

められ、その平均殻長は $990 \pm 420 \mu\text{m}$ であった。これらのことから、初期餌料の確保は着底稚仔の生残に重要であり、栄養失調と考えられる軟体部の萎縮個体は $500 \sim 2,500 \mu\text{m}$ の範囲で出現していた。

なお、離岸距離別採集の観察結果では特に正常個体、萎縮へい死個体の岸～沖での出現差は認められず、軟体部の萎縮個体は着底基質である無節サンゴモの玉石単位で局所的に出現すると推測された。

次に離散稚仔の捕集事例について述べる。

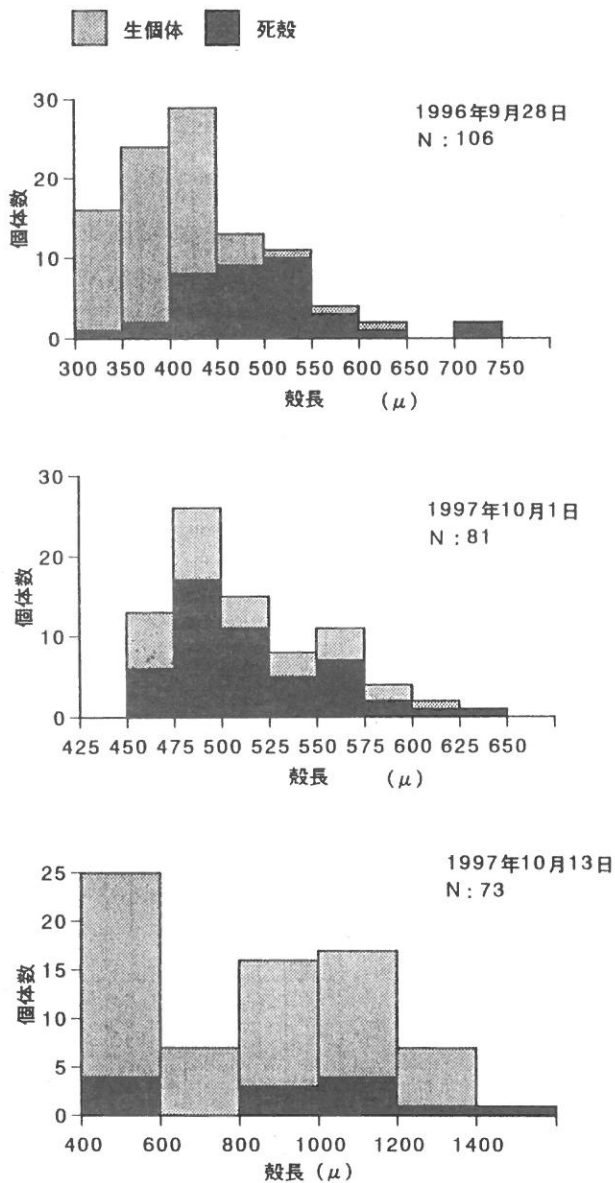


図4-17 天然漁場の無節サンゴモ玉石におけるエゾアワビ着底稚仔の生死別殻長組成

1985年気仙沼湾口地点、1986～1988年鮫の浦湾口地点で捕集されたエゾアワビその他腹足類稚仔の捕集状況より、各年とも共通してシケ通過後に回収したネットでエゾアワビ着底稚仔のへい死個体が捕集されており、その時期は幼生出現盛期を過ぎた9月中下旬から10月上中旬

であった(表4-3)。すなわち、シケ発生に伴う海底攪乱により栄養障害などで衰弱、へい死過程にある着底稚仔が海底基盤から強制的に巻き上げられ、水中で離散状態となってネットに捕集されたことが想定される。各年通算した離散稚仔の平均殻長は $630 \mu\text{m}$ (範囲 $360 \sim 1,250 \mu\text{m}$)であり、それらの40%には軟体部の一部が殻に付着していた。

これまで捕集量がもっとも多かったのは波浪警報が発令され、大シケとなった1986年10月7日～14日設置のネットでの捕集事例である。捕集された稚仔はエゾアワビ60個体、他の腹足類42,500個体であり、その他大量の砂粒、藻類片が捕集された。エゾアワビ離散稚仔の平均殻長は $790 \mu\text{m}$ (範囲 $590 \sim 1,250 \mu\text{m}$)であり、殻に軟体部が一部付着している個体は80%に認められた。

この他、殻長 $1 \sim 3 \text{mm}$ のエゾアワビ殻片、死殻がまれにネットで捕集されたが、これらはエゾアワビ稚仔が成育過程でカニ類などの食害で減耗し、その後の波で巻き上げられたものと考えられた。

また、同様の現象は *Tegula* spp. 着底稚仔でも観察され、1992年9月28日志津川湾大浜の水深6m地点における各層ポンプによるプランクトン採集結果では海底直上から殻長 $300 \mu\text{m}$ 前後の *Tegula* spp. 着底稚仔36個体とその死殻82個が採集されている。なお、*Tegula* spp. の着底時殻長は $235 \mu\text{m}$ である。

表4-3 懸垂捕集器による離散稚仔の捕集事例(個体数)

年	設置期間	エゾアワビ	他種腹足類	時化日
1985	9月21日～9月28日	20	1,860	9月25日
"	10月4日～10月8日	1	670	10月7日
1986	9月22日～10月2日	20	3,870	9月30日
"	10月7日～10月14日	60	42,500	10月10日
1987	9月12日～9月19日	3	330	9月17日
1988	9月30日～10月7日	2	260	10月6日

5) 室内実験における着底稚仔の減耗

上述のとおり、天然漁場におけるエゾアワビ着底稚仔の採集結果から殻長 $400 \sim 600 \mu\text{m}$ で軟体部の萎縮しへい死する個体が多く認められたことから、無節サンゴモ玉石上におけるエゾアワビ着底稚仔の成長・減耗状況を室内実験で検討した。これまでの観察ではエゾアワビ浮遊幼生は無節サンゴモに着底した後、サンゴモだけでは成長しないことが明らかになっているので(関1997)、主に栄養条件が満たされない場合のへい死開始時期、殻長について一定期間ごとに測定した(図4-18)。

収容1日後の観察で実験幼生群は速やかに無節サンゴ

モ玉石上に着底を開始し表面を匍匐していることが認められた。生残率については3回とも収容8日目までは90%以上を示したが、その後次第にへい死し始め15日目にはそれぞれ45%、30%、3%となり、着底後10~15日の間でへい死の進行が確認された。成長については収容後5日目で着底稚仔は殻長 $478 \pm 13 \mu\text{m}$ となり日間成長量は $40 \mu\text{m}$ を示したが、その後鈍化し7日目 $476 \pm 13 \mu\text{m}$ 、9日目 $485 \pm 12 \mu\text{m}$ 、12日目 $495 \pm 22 \mu\text{m}$ 、15日目 $499 \pm 15 \mu\text{m}$ となり、成長の停滞が認められた。死殻の殻長については収容後5日目で殻長 $438 \pm 28 \mu\text{m}$ であり、その後7日目 $460 \pm 20 \mu\text{m}$ 、9日目 $465 \pm 16 \mu\text{m}$ 、12日目 $473 \pm 21 \mu\text{m}$ 、15日目 $469 \pm 19 \mu\text{m}$ であった。そして、着底稚仔の成長が停滞しへい死が始まった7日目から15日目における死殻殻長を推算すると $468 \pm 19 \mu\text{m}$ であり、ほとんど殻長変化は認められなかった。

なお、天然漁場でみられた軟体部の萎縮個体は室内実験では収容10日目以降に出現し、その後のへい死個体の増大からもそれらは栄養障害にともなうへい死であることが明らかである。

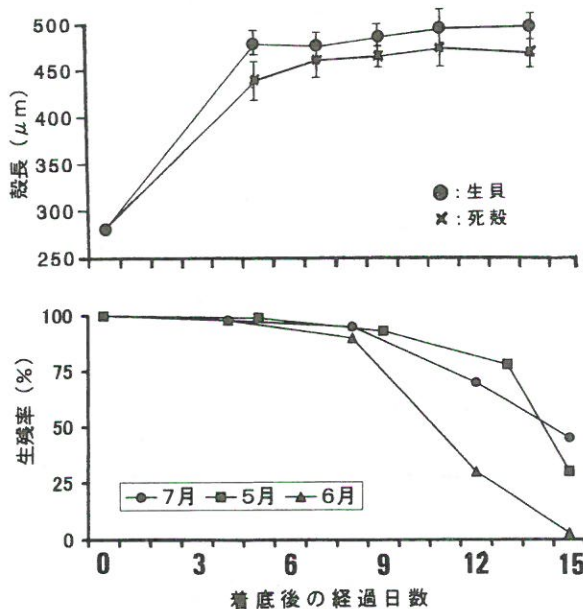


図4-18 室内実験の無節サンゴモ玉石におけるエゾアワビ着底直後稚仔の成長(上)と生残率(下)

考 察

1 無節サンゴモの着底変態効果

Shepherd and Turner (1985) は天然海底に無節サンゴモ玉石と裸玉石を設置後、殻長5mm未満の *Haliotis laevigata* と *H. scalaris* 稚仔量を比較し、無節サンゴモ玉石上に発生量の多いことを認めている。

今回、生きている無節サンゴモと死んだ無節サンゴモにおけるエゾアワビの着底直後稚仔量を比較したところ、生きている無節サンゴモ玉石上における着底稚仔が4~5倍の密度であった。このことから着底稚仔量の多寡には単にサンゴモの表面性状だけではない無節サンゴモ由来の化学物質の関与が想定される。これに関連し、エゾアワビ、キタムラサキウニの変態誘起については無節サンゴモから分泌されるジプロモメタンによることが実験的に明らかになっている(谷口ら1994, Seki and Taniguchi1996, 谷口1997)。

貝殻原盤については事前に約2~3週間の垂下処理した浸漬原盤の方が表面に微細藻類等の被膜が形成され、エゾアワビで無処理原盤の4~12倍、*Tegula* spp. で10~24倍の着底量の差が認められた。貝殻原盤を用いた着底稚仔量調査は着底基質の規格統一化や玉石採集が困難な岩盤地帯でのエゾアワビの着底稚仔調査に有効であるが、事前の垂下期間が長いと他の付着生物が原盤を被覆することから、その期間調整が困難と考えられる。

小型紅藻類と無節サンゴモの玉石における着底稚仔量の観察結果から明らかなおと、エゾアワビ浮遊幼生は露出した無節サンゴモ表面に多く着底することから、天然海底においては無節サンゴモが着底基質としてもっとも優れていると考えられる。そして、海藻群落の異なる調査地点で着底稚仔量を比較する場合、その地点の群落組成にかかわらず無節サンゴモ玉石を採集することが一定量以上の稚仔量確保をはかる上で有効かつ実用的と考えられる。

Shepherd and Daume (1996) は野外で *Haliotis laevigata* と *H. scalaris* の着底2~3カ月後の稚仔を水中拡大鏡で観察し、皮殻状、コブ状の生活型に属する無節サンゴモに多いことを認めている。無節サンゴモの生活型と着底後の生き残りに関連し、複雑で厚い無節サンゴモ生活型は食害から逃れて生き残りは良いが単調で薄い無節サンゴモ生活型では波の影響で除去されること、また余り複雑な生活型の無節サンゴモではしばしば堆積物も多く稚仔の生き残りに有害であることなど、着底後の生き残りと無節サンゴモとの関係は加入過程の研究の中で重要と考えられている (McShane 1996)。

2 着底稚仔の水平・鉛直分布

着底直後の殻長300~500μmにおけるエゾアワビ稚仔はまだ減耗が大きくないので、その分布状態は浮遊幼生の輸送内容を間接的に示している。

鮫の浦周辺域におけるエゾアワビ着底直後稚仔の水平

分布を比較すると湾の内外では外海域や岬域周辺、そして小湾単位ではその入口縁辺域に多かった。同様に着底直後稚仔の鉛直分布は外海では水深6~8m、湾口から湾内では水深3~5mの海底に高密度域が形成され、それぞれ浮遊幼生の輸送頻度の多寡を示していると考えられる。

志津川湾大浜地先では1991年9月23日にエゾアワビ幼生は小湾入口の水深6m層で86個体/m²とこれまでの最高分布密度を示したが、その後9月25日の着底稚仔量は少なく、一方9月23日幼生の少なかった岸側水深5m地点に着底稚仔が多く出現したことから23日~25日の期間中において浮遊幼生が海底基質を探索しながら約50~100m接岸し着底したことが想定される。浮遊幼生着底稚仔の分布調査では幼生の高密度群は小湾入口などに多く、着底稚仔の高密度群はその岸側域に出現することは他のボード浜、サキカマ崎調査時にも観察されており、流動環境の条件により沿岸に接岸するものの、その後の着底場については浮遊幼生自身の遊泳探索行動の結果と考えられる。

種による着底位置の選択についてボード浜のエゾアワビと *Strongylocentrotus* spp. の採集結果(1997年10月1日, 13日)より、両種の着底位置を同一地先内で比較すると *Strongylocentrotus* spp. は常に沖側に位置していたことからそれぞれ浮遊幼生が着底する場合、海水の流動環境だけに支配されるのではなく浮遊幼生の鉛直分布に見られるような種特性によりそれぞれの着底域を選択していることが示唆された。よって、浮遊幼生の着底域を規定するのは水平的にはその場の流況など巨視的な輸送条件であるが、鉛直的には微細な浮遊幼生の種特性によると考えられる。

なお、外海ボード浜や湾内三洞の岸~沖におけるエゾアワビ着底稚仔の分布(1997年9月26日, 1998年9月22日)では岸側浅所の水深1~2mのアラメ群落域内にも飛び石的な分布が確認された。着底時における沿岸域の流動条件は日々変化していることから、向岸的な流況頻度が高まればエゾアワビ幼生はかなり浅所まで輸送されることが推測される(図4-11, 13)。

3 着底稚仔と海藻分布との関係

鮫の浦湾周辺3地先におけるエゾアワビ着底稚仔の分布位置は外海、湾口、湾奥等の立地条件により変化しており、外海ではアラメ下限域と浮遊幼生の着底位置は一致するが、湾内ではアラメ下限域の範囲が狭くかつ浅いことからその着底位置は沖側無節サンゴモ域まで及んで

いた。しかし、岸側方向への着底位置のフロントはやはりアラメ下限域に形成されており、この点では外海、湾口、湾内では共通した分布様式であると考えられた。

着底稚仔の最多出現水深はそれぞれの場の立地(海底勾配や波浪条件等)で異なるものの、その着底フロントは各地先のアラメ等大型海藻群落の縁辺下限域すなわちアラメ群落~無節サンゴモ域への移行水深帯に形成される点では共通しており、このことから着底変態期に達した浮遊幼生はアラメ下限域をフロントとして着底していると考えられる。

これらアラメなど海藻群落の形成・維持機構とアワビ、ウニなど磯根資源の幼生輸送さらに着底・発生場の位置関係についてはその後続く漁場形成、加入変動の問題として重要であり、今後の課題である。

4 早期着底群の存在

エゾアワビの人工飼育過程では第1呼吸孔を形成する殻長1.8mmまでは日間成長35 μ m、その後の成長は70 μ m以上に加速し、さらに殻長4mmでは日間210 μ mとなっている(浮・菊地1979)。また、屋外採苗飼育事例でも6月下旬の採卵群が3ヵ月後に最大殻長7mm個体に達していることから、日間80 μ mの成長速度が得られる(小畑1986)。

したがって、図4-15で示した9月下旬~10月上旬に出現した殻長3~5mmの群についてこの日間成長値で逆算すると7月下旬~8月上旬の早期産卵群に由来すると考えられた。今後、8月(早期群)、9月(盛期群)、10月(晩期群)の各着底群の減耗実態を解明することは母貝集団の保護・管理のあり方(水深・場所等)を考える上で必要であり、特に8月着底群の成長については日間成長速度が推定されたが、減耗に関する知見は乏しいので今後の課題である。

5 着底直後の減耗実態

無節サンゴモ玉石上のエゾアワビ着底稚仔の減耗事例より、天然海底における平均日間減耗は $y = 253 e^{-0.124x}$ となる。このことは当初着底量が着底後1週間で39%、2週間で15%、1ヶ月で2%にまで減耗することを意味しており、その原因として飢餓、捕食など内的、外的減耗要因が想定される。

McShane and Smith (1988, 1991) は幼生分布は確認出来なかったが、サクシオン法で1988年12月、殻長0.3~0.6mmの *Haliotis rubra* 稚仔を平均171~1,860個体/m²採集した。それまでは15個体/m² (Prince and Ford 1985)、13個体/m² (Shepherd and Turner 1985) という

低密度の分布しか報告はなかった。その後、McShane (1991) は12月～5月までの着底後約半年間の *H. rubra* 着底稚仔の減耗状況を見たところ、0.3%の生残率が推定された。着底後の生残率が低い原因については、稚仔が無節サンゴモ上の限られた空間に集中的に着底分布するため、食害生物や波浪の影響が大きいことを考えている。

Tong *et al.* (1987) は浮遊幼生の放流実験として *H. iris* の着底期幼生30万個体を遮蔽された無節サンゴモ海底に直接放流したが、約3カ月後に0～13個体の着底稚貝を確認したにとどまった。さらに、Preece *et al.* (1997) は人工採卵した *H. rubra* と *H. laevigata* の着底期幼生を海底に設置したメッシュテント内や無節サンゴモ玉石の天然海底へ直接放流したが、生残率は *H. rubra* で19日後に0.03%～1.9%、同様に *H. laevigata* で335日後に0.2%の生残率となり、着底後の生残率はきわめて低いことを報告している。

特に、今回確認された軟体部の萎縮半壊したへい死過程の着底稚仔個体については栄養失調が原因で発生すると考えられ、その後時化で攪乱され海底基盤から離散し捕集されることから野外の減耗要因として大きく、また無節サンゴモ玉石上からも軟体部の萎縮個体が採集されることから、飢餓に伴う減耗は予想以上に大きいと考えられる。

着底基質として無節サンゴモ玉石はエゾアワビ浮遊幼生に対して着底・変態を高率に誘起するが、その後は稚仔の摂取可能な珪藻や基質上の有機物が適正に存在しなければ好適な生活領域にはならない(關1997)。着底直後の無節サンゴモ表面における餌料生産については深所より浅所の方が光照度の関係から餌料生産が多く成長速度も大きいと思われるが、今回の観察からは深淺による減耗の差異は認められず不明な点が多い。着底直後のエゾアワビ稚仔の生活領域はそれぞれの玉石単位で形成されるので、玉石上に形成された動物、植物群集により減耗度合が異なると予想される。無節サンゴモ表面の動物群集について、林ら (1983) は大槌湾で多くの多毛類の生息を確認しており、McShane (1996) は無節サンゴモ表面における着底直後のエゾアワビ稚仔の捕食種として多毛類に注目している。

McShane and Naylor (1995) は実験的に *H. iris* 幼生を着底させた玉石を岸側浅所(水深1～2 m)と深所(6～8 m)に設置し、その後の成長、生き残りを追跡したところ、約4カ月後の成長、生き残りは岸側浅所(殻長3 mm: 1%未満)に比較し、深所(殻長4 mm: 10%)の

方が良好であった。この原因として着底直後稚仔にとって岸側浅所は生物的堆積物や波浪の攪乱など生活環境として不適であり、潮間帯から潮下帯に移行する岸側浅所は着底発生ではなく、二次的に移動して成長する場と考えられている。

6 初期減耗要因としての飢餓

室内実験における着底・変態後の初期減耗についてエゾアワビでは着底開始10日後の殻長500～600 μ m (西川1980)、クロアワビでは着底開始6日後の殻長530 μ m (大橋1993) に卵黄物質が吸収され、その後適切な餌料供給がない場合はへい死が発生しやすいことが観察されている。また、無節サンゴモやウルベラのみが着生した採苗基質では殻長400 μ mまでに脱落へい死が多く、その後の育成も緩慢なことが報告されている(關1993)。

今回の室内飢餓実験でへい死が出始めた着底稚仔の平均殻長は468 \pm 19 μ mであり、ボーグ浜で観察された軟体部の萎縮半壊したへい死個体のサイズ504 \pm 78 μ m(1996年9月28日)、512 \pm 41 μ m(1997年10月1日)に近似していた。したがって、天然条件下においても無節サンゴモ玉石に着底したエゾアワビ稚仔は着底後5日目前後の卵黄吸収期以降に摂取可能な初期餌料藻類がなければ成長が停滞し始め、10日前後(殻長500 μ m前後)よりへい死し始めると推定される。

着底後の殻長500 μ m前後で多発する初期減耗以降は捕食生物による食害減耗も大きいことが想定されるが、天然海底のアラメ下限域帯、無節サンゴモ帯に分布する玉石ではそれぞれが一つのユニットとして生息する餌料藻類、捕食生物、餌料競合生物の種組成が異なることから、着底後の稚仔減耗も玉石単位で検討する必要があると考えられる。

以上のことから、エゾアワビ着底稚仔はアラメ群落から無節サンゴモ域へ移行するアラメ下限域水深帯に高密度分布のフロントを形成することが明らかとなり、さらに着底直後の殻長500 μ m前後においては初期減耗として餌料条件に起因する軟体部の萎縮したへい死個体の出現が認められた。よって、エゾアワビの着底直後稚仔が卵黄吸収後に生残するには基盤表面の微細藻類など初期餌料の多い環境条件が必要であり、アラメ下限域としてアラメ群落から無節サンゴモ群落への移行水深帯は着底稚仔量や初期餌料生産の多い稚仔発生場(稚貝場)としての条件を満たしていると考えられる。

第5章 エゾアワビ稚貝、若齢貝の分布動態

目 的

エゾアワビ稚貝の分布密度が高い、いわゆる稚貝場の基本的な構造や形成に関する知見はアワビ増殖場の造成技術や漁場性の評価基準として重要であり、加入過程における分布動態からその生活領域となる場の特性を検討する意義は大きい。

これまでアワビ類の稚貝分布調査事例としてエゾアワビでは北海道礼文島(斉藤・富田1965, 富田1969), 奥尻島(Saito1981), 後志沿岸(宮本1984), クロアワビでは徳島県海部郡(小島1974), 長崎県宇久島(市来ら1977), 淡路島(武田・伊丹1979), 千葉県浜行川(田中ら1986), マダカアワビでは淡路島(伊丹ほか1978)さらにフクトコブシでは八丈島(三木・糸淵1985)等の報告があるが、天然稚貝の発生する場は概ね潮間帯付近の浅所と報告されている。

しかし、前章で述べたとおり宮城県沿岸各地におけるエゾアワビ着底稚仔の出現は水深2 m～7 mの潮下帯のアラメ下限域に認められたことから、さらに稚貝、若齢貝の分布動態についても連続的に調査する必要がある。ここではまず着底直後の初期減耗期を経た0～1歳稚貝の分布特性を鯨の浦湾周辺の立地条件の異なる3地点においてそれぞれ漁場環境と対応させて比較した。次に、エゾアワビ若齢貝、漁獲加入貝の分布特性を宮城県北部海域(唐桑町～歌津町)の磯根漁場において物理的環境(水深, 底質), 生物的環境(餌料海藻)の面から検討した。特に、若齢期以降のエゾアワビ生産は餌料となる海藻類の生産に左右されることから(酒井1962b), 南三陸沿岸の天然漁場に周年分布するアラメなど餌料海藻についてもTaniguchi(1991)に従い、その分布特性を検討した。

材料と方法

エゾアワビ0～1歳貝の分布特性を検討するため鯨ノ浦湾の外海に位置するボーダ浜において1996年12月は水深3, 5, 7 m, 1997年7月は水深1.5, 3, 5 m地点でそれぞれ5 m×5 mの潜水枠取り採集を2回ずつ実施した。その後、1997年11月～1998年1月に同湾周辺域として外海, 湾口, 湾内に位置するボーダ浜, サキカマ崎, 三洞において各水深帯のエゾアワビ分布密度を比較するため、潜水採集, 写真撮影, 優占海藻種の目視観察などを実施した。

なお、潜水採集は稚貝の分布する岩盤亀裂や転石側

面・裏面における探索採集効率が一定化し、各調査地点間の比較が正確になるようすべて同一人が1回当たり5 m×5 m調査面積で3回ずつ実施した。

採集したエゾアワビについては成長状況を把握するため、Sakai(1960)に従い貝殻上に形成された年輪殻長を光線透過により判読した。

次に、エゾアワビ漁獲加入貝の分布状況を把握するため1991年7月～10月に宮城県北部海域(唐桑町～本吉町)の48地先において0.5～1 km間隔で岸から200 m沖合ヘラインを引き、巾2 m, 長さ10 m区分で水深, 底質, エゾアワビ, キタムラサキウニ分布密度, 海藻植生を記録した。また、エゾアワビ若齢貝の分布特性については1991年12月唐桑町魚止岩地先において巾5 m, 長さ10 m区分で連続的に距岸200 mまで水深, 底質, エゾアワビ分布密度, 海藻植生を記録した。

餌料環境として重要なアラメ群落域に分布するエゾアワビの成長や摂餌状況を把握するため、1982年11月～1983年11月に気仙沼湾において胃内容物重量や胃内容物充満度指数(胃内容物重量/殻長³)を求めた。そして、アラメ優占漁場において若齢貝を標識放流し、その後の成長量を測定した。さらに、典型的な磯根漁場におけるアラメの現存量を把握するため、志津川湾椿島(湾奥), 野島(湾中央), 双子島(外海)において水深別海藻枠取り採集を実施した。

その他、磯根資源への餌料供給源として重視されている滞留・漂着海藻などの出現状況については1982年歌津町大浜地先の海底面, 1985年気仙沼湾岩井崎の海岸波打ち際においてそれぞれ調査した。

結 果

1 エゾアワビ稚貝の分布特性

1) ボーダ浜における水深別分布密度と成長

写真1～4はボーダ浜に隣接する鯨の浦湾口サキカマ崎の各水深別海底における付着珪藻の着生状態である。海底岩盤上における付着珪藻類の着生は岸側水深3 m以浅では目視されなかったが、水深4 mから6 mの水深帯で濃密に認められた。

写真5～10は稚貝調査を実施した鯨の浦湾外海ボーダ浜海底における水深別海藻植生と底質状況である。ボーダ浜正中線における海底勾配は3/100～4/100と比較的緩やかであり、植相は岸側水深0～4 m(No.5,6)でアラメ, ホンダワラ類などの大型褐藻類や小型紅藻類の海藻群落が発達し、次いで水深4～6 m(No.7,8)はアラメ下限域となり、さらにそれ以深(No.9,10)は無節サン

ゴモが優占し、次第に沖側砂地帯へと移行した。

写真11～16は同地点海底で接写したアラメ下限域におけるエゾアワビ稚貝の分布状況である。エゾアワビ0～1歳貝は無節サンゴモの基質表面上に分布し、その位置はキタムラサキウニやマボヤの付着部周辺、転石の側面下部や転石同士の接触部、岩盤の亀裂や凹部などに多く認められた。

1996年12月採集時における94個体のエゾアワビ殻長組成から1歳、2歳貝の平均殻長と標準偏差は 21 ± 5 mm, 49 ± 5 mmと推定した(図5-1)。各水深帯における年齢別分布密度を表5-1に示した。エゾアワビの分布密度の高い水深帯は水深3 mに認められたが、その内容は2歳

貝が主体であった。水深5 mにおける分布密度は3 mに比べ低くなるがその主体は1歳貝であった。さらに、水深7 mではエゾアワビの分布密度は水深3 mの $1/5$ と低くなり、各年齢個体が散見されたに過ぎなかった。

同様に1997年7月採集時における88個体の殻長組成から0歳、1歳貝の平均殻長と標準偏差は 14 ± 4 mm, 37 ± 5 mmと推定した(図5-1)。各水深帯における年齢別分布密度を表5-1に示した。水深1.5 m, 3 mではエゾアワビの分布密度が高いが、その主体は2歳貝以上であった。0歳貝の出現は水深1.5 mでは認められず、水深3 mで漸増し水深5 mでもっとも高い密度となった。

これらの年齢別分布密度からボーダ浜地先におけるエ

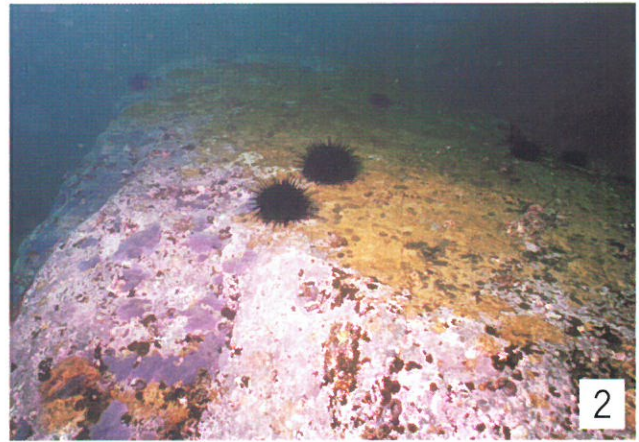


写真1～4 鮫の浦湾口サキカマ崎の各水深別海底における付着珪藻類の着生状態
(No1:水深3 m, No2:水深4 m, No3:水深5 m, No4:水深6 m, 撮影:1997年10月)

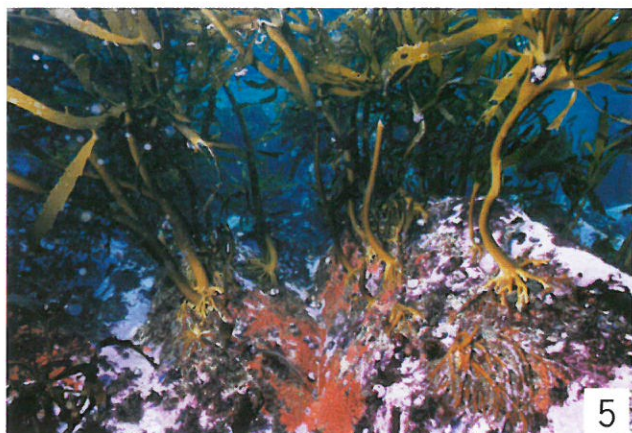


写真5～10 鮫の浦湾外海ボータ浜の各水深別海底における海藻分布状態
(No5,6：水深2 m, No7,8：水深5 m, No9,10：水深8 m, 撮影：1997年11月)

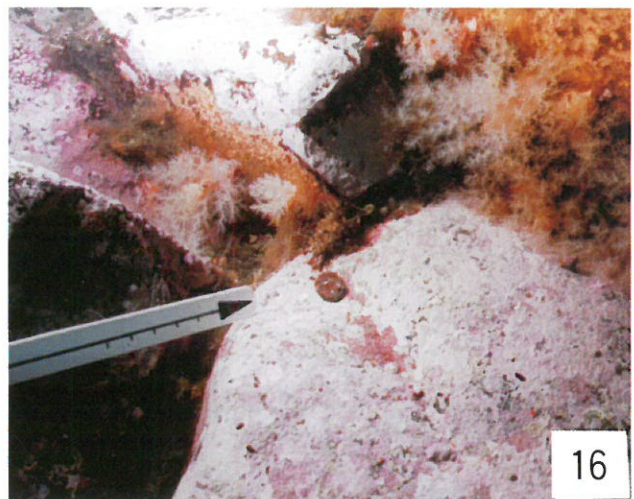
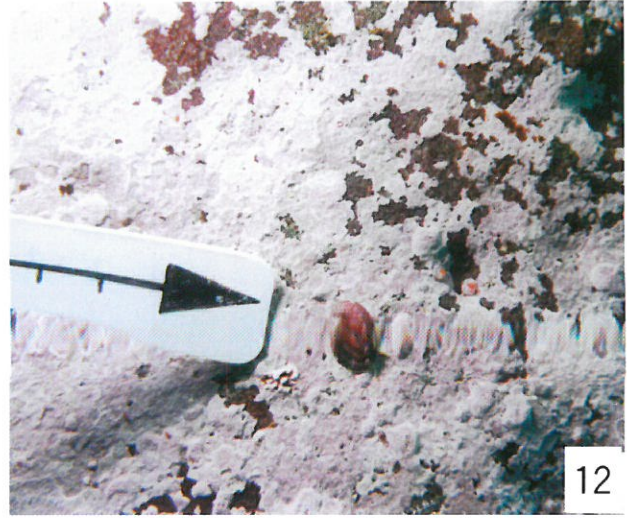
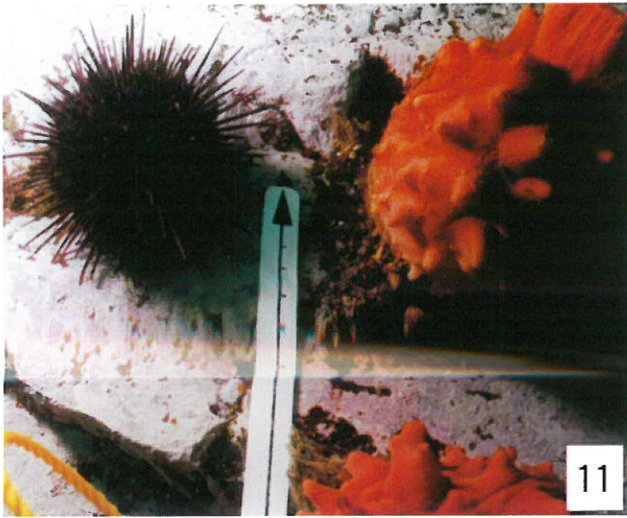


写真11～16 鮫の浦湾外海ボーダ浜のアラメ下限域海底におけるエゾアワビ稚貝の分布状態
(矢印棒の1目盛は10mm長を示す。撮影：1997年11月)

表5-1 ボード浜におけるエゾアワビの水深別分布密度 (個体数/㎡)

水深	1歳貝	2歳貝	3歳貝	合計	調査年月
3 m	0.16	0.60	0.26	1.02	1996年12月
5 m	0.38	0.22	0.06	0.66	
7 m	0.10	0.06	0.04	0.20	
1.5m	0.00	0.12	0.66	0.78	1997年7月
3 m	0.02	0.18	0.52	0.72	
5 m	0.18	0.02	0.06	0.26	

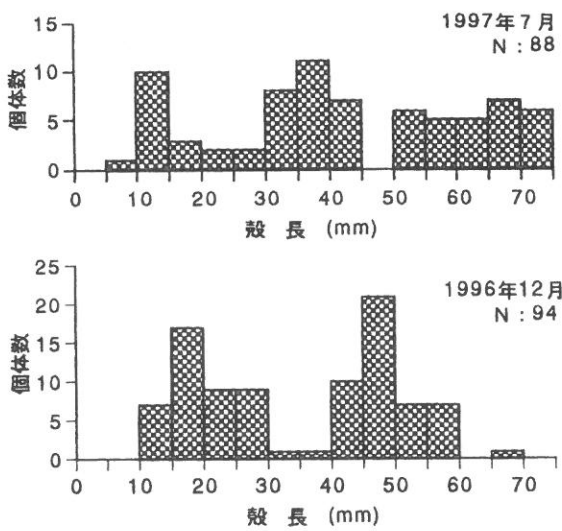


図5-1 ボード浜におけるエゾアワビ採集稚貝の殻長組成

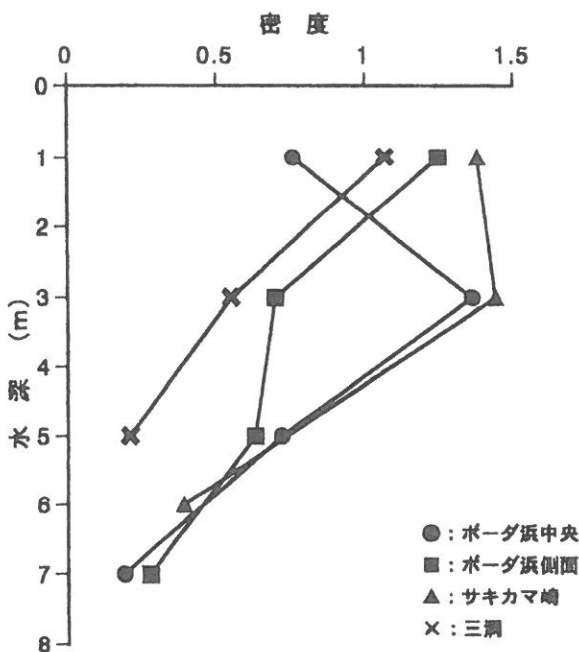


図5-2 鮫の浦湾周辺域におけるエゾアワビの水深別分布密度 (個体数/㎡)

ゾアワビ0~1歳稚貝の主たる分布域は水深5m付近にあると推定された。

次に、採集された成貝の貝殻上に周期的に認められる赤褐色の輪紋より当地先のエゾアワビの成長を推定した。この貝殻上の輪紋は産卵期頃に形成される優れた年齢形質であることが明らかにされている(酒井1962c)。各輪紋形成時の平均殻長と標準偏差は第1輪:51±7mm, 第2輪:73±7mm, 第3輪:89±6mm, 第4輪:99±6mm, 第5輪:105±8mmと測定された。一方、1996年12月に採集した天然稚貝の殻長組成から殻長10~29mm範囲に最初の年齢群が認められたことから、満1歳時殻長を20mmと推定した。第1輪の形成時が満2歳時に当たることは小島(1976)がクロアワビで報告している。したがって、実際の満年齢における殻長の測定値は今回の輪紋数に1を加えた値となり、エゾアワビの成長式 $L_t = 130(1 - \exp^{-0.30(t-0.30)})$ が得られる。

2) 3地先における水深別、海藻群落別および年齢別分布密度と殻長組成

1997年11月から1998年1月にかけて鮫の浦湾周辺域の外海、湾口、湾内に位置するボード浜中央、同側面、サキカマ崎、三洞の各地先においてエゾアワビの水深別分布密度を図5-2に示した。

外海に直面し3地先の中では波浪度合の最も大きいボード浜の正中線における分布密度はごく浅所の水深1~2mでは低く水深3~4mにその中心があり、水深が増すにつれて低下した。一方、同浜の側面域における分布密度は水深1~2mの浅所に多く次第に水深の増す沖方向へ向かって漸減していった。湾口に位置し波浪度合が中程度のサキカマ崎では水深1~4mに分布の中心があり、沖へ向かい密度は低下していった。湾内に位置し3地先では波浪度合の最も小さい三洞では水深0~1mのごく浅所に分布の中心があり、沖へ向かい密度は低下していった。

このようにエゾアワビの分布水深の中心は波当たりの強い外海から波当たりの弱い湾内に向かい次第に浅所に移行していく傾向が認められた。

3地先における主要な海藻はアラメであり、外海ボード浜では水深4m以浅、湾口サキカマ崎では水深2m以浅、湾内三洞では水深1m以浅でそれぞれ優占群落を形成していた。一方、無節サンゴモはボード浜で水深6m以深、サキカマ崎で水深4m以深、三洞で水深2m以深でそれぞれ優占した。

ボード浜、サキカマ崎、三洞3地先の各水深帯に分布するエゾアワビの殻長組成を図5-3に示した。漁獲対

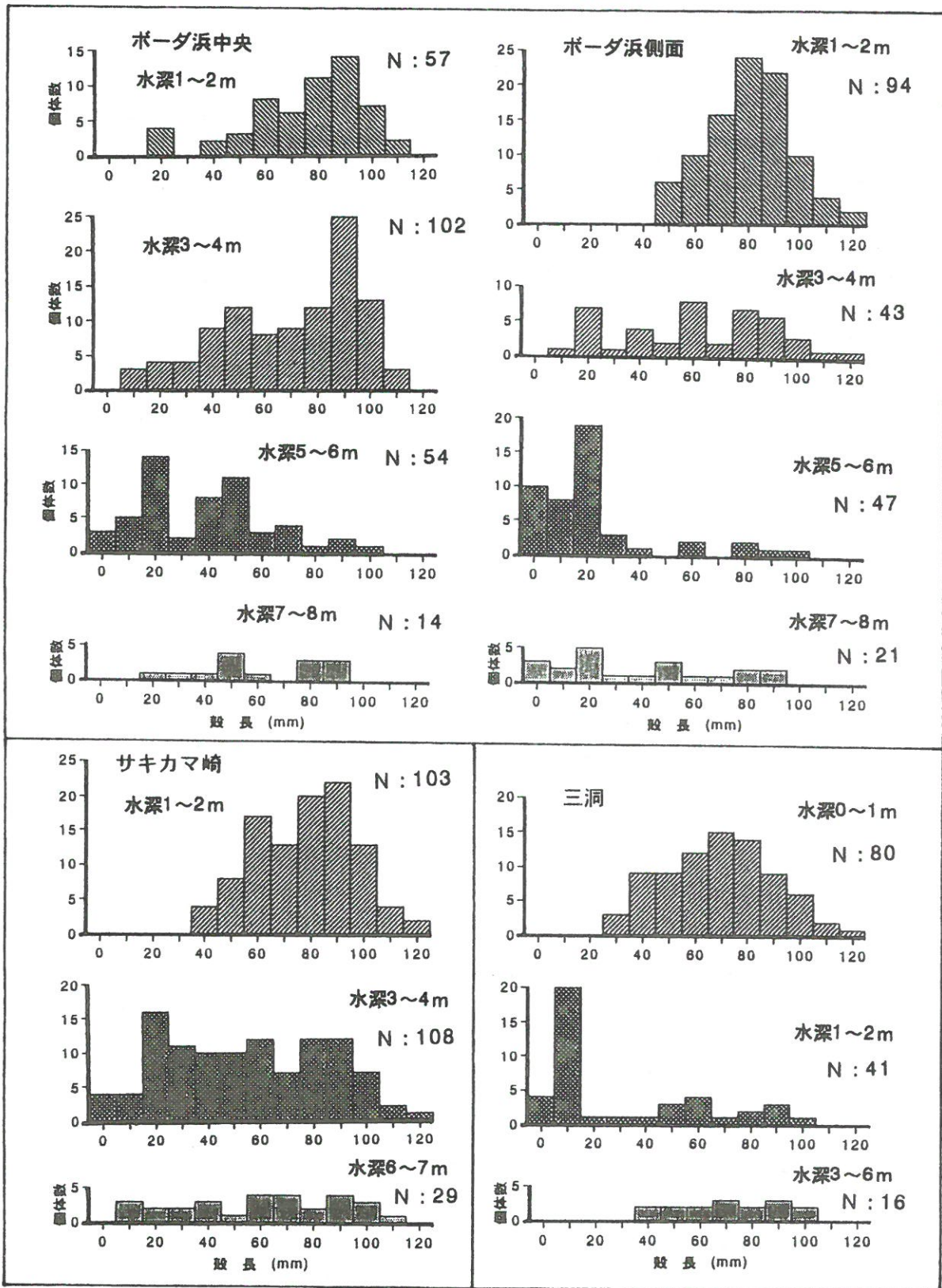


図5-3 鮫の浦湾周辺域（ボーダ浜，サキカマ崎，三洞）の各水深帯に分布するエゾアビの殻長組成（1997年11月～1998年1月調査）

象群の大型個体は外海ボーダ浜では水深1～4 m，湾口サキカマ崎では水深1～2 mそして湾内三洞では水深0～1 mと各地先の岸側浅所域に多く出現した。加入群の

小型個体はボーダ浜では水深5～6 m，サキカマ崎では水深3～4 mそして三洞では水深1～2 mとそれぞれ大型個体分布域の沖側に出現する傾向が認められた。エゾ

アワビの成長式より, 0, 1歳: ≤39mm, 2歳: 40~64mm, 3歳: ≥65mmとして3地先のエゾアワビの年齢別分布密度をそれぞれ水深・海藻群落別に示した(表5-

2)。0, 1歳貝の分布する水深帯はボード浜で5~6m, サキカマ崎で3~4m, 三洞で1~2mとそれぞれ異なるが, 海藻群落の植生区分ではアラメ下限域として

表5-2 鮫の浦周辺域におけるエゾアワビの水深・海藻群落別分布密度(個体数/m²)

地先	水深	海藻群落	0, 1歳貝	2歳貝	>3歳貝	合計
ボード浜	1~2m	アラメその他	0.03	0.16	0.82	1.01
	3~4m	アラメ海中林	0.13	0.23	0.6	0.96
	5~6m	アラメ下限域	0.43	0.15	0.09	0.67
	7~8m	無節サンゴモ	0.09	0.07	0.08	0.24
サキカマ	1~2m	アラメ海中林	0	0.27	1.11	1.38
	3~4m	アラメ下限域	0.47	0.35	0.63	1.45
	6~7m	無節サンゴモ	0.09	0.08	0.21	0.38
三洞	0~1m	アラメ海中林	0.04	0.32	0.71	1.07
	1~2m	アラメ下限域	0.35	0.08	0.12	0.55
	3~6m	無節サンゴモ	0	0.07	0.15	0.22

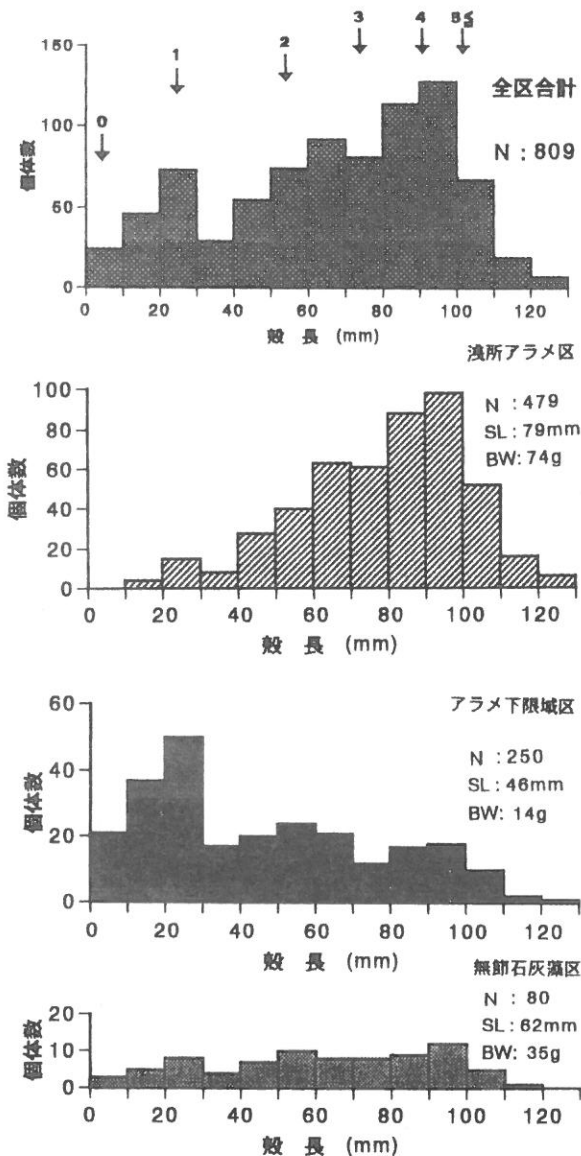


図5-4 鮫の浦周辺域(ボード浜、サキカマ崎、三洞)のエゾアワビ分布を優占海藻で類型化した場合の殻長組成(↓数字は各年齢を示す)

共通することが認められた。同様に, 2歳貝と3歳以上貝の分布する水深帯はボード浜で1~4m, サキカマ崎で1~4m, 三洞で0~1mとなり, 海藻群落の植生区分としてはアラメ海中林に対応した。

次に, 鮫の浦湾3地先合計のエゾアワビ殻長組成と各地先の浅所アラメ区, アラメ下限区, 無節サンゴモ区に分布するエゾアワビの殻長組成をそれぞれ一括して図5-4に示した。浅所アラメ区では成貝の出現比率が高いのに対しアラメ下限区では稚貝の出現比率の高いことが明らかに認められ, 各区の平均殻長は浅所アラメ区で79mm, アラメ下限区で46mm, 無節サンゴモ区で62mmであった。

さらに, 前述したエゾアワビの成長式から0歳: ≤9mm, 1歳: 10~39mm, 2歳: 40~64mm, 3歳: 65~84mm, 4歳: 85~94mm, 5歳: ≥95mmとしてそれぞれの優占海藻種で類型化した海底におけるエゾアワビの分布密度と年

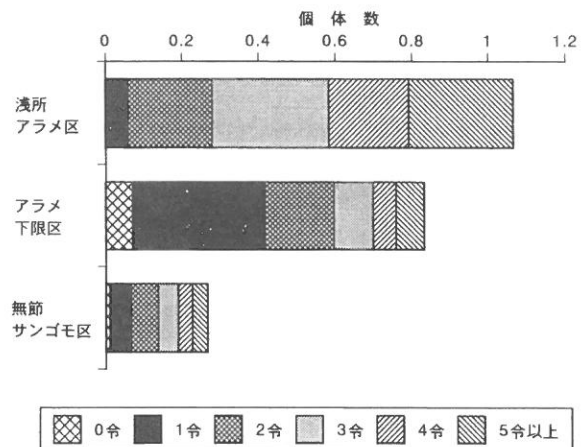


図5-5 優占海藻で類型化した鮫の浦周辺域におけるエゾアワビの1m²あたり分布密度と年齢組成

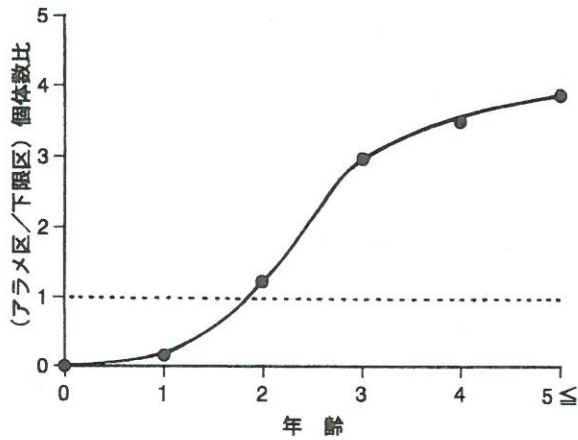


図5-6 浅所アラメ区とアラメ下限区に分布するエゾアワビ各年齢群の1㎡あたり分布密度の比

年齢組成を図5-5に示した。エゾアワビの1㎡あたり現存量は浅所アラメ区で1.06個体(79g), アラメ下限区で0.83個体(12g), 無節サンゴモ区で0.27個体(9g)であり, 個体数では浅所アラメ区とアラメ下限区の間で大きな差はないが, 重量では浅所アラメ区が他区の7~8倍となった。

0~1歳貝の出現比率は浅所アラメ区で6%, アラメ下限区で49%, 無節サンゴモ区で25%であり, その1㎡あたり現存量は浅所アラメ区で0.06個体, アラメ下限区で0.42個体, 無節サンゴモ区で0.07個体であることから, アラメ下限区が他区の6~7倍の分布密度を示した。

さらに, 浅所アラメ区とアラメ下限区の両区における

表5-3 宮城県北部海域における海底ライン調査結果(2m巾×200m長あたり, 1991年9月)

番号	地名	地先 類型	エゾアワビ 個体数	キタムラサキ ウニ個体数	主な底質	餌料 海藻	優占海藻種	100m離 岸の水深	200m離 岸の水深
1	松島	湾入	2	430	転石砂礫	少	フクリンアミジ	7m	18m
2	大槻小槻	湾入	5	231	転石砂礫	少	フクリンアミジ	16m	27m
3	只越	湾入	25	620	岩盤転石	少	小型紅藻類	10m	17m
4	魚止岩北	湾入	33	479	岩盤転石	中	小型紅藻類	7m	15m
5	魚止岩	外海	101	779	岩盤転石	中	小型紅藻類	5m	13m
6	馬場北	外海	23	505	岩盤転石	少	ハイミル	14m	20m
7	馬場	外海	20	336	岩盤転石	少	ホンダワラ類	9m	16m
8	巨釜半造	外海	28	1154	岩盤転石	少	ホンダワラ類	9m	17m
9	笹浜	外海	22	488	岩盤転石	少	小型紅藻類	8m	14m
10	滝浜	外海	12	157	岩盤転石	中	小型紅藻類	7m	16m
11	蛭島	外海	27	458	岩盤転石	中	コンブ	12m	23m
12	御崎灯台	外海	82	150	岩盤転石	中	コンブ	24m	35m
13	御崎	外海	25	640	岩盤転石	中	アラメ	14m	22m
14	崎浜	外海	52	799	岩盤転石	中	アラメ	10m	16m
15	長浜	外海	19	362	岩盤転石	中	アラメ	11m	14m
16	クグイ崎	外海	32	639	岩盤砂礫	中	アラメ	9m	20m
17	雀島	湾入	9	216	岩盤砂礫	少	アラメ	12m	23m
18	松島	湾入	24	95	転石砂礫	多	アラメ	3m	5m
19	枳浜	内海	9	267	岩盤砂礫	中	アラメ	7m	11m
20	明神崎	内海	19	499	岩盤転石	中	アラメ	6m	8m
21	中根灯台	内海	12	420	岩盤転石	多	アラメ	5m	9m
22	小前見島	湾入	4	118	転石砂礫	少	アラメ	9m	11m
23	通島	外海	49	277	岩盤転石	中	アラメ	8m	15m
24	通島南	外海	11	112	岩盤転石	多	アラメ	6m	10m
25	龍舞崎北	外海	102	412	岩盤転石	多	アラメ	6m	14m
26	黒崎島	外海	46	796	岩盤転石	中	アラメ	19m	26m
27	龍舞崎	外海	8	210	岩盤砂礫	少	アラメ	14m	20m
28	横沼	湾入	52	372	岩盤転石	多	アラメ	5m	8m
29	要害	湾入	26	144	岩盤砂礫	中	小型紅藻類	3m	10m
30	浅根	内海	17	50	岩盤砂礫	中	小型紅藻類	2m	4m
31	姥磯	内海	3	15	岩盤砂礫	中	小型紅藻類	4m	4m
32	岩井崎北	湾入	57	469	岩盤転石	多	アラメ	6m	13m
33	岩井崎	外海	22	374	岩盤転石	多	アラメ	6m	10m
34	牛磯	外海	40	119	岩盤砂礫	多	アラメ	3m	8m
35	明神崎	湾入	8	895	岩盤転石	中	アラメ	5m	9m
36	沼尻	湾入	40	607	岩盤転石	多	アラメ	7m	11m
37	沼尻南	湾入	83	370	岩盤転石	多	アラメ	5m	6m
38	館鼻崎	湾入	17	587	岩盤転石	中	アラメ	6m	13m
39	日門	湾入	18	393	岩盤砂礫	中	アラメ	9m	13m
40	前浜北	湾入	19	366	岩盤転石	少	アラメ	11m	15m
41	前浜	湾入	40	896	岩盤転石	中	アラメ	6m	11m
42	前浜南	湾入	13	861	岩盤転石	中	アラメ	6m	12m
43	赤牛	湾入	15	904	岩盤転石	中	小型紅藻類	5m	9m
44	大沢	湾入	5	707	岩盤転石	中	小型紅藻類	7m	10m
45	土台磯	湾入	3	130	転石砂礫	中	小型紅藻類	4m	7m
46	二十一浜	湾入	2	186	岩盤転石	少	フクリンアミジ	7m	13m
47	今朝磯	湾入	9	412	岩盤転石	中	小型紅藻類	6m	9m
48	蔵内	湾入	22	243	岩盤転石	中	アラメ	14m	16m

各年齢群の1㎡あたり分布密度の比率を図5-6に示した。浅所アラメ区に対するアラメ下限区の0~1歳群の比率は1より小さいことからアラメ下限区の方で分布密度は高いが、2歳群ではその比率が1より大きくなり浅所アラメ区の方で分布密度が高くなった。すなわち、両区における0~1歳群の分布密度の比率が転換するのは1歳後半から2歳前半にかけて認められることから、その時期が移動期とみなされた。

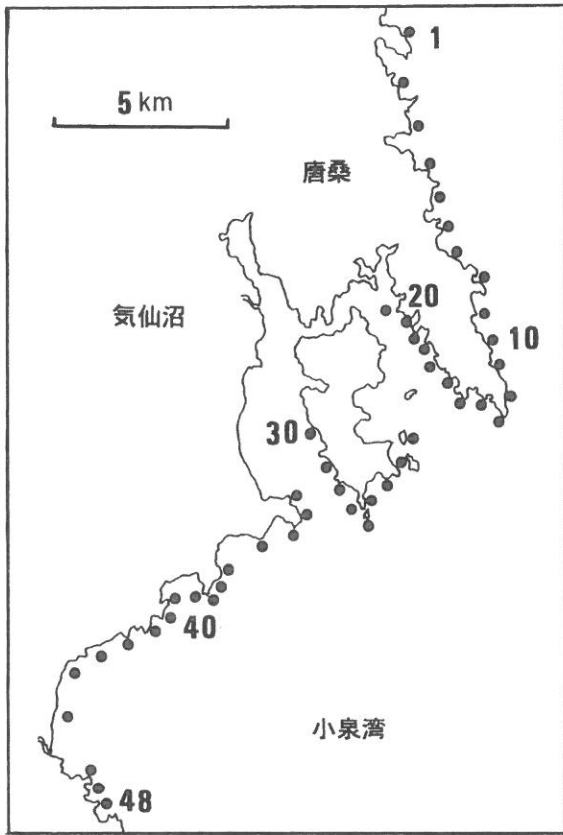


図5-7 宮城県北部海域(唐桑町~本吉町)における海底ライン調査地点

2 エゾアワビ若齢貝の分布特性

海底ライン調査を実施した宮城県北部海域の沿岸48地点の位置図を図5-7に示した。各地先における外海~内湾の類型区分, エゾアワビ, キタムラサキウニの出現個体数, 優占海藻種, 距岸100m, 200m地点の水深, 底質などを表5-3に示した。

48調査ラインの内, エゾアワビの分布密度の高い地先は唐桑町魚止岩, 大島龍舞崎, 大谷沼尻などであったが, それらに共通する立地条件としては外海に面し海底勾配が緩やかで海底起伏が大きくアラメ *Eisenia bicyclis*, 小型紅藻類(テングサ類 *Gelidium* spp., ハイウスバノリ類 *Acrosorium* spp.) など餌料海藻の豊富な場であった。

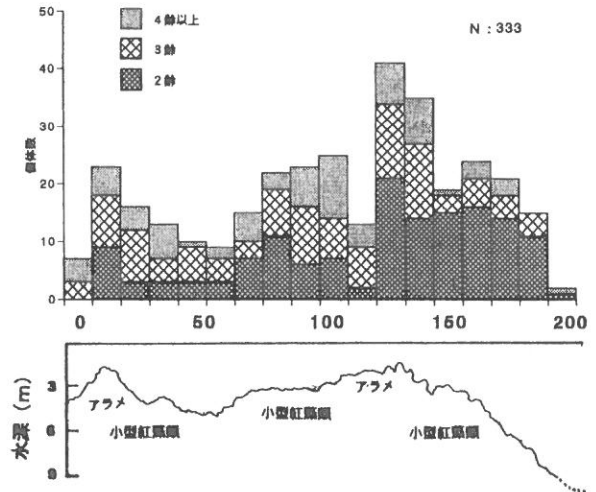


図5-8 唐桑町魚止岩地先におけるエゾアワビ若齢貝分布(5m幅×10m長あたり個体数, 1991年12月)

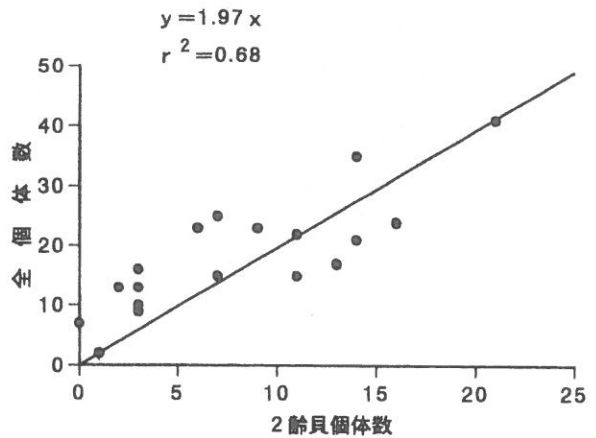


図5-9 唐桑町魚止岩地先の各調査地点におけるエゾアワビ2歳貝分布個体数と全個体数の関係

若齢貝の多く出現した唐桑町魚止岩地先についてはさらに1991年12月岸~沖根における海底プロフィールとエゾアワビの分布状況を調査した(図5-8)。当地先は沖側に礁根がいくつか伸びそれぞれの根の頂上にはアラメや小型紅藻類の着生が認められた。エゾアワビは2~4歳の若齢貝が主体であり, 海底起伏の大きいそれぞれの礁根頂上とその周囲の場に分布密度の高いことが認められた。

魚止岩地先の調査ライン上の18地点におけるエゾアワビの2歳貝個体数(x)とその地点に分布する全個体数(y)との関係は $y = 1.97x$ ($n = 18, r^2 = 0.68, p < 0.001$)であり, 2歳貝の多い場には成貝の分布も多い関係が有意に認められた(図5-9)。

調査を実施した1991年の唐桑町から本吉町の沿岸海域におけるエゾアワビの平均分布密度は1㎡あたり外海突出域で0.09個体, 外海湾入域で0.06個体, 内海域で0.03

表5-4 海底ライン調査における地先類型別平均水深とエゾアワビ、キタムラサキウニの分布個体数(1ライン2m巾×200m長あたり)および平均密度(1㎡あたり)

地先類型	ライン数	距岸100m 平均水深	距岸200m 平均水深	エゾアワビ 分布個体数	エゾアワビ 平均密度	キタムラサキウ ニ分布個体数	キタムラサキウ ニ平均密度
外海突出域	19	10.2m	17.3m	37.9	0.09	461.4	1.05
外海湾入域	24	7.3m	12.5m	22.1	0.06	447.1	1.12
内海域	5	4.8m	7.2m	12.0	0.03	250.2	0.63

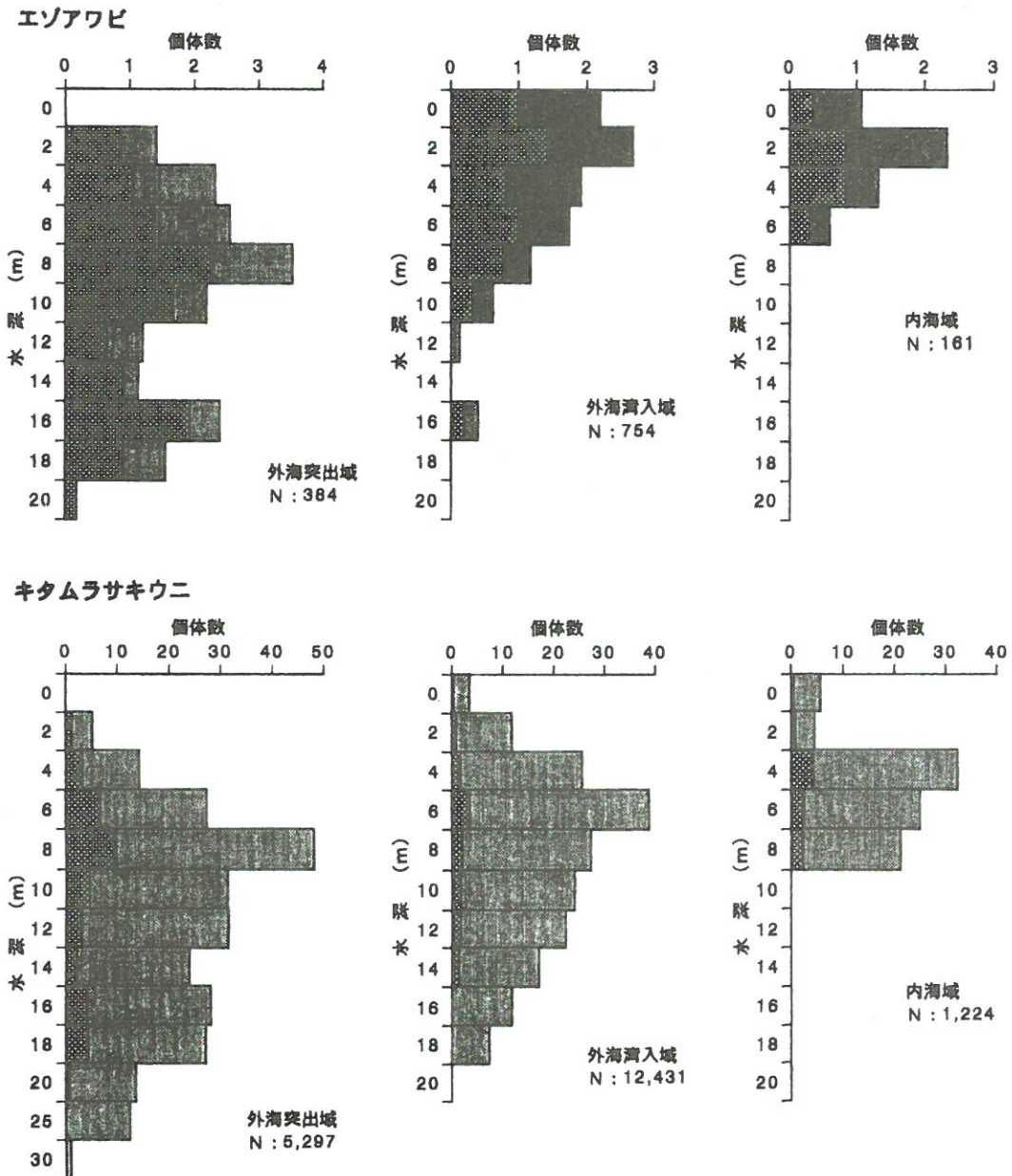


図5-10 宮城県北部海域の各漁場類型区分におけるエゾアワビ(上), キタムラサキウニ(下)の水深別分布個体数(面積単位は2m幅×10m長あたり, 網目部分はエゾアワビの殻長90mm未満群, キタムラサキウニの1齢群を示す)

個体であり, 漁場として外海域の優位性が認められた。また, キタムラサキウニについても外海突出域で1.05個体, 外海湾入域で1.12個体, 内海域で0.63個体であり, 同様の傾向であった(表5-4)。

唐桑町から本吉町の沿岸域において類型区分した各地先の水深別エゾアワビの分布範囲をみると外海突出域では水深4~10m, 外海湾入域では水深0~6m, 内海域では0~4mにあり, その中心位置は外海から内海へと

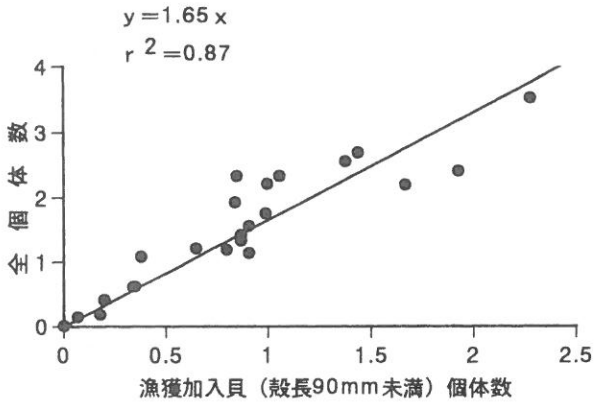


図5-11 海底ライン調査の各水深別調査地点におけるエゾアワビ漁獲加入群個体数と全個体数の関係

次第に浅くなり、その分布巾も狭くなっていく傾向にあった(図5-10)。一方、キタムラサキウニについては外海突出域の分布中心は8mにあるもののその幅は6~18m層と広く、外海湾入域では6mを中心に4~12m層、内海域では4mを中心に4~8mまで分布していた。

各地先類型別の調査区(巾2m長さ10m当たり)におけるエゾアワビの全個体数(y)と殻長90mm未満の漁獲加入貝(x)の分布密度との関係は $y = 1.65x$ ($n = 22, r^2 = 0.87, p < 0.001$)であり、若齢貝~成貝は同一水深帯に分布していることが有意に認められた(図5-11)。

3 アラメなど餌料海藻類の分布特性

餌料藻類として好適なアラメの群落域に分布するエゾアワビの摂餌状況を把握するため、1982年11月~1983年11月に気仙沼湾奥のアワビ漁場において胃内容物充満度指数(胃内容物重量/殻長³)の季節変化を測定した(図5-12)。餌料藻類の豊富な当漁場環境下ではエゾアワビの胃内容物充満度指数は産卵期に低下するが、それ以外は1以上の平均値を示し、特に産卵終了後の成長回復期になる11月に高い値が認められた。

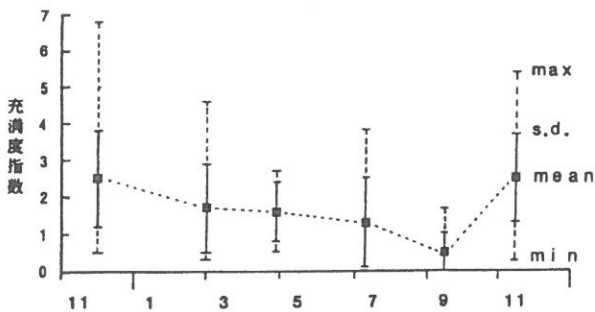


図5-12 気仙沼湾アラメ群落内に分布するエゾアワビの胃内容物充満度指数の季節変化(指数=胃内容物重量/殻長³, 1982年11月~1983年11月)

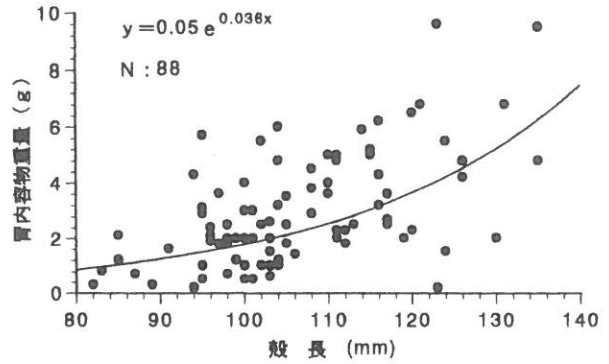


図5-13 アラメ優占漁場におけるエゾアワビの胃内容物重量(1983年11月, $r^2 = 0.25, p < 0.001$)

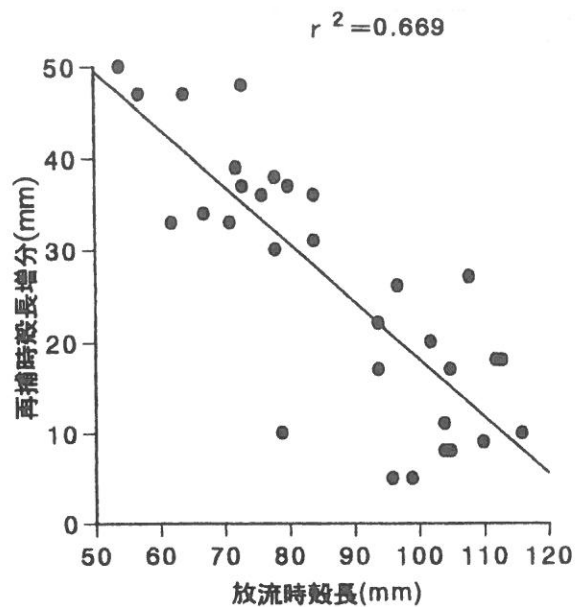
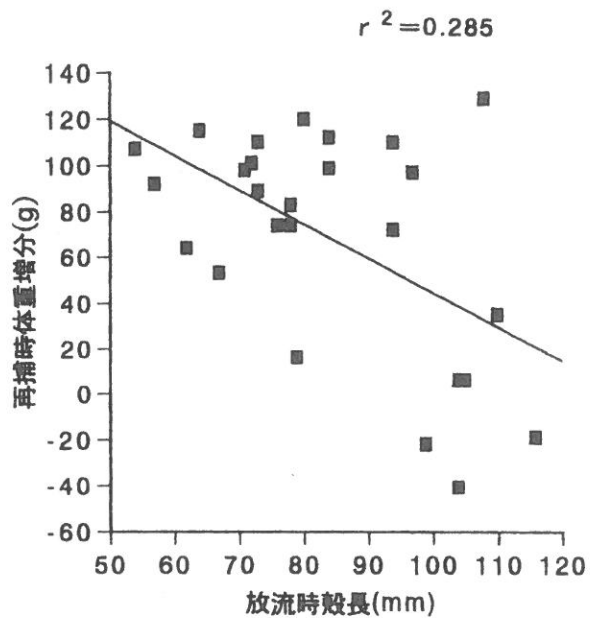


図5-14 アラメ優占漁場におけるエゾアワビの成長速度(標識放流: 1981年6月, 再捕: 1982年12月)

1983年11月気仙沼湾内のアラメが優占する漁場で採集したエゾアワビの胃内容物重量を各殻長段階ごとに示した(図5-13)。胃内容物組成はアラメその他小型紅藻類が主であり、その胃内容物重量(y)は同一殻長内で大きく変動するものの殻長(x)との関係は $y = 0.05 e^{0.036x}$ (n=88, $r^2=0.25, p<0.001$)であった。

1981年6月にエゾアワビ236個体を標識放流し、その後1981年と1982年の各12月のアワビ漁開口時に計78個体を再捕回収した。放流18カ月後における再捕時殻長増分(y)と放流時殻長(x)との関係は $y = -0.63x + 81$ (n=31, $r^2=0.67, p<0.001$)、同様に再捕時体重増分(y)と放流時殻長(x)との関係は $y = -1.49x + 194$ (n=26, $r^2=0.29, p<0.01$)であった(図5-14)。その内、殻長90mm未満の標識個体の成長量について平均体重でみると放流6カ月後で25g、放流18カ月後で95gの増加となった。

次にエゾアワビの餌料環境として重要なアラメなど海藻類の出現分布状況について述べる。1984年9月志津川湾の湾内から外海までの漁場環境下におけるアラメ

Eisenia bicyclis その他海藻の分布状況について椿島(湾奥)、野島(湾中央)、双子島(外海)に調査点を設け、それぞれの水深別着生量を図5-15に示した。アラメは波浪度合の小さい湾内では着生水深は3~5mまでと浅くその現存量は約0.5kg/m²と少ないのに対し、波浪度合の大きい外海域では水深10mまで分布しその現存量も水深5~7m層で5~6kg/m²と高い値が認められた。

その他、アワビ類の餌料供給源としては着生海藻のみならず滞留・漂着海藻の重要性が指摘されていることから(宇野1973)、1982年8月~12月の志津川湾大浜周辺と1985年4月~1986年2月の気仙沼湾岩井崎周辺におけるそれら出現状況を表5-5、図5-16に示した。

大浜地先における海藻の滞留場所は湾両側面の岩盤斜面が底面と接する水深約5m付近の転石と砂の混在域であり、その位置は海底地勢により周年一定している。滞留藻類の出現種は約30種に及び、優占種は8月はワカメ *Undaria pinnatifida* やホンダワラ類 *Sargassum* spp. であったが、その後それらは枯死・流出し、10月以降はアラメとなった。出現藻類の滞留量は時化による離脱に

表5-5 歌津町大浜地先海底における滞留海藻の出現種組成 (g/m²)

種名	Species	8月	9月	10月	12月
アラメ	<i>Eisenia bicyclis</i>	16	3,130	1,142	709
ワカメ	<i>Undaria pinnatifida</i>	775	24		
コンブ	<i>Laminaria japonica</i>			1,752	
チガイソ	<i>Alaria crassifolia</i>		6		
フシスジモク	<i>Sargassum confusum</i>		45	25	16
トゲモク	<i>Sargassum micracanthum</i>	35			
エゾノネジモク	<i>Sargassum yezoens</i>	199	678	2	12
ウミトラノオ	<i>Sargassum thunbergii</i>	45			
ヒジキ	<i>Hizikia fusiforme</i>	38			
アミジグサ	<i>Dictyota dichotoma</i>	2	4	18	
エゾヤワズ	<i>Dictyopteris divaricata</i>	42			
ハブタエノリ	<i>Hemineura schmitziana</i>		20	6	4
タンパノリ	<i>Pachymeniaopsis elliptica</i>		21	8	
アカバ	<i>Neodilsea yendoana</i>		22	18	27
ハリガネ	<i>Ahnfeltia paradoxa</i>		9	1	
マツノリ	<i>Carpopeltis affinis</i>		1	1	
ヒラクサ	<i>Beckerella subcostatum</i>		25	15	16
トサカマツ	<i>Carpopeltis crispata</i>			4	
ミツデンゾウ	<i>Laurencia okamurai</i>			2	
ユナ	<i>Chondria crassicaulis</i>			11	3
ヤナギノリ	<i>Chondria dasyphylla</i>			1	
ツノマタ	<i>Chondrus ocellatus</i>				
カギケノリ	<i>Asparagopsis taxiformis</i>			2	
イギス類	<i>Ceramium kondoi</i>	10	29	13	5
アオサ	<i>Ulva pertusa</i>	5	144	26	3
ハイミル	<i>Codium adhaerens</i>	106	671	149	11
ミル	<i>Codium fragile</i>		40		
スガモ	<i>Phyllospadix iwatensis</i>	157	53	61	103
その他の海藻片	Others		688	55	108
合計	Total weight	1,430	5,610	3,312	1,017

より増大し、最大は9月の6.8kg/m²であった。

岩井崎周辺の海岸波打ち際における漂着海藻類の季節変化は周年にわたってアラメが優占するほか、春季はワカメ、スジメ *Costaria costata*、ウルシグサ *Desmarestia ligulata*、夏季はスジメ、コンブ *Laminaria*

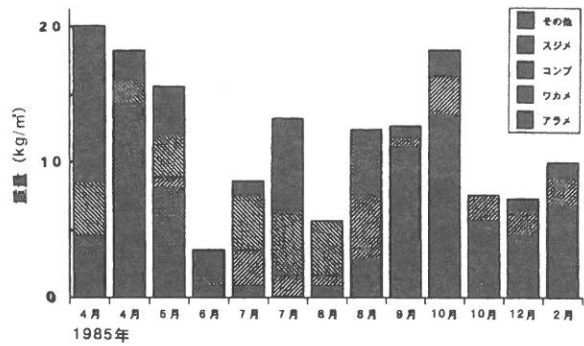


図5-16 気仙沼湾口海岸における漂着海藻の種組成と重量の季節変化

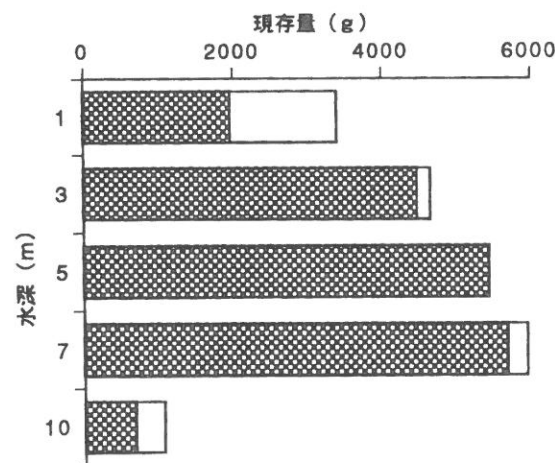
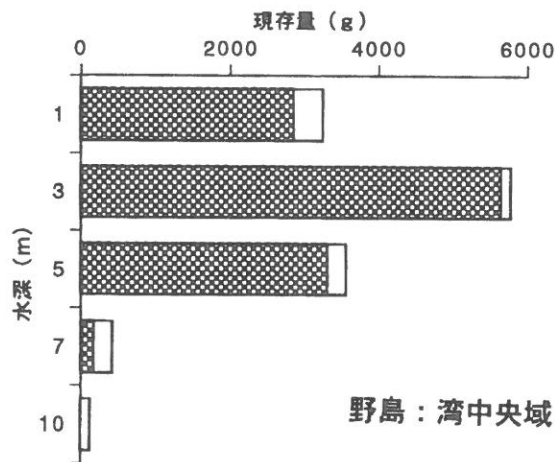
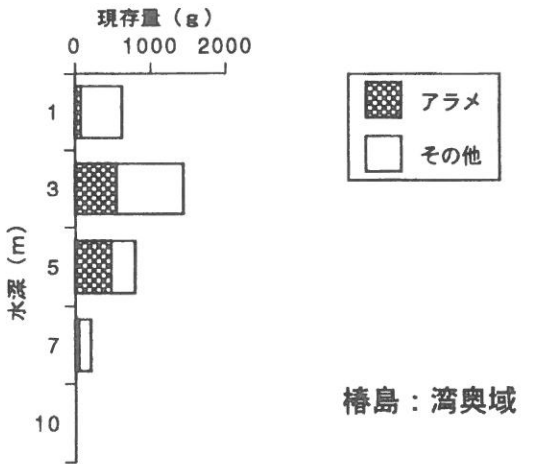


図5-15 志津川湾周辺域におけるアラメその他海藻の各水深別現存量 (g/m², 1984年9月)

japonica, 秋季はコンブがそれぞれ多く認められた。漂着量は時化後に多量となり、最高は海藻現存量の多い春季で約20kg/m²に達した。

考 察

1 稚貝発生場の特性

鮫の浦湾周辺域における0~1歳貝の分布が高密度に認められる場、すなわち稚貝場の位置を水深との関係で見ると波浪度合の高い外海域ポード浜地先では水深5~6m、波浪度合のやや低い湾口域サキカマ崎地先では水深3~4m、波浪度合の低い湾内域三洞地先では水深1~2mとそれぞれ外海から湾内へ向かい水深は浅くなっている。

一方、前章でみたとおりエゾアワビ着底直後稚仔の分布水深は年により多少異なるが外海ポード浜の無節サンゴモ玉石調査結果から1997年は水深6~7m前後、1996年は水深5m前後、貝殻原盤調査結果から1995年は水深5m前後に認められた。そして、湾口サキカマ崎では無節サンゴモ玉石調査結果から1997年は水深4m前後、1998年は水深5m前後、また湾内の三洞地先では1998年は水深1~2mと水深4m前後に認められた。

このように0~1歳貝の分布域は着底直後稚仔の分布域よりやや岸側に位置するものの基本的には同じ水深帯に認められ、第一義的には浮遊幼生の輸送・着底量がこの水深帯に多いことに起因している。そして、それらの水深帯は外海、湾口、湾内にかかわらず植生区分としては共通してアラメ群落の下限域に相当する水深帯であった。

次に、各地先の浅所アラメ区とアラメ下限区に分布するエゾアワビについて、それぞれ各年齢群別の個体数比で見ると0~1歳群は1より小さいことからその分布密度はアラメ下限区で高いが、2歳群以上では比率が1より大きくなることからその分布密度は浅所アラメ区で高

くなる。したがって、1歳後半から2歳前半にかけて分布密度の比率が転換することから、その時期にエゾアワビ稚貝は着底域であるアラメ下限区から岸方向の浅所アラメ区へと移動し、生活領域の拡大をはかっていると考えられる。

以上が鮫の浦湾周辺域の漁場環境に対応したエゾアワビ稚貝場の特性であるが、他の事例と比較してみる。これまでエゾアワビ着底直後稚仔の動態について報告例はほとんどないが、0～1歳貝の分布態様から間接的に稚仔発生域の環境条件を推定している。まず、潮間帯に関する報告について、エゾアワビ底生初期稚貝では礼文島において水深1m以浅の場で渦流が生じている浅所の岩盤の亀裂中および玉石の下に多数分布するとされる(斉藤・富田1965, 富田1969)。また、暖流系のクロアワビでは0～1歳貝の分布位置は潮間帯から漸深帯上部すなわち水深0～2m位の範囲にあり、天然稚貝の発生域は潮流の強い地形的突出部や張り出し岩礁等の先端からやや基部の潮流が収斂渦動し常時磯波で水が攪拌される水域を中心に形成されることなどが報告されている(小島1974, 市来ら1977, 武田・伊丹1979, 田中ら1986)。さらに、フクトコブシの漁場形成については波浪シミュレーションと若齢貝の分布状態から稚仔発生域と碎波帯の關係に着目している(Itosu and Miki1983, 三木・糸淵1985)。これらの他、稚貝場は潮の交換が良い水深4～8mの根や転石帯にも認められることから必ずしも浅所であるとは限らないこと、水深2～4mの岩礁間転石帯でも稚貝が分布することから、潮下帯の転石帯に着底した稚貝の一部が比較的餌料藻類の豊富な浅部へ移動することが推測されている(千葉水試1977, 1980, 長崎水試1980)。

これまで多くの報告事例では浮遊幼生、着底稚仔の知見が欠落しているが、潮間帯～潮下帯の水深0～2m付近に出現する稚貝の分布状況から稚貝場の存在を類推している。今回得られた鮫の浦湾周辺域におけるエゾアワビの稚貝場はこれまでの事例よりやや深い水深帯に分布域が形成されていたが、その内容として三陸沿岸の急深な地形条件や外海域、湾内域などそれぞれの漁場環境に対応して浮遊幼生や着底稚仔の分布様式が変化する過程が考えられる。今後、他の海域においても優占海藻群落の下限域に着目し漁場の物理的環境である海底勾配、流動条件、波浪度合など多様な立地関係の中でエゾアワビの幼生着底から稚貝発生に至る加入過程を検証する必要がある。

2 若齢貝と成貝育成場の特性

唐桑半島魚止岩など宮城県北部海域で実施したエゾアワビ漁場調査結果において、2歳貝と成貝との分布関係より資源加入の若齢群と漁獲対象の大型貝は同一の場に生息していると推定された。また、鮫の浦湾周辺域の分布調査で見たとおり、エゾアワビは1歳後半から2歳前半において周辺のアラメ海中林へ生活領域の拡大をはかった後は特に大きな移動はなく、基本的には若齢貝～成貝ともに同じ生活要求の場としてアラメ群落域に分布すると考えられる。アラメは平均寿命満6年の多年生海藻でその生産量は20kg/m²/年になり、牡鹿半島では水深0～8m、常磐沿岸では水深0～4mに群落を形成することが報告されている(谷口ら1986, 1987, 谷口鬼頭1988)。

類型区分した宮城県北部海域各地先におけるエゾアワビの水深別分布中心位置は外海から内海へと次第に浅くなり、その分布巾も狭くなっていく傾向にあった(図5-11, 12)。一方、キタムラサキウニについてはその分布幅は広く分散していた。よって、両種の分布範囲を比較するとエゾアワビはキタムラサキウニより岸側のやや浅い水深帯、すなわち海藻群落に接近した位置に分布する傾向があることから、エゾアワビはキタムラサキウニより餌料源の海藻群落との密接な關係が認められる。エゾアワビの分布と関連し、アラメは波浪度合の小さい湾内では浅くその現存量は少ないのに対し、波浪度合の大きい湾外では深くまで分布しその現存量も高い値が認められた。大型海藻の帯状分布は波浪度合の小さい湾奥から波浪度合の大きい湾口にかけて著しく変化し、潮下帯に優占するアラメの分布帯は波浪度合が増すにつれて下位にも分布を広げることが知られている(今野ら1985)。また、アラメを中心とした潮下帯の海藻群落の帯状構造は遷移の結果形成される相対的に安定した相であるが、海況変動を条件とする遷移の進行、退行が示されている(谷口1996)。

これらに関連し、川俣(1994)は三陸沿岸の磯根漁場における各種生物分布と漁場環境(水深、底質、波浪の3要因)との關係について検討し、エゾアワビの分布については基本的には岩盤底で海水流動が大きい水深5m前後の場に分布する傾向があるが、環境条件との關係については不明な点が多く残されている。そして、キタムラサキウニについては餌料海藻の現存量が多い時はその周辺に分布帯を形成し、流出してくる流れ藻などを利用してはいるが、海藻が少ない時には各水深に一樣に分布することから、活索餌行動による深淺移動を認めている。また、岩瀬ら(1994)は前述した海底ライン調査の48地先

におけるエゾアワビ分布結果について環境要因評価法を用いて棲息環境条件の評価を試みたが、エゾアワビの生息に好適な環境条件として砂地からの距離、転石の状態、海底勾配、出現海藻の嗜好性などの関連性を認めている。

エゾアワビの分布とすみ場環境との関連を論じるには同じ磯根環境で競合種として生息するウニ類の生活領域に関する知見が重要である。エゾバフンウニの発育段階別の生活領域については稚仔幼体期では玉石が多い場、成体期では岩盤上に転石が散在する場へと移行すること(富士1973, 川村1973)、キタムラサキウニでは稚仔の着底・生活域は無節サンゴモの優占する水深3~9mの不動石地帯で満1齢以降になると成育に伴い浅所海藻群落域へ季節的深浅移動を行うこと(吾妻1997)など個体群動態と餌料環境との密接な関係が指摘されている。

エゾアワビの季節的深浅移動は海藻の減少する夏~秋に浅所方向へ認められているが(高橋ら1987)、餌料条件の悪い磯焼け漁場においてはアワビの移動は顕著であり、宮城県江ノ島の海中造林実験では給餌が中断すると移動が活発となること(菊池1976)、青森県尻屋では飢餓状態のエゾアワビが索餌行動として潮間帯へ磯入りする移動現象が報告されている(赤星ら1973, 青山ら1973)。

気仙沼湾内のアラメ優占漁場における標識放流の結果、放流時殻長90mm未満の個体の成長量は平均体重で放流6ヵ月後25g、放流18ヵ月後95gの増加となったことから、エゾアワビの年間増重量は差し引き70gと推定される(図5-14)。その他、菊地ら(1979)は江ノ島で標識放流を実施し、体重の年間増重量を当初のコンブ海中造林区で41g、周辺の無節サンゴモ区で3g、さらにその後形成されたコンブ定着林の条件下において70gと推定している。よって、殻長90mm未満のエゾアワビ若齢貝は餌料海藻であるアラメ、コンブの優占漁場環境下であれば1年間で70gの平均増重が可能と考えられる。

アワビ属の中ではエゾアワビが最も摂餌行動が活発であり、漂着海藻の多い場ほどすみつき個体数の多いこと(秋元ら1976)、アカウニでは摂取した海藻がすみ場の海藻相と一致せず、海底に漂流している寄り藻の組成と対応すること(今井1995)などから、アワビを含む磯根生物種にとって餌料供給源となる海底面の漂着・滞留海藻の意義は大きい。したがって、エゾアワビはアラメなど餌料海藻の着生水深帯に分布するだけでなく、離脱海藻の漂着・滞留など海底の流動条件にも対応しており、基本的には餌料海藻に依存した分布様式を示していると考えられる。

酒井(1962a)は成長に好適な餌料海藻は性成熟にも良いこと、菅原・小畑(1992)は餌料海藻の飽食群と非飽食群における性成熟の差異から餌料の量と質が生殖腺の発達に大きな影響を与えることを明らかにしている。さらに、浮・菊池(1977)は餌料の摂取量は生殖巣の発達ばかりでなく、産卵誘発刺激に対する雌個体の反応にも影響することを報告している。図2-6に示したとおり、殻長120mm群の平均抱卵数は480万粒であったが、変動が大きく、最高680万粒、最小220万粒と約3倍の差が認められ、海藻群落など餌料条件の良好な場であれば成長速度、肥満度の向上により産卵量の増大が期待される。このようにエゾアワビの分布は餌料となるアラメなど海藻群落に影響されるが、それは個体成長のみならず、成熟や産卵促進など個体群の増殖面でも重要な要因と考えられる。

以上のことから、エゾアワビ0~1歳貝の高密度分布は着底時と同様アラメ下限域にあり、1歳後半から2歳前半において岸方向の海藻群落へ生活領域が移行すること、その後の若齢貝~成貝は基本的には餌料海藻に対応して分布することが明らかとなった。

第6章 漁獲資源、産卵母貝の動態

目 的

前章までエゾアワビの幼生、稚仔、若齢貝などの各成育過程における分布動態や場(生活領域)の特性について論究してきたが、本章ではエゾアワビ資源の漁獲と母貝群の動態について検討する。

序論で触れたとおり、世界的なアワビ資源の減少がみられ、その具体例として米国カリフォルニア州では漁獲量低下にともない1997年以降禁漁措置がとられ、母貝資源の保護育成がはかられている(關・佐野1998)。

これに関連し、Breen(1986, 1992)はアワビ資源管理研究についてレビューし、これまで再生産関係について明らかな事例は認められていないが、資源管理戦略の確立には再生産機構の解明が必要であることを強調している。しかし、母貝量と加入量との再生産関係の解明には永年のデータ蓄積が必要であり、現在までの研究では漁獲実態や資源特性値などの推定が可能な段階に過ぎない。

一方、土井(1973, 1977)は最大持続生産量を与える親魚の資源水準については、再生産曲線が描かれていなくても漁業のない未開発状態の処女資源に対し産卵親魚数

の減少比が50%となる近傍にあることを指摘し、産卵資源の有効な管理指針とした。

これまで資源管理の具体的内容、すなわち生物学的資源管理基準 (Biological Reference Points, 以下BRP) については余剰生産モデルによる最大持続生産量 (以下, MSY), 成長生残モデルによる加入あたり漁獲量 (Yield per Recruit, 以下YPR) があるが, それらは加入量一定という定常状態を前提としていることから, 再生産研究への適用は困難とされ, 近年再生産関係に基礎をおく管理基準として加入あたり産卵量 (Spawning per Recruit, 以下SPR) が導入されている。SPRによる資源管理はYPRの概念を発展させたもので, 加入資源の有効利用を図りながら加入量当たりの親魚資源量 (産卵量) の確保を考慮し, 加入乱獲の回避を目指す考え方である (松宮1996)。したがって, 再生産関係が不明な場合においても乱獲を防止するための生物学的資源管理基準としてSPRを検討することの必要性が提案されている (Sissenwine and Shepherd 1987, 松宮1996)。

なお, アワビ類の資源研究においては加入あたり産卵量を示す用語として Egg per Recruit (EPR) が一般的に使用されているので (Shepherd et al.1992), ここでは以下EPRを用いる。

本章では先ず, 東北各県, 宮城県北部海域におけるエゾアワビ漁獲量の変動特性を検討し, 次に同海域におけるエゾアワビ漁獲加入資源や産卵母貝量の実態を把握するため, アワビ漁開口時や潜水調査時の殻長組成を基に資源特性値を推定した。そして, 得られた特性値からMSYの決定, 加入量一定下での合理的利用をはかるYPRモデル, 産卵母貝の保護をはかるEPRモデルなどに関する解析を行った。

材料と方法

エゾアワビの主分布域である宮城県, 岩手県, 青森県, 北海道における漁獲量は農林水産統計資料によった。

また, 宮城県における漁獲量変動については漁獲資料の揃っている歌津町海域の1975年以降のアワビ漁開口時ごとの漁獲記録を用いて, デラリー法による初期漁獲対象資源量の解析や再生産曲線の当てはめを検討した。

アワビ漁開口時における漁獲対象貝の殻長測定は1992年宮城県北部海域の主要地域で操業後の岸壁水揚げ時とカギ採り操業中の船上測定時の2方法で実施した。さらに漁場内に分布するエゾアワビ殻長組成については唐桑半島, 歌津町海域の各ライン調査時に潜水全量採集を実施し, 若齢貝を含め計961個体を測定し, それらを基に各

種資源特性値を推定した。また, 資源水準の高かった1979年当時と最近のアワビ漁開口時における漁獲対象貝の殻長組成を比較した。

宮城県北部海域におけるエゾアワビの成長速度については採集貝の貝殻上に形成された周期的な輪紋を光透過法により順次判読した (Sakai1960)。それら各輪紋の測定殻長については定差図処理してバータランフィ成長式に適用し, 各年齢における計算殻長を求めた。さらに, 漁獲開口時と潜水調査時の測定貝についてはバータランフィ成長式で得た各年齢の殻長モードを用い, それぞれの年齢組成を推定した。

全減少係数Zについては漁獲開口時と潜水調査時に得た年齢組成からそれぞれ完全加入群である5~8歳と3~6歳の出現比率を算出し, その対数回帰式の勾配値から推定した。自然死亡係数Mについては既往の知見から2ケースの値を設定した。また, 漁獲係数Fは自然死亡係数Mの設定値にともない全減少係数Zより差し引いて求めた。

次に, YPRの等漁獲量曲線群および産卵母貝量の減少比率については土井 (1973) の示した下式から加入あたり漁獲量Yと加入あたり産卵母貝量Aをそれぞれ算出した。

$$Y = Fe^{-tc} \int_{t_c}^{t_s} e^{-(t-t_c)(M+F)} W(t) dt$$

但し Y: 漁獲量 (重量) (加入量は1として)
F: 漁獲係数
 t_r : 加入年齢
 t_c : 漁獲開始年齢
 t_s : 漁獲最高年齢
M: 自然死亡係数
W(t): 体重の成長

$$A = e^{-tc} \sum_{t=t_m}^{t_s} e^{-(t-t_c)(M+F)} \quad (t_c \leq t_m)$$

$$A = \sum_{t=t_m}^{t_c-1} e^{-(t-t_r)M} + e^{-tc} \sum_{t=t_c}^{t_s} e^{-(t-t_c)(M+F)} \quad (t_c > t_m)$$

但し t_m : 成熟年齢

なお, EPRとは加入1個体が生涯に生む産卵量の期待値であり (Nash 1992), 土井 (1973) の式から導かれる加入あたり産卵母貝量の減少比率と Nash (1992) の示した産卵量の減少比率EPR (%)とは同義であることから, 両者は比較可能である。