

第3章 繁殖と減耗要因

クローアビの成熟・産卵期、成長にともなう生活空間の変化や食性を明らかにすることは、本種の生物学的、生態学的理解を深め、海士漁業の解析および資源評価を行う判断の根拠として重要である。しかし、本種は海底地形の複雑な岩礁域の岩石の隙間に隠れて生息するため採集や観察は困難であり、研究方法に問題が残され、十分な生態学的解明が得られているとはいえない。

1980年代以降、我が国におけるアワビ類資源の最重要な増殖手段として人工種苗の大量放流が事業として全国的に実施されている。しかし、資源補強効果が期待されているにもかかわらずアワビ類の生産量が増加しないまま経過していることは、早急に解決すべき様々な課題が、なお残されていることを示している(關・佐野 1998)。エゾアワビと同様、クローアビについても、稚貝の成長に関連する食性や捕食を回避するすみ場、分布構造などの解明が十分になされていないことが、様々な資源増殖に関する試みや資源管理を行っているにも関わらず成果が得られていない原因の一つと考えられる。

本章では、天然産クローアビの成熟・産卵期、産卵数、食性、死亡の生物学的要因、ならびに分布構造について明らかにする。同時に、ほぼ1歳で放流された人工種苗の稚貝の生活内容が、成長にともない同所的に生活する天然産クローアビと異なっているか否かについて比較して調べた。

第1節 成熟期と産卵期

アワビ類には生殖巣の成熟過程が水温と関連すると指摘される種がある(Newman 1969, 菊地・浮 1974a, Hayashi 1980a)。エゾアワビは成熟への進行が積算水温に比例する(菊地・浮 1974a)。しかし、他の種の性成熟に及ぼす水温の影響は具体的に明らかにされていない。

クローアビの性成熟過程も積算温度と密接に関連すると報告されている(菊地・浮 1974d)。しかし、水温の季節変化が異なる千葉県(小湊)、徳島県、鹿児島県、新潟県、秋田県の産卵期がほぼ10月中旬～12月である事実(猪野 1952, 瀬戸口 1963, 加藤・佐藤 1973, 小島 1976, 土屋 1979)は、クローアビの性成熟過程

が積算温度だけでは説明できないことを示していると考えられる。また、クローアビの性成熟の過程が水温の季節変化と直接的な関係を有するか否かも明らかにされていない。

クローアビは、殻長55～68mmに達すると生殖巣が成熟するとされ(増殖場造成指針作成委員会 1982)、初成熟最小殻長に比べて大型になった個体が漁獲される。また、放流されたクローアビは天然個体と同時に漁獲される(柳澤ら 1988, 金丸ら 1993)ので、放流個体も天然個体も同所的に生息すると考えられる。このことは、成熟年齢に達した放流個体は天然個体の再生産に関与することを示唆するが、放流個体の性成熟過程と産卵の有無、天然個体との産卵の同調性に関しては明らかにされていない。

本節においては、水温変動が天然産クローアビの性成熟過程と産卵期に与える影響、および天然個体と放流種苗由来の成熟個体の性成熟過程の同調性について調べた。

材料と方法

クローアビの産卵期の生殖巣の発達段階を知るために、1991年12月13日に牟岐町ミズオチ地先で、また1983年から1985年の10月～12月に同町オオバ地先で、それぞれ116個体および124個体採集し、調査した。ミズオチ地先産は年齢と性成熟の関係を調べるため1歳以上、オオバ地先産は年輪法による年齢査定によれば2、3歳のそれぞれ天然個体である。

また、性成熟の初期から産卵終了期の過程を把握するため牟岐町オオバ地先において1982年～1984年の各年、9月～2月にもクローアビを採集し、その生殖巣の発達段階を観察、記録した。

放流個体と天然個体の性成熟の同調性を明らかにするために、1990年～1999年の各8月～9月に由岐町阿部地先で漁獲された個体の生殖巣の発達段階を観察した。この調査では、各調査日に10個体を天然個体と放流個体を区別せずに選び、生殖巣を観察した。いずれも雌雄の判別ができなければ10個体で調査を終了したが、1個体以上の雌雄の判別可能な個体がいれば、放流個体が5個体以上になるようにさらに10個体以上100個体までの生殖巣を観察した。

生殖巣の発達段階は菊地・浮(1974a)を参考にし、産卵後の生殖巣を加えて5段階の生殖巣指数(GI)で示した。

生殖巣指数 (GI) は、次の諸特徴を規準として判定する。

1 : 肝臓が濃青色を呈する未成熟な個体および成熟開始期や終了期の雌雄の判別が困難な個体。

2 : 生殖巣の発達段階は低いが、肝臓の表面に淡黄白色ないし淡黄褐色の精巣および緑色の卵巣が認められ雌雄の判別が可能な個体。

3 : 雌雄ともに生殖巣は発達するが生殖巣は殻の縁を結ぶ面内に納まっている個体。

4 : 生殖巣はよく発達し、殻の縁を結ぶ面より外に膨れた個体。

5 : 生殖巣は収縮して殻の内側に納まりかつ生殖巣を覆う外皮表面のつやがなくなった個体。

得られた生殖巣指数 (GI) は次式により平均値として示した。

$$GI = \sum_{i=1}^5 (i-1) \times n_i / N$$

$$N = \sum_{i=1}^5 n_i$$

ここで、iは生殖巣の発達段階、n_iは発達段階iの出現個体数、Nは総調査個体数である。

生殖巣は立体的に成長するので、調査日のGIに1を加えた自然対数値を求めて、放流個体と天然個体それぞれを直線回帰させ次式によって比較した。

$$\ln (GI + 1) = bt + C$$

ここで、bは回帰直線の傾斜、tは調査期間の初日(8月1日)からの経過日数、Cは定数である。回帰直線は、傾斜(1日あたり生殖巣の発達速度)および調査日の平均における高さ(同じ調査日における発達段階の差異)について共分散分析(ANCOVA)により比較した。

水温の季節変化は、由岐町阿部地先から約12km南西、牟岐町から10km北東にある日和佐町地先の午前10時における表層水温を連続観測して求めた。

結 果

1. 初成熟の殻長と年齢

牟岐町ミズオチ地先における殻長40~90mmのクロアワビの雌雄の判別結果を図3-1-1に示した。判別できた雄の最小殻長は48mm、雌では46mmであった。殻長70mm以上に成長すると、明らかに大部分の個体の生殖巣は雌雄の判別が可能なまで発達した。また、同じ資料にもとづいて年齢別に性成熟の判別結果を表3-1-1に示した。1歳においてはすべての個体が性の判別ができなかった。2歳になると72%、3歳以上になると90%以上の個体の性別が肉眼観察により

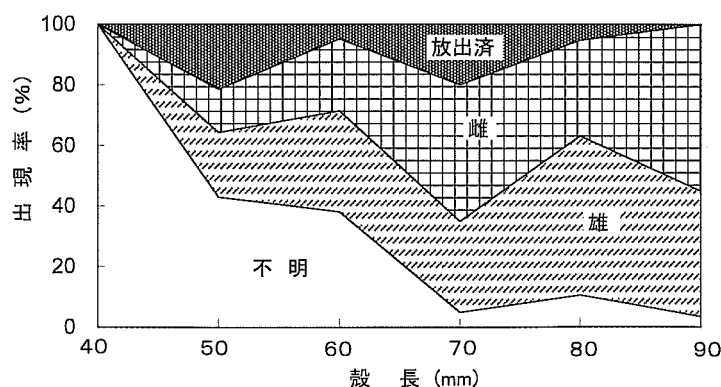


図3-1-1 牟岐町ミズオチ地先のクロアワビの殻長別による雌雄の判別割合
1991年12月13日調査

表3-1-1 牟岐町ミズオチ地先における年齢別性判別個体の成熟割合
1991年12月13日採集

年 齢	調査個体数	不 明	雄	雌	生殖素放出済み	殻長範囲 (mm)	性別別の割合 (%)
1 歳	17	17	0	0	0	24-40	0.0
2 歳	40	11	12	12	5	44-74	72.5
3 歳	14	0	8	4	2	67-90	100.0
4 歳以上	45	3	17	23	2	67-100	93.3

判別できた。雌雄の判別が可能であった3歳以上の個体の性比は、正規分布による比率の検定によれば、明らかに1:1であった ($p>0.05$)。

2. 成熟・産卵の年変動

牟岐町オオバ地先における1983年～1985年の各年、9月～12月における生殖巣指数の変化を図3-1-2に示した。1984年9月上旬から11月上旬にかけて生殖巣指数がほぼ直線的に増大したと仮定すれば、1983年～1985年の10月上・中旬の生殖巣指数はいずれの年にも2前後となる。しかし、10月上・中旬から12月上・中旬にかけて、生殖巣指数の変化は年により大きく異なり、特に11月～12月の変化が大きかった。すなわち、11月～12月の生殖巣指数は、1983年には調査期間を通してもっとも速く上昇し、1984年には前年に次いで速く、1985年にはもっとも遅く上昇した。これらのことは、性成熟過程と産卵期に年による相違があることを示している。1983年～1985年の12月の生殖巣指数を詳細に検討するため、雌雄別の生殖巣指数の頻度分布を図3-1-3に示した。1983年12月上旬にはすべての個体は産卵を終了したと判断された。1984年12月上旬には産卵直前の個体と産卵を終えたと判断される個体が採集され、産卵盛期と考えられた。1985年12月中旬には一部、精子を放出した雄個体もあったが、多くの個体は産卵前の状態と判断された。

年により異なる性成熟の過程が、水温変動とどのような関係にあるかを明らかにするため、日和佐町地先の表層水温を図3-1-4に示した。生殖巣指数が11月上旬から12月上旬にかけて急激に増大した1983年の同じ期間の水温は、10月中旬以降3年間で最も低かった。10月から11月上旬にかけて3年間で最も生殖巣指数が高く、その後生殖巣の発達が遅れた1984年の水温は、9月から10月上旬にかけて最も早く下降したが、10月下旬から12月にかけて3年間で最も高く推移した。生殖巣指数の上昇がもっとも遅かった1985年は、9月～11月にかけて3年間で最も高水温であった。すなわち生殖巣指数は、低水温では早期に上昇するが、高水温では上昇が抑えられる。このように、クロアワビの性成熟過程や産卵が水温に依存していることが明らかとなった。

3. 放流個体と天然個体の性成熟過程の比較

放流個体と天然個体について、それぞれ調査日に対

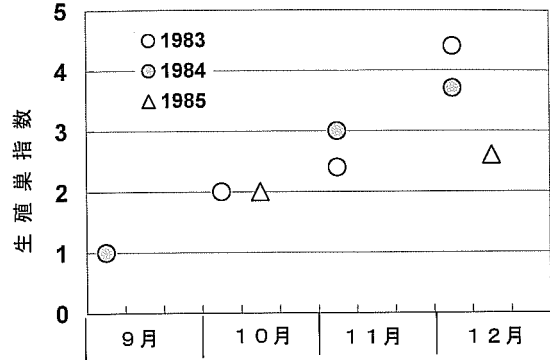


図3-1-2 牟岐町オオバ地先におけるクロアワビの生殖巣指数の季節変化の年変動

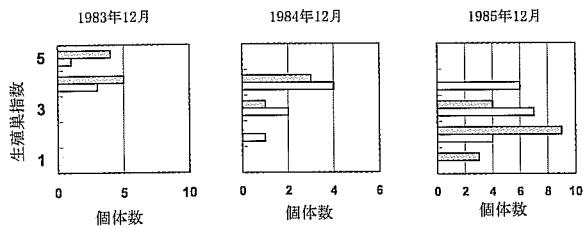


図3-1-3 牟岐町オオバ地先の12月のクロアワビ生殖巣指数の年変化

卵巣は濃色、精巣は白抜きのはistogramでそれぞれ示し、生殖巣指数が4以上の個体は配偶子の放出を示す。

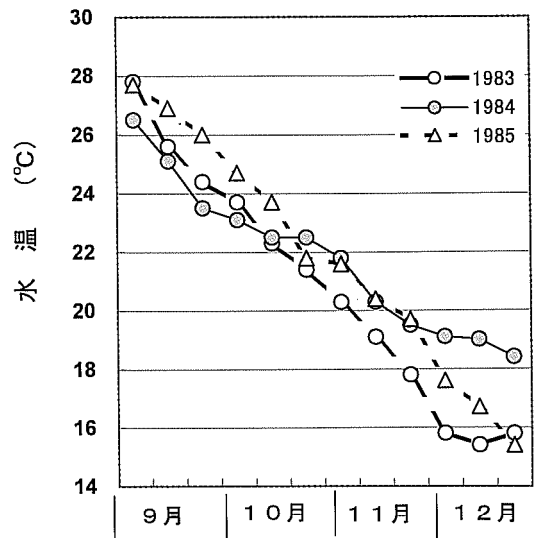


図3-1-4 日和佐町地先の海水温(表層)の旬別変化(午前10時測温)

する $\ln(GI+1)$ の散布図および1990年～1999年のデータを含めて最小自乗法で計算した回帰直線を図3-1-5に示した。それぞれ回帰直線は次のとおりであった。

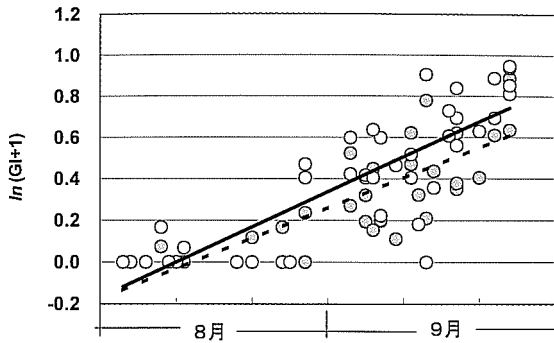


図 3-1-5 阿部地先における 8 月～9 月の放流個体と天然個体の生殖巣指数の対数値 $\ln(GI+1)$ の変化。白丸と実線は放流個体，黒丸と点線は天然個体をそれぞれ示す。資料は 1990 年～1999 年の調査による。

放流個体

$$\ln(GI+1) = 0.0169t - 0.1981 \quad (n=25, r^2=0.666)$$

天然個体

$$\ln(GI+1) = 0.0146t - 0.1787 \quad (n=25, r^2=0.674)$$

両回帰直線の回帰係数（1 日あたり $\ln(GI+1)$ の増加量）回帰定数には有意な差は認められなかった（ANCOVA, $P < 0.05$ ）。

考 察

クロアワビの生殖巣は、アワビ属の他の種と同様に肝臓角状部を覆うように発達する。性成熟過程は、組織切片による生殖細胞の発達過程（瀬戸口 1963, 加藤・佐藤 1973）や生殖巣を含む肝臓断面の肝臓径と生殖巣径の比による成熟度指標（猪野・原田 1961, 土屋 1979, 田中・田中 1980）、生殖巣重量および卵径（石田・田中, 1983）により正確に把握することができる。しかし、これらの調査法はいずれも生きていた個体には使用できず、調査個体数が限られ、大きな労力を必要とするなどの欠点がある。菊地・浮（1974a）は、エゾアワビの生殖巣の発達過程が肉眼的に判定できることを示し、クロアワビについても同様に判定が可能であることを示した（菊地・浮 1974d）。これによると、飼育試験によりクロアワビが 5.3°C 以上の積算温度で $3,500^{\circ}\text{C}$ 以上になると採卵が可能である（菊地・浮 1974d）としている。しかし、徳島県海部郡沿岸の水温が 10°C まで下降することはほとんどなく、積算温度が $3,500^{\circ}\text{C}$ に達するのは 7 月頃に相当し、実際の産卵期より 3～4 ヶ月早い。このことから、成熟開始期や成熟速度が飼育

実験下で求めた積算温度による成熟の進行と異なる条件が関与していると考えられる。クロアワビの成熟制御に関する研究は今後の課題である。

クロアワビの産卵期は千葉県銚子市外川では 7 月中旬に始まり、房総半島を南下するにつれて産卵期が遅れる傾向があり、千倉町河口では 10 月下旬～1 月下旬に盛期がある（田中 1988）。また、他の水域における本種の産卵期は、鹿児島県甕島で 10 月上旬～12 月上旬（瀬戸口 1963）、新潟県粟島で 10 月下旬～11 月上旬（土屋 1979）、秋田県戸賀湾で 10 月中旬～11 月中旬（加藤・佐藤 1973）である。本研究を行った徳島県牟岐における本種の産卵期は、10 月下旬～12 月で他の水域とほぼ一致した。また、成熟過程と産卵盛期は水温に依存する年変動が認められ、低水温で早く、高水温で遅くなるのが本研究によって明らかになった。

生物学的最小形は殻長 45mm で、2 歳貝の一部が成熟し、3 歳以上になると多くの個体が成熟した。また、性比は雌：雄が 1：1 と判断された。

本研究によって放流個体に由来する親貝の成熟過程が天然個体の成熟過程に同調することがはじめて明らかになった。天然における産卵の同調性は調べられていないが、再捕した放流個体の水槽内における観察では産卵行動、配偶子の放出時期や量には天然個体と差は認められないといわれる（徳島県栽培漁業センター大林 博司氏 私信）。したがって、親貝にまで生き残った放流個体は再生産を補強する役割を担っていると判断される。

第 2 節 産卵数

日本産アワビ属の天然における産卵数は、エゾアワビ（佐々木 2001）とクロアワビ（石田・田中 1983）について報告されている。また、エゾアワビでは体重 100g 当たり約 200 万粒産卵するとの報告がある（菊地・浮 1974a）。しかし、クロアワビに関しては、石田・田中（1983）が殻長 100mm 以上の個体の抱卵数を調べ、産卵数は抱卵数の一部であると報告したに止まっている。ここでは、クロアワビの殻長と産卵数との関係、産卵期間における同一個体の産卵回数、ならびに産卵間隔について室内水槽で飼育した個体を用いて調べた。

材料と方法

クロアワビの産卵数の調査は、1975 年 12 月に徳島県牟岐町地先において採集した雌 6 個体（殻長 $54 \sim$

82mm) および 1976 年 6 月～9 月に由岐町阿部地先において採集した雌 6 個体(殻長 49～105mm)を用いて行なった。これらの雌個体を 60×280×50cm のコンクリート製水槽へ収容し、アラメを飽食量与えて飼育した。1976 年 10 月 19 日に 1 個体の産卵を確認した後、全個体を個別に 16×31×23cm のプラスチック水槽に収容した。この水槽の上部には、先端に集卵のためのネット(目合 60 μm)を張った排水管を取り付けた。飼育水は掛け流しとした。実験期間中は食物としてアラメを与え、適時残ったアラメとクロアワビの排泄物を除去した。

1976 年 10 月 26 日に産卵を促すため、阿部産の 4 個体に 30 分間の干出刺激を与えると同時に、別途用意したクロアワビの精子を水槽へ添加した。これらの 4 個体は、いずれも産卵刺激を与えてから約 5 時間 30 分後に産卵した。他の個体の産卵には人為的な刺激を与えなかった。これらの個体の産卵後に産卵数を測定した。

産卵数は希釈法により推定し、産卵した卵を目合い 270 μm のネットを通過させ、60 μm のネット上で洗卵後、目盛り付き試験管に収容し、海水を含めた卵の容量を計測した。その後、試験管内の卵を十分に攪拌し、一定量をピペットで別の試験管に移して希釈した。こうした操作を 3～4 回繰り返した後、ICC 中の卵数を測定し、産卵数を推定した。なお、卵数は万能投影機(TOPCON PP-70)を用いて 10 倍に拡大して測定した。

阿部地先で採集した殻長 104.5mm の 1 個体については、抱卵数を調べた。この個体の卵巣と内臓を 10%ホルマリン溶液で固定した。測定に際しては、まず流水でホルマリンを除去し、その後 Gilson 氏液に浸漬して卵巣と内臓を注意深く指先で解きほぐし、内臓部分を除去しながら卵のみを分離した。前述の産卵数と同様に希釈法により卵数を推定した。卵の一部は万能投影機を使用して 50 倍に拡大して長径を測定した。

結 果

抱卵数を測定した殻長 104.5mm のクロアワビの生殖巣は、暗緑色で艶があり、貝殻下縁より膨らんでいるため外から確認できた。卵巣内の卵径組成を図 3-2-1 に示した。卵径組成は多峰型で、卵径 130 μm 以上を大型卵とすると総抱卵数 310 万粒のうち大型卵 80.3%、小型卵 19.7% であった。

産卵は 10 月 19 日から 12 月 19 日の間に 10 回観察さ

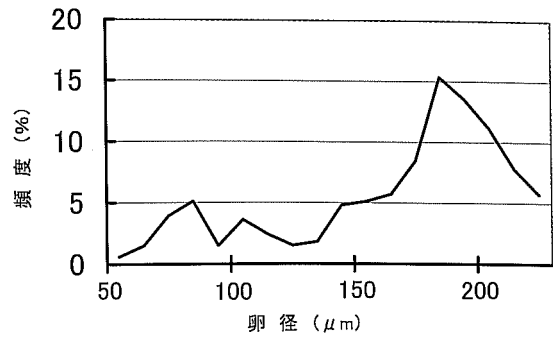


図 3-2-1 殻長 105mm のクロアワビの卵巣内卵の卵径組成 (%)

れ、その後認められなかった。排卵が行われた水温範囲は、図 3-2-2 に示すように、23.6～15.8℃で、10 個体中 9 個体が産卵した 11 月中・下旬の水温は 20.0～17.8℃であった。個体ごとの産卵数を表 3-2-1 に示した。1 回当たりの産卵数は 1 万粒から 169 万粒であった。人為的な刺激により排卵させた殻 96.5mm と 104.5mm の 2 個体は、10 月 26 日から 30 日の間に卵数を減少させながら産卵を繰り返した。この間の総産卵

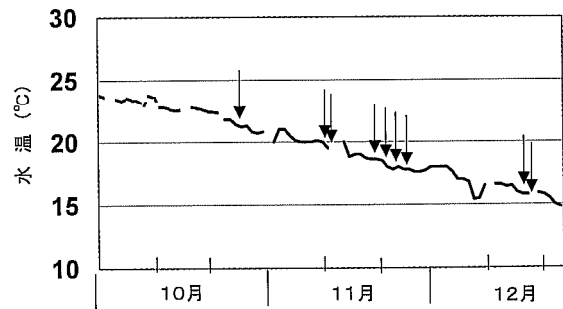


図 3-2-2 クロアワビの産卵と水温変動の関係
矢印は産卵を示す。10 月 23 日まではコンクリート水槽で飼育、10 月 24 日から 12 月 24 日までは個体毎にプラスチック水槽で飼育

表 3-2-1 殻長と産卵数(×10⁴粒)の関係
右肩のアスタリスクは人工刺激による産卵を示す

殻長 mm	1 回目	2 回目	3 回目	合 計
48.7	8.2*			8.2
54.4	19.2			19.2
54.5	1.0			1.0
59.2	6.8			6.8
81.5	91.7			91.7
82.4	45.0			45.0
83.1	24.9			24.9
90.7	—	43.7		—
96.5	20.0*	147.8	48.3	216.1
99.0	72.7*			72.7
104.5	64.6*	169.2	69.8	303.6

数はそれぞれ 20 万粒と 65 万粒であった。これら 2 個体は次の産卵時には多量の卵を放出した。この多量な産卵数に人為的な刺激による産卵を加えた産卵数は、総産卵数のそれぞれ 78% および 77% であった。

最初の産卵数が明らかでない殻長 90.7mm の個体を除き、殻長と総産卵数の関係を図 3-2-3 に示した。

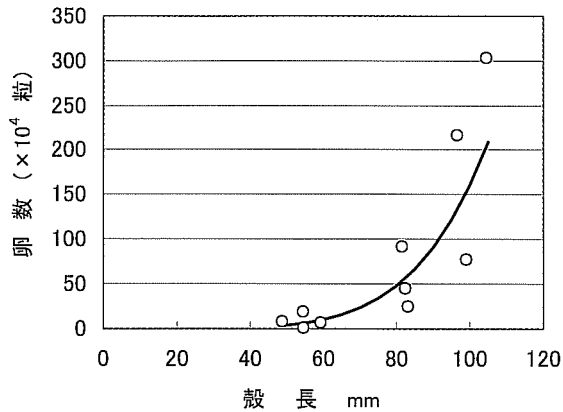


図 3-2-3 クロアワビの殻長と産卵数の関係
卵数は産卵総数 (× 10⁴ 粒)

図中の実線は殻長に対する総産卵数の回帰曲線で次式により示された。

$$F = 4.925 \times 10^{-9} L^{5.237}$$

ここで F は産卵数 (× 10⁴ 粒)、L は殻長 (mm) である。

2 回以上産卵が認められた 3 個体について産卵間隔 (日数) を表 3-2-2 に示した。人為的な刺激により 5 日間にわづかづつ産卵したが、最初の産卵日を 1 回目の産卵日とした。複数回産卵した個体はいずれも殻長 90mm 以上であった。産卵間隔は 23 ~ 36 日 (平均, 29 日) であった。

表 3-2-2 クロアワビの産卵間隔 (日数)

殻長 mm	1 回目 / 2 回目	2 回目 / 3 回目
90.7	36	
96.5	25	30
104.5	31	23

考 察

徳島県産クロアワビの生殖巣は、産卵期における卵巣内において、千葉県産クロアワビ (石田・田中 1983) やミダノアワビ (Newman 1967) と同様に、大型卵と小型卵が認められた。殻長 105mm 個体の産卵前の卵

巣内には、卵径組成から卵径 130 μm を境に大型卵と、小型卵がそれぞれ 80% および 20% 認められた。殻長 90 ~ 105mm のクロアワビのうち 2 回産卵した個体は、最初の産卵に総産卵数の約 80% を排出し、大型卵の割合とほぼ一致した。本種は、殻長約 90mm を境として、小型個体は 1 回の産卵で終了するが、大型個体は最初の産卵後、小型卵が成熟して約 1 ヶ月後に 2 回目の産卵が起こることが本研究によって初めて明らかとなった。

殻長 140mm を越えるクロアワビは、最初の産卵率が低下する (石田・田中 1983) ので、1 産卵期に 2 回以上産卵すると考えられる。産卵が観測された水温は、ほぼ 23 ~ 15°C であるが、多くの個体が 20 ~ 18°C の範囲で産卵したことは猪野 (1952) の報告と一致し、産卵期間が約 2 ヶ月に及ぶので最大 3 回の産卵が可能であると推定される。

産卵数は殻長 60, 70, 80, 90 および 100mm で、それぞれ 10 万, 23 万, 46 万, 85 万および 147 万粒に増加する。殻長 70mm 以上の産卵量は急激に増加するので、この大きさから本格的な産卵が行われると判断される。また、今回のクロアワビの産卵数は、エゾアワビの抱卵数 (佐々木 2001) に比べ、殻長 70mm までは類似するが、殻長 80mm 以上ではより多くなると推定された。

第 3 節 食性と摂食活動の日周期性

アワビ類は、主に植食性であり、摂食した食物の種類や量は成長に影響する (猪野 1952, 酒井 1962a,d, Leighton & Boolootian 1963, Shepherd & Hearn 1983) だけでなく、成熟にも関わっていること (酒井 1962a, Leighton & Boolootian 1963, Young & DeMartini 1970, 加藤・佐藤 1973, Shepherd & Lows 1974) が知られている。

Foale & Day (1992) は、天然水域から採集したアワビ類の消化管内容物から食性や摂食生態を調べる場合、藻類の消化速度に違いがあることから、採集時刻により結果に偏りを生じることを示した。このため、消化管内容物からクロアワビの食性を把握するためには、摂食活動の日周期性を明らかにして、採集時刻を決定する必要がある。

アワビ類の摂食生態については多くの報告があり、Leighton & Boolootian (1963) はアワビ類の摂食行動には、基質上の表在底生生物を「削り取る」ように非選

択的に食べる場合と多細胞藻類を選択的に食べる場合の2通りがあると述べている。また、富田・田沢(1971)はエゾアワビが1歳を境に摂食する食物の内容が変わると報告している。Shepherd & Cannon (1988)は、*H. laevigata* とミツウネアワビについて前者が殻長20mmで、後者が殻長14mmで食性に变化を生じること、さらに両種とも3歳頃に嗜好性の強い流れ藻の捕捉が容易な深所へ移動すると報告した。Kiyomoto & Yamasaki (1999)は、クロアワビが殻長ほぼ20mmで単細胞藻類への依存性が高くなると同時に分布域の拡大が起こることを観察した。しかし、殻長20mm以上のクロアワビの成長に伴う食性や摂食活動については明らかにされていない。

アワビ類の人工種苗は、育てられた飼育環境とは異なる場所へ放流され、全く異なる食物を摂取することになる。したがって、放流個体が生き残るためには、すみ場とともに食物との関係が重要である。

そこで本研究では、クロアワビの放流個体と天然個体の摂食活動の日周期性、放流初期に摂食される食物の種類や摂食活動、ならびにこれまで全く知られていなかった食性の転換について明らかにした。

材料と方法

クロアワビが天然の海底で摂食する食物を経時的に明らかにするため、胃内容物を調べた。調べたクロアワビは、徳島県由岐町阿部地先において1987年10月30～31日にかけて採集した平均殻長20mm(殻長範囲18～25mm)の放流した25個体および殻長44～96mmの天然の25個体である。採集場所は、アラメが濃密に生育する水深1～3mの転石域である。

採集した平均殻長20mmの個体は、阿部漁業協同組合が1987年10月6日および12日に水深2m以浅で広範囲に放流した徳島県栽培漁業センター産人工種苗90,000個体の一部である。放流個体の採集は10月30日13時から翌日7時の間に3時間間隔で7回、毎回2～4個体を採集した。天然産クロアワビは10月30日10時から翌日の7時まで3時間間隔で8回採集した。採集したクロアワビを採集後直ちに10%ホルマリン溶液で固定し、消化器官を摘出するまで暗所に保存した。

摂食した内容物を調べるため、流水中においてホルマリンを除去し、殻長の測定と年齢査定を行った。その後、放流個体は胃を、天然個体は食道から腸までの

消化器官をそれぞれ摘出した。消化器官系の名称は猪野(1952)を参照し、第3胃と第4胃の境および噴門部に鉗を入れ、胃および肝臓を摘出し、実体顕微鏡下で肝臓をできるだけ取り除いた。その後第1胃から第3胃にかけて柄付き針および鉗を使用して胃を切開し、胃内容物の充満度を調べた。本報告では、第2胃の屈曲部を境として第1胃から第3胃を前半部と後半部に分けて示した。胃の充満度は、胃内容物が認められない状態(空胃)を0とし、内容物が充満し、胃壁の皺が伸びた状態を3とした。0と3の間に、内容物は認められるが胃壁のほとんどが見える状態を1、内容物はやや多いが胃壁の一部が認められる状態を2とした。

胃内容物は、空胃を含めて直径3cmのシャーレに移し、胃壁を水で洗浄して集め、判定できる最下位の分類群に分けて計数した。また、天然個体については、食道および腸の内容物についても調査した。

なお、調査日の日没は17時12分、日の出は6時40分であった。

結果

1. 殻長20mmの人工種苗の放流初期の胃内容物量の時間的变化

胃の前半部および後半部における内容物の充満度を図3-3-1に示した。前半部の胃内容物は、13～16時にはほとんど認められず、19～7時の間に認められた。特に4～7時に採集した個体はほぼ充満した状態であった。一方、後半部の充満度は、前半部と同様に日没後に増加し、翌朝7時まで充満度2のほぼ安定した水準で経過した。

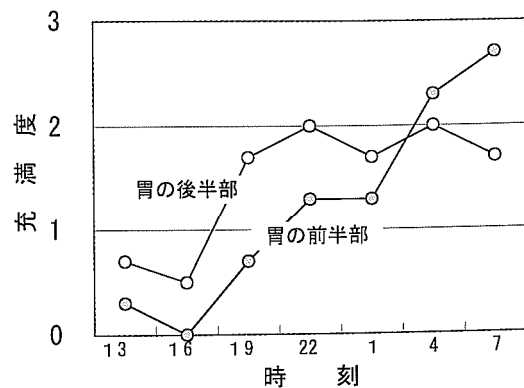


図3-3-1 殻長20mmの放流クロアワビ稚貝の胃の充満度の日変化。第2胃の屈曲部を境に第1～3胃を前半部と後半部に区分。

2. 天然クロアワビ消化管内容物の時間的変化

10時に採集した殻長54mmの個体では胃内に紅藻の一種が充満していた。この個体以外は10～16時までいずれも空胃であった。19時および22時に採集した各3個体のうち、19時には1個体、22時には2個体の胃の後半部にわずかな内容物が認められた。1時および4時に採集した個体では、4時に採集した1個体を除き、いずれも胃内容物が認められた。4時および7時採集のそれぞれ3個体のうち2個体は充満した胃内容物が認められた。この胃内容物は褐藻アラメの細片と同定された。

摂食した食物が消化管系を通過する時間を明らかにする手がかりをうる目的で、食道の摂食内容物の出現率 = ((摂食内容物の出現個体数 / 調査個体数) × 100)、胃内容物の充満度、腸の摂食内容物の出現率の変化を図3-3-2に示した。食道では摂食物は、19～4時の夜間に限って認められ、昼間に採集した個体では何も認められなかった。胃内容物は、13～19時に採集した個体ではいずれも空で、胃の前半部の指数は1～7

時に1.0～2.7と高くなった。また、胃の後半部の指数は22時以降に高くなり、7時には2.7まで増加したが、10時の採集では0.5に低下した。腸における摂食物の出現率は7～13時に高く、16～4時に低下し、特に19～22時には著しく低下した。

3. 放流後18～24日目の稚貝の胃内容物種の経時的变化

放流後18～24日目の個体の胃内容物種の経時的变化を表3-3-1に示した。放流個体の胃の充満度が高い4時および7時の胃内に出現した種類は、紅藻とその幼芽、種類の不明な海藻などの多細胞藻類、珪藻の *Arachnoidiscus* sp. ならびに有孔虫類、ヒドロ虫類、カイアシ類とその幼生などの動物、海綿動物の骨片や砂粒であった。経時的变化を見ると、13～16時には硬い *Arachnoidiscus* sp.、海面動物骨片、砂粒が少量見られ、夜間に増加した。日没後、有孔虫類、ヒドロ虫類、線形動物、カイアシ類が増加し、前述の多細胞藻類は4時と7時に増加した。

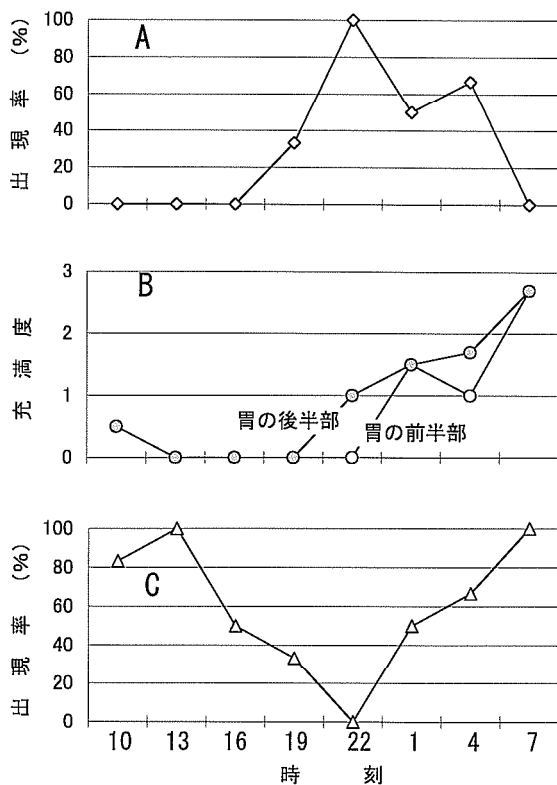


図3-3-2 2歳以上のクロアワビの食道 (A)、胃 (B) および腸 (C) における摂食物の日変化。

食道 (A) 内および腸 (C) は摂食物の確認された個体数の割合 (%), 胃 (B) の充満度は第1～3胃間での充満度を第2胃の屈曲部で前後に区分して示した。

表3-3-1 殻長18-25mm放流稚貝の胃内容物 (1978年10月30-31日調査)

胃内容	日の入り; 17:12, 日の出; 6:40						
	採		集		時 刻		
	13	16	19	22	1	4	7
<i>Arachnoidiscus</i> sp.	2.0	7.0	46.0	26.0	23.0	84.0	18.0
その他珪藻類				0.3		3.7	2.3
アラメ						8.0	
その他褐藻類						39.0	
紅藻の幼芽							35.0
その他紅藻					++		
その他藻類							94.0
有孔虫類	+	+	2.3	12.0	4.0	13.0	9.0
ヒドロ虫類			0.7	2.0	8.0	4.3	0.7
線形動物				0.3	0.3	0.7	1.3
カイアシ類				0.7	1.0	3.0	1.0
カイアシ類幼生						1.0	
介形類						2.0	
その他動物		1.0				1.3	0.3
海綿動物骨片		+	+	8.0	3.0	5.0	2.0
砂粒	+	+	++	++	++	++	++
不明	+	+			+	+	

注: +; 1-9個体または細片, ++; 10-49

4. 天然産クロアワビの胃内容物

19～7時に採集した殻長50～95mmのクロアワビの胃内容物を殻長順に並べて表3-3-2に示した。殻長50～70mmの胃内からは紅藻と種類が不明な多細

表 3-3-2 殻長 50-95mm の天然産クロアワビの胃内容物

(採集は 19:00 から 7:00)

殻長 (mm)	<i>Arachnoidiscus</i>	その他珪藻	有孔虫類	苔虫類	ヒドロ虫類	紅藻類	アラメ	その他藻類	不明	砂粒
52.3	168		+		+	++				+
55.4	105	++	29		31			+++		++
63.2	++				+	++				
68.1			+		(+)	(+)				
72.8	(+)									
78.6	+						+++			+
80.6			(+)		+	+				
81.1							++			
82.0					+		+++			
84.0				+					+++	
84.7							++			
86.7								++		
93.3							+			
94.6					(+)	(++)				

注；+：1-9 個体または細片，++：10-49，+++：>50
カッコ内は食道内容物を示す

胞藻類，珪藻の *Archinoidiscus* sp.，有孔虫類，ヒドロ虫類の動物および砂粒が出現した。個体ごとの胃に複数種の摂食物が認められた。殻長 70mm 以上では半数の個体（5 個体）の胃にアラメ細片が出現した。殻長 79mm の個体の胃内に出現したアラメ葉片の大きさを図 3-3-3 に示した。長径は 0.2～2.5mm，短径 0.2～1.5mm で，正方形あるいは長方形であり，大型の葉片には 2～3ヶ所の切れ込みが見られた。アラメ以外では種が不明な多細胞藻類や種の明らかでない内容物が認められた。4 時に採集した殻長 94mm の個体は食道に紅藻が見られ，胃には移行していなかった。また，殻長 70mm 以上の個体は摂食した食物の種類数が少なかった。

考 察

放流から 18～24 日経過した殻長 20mm 前後のクロアワビでは，胃の前・後部はともに 13～16 時の日中はほとんど空であり，日没後に第 2 胃の後半部に内容物が認められ，日の出までほぼ一定量で推移した。これに対し，胃の前半部の内容物は日没後には少なく，日の出前後に最大となった。これは，日没から摂食活動が始まり，夜間を通して活発に摂食を続けたことを示している。放流個体の消化管内容物は，紅藻やそれらの幼芽ならびに珪藻も出現したが，量的に多くを占めたのは有孔虫類，ヒドロ虫類，カイアシ類などの動物が中心であった。また，海綿動物の骨片や砂粒なども普遍的に出現した。これは放流個体がすみ場周辺の表在底生生物を非選択的に歯舌で削り取ったことを示

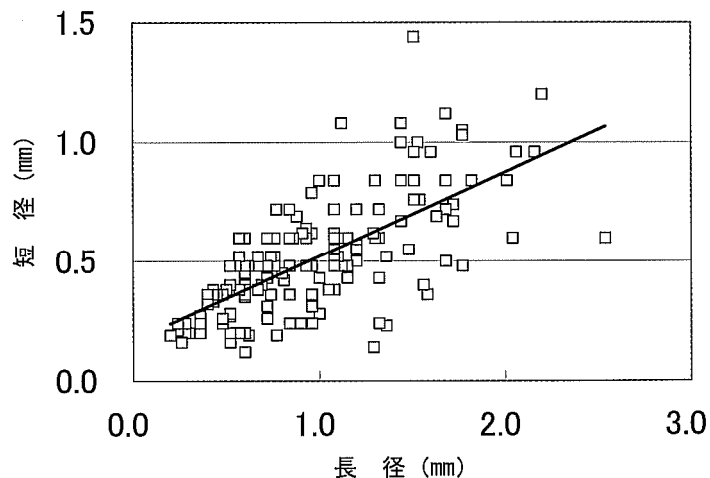


図 3-3-3 殻長 79mm のクロアワビ胃内のアラメ葉片の長径と短径の関係

している。このような微細な底生動物は主な食物ではなく混食されたとする考えもある(例えば、猪野 1952)。しかし、放流個体の胃内容物は 70mm に達するまでの天然個体と一致していた。これらの事実から、殻長 70mm までは動物を含む基質表面の非選択的な摂食が主体であることが明らかである。一方、伊豆半島のアラメ・カジメ群落では殻長 33 ~ 169mm のクロアワビがアラメまたはカジメを主要な食物とすること(野中・岩橋 1969) が観察されている。従って、殻長 70mm までのクロアワビは生息域に対応してアラメ葉片など大型褐藻の流れ藻が利用可能であれば選択的に摂食するが、大型褐藻の流れ藻が利用できなければ非選択的に基質に表在する底生生物を日没直後から摂食しているものと考えられる。

殻長 70 ~ 80mm 以上のクロアワビは日没からしばらくして胃内容物が認められた。これらの胃内容物中には、殻長 70mm 以下で観察された微小な底生動物はほとんど認められず、アラメを主体とした多細胞藻類が占めた。このことは、本種がすみ場を離れ、転石下や岩石の間隙に引っかかったアラメ・カジメなどの流れ藻を探索・認識し、選択的に摂食すると考えられる。したがって、クロアワビはほぼ殻長 70mm で食性が転換すると推定される。

前節において本種の生物学的最小形が 48mm であること、産卵数の増加が殻長 70mm 以上で急増することから、殻長 70mm から本格的な再生産に関わると推定した。磯焼けによる大型褐藻の消滅は、南方系アワビ類の再生産と生残に大きな影響を及ぼす(加藤・佐藤 1973, 河尻ら 1981) と報告されている。殻長 70mm 前後で食性が転換することから、クロアワビの再生産と資源維持にとって、アラメ海中林の維持管理が極めて重要なことを示している。

第 4 節 死亡の生物要因

アワビ類の放流水域には多くの生物が同所的に生息する。中でも甲殻類、軟体動物、魚類などは、放流したアワビ稚貝の死亡原因に大きく関わると考えられている(門間 1972, Shepherd 1973, 西村・辻 1979, Tegner & Butler 1985, Tegner & Butler 1989, Shepherd & Breen 1992)。このため、放流後のアワビ稚貝の生残率あるいは回収率が放流個体の大きさに依存するので、殻長 30mm 以上での放流が提唱されている(井上 1976)。

人工種苗の放流サイズの決定や放流場所の選定は、

数か月後から 1 年後までの回収率によって判断することが多い。そのため、死亡率が最も高いと考えられる放流初期の稚貝に対する生態学的な知見は少なく、稚貝の死亡原因となる動物やそれらの捕食行動はほとんど明らかにされていない。そのため、放流場所の選定基準は未だ確立していない。放流するアワビ稚貝のサイズがなぜ生残に関係するのか、生残率が高い環境とはどのような場所なのかを明らかにする必要がある。

アワビ類の死亡原因に関連する動物のうち、貝殻に特徴的な殺傷痕跡を残す種類として、タコ類(Pilson & Taylor 1961, Tegner & Butler 1989)、穿孔性多毛類 *Polydora* spp. (小島・今島 1982)、穿孔海綿 *Cliona* spp. (Forster 1967)、カニ類(Tegner & Butler 1985, Mower & Shepherd 1988)、魚類(Shepherd 1986b, Tegner & Butler 1989)、ラッコ(Hines & Pearse 1982)などが報告されている。

マダコの大発生年に南方系アワビの漁獲量が減少することも報告されている(徳島水試 1940)。また、穿孔性多毛類 *Polydora* spp. の寄生による体重減少(小島・今島 1982) や穿孔海綿 *Cliona* sp. の激しい寄生による死亡も報告されている(Forster 1967)。

本研究では、放流初期のクロアワビ稚貝の死亡に関わる動物の種類と、それらの稚貝の死亡への影響を実験的に解析した結果を述べる。また、海底から採集した貝殻の生物痕跡から死亡に関わった生物の種類とそれぞれの種がクロアワビを死亡させた割合について調べた結果を併せて報告する。

材料と方法

クロアワビ人工種苗の放流初期における生残率と死亡率、死亡要因を明らかにするために、野外実験と室内実験を行なった。野外実験は、1975 年 5 月 15 ~ 22 日と 1976 年 5 月 6 ~ 14 日の間に、徳島県海部郡海南町浅川地先において行った。実験を行った場所の位置および兩年の稚貝放流地点を図 3-4-1 に示した。浅川湾北東部潮間帯には約 2 万 m² の平坦な岩盤があり、干潮時に大小のタイドプールや湾口へ開く水路が形成され、潮間帯縁辺部には数種のホンダワラ属褐藻が生育するが、放流地点付近には大型海藻は認められない。

1975 年の実験では、ほぼ 1 × 1m の範囲に長径 20 ~ 40cm の石を 1 ~ 2 段に並べた 4 ケ所の放流場所を設けた。そのうち 2 ケ所(本文中では St.1a, 2a とする)は大型タイドプール(干潮時面積約 3,500m², 最大

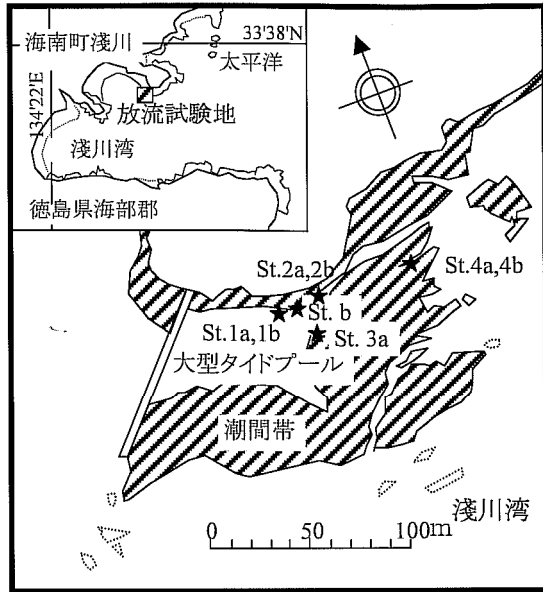


図 3-4-1 クローアワビ稚貝放流実験地の位置と放流実験実施点 (黒星印)

水深 1.5m) の北岸、水深約 50cm の磯地に 5 m 間隔で並列して設け、他は小型タイドプール (St.3a, 面積約 10m², 最大水深約 30cm) と水路の岸側 (St.4a, 幅 1.0 ~ 1.5m, 長さ 15m, 水深 10cm) に設けた。殻長 10 ~ 18mm (平均 15mm) のクローアワビ稚貝を各実験区へそれぞれ 100 個体放流した。

1976 年には、大型タイドプールにおいては前年とほぼ同じ位置 (St.1b, 2b) に、それらの中間点 (St.b), 水路においては前年とほぼ同じ位置 (St.4b) の 4ヶ所を稚貝の放流場所とした。St. b および St.1b には食害動物から放流稚貝を保護する目的で 1.5 × 1.5 × 0.5m の鉄筋枠を置き、枠の周囲に目合 5mm の囲い網を張り、St.1b にはさらに囲い網の天井を取り付けた。囲い網は満潮時に水没する高さとした。各放流場所には前年と同様に石を並べ、殻長 8 ~ 18mm (平均 10.7mm) の稚貝を、St.1b へ 97 個体、St.b へ 95 個体、St.2b と St.4b へそれぞれ 100 個体放流した。

両年の実験に供したクローアワビ稚貝はそれぞれ前年 11 月に徳島県水産試験場で採苗し、貝殻の色彩を緑色にするため殻長がほぼ 4mm に達してからアオサの一種 *Ulva* sp. を与えて飼育したものである。

1975 年には放流の翌日と 5 日目に素もぐりで放流個体の発見と死亡した放流個体の貝殻を回収し、7 日目に調査を終了した。1976 年には放流の翌日、4 日目、6 日目に放流個体の発見と死亡した放流個体の貝殻を回収し、8 日目に調査を終了した。海底での放流個体

数の測定に際しては、人為的な影響を少なくするために放流個体の存在を確認できる程度に石を動かすことに努めた。また、調査終了日には石を移動して生残った全数個体の確認と死亡した個体の貝殻の回収に努めた。

なお、放流日には放流個体の行動、放流場所の性状、移動してきた動物の行動を観察した。

水路へ放流した稚貝については、両年ともに放流地点 (St.4a, 4b) から発見した地点までの距離をメジャーロープで測定した。

1976 年にはクローアワビ稚貝の放流前に St.1b, 2b, 4b, b において 1 × 1m 枠内に生息する動物を採集した。採集した動物のうち、イシガニ *Charybdis japonicus*, ヒライソガニ *Gaetice depressus*, イソスジエビ *Palaemon pacificus* ならびにイトマキヒトデ *Asterina pectinifera* を用いてクローアワビ稚貝の捕食実験を行った。実験に際しては塩化ビニール製の水槽 (78 × 29 × 30cm) を 2 個用意し、それぞれ塩化ビニール製の板で内部を 29cm 間隔に 3 等分し、6 実験区とした。そして、水槽側面下部から立ち上げた排水管で水深を 23cm に固定し、40 ~ 108 ℓ/時間の海水を注入した。イトマキヒトデの実験区には稚貝の隠れ場となるものは入れなかった。イソスジエビとイシガニの実験区には稚貝の隠れ場となるように直径 5 ~ 10cm の小石を 2 ~ 3 個入れた。またヒライソガニの実験区には水槽の底に直径 1 ~ 2 cm の小石と砂を 1 ~ 2cm の厚さに敷き、その上に隠れ場として直径 5 ~ 10cm の石を 2, 3 個置いた。

実験の前に各動物には食物として冷凍カタクチイワシを 5 日間与え、開始 1 ~ 2 時間前にはサイホンで残ったカタクチイワシを取り除いた後、それぞれ稚貝を 10 個体入れ、以後 5 日目まで観察した。実験中の動物には可能な限り音や光の影響を少なくするため、周囲から遮蔽された実験室で、蛍光灯を用いて明期 12 時間、暗期 12 時間で実験を行った。午前 10 時と午後 5 時に実験動物にストレスを与えないように観察と水温測定を速やかに行い、実験終了後に貝殻を回収し、捕食者のサイズを測定した。実験に用いたヒライソガニとイシガニの甲幅長と個体数、およびクローアワビ稚貝の殻長と個体数を表 3-4-1 に示した。

イトマキヒトデを用いた実験においては、腕長 22 ~ 48mm の個体を 1, 2, 3 ならびに 5 個体収容した 4 実験区を設け、殻長 10 ~ 24mm のクローアワビ稚貝を各 10 個体入れて 9 日間観察した。また、腕長 32 ~ 37mm の

表 3-4-1 クロアワビ稚貝の捕食実験に用いたヒライソガニとイシガニの甲幅長とクロアワビの殻長

捕食者	捕食者 個体数	甲幅長 (mm)	クロアワビ殻長範囲 (mm) (カッコ内は個体数)	
ヒライソガニ	47	10~13	10~11(5)	13~15(5)
ヒライソガニ	15	10~13	6~7(5)	10~13(5)
ヒライソガニ	8	15~23	9~10(5)	14~16(5)
ヒライソガニ	5	17~22	10(5)	13~15(5)
ヒライソガニ	2	17~23	12~14(5)	17~21(5)
イシガニ	1	58	9~10(5)	14~16(5)
イシガニ	1	58	14~16(5)	25~30(5)

個体を1個体ずつ収容した4実験区を設け、殻長11~14mmのクロアワビ稚貝をそれぞれ1, 3, 5ならびに10個体入れて6日間捕食の有無を観察した。

イソスジエビの捕食実験では、体長22~32mmの個体を5個体収容した実験区に殻長5~7mmおよび殻長9~11mmのクロアワビ稚貝を各5個体入れて5日間観察した。

アワビ類の死亡原因となる生物には貝殻に死に至らしめた痕跡を残す種があると報告されている (Shepherd 1973, Tegner & Butler, 1985)。そこで、1977年6月から1989年2月の間に徳島県由岐町阿部地先において海底から採集した殻長10~124mmのクロアワビの貝殻633個に残された生物痕跡を調べた。これらの貝殻には放流したクロアワビの貝殻79個も含まれていた。また、同期間に由岐町阿部地先において採集および漁獲された殻長26~128mmの生きている108個体の貝殻も同様に調査した。貝殻は水洗後、自然乾燥させて年齢査定(小島1976)と殻長を測定し、生物痕跡の有無を調べた。マダコによる穿孔痕は、Pilson & Taylor (1961)に従って判別した。穿孔痕は、貝殻表面における外径(長径×短径)と貝殻内面における内径(長径×短径)の測定によって大きさを把握し、一部の殻については穿孔場所付近の貝殻の厚さもマイクロメーターによって測定した。ただし、穿孔痕跡はあるものの貝殻を貫通していない場合は不完全穿孔と呼ぶこととする。マダコの穿孔痕に類似するが、貝殻表面および内面の径がより大きい特徴を備えた孔はマダコ以外の動物による可能性があり、動物名を不明なものとしてまとめた。

穿孔海綿 *Cliona lobata* および穿孔性多毛類 *Polydora* spp. による穿孔痕は貝殻の真上から soft-X 撮影し、撮影像により判断した。撮影像から判断の困難な貝殻の最後部および左側垂直面の被害程度は判断か

ら除いた。*Polydora* 属による穿孔痕は小島・今島(1988)に従った。*Cliona lobata* による被害規模は soft-X ネガに撮影された虫室の先端を結んだ面積が貝殻映像面積に占める割合を20%単位で記録した。なお、*Cliona lobata* Hancock1984 は故星野孝治博士(広島大学向島臨海実験所)の同定による。

結 果

1. 野外実験

1) 放流稚貝および死亡した貝殻の回収率

1975年と1976年に行ったクロアワビ稚貝放流実験の結果を、放流後の経過日数ごとに発見した生残個体数と死亡個体数(死亡した貝殻の回収数)、実験終了日における生残個体の回収率、死殻回収率、生死不明個体率を表3-4-2に示した。1975年のSt. 1aとSt. 2aへ放流した稚貝は、放流後に分散範囲が重なったので、まとめて示した。

クロアワビ稚貝の放流場所に囲い網を施さなかった1975年のSt. 1a + St. 2a(大型タイドプール)およびSt. 3a(小型タイドプール)においては、生残個体は放流翌日にはすでに10分の1以下に低下し、7日後には、回収率はわずか0.5%と4.0%と著しく低下した。死殻回収率はそれぞれ21.5%、26.0%であった。一方、水路のSt. 4aにおける回収率は23.0%とタイドプール内の放流場所と比べて高かった。

1976年には大型タイドプール内の放流場所であるSt. 1bには天井付きの囲い網を、St. bには天井なしの囲い網を施し、St. 2bには囲い網を施さなかった。その結果、天井付きの囲い網を施したSt. 1bにおいては1975年とは異なり、回収率は51.5%へと著しく向上したのに対し、天井なしの囲い網を施したSt. bとSt. 2bにおいては回収率はいずれも0.0%であった。水路のSt. 4bにおいては、回収率は28.0%と前年同様にタイドプール内の囲い網を施さないSt. 2bと比べて高かった。死殻回収率は、砂に埋没した貝殻も探索した結果いずれも1975年よりも向上した。

クロアワビ稚貝の放流サイズと生残率との関係を調べるため、1976年にSt.1b(天井付き囲い網)とSt.4b(水路)の放流群を対象に放流から8日目に回収したクロアワビ稚貝の殻長別の回収率を図3-4-2に示した。回収率は、放流サイズが大きくなるにともなってほぼ直線的に上昇した。また、小型貝の回収率は、放流前にできるだけ捕食者を取り除き、放流後においても天

表 3-4-2 クロアワビ稚貝の放流実験による生きていた貝の発見数、死殻回収数、実験終了時（1975年は放流から7日目、1976年は放流から8日目）の生きていた貝の回収率、死殻の回収率ならびに不明個体の割合

実験年	1975							1976							
	大型タイドプール St.1a, 2a		小型タイドプール St.3a		水路 St.4a			大型タイドプール				水路			
放流場所	St.1a, 2a		St.3a		St.4a			St.1b		St.b		St.2b		St.4b	
放流個体数	200		100		100			97		95		100		100	
	S ¹	E ²	S	E	S	E		S	E	S	E	S	E	S	E
放流後の経過日数	1	16	7	11	3	13	0	-	-	16	4	21	8	20	7
	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	4	-	-	-	-	-	-	6	1	11	16	1	32	17	4
	5	0	20	0	12	17	3	-	-	-	-	-	-	-	-
	6	-	-	-	-	-	-	18	3	2	13	0	9	6	3
	7	1	16	4	11	23	1	-	-	-	-	-	-	-	-
	8							50	22	0	18	0	5	28	2
回収率 (%)	0.5		4.0		23.0			51.5		0.0		0.0		28.0	
回収死殻 (%)	21.5		26.0		4.0			26.8		53.7		54.0		16.0	
不明 (%)	78.0		70.0		73.0			21.7		46.3		46.0		56.0	

*1:Sは生きていた貝の発見数、*2:Eは死亡した貝殻の回収数

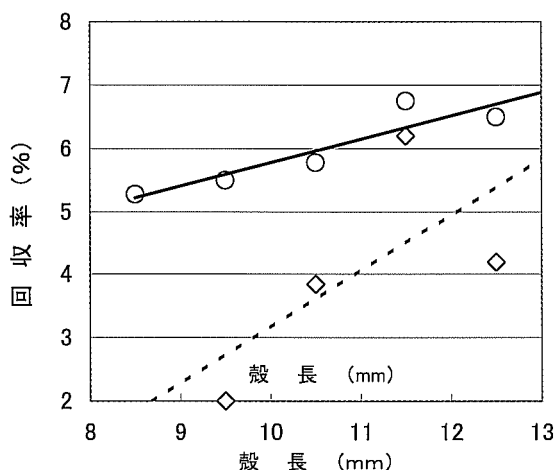


図 3-4-2 放流時殻長と放流 8 日後の回収率の関係 (1976 年)。

○と実線は St.1b(天井付き網囲い)、◇と点線は St.4b(水路)。

天井付き網囲い網によって捕食者の侵入を防いだ St.1b において明らかに高かった。

2) 死亡個体の貝殻の形状

回収した貝殻は、無傷から細片まで多様で、本報告では、貝殻の損傷程度を 1:無傷, 2:周辺部破損, 3:大破(貝殻が半分以上残っているもの), 4:細片(貝殻が半分以下に砕けたもの)の4階級に区分し、表 3-4-3 に示した。貝殻の形状は、放流場所間で異なり、周辺部破損が最も多く(38~61%)、次いで細片(7~55%)、無傷(0~36%)、大破(0~17%)の順であった。細かく砕けた貝殻は、波浪により砂に

混入し、さらに他種の砕けた貝殻との識別が困難となるなど、回収されにくいものが多くあった。

3) 放流稚貝の移動

放流稚貝は、各放流場所の中央部に相互に付着し合った塊状のまま投入された。投入時には一部の稚貝は、海底に達するまでに離れ、殻を下にして石の上に落ちるのが観察された。殻を下にした貝はほぼ 1 分以内に起き上がり、頭部触角、上足触角および眼柄を伸ばし移動を始めた。塊状に落下した稚貝も徐々に互いに離れながら同様に移動を始めた。放流 30 分後になると、大部分の稚貝は石の小さな凹部や石と石の隙間へ移動したが、石の表面を移動中の個体も少数観察された。1 時間後にはすべての稚貝が石の下面や側面へ移動を完了した。24 時間後においても、大部分の稚貝は放流場所にとどまっていた。しかし、1975 年の実験終了時(放流 7 日後)に St.3a で 1 個体、1976 年の実験終了時(放流 8 日後)に St.1b(天井付き網囲い網)を除くと放流場所から回収されなかった。

放流貝の移動を調査した水路におけるクロアワビ稚貝の放流後の移動距離を図 3-4-3 に示した。放流後貝はすべて放流場所から沖合へ向かって移動した。調査毎の平均移動距離は、1975 年には 7 日間で 0~14m(平均 6m)、1976 年には 8 日間で 1~9m(平均 4m)であった。放流稚貝は、水路の中で両垂直壁に沿って沖合へ移動した。大型タイドプール内で天井付き網囲い網を施した St.1b においては、8 日目に生残個体の 81%

表 3-4-3 回収貝殻の損傷階級の場所間差 (単位は%)

実験年 実験場所 (St.)	1975		1976			
	1a, 2a	3a	1b	b	2b	4a
貝殻損傷階級						
1	5.6	0.0	3.6	27.3	10.0	35.7
2	55.5	44.6	60.5	38.1	45.0	42.9
3	16.5	0.0	14.2	16.4	6.7	14.3
4	22.4	55.4	21.7	18.2	38.3	7.1

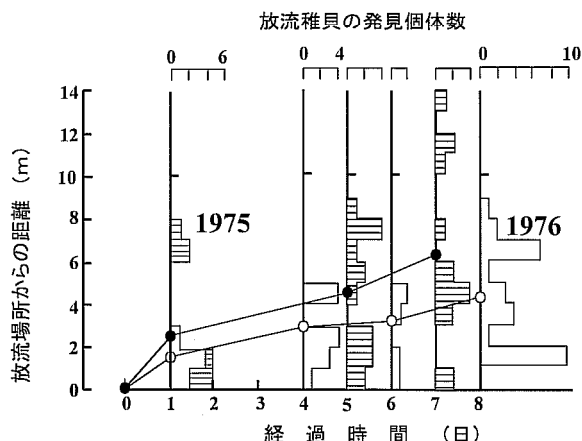


図 3-4-3 水路 (St.4a および St.4b) へ放流したクロアワビ稚貝の移動。黒丸は 1975 年放流群の平均移動距離、白丸は 1976 年放流群の平均移動距離を示す。

が網囲い内の沖側 4分の1 の範囲から発見され、沖へ向かって移動する傾向が認められた。

4) 放流場所に生息する動物

大型タイドプールと水路における放流場所で事前に調査した結果によると、ヒライソガニ 21~29 個体/m², ホンヤドカリ類 *Pagurus spp.* 5~27 個体/m², イソヨコバサミ *Clibanarius bimaculatus* 4~38 個体/m² などの甲殻類がもっとも多く認められた。St.1b と St.b から採集された捕食者と考えられるヒライソガニは、甲幅範囲が 4~23mm で、St.b では St.1b の 2.2 倍生息していた。また、他の移動性が高く、採集困難なスジハゼ *Acentrogobius pflaumi*, クロダイ *Acanthopagrus schlegeli*, ボラ *Mugil cenphalus cephalus*, クサフグ *Takifugu niphobks* などの魚類や、ベニツケガニ *Thalmita prymnd*, ショウジンガニ *Plagusia dentipes* などの甲殻類が観察された。

クロアワビ稚貝は、放流直後にはイソスジエビやスジハゼに攻撃され、ベニツケガニやオガイ *Cantharus cecillei* に捕食されるのが観察された。

水路においては、クロアワビの生残個体は、両年と

も回収個体が側壁基底にいるムラサキウニ *Anthocardis crassispina* の棘下に見いだされた。1975 年におけるクロアワビ稚貝の放流 7 日後のムラサキウニの分布と放流クロアワビの生残個体の分布を図 3-4-4 に示した。ムラサキウニの周囲からは、放流稚貝のほかに天然産クロアワビ (0+歳), トコブシ, ヒザラガイ類ならびにバフンウニ *Hemicentrotus pulcherrimus* が観察された。放流稚貝を含むこれら同所的な底生動物の位置関係を模式的に図 3-4-5 に示した。放流稚貝はムラサキウニの上部の側壁に、バフンウニは下部の側壁にそれぞれ付着していた。

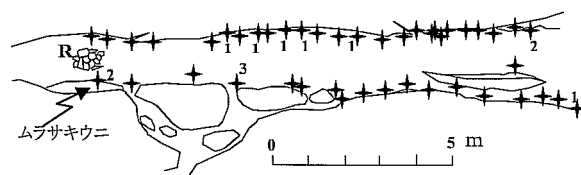


図 3-4-4 ムラサキウニの分布と放流クロアワビ稚貝の発見数。放流 7 日後における水路状部について示す (1975 年)。数字は放流稚貝の発見個体数を示す。R は放流地点を示す。

2. 室内実験

1) ヒライソガニ

ヒライソガニは、昼間石の間隙や下に潜み、夜間石の表面に現れて活発に活動した。他の個体が接近すると追い払う行動がみられ、密度の高い実験区ではしばしば互いの激しい攻撃が観察された。そのため実験開始前に小型の 50 個体甲幅 10-13mm 区で 3 個体、大型の 10 個体 15-23mm 区で 2 個体がそれぞれ共食いによって死亡した。捕食実験は減少した個体数のまま行った。

小型個体区では稚貝の被食は認められなかった。カニによる捕食が観察された大型個体区における、クロアワビ稚貝 10 個体の 5 日間の生残数の変化を図 3-4-

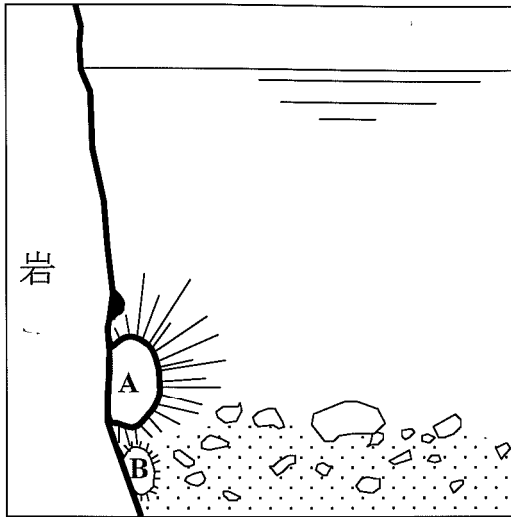


図3-4-5 ムラサキウニ(A)と放流クロアワビ稚貝(黒色半円)およびバフンウニ(B)のすみ場の模式図

6に示した。ヒライソガニ15個体区(A)では、クロアワビ9個体(殻長6~12mm)が実験開始から24時間以内に捕食され、残った1個体も48時間以内に捕食された。8個体区(D)では、殻長9~10mmの2個体と15mmの1個体が24時間以内に捕食され、殻長9~10mmの2個体が3日目までに捕食されたが、殻長14~16mmの個体は5日後まで生残した。5個体区(C)では、24時間以内に殻長10~15mmの10個体のすべ

てが捕食された。2個体区(B)では、24時間以内に殻長12, 14mmの2個体のみが捕食された。殻長17~21mmの5個体はすべてが生残した。

ヒライソガニがクロアワビ稚貝を摂食するために基質から剥がす行動は観察できなかったが、剥離直後の個体を片方の鉗脚ではさみ、他の鉗脚で内蔵から千切りながら摂食する行動が観察された。さらに、両鉗脚で貝殻をはさみ顎脚で摂食し、可食部が少なくなると顎脚で殻を壊しながら摂食する行動も初めて観察された。このような摂食方法により摂食後の貝殻の損傷度は、表3-4-4に示すように多様で、捕食者が被食者に比べ相対的に大きければ、貝殻の損傷度は大きくなる傾向が認められた。

2) イシガニ

実験に供したイシガニは甲幅58mm、体重36gであった。捕食実験の結果を図3-4-7に示した。第1回の実験においては殻長9~10mmと14~16mmのクロアワビ稚貝を各5個体投入した。投入直後には小型稚貝が3個体、大型稚貝が2個体捕食され、残りの稚貝も3日目までに捕食された。2回目の実験では殻長14~16mmと25~30mmの稚貝をそれぞれ5個体投入した。大型稚貝のうち2個体は投入直後に捕食されたが、3個体は生残した。小型稚貝は実験開始24時間以内に4個体が捕食され、残りの1個体も3日目の昼

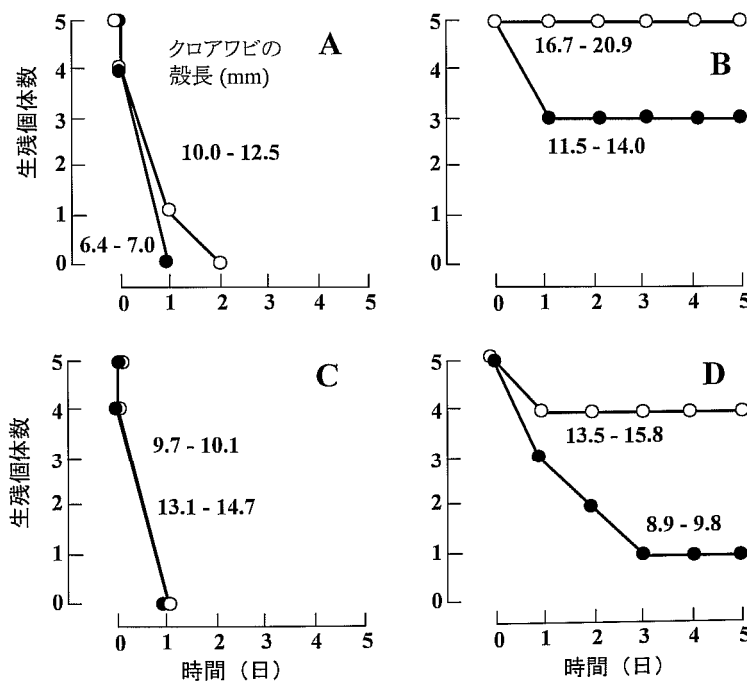


図3-4-6 ヒライソガニの捕食によるクロアワビ稚貝の生残数の経時変化
A: ヒライソガニ15個体区(甲幅長範囲10.0~13.1), B: 2個体区(17.4~22.7 mm), C: 5個体区(17.4~22.3 mm), D: 8個体区(14.9~22.7 mm)。

表 3- 4- 4 ヒライソガニに捕食されたクロアワビ稚貝のサイズ別による貝殻損傷階級

捕食者サイズ (甲幅長) 被食者サイズ (殻 長)	小型 (10-13mm)		大型 (15-23mm)				
	6.5mm	11mm	9mm	10mm	12mm	14mm	15mm
貝殻損傷階級							
1		2				1	
2		1	2	2		3	1
3		2	1	1		1	
4		2	1	2	2		

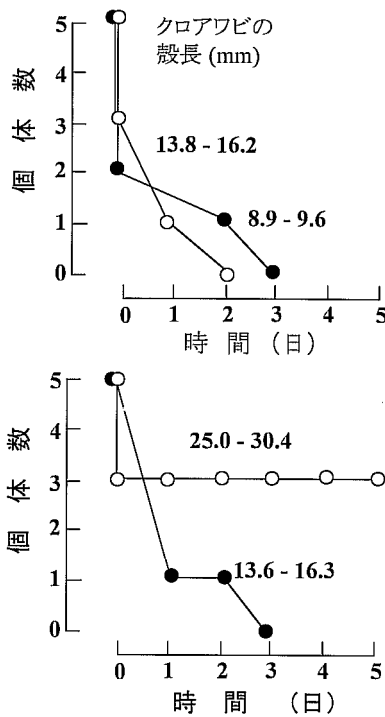


図 3- 4- 7 イシガニ (甲幅長 58.3mm) の捕食によるクロアワビ稚貝の生残数の変化

間に捕食された。

イシガニのクロアワビに対する捕食行動を殻長 27mm の個体で観察した。イシガニは、移動中の稚貝の後方から両鉗脚を殻と基質の間にすばやく挿入した。稚貝はその場で基質に付着したが、呼水孔から白色の体液が放出されるのが観察された後、基質から剥離された。イシガニは顎脚で貝殻を壊して摂食を始め、その結果、クロアワビの貝殻は細かく砕かれた。

3) イトマキヒトデ

イトマキヒトデは、それぞれクロアワビ稚貝を 1, 3, 5, 10 個体投入した実験区で、それぞれ 1, 2, 1, 3 個体が水面からはい出して死亡した。イトマキヒトデは昼夜クロアワビを活発に追う行動を示した。その場合、ヒトデの腕の先端にある細長い管足を伸ばし、こ

の管足に触れられた稚貝は逃避して、しばしば水面上まで達した。ヒトデは空中に露出することはなく、また水面上に逃れた貝の多くは再び水中に戻った。ヒトデを避けて空中に露出した位置で付着し、死亡する個体も観察された。ヒトデは、死亡後水槽底に落下した稚貝の軟体部を、体外に反転した胃で消化した。摂食されたアワビの殻はいずれも無傷であった。

4) イソスジエビ

イソスジエビはクロアワビを投入すると直ちに接近し、鋭い鉗脚で殻を下にして逆位となった稚貝の足を繰り返し突いた。稚貝は足を収縮させ、イソスジエビの攻撃がやんだ後に反転し、定位した。また、イソスジエビは移動中の稚貝の触角をはさんだり、足を突く行動を示した。攻撃された稚貝は殻を 2 ~ 3 回水平に左右に振る独特なカラフリ行動 (門間 1972) を示した後付着した。これらのエビの行動は、5 日間のうち投入直後の短時間に限って観察された。イソスジエビによるクロアワビ稚貝の捕食は観察されなかった。

3 海底から採集したクロアワビの貝殻に残された生物痕跡

1) マダコによる穿孔

海底から採集したクロアワビの稚貝から成貝までの貝殻にみられるマダコの穿孔痕 (電子顕微鏡 SEM 像) を図 3- 4- 8 に示した。マダコによる穿孔痕は貝殻表面で大きく (平均値: $2.2 \times 1.7\text{mm}$), 内面で小さな (平均値: $0.8 \times 0.5\text{mm}$), 楕円型すり鉢状である。マダコが穿孔途中に 2 ~ 3 回体の向きを変えたと推定される長軸方向が僅かにずれている場合もあった。穿孔場所付近の貝殻の厚さと貝殻表面の長径の関係は、貝殻の厚さが増すと外径が大きくなる傾向が認められた (図 3- 4- 9)。

天然産の死亡個体の殻長とマダコによる完全穿孔, 不完全穿孔, 非穿孔の貝殻の各出現率を図 3-4-10 に示



図3-4-8 マダコの穿孔痕跡 (SEM 像)
横棒は 1mm

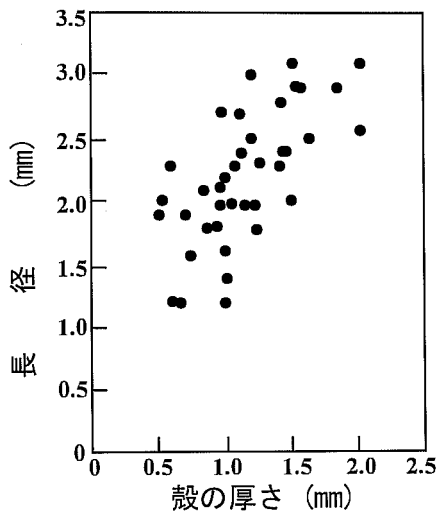


図3-4-9 マダコに穿孔されたクロアワビの穿孔近傍の殻の厚さと穿孔長径の関係

した。マダコによる穿孔痕跡の出現率は、殻長 30 ~ 49mm では 3% であるが、殻長 50 ~ 69mm では 8 ~ 12%、殻長 70 ~ 89mm では 10 ~ 14%、殻長 90 ~ 99mm で 34% に上昇し、殻長 100 ~ 109 mm で 54% に達した。殻長 110 ~ 130mm の出現率は 12.5% に減少した。穿孔が認められた個体の中で、不完全穿孔は殻長 70 ~ 89mm では 2 ~ 4%、殻長 90 ~ 99mm で 8%、殻長 100 ~ 109mm で 21% に達した。殻長 110mm 以上ではすべて不完全穿孔であった。

死亡した放流および天然クロアワビの貝殻に残されたマダコ穿孔痕跡の出現数を年齢別に表 3-4-5 に示した。マダコによる穿孔痕跡は、1+歳から 4+歳で、放流した個体の貝殻で 24 ~ 100% であり、天然個体の 9 ~ 42% を上回った。1+ ~ 4+歳の全体では、放流個体の

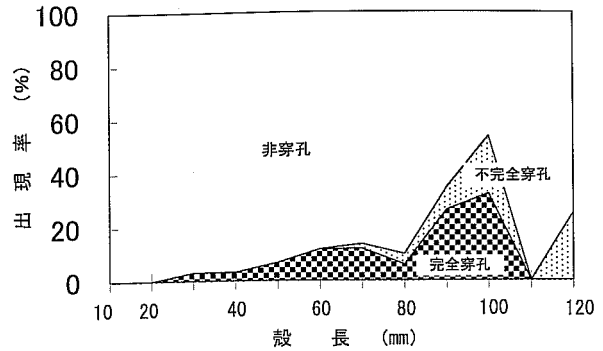


図3-4-10 阿部地先海底から採集したクロアワビ貝殻に見られるマダコの穿孔痕跡の殻長別による出現率

マダコの穿孔率は天然個体に比べ約 2 倍であった。

貝殻表面におけるマダコの穿孔痕跡の長孔径は 1.3 ~ 3.3mm であったが、長孔径が 0.5 ~ 4.2mm と広く、貝殻表面の長孔径と貝殻内面の長孔径の比がマダコでは 0.36 であるのに対して、その比が 0.8 と大きく穿孔壁がほぼ垂直である穿孔痕跡(貝殻表面径 2.5 × 1.8mm、内面径 2.0 × 1.6mm) も認められた。しかし、この穿孔痕跡をもたらした捕食者は特定できなかった。マダコ以外の動物による穿孔痕跡は 1+ ~ 3+歳のいずれも天然個体に認められ、その出現割合は 0+ ~ 1+歳で 3.4%、2+歳で 3.0%、3+歳で 2.7% であった。

表 3-4-5 海底から採集したクロアワビ貝殻数とマダコまたはマダコ以外の動物による穿孔痕跡の年齢別の出現数

年齢	放流 天然	調査 個体数	マダコ*	他
0+	放流 天然	0 78	0 (0)	2
1+	放流 天然	11 116	4(0) 10(1)	4
2+	放流 天然	50 199	12(1) 27(3)	6
3+	放流 天然	16 111	7(1) 34(9)	3
4+	放流 天然	2 26	2(1) 11(2)	
5+	放流 天然	0 7		1(1)

*: カッコ内は不完全穿孔の貝殻数を示す

3. 貝殻穿孔生物

1) *Polydora* (環形動物門・多毛綱・スピオ目) による穿孔

穿孔性多毛類 *Polydora* 属に穿孔されたクロアワビ貝殻の内面は、*Polydora* の成長とともに孔道付近が

黄褐色に変色し、その上を真珠層が覆うために膨らんでいる。

Polydora 属による貝殻穿孔痕の soft X-ray 写真を図 3-4-11 に示した。小島・今島 (1982) は同海域に生息するトコブシの貝殻に *Polydora ciliat*, *P. flava*, *P. websteri*, *P. giardi* ならびに *P. armata* が穿孔することを報告した。この報告によれば、図 3-4-11 に示した *Polydora* 属の穿孔痕は *P. ciliata*, *P. flava*, *P. websteri* ならびに *P. giardi* の穿孔痕に類似し、出入孔は 1~2mm の円孔が 2 つ接して並ぶ 8 の字状、孔道は U 字型で、U 字の途中が蛇行した孔道も観察された。他に、孔道が細い曲線状である *P. armata* も少数であるが認められた。

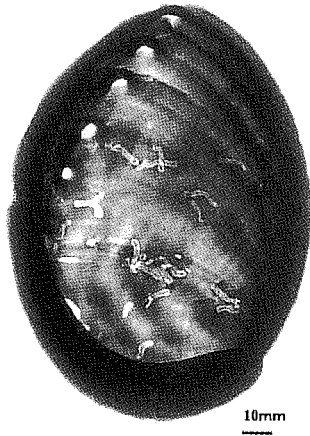


図 3-4-11 穿孔性多毛類 *Polydora* spp. によるクロアワビ殻の穿孔痕跡

Polydora 属や次に述べる海綿動物 *Cliona lobata* による穿孔は、殻長よりも加齢的に被害が拡大すると考えられるので被害程度を年齢との関係で述べる。

クロアワビ 1~6 歳の生存個体の貝殻における、*Polydora* spp. (*P. armata* を除く) の出現率 (%) は図 3-4-12 に示したとおり、1 歳の 10% から 4 歳の 80% まで増加し、5 歳では低下した。クロアワビの個体あたりの *Polydora* の寄生個体数は、1 歳の 0.4 個体から 4 歳の 2.3 個体まで加齢的に増加したが 5 歳では低下した。

2) *Cliona lobata* (海綿動物門・尋常海綿綱・硬海綿目) による穿孔穿孔海綿 *Cliona lobata* による穿孔痕の soft X-ray 写真を図 3-4-13 に示した。本種は穿孔初期には丸い虫室が数個並ぶのが観察される。虫室は縦に伸びると同時に横方向に伸びる部分が現れ、さらに虫室が分化すると、斜め方向に拡大し、放射状に

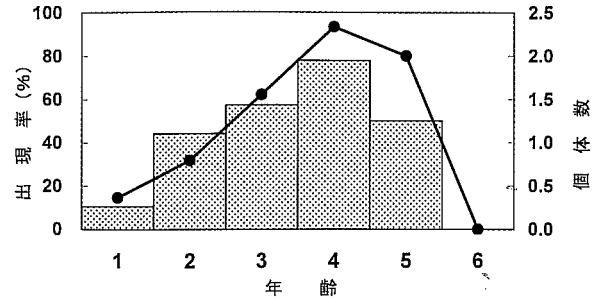


図 3-4-12 生きているクロアワビの貝殻に見られる *Polydora* spp. の年齢別による出現率 (ヒストグラム) と個体あたりに寄生する平均個体数 (折れ線)。由岐町阿部地先。

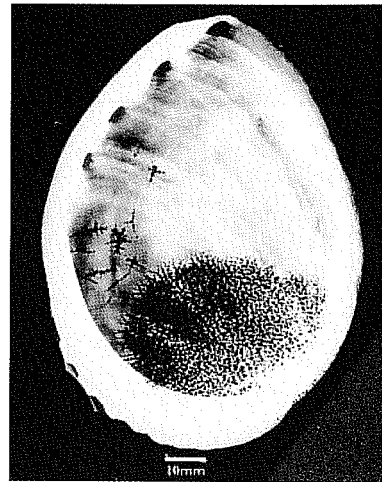


図 3-4-13 穿孔海綿 *Cliona lobata* によるクロアワビ殻の穿孔痕跡

伸長する。貝殻表面には径 1mm 未満の円孔が多数観察される。虫室の密度が高い場所では貝殻表層が剥離し、蜂の巣状に稜柱層が現れ、破損が激しいと真珠層が露出する個体も観察される。

阿部地先の生存個体と死亡個体の貝殻上にみられる *C. lobata* の被害規模別の出現頻度 (%) を貝殻の年齢別に図 3-4-14 に示した。生存個体では 4 歳まで *C. lobata* の寄生率は極めて低く、5 歳になって上昇した。5 歳におけるもっとも被害程度が大きな個体でも穿孔面積は、80% 以下であった。一方、死亡個体の寄生率は 1 歳から認められ、加齢にともなって増加し、4 歳以降にはほとんど全個体に及ぶほど高くなった。*C. lobata* の穿孔が貝殻の 80% 以上に達すると、貝殻内面への有機物質の分泌が多くなり、特に軸柱筋の附着部位やその後部の黄褐色域へ真珠層が多量に形成しているのが認められた。一方、穿孔面積が 80% 未満でも死亡した個体には軸柱筋附着部位に凹凸が激しく、有機物質の多量の分泌が認められる場合が多かった。

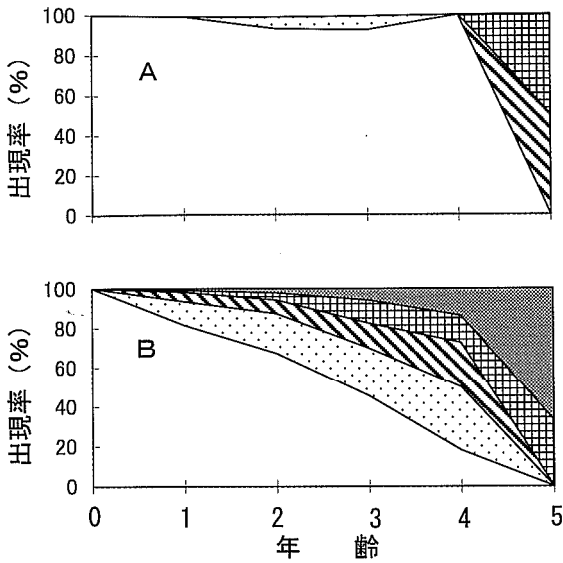


図3-4-14 阿部地先における *Cloina lobata* による穿孔面積ごとのクロアワビ貝殻の出現率
 A: 生存個体, B: 死亡個体
 □ : <20% ▨ : 20-39 ▩ : 40-59
 ▧ : 60-79 ▦ : >80%

3) クロアワビの死亡個体の穿孔痕跡と年齢との関係クロアワビの放流, 天然個体別ならびに年齢別のマダコによる完全・不完全穿孔痕跡, 不明種による殻を貫通した穿孔痕跡, *Cliona lobata* と *Polydora* spp. による貝殻の80%以上の穿孔面積, ならびに *Polydora* 属や *C. lobata* による穿孔面積が狭くとも貝殻内面の凹凸が激しく, 有機物の著しい分泌を有する個体の出現割合を表3-4-6に示した。

マダコの穿孔痕跡は年齢により大きく異なり, 1+~4+歳まで加齢的に増大するが5+歳では減少した。マダコ以外の穿孔痕跡は0+~3+歳のいずれも天然個体の3%前後に観察された。

Polydora 属と *C. lobata* は同一貝殻に穿孔していることが多く, 5+歳以上では *Polydora* 属の孔道が *C. lobata* の穿孔面積の拡大によって正確に確認できなくなるので, 両者を区分せずにとまとめて扱った。*C. lobata* と *Polydora* 属の穿孔痕跡が貝殻投影面積の80%に達するか, 貝殻内面の凸部が顕著で, 貝殻物質を多量に分泌した個体は0+歳では認められず, 1+歳から加齢的に増加し, 5+歳では43%に達した。なお, 穿孔面積が80%未満で貝殻内面の凸部が顕著で, 貝殻物質を多量に分泌した個体は3+歳で1.6%, 4+歳で3.9%認められた。

考 察

放流後のアワビ稚貝の主要な死亡原因は, 外敵動物による捕食であることが報告されている(門間 1972, 西村・辻 1979, Tegner & Butler, 1985)。しかし, 捕食動物の殺傷能力や放流稚貝の生残条件については十分論議されているとはいえない。

本研究で, クロアワビ稚貝はヒライソガニの密度が高く, その捕食によって稚貝の生残が期待できない場所において, 人為的にカニの密度を低下させ, 侵入を防止した天井付き囲い網を用いることによって高い生残率が得られることが明らかになった。また, ベニツケガニやイシガニなどのカニ類も稚貝の主要な捕食者であることが明らかになった。

ヒライソガニは殻長16mmまでのクロアワビを捕食でき, 殻長10mm以下は確実に捕食する。また, 甲幅58mmのイシガニは殻長30mmまでのクロアワビを捕食し, 殻長16mm以下の稚貝をすべて捕食した。すなわち, 捕食者のカニ類が大きいほど, アワビの貝殻の損傷が大きくなり, またアワビの殻長が大きいほど,

表3-4-6 クロアワビの放流, 天然別, 年齢別の死亡原因の割合 (%)

年 齢	放 流 天 然	調 査 個 体 数	マダコ	マダコ以外 の穿孔	<i>Polydora</i> と <i>Cliona</i>	不 明
0+	放流	0				
	天然	78	0.0	2.6	0.0	97.4
1+	放流	11	34.6	0.0	0.0	63.6
	天然	116	8.6	3.4	0.9	87.1
2+	放流	50	24.0	0.0	0.0	76.0
	天然	199	13.5	3.0	2.0	81.5
3+	放流	16	47.3	0.0	0.0	56.3
	天然	111	30.6	2.7	3.6	63.1
4+	放流	2	100.0	0.0	0.0	0.0
	天然	26	42.3	0.0	19.2	38.5
5+	放流	0				
	天然	7	14.3	0.0	42.8	42.9

生残る可能性が高くなることが明らかになった。これまで、クロアワビの生残率は殻長に依存することが報告されている（井上 1976, 西村・辻 1979, 立石ら 1978）が、その要因は明らかでなかった。本研究によって、捕食者としてのカニ類の種類とサイズによってクロアワビに対する殺傷能力が異なり、クロアワビの生残率にサイズ従属性をもたらすことが明らかとなった。

ヒライソガニに捕食されたクロアワビは、貝殻が小さければ大破することもあるが、多くは周辺部の欠けた特有の捕食痕跡が残された。また、イシガニに捕食されたクロアワビの殻は細かく砕かれた。このため、カニ類に捕食された場合に回収できない貝殻が存在することも明らかになった。カニ類はアワビ類稚貝に対し活発な捕食行動を示すので、放流稚貝に限らず 0⁺ ~ 1⁺ 歳のアワビ類の大きな死亡原因であることが指摘されている（Shepherd 1973, 西村・辻 1979, Tegner & Butler 1985, Tegner & Butler 1989）。本研究によって、ヒライソガニとイシガニは移動するクロアワビ稚貝を捕らえることが初めて観察された。石を積み重ねた放流場所は稚貝が体を隠す十分な隙間がある。しかし、はじめにイソスジエビの攻撃が稚貝の移動を促し、その後カニによって捕食されるものと推定される。一方、イトマキヒトデも、クロアワビ稚貝を追跡するが、直接生きている稚貝の捕食は観察されなかった。また、小型のヒライソガニのクロアワビ稚貝の触角や上足を挟むなど隙間での定着を妨げる行動はイソスジエビと同様な役割を果すのではないかと考えられる。

ムラサキウニが生息する水路におけるクロアワビ稚貝の放流実験の結果、稚貝がムラサキウニの棘下で多く見出されたことは、捕食動物からの防御効果があるものと考えられる。このようなウニとアワビとの関係は、カリフォルニアにおけるアカネアワビでも認められ（Tegner & Butler 1985）、日本でも天然の稚貝がウニの棘を捕食者からの逃避のために利用すると報告されている（小島 1974, 田中ら 1982）。水路に放流したクロアワビの移動距離は放流後 24 時間以内が最も大きかったので、クロアワビの稚貝はムラサキウニの棘下を、僅かな移動によって選択したのではないかと推定される。

放流後の稚貝の生残りには、放流サイズだけではなく捕食者の生息密度、移動を促す動物の密度、ならびに捕食者から逃れる狭い空間の有無が関連することは明らかである。したがって、放流場所の選定には、こ

れらの生態的事象の把握が重要であることを示している。

マダコによる穿孔痕跡は、クロアワビの殻長 30mm 以下では少なく、30 ~ 109mm の殻長範囲ではアワビの成長にともなって出現率が増加した。特に殻長 100 ~ 109mm では 54% に穿孔痕跡が認められた。殻長 110mm 以上の貝殻の穿孔痕跡はいずれも不完全穿孔で、その出現率はやや低下した。殻長 110mm 以上のクロアワビの殻厚は、マダコの貝殻への穿孔器官である口腔内の乳頭状突起（Nixson 1979）の伸張の限界に相当すると考えられる。アカネアワビが殻長 120mm 以上に成長するとマダコによる被害を受けなくなる（Tegner & Butler 1989）のも同じ理由によると考えられる。マダコはアワビを容易に剥離できれば貝殻への穿孔と麻痺物質の注入を省略し、穿孔途中であってもアワビが動くなどして剥離しやすい状態になれば穿孔を中断して剥離すると考えられる。したがって、タコの貝殻への穿孔痕跡はタコによるアワビ死亡量の最小の推定値（Tegner & Butler 1989b）であり、実際にはタコの捕食によるアワビの死亡はこの値より大きい。南オーストラリア州では、タコによるアワビの被害は少ないと見積られている（Shepherd 1973）。一方、徳島県沿岸ではタコ（ほとんどマダコで、僅かにテナガダコなどが含まれる）の大発生年にはアワビ漁獲量の減少が認められる（徳島県水試 1940）。徳島県沿岸では、殻長 110mm まではマダコによって捕食され、クロアワビの最大の死亡原因であると考えられる。

放流クロアワビの死亡個体のマダコによる穿孔痕跡の出現割合は、1⁺ ~ 4⁺ 歳では 32% であったが、同じ年齢範囲の天然個体では 18% であり、明らかに高かった。人工種苗は、放流後の行動や生息場所の選択が天然個体とは僅かに異なることが示唆される。

穿孔性多毛類 *Polydora* spp. および穿孔海綿 *C. lobata* によって穿孔を受けたクロアワビの比率は、死亡貝および生存貝のいずれにおいても加齢にともなって増大する。また、海底から採集した貝殻は生存貝に比べ、これらの貝殻穿孔性動物の出現割合や穿孔程度が著しい。これらの貝殻穿孔性動物がクロアワビの死亡後に生残る期間や成長に関しては明らかではない。ホタテガイの例では、死後に貝殻内の *Polydora* は着定表面が海底に接し、食物を摂食する機会が減少し、また埋没により死亡すると考えられている（大越・大越 1994）。食性の類似する *C. lobata* も同様な死亡経過をたどると

考えられるのでクローワビの死亡後の貝殻穿孔性動物の成長は少ないとして以下の考察を行なう。穿孔性多毛類による貝殻穿孔がアワビに与える生理的ストレスはアワビの種類により異なり、セイヨウトコブシではストレスを受けないと報告されている (Clavier 1992)。一方、トコブシは強いストレスを受け、多毛類の寄生個体数が多ければ軟体部重量が減少する (小島・今島 1982)。クローワビでは、*Polydora* spp. による単独穿孔は少なく、穿孔海綿 *C. lobata* と複合した穿孔が多く認められた。*Cliona* 属の寄生による生理的ストレスは、*Polydora* 属同様にアワビの種類により異なる。例えば、セイヨウトコブシ (Clavier 1992)、*H. laevigata*, マルアワビ (Shepherd 1973) では生理的ストレスを受けにくい、*H. rubra*, オーストラリアトコブシおよびミツウネアワビ (Shepherd 1973) は穿孔の被害程度が高いと、生理的ストレスを受け、魚類に捕食されやすくなる。クローワビでは、*C. lobata* および *Polydora* spp. による穿孔面積が貝殻の 80% 以上に及ぶ生存個体は認められず、それらすべてが死亡個体であった。したがって、クローワビはこれらの貝殻穿孔性動物に対して感受性が高く、穿孔面積が 80% に及ぶと死亡すると推定される。Shepherd (1973) は、貝殻穿孔に対する感受性の種間差が、すみ場の差異に関連し、露天で生活する種に比べ、石の隙間で生息する種は感受性が高いとした。クローワビは石の隙間で生活する種であり、南オーストラリア産の種と類似点が多い。しかし、貝殻穿孔に対する種間差は、生活様式に関連していると考えられる。

二枚貝類は、貝殻に穿孔性動物の穿孔が貫通しなくても穿孔部位に貝殻形成物質を分泌するとされる (小林・大森 1973)。クローワビは穿孔部位の内面に、ホタテガイ (大越・大越 1994) と同様に、黄褐色の有機質に富む物質を分泌し、その上に真珠層形成物質を形成して防御することが観察された。穿孔の著しいクローワビは軟体部重量が減少し、痩せ貝となることがしばしばみられる。これらは穿孔性動物の激しい穿孔により、有機物質や真珠層形成物質の分泌の結果、軟体部へ物質とエネルギーを配分できなかつたためであると考えられる。このような個体は死亡する可能性が高い。また、穿孔が著しい場合には貝殻が脆くなる。このため、南オーストラリア沿岸ではアワビがエイによる捕食を受けやすくなるとされる (Shepherd 1973)。日本では穿孔の結果、脆弱となった貝殻を有するアワ

ビを捕食に結び付ける動物は知られていない。死亡したクローワビの貝殻には、特に 6 歳以上になると穿孔性動物が激しく寄生した個体が増加する。したがって、*Polydora* 属と *C. lobata* は高齢となったクローワビを死亡させて、地域的な寿命を決定する主要な要因であると推定される。

第 5 節 生息分布

クローワビ、メガイアワビ、マダカアワビの南方系アワビは、南西日本沿岸の広範囲に同所的に分布する (猪野 1966)。垂直分布は、互いに重複してはいるが、主な生息はクローワビがもっとも浅所に、次いでメガイアワビ、マダカアワビの順に深所に至るとされる (猪野 1952)。操業水深の異なる漁法によって、これらのアワビの種組成が異なること (野中ら 1969 b) や漁期中に標的種がクローワビから他の種に変化すること (Matsumiya & Matsuihi 1989) が指摘されている。種によって生息水深に差が生じる要因は明らかでない。漁場造成や種苗放流技術を確立するためには生態学的に明らかにすべき課題である。

クローワビは、マダカアワビやエゾアワビと同様に、集中分布する (井上 1972a, 伏見・佐々木 1977)。一方、メガイアワビ (宇野ら 1972) や *H. laevigata* (Shepherd 1986a) は、産卵行動により集中性が高まるとされる。クローワビは成熟・産卵期に限って集中分布をするか否かは明らかでない。また、生育段階との関係で分布様式の変化を詳細に明らかにする必要がある。*H. rubra* では集中度の高い場所で効率的に漁獲される (Prince 1992)。したがって、資源を管理し、利用するためには分布様式を明らかにすることは極めて重要である。

0⁺歳のクローワビは、岬や岩礁により遮蔽された水域の潮間帯から潮下帯浅所に生息し、食物条件や海洋環境の変化に対応しながらすみ場を替えることが知られている (小島 1974, 市来ら 1977, 武田・伊丹 1979, 田中ら 1982)。また、1 歳以上のすみ場の季節変化が報告されている (Kiyomoto & Yamasaki 1999) が観察例は極めて少ない。

材料と方法

クローワビの分布を調査した徳島県由岐町阿部湾を図 3-5-1 に示した。調査区は、阿部湾の南側に位置する鹿ノ首岬に近い転石域で、クローワビの 0⁺歳か

ら高齢個体まで生息し、漁場として使われている水域に設定した。調査水域には、中型転石（直径 50cm 以下）が広範囲にわたって海底を構成し、狭い砂質域がパッチ状に認められ、潮間帯から水深 5 m までは大型転石（直径 100cm 以上）が点在する。水深 5 ~ 14m までは起伏の激しい岩盤となり、岩盤間の水路状の溝には砂や転石が認められる。水深 14 ~ 16m には砂質の海底に独立した岩礁や転石が点在する。16m 以深は砂質海底である。

1. 南方系アワビの垂直分布

1992 年 6 月 4 ~ 6 日に水深 1 ~ 15m の範囲において水深 2m 間隔に 8 箇所、各水深上下 0.5m 幅に生息するアワビ属（クロアワビ、メガイアワビ、マダカアワビおよびトコブシ）を 30 分間、SCUBA 潜水によって採集した。採集したアワビ類は、船上で種別に殻長を測定し、採集場所付近に再放流した。

2. クロアワビの分布様式

動物の分布は、単位面積当りに出現する個体数の平均値 (\bar{x}) と単位面積に出現する個体数の標準変動 (s^2) の比率が等しければ Poisson 分布、その値が 1 より大きければ集中分布とみなされる（鳥居 1966）。本研究では、0+歳および成員の分布様式が集中分布かどうか調べ、出現個体数の度数分布を負の 2 項分布に当てはめ χ^2 検定により適合度を検定した。標本の抽出は以下のように行った。

1) 0+歳個体の分布様式

クロアワビの 0+歳の生息水深はほぼ 2m 以浅に限られている（小島 1974）。1973 年 5 月 24 日に、阿部湾鹿の首岬の水深 50cm 等深線に沿って 10m 間隔に沖方向へ水深 2m まで、40m ロープを 8 本張り、ロープに沿って 10m 間隔に 1 × 1 m 方形枠を設置し、合計 40 方形枠内に出現した 0+歳のクロアワビを SCUBA 潜水により採集した。0+歳個体は、転石の下に付着していることが多いので、転石を動かして採集し、年齢を調べた後、調査水域へ再放流した。

2) 成員の分布様式

成員の分布は、1975 年 6 月 10 ~ 11 日に図 3-5-1 に示したコンクリート製消波ブロックで調べた。調査水域の潮間帯下部から水深 50cm に造成されたクロアワビ稚貝の育成場を保護するため、沖側の水深 1.0 ~

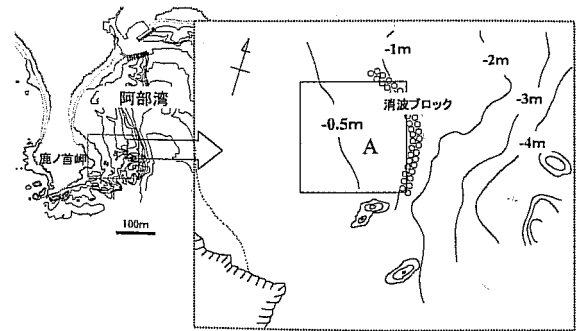


図 3-5-1 阿部湾の 0+歳クロアワビの調査区域ならびにタートルブロックの位置。

0+歳クロアワビの枠調査は実線で囲んだ範囲 (A) で行なった。

1.5m に直径 211cm、高さ 116cm の消波ブロックが 40 個設置されている（小竹 1976）。これらの消波ブロックのうち 26 個に生息するクロアワビの個体数を調べた。これらのブロックは設置のために大型の転石は移動させてあり、ブロックの内側を、海底とブロック底面の隙間やブロックの孔から観察できる。クロアワビはブロックの底面やブロック内の転石に付着するので、転石下や転石の隙間にいる個体を計数するのに転石を動かすこともあったが、生息個体のほとんどが計数できると考えられる。消波ブロックで発見された個体のほとんどは殻長 70mm 以上の、2+歳以上の個体であり、僅かに殻長 50mm 台の 1+歳が含まれると考えられた。クロアワビは満 2 歳から性成熟が認められるので、大部分が成員と判断された。

3. クロアワビの付着場所の季節変化

クロアワビが付着する場所が年齢と季節により変化するか否かを知るために、消波ブロック付近の水深 0 ~ 3m の転石域において 1976 年 12 月、1977 年 3 月、5 月、6 月および 10 月に観察した（図 3-5-1 参照）。観察水域では角の取れた直径 0.5 ~ 1m の転石が多く、その中に直径 2 ~ 3m の大型転石が点在する。約 800m² の範囲を 1 ~ 2 時間、SCUBA 潜水により移動しながらクロアワビの発見に努めた。転石や岩盤の表面および側面あるいは転石の重なった部分、岩盤の割れなどを注意深く探索し、移動可能な転石は動かすか反転させて調べ、クロアワビの年齢および付着場所の形状を記録した。年齢は貝殻に現れる年輪（小島 1976）によったが、貝殻が付着物に覆われ、直接年齢が判明しない場合には貝を剥離し、付着生物をナイフで除いて調べた。剥離の不可能な場所で発見された少数の個体は殻

長を目測により記録した。

アワビの付着場所の形状は野中ら (1969b)、Kiyomoto & Yamasaki (1999) により4ないし5段階に分類されているが、本報告では、次の3つに区分した。

- 1 露天：岩盤や転石の表面
- 2 隙間：転石間あるいは転石と岩の接した付近に認められる。狭い空間、岩盤の割れ目

3 転石下：転石と海底の間に形成される空間
これらの付着場所の形状を模式的に図3-5-2に示した。

なお、1⁺歳個体は、一般的に貝殻上の付着物が少なく年齢の識別は容易であった。また、2⁺歳以上の個体については観察できた個体数が少ないので年齢を区別せずに扱った。

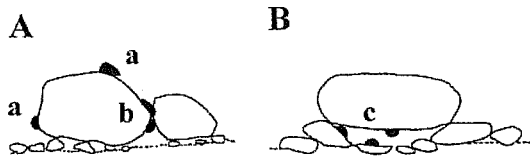


図3-5-2 クロアワビのすみ場の模式図
Aのaは露天、bは隙間、Bのcは転石下

結 果

1. 南方系アワビの垂直分布

阿部湾における南方系アワビの水深ともなう種組成の変化を図3-5-3に示した。クロアワビは主に水深5m以浅に出現し、水深が浅いほど多く、4m付近まで卓越した。水深5～14mまではメガイアワビが卓越した。マダカアワビは水深5m以深に出現し、水深が深くなるとその割合が増加し、水深15mでは50%以上を占めた。クロアワビの殻長組成を図3-5-4、メガイアワビとマダカアワビの殻長組成を水深別に図3-5-5に示した。クロアワビは浅所において殻長15～20mmの若齢個体と同時に100mmを超える成貝まで採集されたが、3m以深では若齢個体は採集されず、殻長45～50mm以上の個体が採集された。メガイアワビは水深3～15mの幅広い水深帯で採集され、殻長40～60mmの若齢個体が7～11mで、殻長80mm以上の個体が水深5～15mの広い範囲で採集された。マダカアワビは、水深9～11mで殻長40mm以下の若齢個体が採集され、水深11m以深で殻長100mm以上の個体が主に採集された。トコブシは、水深0～11mま

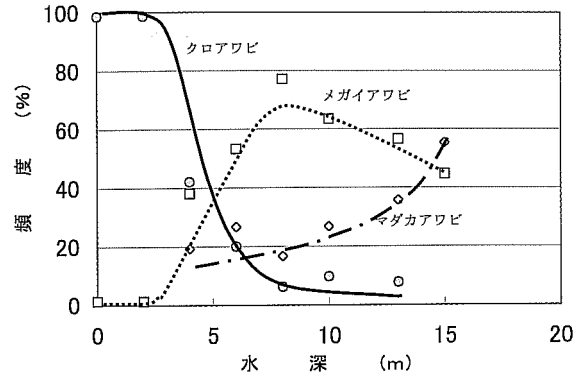


図3-5-3 阿部湾のクロアワビ、メガイアワビならびにマダカアワビの水深別種類組成

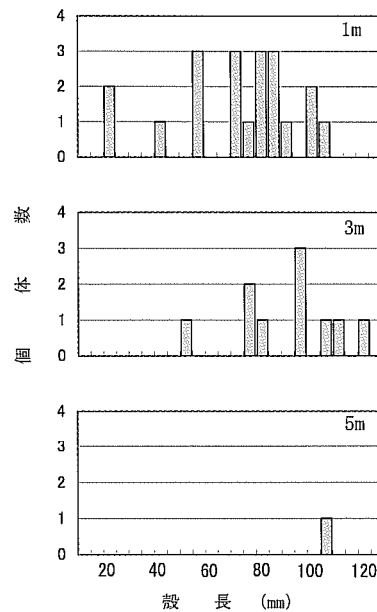


図3-5-4 阿部湾におけるクロアワビの水深別の殻長組成

で出現し、特に水深7m以浅に多く出現した (図3-5-6)。

2. クロアワビの分布様式

クロアワビは稚貝期に集中分布することが室内実験で調べられている (濱野ら 1987)。しかし、野外における分布様式は明らかでない。本研究では、クロアワビの0⁺歳個体はいずれも無節サンゴモが表面を被覆する小型転石の下から発見された。10個体が出現した方形枠では、転石と転石が接した垂直壁に6個体、石下に4個体が観察された。方形枠調査による出現個体数の頻度分布を図3-5-7に示した。枠内の0⁺歳の平均値は1.4個体、標本分散は3.8であり、その比率は2.7 (= Vx/\bar{x}) と1よりも大きいので、集中分布である

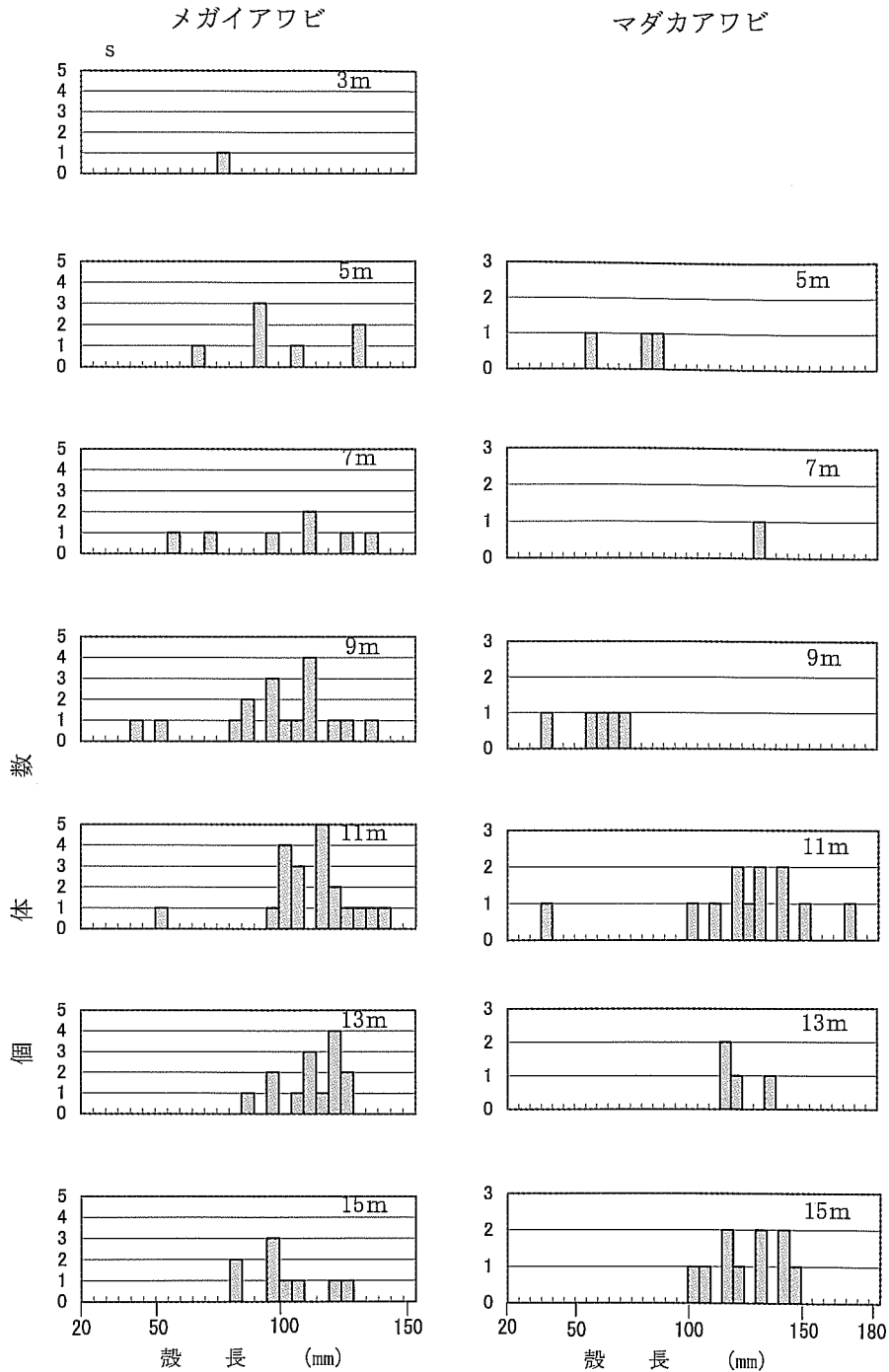


図 3-5-5 阿部湾におけるメガイアワビ (左) とマダカアワビ (右) の水深別による殻長組成

と判断される。負の 2 項分布に基づく理論値を実線で示した。0 歳の出現個体数の頻度分布は負の 2 項分布と有意な差は認められなかった (χ^2 値 = 1.54, $p > 0.05$)。

消波ブロックに生息する成員の密度の平均値は 5.1 個体であった。個体数の平均値と標本分散の値は 3.7 と 1 よりも大きいので、負の 2 項分布による理論値 (実線) を個体数の出現頻度分布と共に図 3-5-8 に示した。実測分布と理論分布は有意な差は認められなかった (χ^2 値 = 1.89, $p > 0.05$)。

3. クロアワビの付着場所

1) 1+ 歳貝の付着場所の季節変化

1+ 歳貝の付着場所ごとの発見率の季節変化を図 3-5-9 に示した。10 月上旬と 12 月下旬の調査ではいずれも転石下から発見され、他の場所からは発見されなかった。3 月上旬には、発見率が転石下と隙間で類似し、露天における発見率も 30% に達した。5 月中旬にはいずれも隙間から発見された。6 月中旬には隙間に

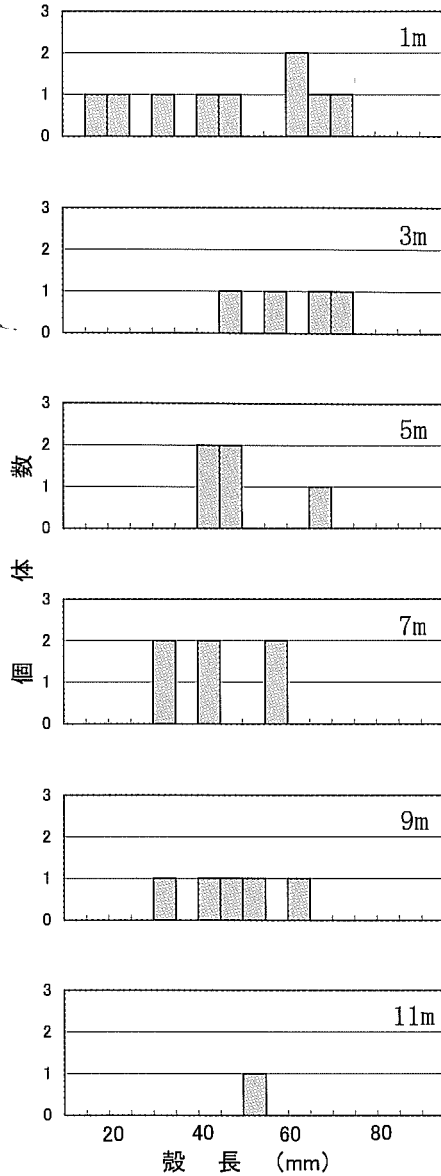


図3-5-6 阿部湾のトコブシの水深別の殻長組成

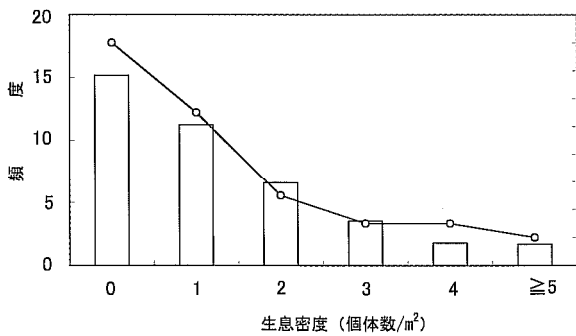


図3-5-7 阿部湾における0+歳クロアワビの生息密度分布の実測値（ヒストグラム）
丸と実線は負の2項分布の理論値を示す。

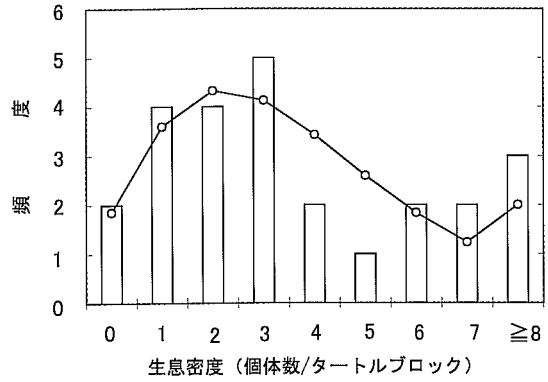


図3-5-8 阿部湾におけるクロアワビ成員の生息密度分布の実測値ヒストグラム
一部1+~2+歳貝を含む。丸と実線は負の2項分布の理論値を示す。

すみ場の形態	12月下旬	3月上旬	5月中旬	6月中旬	10月上旬
露天	0.0	30.0	0.0	0.0	0.0
間隙	0.0	40.0	100.0	17.6	0.0
転石下	100.0	40.0	0.0	82.4	100.0

図3-5-9 阿部地先における1+歳クロアワビのすみ場の季節変化

おける発見率が減少し、転石下での発見率が増加した。

2) 成員の付着場所の季節変化

成員の付着場所ごとの発見率の季節変化を図3-5-10に示した。10月上旬には露天で発見されず、12月には僅か9.7%の個体が露天で、83.9%は転石下で発見された。3月上旬には発見数は転石下で14.7%と著しく少なくなり、隙間で61.8%に達し、露天で23.5%までに増加した。5月中旬の発見数は転石下で9.5%とさらに減少し、露天で28.6%に増加した。しかし、6月中旬には露天では観察されず、隙間および転石下でほぼ同数が発見された。

すみ場の形態	12月下旬	3月上旬	5月中旬	6月中旬	10月上旬
露天	9.7	23.5	28.6	0.0	0.0
間隙	6.4	61.8	61.9	42.9	50.0
転石下	83.9	14.7	9.5	57.1	50.0

図3-5-10 阿部地先におけるクロアワビ成員（2+歳以上）のすみ場の季節変化

考 察

標識放流実験によると、クロアワビは大型貝ほど再捕

率が低く、逆にメガイアワビ、マダカアワビは大型貝ほど再捕率が高くなると報告されている(井上 1972d)。石を詰めた人工魚礁での放流実験では、全資源量に対してクロアワビの漁獲資源量が4~5%、マダカアワビでは50%あるいはそれ以上(井上ら 1985)、漁獲率ではクロアワビの28%に対してメガイアワビでは100%(今井ら 1988)と漁獲できる場所に生息する割合に種間差がある。その要因として種によって利用するすみ場の形状に差があることが指摘されている(野中ら 1969b)。本研究を行った阿部湾において、クロアワビは5m以浅に多く、メガイアワビは水深5~14mで卓越し、マダカアワビは水深15mで50%以上を占めたことから、種による生息水深の順序は猪野(1952)の報告と一致した。田中(1988)は、水深12mまでの「石場」にクロアワビが多く、それ以深の「根」にメガイアワビとマダカアワビが多いとした。本研究では、クロアワビは若齢個体が1~3mに分布し、同じ水深帯に大型個体も生息し、夏季から成熟・産卵期にかけて、日中に岩石の隙間で生活する。メガイアワビとマダカアワビの若齢個体はそれぞれ水深7~11mと水深9~11mにある転石下から採集され、大型個体はさらに深い水深の岩盤、大型転石、ならびに暗礁から採集された。この結果は、メガイアワビとマダカアワビは殻長90mmほどに成長すると岩石の隙間から露天や岩石の側面などにおける生活へ移行する個体が現れること(小島 未発表)に関連すると考えられる。*H. rubra*は性成熟に関連して、殻長90mmを越えると次第に岩石の隙間から露天へ移動する個体が現れると報告されている(Prince et al. 1988a)。こうした種によるすみ場の差は、食物や捕食者、貝殻穿孔生物との関係が種により異なるので、それぞれの種が磯浜の構造(西村 1974)に関連した転石下、岩石の隙間、岩盤や大型転石の側面や露天などの付着場所を生活史を通して選択的に利用することを示している。

1歳以上のクロアワビは、冬季に露天で生活する個体が増え、夏季から秋季に岩石の隙間で発見される個体が増加したことはKiyomoto & Yamazaki (1999)の観察と一致した。*H. laevigata*の行動は生息範囲における隙間の量と質に依存し、隙間に生息することは食物としての流れ藻の漂着と捕食者に対する防御に関係すると推定されている(Shepherd 1986b)。クロアワビは低水温期に一部が露天に現れるものの、多くは岩石の隙間にすみ場を選び、生涯にわたって体を潜める場

所を必要とする種である。今後、すみ場の季節性や観察不可能なすみ場に潜む個体(清本ら 1994)について理解を深める必要があろう。

アワビ漁場の利用には偏りがあり(野中ら 1969e)、主要な漁場は斑状に存在する(井上 1972a)との報告がある。その原因として、クロアワビを含む日本産アワビは集中分布すること(井上 1972a、伏見・佐々木 1977、濱野ら 1987)が指摘されている。集中分布の成因として、成熟・産卵期の蝸集(宇野ら 1972、Shepherd 1986a、Breen & Adkins 1980)や、磯浜における生活に適したすみ場の分布の偏り(野中ら 1969a、井上 1972a)が推定されている。本研究により、クロアワビは0+歳個体および成熟・産卵期でない時期の成体個体も分布様式は負の二項分布に適合する集中分布であったので、磯浜におけるすみ場の分布の偏りが集中分布の要因と考えられる。集中分布はクロアワビの基本的な分布様式であり、流れの激しい岩礁域で蝸集することは、精子濃度の拡散による受精率低下(菊地・浮 1974c)を防ぎ、*H. laevigata*(Shepherd & Partington 1995、Babcock & Keesing 1998)と同様に再生産の維持に役割を果たしていると推定される。今後、再生産に関する課題として明らかにする必要がある。また、徳島県では海士はアワビ類が蝸集する場所を「あじろ」や「いもなや」と呼び(本報告では以下「あじろ」と呼ぶ)、漁獲の場として利用する。集中分布は「あじろ」の数学的表現と考えることができ、海士は経験により多くの「あじろ」を熟知し、生息密度の高い場所を順次選択しながら漁獲する(井上 1972a)ので漁業とも密接に関連する。「あじろ」はクロアワビの再生産にとって重要な場であると同時に、漁獲圧の再生産への影響が懸念される。第5章において、「あじろ」での漁獲と資源の関係、資源と再生産の関係について明らかにし、漁獲を行いながら再生産を維持する方策を検討する。

第6節 考察

クロアワビの産卵期は、貝殻の成長や資源を評価するための基準となるので、その長さや年による変動を明らかにしておく必要がある。年齢および殻長と産卵数との関係は、アワビ類の持続的な生産を実現する上で最も基本となるが、はじめて産卵する年齢に関して十分な知見は得られていない。成熟・産卵期は水温に依存する年変動を示したが、産卵の認められた23~

15℃の水温はほぼ11～12月の徳島県沿岸の水温であり、産卵期に年による大きな差は認められない。殻長70mm以上のクロアワビは、産卵期間が2ヶ月間に及び、雌雄比は1:1であった。また、放流個体の成熟過程が同一水域の天然個体と同調することが本報告によってはじめて明らかにされた。さらに、同一水域から同時に採集した天然個体と放流個体の水槽内における産卵行動にはまったく差がないことが確かめられ、放流個体が本種の再生産を補強していると判断できる。

クロアワビの生物学的最小型は殻長45mm、満2歳であった。産卵数は殻長70～80mm、満3歳に達してから急激に増加するので主要な産卵は3歳以上の個体群によりもたらされると判断された。殻長90mm以下では1回の排卵で産卵は終了するが、殻長90mm以上では複数回産卵し、産卵間隔は約1ヶ月(23～36日)を要することが明らかとなった。

殻長70mm未満のクロアワビは、すみ場周辺の基質表面に付着する有孔虫類、ヒドロ虫類、カイアシ類、紅藻の幼体、珪藻など表在底生生物の非選択的な“削り取る”あるいはアラメ葉片など大型褐藻の流れ藻に対する“かじり取る”2つの摂食法を持つ。本研究により食物条件によっていずれの食性への切り替えも可能であることが初めて明らかとなった。放流したクロアワビ種苗は、2つの摂食法の切り替えによって生活できるので、生存にとって食物に関する問題はそれほど重要ではないと判断された。クロアワビは、殻長70～80mmに達するとアラメ葉片など流れ藻を探索し、選択的に摂食する食性の転換が起こることが明らかとなった。食性は本格的な成熟・産卵群に加入する大きさで転換するので、生活史の上で重要な意義をもつと考えられるが、その要因や理由について明らかにすることは今後の課題である。

クロアワビ種苗は、殻長30mmまでは主にカニに捕食された。また、カニの種類によって捕食するサイズが異なることが明らかになった。昼間の種苗の移動はカニの捕食による死亡率を高めた。さらに、イソスジエビやイトマキヒトデなどは稚貝を直接捕食することはないが、放流直後の稚貝に接触することによってすみ場から移動させ、カニなどによる捕食を間接的にもたらしていると考えられた。一方、放流稚貝は狭い岩の割れ目やムラサキウニの棘の下では生き残ることができることが分かった。人為的にはカニを駆除してその密度を低め、カニの侵入を防ぐことができる天井付

き囲い網を施すことによって、高い生残率を得ることができる。殻長30～109mmのクロアワビの最も主要な捕食者はマダコである。マダコは、貝類を容易に摂食できない場合に限り、貝殻に穿孔して麻痺物質を注入して摂食を容易にする(Wodinsky 1969)。海底から採集した殻長100～109mmのクロアワビの貝殻の54%にマダコによる穿孔痕が認められた。殻長110mm以上の貝殻では、穿孔率が低下し、すべて不完全穿孔痕であったので、貝殻の厚さがマダコの穿孔能力の限界を超えると考えられた。

クロアワビの貝殻への穿孔性多毛類 *Polydora* spp. と穿孔海綿 *Cliona lobata* の貝殻穿孔面積は加齢にともなって増大し、5歳以上になるとこれら貝殻穿孔性動物の寄生によって死亡率が上昇すると推定され、本種の寿命の決定に関与することが示唆された。Shepherd (1973) は、アワビの貝殻穿孔性動物によるストレスに対する感受性が、露天での生活に適応した種に比べ、隙間で生活する種で強いと報告した。本研究においては、クロアワビは隙間を必要とする種であるので、貝殻穿孔性動物のストレスに対する感受性が強いと考えられ、Shepherd (1973) の見解を支持した。貝殻穿孔性動物によるストレスに対する感受性は、アワビの生活様式に関連すると考えられた。

南方系アワビの生息水深は、クロアワビ、メガイアワビ、マダカアワビの順に深くなり、千葉県における事例(猪野 1952)と一致した。南方系アワビの分布は磯浜の構造(西村 1974)に関連し、クロアワビは隙間が多く形成される浅い転石域に多く、露天での生活に適応したメガイアワビとマダカアワビは下部の埋没した岩や岩盤の多い深所で多くなる。また、潜水観察によれば、転石域から岬にかけて岩盤や岩が多くなるのでクロアワビのすみ場は少なくなる。転石域において0+歳個体と成熟期前の成貝の分布様式はいずれも集中分布と判断された。こうしたクロアワビの分布様式は、磯浜のすみ場の分布の偏り、すなわち環境従属的にもたらされると考えられる。

クロアワビは冬～春に隙間から表出する個体も観察されるが、成熟・産卵期を含む夏～秋には転石下や転石の隙間で主に観察された。今後、すみ場の季節変化や「あじろ」における個体の移出入を明らかにすることが必要であろう。