} アワビ・サザエ素潜り漁業の場合にも、漁期前において目標漁獲量を設定し、さらに初漁期での再評価によって修正を加えつつ、その漁期の資源量水準に応じた漁獲を行なうことが、有効な資源管理方策であると考えられた。

第3章 種苗放流と資源の増殖

漁場内の資源量を維持しつつ高い水準での漁獲を継続するためには、種苗放流の実施は有効な方法の一つである。磯根素潜り漁業の対象種としては、アワビ類、サザエ、ウニ類などの人工種苗が全国各地で放流されている。1992年における放流個体数を

1977年と比較すると、アワビ類は7,019,000から25,758,000に、サザエは263,000から2,066,000に増加している。²⁶⁾しかし、漁場の生産力を活用して計画的漁業生産を行なうために必要な知見となる種苗放流個体数と持続漁獲量との関係については、これまで十分な検討がなされているとは言い難い。このような観点から、野外実験漁場にサザエ人工種苗を放流し、5年間にわたって漁場内の密度分布調査を行ない、放流個体数と持続漁獲量との関係を明らかにした。²⁷⁾

また、長崎県巖原町阿連地区におけるクロアワビ種苗の年級群別放流個体数と、その年別漁獲個体数との関係を調べ、回収率からみた期待漁獲量を明らかにした。

さらに、放流漁場における漁獲強度が非放流漁場と比較して高く、その結果放流漁場で漁獲される個体の小型化を招いていることを明らかにした。²⁸⁾

3-1. 野外実験によるサザエ放流可能個体数の推定

3-1-1. 資料と方法

実験漁場 実験漁場(80×100m)を、長崎県上対馬町鰐浦地先に設けた(Fig.20)。また、漁獲による資源密度の変化が無いよう、実験漁場とその周辺の漁場を、関係者らと協議の上、禁漁区とした。

実験漁場の底質および等深線をFig.21に示した。実験漁場においては、岸側から沖側に向かって岩盤がせり出し、その周辺部は転石帯である。岩盤の形状は、岸側では亀裂やくぼみなどの起伏が多く、沖側では比較的平滑である。また、水深10m以深は、礫が点在する砂質である。

放流種苗 1986年から1990年(1988年を除く)の間で、5月または6月に、実験漁場の岸側に、人工種苗を放流した(Table 13)。放流は素潜りによって行

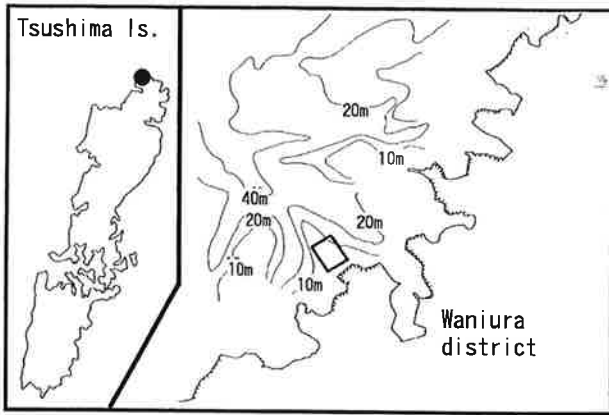


Fig. 20. Map showing the Tsushima Island and the research area, Waniura district.

Table 13. Summary of seeds and seed-stocking in the research area, Waniura district.

Production	Stocking	Number	Mean height(mm)
Oct., 1984	Jul., 1986	1,000	25.6±2.5
Oct., 1985	May, 1987	3,000	22.1±2.7
May, 1988	Jun., 1989	3,000	17.2±2.2
Jul., 1989	May, 1990	2,000	18.8±2.3

ない、可能な限り均等に、大潮干潮線付近の岩盤の亀裂やくぼみ（ウニ穴など）を選んで放流した。

放流に用いた種苗は、長崎県水産試験場増養殖研究所で生産されたものである。放流時の平均殻高は17.2～25.6mmで、放流個体数は1,000～3,000とした。密度分布の推定 1987年から1991年にかけて毎年1回、5月または6月に、ライントランセクト法によって、実験漁場内の密度分布を調べた。ラインの数は8本とし、10m間隔で岸側から沖側に向けて平行に設定した。調査はスクーバ潜水によって行ない、ダイバーがラインの両側1.5mの範囲内（1987年調査では両側1.0mの範囲内）に出現した個体をラインの5m区間毎にまとめて採集し、陸上で殻高を測定した後、元の場所に戻した。

各年における実験漁場内の年齢群別密度分布を以下の方法によって求めた。即ち、各年の殻高頻度分

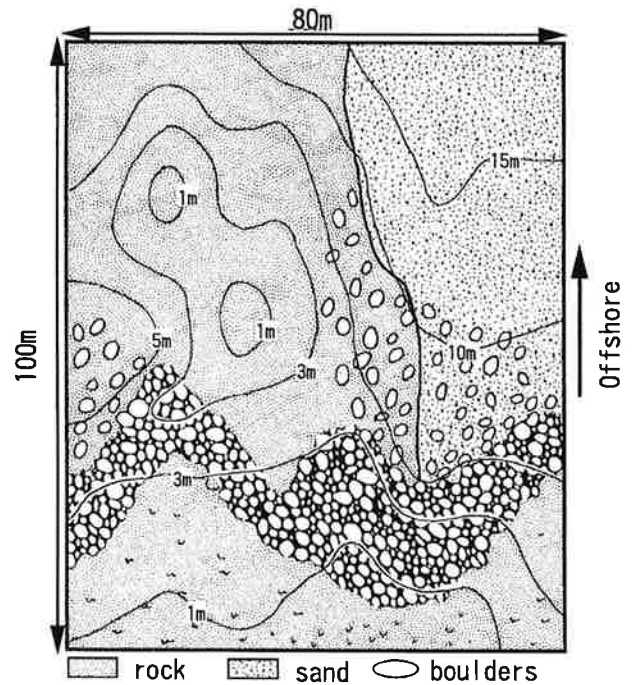


Fig. 21. Profile of sea bed in the research area in Waniura district.

布から堤・田中のプログラム²⁹⁾を用いて年齢群を分離し、その結果得られた年齢群別個体数、平均殻高およびその標準偏差の値を用いて、各年におけるage-length-key（殻高5mm毎）を作成した。このage-length-keyと密度分布調査結果から、各年における年齢群別等分布密度線図を作成した。

年生存率の推定 実験漁場内における資源動態の検討に必要な年生存率を以下の方法によって推定した。まず、各年で得られた年齢群別等分布図から密度一等高線法³⁰⁾によって年齢群別生息個体数を求め、Leaの方法³¹⁾によって3才以上の年平均生存率を求めた。さらに、1才から3才の2年間における生存率については、1989年放流群の1991年（3才時）における生息個体数と放流個体数から計算した。

可能漁獲量と必要放流個体数 実験漁場におけるバイオマスの最大観察値を許容生息量の過小評価値とみなし、毎年の漁獲量を持続させるのに必要な放流個体数（必要放流個体数）と漁獲率との組み合わせ

を計算し、その条件下において持続的な生産が可能
な漁獲量（可能漁獲量）について、年生残率と年齢
別平均個体重の各値を用いて計算した。

3-1-2. 結 果

密度分布 1987年および1991年の年齢群別水平密度
分布をFig.22,23に示した。1987年では、1986年放流
個体が含まれる1984年級群（3才群）が岸側に高密度
で分布し、放流個体が含まれない他の年齢群の生
息密度は低かった。一方、1991年においては、天然
の1989年級群（2才群）は岸側に比較的低い密度で、
また1990年放流群（2才群）は高い密度で分布した。
また、1989年放流個体が含まれる1988年級群（3才

群）は、岸側から沖側の岩盤にわたって、比較的高
い密度で分布した。放流個体が含まれない1987年級
群（4才群）の分布は認められず、1986年から1987
年にかけての放流個体が含まれる1986年以前の年級
群（5才以上群）は沖側に高い密度で分布した。以
上の結果から、実験漁場における資源密度は、人工
種苗の放流によって大幅な増加が認められ、資源増
殖のためには種苗放流が有効な方法の一つであるこ
とが示された。

年生残率 年齢別生息個体数の推定結果をTable14
に示した。2才から翌年の3才にかけて個体数は増
加したが、3才以上の年齢群については、全て減少
した。2才群から3才群にかけて個体数が増加する
原因を個体のサイズによる発見率の相違によるもの

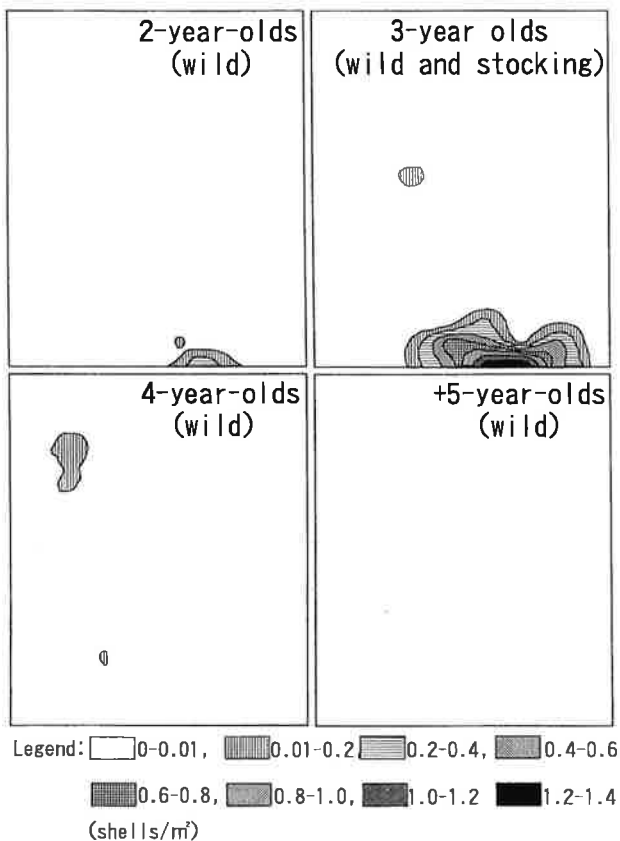


Fig. 22. Horizontal density distribution by age-groups in 1987 in the research area (see Fig. 21.). The stocking and the wild population are combined for 3-year-old shells. The +5-year-olds of the wild population were not observed in 1987.

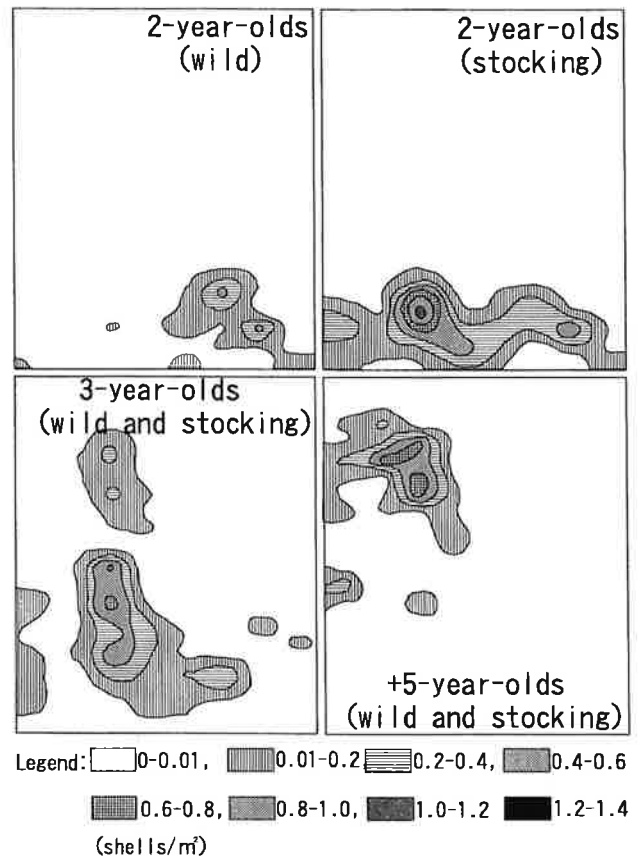


Fig. 23. Horizontal density distribution by age-groups in 1991 in the research area (see Fig. 21.). The stocking and the wild population are combined for 3-year-olds. Seed-stocking was not made in 1988, and 4-year-olds were not observed in 1991.

Table 14. Estimated abundance of shells by age-group in the research area, Waniura district. 1988-'91.

Age	Year			
	1988	1989	1990	1991
2	0	41	436	1,126
3	911	208	61	1,037
4	460	778	76	0
5≤	723	737	754	705
Total	2,094	1,763	1,326	2,868

Table 15. Calculated number of recruit (1-year-old shells) and age groups to sustain total biomass of +4-year-old shells at the highest level (223.1kg) in the research area, Waniura district.

Age	Number	Mean weight(g)	Biomass(kg)
1	3,015* ¹	—	—
3	694* ²	—	—
4	451	128	57.5
5	293	187	54.8
6	191	220	41.8
7	124	234	28.9
8	81	240	19.3
9	52	242	12.6
10	34	243	8.2
Total			223.1

*1 The survival rate was given as 0.2/2years, for shells younger than 3-year-olds.

*2 The survival rate was given as 0.65/year. for shells +3-year-olds.

とみなして計算から除外すると、3才以上の個体の年生残率は0.65と計算された。この値は、バイオマスの年変化を用いた計算によって得られた数値³²⁾とほぼ一致した。また、1989年放流群について、1才群の生息個体数(放流個体数)が3,000であったのに対し、1991年における3才群の生息個体数は689であったことから、1才から3才までの2年間における生残率は0.23と推定された。

可能漁獲量と必要放流個体数 4才以上の個体について、そのバイオマスの年変化をFig.24に示したが、

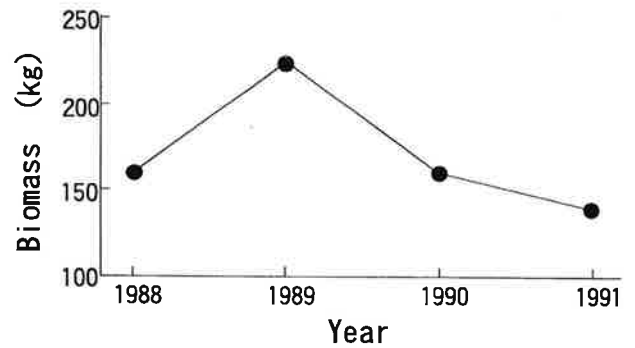


Fig. 24. Yearly changes of biomass of +4-year-old shells, 1988-'91. in the research area (see Fig. 21).

Table 16. Expected catches in combination of the rate of exploitation and the stocking number, when the biomass of +4-year-old shells was sustained at the highest level in the research area, Waniura district.

Rate of exploitation	Stocking number	Recruit in number of 1-year-olds*	Catch (kg)
0.3	3,879	5,022	67
0.5	5,540	6,683	112
0.7	7,414	8,557	156

* Including natural recruit, 1,183.

その最大値は1989年に観察された223.1kgであった。ここでは、最大観察値である223.1kgを許容生息量の過小評価値とみなし、それを維持するために必要となる放流個体数を推定した。

即ち、4才以上の年齢群のバイオマスが223.1kgとなるのに必要な1才群の加入個体数は、生残率および年齢別平均体重を用いた計算によって、3,015と推定された(Table 15)。一方、天然個体の1才群加入数について、各年の3才群個体数から当該年級群の1才時加入数を推定し、得られた値から放流個体数を差し引いて求めた。加入数は、1984~'88年の各年級群の平均で1,143と推定された。したがって、当該漁場において、漁獲の無い状態でバイオマスを最大に維持するために必要となる放流個体数は、1,872と見積もられた。

一方、必要放流個体数と漁獲率との関係およびその条件下での可能漁獲量については、漁獲率を0.3、0.5および0.7のそれぞれの条件下で計算した (Table 16).

3-1-3. 考 察

今回研究対象とした実験漁場については、4年間にわたる密度分布調査結果をもとにサザエの最大許容生息量を評価し、それにもとづいて持続可能漁獲量を最大とするための必要放流個体数を推定した。さらに、この場合、漁獲加入年齢や漁獲率をどう設定するかといった営漁計画にもとづいて、放流個体数と可能漁獲量の決定が可能であることを示した。

一般漁場における最大許容生息量は、餌料の環境や棲み場の形状などの複雑な要因による変動が大きいと考えられるため、その評価にもとづく放流個体数の決定は必ずしも容易でない。しかし、造成漁場や禁漁区漁場などの、比較的限定された漁場については、今回用いたような方法によって、漁場の生産力を最大限に利用するための営漁計画に関する指針を得ることが可能である。

3-2. クロアワビ放流個体の回収率と期待漁獲量の推定

3-2-1. 資料と方法

資料として、長崎県厳原町漁業協同組合阿連支所におけるクロアワビ種苗放流実績、年別漁獲量および1990~'94年に実施した殻長測定調査の結果を用いた。

殻長測定調査は各年の漁期中 (5~9月) で数回実施し、まずその日に漁獲されたクロアワビ全個体について、ワイヤブラシで殻頂部の付着物を除去し

て放流個体か天然個体かを識別した。即ち、殻頂部が人工飼育個体に特有の緑色を呈しているものを放流個体、そうでないものを天然個体とみなし、さらに殻長を測定した。

各年の殻長測定結果をもとに、年齢別放流個体漁獲数を計算した (計算方法は、pp.134と同様の方法を用いた.)。

このようにして得られた1990~'94年の年齢群別漁獲個体数と年齢群別放流個体数をもとに年齢別の平均回収率を求め、生涯回収率を推定した。

3-2-2. 結 果

阿連地区におけるクロアワビ種苗の年齢群別放流個体数と1990~'94年における各年齢群の回収個体数をTable17に示した。さらに、各年齢群の年齢別回収率の平均値と制限殻長11.5cmの条件下における平均漁獲対象個体重量、およびそれらの値から求めた1放流個体あたりの期待漁獲重量をTable18に示した。回収率は、5才で2.6%と最も高い値を示した。また5~10才の累積回収率 (生涯回収率) は5.8%と推定された。一方、期待漁獲重量については6才が6.4gで最も高い値を示し、5~10才の累積期待漁獲重量は17.6gと推定された。

3-2-3. 考 察

アワビ類の日本各地における回収率調査例³³⁾をTable 19に示した。阿連地区における生涯回収率 (5.8%) は、神奈川県の上回るが、山口県、福岡県の調査事例と比較してやや低い値を示した。

一方、クロアワビの市場価格は1997年には9,000円/kg前後であることから、1放流個体あたりの期待漁獲金額は、160円程度と見積られた。

1997年現在、長崎県におけるクロアワビ種苗の配

Table 17. Number of stocking and Catches of released shells for year-class in Are district. 1990-'94.

Year-class	Stocking		Yearly catches in number				
	Length(mm)	Number	1990	1991	1992	1993	1994
1981	10~20	10,000	0	0	—	—	—
1982	10	10,000	4	3	0	—	—
”	60~70	750					
1983	20	2,000	14	27	3	10	—
”	40~50	4,000					
1984	40~50	6,700	161	129	21	5	1
1985	40~50	7,910	674	440	75	43	11
1986	20	15,000	—	456	143	49	33
”	40~50	22,000					
1987	40~50	13,800	—	—	142	115	51
1988	20	7,000	—	—	—	97	81
1989	40~50	29,063	—	—	—	—	220

布単価は、15mmサイズで27円である。阿連地区では放流サイズ（40mm）までの中間育成を漁業者が当番制（無報酬）で実施しており、また餌料は地元で採集したワカメやアラメ等を用いているため、中間育成に要する経費はあまりかからず、放流に要する経費は種苗購入費を含めて1個体あたり60円~70円とみられる。したがって、期待漁獲金額（160円）が放流に要する経費を上回ることから、放流事業としての収支は満たされているものと考えられる。

生涯回収率が山口県や福岡県の事例と比較して低いのは、阿連地区においてはムラサキウニ漁業（徒歩採取）による小型個体の混獲を懸念し、クロアワビ種苗をウニ漁業の影響がおよばない程度の深い場所に放流しているためであると考えられる。クロアワビ種苗の放流場所としては浅所が好ましいとされており³⁴⁾、回収率を高めるためには、放流漁場中の場所の選定、放流方法および放流漁場の漁業管理等について、ウニ漁業者との協議が必要と考えられる。

Table 18. Calculation of expected catches for seed-stocking with disk abalone in Are district.

Age	Rate of* ¹ recovery (%)	Mean weight* ² (g)	Expected catch per seeds (g)
5	2.58	238	6.14
6	2.07	310	6.42
7	0.72	406	2.92
8	0.29	500	1.45
9	0.06	590	0.35
10	0.05	674	0.34
Total	5.77		17.62

*1 Average values in 1990-'94.

*2 When the length of recruit to the fishery is 11.5cm.

3-3. クロアワビ放流漁場と非放流漁場における漁獲強度の相違

3-3-1. 資料と方法

Table 19. The recovery rate of released disk abalone seeds in some areas*

Research area	Number of seed released	Evaluated recovery rate(%)	Fisheries
Matsuwa, Kanagawa pref.	28,319~33,750	2.8~2.9	diving, tonging
Jogashima, Kanagawa pref.	52,000~130,000	3.0~6.4	diving, tonging
Nagai, Kanagawa pref.	10,000~125,000	3.5	diving, tonging
Shinoshima, Aichi pref.	29,300	13.9	diving
Utago, Yamaguchi pref.	6,300~45,092	17.3	diving, tonging
Oshima, Fukuoka pref.	54,018~87,420	4.5~37.3	squba diving, diving, tonging
Iwaya, Fukuoka pref.	14,680~71,000	10.0~19.1	diving

* Adapted from "Abalone Seed Stocking Manual", Aomori pref. *et al*, 1990 (in Japanese).

放流個体と天然個体に対する漁獲強度 資料として、長崎県厳原町漁業協同組合阿連支所におけるクロアワビ種苗放流実績、年別漁獲量および1990~'94年に実施した殻長測定調査の結果を用いた。

殻長測定調査は各年の漁期中（5~9月）で数回実施し、まずその日に漁獲されたクロアワビ全個体について、ワイヤブラシで殻頂部の付着物を除去して放流個体か天然個体かを識別した。即ち、殻頂部が人工飼育個体に特有の緑色を呈しているものを放流個体、そうでないものを天然個体とみなし、さらに殻長を測定した。

各年の殻長測定結果をもとに、放流個体と天然個体の年齢別漁獲個体数を推定した（計算方法は、pp. 134と同様の方法を用いた。）。

上記によって求めた年別年齢別漁獲個体数の各値から、Leaの方法によって放流個体と天然個体の別に平均年生残率を求め、漁獲強度の差異を明らかにした。

放流漁場と非放流漁場における資源密度 阿連地区において1991~'93年に漁獲対象となる放流個体（40mmサイズ）は、Fig.25に示した漁場（A, B）で放流された（Table20）。このうちBは1987~'91年の期間禁漁区とされており、資源の状態が一般の漁場

とは異なると考え、以下の検討においては、放流漁場をA、また非放流漁場をAとB以外の漁場とし、Bは対象としなかった。また、20mmサイズの人工種苗15,000個体がA、B以外の漁場で放流されたが、これらの生残率は40mmサイズと比較して著しく低いとみられるため³⁵⁾ 漁獲対象にならなかったものとみなして以降の検討を行なった。

資料として、1991~'93年のアワビ・サザエ素潜り漁業者の操業日誌を用いた。操業日誌には、日別に、操業漁場、操業時間、種類別漁獲個体数および操業時の標的種が記録されている。これらの操業日誌をもとに、クロアワビを標的とした操業時のCPU Eを放流漁場と非放流漁場の別に求め、両漁場における資源密度の差異を明らかにした。

資源密度と漁獲強度との関係 まず、操業日誌をもとに、クロアワビを標的とした操業におけるCPU Eの平均値を単位期間（5日間）毎に計算した。さらに、全操業時間のうちクロアワビを標的とした操業に向けられた時間の割合（クロアワビに対する努力配分）を単位期間毎に求めた。このようにして得られたCPU Eと努力配分の各値についてその相関を求め、資源密度と漁獲強度との関係を明らかにした。
放流漁場と非放流漁場における殻長組成の相違 ま

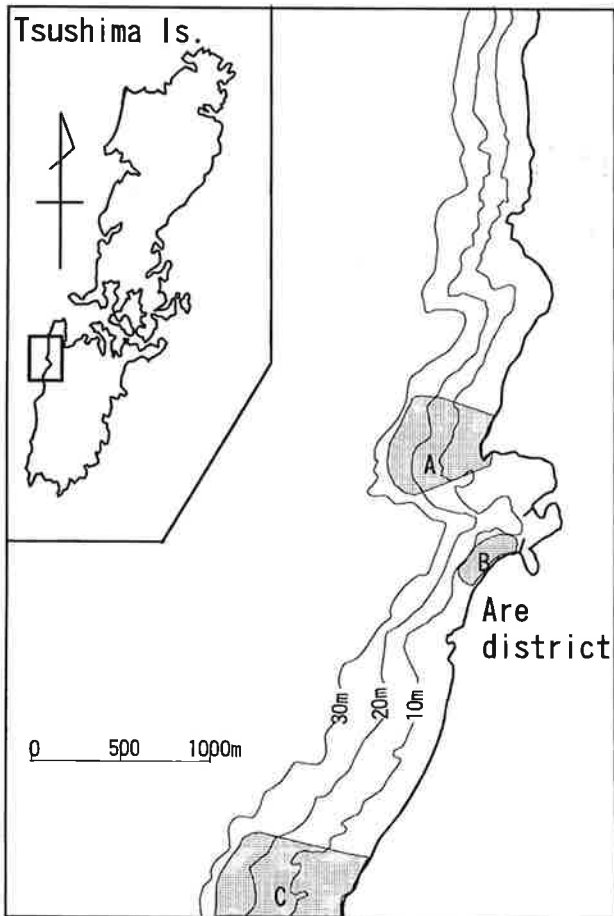


Fig. 25. Location of research area, Are district. Fishing ground A and B were stocked with disk abalone, and ground C was non-stocked ground.

ず、1990～'93年の殻長測定調査結果について調査日毎に整理し、放流個体混獲率（全漁獲個体のうち放流個体が占める割合）と漁獲された天然個体の平均殻長との関係を調査日毎に計算した。得られた放流個体混獲率と天然個体平均殻長の各値についてその相関を求め、放流漁場と非放流漁場から漁獲された天然個体の平均殻長の相違を明らかにした。

さらに、非放流漁場のうち1漁場（Fig.25中のC）を選び、漁業者に漁場名を記した測定用紙を配布して、1994年に漁場A、Cで漁獲されたクロアワビの殻長測定を依頼した。同年の漁期終了後に測定用紙を回収し、漁場別に天然個体の殻長組成を求め、放流漁場と非放流漁場における殻長組成の相違を明らかにした。

Table 20. Stocked ground with disk abalone and the number of released shells harvested in 1991-'93 by diving fishery in Are district.

Year-class	Stocked ground*	Number
1983	B	4,000
1984	B	6,700
1985	A	7,910
1986	A	22,000
1987	A	13,800

* The location of the ground was showed in Fig. 25.

3-3-2. 結果

1990～'94年の年級群別漁獲個体数について、天然個体の漁獲数をTable21に示した。また放流個体の漁獲数はTable17に示してある。天然個体と放流個体の平均年生残率（6才以上）は、それぞれ0.64および0.37と計算され、天然個体が放流個体を大きく上回った。

放流漁場と非放流漁場においてクロアワビを標的とした操業時のC P U E（1991～'93年の平均値）を放流個体と天然個体の別に示した（Table22）。天然個体のC P U Eについては漁場間で大きな相違は認められなかったが、放流個体については放流漁場におけるC P U Eが非放流漁場を大きく上回り、その結果として、天然個体と放流個体の合計において放流漁場が天然漁場を上回った。

単位期間（5日間）毎のクロアワビを標的とした操業時のC P U Eと当該漁場におけるクロアワビに対する努力配分との関係をFig.26に示した。漁場にかかわらず、C P U Eと努力配分との間には正相関がみとめられ、放流漁場と非放流漁場を込みにした回帰直線は $Y=0.886 \cdot X-0.1295$ であった。

殻長測定調査日毎の放流個体混獲率と、同日に漁獲された天然個体の平均殻長との間には、1991年を

Table 21. Catch in number of wild disk abalone in each year-class by diving fishery in Are district, 1990-'94.

Year-class	Stocked ground*				
	1990	1991	1992	1993	1994
1981	120	31	—	—	—
1982	227	87	26	—	—
1983	354	389	67	63	—
1984	690	363	262	71	67
1985	1,052	749	403	336	176
1986	—	572	433	364	285
1987	—	—	422	542	570
1988	—	—	—	372	641
1989	—	—	—	—	1,104

* Catch in number of released shells showed in Table 17.

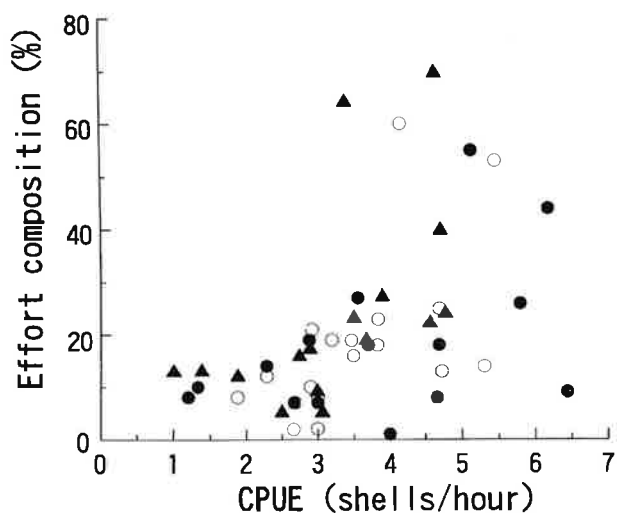


Fig. 26. Relationships between CPUE and effort composition for disk abalone by directed operations of diving fishery in Are district. The effort are measured by the operated h (time). Data are presented with the average values in 1991-'93.

●, stocked ground; ▲, non-stocked ground; ○, average.

除き, 明らかな負の相関がみられた (Fig.27). また, Fig.28に1994年における放流漁場と非放流漁場の天然クロアワビ殻長組成を示した. 両者のモードは明らかに相違しており, 放流漁場で漁獲された天然個体の平均殻長は, 非放流漁場における平均殻長を下回った.

Table 22. Comparison of CPUE values of disk abalone in stocked ground with that in non-stocked ground by diving fishery in Are district. The values were shown as average in 1991-'94.

Catch	CPUE*(shells/hour)	
	Stocked ground	Non-stocked ground
Wild	3.0	3.3
Released	1.7	0.3
Total	4.7	3.6

* The values were calculated with directed operation hour.

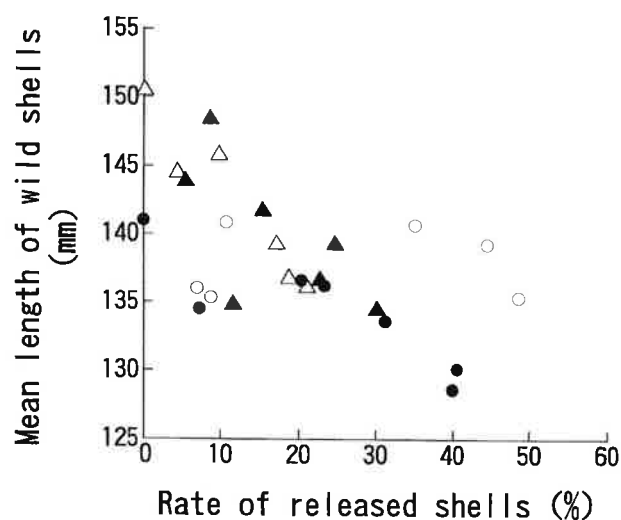


Fig. 27. Relationships between rate of released shells among the all landed shells and mean length of wild shells landed in 1990-'93 by diving fishery in Are district.

●, 1990; ○, 1991; ▲, 1992; △, 1993.

3-3-3. 考察

天然個体と放流個体の生残率が大きく異なるのは, 漁獲加入後の両者の自然死亡率に差が無いと考えられることから, 放流個体に対する漁獲強度が天然個体を上回るためであると考えられる. アワビ類の自然死亡率は0.2程度とみられるが,³⁵⁾ その場合, 天然個体と放流個体の漁獲率はそれぞれ0.16および0.43となり, 後者が2.7倍となる. このような差異が生じる理由は, 以下のように考えられる. 即ち, 放流漁場

におけるCPU Eが高いのは、天然個体の資源密度が高いためでは無く、放流個体の添加によって全体の資源密度が増加したためである。Fig.26で示されるように、CPU Eが高まるに従って漁獲強度も高まる傾向にあることから、種苗放流によって資源密度が増加した放流漁場における漁獲強度は、非放流漁場を上回ると考えられる。放流個体は放流漁場を中心に分布するのに対して、天然個体は漁場全域に分布している。従って、放流個体は大部分が高い漁獲強度に晒されるのに対して天然個体では漁獲強度にばらつきが生じ、その結果、放流個体に対する漁獲強度が天然個体を上回ったものと考えられる。

さらに、殻長測定調査日毎の放流個体混獲率と同日に漁獲された天然個体の平均殻長とに、1991年を除く各年で高い負の相関が認められた理由は以下のように考えられる。即ち、放流個体混獲率が高い操業日は放流漁場で漁獲された個体の割合が高く、逆に低い場合は非放流漁場で漁獲された個体の割合が高い。また天然個体についても、放流個体混獲率は、放流漁場および非放流漁場における漁獲個体数の割合を示していると考えられる。したがって、ここで示された負の相関関係は、放流漁場で漁獲された天然個体が非放流漁場で漁獲された天然個体よりも小型であることを示唆しており、さらに1994年の漁場別殻長測定調査結果も同様の結果を示した。なお1991年において相関がみられなかったのは、同年に禁漁区漁場が解放されており、禁漁によって当該漁場に生息する天然個体が保護されていたため、漁獲死亡が無く小型化が認められなかったものと考えられる。

以上のように、放流漁場においては、種苗放流による資源密度の増加にともなって漁獲強度が高まり、その結果天然個体を含めた生息個体の小型化が引き起こされたものと考えられる。

この知見は、アワビ類の種苗放流による資源増殖

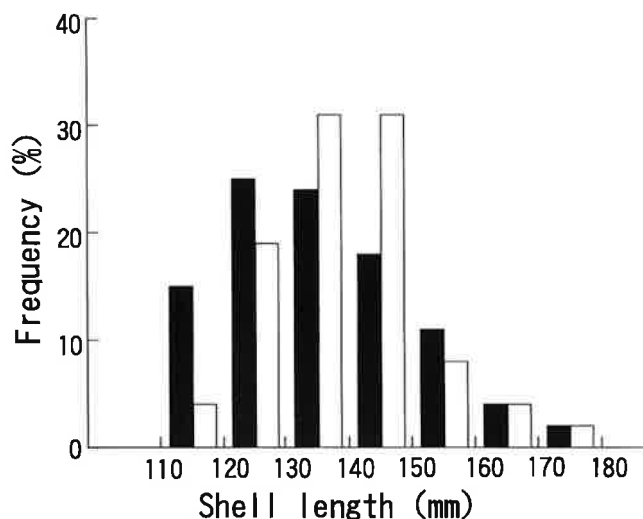


Fig. 28. Comparison of length composition of wild shells harvested by diving fishery at stocked ground A and non-stocked ground C. (See Fig. 25). ■, ground A; □, ground C.

を図るうえで重要であると考えられ、種苗放流を行なう漁場については、放流個体の資源添加による漁獲強度の変化を考慮し、操業期間の短縮や隔年操業などの措置を講じつつ、資源の有効利用を図るべきであろう。

3-4. まとめ

長崎県上対馬町鰐浦地区の禁漁区では、サザエ人工種苗の放流による資源密度の増大が認められた。また、長崎県厳原町阿連地区においては、クロアワビ人工種苗の放流によって、放流漁場のCPU Eが非放流漁場よりも高くなり、さらに放流による期待漁獲金額は放流経費を上回ると考えられた。

これらの結果からみて、アワビ類やサザエの資源増殖を図るうえで、人工種苗の放流は極めて有効な方法の一つであると考えられる。

しかし、放流によって増加した資源の有効利用を図るためには、計画的に放流漁場を利用する必要がある。即ち、鰐浦地区のように許容生息量の評価が

可能な漁場については、その評価にもとづいて必要放流個体数と可能漁獲量を算定し、計画的な漁業生産を行なって資源の有効利用を図ることが望ましい。また、一般の漁場に放流する場合には以下の点を留意する必要がある。すなわち、阿連地区でみられたように、放流漁場においては、資源密度の増加にもなって漁獲強度が高まることにより、生息個体の成長を合理的に利用しない意味の乱獲（成長乱獲）³⁶⁾が引き起こされる可能性がある。放流を行なうにあたって、天然個体の資源密度が高い漁場を対象種の好適な漁場環境であるとみなし、そのような漁場を放流漁場として選ぶ場合も少なくない。しかし、天然個体の生息密度が高い漁場は既に高い漁獲強度に晒されていると考えられるため、放流を行なう場合には、漁獲加入後の適切な漁業管理が必要である。さらに、天然個体の資源密度が低い漁場（Fig.26の場合には、C P U Eが回帰直線のX軸切片である1.7個体/時を下回る漁場）で放流を行なう場合は、資源密度の増加が一定の水準に達しなければ、当該種を標的とした漁獲努力が少ないために漁獲回収率が低くなる。放流個体数とそれによる資源密度の増加量との関係は漁場により異なり、その評価は容易でないと考えられる。漁場別の評価を可能にするためには、さらに長期にわたる操業日誌や殻長測定調査を行なって、漁場別の検討を重ねる必要がある。

第4章 総合考察

アワビ・サザエ素潜り漁業は、アワビオコシと呼ばれる道具を唯一の漁具として操業を行なっている。機械化によって能率的な漁獲が可能となりつつある漁船漁業とは異なり、素潜り漁業の漁獲効率は漁業者一人一人の技術水準によって決まる。また、ある漁業者がどの種類を標的としてどの漁場で操業したかによって、操業日毎の種類別漁獲量は異なる。即

ち、アワビ・サザエ素潜り漁業における最も重要な操業特性の一つは、漁獲効率が漁業者の意思決定によって異なることである。したがって、アワビ・サザエ素潜り漁業においては、他の漁法で広く用いられる努力量と漁獲量統計にもとづく資源量の推定方法や資源評価方法の適用は、漁獲効率が不均一であることからみて、困難であると考えられる。しかし、日々の操業において選択された標的種と操業漁場、および種類別漁獲量に関する情報が操業日誌等によって得られれば、資源量水準の評価が可能となることが明らかとなった。

また、漁獲対象であるアワビ類やサザエは、生まれてから漁獲対象となるまでに、アワビ類では3～5年、サザエでは3年を要する。年々の加入量は、生まれてから漁獲対象となるまでの間の海況や害敵種の生物量などによって変動するため、アワビ類やサザエにおいては、再生産関係を考慮した可能漁獲量の算定による資源管理は容易でないと考えられる。しかし、ある年における資源量の多寡を見積もることができれば、それまでの数年間の年間漁獲量を参考に目標漁獲量を設定し、さらに適切な制限殻長を設定することで、乱獲を防ぐことは可能である。そのためには、例えば漁期前の試験操業などによってその年の資源量水準を評価する方法もあるが、それには相当な調査努力を必要とする。そこで、本研究では標的種操業における年齢別C P U Eの推移にもとづく漁期前評価と、初漁期の漁獲統計を用いた漁期内評価の二つの方法を検討し、いずれも実用的な評価が可能であることを示した。

これらの検討結果からみて、アワビ・サザエ素潜り漁業の資源管理においては年々の資源量水準に応じた漁業管理が有効であり、Fig.29に示したような進め方による漁業管理が望ましいと考えられる。

さらに、アワビ類やサザエの資源増殖を図るうえでは、人工種苗の放流は有効な方法の一つであるこ

とが確かめられた。しかし、放流によって増加した資源の有効利用を図るためには、放流個体数と資源密度の増加との関係を明らかにするとともに、それによる漁獲強度の変化を考慮して放流漁場を利用する必要がある。

上述のようなアワビ・サザエ素潜り漁業の資源管理を進めるにあたり最も重要なことは、漁業者らが自発的な意志によって取り組むことである。本研究を進めるにあたり、巖原町阿連地区の素潜り漁業者らは、日々の操業において、多項目にわたる操業日誌を船上で記入し、また操業の疲労を厭うことなくアワビ類天然個体および放流個体の殻長測定調査を自らの資源管理対策の一環として無報酬で実施した。漁業者自らがこのような努力を払い、さらに適切な対策を総意の下に実行できるような態勢を整えることが、アワビ・サザエ素潜り漁業の資源管理を進めるうえでは極めて重要であろう。

謝 辞

本研究をとりまとめるにあたり、懇切なご指導とご校閲を賜った九州大学農学部教授松浦修平博士、同教授中園明信博士、同助教授松山倫也博士に深甚の謝意を表す。また本研究に取り組む機会を与えられ、多くのご教示をいただいた元水産大学校教授竹下貢二博士に深く感謝する。

元水産庁中央水産研究所研究管理官加藤史彦氏と前長崎県総合水産試験場漁業資源部長町田末廣氏（ともに故人）には、資源研究の方法について、生前多くのご指導を賜った。厚くお礼申し上げるとともに、心よりご冥福をお祈り申し上げます。

長崎県総合水産試験場次長四井敏雄博士には、常に重要なお助言と懇切かつ適切なお指導を賜った。長崎県総合水産試験場栽培漁業科長前迫信彦氏、種苗開発科長藤井明彦博士には、常にご指導と激励を

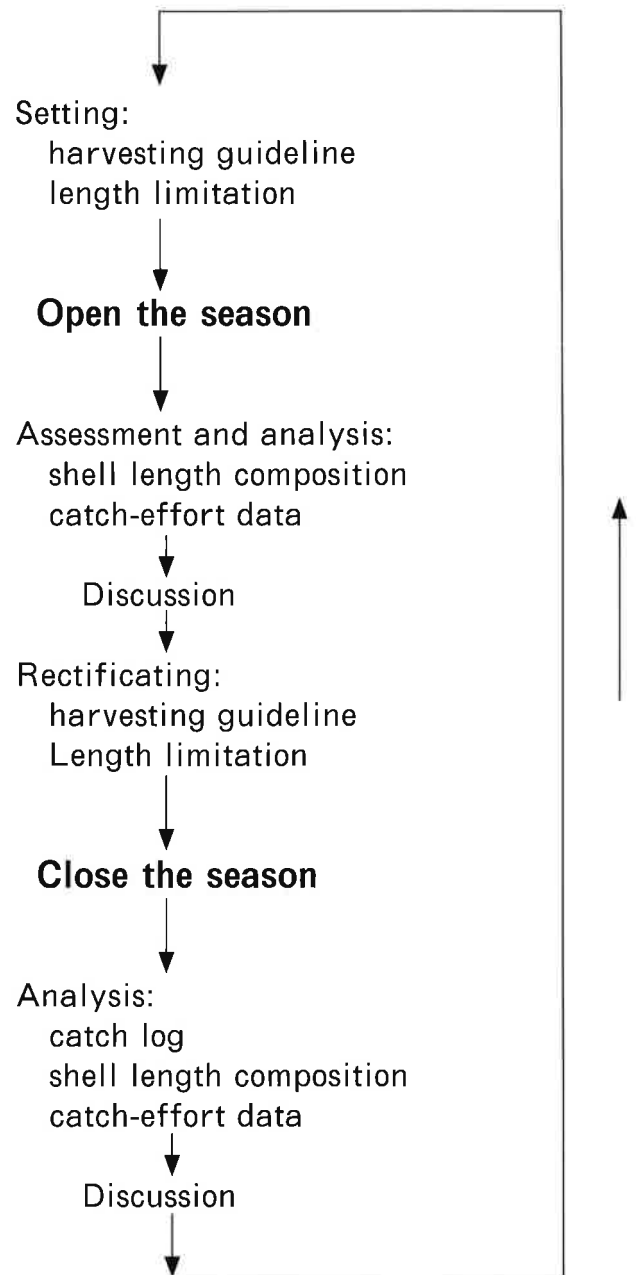


Fig. 29. Desirable flow of fishery management on abalone and topshell diving fishery.

賜った。心より厚くお礼申し上げます。

さらに、長崎県巖原町漁業協同組合阿連支所海士組合の方々には、操業の疲労を厭うことなく、操業日誌をはじめ貴重な調査資料を数多く提供して頂くとともに、日頃より暖かい激励を賜った。心より厚くお礼申し上げます。また長崎県対馬水産業改良普及所、田平水産業改良普及所の職員各位には、調査に

際して様々な便宜を図って頂いた。記して謝意を表する。

文 献

- 1) 猪野 峻：邦産アワビ属の増殖に関する生物学的研究。東海区水研報，5，1-102(1952)。
- 2) 宇野 寛：サザエの増殖に関する基礎研究。東水大特別研究報告，6(2)，1-76(1962)。
- 3) 田中邦三：千葉県安房地区におけるクロアワビの増殖に関する研究。日水研報，38，21-132(1988)。
- 4) 小島 博：徳島県由岐町阿部漁協のアワビの漁業管理による生産効果の推定。栽培技研，14(1)，7-12(1985)。
- 5) Zhao,B. ,Tanaka,E. and Yamada,J. : Stock assessment of abalone in Kisakata, Akita Prefecture. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 59(11), 1823-1830(1993)。
- 6) 小島 博・中久喜昭・谷本尚則・石橋喜美子：徳島県海部郡産クロアワビ資源の研究－Ⅱ 海士漁業と資源特性値。東海区水研報，93，45-62(1978)。
- 7) Matsumiya,Y. and Matsuishi,T. : Estimation of population parameters by optimizing catch effort allocation. *Res. Popul. Ecol.*, 31(2), 305-310(1989)。
- 8) 平山信夫・山田作太郎・菊地 弘・山田潤一：DeLury法の修正とアワビ採捕漁業への応用。日水誌，55(3)，409-416(1989)。
- 9) 堀井豊充：アワビ・サザエ素潜り漁業における目的種別操業とその漁獲物組成。長崎水試研報，19，17-22(1993)。
- 10) 田中邦三：対馬暖流域のサザエ資源。日水研連絡ニュース，340，1-3(1987)。
- 11) 市来忠彦：長崎県宇久島沿岸におけるクロアワビの成長。長崎水試研報，6，11-12(1980)。
- 12) 井上正昭：アワビのすみつきと海底地形。水産増殖，20(3)，147-160(1972)。
- 13) 岡部三雄・桑原昭彦・西村元延・葭矢 譲：サザエの増殖，日本水産資源保護協会，東京，pp.31-33(1989)。
- 14) 竹下貢二：カニかご漁場。北部太平洋の漁場，かご漁業の漁場とその資源，「かご漁業」(日本水産学会編)，恒星社厚生閣，東京，pp.106-107(1981)。
- 15) 土井長之：漁況予報の理論と実際，水産研究叢書22，日本水産資源保護協会，東京，pp.18-20(1972)。
- 16) 井上正昭：アワビの種苗放流とその効果。アワビの種苗放流，「種苗の放流効果－アワビ・クルマエビ・マダイ」(日本水産学会編)，恒星社厚生閣，東京，pp.9-25(1976)。
- 17) 堀井豊充・野口松治・一丸俊雄：クロアワビの制限殻長に関する二，三の考察。長崎水試研報，17，25-30(1991)。
- 18) 土井長之：水産資源力学入門，日本水産資源保護協会，東京，p.53(1975)。
- 19) 長崎水試：大規模増殖場開発事業調査報告書(上対馬地区)，pp.17-19(1982)。
- 20) 真子 渺・松宮義晴：銘柄組成による年齢組成の推定。西海区水研報，50，1-8(1977)。
- 21) Chen,S. and Watanabe,S. : Age dependence of natural mortality coefficient in fish population dynamics. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 55(2), 205-208(1989)。
- 22) 堀井豊充：アワビ・サザエ素潜り漁業における目標漁獲量設定のための一試案。長崎水試研報，18，9-16(1992)。
- 23) 岸根卓郎：理論・応用統計学，14版，養賢堂，東京，p.592(1986)。
- 24) 中村義治・平山信夫・深町孝子：漁業管理運用システムによるホッキ貝桁網漁業の適正配船計画。

日水誌, 59(4), 601-608(1993).

25) 愛知県：平成4年度資源管理型漁業推進総合対策事業報告書（広域回遊資源），pp.4-19(1993).

26) 日本栽培漁業協会：栽培漁業種苗生産・放流統計，東京，pp. 78-84(1995).

27) 堀井豊充・藤井明彦・前迫信彦：放流漁場内におけるサザエ種苗の移動，および放流個体数と可能漁獲量との関係について．水産増殖，45(2)，187-193(1997).

28) 堀井豊充：クロアワビ種苗放流により生じた漁獲強度の増大と漁獲個体の小型化について，水産増殖，46(1)，13-17(1998).

29) 堤 祐昭・田中雅生：体長頻度分布からの世代解析．パソコンによる資源解析プログラム集，東海区水研，pp.189-207(1988).

30) Rounsefell, G.A. and Everhart, W.H.：海洋漁業と淡水漁業（佐藤猛郎訳），石崎書店，東京，pp. 75-79(1956).

31) Lea, E.：Mortality in the tribe of Norwegian herring. *Rapp, Proc-Verb, Reu.*, 65, 100-117 (1930).

32) 角田信孝：黄波戸，宇田郷地先におけるサザエの資源解析と診断．山口外海水試研報，25，23-29 (1995).

33) 青森県・岩手県・秋田県・神奈川県・福岡県：アワビ種苗放流マニュアル，p.56(1990).

34) 立石 賢・田代征秋・矢田武義：クロアワビ小型種苗の放流場所と生残率．水産増殖，26(1)，1-5 (1978).

35) 井上正昭：アワビの漁業管理．国内における資源評価及び管理手段に関するレビュー，日本水産資源保護協会，東京，pp.121-218(1987).

36) 能勢幸雄・石井丈夫・清水 誠：水産資源学，東京大学出版会，東京，pp.103-107(1988).

要 約

アワビ・サザエ素潜り漁業における資源管理に関する研究

アワビ・サザエ素潜り漁業とその対象種の諸特性にもとづき，当該漁業の資源管理を有効に進めるための方法を明らかにすることを目的として，以下の研究を行なった。

1. 素潜り漁業とその対象種の特性

アワビ・サザエ素潜り漁業の資源管理を進めるにあたっては，まず当該漁業およびその対象種の諸特性を明らかにする必要がある。

長崎県巖原町阿連地区のアワビ・サザエ素潜り漁業について，漁獲統計および操業日誌をもとに検討を行なった。その結果，漁業者がどの種類を標的種として操業したかによって，操業水深等の変化で示されるように操業漁場の選択が異なることが明らかとなった。また標的種は漁期の推移にともなって変化することが示された。さらに，操業漁場は，標的種の決定と当該標的種の資源密度の多寡によって選択され，その結果，漁場別漁獲物の種類組成が異なることが示された。このため，操業日誌等によって得られたC P U Eを基準として資源量水準を評価する場合には，標的種を考慮する必要があると考えられる。アワビ・サザエ素潜り漁業においてきめ細かな資源管理を行なうためには，標的種，操業水深，操業時間および種類別漁獲個体数等についての情報が得られるような漁獲統計の整備が必要であると考えられた。

2. 資源管理のための殻長ならびに漁獲量制限

アワビ・サザエ素潜り漁業の資源管理を進めるにあたって、サイズ規制と総漁獲量の制限は、極めて有効な手法である。

サイズ規制について、長崎県生月漁業協同組合においては、制限殻長の引き下げ（10.5cm→10.0cm）によってクロアワビ資源の水準が低下した可能性が示された。同漁協における漁獲率およびクロアワビの加入量あたり等漁獲量線図からみて、加入量あたり漁獲量を最大とするための制限殻長は13.0～14.5cmであり、さらに、加入乱獲に陥らないためには、制限殻長を11.5～12.5cm以上に引き上げる必要があることが示された。

総漁獲量の制限について、阿連地区の操業日誌、殻長測定調査結果および漁獲統計をもとに、年齢別CPU Eの推移にもとづく漁期前評価、および初漁期の努力量と漁獲量統計にもとづく漁期内評価の二つの評価方法を試みた。その結果、いずれの方法についても実用的な評価が可能であることが示され、当該漁期の資源量水準に応じた目標漁獲量を設定することが可能であることが明らかとなった。アワビ・サザエ素潜り漁業においては、漁期前に目標漁獲量を設定し、さらに初漁期での再評価によって修正を加えつつその漁期の資源量水準に応じた漁獲を行なうことが、有効な資源管理方策であると考えられた。

3. 種苗放流と資源の増殖

漁場内の資源量を維持しつつ、高い水準での漁獲を継続するためには、種苗放流の実施は有効な方法の一つである。

長崎県上対馬町鰐浦地区の禁漁区漁場では、サザエ人工種苗の放流によって資源密度の増大が認められた。観察されたバイオマスの最大値を同漁場内の

許容生息量とみなすと、それを維持するために必要となる放流個体数は1,872と見積もられた。さらに、必要放流個体数と漁獲率との関係およびその条件下での持続可能漁獲量について計算した。

阿連地区においては、クロアワビ人工種苗の放流によって、放流漁場のCPU Eが非放流漁場よりも高くなることが明らかとなった。さらに、1放流個体あたりの期待漁獲金額は放流経費を上回ることが示された。

これらの結果からみて、アワビ類やサザエの資源増殖を図るうえで、人工種苗の放流は極めて有効な方法の一つであると考えられる。

一方、放流漁場においては資源密度の増加にともなって漁獲強度が高まり、成長乱獲が引き起こされる可能性のあることが示された。種苗放流による資源増殖を進めるにあたっては、漁獲加入後の適切な漁業管理が必要であると考えられた。

Summary

A Study on Stock Management of Abalone and Topshell Diving Fishery

To clarify the methods in promoting effective management of resources in the fishery industry related to harvest abalone and topshell targeted species by diving based on their special features, the following were investigated:

1) Special features of diving fishery and related fishery industry

With regard to promote management of resources of abalone and topshell diving fishery, the fishing industry and various special features of these and relevant target species should be clarified.

Based on harvest statistics and daily catch log, diving fishery industry of abalone and topshell was investigated in the Are District of Izuhara in Nagasaki Prefecture. My findings revealed that different choices in diving sites in relation to changes in working water-depths by fishermen were dependent on on-site workload input accorded to the selected target species. In addition, the target species varied according to changes in the fishing period. Furthermore, depending on the choice of resource density of the targeted species and the selected target species, the diving-site differed according to the species distribution harvested in the respective fishing ground. As such, using CPUE derived from the daily catch log as an index in evaluating the

quantitative level of resources, it is essentially important to take the target species into consideration.

In the abalone and topshell diving fishery, it is vital to equip with information such as harvest statistics on the targeted species, working water-depths, working duration and harvests of the respective species to well-define the comprehensive management of resources

2) Shell-length and harvest restriction (quota) in management of resources

Size regulation and restrictions on total harvest quota are extremely effective measures in promoting management of resources in abalone and topshell diving fishery.

In size regulation, the Ikitsuki Fisheries Cooperative Association of Nagasaki Prefecture has created a lower stock of the disk abalone resource by reducing the shell-length limit (from 10.5 to 10.0 cm). With respect to harvest quota and quantitative recruitment of disk abalone in the same fisheries cooperative, the harvest quota plot indicated a shell-length of 13.0~14.5 cm for the maximum harvest rate with recruitment practice. Furthermore, sizes with shell-length of 11.5~12.5 cm should be removed to prevent recruitment over-fishing.

In restriction on total harvest quota, two evaluation methods were attempted based on harvest statistics and shell-length recorded in the working schedule in Are District: (i) variations in age-related CPUE during pre-fishing period, and (ii) effort input/harvest quota in early fishing period during the fishing period. The results

indicated that either method was a practically reliable evaluation approach. During the fishing period, it was possible to target the harvest quota according to the quantitative level of resources available. In the abalone and topshell diving fishery, it is thus possible to designate the targeted harvest quota during the pre-fishing period, and follow-up re-evaluations in the early fishing period with continuous rectifications would further facilitate fishing according to the quantitative level of resources available during the fishing period.

3) Seeding and enhancement of resources

To afford a persistently high harvest level by maintaining quantitative resources in fishing grounds, seeding is one of the effective methods.

In the restricted fishing grounds of Waniura District in Kamitsushima in Nagasaki Prefecture, an increase in resource density by discharging stock-seeds of top-shells was established. When the observed maximum biomass was taken as the permitted habitat population, a discharge of 1872 individuals was required to maintain the said habitat.

Furthermore, based on the relationship between the required stock-count and harvest, CPUE of stocked fishing grounds indicated a higher level compared with those deprived of seeding when calculations were attempted on the discharge of stock-seeding of disk abalone at Are District. Moreover, the expected harvest in yen per seeding surpassed the cost of seeding.

These findings implicate that discharging artificial seeds is a highly effective approach in

enhancing fishery resources of abalone and topshell.

Furthermore, increases in resource density in fishing grounds with seeding accompanied by enhanced harvesting intensity render full-grown harvests possible. In perspectives related to promoting management of resources by seeding, it is vitally essential to appropriate fishery management.