

水産資源管理談話会報

第39号

(財)日本鯨類研究所 資源管理研究センター

2007年 3月

翻訳・公表希望者は以下の手続きとり、著者の許可を得た上で
翻訳・公表する。

1. 翻訳・公表希望者は文章（FAX、手紙）で著者、表題および
会報の号を明記し、資源管理談話会事務局を通じて要請し、
著者の許可を得て翻訳・公表する。
2. 翻訳公表物を資源管理談話会事務局に送付する。

目 次

お知らせ

調査船調査による資源評価 - 京都府沖合のズワイガニ資源 -	山崎 淳 1
調査船による鯨類の目視調査 - 回復しはじめた大型鯨類 -	松岡耕二 10
クロアワビの生態と資源評価	小島 博 17

クロアワビの生態と資源評価

小島 博（元徳島県水産試験場）
e-mail: hkojima@nmt.ne.jp

アワビ類は、生息水深が浅く、特定の場所に蛸集している。アワビ類の蛸集する場所を海士は様々な呼称を与えているが、ここでは「あじろ」とする。発生初期の死亡率は著しく高いものの、成熟後には低下する。寿命は長い、成長が極めて遅い。このため、処女資源は高齢個体が多く、資源量が多いものの、加入割合の低いことが生態学的特徴である。さらに、漁獲の容易さに加え、経済的価値の高い資源であるため乱獲されやすい漁業上の特徴を備えている。乱獲を防ぐため、生産国や地方行政、漁業協同組合などが漁業管理規定を定めている。しかし、アワビ類の漁獲量は、我国だけでなく地球規模で減少が進行している（Gordon & Cook, 2004）。こうした背景として、アワビ類の資源評価が十分でないことがその一因と考えられる。このことは、資源評価法の検討、資源減少の原因解明や種苗放流効果の再検討、管理目標値の設定などが緊急な研究課題であることを示している。

エゾアワビ、クロアワビ、メガイアワビおよびマダカアワビの3種1亜種は、大型となるので商品流通や漁獲統計でアワビ類あるいは単にアワビとして扱われる。エゾアワビは、茨城県以北の太平洋沿岸、津軽海峡を経て北海道日本海沿岸に生息する。他の3種類は千葉県以南の本州、四国、九州の太平洋沿岸から九州西部、九州北部から本州日本海沿岸に生息する。こうした分布の特徴から、エゾアワビを寒海系ないし北方系アワビ、他の3種類を暖海系ないし南方系アワビと呼ぶこともある。寒海系アワビと暖海系アワビの漁獲量変動を図1に示した。寒海系アワビの漁獲量は、1970年には3,000トに達したが、1970年代から1980年代を通して減少し、1990年には僅か400トであった。これに対し、同じ期間の暖海系アワビの漁獲量は、ほぼ3,000トから3,500トで比較的安定していた。1990年代には、寒海系アワビの漁獲量は緩やかではあるが回復傾向が認められたが、暖海系アワビは3,000トから1,200トへ激減した。アワビ類

は、乱獲や埋め立て、海洋汚染などの人為的要因、あるいは海況変動、大型コンブ海中林の崩壊した磯焼け、火山噴火、津波などの自然的要因の影響を受けて資源が変動すると考えられる。特に、乱獲と海況変動は広範囲にわたる資源変動に関連することが想定できる。寒海系アワビと暖海系アワビの漁獲量変動が異なるので、社会的条件と経済的理由により起こる乱獲は、資源変動を説明する原因とは考え難い。寒海系アワビと暖海系アワビの資源変動は、生息海域でそれぞれ独立した海況変動によるものと想定される。暖海系アワビの資源変動

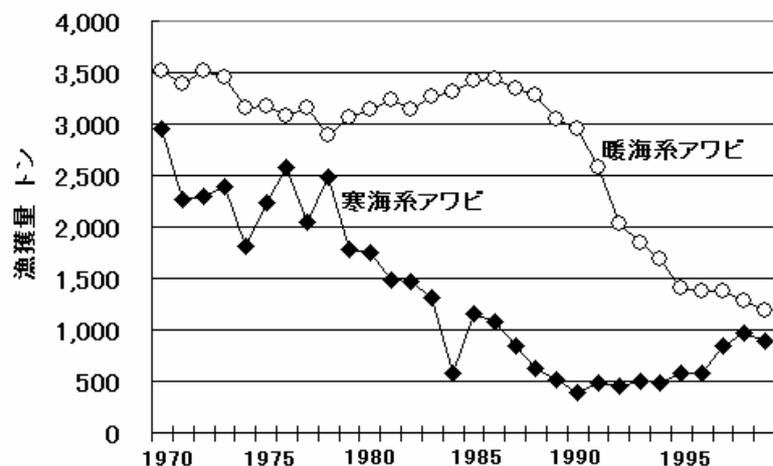


図1 1970年から1999年の日本産アワビ類の漁獲量
暖海系はクロアワビ、メガイアワビおよびマダカアワビ、
寒海系はエゾアワビ

が、生息域全体に共通する海況変動の影響を受けているのであれば、全国の暖海系アワビと一つの県なり、さらに狭い水域の漁獲量変動が類似すると考えられる。1980年から1999年の徳島県の暖海系アワビと全国の暖海系アワビ生息域の漁獲量、徳島県由岐町阿部漁業協同組合（以下、阿部漁協と略記）のクロアワビと全国の暖海系アワビ生息域の漁獲量をそれぞれ図2および図3に示した。クロアワビは、全国の暖海系アワビ生息域では漁獲量の50%強、

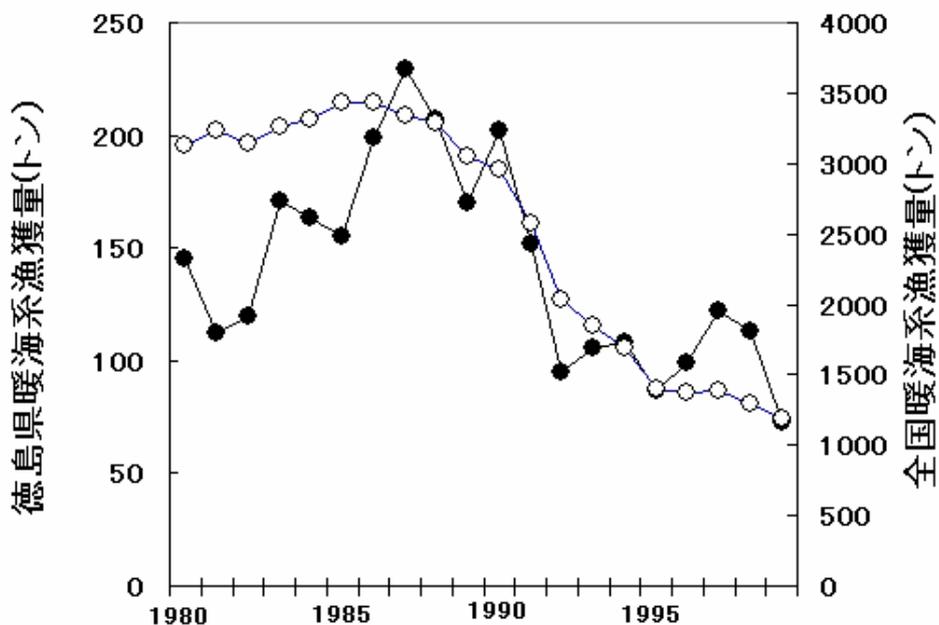


図2 全国の暖海系アワビ（丸）と徳島県の暖海系アワビ（黒丸）の漁獲量の関係
1980年から1999年の相関係数（ $r=0.770$ ）は5%水準で有意（ $t=3.937$, $d.f.=18$ ）

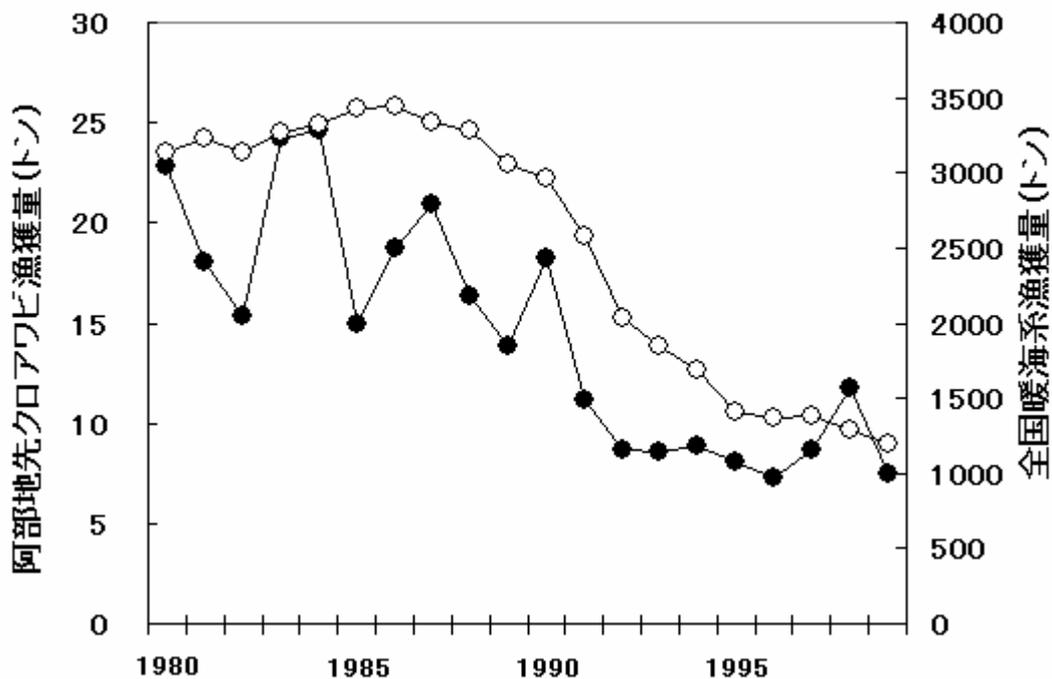


図3 全国の暖海系アワビ（丸）と阿部地先のクロアワビ（黒丸）の漁獲量の関係
1980年から1999年の相関係数（ $r=0.845$ ）は5%水準で有意（ $t=6.699$, $d.f.=18$ ）

徳島県ではほぼ 60%，阿部漁業協同組合では約 70%を占める。徳島県の暖海系アワビ漁獲量、さらに阿部漁協のクロアワビ漁獲量は、全国の暖海系アワビ漁獲量とよく類似する変動を示した。このことから、由岐町阿部地先のクロアワビに資源変動をもたらす諸要因は、全国の暖海系アワビの資源変動と共通する諸要因を含むことが考えられる。なお、暖海系アワビ生息域にエゾアワビを放流している水域もあるが、本報告ではこれらの水域のエゾアワビを暖海系アワビの漁獲量に含めた。

1990年代における暖海系アワビの漁獲量減少の状態と種苗放流数を図4に示した。漁獲量は急激に減少し、回復の兆しは認められない。一方、種苗放流事業は1990年代にも放流数の増加にも関わらずその漁獲量を増大させるような効果は現れていない。アワビ種苗の放流事業は、漁獲量減少を食い止め、資源を増加させることが期待されている。しかし、漁獲量が長期にわたり減少しているため、放流事業を行っている現場では、事業を疑問視する考えや放流を控える漁業協同組合も現れている。これらのことから、1990年代の漁獲量の減少原因、資源の回復阻害原因を明らかにすることは緊急の研究課題といえる。さらに、種苗放流数の増加にもかかわらず、漁獲量が減少しているので、クロアワビ放流種苗の経年変化に基づいた放流効果の再検討が必要である。

資源解析を行うために徳島県海部郡由岐町阿部漁協で漁業実態および漁獲されたクロアワビを調べた。阿部地先は太平洋に面する四国の南東海岸の紀伊水道寄りに位置する(図5)。高知県室戸岬から徳島県阿南市にかけての海岸は、ユーラシアプレートと太平洋プレートとの縁に近く、太平洋プレートのもぐりこみにより隆起し

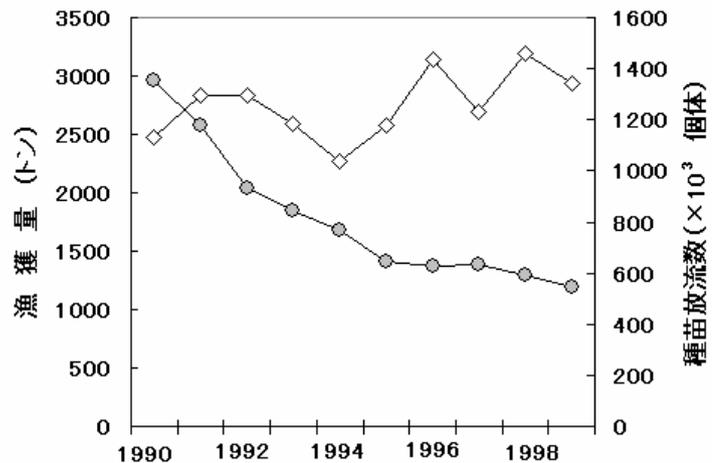


図4 暖海系アワビ生息域における漁獲量(黒丸)と種苗放流数(菱形)1990年から1999年間の放流数はクロアワビ6200万個体(49.2%),エゾアワビ3600万個体(28.6%)およびメガイアワビ2800万個体(22.2%)



図5 徳島県沿岸およびその周辺図
楕円は由岐町阿部を示す

た海岸であるため、漸深帯にはアワビ類がすみやすい岩礁が発達している。また、黒潮分枝流が紀伊半島側から流入し、紀伊水道へ差し込むか、差し込まない場合には紀伊水道外域で左遷流を形成することが多く、栄養塩に富む内海水が紀伊水道外域の徳島県沿岸に沿う南下流を形成することが多い。このため、阿部地先ではアラメ海中林、カジメ海中林が発達し、その流れ藻がアワビ類の食物として豊富に供給されている。

阿部漁協の漁獲統計には1963年からクロアワビとアカアワビ(メガイアワビとマダカアワビを指す地方名)に区別され、銘柄ごとの漁獲量が記録されている。阿部漁協では、アワビ類資源を漁協組合員に限らず集落全員の財産とする基本的認識に基づいて、操業期間・時間の短縮、漁獲殻長下限の厳守を柱とする資源管理が1962年以降実施されている(小島・中山, 1983)。小島(1985)は資源管理の実施に伴う効果が1968年以降顕著となったことを報告した。そして、現在も漁業管理は厳格に守られている。

1963年から1999年のクロアワビの漁獲量を図6に示した。漁獲量は1964年から1974年の間に2.7トから45.6トまで急増し、その後減少して、1976年から1990年には13.8トから26.2トの比較的安定した漁獲量を示した。1991年以降の漁獲量は7.2トから11.8トで、10ト以下の年が多い。本報告は、厳格な資源管理を実施しているにもかかわらず、なぜこうした漁獲量変動が起こるのかを明らかにし、資源管理に関する知見を得ることを目的とした。

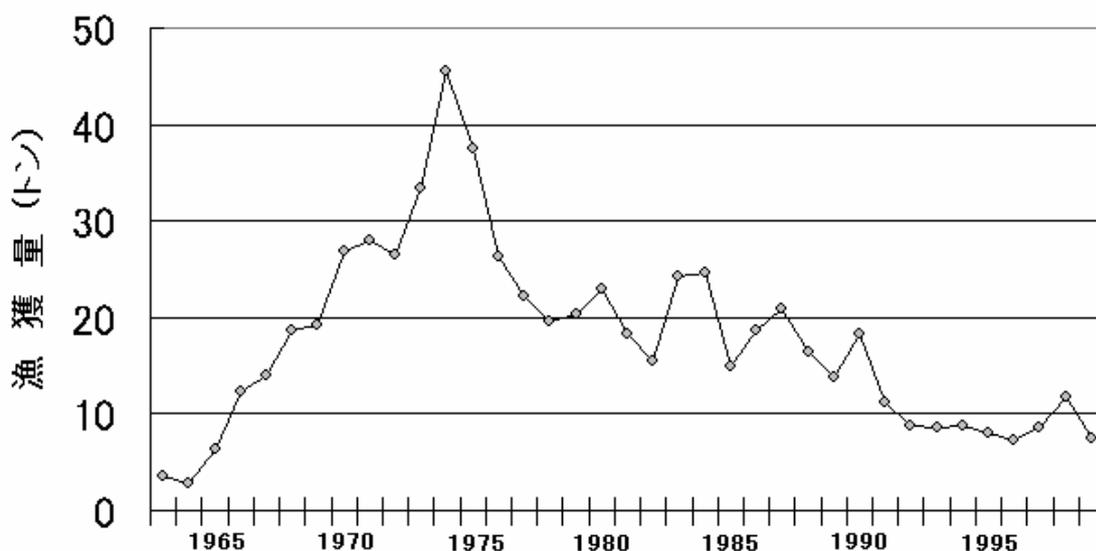


図6 1963年から1999年の阿部地先のクロアワビ漁獲量変動

材料と方法

1978年から1999年に阿部地先における海士漁業の操業実態を調査した。阿部漁協の海士漁業は、例年7月から9月25日まで解禁となる。調査は標本船による日誌調査、水揚げされたクロアワビの測定および漁獲統計資料について行なわれた。

標本船日誌調査は9家族から25家族を調査した。阿部漁協では家族を単位として操業する。海士漁業には100家族から120家族が従事するが、専業漁家は約60家族から80家族で、近年減少傾向にある。また、学校の夏休み中には子供が操業に加わる家族もある。標本船の選定は漁業組合に依頼した。日誌には、操業場所、操業時間、操業水深、クロアワビとアカアワビの漁獲個体数と漁獲重量(kg)およびトコブシとサザエの漁獲重量が記入された。操業水深は操業範囲あるいは主な操業水深を記載する場合とがあるが、水深1m幅の頻度分布から平均値を計算した。

クロアワビの測定は、解禁日から毎週1回測定することを計画したが、荒天により変更を

余儀なくされた。解禁日は、好天の大潮に合わせて決められる。そのため、解禁日は年により著しく異なる。解禁からしばらくの間は出荷調整と集落全員の操業の公平さを保つため、毎朝海士委員と組合役員とで操業の可否を決める。漁獲量が減少した時点で、天候に左右されず、決められた時間内での個人の判断による自由な操業となる。操業時間は1995年までは解禁当初4時間半(9:30から14:00)で、自由操業は5時間半(9:30から15:00)であった。1996年から、1日500kgを目安とする出荷量調整のため操業時間制限が強められ、解禁当初は2時間(時刻は潮位により異なる)、自由操業では5時間(9:30から14:30)となった。漁獲されたアワビ類は傷の有無を調べ、銘柄ごとに8kg入りの出荷籠に收容され、水槽を積んだトラックで京阪神の市場を中心に陸送される。漁獲貝の測定は、最初に計量された出荷籠を抽出し、抽出籠内のクロアワビの計測が終了した時点で計量されている出荷籠を次の抽出籠とした。こうした作業を出荷籠が搬送されるまで繰り返した。調査項目は、天然貝と放流貝の区別、年齢と漁獲時殻長の測定とした。放流貝は放流時の殻長と満2歳以降の年輪径を測定した。さらに、天然貝についても満2歳以降の年輪径(満年齢殻長)を出来るだけ測定するように努めた。操業日数、漁獲貝の調査日数、天然貝と放流貝のクロアワビの測定個体数、クロアワビとアカアワビの漁獲統計を表1に示した。

放流貝はいずれも1980年以降に徳島県栽培漁業センターで生産されたクロアワビ種苗で、多くは満1歳前後で放流され、放流時の殻色は緑色であるため天然貝と容易に識別可能である。生産年ごとのサイズ別放流個体数を表2に示した。なお、年輪と殻長測定は小島(1976)によった。

表1 1978年から1999年における阿部漁協の操業日数、クロアワビの調査日数、第1期(解禁日から操業水深の平均値が5mに達すまで)および第2期(操業水深の平均値が5mに達してから終漁まで)の天然貝、放流貝の年齢、殻長の調査個体数および漁獲量(kg)

漁獲年	操業日数	調査日数	解禁から水深5mまでの日数	第1期		第2期		漁獲量(kg)	
				天然貝調査数	放流貝調査数	天然貝調査数	放流貝調査数	クロアワビ	アカアワビ
1978	57	8	16	439		502		19,519	3,969
1979	52	7	14	334		428		20,362	5,988
1980	51	6	8	149		589		23,022	5,713
1981	52	5	14	201		434		18,376	4,432
1982	38	6	11	300		310		15,393	4,329
1983	55	8	7	211	14	610	9	24,243	7,344
1984	56	8	9	235	36	575	57	24,635	4,018
1985	53	8	16	185	27	527	52	14,961	6,041
1986	42	8	5	88	24	673	80	18,704	8,147
1987	44	8	6	116	15	521	62	20,937	9,036
1988	44	10	7	280	98	1381	208	16,342	6,522
1989	37	8	5	156	73	868	255	13,848	6,597
1990	35	7	4	121	119	724	364	18,235	12,303
1991	29	9	4	298	208	679	189	11,186	6,464
1992	33	10	6	345	220	199	81	8,719	5,269
1993	35	5	6	231	62	606	171	8,543	3,843
1994	42	6	4	141	55	550	184	8,856	6,970
1995	38	5	7	91	50	401	164	8,050	2,759
1996	40	7	8	178	89	475	100	7,260	4,050
1997	28	4	5	118	38	430	98	8,643	3,484
1998	41	7	10	346	62	648	111	11,809	4,896
1999	26	5	13	309	115	184	70	7,478	1,879

阿部漁協には日別の銘柄別漁獲統計が残されている。クロアワビとアカアワビには傷貝も併記されているので、漁獲量としては傷貝を加えた量とした。

操業日のクロアワビの個体重の平均値と漁獲重量から漁獲個体数を推定した。標本船日誌に記載された家族ごとのクロアワビ個体重の平均値を計算し、全家族の平均値の平均値を操

表2 阿部地先に放流されたクロアワビ人工種苗の生産年別サイズ別個体数

生産年	殻長			合計
	<20mm	20-30mm	>30mm	
1980	50,000	50,500	10,000	110,500
1981	0	30,000	15,000	45,000
1982	0	24,000	10,000	34,000
1983	0	34,000	0	34,000
1984	0	71,000	0	71,000
1985	0	75,000	10,000	85,000
1986	13,500	134,500	10,000	158,000
1987	0	95,000	15,000	110,000
1988	0	100,000	15,000	115,000
1989	10,000	150,000	20,000	180,000
1990	0	150,000	30,000	180,000
1991	10,000	153,000	10,000	173,000
1992	0	60,000	26,000	86,000
1993	0	123,000	0	123,000
1994	30,000	52,500	33,000	115,500
1995	0	131,500	5,200	136,700
1996	0	52,000	59,100	111,100
1997	0	77,200	27,000	104,200
1998	0	43,000	0	43,000

業日の個体重とした。

阿部漁協に水揚げされたクロアワビの年齢構成と漁獲個体数から、天然貝と放流貝の年齢ごとの漁獲個体数を推定した。推定に際して、操業水深の平均値が5mに達するまでとそれ以降の2期に別けることにより、別けない場合より推定精度が高くなる (Kojima, 1995)。これは、阿部地先のアワビ類の垂直分布 (小島, 2005) と関係があり、操業水深が5mに達するまでは、クロアワビを漁獲の主対象とする海士が多く、操業水深がさらに深くなるとアカアワビをねらう海士が増える (Kojima, 1995) ことによる。

メガアワビとマダカアワビは成熟サイズに達すると露天に現れる個体が増加する (小島, 未発表)。それに対しクロアワビは季節と年齢に関わらず生

涯にわたり隠れる場所を必要とする (小島, 2005)。また、アワビ類の生息密度は岩石が複雑に組み合わさった海底ほど高く (井上, 1972a)、クロアワビの分布様式は性成熟や季節に関係なく集中性が高い (小島, 2005)。クロアワビに限らず、アワビ類の蝸集する場所は海士が「あじろ」と称し、しばしば場所名が付けられている。クロアワビは夜間に索餌のため動くが (小島, 2005)、移動距離は2年間で50m以内にとどまる個体が多い (井上, 1976)。転石で構成した人工礁へ同時に放流された暖海系アワビの漁獲割合はマダカアワビ > メガアワビ > クロアワビの順に低く (今井ら, 1988)、井上ら (1985) が潜在資源と呼んだ直接漁獲対象とならない個体はクロアワビが最も多い。このことは、CPUE が現存量に比例しないことを示唆するので、年級群の生涯にわたる漁獲個体数を基礎データとする資源評価法を検討した。

漁獲が毎年7月~9月に集中的に行われることを考慮すれば、ある年級群の年齢 $j+1$ の資源量 N_{j+1} は次式によって近似できる。

$$N_{j+1} = (N_j - C_j) e^{-M} \quad (j=i, i+1, i+2, \dots, n) \quad (1)$$

ただし、 i は漁獲の年齢、 n は当年級群の漁獲の最高年齢、 C_j は年齢 j の漁獲量、 M は自然死亡係数である。なお、 e^{-M} は漁業がないときの生残率で、今後 S で表す。式(1)から、 $j = n$ に対して $N_{n+1} = 0$ であるので、 $N_n - C_n$ が成り立つ。従って、式(1)を連立方程式として解けば、年齢 i の漁期直前の資源量を N_i として近似的に

$$N_i = C_j / S^{j-1} + aC_n \quad (j = 1, 2, \dots, n) \quad (2)$$

を得る。ここで、 aC_n は年齢 n 歳の取残し群である。

井上 (1976) は殻長70mm以上の暖海系アワビの生残率が0.7から0.8であることを放流実験により示した。マダカアワビの寿命は約20年であるがクロアワビの寿命は10年以下であるので、クロアワビの生残率(S)を本報告では0.7とした。また、生残率に季節変化がないものとした。漁獲年齢は多くの年級群が2+歳から7+歳で構成された。2+歳から4+歳までは漁獲サイズに達しない個体も含まれる。このため、復元した漁期直前の年齢ごとの殻長組

成から漁獲サイズに達した割合 (Q_j)を知る必要がある。クロアワビの成長は夏季に停止し(小島, 1976)、新たな貝殻は生殖素放出後に形成される(小島, 2005)。従って、 t 年の i +歳の漁期中(7月~9月)の殻長組成は、漁獲された個体の殻長と、同一年級群で $t+1$ 年以降に漁獲され、生残率で補正した $t+1$ 歳個体群の殻長組成から構成される。この復元した殻長組成から漁獲サイズの割合を求めた。

漁獲率は漁期直前の漁獲対象資源量(個体数)と漁獲量(個体数)の比率とした。前述の式($C_{it}=f_t N_{it}$)において漁獲年 t の年級群の最高年齢群の漁獲率 f_t を f_{t-1} として計算し、漁獲率の第1次推定値とした。漁獲率の推定値を用いて漁期直前の漁獲対象資源量と漁獲率を再び推定した。これらの計算を繰り返して漁獲率を収束させた。

クロアワビは3歳から本格的に産卵する(小島, 2005)ので、親世代は産卵期の3歳以上の個体数とした。子世代は2+歳の漁期直前の個体数とし、親子関係を調べた。なお、漁期(7月~9月)は産卵期(11月~12月)より約9ヶ月間早いので、この間の生残率を0.788とした。

年級群の生涯にわたる漁獲量を、本報告では、天然貝については生涯漁獲量、放流貝については生涯回収量を単に回収量とし、放流数に対する比を回収率と呼ぶことにする。

本報告で用いた水温は阿部地先より約12km南西にある徳島県水産試験場が地先海面で午前10時に観測した表層水温である。

結 果

1 阿部地先の海土漁

海土漁業(素潜り)の漁期進行に伴う操業水深変化について、1980年漁期の操業水深の頻度分布を例として図7に示した。解禁日から5日目までは日を追って操業水深範囲は広がるが、操業の中心は水深5m以浅であった。11日目から15日目までは、操業水深範囲が拡大し、2m以浅での操業は見られず、5m以深の操業割合が増加した。21日目から25日目では操業日により水深が著しく変化した。阿部地先の海土漁業は、解禁直後には浅い場所に集中し、漁期進行に伴って深い場所へ漁場を拡大しながら行なわれることを示している。

操業水深が漁業に与える影響として、操業水深の平均値と漁獲の種組成の関係を図8に示したが、阿部地先では1989年から足ヒレが使用されている。種組成は各種の資源変動の影響を受けるが、両年の共通点は水深が5mに達するまで

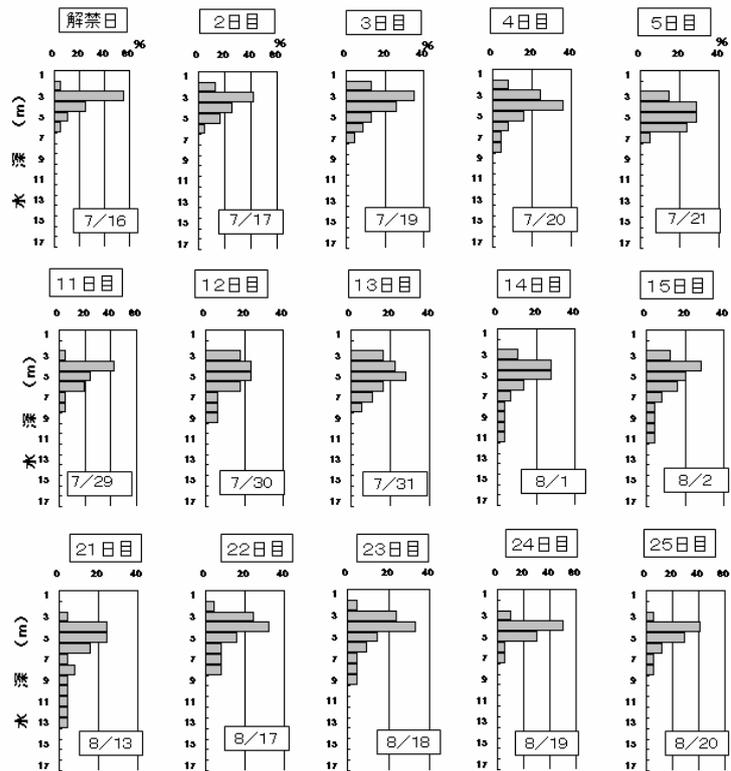


図7 1980年の解禁日から5日目(上段)、11日目から15日目(中段)および21日目から25日目(下段)における操業水深の頻度分布

はクロアワビを主体とする操業が行なわれ、浅いほどクロアワビの割合が高くなることである。また、両年度の比較から足ヒレ使用により操業水深が深くなること分る。

クロアワビの解禁後の CPUE(kg/人・時間) の変化を図9に示した。漁期中に台風など荒天による休漁やお盆、市場休みなど社会的慣習に伴う休漁がある。1980年、1985年、1990年および1995年の休漁前後の CPUE を比較すると、6日間までの休漁であれば休漁前後で差がほとんど無いことが多い。しかし、1985年および1990年に見られた11日間の休漁後3日目までは、明らかに休漁前の CPUE より高くなった。クロアワビは漁場外からの移入は考えられず、漁期中の成長がほぼ停止する(小島, 1976)ので漁獲不可能な場所に潜んでいた個体や「あじろ」の周辺に単独でいた個体などが「あじろ」へ移動してきたと考えられる。

クロアワビに対する努力量の割合が漁期進行とともに変化すること、漁獲対象となる資源量が、漁期中に変動すること

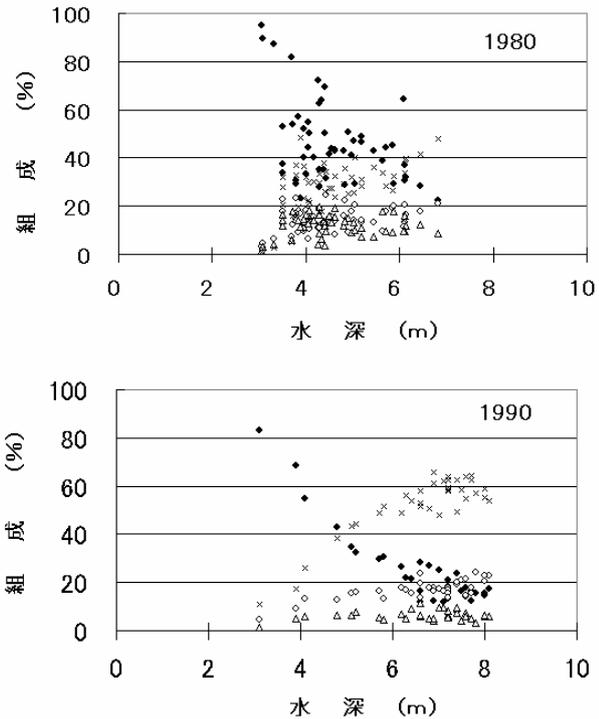


図8 阿部地先の操業水深と漁獲の種組成の関係
 :クロアワビ, :アカアワビ, :トコブシ, ×:サザエ 上の図は1980年, 下の図は1990年
 水深は標本船日誌の操業水深の平均値, 組成は阿部漁協の日別漁獲統計資料(重量)による

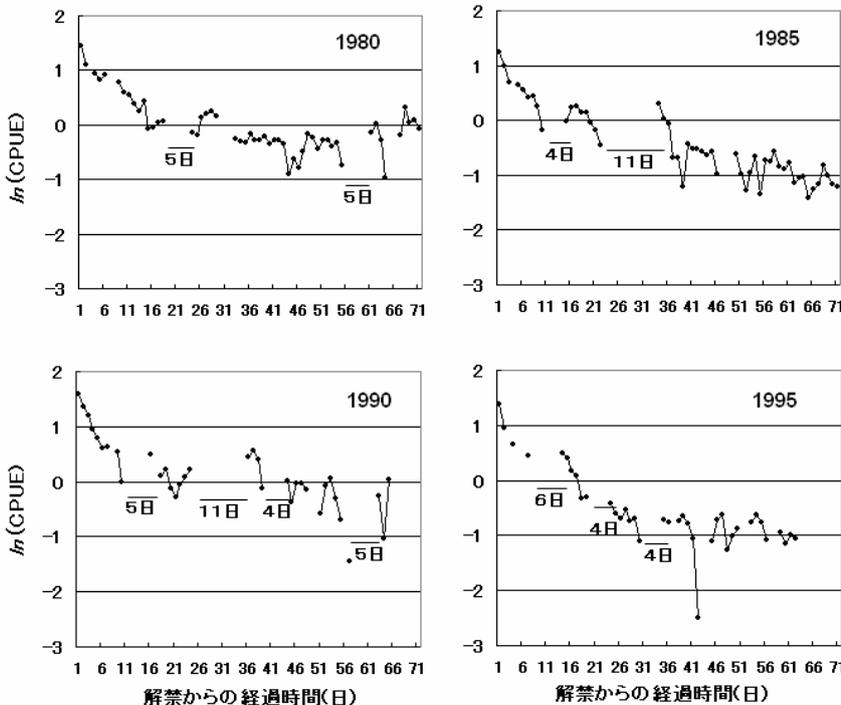


図9 阿部地先における休漁後のCPUE(kg/人・時間) の対数値の変化
 4日以上休漁期間について示す

が分った。これらのことから、クロアワビの CPUE は資源量に比例しないと判断した。多く獲れる「あじろ」から順次操業するので CPUE は経時的に減少する。従って、クロアワビの CPUE は操業した「あじろ」で漁獲した個体数の平均を示す。

本報告では、クロアワビの漁獲努力量(kg/人・時間)は、標本船日誌調査のアワビ類に対する漁獲努力量に、その日のアワビ類漁獲重量に占めるクロアワビの漁獲重量の割合を乗じた値とした。漁獲したクロアワビは、必ず計量され、徹底した漁獲管理、販

売管理が行なわれているので漁獲量データは信頼できる資料である。個人消費であっても漁業組合から購入する仕組みになっている。

天然産クロアワビおよび放流クロアワビの年齢別漁獲個体数をそれぞれ表 3 および表 4 に示した。阿部地先では、天然産クロアワビは 1978 年から 1988 年には毎年 68,000 個体が

表 3 阿部地先における 1978～1999 年漁期の天然産クロアワビの年齢別漁獲個体数

漁獲年	漁 獲 年 齢 (歳)								総漁獲 個体数
	2+	3+	4+	5+	6+	7+	8+	9+	
1978	27,891	66,357	32,068	7,575	1,672	0	0	0	135,563
1979	20,629	88,641	26,041	7,235	641	139	0	0	143,325
1980	24,581	87,775	35,209	4,235	1,470	432	0	0	153,702
1981	19,961	58,968	31,632	7,140	1,144	576	0	0	119,420
1982	36,008	32,263	19,175	6,276	889	179	0	0	94,790
1983	37,090	80,549	15,369	8,123	1,836	699	0	0	143,665
1984	58,746	48,298	18,917	3,165	1,695	497	140	0	131,458
1985	10,256	51,328	14,603	4,036	793	333	0	0	81,350
1986	55,147	26,824	11,577	3,498	1,548	291	97	0	98,982
1987	19,070	61,270	13,393	6,497	1,681	342	114	0	102,367
1988	16,262	22,980	21,371	5,156	2,181	624	0	0	68,574
1989	10,256	30,841	6,195	3,631	935	78	39	0	51,975
1990	12,444	23,560	12,137	3,504	1,663	393	268	0	53,969
1991	3,848	18,723	11,052	4,456	1,100	652	120	0	39,951
1992	7,200	8,176	7,803	3,665	1,591	642	120	75	29,273
1993	6,180	24,328	6,455	1,579	1,465	261	37	0	40,305
1994	7,242	24,240	9,071	2,695	1,053	487	81	0	44,869
1995	5,823	15,423	6,682	1,901	320	320	0	0	30,468
1996	6,051	14,682	6,958	2,164	745	0	76	0	30,675
1997	9,288	22,673	6,223	2,503	943	71	0	0	41,701
1998	3,316	36,424	16,596	2,455	1,328	185	0	0	60,303
1999	3,188	10,514	14,116	3,389	396	527	0	0	32,129

表 4 阿部地先における 1983～1999 年漁期の放流クロアワビの年齢別漁獲個体数

漁獲年	漁 獲 年 齢 (歳)						総漁獲 個体数
	2+	3+	4+	5+	6+	7+	
1983	4,419						4,419
1984	1,857	13,917					15,773
1985	1,184	3,978	5,278				10,440
1986	5,838	10,036	965	97			16,935
1987	3,334	6,611	2,451	228	0		12,625
1988	3,878	6,682	4,147	588	63	0	15,358
1989	4,906	11,328	1,981	156	39	0	18,411
1990	7,938	20,622	4,754	983	107	0	34,404
1991	3,482	8,584	3,691	664	80	0	16,502
1992	1,042	9,008	3,474	1,308	75	0	14,981
1993	1,935	6,559	2,297	224	114	0	11,129
1994	2,055	10,621	3,022	523	0	41	16,262
1995	3,812	8,015	2,669	110	37	37	14,680
1996	76	7,597	2,295	333	76	0	10,377
1997	1,181	5,150	3,079	949	141	71	10,571
1998	1,488	6,523	2,147	319	93	0	10,569
1999	585	7,628	3,369	314	38	81	12,015

ら 154,000 個体が漁獲されたが, 1989 年と 1990 年には 52,000 個体および 54,000 個体に減少した。1991 年以降の漁獲個体数の減少は著しく, 1998 年の 60,000 個体を除くと, 29,000 個体から 45,000 個体であった。放流貝は, 1983 年から漁獲され, 1984 年以降には 10,000 個体から 34,000 個体が漁獲された。

漁獲貝の年齢は, 天然貝では 2+歳から 9+歳で, 放流貝では 2+歳から 7+歳で構成されていた。天然貝の 8+歳および 9+歳の割合は 0.44% 以下であり, 調査水域の漁獲貝は, 天然貝および放流貝共に, ほぼ 2+歳から 7+歳で構成される。そして, 2+歳から 4+歳の個体が全体の 83.1% から 96.0% (平均 92.3%) を占めた。

2 漁獲率の推定

漁獲された年齢別による漁獲個体数 (表 3 および表 4) を用いて, 先の方法で推定した漁期直前の年齢別個体数 (漁獲サイズ以下の個体を含む) を天然貝および放流貝についてそれぞれ表 5 および表 6 に示した。天然貝は 1978 年, 1979 年にそれぞれ 43 万個体, 45 万個体が生息していたが, その後減少し 1990 年代には 12 万個体前後であった。放流クロアワビは放流数と生残率により個体数は変動するが 1983 年から 1992 年には 3.2 万個体から 7.0 万個

表 5 阿部地先における 2+歳以上の天然産クロアワビの漁期直前の個体数
2+歳から 4+歳には漁獲殻長下限 (殻長 90mm) 以下の個体も含む

漁獲年	年 齢								合 計
	2+歳	3+歳	4+歳	5+歳	6+歳	7+歳	8+歳	9+歳	
1978	256,245	116,278	47,082	9,372	1,870	0	0	0	430,847
1979	239,475	159,848	34,945	10,510	1,258	139	0	0	446,174
1980	181,508	153,192	49,845	6,233	2,293	432	0	0	393,502
1981	112,650	109,848	45,792	10,245	1,399	576	0	0	280,510
1982	209,932	64,882	35,616	9,912	2,174	179	0	0	322,696
1983	157,129	121,747	22,833	11,509	2,545	899	0	0	316,662
1984	186,469	84,028	28,839	5,225	2,370	497	140	0	307,568
1985	98,196	89,406	25,011	6,945	1,443	472	0	0	221,473
1986	209,333	62,195	26,655	7,286	2,036	454	97	0	308,056
1987	83,476	107,930	24,760	10,555	2,652	342	114	0	229,828
1988	106,954	45,084	32,662	7,957	2,840	680	0	0	196,176
1989	86,151	63,484	15,473	7,904	1,960	461	39	0	175,472
1990	66,655	53,126	22,850	6,495	2,991	564	268	0	152,950
1991	37,892	37,948	20,697	7,499	2,093	930	120	0	107,178
1992	69,533	23,831	13,457	6,751	2,130	695	278	75	116,750

表 6 阿部地先における 2+歳以上の放流クロアワビの漁期直前の個体数
2+歳から 4+歳には漁獲殻長下限 (殻長 90mm) 以下の個体も含む

漁獲年	年 齢						合 計
	2歳	3歳	4歳	5歳	6歳	7歳	
1983	35,354						35,354
1984	10,435	21,655					32,090
1985	22,401	6,005	5,417				33,823
1986	24,648	14,852	1,419	97			41,016
1987	20,121	13,167	3,371	318	0		36,977
1988	32,011	11,751	4,589	644	63	0	49,058
1989	46,429	19,694	3,548	310	39	0	70,019
1990	28,161	29,066	5,856	1,097	107	0	64,287
1991	22,715	14,156	5,911	771	80	0	43,633
1992	17,636	13,463	3,900	1,554	75	0	36,628

体と推定された。天然および放流クロアワビの年齢別による発生年級群の漁獲サイズを超える個体割合をそれぞれ表7および表8に示した。漁獲サイズに達した天然貝の割合の平均値は、2+歳で32%、3+歳で92%、4+歳で99%であった。放流貝では、2+歳で22%、3+歳で84%、4+歳で99%であった。天然貝と放流貝はいずれも4+歳でほぼ完全加入すると推定された。

表7 天然産クロアワビの2+歳から4+歳貝の漁獲殻長下限を超えた個体の割合(%)

1986年以前の殻長下限は88mm, 1987年以降には90mm

発生年級	2+歳	3+歳	4+歳
1975	18.9	87.4	99.0
1976	23.3	90.0	99.4
1977	31.6	92.3	99.7
1978	35.1	95.4	100.0
1979	35.9	95.6	100.0
1980	40.8	95.1	99.7
1981	47.4	96.6	100.0
1982	27.8	95.4	99.9
1983	48.3	97.5	99.5
1984	49.3	95.0	99.6
1985	36.0	95.0	99.7
1986	33.6	93.5	99.9
1987	38.1	89.4	98.5
1988	19.4	85.8	97.2
1989	20.2	87.0	99.1
1990	15.3	89.4	97.2
1991	21.2	90.0	98.7
平均	31.9	92.4	99.2

天然貝および放流貝の漁獲率の推定値を表9および表10に示した。第1次推定値は各年級の最高年齢の取残し個体群を無視した場合の推定値である。第2次、第3次推定値は、第1次および第2次の漁獲率の推定値を用いて計算された値である。第1次推定値と第2次推定値を比較すると第1次推定値が最大2%前後過大推定となることを示した。第2次推定値は第3次推定値の0.04%以下の過大推定であった。天然貝の漁獲率の第1次推定値は0.440から0.619であった。放流貝では漁獲率の第1次推定値は0.578から0.841であった。

1983年から1994年の漁獲率の平均値(±標準偏差)は天然貝で0.528(±0.057), 放流貝で0.696(±0.077)と推定され, 放流貝の漁獲率は天然貝に比べ明らかに大きい。

表8 放流クロアワビの2+歳から4+歳貝の漁獲殻長下限を超えた個体の割合(%)
漁獲年による漁獲の殻長下限は表7参照

生産年	2+歳	3+歳	4+歳
1980	18.6	81.4	98.1
1981	26.4	84.6	100.0
1982	9.0	93.1	100.0
1983	34.3	85.3	97.6
1984	34.3	85.8	98.2
1985	25.3	63.9	100.0
1986	21.1	93.0	100.0
1987	44.2	87.3	99.1
1988	10.7	87.9	100.0
1989	8.4	82.3	100.0
1990	12.5	83.8	98.0
1991	13.1	83.0	97.1
平均	21.5	84.3	99.0

表9 天然産クロアワビの漁獲率の推定値

漁獲年	第1次近似値	第2次近似値	第3次近似値
1978	0.6189	0.6108	0.6105
1979	0.5666	0.5597	0.5595
1980	0.5788	0.5714	0.5711
1981	0.5765	0.5682	0.5679
1982	0.4783	0.4714	0.4711
1983	0.6164	0.6091	0.6088
1984	0.5819	0.5728	0.5723
1985	0.5353	0.5277	
1986	0.4601	0.4522	
1987	0.5390	0.5276	
1988	0.5301	0.5162	
1989	0.4403	0.4301	
1990	0.4715		
1991	0.5145		
1992	0.4762		
1993	0.5762		
1994	0.5913		

表 10 放流クロアワビの漁獲率の推定値

漁獲年	第1次近似値	第2次近似値	第3次近似値
1983	0.6720	0.6698	0.6698
1984	0.7742	0.7704	0.7703
1985	0.8407	0.8312	0.8308
1986	0.7116	0.7055	0.7053
1987	0.5783	0.5719	
1988	0.6571	0.6491	
1989	0.7024	0.6955	
1990	0.7390	0.7338	
1991	0.7658		
1992	0.6878		
1993	0.5877		
1994	0.6418		

3 親子関係

クロアワビの親子関係を図 10 に示した。1981 年，1983 年，1988 年を除くと親子関係は直線に回帰するので、子世代が親世代に依存する関係にあると判断される。徳島県では栽培漁業センターが 1980 年からクロアワビの種苗生産を開始し、翌年から放流事業が実施されている。阿部地先へ放流された種苗は、1983 年漁期（7 月から 9 月）から回収された。放流貝も 3 歳から再生産に関与することが推定される（小島，2005）ので、1983 年以降の親世代には放流貝を含めた。子世代は全て天然貝とした。

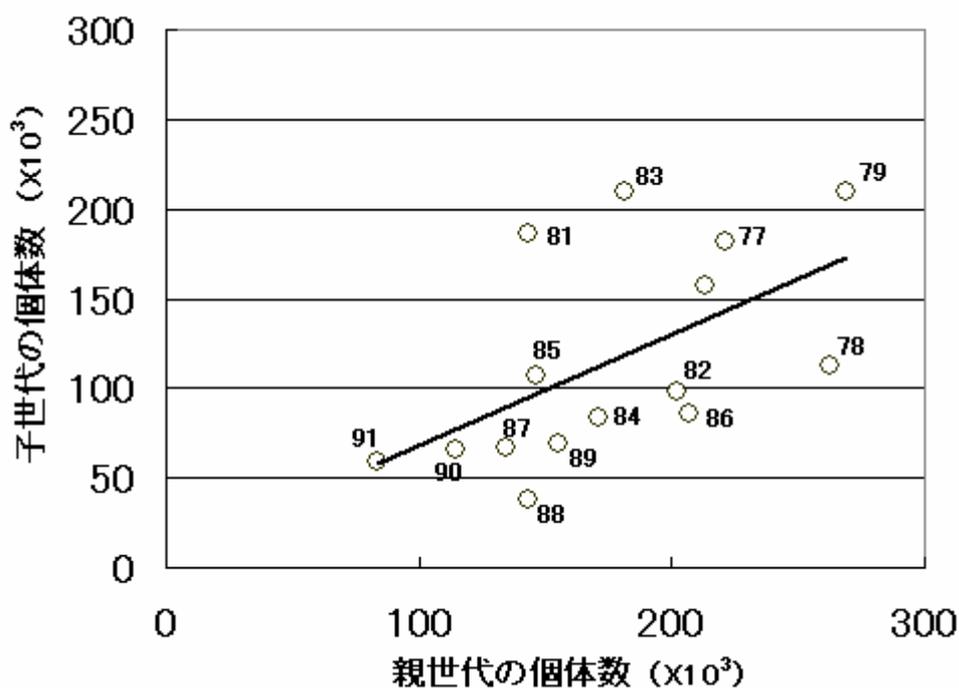


図10 クロアワビの親子関係
親世代は産卵期の3歳以上の個体数，子世代は漁期直前の2+歳の個体数

4 生涯漁獲量

1978年級群から1991年級群の生涯漁獲量を図11(棒グラフ)に示した。生涯漁獲量は最大14.4万個体(1983年級群)から最少2.1万個体(1988年級群)であった。調査した年級群は1986年以前と以後に別けられると判断した。すなわち、1978年級群から1986年級群は5.0万個体から14.4万個体で、おおまかな平均は9万個体である。それに対し1987年級群から1991年級群の漁獲個体数は2.1万個体から4.2万個体で、約4万個体に減少した。阿部地先では2+歳貝から4+歳貝が漁獲の約92%(83%~96%)を占めるので、1978年級群から1986年級群は1980年代の漁獲対象主群、産卵主群を形成した。それに対し、1987年級群から1991年級群は1990年代前半の漁獲対象主群、産卵主群を形成した。

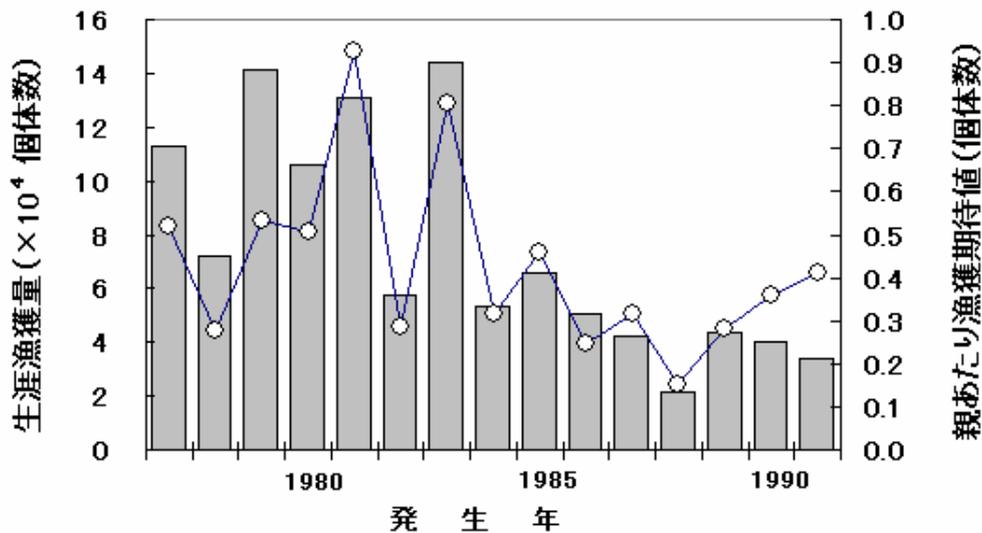


図11 生涯漁獲量(棒グラフ ×10⁴ 個体)と親あたり漁獲期待値(丸と実線) 1977年級群から1991年級群について示す

5 親あたり漁獲期待値

子世代の生涯漁獲量(個体数)を親世代の個体数で除した値は、1個体の親から期待される生涯漁獲量を示す。本報告では、親あたり漁獲期待値と呼ぶこととし、図11に丸と実線で示した。漁獲期待値の平均値と標準偏差は0.42±0.21個体と推定された。1981年級群および1983年級群は0.93個体と0.81個体で著しく高く、1988年級群は0.15個体で著しく低い値を示した。調査した範囲では1988年級群のみ著しく低下し、1989年級群から1991年級群については親あたりの漁獲期待値が徐々に回復したことを示した。

6 資源変動の自然要因

漁獲期待値は、1981年および1983年の各年級群では増大し、1988年級群では減少した。漁獲期待値は漁獲直前まで漁獲の影響を受けていないので、自然環境の影響のみを受けて変動した値と考えられる。1981年と1983年および1988年の9月から翌年3月までの水温変動を図12に示した。1981年と1983年級群にそれぞれ発生年の翌年1月から3月の水温は15以下の日が多いのに対し、1988年級群では同じ期間の水温が15以上の日が多く出現した。水温の欠測日があるので旬別水温の平均値の積算水温に対する加入率(漁期直前の2+歳の個体数/産卵群個体数)の関係として負の回帰直線が得られた(図13)。相関係数の自乗(r^2)は0.39で、加入率変動の40%弱が積算水温に依存すると推定される。この結果、発生初期の生残率が11月~翌年3月まで低水温環境であれば高く、逆に高水温環境では低下する可能性が示唆された。同時に、加入量変動は、水温変動以外の要因にも影響を受けることが示唆される。

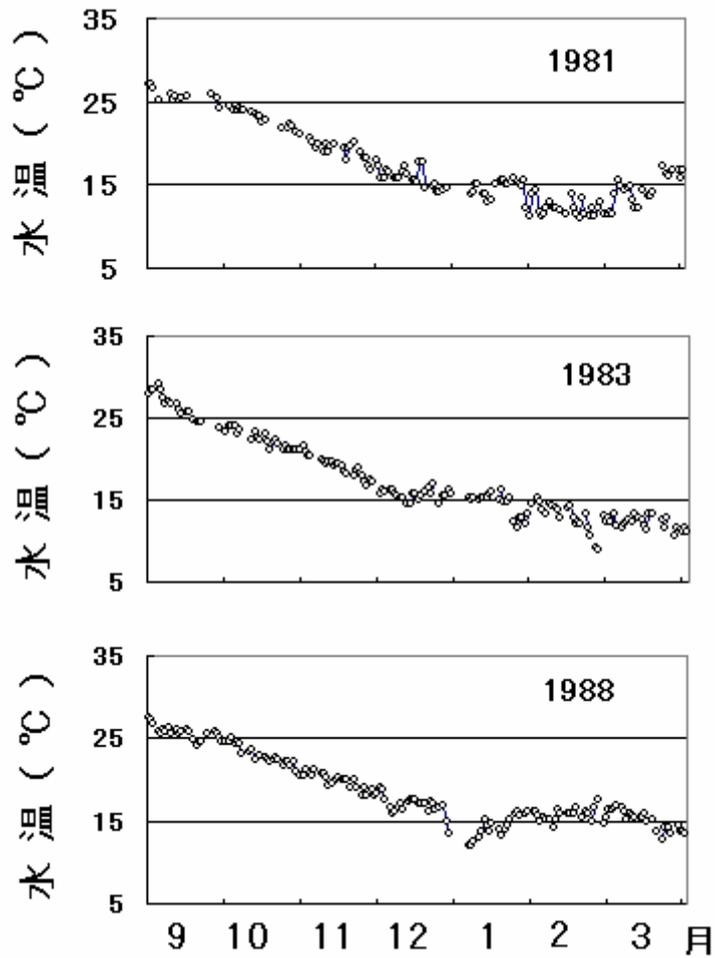


図12 1981年、1983年および1988年の9月から翌年3月間の水温変化
 9月～10月は成熟期，11月～12月は産卵・着底期，その後は稚貝期 水温は徳島
 県海部郡日和佐町地先の表面水温（午前10時に観測）

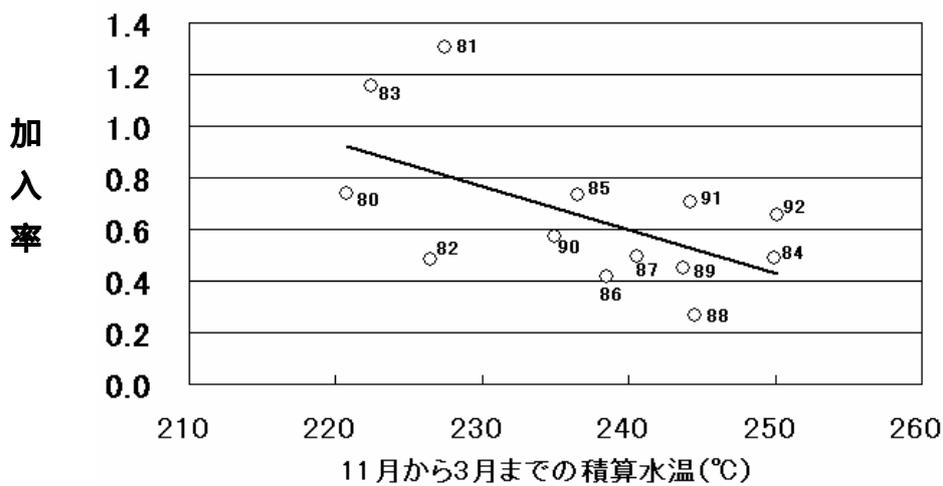


図13 阿部地先の11月から翌年3月までの累積水温と加入率の関係
 積算水温は各月の旬の平均値を積算，加入率は漁期直前の2+歳個体数 / 産卵個体数
 数字は産卵年を示す 回帰直線は $y = -0.0199x + 5.3484$, $r^2 = 0.3875$

7 放流種苗の回収率

漁獲年齢は2+歳から7+歳なので1999年漁期の調査までに1980年から1991年に生産された放流員の生涯にわたる回収が完了したと判断した。これらの放流種苗について生産年級群ごとの回収率を表11に示した。回収率は6%から50%と推定された。しかし、漁獲年齢(多くは放流から2年以上経過)、生残率(年間、0.7)および漁獲率の推定値(表6)から判断して、1982年および1983年の生産年級群の回収率42%および49%は他の生産年級群に比べ著しく高く推定された。1988年生産年級群までの回収率は13%から50%(平均25%)であった。それに対し、1989年以降の生産年級群の回収率は6%から9%(平均8%)で、1989年以前の生産年級群と比較して半分以下に減少した。

表11 放流員の生涯回収率(%)
1999年漁期に7+歳で回収された1991生産年級
以前の生産年級群について示す

生産年	放流数	回収 個体数	生涯 回収率(%)
1980	110,500	23,711	21.46
1981	45,000	7,091	15.76
1982	34,000	14,299	42.05
1983	34,000	16,859	49.59
1984	71,000	13,060	18.39
1985	85,000	20,699	24.35
1986	158,000	30,682	19.42
1987	110,000	20,256	18.41
1988	115,000	15,347	13.34
1989	180,000	10,879	6.04
1990	180,000	15,699	8.72
1991	173,000	13,489	7.80

8 漁獲個体数と漁獲率の関係

漁獲個体数と漁獲率の関係を図14に示した。漁獲個体数と漁獲率の関係は、1978年～1990年と1991年～1994年の2群に分けられると判断した。両グループとも漁獲個体数が増えると漁獲率は上昇するが、1991年～1994年には漁獲個体数が少ないにも関わらず、漁獲率は急激に高くなる傾向を示した。

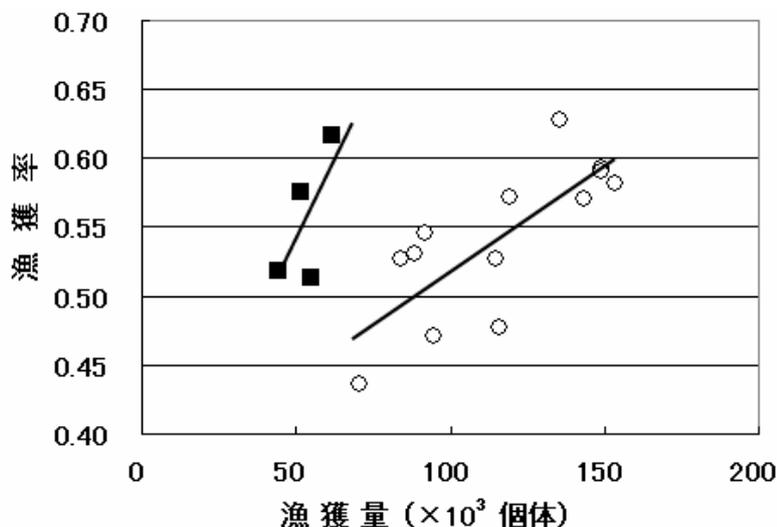


図14 阿部地先のクロアワビ漁獲量(個体数)と漁獲率の関係
丸は1978年から1990年、黒四角は1991年から1994年

論 議

暖海系アワビの垂直分布ではクロアワビは水深 10m 以浅に出現し、特に 5m より浅い水域に多く、暖海系アワビの種組成に占める割合は浅いほど高い。メガイアワビは水深 5m 以深に多く、水深 15m 以深ではマダカアワビが優先する(小島、2005)。また、クロアワビの分布様式は集中分布(小島、2005)で、海士がアワビ類の生息密度の高い場所を「あじろ」、「あなば」などと呼ぶ漁場の数学的表現と理解することができる。さらに、冬季には露天に現れる個体もあるが、生涯隠れる場所を必要とし(小島、2005)、漁獲不可能な場所にもいる。こうした生態学的特徴が、海士漁業に強く反映している。解禁当初経済的価値が最も高く、生息水深の浅いクロアワビを標的に漁獲する。海士はアワビ類が蝸集する「あじろ」の位置を経験的に熟知している。「あじろ」では漁獲後、個体数が回復することが知られている(井上、1972b)。この個体数の回復は、翌年漁期までといった長期に及べば成長加入による割合が高い。漁期中の 11 日間の休漁後には明らかに CPUE が増大したが、このことは、短期的にも近接する低密度域からの移動や漁獲不可能な場所にいる個体の移動によっても「あじろ」の漁獲可能な個体数が増加することを示唆する。また、海士は標的種(堀井、1998)と操業場所を前もって決めて操業する。クロアワビの生息密度が低下すると経済的損失を補うために深い方へ漁場を拡大して他の種を標的とする(Matsumiya & Matsusita, 1989)。海士漁業はこうした操業形態をとるためクロアワビに対する漁獲努力量を直接計量することはできず、さらに操業面積が漁期の進行に伴い変化するので漁獲対象となる資源量が操業日により異なる。クロアワビの資源評価や資源管理に関して単位努力当たり漁獲量(CPUE)が現存量に比例することを前提とする Leslie 法、DeLury 法、Production Model などが多く用いられている(例えば、小島ら 1978、田中 1988、Matsumiya & Matsushita 1989、堀井 1998)。しかし、クロアワビの生態学および漁業の特徴は、これらのモデルの成立条件を満たさないことを示している。CPUE が漁期進行に伴い減少するのは、生息密度の高い「あじろ」から順次漁獲されることによるのであって、資源量に直接関係しない。阿部地先の漁獲量データは、厳格な漁業管理と販売管理が行なわれているので信頼できる資料である。

標本船日誌データと水揚げされたクロアワビの属性(天然貝と放流貝、漁獲時殻長、満 2 歳以降の満年齢時殻長)の調査結果から年齢別による漁獲個体数を推定した。年級群ごとの年齢別漁獲個体数を基本資料として、年級群の生涯漁獲量(個体数)、漁獲率、親子関係について解析した。生涯漁獲量は 1987 年以降の加入量水準の急激な減少が 1990 年代の不漁に関連することを示した。漁獲率は最初に各年級の最高年齢群の漁獲率を 1 として漁獲率の第 1

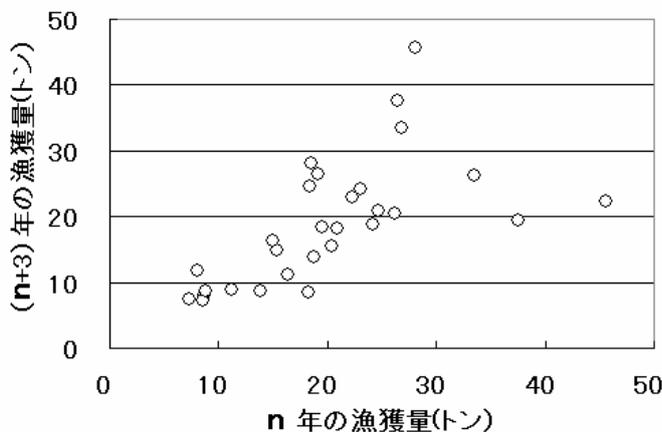


図15 阿部地先におけるクロアワビのn年の漁獲量と (n+3)年の漁獲量の関係 1968年から1996年の漁獲量をn年の漁獲量とした

次推定値を計算し、繰り返し計算により漁獲率を収束させた。漁獲率の第 2 次推定値は第 1 次推定値より最大 2% 前後過大で、第 3 次推定値は第 2 次推定値より最大 0.04% 過大であった。この結果、漁獲率の第 1 次推定値は、繰り返し計算による値と大差ないと判断した。

親子関係は 1981 年級群、1983 年級群および 1988 年級群を除くと子世代が親世代に依存すると判断された。資源量がさらに増えた場合の親子関係は明らかでない。産卵群は主に 3 歳から 5 歳の年齢群から構成されるので、ある年の漁獲量と 3 年後の漁獲量の関係が親子関係をおおまかに反映するものとして図 15 に示した。漁獲量が 25 ト

を越えると3年後に30トを越える年が現れる。30ト以上漁獲された年でも3年後の漁獲量はほぼ20トから25トとなる。漁獲量が25ト以上では資源状態が安定せず、再び安定状態(20トから25ト)に戻ることが示唆される。20ト以下の年は3年後の漁獲量が20トを下回り、年級群に基づく親子関係と類似し、資源が安定状態まで回復するのに時間がかかることを示した。こうした関係から20トから25トの漁獲が継続する資源状態が阿部地先での持続的生産を示すと考えられ、この資源状態について詳細を明らかにすることは今後の研究課題である。また、1978年から1999年には24.6ト以下であったので親子関係には密度依存の関係のみ現れ、生息密度と逆依存関係を生じる資源状態より低水準であったと判断される。

生涯漁獲量とその産卵群から、親あたり漁獲期待値(親1個体から期待される生涯漁獲量)の平均値は0.42個体と推定された。年間生残率を0.7、漁獲率を0.5、産卵期(11月~12月)から漁期(翌年7月~9月)までの生残率を0.788とすれば、親1個体から満3歳時に0.7個体が生残すると計算される。満4歳と満5歳にそれぞれ0.245個体と0.074個体の生残が期待される。このことから、親あたり漁獲期待値は0.42個体でほぼ資源が維持できることを示す。また、親あたり漁獲期待値は漁獲されるまでの生残数であるので環境変動のみの影響で決まる自然死亡の程度を示す。殻長70mm以上になると自然死亡は小さくなり、安定する(井上1976)。また、体が小さなほど環境変動の影響を強く受けると考えられる。11月の産卵・着底期から翌年3月の稚貝期にかけての高い積算水温期を過ごした1988年級群の親あたり漁獲期待値は0.15個体に低下し、同じ期間の積算水温が低下した1991年級群および1993年級群では親あたり漁獲期待値が0.8以上となった。なお、1989年以降には親あたり漁獲期待値が増大したので発生初期の生息環境が回復傾向にあったと判断される。生息環境と生残の関係をさらに厳密に調べるため11月から翌年3月までの累積水温と加入率(漁期直前の2+歳の個体数/産卵親貝個体数)の関係を調べた。その結果、クロアワビの加入率変動の約40%弱が累積水温の影響を受け、同時に水温変動の外にも加入率に影響する要因が存在することが示唆された。

1990年代のクロアワビ資源の減少について次の3点について論議したい。すなわち、第1点は資源変動の原因、第2点は資源増加あるいは減少をくい止めることが期待された種苗の放流効果、第3点は資源の回復を阻害する要因である。第1点は、発生初期の水温が年級群の生残率に関連し、水温が低い年にはプラスに、水温が高いとマイナスに働くことが示された。発生初期の生残率と水温の関係について、寒海系のエゾアワビでは、暖海系のクロアワビとは逆に水温低下が生き残りを低める要因となり(西洞、2002)、この水温低下が北太平洋の気候に関連する(中村ら2005)ことが報告されている。これまで、暖海系アワビの大型貝が、黒潮の接岸による磯焼け現象により、食物欠乏による資源崩壊が知られている(河尻ら1981)。本報告は、クロアワビの発生初期の生き残りが水温変動の影響を受けることを明らかにした。今後、水温変動に伴う生き残りのメカニズムおよび水温以外の要因を明らかにすることが研究課題となろう。

1990年代の資源減少の直接的な原因は、1988年級群の発生初期の生残率の著しい低下によることが明らかになった。生涯漁獲量が2.1万個体に減少したこの年級群は1991年、1992年の漁獲および産卵の主群を形成した。子世代が親世代に依存するという再生産関係は資源状態を低水準のまま持続することを意味する。このことは、再生産に関連するので、産卵量の増加が必要なことを示している。1980年代と1990年代では資源量に差はあるが、厳しい資源管理に支えられて資源が維持された状態と判断される。そのため、環境変動や乱獲などにより容易に資源減少に陥る危険性がある。こうした加入乱獲の危険性は、阿部地先の漁獲の殻長下限が90mm、年齢的には平均3歳代であることに関連する。本格的な産卵が3歳から行われるので、平均的な産卵回数は1回のみであり、危険回避には少なくとも2回産卵させる必要がある。そのため、殻長下限を10mm大きくすれば漁獲年齢を1歳引き上げることができ、産卵回数および産卵量を増やすことができる。しかし、既に漁獲殻長下限が100mmとする県においても1990年代の資源減少が同時的に起こっているため殻長下限の引き上げ

は必要条件であるが、十分条件ではない。

第2点は放流効果である。1983年から1999年までの調査で12生産年級(1980年から1991年生産群)の生涯回収率を得た。調査法に変化がないにもかかわらず1982年生産年級群および1983年生産年級群の回収率は42%および50%で、他の生産年級群に比較して著しく高く推定された。これらの年級群の放流数はいずれも34,000個体で、放流密度の著しく低い年である。生残率に密度依存性があれば、環境収容力の年変動および天然貝の生息密度を考慮する必要はあるが、放流個体数の密度低下が高い回収率の原因となった可能性が示唆される。1988年生産年級群までの回収率の平均値は25%(13%~50%)であったのに対し、1989年生産年級以降の回収率の平均値は8%(6%~9%)に減少した。種苗放流事業では同一放流サイズであれば類似した回収率を想定しているが、実際には大きな年変動を伴った。回収率の年変動は放流サイズ以外にも放流密度など回収率に影響する要因があることを示している。漁業資源の補強効果があることは明らかであるが、計画的な資源補強には環境収容力を考慮した最適放流密度を明らかにする必要がある。さらに、放流クロアワビの漁獲率は天然貝に比べ高いので、微生物の違いを明らかにすることも今後の課題である。また、放流クロアワビの成長と成熟年齢が天然貝と一致し、成熟過程および産卵が天然貝と同調することが確かめられている(小島 2005)。このことは種苗放流が漁獲資源の補強効果だけでなく、産卵群の補強効果も期待できることを示している。

第3点について、1989年級群から1991年級群の漁獲期待値は回復したが、資源量が回復していないことはその一例である。この例では資源回復が遅れる一原因として漁獲圧力が関係している可能性が示唆される。海土漁業は前述のとおり漁獲による生息密度の低下に伴って標的種を替える。このことはクロアワビ資源が多い年には積極的にクロアワビが漁獲されるので漁獲率は高くなる。漁獲個体数と漁獲率の関係はこのことを示している。一方、この関係は、1980年代と1990年代で異なる関係を示した。1980年代の資源水準は、1990年代に比較して高く、漁獲個体数と漁獲率に比例関係が認められ、漁獲量がほぼ20ト(15トから25ト)で、安定した再生産関係にあったと考えられる。それに対し、1990年代には漁獲個体数が少ないにもかかわらず漁獲率が増大した。このことは、海土が「あじろ」を経験的に熟知し、たとえ資源が減少しても生息密度の高い「あじろ」で効率的に漁獲する海土漁業の特性を示している。また、「あじろ」は再生産を保障する生物学的に重要な場である。クロアワビの産卵行動に関して明らかではないが、オーストラリア産 *Haliotis laevigata* では雌雄が1.6m離れると受精率が50%以下になると推定されている(Babcock & Keesing, 1999)。これは、受精率に精子濃度が関係する(菊地・浮 1974)ことに一致する。資源水準が低下しても「あじろ」で効率的な漁獲が継続すれば、再生産にマイナスの影響を及ぼすことになる。このために親になるまでの親あたり漁獲期待値が0.42個体であっても、加入乱獲の状態となり、資源回復を阻害する原因となる。従って、再生産を助長する人工的な「あじろ」(禁漁区)の設定が資源回復には有効な対策と考えられる。「あじろ」の規模や場所数の決定には、クロアワビの生活様式、特に産卵から着底までの機構を解明することが必要である。また、人工種苗は再生産を補強する能力があるので、資源回復に人工種苗が活用できる。

謝 辞

本文をまとめるにあたり、ご校閲の労をとっていただき、有益なご指摘と貴重なご助言を賜った元東京海洋大学教授北原 武博士に心より深謝いたします。また、第52回水産資源管理談話会にご出席者の皆様から有益なご指摘やご助言を多数賜りました。心から感謝の意を表します。本報告をまとめるにあたり談話会で頂きましたご指摘とご助言を参考にさせていただきました。本文の体裁は日本鯨類研究所細根 弓氏のご努力によっています。心から感謝の意を表します。

参 考 文 献

- Babcock, R. and Keesing J. , 1999 . Fertilization biology of abalone *Haliotis laevis*: laboratory and field studies. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 56, 1668-1678.
- Gordon, H.R. and Cook P.A. , 2004 . World abalone fisheries and aquaculture update: supply and market dynamics. *J. Shellfish Res.*, 23(4), 935-939.
- 堀井豊充 , 1998 . 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 . 長崎水試研報 , 24 , 117-156 .
- 今井利為・近山通正・金杉佐一・小川数也・三富浦龍一・牧 明彦 , 1988 . 人工アワビ礁の立体構造とアワビの空間分布 . 日本ベントス研究会誌 , 33・34 , 43-51 .
- 井上正昭 , 1972a . アワビのすみつきと海底地形 . 水産増殖 , 20(3) , 147-160 .
- 井上正昭 , 1972b . 漁獲によって減少したアワビ資源の回復について . 水産増殖 , 20(3) , 161-171 .
- 井上正昭 , 1976 . アワビの種苗放流とその効果 . 日本水産学会編 , 種苗の放流効果 アワビ・クルマエビ・マダイ , 恒星社厚生閣 , 東京 , 9-25 .
- 井上正昭・田内 大・近山通正 , 1985 . アワビ属種苗の放流効果に及ぼす種の特性 . 水産増殖 , 32(4) , 193-198 .
- 菊地省吾・浮 永久 , 1974 . アワビ属の採卵技術に関する研究 第3報 精虫濃度と受精率の関係 . 東北水研研報 , 34 , 67-71 .
- 小島 博 , 1976 . 徳島県におけるクロアワビの生長に関する 2 , 3 の知見 年齢形質と生長 . 水産増殖 , 23(2) , 61-66 .
- 小島 博・中久喜昭・谷本尚則・石橋喜美子 , 1978 . 徳島県海部郡産クロアワビ資源の研究 . 海土漁業と資源特性値 . 東海水研報 , 93 , 45-62 .
- 小島 博・山中幸夫 , 1983 . アワビの資源管理について—徳島県阿部漁協の管理例 . OCEAN AGE , 15(12) , 20-26 .
- 小島 博 , 1985 . 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) , 7-11 .
- Kojima, H. , 1995 . Evaluation of abalone stock enhancement through the release of hatchery-reared seeds . *Mar.Freshwater Res.*, 46, 689-695.
- 小島 博 , 2005 . クロアワビの資源管理に関する生態学的研究 . 徳島水研報 , 3 , 1-119 .
- Matsumiya Y. and Matsuishi T. , 1989 . Estimation of population parameters by optimizing catch effort allocation. *Res. Popul. Ecol.*, 31, 305-310.
- 中村 藍・北田修一・浜崎活幸・大河内裕之 , 2005 . アワビ類の漁獲変動 : エゾアワビの漁獲量と気候変動および種苗放流の関連について . 栽培技研 , 33 (1) , 45-54 .
- 西洞孝広 2002 岩手県におけるエゾアワビ資源の回復とその要因 . 月刊海洋 34(7) 477-481 .
- 田中邦三 , 1988 . 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 . 日水研報告 , 38 , 21-132 .