

図2-16 日本周辺における台風の月別平均進路
(清水1971, 和田1980に従い作図)

から東方向へと東進し、三陸沿岸を通過する頻度が高くなるのは9月である。そして、このように当海域に台風がもっとも頻繁に通過する9月はエゾアワビの産卵期に合致している。

1960年から1994年まで日本近海の9月における台風発生数は、平均5.2回と計算され、中でも1973年、1983年はそれぞれ2回で台風発生が少ない年となっている(気象年鑑1995)。1983年に東北地方に接近したのは8月17日に日本に上陸した台風5号が弱い熱帯低気圧となって8月19日に三陸沖を通過したのみであった(気象年鑑1984)。1983年におけるエゾアワビの成熟度係数は他の年と比べ著しく遅れており、翌年1月でも雌雄判別が可能であった(図2-1)。したがって、エゾアワビの産卵盛期である9月には台風通過にともなう大波浪がなかったために産卵期が遅延して浮遊幼生の放出量が減少したものと考えられる。

同様に、1973年も東北地方に大波浪の影響を与えた台風は8月18日に日本海に進行して温帯低気圧となり北海道へ抜けた台風10号だけであった(気象年鑑1974)。1973年についてはエゾアワビの成熟度係数や幼生数に関する知見がないことから詳細は不明であるが、1983年同様にエゾアワビの産卵遅延現象が起きていたと類推される。さらに、これら両年のその後の海況推移についてはその翌年すなわち1974年、1984年春季に親潮第一分枝が三陸沿岸に接近したことが共通している。江ノ島定点観測における1974年、1984年の3～4月平均水温値はそれぞれ

5.5℃、5.2℃であり、平年水温値と比較して2～3℃低く推移し、特に1984年については6月までその低水温傾向が持続した(図2-17)。

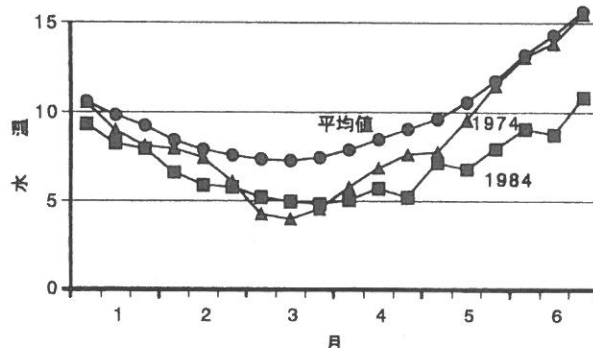


図2-17 江ノ島の表面水温値
(●: 30年平均, ▲: 1974年, ■: 1984年)

台風の発生頻度やコースは季節的な太平洋高気圧および不定期に発生するエルニーニョ現象などとの関連で変動するが、これら1973年、1983年のように台風の接近が極端に少なくしかも翌春に異常低水温となる組合せ年の環境条件とその後のエゾアワビ稚仔発生量との関係は今後の課題である。

以上のように、生殖腺が成熟期に達したエゾアワビ、*Tegula* spp., ムラサキインコガイ, *Strongylocentrotus* spp. は台風など低気圧の接近通過で引き起こされる波浪の物理的的刺激により産卵を開始し、その産卵規模は台風などの大きさにより規定されていると結論できる。

第3章 エゾアワビ浮遊幼生の分布動態

目 的

海産無脊椎動物の浮遊幼生の分散・輸送については堀越(1978)、菊池(1982, 1991)の総説に記載されており、個体群の形成と維持の機構解明に不可欠であるにもかかわらず調査方法が確立しておらず、また野外調査にともなう様々な制約により研究成果は乏しい。特に、アワビ類のように浮遊期間が数日間と短い種の分散・輸送過程を解明するには産卵開始時期を的確に察知することが前提条件であり、さらにその後の分布に大きな影響を及ぼす沿岸域の流動環境も常に変化していることから実態の把握はより困難となっている。

これまでアワビ類幼生の出現記録としては前章のとおり報告例はあるが(富田ら1977, 田中ら1979, 富田ら1980, 田中ら1986)、着底に至るまでの浮遊期間中の分

布動態についてはほとんど明らかにされていない。また、海外においても McShane (1996) がアワビ類の初期生活史に関する知見をレビューしているが、天然海域における浮遊幼生の分布動態に関する具体的な知見は得られていない。移動力の小さいアワビ類は浮遊幼生の分散・輸送により遺伝的に交流するメタ個体群を形成していることから (Shepherd and Brown 1993), これらの過程を明らかにする意義は大きいと考えられる。

前章の1983年から1997年の浮遊幼生のモニタリング調査でみたとおり、エゾアワビ浮遊幼生の最多出現時の平均密度は4.5個体/10m鉛直1曳網と少ないことから、エゾアワビと産卵が同調する他種幼生の分布様式にも着眼し、その水平的、垂直的分布動態を沿岸各地先で検討した。

材料と方法

エゾアワビおよびエゾアワビと産卵が同調する *Tegula* spp., ムラサキイソガイ, *Strongylocentrotus* spp. の浮遊幼生の水平分布調査は、広田湾では1992年に、気仙沼湾では1991年, 1992年, 1993年に、大島外海域では1993年, 1994年に、志津川湾大浜地先では1992年に、そして鮫の浦湾周辺域では1988年, 1997年にそれぞれ北原式プランクトンネット (目合 NXX13) による水深10mからの鉛直曳網を3回連続して実施した。その他, 1990年には唐桑半島~牡鹿半島の沖合3~5kmの沿岸定線14調査地点においてプランクトン採集を同様に実施した。

エゾアワビなど浮遊幼生の鉛直分布調査は、志津川湾口域では1990年~1991年に岸から距離3km範囲, 大島外海域では1993年, 1994年に岸から距離500m範囲, 鮫の浦湾サキカマ崎地先では1997年に岸から距離200m範囲においてそれぞれ大量産卵時に実施した。採集方法は調査地点の水深に応じ1m, 3m, 6m, 10m, 15m, 20m, 30mの各層にホースを下げエンジンポンプを使用して海水1m³を吸引採水し、船上でプランクトンネット (NXX13) によりろ過濃縮しエゾアワビなど浮遊幼生を採集した。各水深の水温についてはそれぞれポンプ採水時に測定した。

浮遊幼生の分布に關与する環境条件として調査期間中の日別平均風向風速データについては仙台地方気象台による江ノ島気象観測資料 (宮城県気象月報) を使用した。

1994年~1997年の8月~10月における1時間ごとの江ノ島表面水温値については宮城県水産研究開発センターによる自動観測資料を用いた。

結果

1 エゾアワビなど浮遊幼生の水平分布

1) 広域的分布調査

エゾアワビの産卵4日後にあたる1988年9月19日に牡鹿半島鮫の浦湾奥~湾口沖5kmにおけるエゾアワビ, *Tegula* spp. 浮遊幼生の分布状況を図3-1に示した。エゾアワビ浮遊幼生の分布は湾奥で少なく, 湾口に向かって増加し, 湾口域で16個体/1曳網の最高値となり, さ

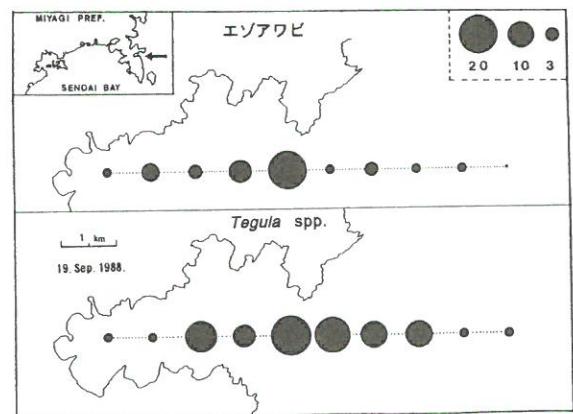


図3-1 1988年9月19日の鮫の浦湾奥→沖方向におけるエゾアワビ(上), *Tegula* spp.(下)浮遊幼生の10m鉛直曳き1回あたり分布個体数

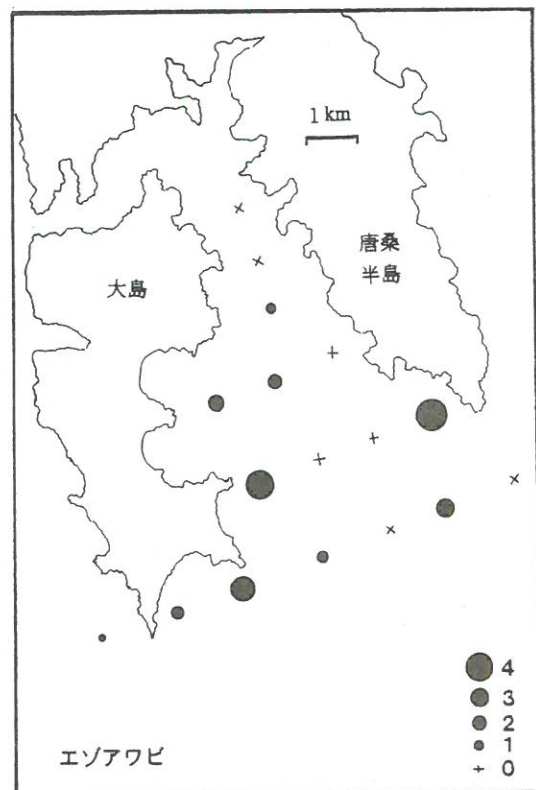


図3-2 1991年9月24日気仙沼湾におけるエゾアワビ浮遊幼生の10m鉛直曳き1回あたり分布個体数

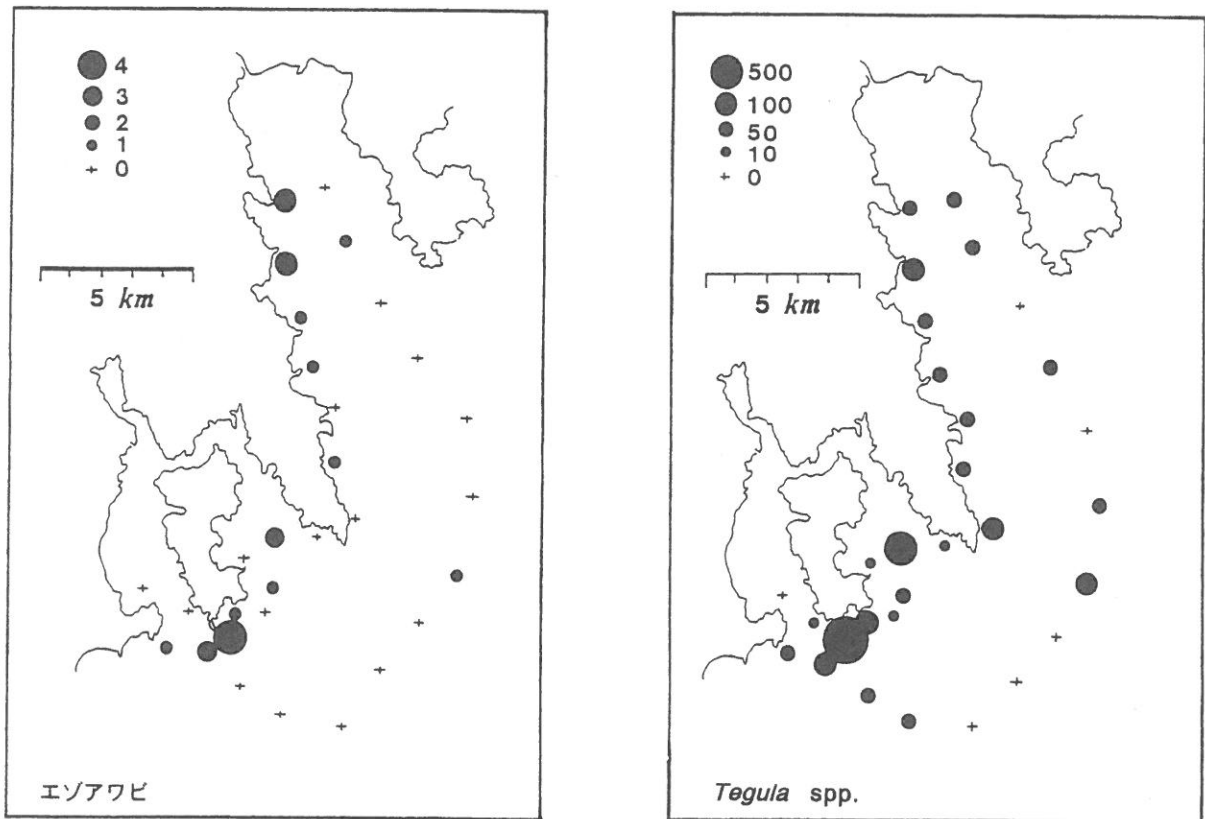


図3-3 1992年9月13日気仙沼湾～広田湾におけるエゾアワビ(右), *Tegula* spp. (左) 浮遊幼生の10m鉛直曳き1回あたり分布個体数

らに沖側調査地点では次第に減少していった。その他, *Tegula* spp., ムラサキインコガイ, *Strongylocentrotus* spp. の幼生についてもエゾアワビ同様に湾奥と湾外では少なく湾口域に多い分布が認められた。

エゾアワビの産卵5日後にあたる1991年9月24日に気仙沼湾東湾域(大島龍舞崎～唐桑半島御崎)における17点の幼生分布調査を図3-2に示した。エゾアワビ幼生は前記鯨ノ浦湾での分布調査同様湾口域や岬突端周辺に多く出現し, 湾奥域ではほとんど認められていない。その他, 同時観察した *Tegula* spp., ムラサキインコガイ幼生も同様の傾向を示した。

エゾアワビの産卵4日後にあたる1992年9月13日に気仙沼湾口～唐桑半島～広田湾の岸側調査線と離岸5km調査線計31点におけるエゾアワビ, *Tegula* spp. 幼生の分布状況を図3-3に示した。エゾアワビ浮遊幼生は岸側調査線には出現するものの沖側調査線にはほとんど認められないことから, 主たる幼生分布域は沿岸域にあると推定された。*Tegula* spp., ムラサキインコガイの幼生分布も同様の傾向を示したが, エゾアワビ幼生より出現個体数が多いことから広範囲かつ多量の分布範囲が認められた。

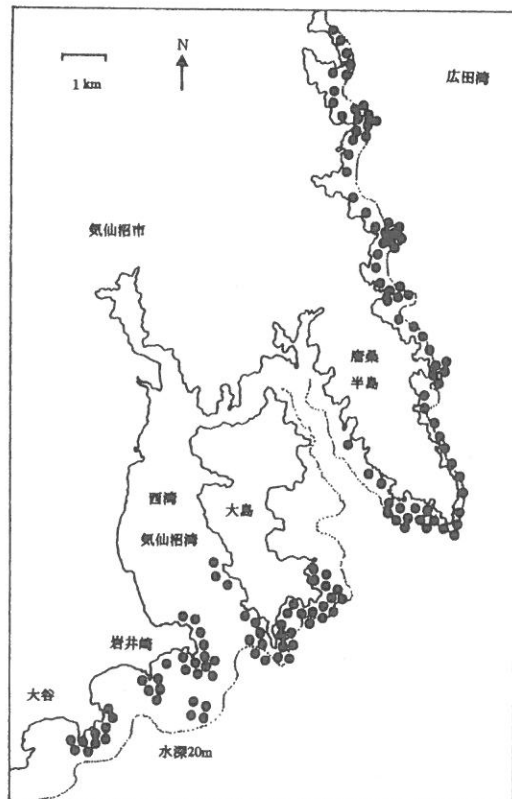
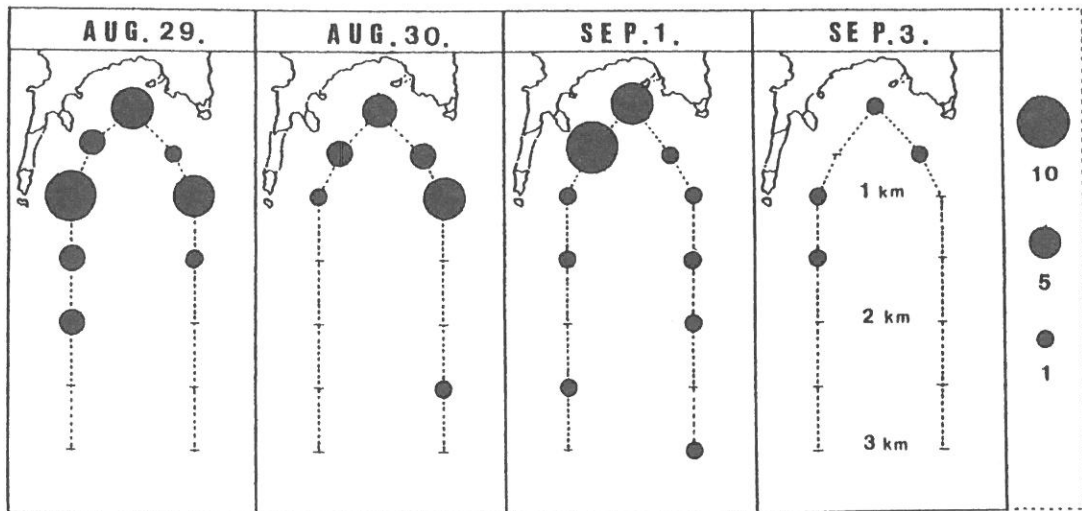


図3-4 気仙沼湾周辺海域のアワビ漁獲開口時における操業船の位置図 (1992年11月調査, ●:10隻)

エゾアワビ



Tegula spp.

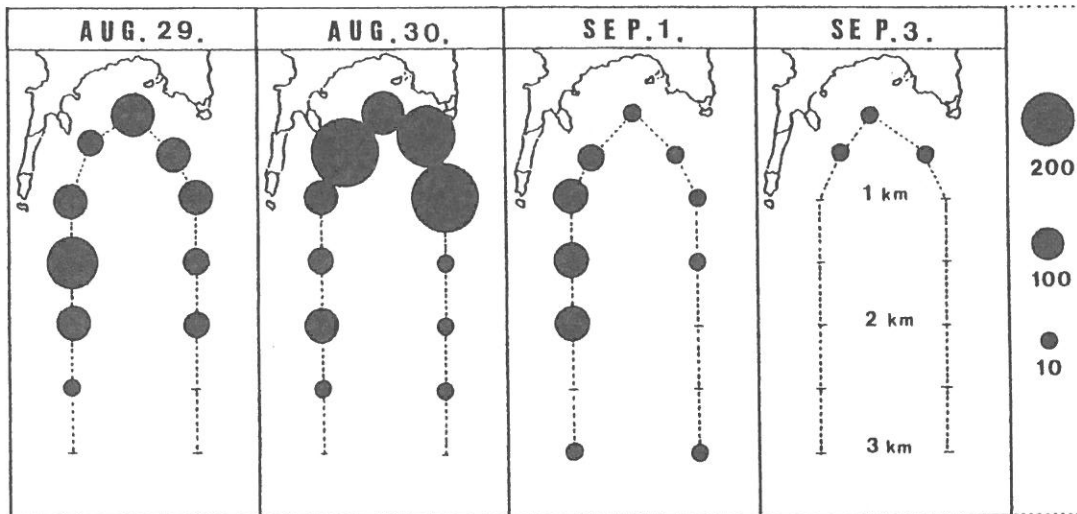


図3-6 1993年8月29日～9月3日大島外海域の岸→沖方向におけるエゾアワビ(上), *Tegula* spp.(下)浮遊幼生の10m鉛直曳き1回あたり分布個体数の経日変化

のような風向組成の変化は浮遊幼生の沖方向への分散とその後の岸方向への集積現象に関連し、西系の風向が縮小することで次第に向岸的な風向組成に移行する傾向が認められた。1990年～1997年におけるエゾアワビの産卵日すなわち台風通過当日からエゾアワビの着底が終了する1週間後までの平均風向風速ベクトル図を作成した(図3-9)。これによると各年とも共通して台風通過直後には北西系の風向成分が減少し北系から南系の風向組成に変化していることから、次第に沖から向岸方向への風向に変化していくことが認められた。

2 エゾアワビ浮遊幼生の分布の規則性

1) 各種幼生の出現位置の同調性

広域的な浮遊幼生の分布調査として1992年9月13日

(産卵4日後)の気仙沼湾湾口域, 1993年8月30日(産卵3日後)と1994年9月21日(産卵3日後)の大島外海域, 1997年9月21日(産卵3日後)のボード浜における各種幼生の各調査地点における出現数の相関を検討した(図3-10)。各調査時におけるエゾアワビ幼生数(y)と *Tegula* spp. 幼生数(x)の関係は順次 $y = 6.05 \cdot 10^{-3} x$ ($n = 14, r^2 = 0.65, p < 0.001$), $y = 1.54 \cdot 10^{-2} x$ ($n = 10, r^2 = 0.69, p < 0.01$), $y = 1.21 \cdot 10^{-1} x$ ($n = 17, r^2 = 0.23, p < 0.05$), $y = 9.69 \cdot 10^{-2} x$ ($n = 14, r^2 = 0.62, p < 0.001$)であった。同様に、エゾアワビ幼生数(y)とムラサキインコガイ幼生数(x)の関係は順次 $y = 5.79 \cdot 10^{-3} x$ ($n = 14, r^2 = 0.58, p < 0.01$), $y = 2.04 \cdot 10^{-2} x$ ($n = 10, r^2 = 0.96, p < 0.001$), $y = 1.86 \cdot 10^{-2} x$ ($n = 17, r^2 = 0.34, p < 0.05$), $y = 4.11 \cdot 10^{-3} x$ ($n = 14, r^2 = 0.75,$

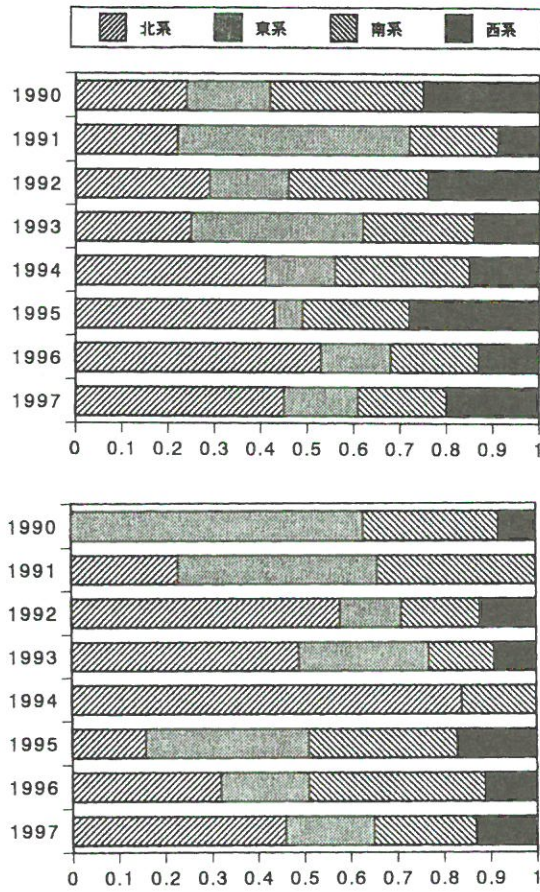


図3-8 1990~1997年の8~9月の風向組成(上)とエゾアワビ浮遊幼生が最多出現した台風通過後1週間における風向組成(下)

$p < 0.001$)であった。このように、エゾアワビおよびその他産卵が同調する *Tegula* spp., ムラサキインコガイ幼生の出現個体数の相関は各調査時、採集地点においてそれぞれ有意であり、産卵場所が近接する各種幼生群は産卵後3~4日間までは同一の移動分散を示す傾向が認められた。したがって、エゾアワビと *Tegula* spp. ならび

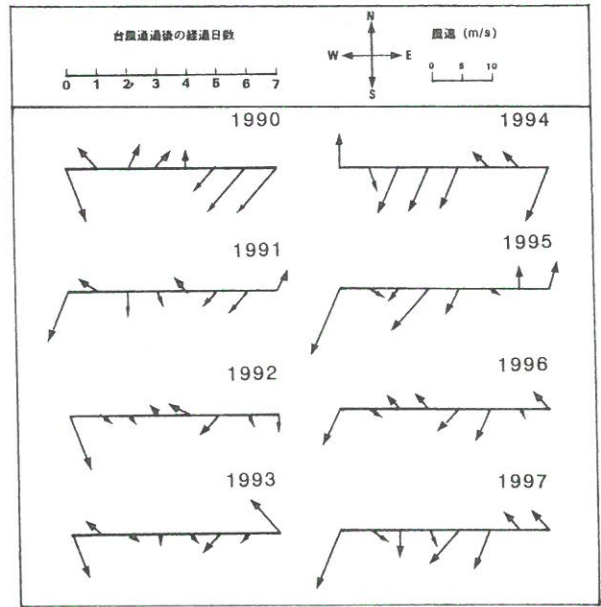


図3-9 エゾアワビ浮遊幼生の最多出現時における平均風向風速の経日変化(矢印は風の吹き去る方向を示す)

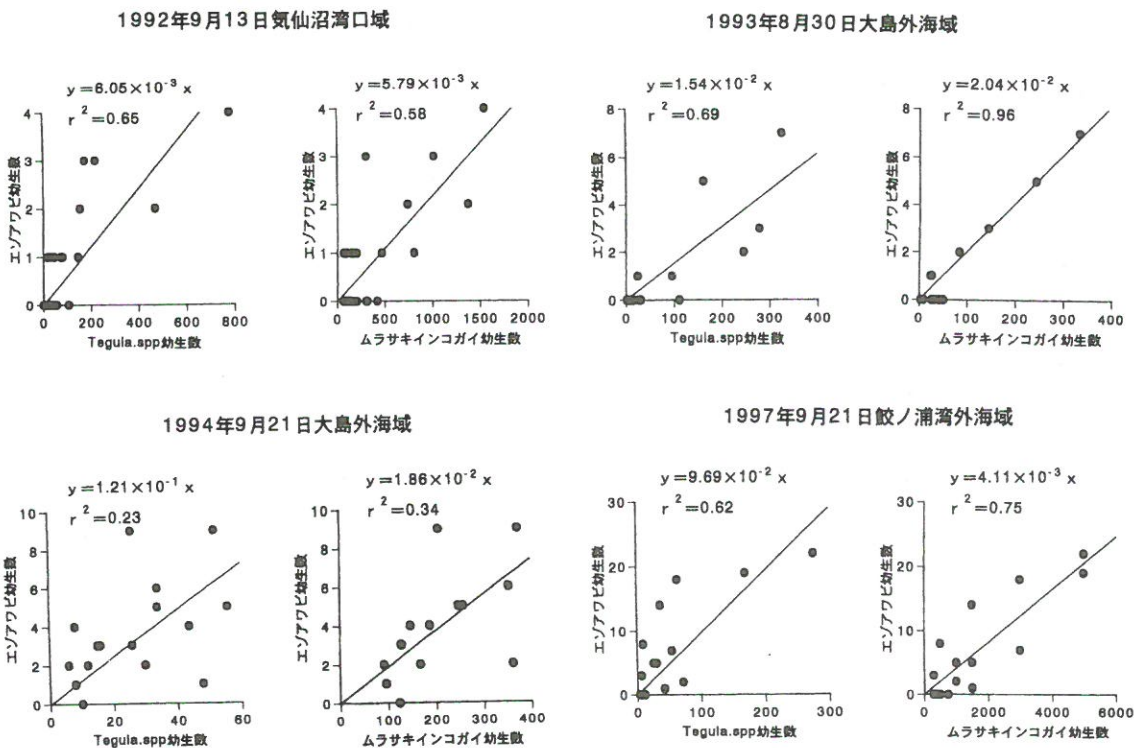


図3-10 広域的プランクトン分布調査の各採集地点におけるエゾアワビ, *Tegula* spp., ムラサキインコガイ浮遊幼生の10m鉛直曳き1回あたり分布個体数の相互関係

にムラサキインコガイの浮遊幼生については相互に出現時期・規模(図2-15)および分布位置(図3-10)の同調性が示唆され、出現量の少ないエゾアワビ幼生の分布動態を検討するにはこれら幼生の出現・分布状況を指標とすることが有効と考えられる。

2) 産卵後期における局所的な幼生分布

これまで述べたエゾアワビの幼生分布事例は台風接岸の大波浪時の産卵に起因したことから、その後の幼生分散も海水流動にともない広範囲に認められたが、次に比較的狭い範囲における幼生分布事例を同一海域で比較する。まず、広域分散の例として1994年9月19日に接岸した台風24号(有義波高508cm)により大量産卵が認められ、その後9月21日(産卵3日後)大島外海域の長浜地先におけるエゾアワビおよび *Tegula* spp. の水平的な幼生分布状況を図3-11に示した。エゾアワビ幼生と出現が同調する *Tegula* spp. さらにムラサキインコガイ幼生の分布は岸側域にやや多いものの外海域全体に分散していることが認められた。

一方、局所的なエゾアワビの幼生出現として、図3-12に同じ大島外海域における1993年9月22日の典型的な分布事例を示す。この場合、エゾアワビ幼生は沖側にはほとんど出現せず、離岸距離100m~200m範囲内のみ高密度の分布が認められた。このような産卵後期の局所的な幼生分布の事例は1993年9月25日気仙沼湾口岩井崎の調査事例でも観察されており、分布密度は10m垂直1曳網あたり3個体前後であった。

これら大島外海における浮遊幼生の広域的分布と局所的分布を比較すると、沖側方向への分散範囲では大きな差があるが、幼生の着底域である岸側域における分布密度は同様とみなされる。

3) 産卵前期の8月静穏時における幼生出現

台風接岸時の大波浪に起因しない静穏時におけるエゾアワビ浮遊幼生の出現事例として1993年8月23日の気仙沼湾口域で観察された結果を図3-13に示した。この時の海況は風にもかかわらず気仙沼湾口の岩井崎周辺や大島外海域では局所的ながら10m垂直1曳網あたり最高4個体の採集密度となっている。前章においても、産卵前期の8月におけるエゾアワビの幼生出現と有義波高との関係は産卵盛期の9月と異なり、波高と対応しない出現傾向が認められている(図2-14)。

波高と水温変化の関係をみるため、1994年~1997年の8月~9月における江ノ島表面水温の最高・最低値から日間較差を求め、有義波高2m以上の日(小矢印)と4m以上の日(大矢印)およびエゾアワビ幼生の大量出現時を

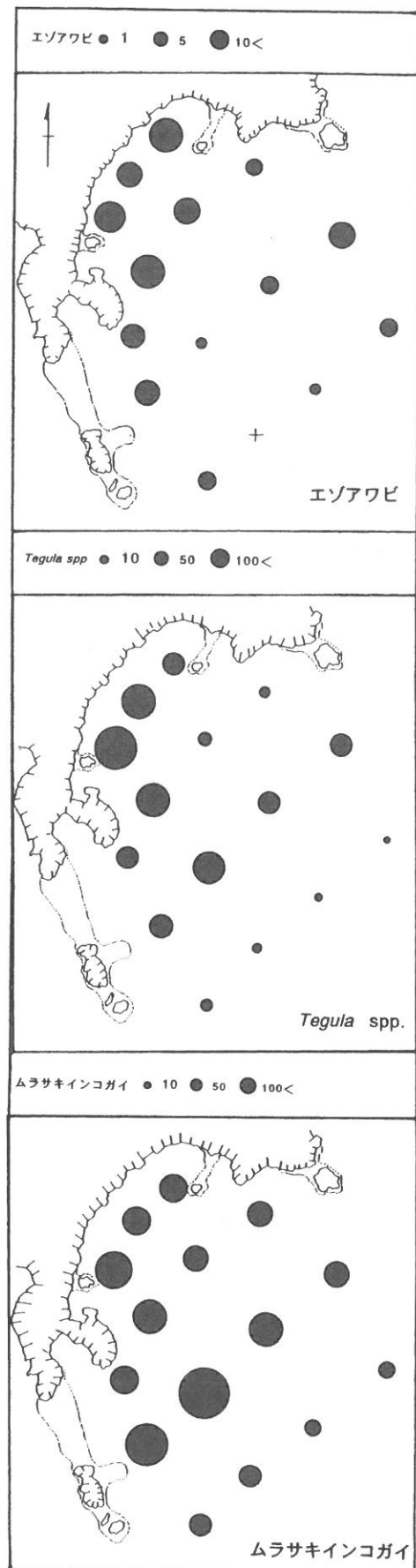


図3-11 1994年9月21日大島外海におけるエゾアワビ(上), *Tegula* spp.(中), ムラサキインコガイ(下)浮遊幼生の10m鉛直曳き1回あたり分布個体数

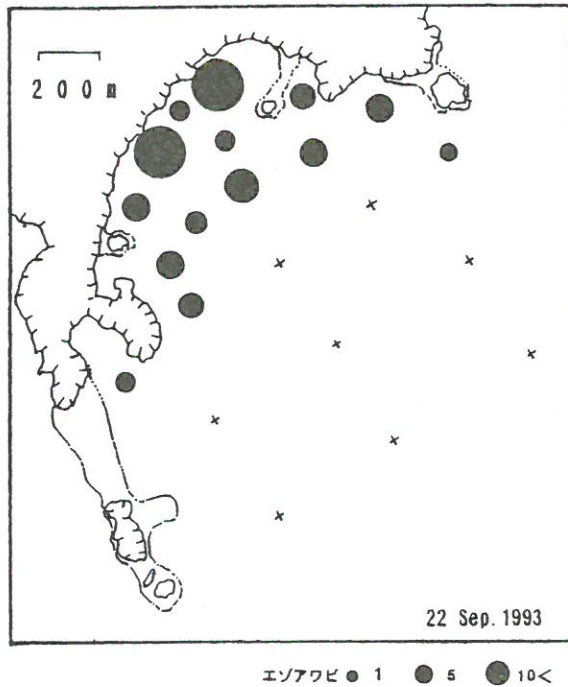


図3-12 1993年9月22日(産卵末期)大島外海におけるエゾアワビ浮遊幼生の10m鉛直曳き1回あたり分布個体数

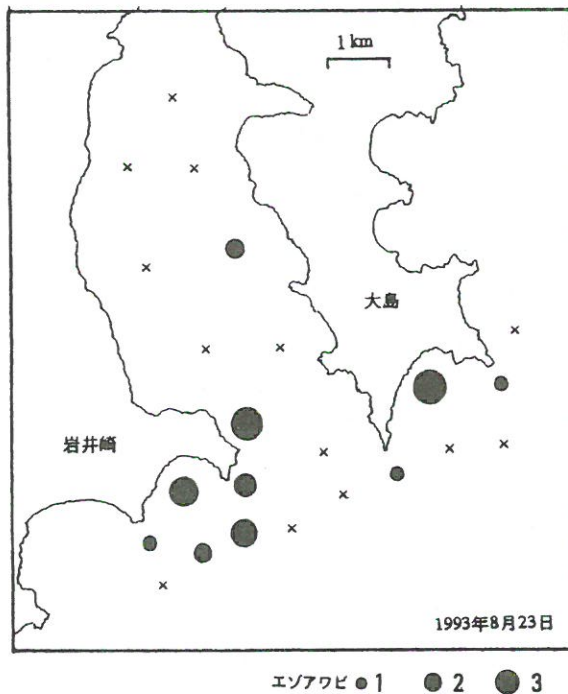


図3-13 1993年8月23日(産卵初期)気仙沼湾におけるエゾアワビ浮遊幼生の10m鉛直曳き1回あたり分布個体数

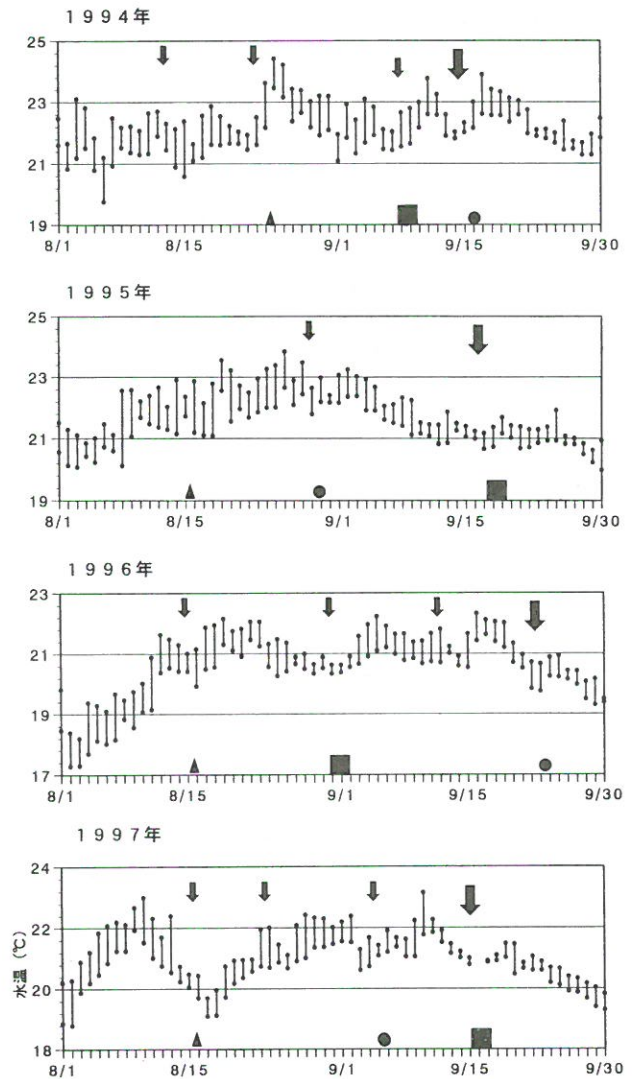


図3-14 1994~1997年の8~9月における時化日(↓)と江ノ島表面水温の日間較差の推移 (■:第1位, ●:第2位, ▲:第3位のエゾアワビ幼生出現時を示す)

があり、それらは海水の攪乱度合に関連するとみなされた。

3 エゾアワビと産卵が同調する種の幼生鉛直分布

1) 志津川湾口域における鉛直分布

1990年, 1991年の志津川湾大浜地先における距岸3kmまでのエゾアワビ幼生と指標浮遊幼生の鉛直分布を図3-15に示した。

1990年におけるエゾアワビ浮遊幼生の出現は8月中旬より小規模に始まり、その後台風19号通過直後の9月21日に大量出現が認められた。産卵日は採集個体の発生段階より9月20日と推定された。水温は9月22日調査時は時化による攪乱のため水温躍層が消滅し水深1~20mで22℃台と均一であったが、9月24日調査時は1~10m層

示した(図3-14)。水温の日間較差値は表面水温であることから水温上昇期の8月には2℃前後の急激な変化となるが、9月には1℃以内の変化に留まる傾向がある。特に8月中の時化の前後には表面水温の停滞、下降傾向

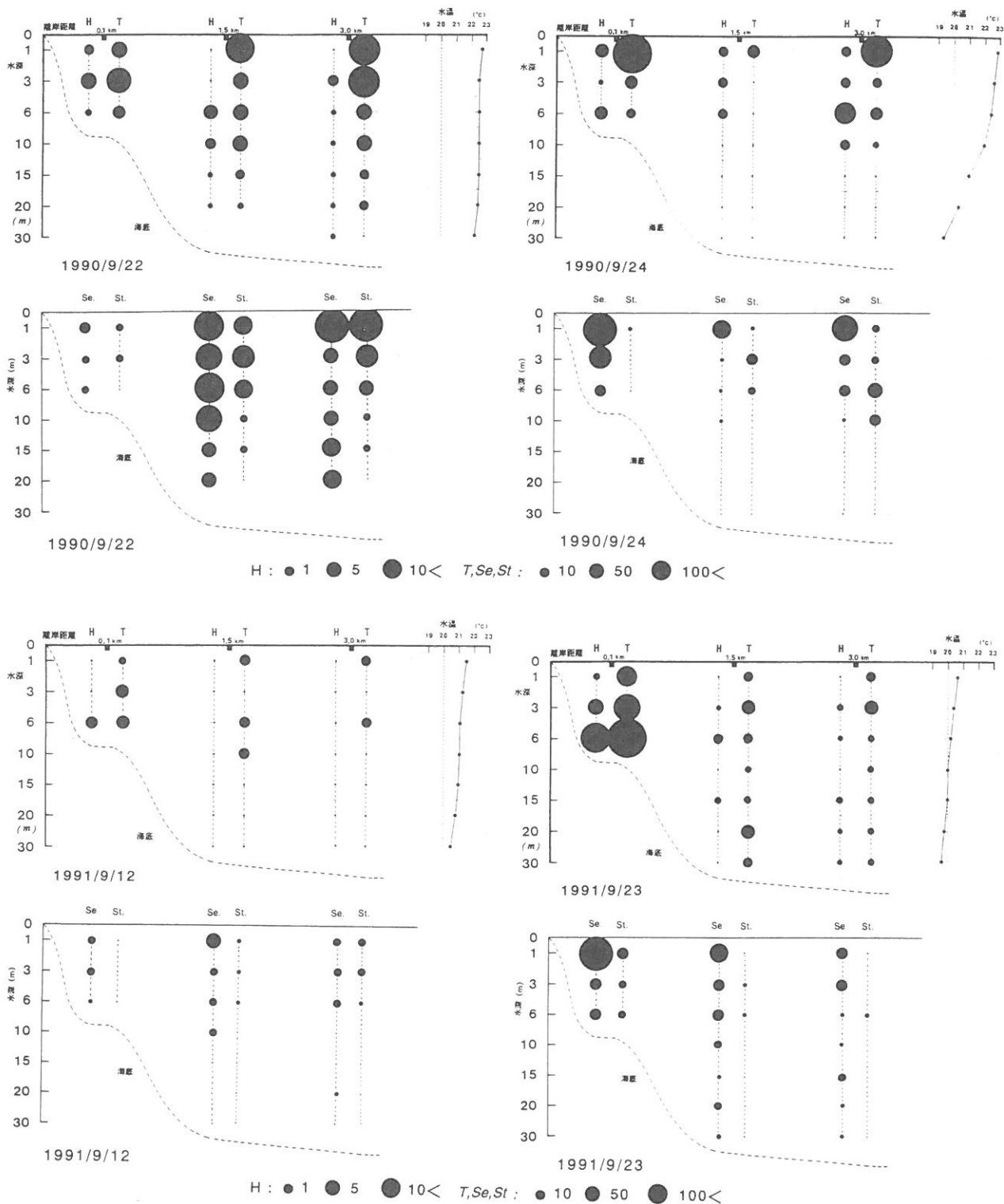


図3-15 志津川湾大浜地先の岸、1.5km、3km各定点における各水深層1mあたりの各種浮遊幼生の鉛直分布（H：エゾアワビ、T：*Tegula* spp., Se：ムラサキインコガイ、St：*Strongylocentrotus* spp.）

で22℃台、20m層で20℃台、30mで19℃台と再び水温躍層が形成された。

産卵2日後の9月22日におけるエゾアワビ幼生の分布は離岸距離3kmの調査範囲内では各点各水深層で散在的に認められた。なお、*Tegula* spp. 幼生も同様の分布を示

したが、その主群は水深3m以浅に認められた。ムラサキインコガイは *Tegula* spp. よりやや広範囲に分布し水深10m以浅、*Strongylocentrotus* spp. は水深6m以浅にそれぞれ主群が認められた。

産卵4日後の9月24日におけるエゾアワビ着底期幼生

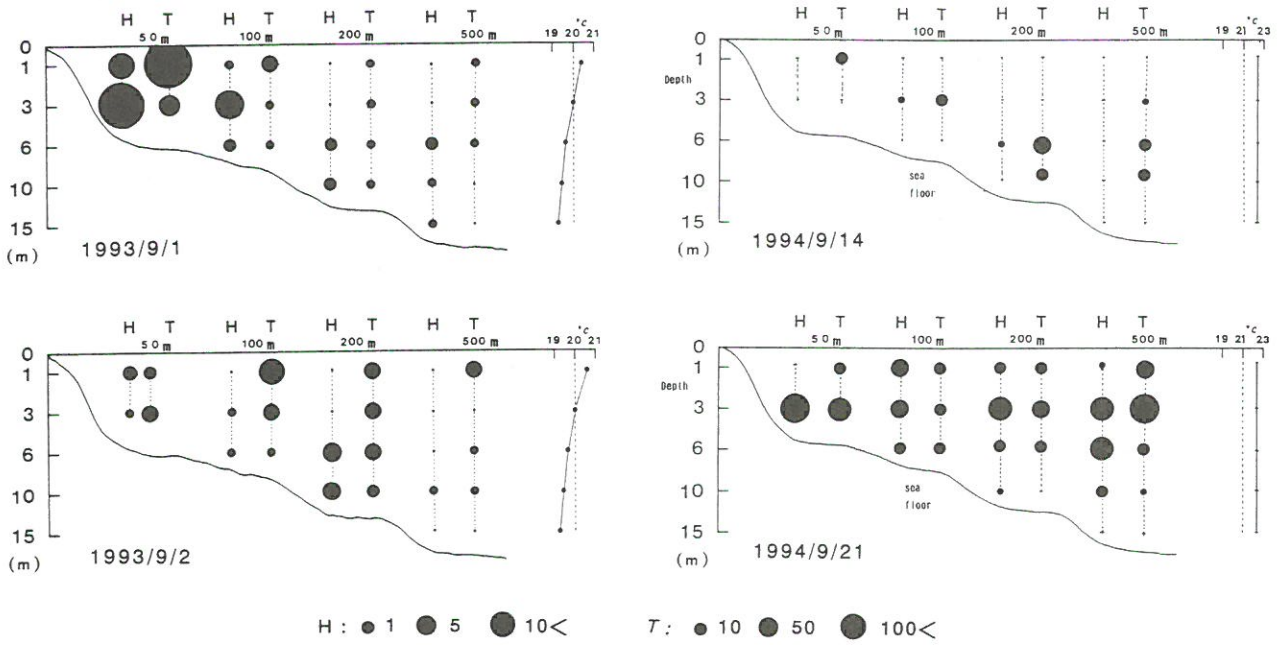


図3-16 大島外海地先の岸, 50m, 100m, 200m, 500m各定点における各水深層1m²あたりの各種浮遊幼生の鉛直分布 (H: エゾアワビ, T: *Tegula* spp.)

の鉛直分布は湾口部定点5m~10m層の他、岸側定点の各水深層に認められた。なお、*Tegula* spp. 幼生は9月22日調査時よりさらに浅い水深1m層に多く出現し、岸側定点では最高3,800個体/m³、中間定点で減少し沖側定点で再び岸側同様の蝸集状態を示した。ムラサキインコガイも*Tegula* spp. 同様岸側と沖側定点の水深1m層に顕著な蝸集分布が認められた。

1991年におけるエゾアワビ浮遊幼生の出現は1990年同様8月中旬に始まり、その後台風18号通過時の9月19日に大量産卵があったと推定される。大量出現時の水温経過は1990年が22°C台と高く推移したのに対し、1991年は20°C台と平年並みであった。1991年の鉛直分布調査は幼生出現確認後の9月12日、9月23日に実施した。

9月12日調査時では小規模産卵であったためか広範囲な幼生分布は認められず、エゾアワビ幼生は岸側定点で2個体/m³出現したのみであった。

大量産卵3日後の9月23日調査時におけるエゾアワビ着底期幼生の鉛直分布では、これまで最高の86個体/m³が岸側定点の6m層で採集された。また、*Tegula* spp. 幼生もエゾアワビ同様の水深帯でもっとも多く出現したことから、これら幼生は類似した挙動を示すと推定された。

なお、岸側定点における*Tegula* spp. 着底期幼生は1990年調査時には表層蝸集、1991年調査時には底層蝸集という相反する鉛直分布を示した。ムラサキインコガイ

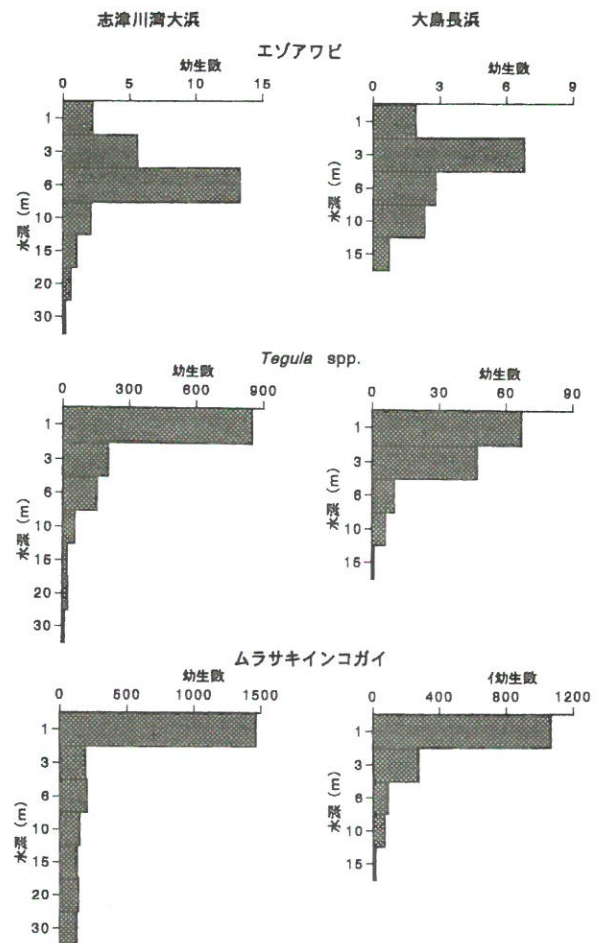


図3-17 志津川湾大浜, 大島外海地先におけるエゾアワビ, *Tegula* spp., ムラサキインコガイ浮遊幼生の各水深層1m²あたりの平均鉛直分布

は1990年同様岸側定点の表層に顕著な蛸集分布が認められた。

さらに、この岸側定点から50m接岸した水深6m地点でも各層ポンプ採水を同様に実施した結果、エゾアワビ幼生は2個体/m³しか採集されなかったことから、それらは数十m規模の狭いパッチ状分布であると考えられた。

これら志津川湾口域における分布事例よりエゾアワビ浮遊幼生は沖合い域では水深15m～表層付近まで分布するが、岸近くではその海底近くとなる水深3m～6m付近に分布する傾向が強いと考えられる。一方、*Tegula* spp. は沖合い域では10m～表層付近まで分布するが、岸近くでは表層1m付近に蛸集分布する傾向が多く認められ、それぞれ着底期における浮遊層に関しては異なる種特性を示した。

2) 大島外海における鉛直分布

1993年、1994年の大島外海域における距岸500mまでのエゾアワビ幼生と指標浮遊幼生の鉛直分布を図3-16に示した。

1993年は低水温で推移したが台風11号の接近により8月28日深夜に大量産卵があったと推定された。産卵4日後の1993年9月1日における浮遊幼生の分布は岸側50m以内に水平的な集積が認められその鉛直分布状況はエゾアワビでは水深3～6m層、*Tegula* spp. では水深1m層に最大値が認められている。また、産卵5日後の9月2日では浮遊期間が終了したためか全体に幼生数は減少したがエゾアワビは水深6m層、*Tegula* spp. は水深1m層に分布が認められている。水温については平年より低く、両日とも表層で20℃台、水深3m以深では19台℃であった。

高水温で推移した1994年における鉛直分布調査は幼生出現確認後の9月14日、9月21日に実施した。9月14日調査時では産卵が小規模であったためか幼生分布は広範囲に認められなかった。その後、台風24号の接近により9月18日に大量産卵があったと推定された。産卵3日後の9月21日における浮遊幼生の水平分布は岸側から調査範囲の距岸500m以内では大体均一となっており、その垂直分布はエゾアワビでは水深3～6m層、*Tegula* spp. では水深1～3mに最大値が認められている。

3) エゾアワビと指標種幼生の鉛直分布

上記の調査結果からエゾアワビと *Tegula* spp., ムラサキインコガイの鉛直的な幼生分布にはそれぞれ一定の傾向が認められた。ここでは、湾口域に位置し急深な志津川湾大浜地先と遠浅な大島外海域長浜地先の立地下にお

ける種別の鉛直分布を比較した(図3-17)。

エゾアワビ浮遊幼生の分布水深は水深の大きい大浜では6m層、遠浅の大島では3m層、*Tegula* spp. 幼生は大浜では表層の1m層、大島では1～3m層、ムラサキインコガイ幼生は両地区とも表層1m層にそれぞれもつとも多い出現が認められた。よって、エゾアワビ幼生の分布浮遊層はその場所の立地条件にもよるが大体3～6m層にあることが明らかとなった。また、*Tegula* spp., ムラサキインコガイは幼生の分布浮遊層がそれぞれ表層に多く認められたことからその分散移動については風向による吹送流の影響が大きいとみなされた。

考 察

1 浮遊幼生の広域分布

1988年以降、沿岸各地の立地条件下で実施してきたエゾアワビ、*Tegula* spp. 等浮遊幼生の水平分布調査結果より一般的に幼生分布は母貝分布と同様に内湾より外海域に多く、その高密度群は海水流動の大きい湾口周辺域に形成される傾向が認められた。

小金沢(1978)は仙台湾におけるマガキ *Crassostrea gigas* 浮遊幼生の分布と集積機構を吹送流、沿岸流、潮汐流などの環境要因から検討し、夏季北東風の連吹は牡鹿半島から石巻湾へ湾外水の流入をもたらし、仙台湾北部海域からの幼生分散・移動を引き起こすこと、また南風の連吹は沿岸水とそれに含まれる幼生の仙台湾北部海域への移動・集積を引き起こすという吹送流に関連した幼生浮遊水塊の概念を導入した。

エゾアワビにおいては産卵後の幼生分布の経日変化を巨視的に見た場合、台風通過後の気象・海況は比較的静穏となり、太平洋に面した三陸沿岸域では東成分の向岸的風向が多くなることから広範囲に分散した幼生浮遊水塊の接岸には有利に作用すると考えられる。

2 浮遊幼生の地先分布

1993年8月29日～9月1日と9月22日に大島外海域で認められたエゾアワビ幼生分布事例から、産卵後の広域分散と地先分散を比較した。前者の台風時における大量産卵では浮遊幼生は離岸数km程度の海域全体へ分散した後の一連の過程を経てそれぞれ着底するが、後者の前線通過などによる中小産卵時では離岸数百m範囲内の局所的な分散となり、この場合は地先単位の母貝分布域と同じ場に着底すると考えられる。両者ともエゾアワビは波浪に対応して産卵するが成熟前期の8月と成熟後期の9月では同一規模の波浪に対して反応する産卵量には差が

あると考えられる。すなわち、成熟有効積算水温がまだ十分でない成熟前期の8月前半においては相対的に大きな波浪での少量部分産卵となるが、成熟後期の9月後半においては相対的に小さな波浪でも多回部分産卵になると想定される。

3 8月産卵時における出現特性

8月におけるエゾアワビ幼生の出現についても多くの場合時化が原因として介在し、その攪乱により水温などの環境変化が生じ小規模産卵が起こると考えられる。しかし、1993年8月23日気仙沼湾外海域で認められた出現事例(図3-13)では気象条件は比較的静穏であり、最大有義波高も低い値を示していた。そして、江ノ島水温の日間較差(図3-14)でみたとおり、8月においては低気圧通過時の波浪には対応しない水温変化も相当認められ、それについては沖合水の流入など海水環境の変化が想定され、8月産卵の不規則性が示唆される。

東北海区では黒潮、親潮から派生する暖・冷水が交錯分布し、混合域が形成される。三陸沿岸域における夏季の流況としては0.4~0.8ノットの岸に沿う比較的安定した流れがあるが、大陸棚が狭いという海底地形のため沖合水塊が沿岸に接岸しやすい(武藤1985)。沿岸流については、気仙沼湾岩井崎沖3kmに位置する定置網における夏季(7月、8月)の朝夕計78回の流向観測記録では北上流33%、東進流8%、南下流59%の組成となっており、当地先の沿岸流は主に南北の往復運動を繰り返しながら緩やかな南下傾向にあると推測された。したがって、気仙沼湾地先では津軽暖流系の南下流の影響があると考えられるが、さらにその沖合には黒潮系の暖水が分布しており、それら両水系が沿岸域へ接岸することにより水温など沿岸環境に海況変化が生じやすいと考えられる(上野・山崎1987)。

これまでの知見では8月産卵について西洞(1996)が水温変化とエゾアワビ浮遊幼生出現の関係について検討し、前日より0.8°C以上に上昇した場合は一定の相関を認めている。また、エゾアワビ同様原始腹足類のサザエでは伊豆半島における天然産卵の野外観察から急激な水温変化と同時に沿岸流速の増大(急潮現象)が記録されている(阿井ら1964)。急潮現象については宇田(1953)が黒潮系水等の接岸流入、低気圧、大潮廻りの潮流増強により沿岸水温の急上昇をとともなう強い潮流の発生現象として報告している。また、岩田(1986)は相模湾沿岸に起こる急潮は沖合水の急激な流入、あるいは沿岸水と沖合水との間に形成される前線の移動であることを述べて

いる。南三陸沿岸においては沿岸漁業者からの聞き取りによると8月盆過ぎの時期を中心とした早潮の存在が昔から知られている。8月産卵に關与する環境要因としては水温変化自体も潮流に起因した環境変化の結果と考えられることから、月齡との関連も加味した早潮現象と産卵の関係を今後検討する必要がある。

いずれにしてもエゾアワビの8月中における早期産卵の実態解明は本種の多様な産卵生態を解明する上で重要な課題である。そして、アワビ浮遊幼生の出現期間が数日間であること、着底直後の初期減耗などを考慮すると加入初期過程における浮遊幼生や着底稚仔の動態調査を今後さらに効率的に推進するためには、的確な産卵開始時期の察知が極めて重要な鍵であるといえる。

4 浮遊幼生の分散範囲

アワビ幼生の分散範囲に関する知見は資源管理の面から母貝群と着底加入群との量的な位置関係を検討する上で重要である。今回のエゾアワビにおける結果と他のアワビ類の事例を比較すると、Stekoll & Shirley (1993)はアラスカにおいて*Haliotis kamtschatkana*の産卵を小潮時の静穏な海況下で観察している。また、Prince *et al.* (1987, 1988 a)はタスマニアのアワビ漁場において実験的に*H. rubra*の母貝を除去し、その後の稚貝発生量から親子関係を検討し、産卵が静穏な環境下で行われた場合、浮遊幼生の分散範囲は0~50m以内であることを主張した。McShane (1992)は着底稚貝は地形的に海水流動の減衰した場に多いことから、アワビ類の産卵~幼生分散が狭い範囲内で完結し、隣接する個体群の間でも加入は隔離されていることを支持している。

一方、Shepherd *et al.* (1992)は100m間隔の調査線上における*H. laevigata*の産卵母貝量と産卵3カ月後の稚貝密度を水中拡大鏡で調査したが、両者間の相関は認められず、加入の多い場は湾入域や暗礁周辺であり、少ない場は岬部であった。アワビ幼生は潮流の底流で少なくとも数百m規模の分散があり、地形的に渦や停滞の場に輸送されることが推定された。

このようにアワビ類の産卵様式とその後の分散についてはStekoll & Shirley (1993)、Prince (1987, 1988 a)、McShane *et al.* (1992)における数十m規模の分散範囲とShepherd *et al.* (1992)における数百m規模の分散範囲という2つの説がある。今回の結果からエゾアワビについては地先単位の局所的な分散規模と台風産卵時の広域的な数km範囲の分散規模が認められており、両方の産卵様式が産卵時の環境条件に対応して共存すると考えら

れる。

5 浮遊幼生の鉛直分布

エゾアワビ浮遊幼生の鉛直分布は沖合い域では表層～水深15m層付近まで分布するが、岸近くではその海底の水深3m～6m付近に分布する傾向が強く認められた。*Tegula* spp., ムラサキインコガイでは主に表層に分布しており、種による浮遊層の違いが認められる。しかし、*Tegula* spp. は1991年9月23日志津川湾大浜地先の鉛直分布にあるとおり、表層のみではなく中層から底層にも分布しており、発育が進むにつれ着底する底層方向に移行することが考えられる。

なお、当海域には水深の浅い方にクボガイ、深い方にバテイラの *Tegula* 属が分布するが、両種の浮遊幼生は種間の識別が困難なため詳細は不明である。

類縁種であるサザエのベリジャー期幼生では表層から中層に偏って分布する傾向が認められている(山田1998)。富田・磯貝(1979)は北海道天売島の離岸300m、水深12m地点においてエゾアワビ幼生の鉛直分布を観察しているが、浮遊幼生は主に6m以深の中層から底層に多く出現したとしている。室内観察ではマダカアワビのトロコフォア期幼生では走光性により表層に分布するが、ベリジャー期に発育すると走光性は低下するものの、暗黒下でも表層分布を示しており、止水条件下と天然条件下では異なることが示唆されている(矢野・小川1977)。

類例として、二枚貝類の幼生付着層についてマガキ、アコヤガイでは表層、ホタテガイでは中層、アカガイ、サルボウでは底層などとそれぞれ種の特性として幼生の付着層が異なっている(相良1973)。ホタテガイ浮遊幼生は数十日間の浮遊生活を営み、発育段階が進むにともない、分布の中心は底層域に移行する現象が報告されている(丸1985)。アワビ類についても浮遊幼生の初期の段階では表層浮遊により種の拡散をはかり、発育が進むにつれ次第に環境条件に応じ種特異的な鉛直分布層が形成されると考えられる。

以上のことから、エゾアワビ幼生の分散様式としては台風時の大規模産卵による離岸数kmの広域的分散と産卵初期および末期の小規模産卵による地先の局所的分散の両面があり、その鉛直的高密度分布域は外海では水深3～10m層、岸側では海底近くの水深3～6m層に形成されることが明らかとなった。

第4章 エゾアワビ着底稚仔の分布動態

目 的

エゾアワビ漁業の資源サイズを決定するのは加入の動向である。加入に至る生活史を大別してみると浮遊期、着底期という質的に全く異なる着底直後の生活期があり、その後の生き残りを決定する初期減耗の実態や環境要因との関係などの研究が必要とされるステージである。

天然海底ではアワビ稚貝の分布は無節サンゴモ上に特異的に認められることから、これまでアワビ幼生の着底・変態基質として無節サンゴモの意義と基質選択性を論じた報告は多い(Morse1979, Saito1981, Shepherd and Turner1985, McShane1992, 1995, 1996, Shepherd and Daume1996)。しかし、着底直後のアワビ稚仔に関する生態学的研究は富田ら(1980)によるエゾアワビの断片的な記録があるのみで、野外における着底稚仔の分布や減耗実態に関する定量的な把握はなされていない。

一方、室内におけるエゾアワビ浮遊幼生の採苗工程に関連し、關(1997)は着底板の藻類学的観察から無節サンゴモについては着底・変態を高率に誘起するが、それのみでは着底以後の稚仔の成長が鈍化し成育条件として不十分であることを述べている。

ここではエゾアワビ浮遊幼生の水平・鉛直分布に続く過程として着底直後稚仔の分布動態を海底性状や海藻群落など各地先における立地環境との関係で比較検討した。そして、これまで未解明であった天然海底における着底直後稚仔の減耗実態を明らかにするため、それらの分布や密度変化を定期的に観察した。

材料と方法

エゾアワビの大量産卵を確認後、鮫の浦湾外海のサキカマ崎、ボーダ浜地先の水深5m海底に1年間野外で風乾した無節サンゴモ玉石と生きた天然無節サンゴモ玉石をそれぞれ4個、6個設置し、数日後それらを回収し着底稚仔量を測定した。

次に、小型紅藻類と無節サンゴモが優占する玉石表面のエゾアワビ着底稚仔の分布量を比較するため、ボーダ浜地先の同一海底からそれぞれ玉石5個ずつを採集し着底稚仔量を検討した。

また、着底基質の規格化をはかるためホタテガイ貝殻原盤を用い、事前に約2～3週間水深5m層に垂下し微小藻類を着生させた貝殻原盤と新規貝殻原盤との着底稚

仔量を比較した。

天然海底におけるエゾアワビや *Tegula* spp. 着底直後稚仔の水平・垂直分布量を測定するため浮遊幼生調査と同様に1991年唐桑半島, 1993年大島外海域, 1990~1995年志津川湾大浜, 1995~1998年鮫の浦湾周辺域などにおいて各調査地点の岸から沖方向の各水深帯から1回当たり4~6個(径20~30cm)の無節サンゴモ玉石を潜水採集した。また, 人工基質コレクターとしてホタテガイ貝殻原盤80枚を長さ1.5mの針金で連結し, チェーンで各水深帯の海底に設置し一定期間経過後に回収した。これら玉石, 貝殻原盤は1%ホルマリンで固定後, 表面付着微小生物を水噴射で洗浄剥離し, ナイロンメッシュで分別回収し検鏡に供した。また, 玉石については着底密度を算出するため, 直径と高さを測定しその表面積を求めた。

天然条件下におけるエゾアワビ着底直後稚仔の成長については1985年気仙沼湾口岩井崎, 1993年~1997年大島外海域, 志津川湾大浜, 鮫の浦湾周辺域の無節サンゴモ玉石や貝殻原盤の定期採集により検討した。

無節サンゴモ玉石や貝殻原盤におけるエゾアワビ着底稚仔の減耗についても1985年, 1993年, 1995年, 1997年調査時の分布密度変化からそれぞれ生残率を推定した。

天然海底における無節サンゴモ玉石や貝殻原盤による採集方式の他, エゾアワビ稚仔の減耗実態を推測するためトラップネットの定期交換により着底直後稚仔の離散死殻の捕集を試みた。使用したネットは1985年気仙沼湾口地点(水深10m)では丸特プランクトンネット(目合0.3mm), 1986年~1988年鮫の浦湾口地点(水深6~10m)では口径55cm長さ200cm, 目合0.2mmのポリエチレンネットを使用した。ネットは調査地点の中下層に設置し約1週間ごとに回収し, 捕集した内容物についてはエゾアワビ, その他腹足類の個体数を計数した。

天然海底におけるエゾアワビ着底稚仔の初期減耗要因を室内実験より検討するため, 無節サンゴモ玉石を用いて着底稚仔の成長・減耗状況を観察した。飼育実験は1998年5月, 6月, 7月にそれぞれ10L容器に着底用の無節サンゴモ玉石(直径10cm)1個を置き受精後4日間飼育した着底期幼生を2,500個体ずつ収容して行った。供試した無節サンゴモ玉石は水深5m海底より採石した後, 表面を入念に洗浄し食害生物などを事前に除去した。水温は18~22℃の範囲で適宜換水しながら一定期間ごとに飼育水をホルマリン固定し, 着底稚仔を回収した。

結 果

1 エゾアワビ着底稚仔の水平的分布

1) 浮遊幼生の着底基質

サキカマ崎調査点における風乾枯死した無節サンゴモ玉石と生きた天然無節サンゴモ玉石へのエゾアワビ着底稚仔数は図4-1に示したとおりそれぞれ7±6個体と32±18個体であり, 着底稚仔量は生きた天然無節サンゴモ玉石の方で有意に多かった(t検定, $p < 0.05$)。同様に, ボーダ浜調査点でもそれぞれ20±10個体と88±39個体であり, 着底稚仔量は生きた天然無節サンゴモ玉石の方で有意に多い結果となった(t検定, $p < 0.01$)。エゾアワビ着底稚仔の殻長組成をみると天然無節サンゴモ玉石では殻長400μm前後の群と300μm前後の2群が認められるが, 風乾玉石では天然玉石と隣接させたにもかかわらず300μm前後の群が多いことから浮遊幼生の着底は生きた天然無節サンゴモの方から始まったと考えられる。

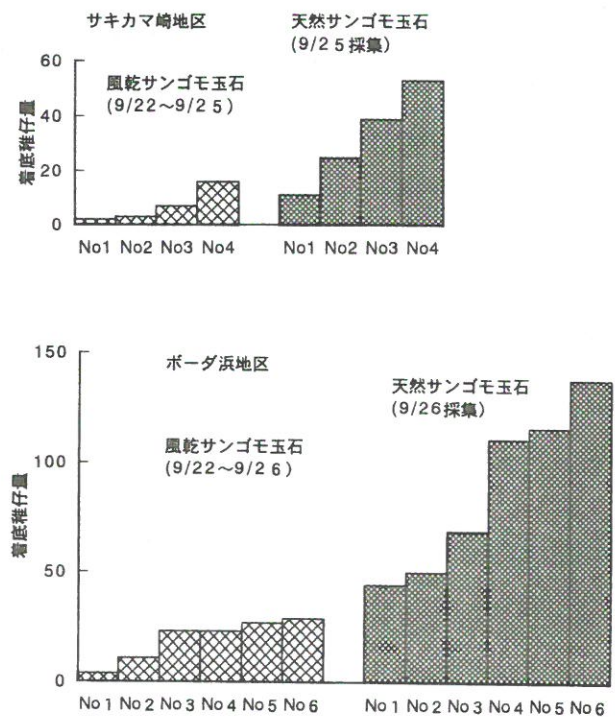


図4-1 天然および風乾した無節サンゴモ玉石におけるエゾアワビ着底稚仔量の比較 (単位: 玉石表面積1,000cm²あたり換算値)

サキカマ崎, ボーダ浜に設置した新規原盤と事前浸漬原盤におけるエゾアワビ, *Tegula* spp. の着底稚仔数は図4-2に示した。エゾアワビの着底稚仔数についてはサキカマ崎で10個体と43個体, ボーダ浜では6個体と75個体であり, それぞれ事前に3週間ほど海中垂下し微小藻類の着生した方が稚仔着底量が多い傾向を示した。な

お、着底稚仔の殻長組成は280~475 μ mの範囲にあったが、主群は着底開始後3~4日目の殻長400 μ m群であった。*Tegula* spp. の着底稚仔数についてはサキカマで4個体と45個体、ボータ浜では0と11個体であり、やはり事前に浸漬処理した貝殻原盤の方が多い傾向と示した。

なお、1995年9月20日~23日志津川湾大浜地先で実施した同様の試験結果では *Tegula* spp. の着底稚仔量は12個体と286個体であり事前浸漬原盤の方が明らかに多い結果となった。

無節サンゴモ玉石とハイウスバノリ類 *Acrosorium* spp. など小型紅藻類の優占した玉石におけるエゾアワビの着底稚仔量について表4-1に示した。1996年11月14日採集の無節サンゴモ玉石については平均殻長2,050 \pm 1,120 μ mのエゾアワビ稚仔22個体/ m^2 採集されたが、小型紅藻類の着生した玉石では0であった。

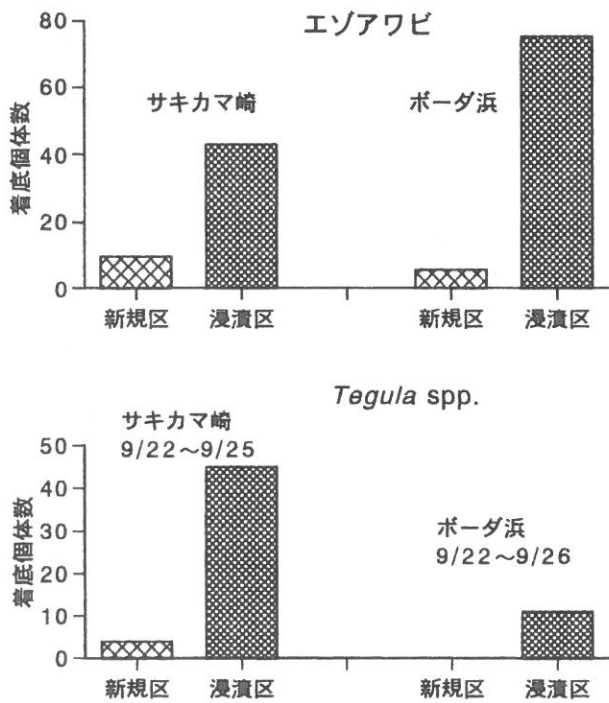


図4-2 事前浸漬の有無による貝殻原盤のエゾアワビ(上), *Tegula* spp.(下)の着底稚仔量の比較

表4-1 小型紅藻類, 無節サンゴモの玉石表面における各種着底稚仔量の比較 (単位: 1 m^2 当り換算値)

表面優占藻類	エゾアワビ	他腹足類	ウニ類	備考
小型紅藻類	0	59	120	1996年11月14日
無節サンゴモ	22	587	32	平均殻長 2mm
無節サンゴモ	123	289	11	1997年10月1日
小型紅藻類	2	129	22	1997年10月2日
無節サンゴモ	31	272	13	平均殻長 0.5mm

1997年は着底開始10日後の10月2日に着底状況を比較したが、無節サンゴモ玉石では平均殻長650 \pm 155 μ mのエゾアワビ稚仔が31個体/ m^2 であったのに対し小型紅藻玉石では2個体/ m^2 の着底量しか認められなかった。これらのことから、エゾアワビ浮遊幼生は天然条件下において無節サンゴモを着底基質として選択していることは明らかといえる。

2) 着底稚仔の広域的分布調査

エゾアワビ着底稚仔の巨視的な分布位置として1991年9月26日唐桑半島西岸域の外海~内湾の4地点における天然玉石の採集結果を図4-3に示した。エゾアワビの着底稚仔量は外海域で平均365個体/ m^2 , 内海域で平均20個体/ m^2 であり、明らかに外海域に多い結果が得られた。これら着底稚仔は平均殻長325 \pm 25 μ mであり、9月19日の産卵群と考えられた。その後10月29日調査時のエゾアワビ稚仔数は外海域で8個体/ m^2 , 内海域で2個体/ m^2 と減少し、平均殻長は1,375 \pm 385 μ m (範囲1,125~2,025 μ m)となった。また, *Strongylocentrotus* spp. の着底稚仔数は外海域で71個体/ m^2 , 内海域で26個体/ m^2 であり、エゾアワビ同様外海域に多い傾向が認められた。

1990年9月4日~10月12日に志津川湾内~歌津町海域の9地点に設置した貝殻原盤による着底稚仔の採集結果を図4-4に示した。エゾアワビ着底稚仔の出現は少数であったが, *Strongylocentrotus* spp. は湾内域5地点で

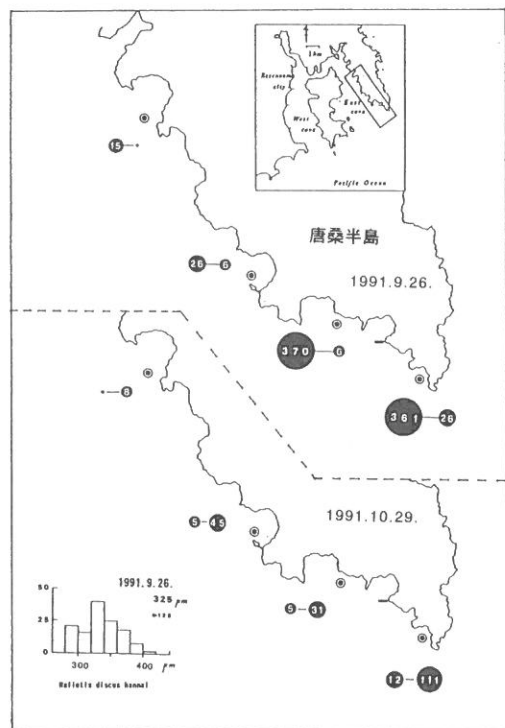


図4-3 唐桑半島西側海域におけるエゾアワビ(左数字), *Strongylocentrotus* spp.(右数字)着底稚仔の分布位置 (単位: 玉石表面積 1 m^2 あたり換算値)

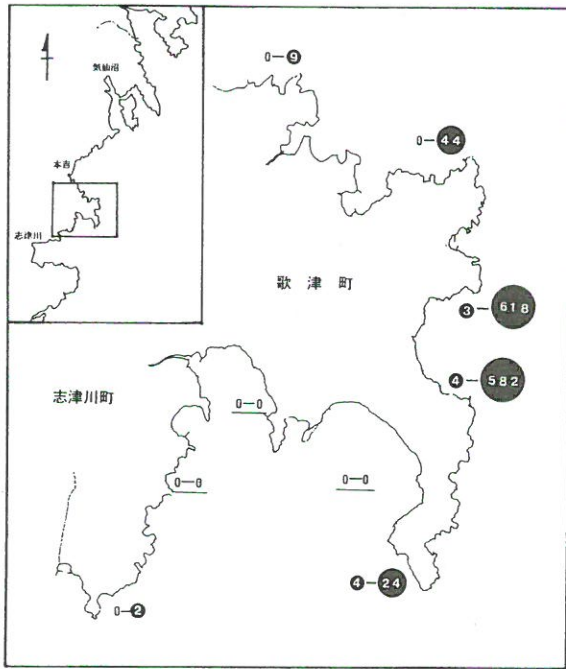


図4-4 歌津町海域におけるエゾアワビ(左数字), *Strongylocentrotus* spp.(右数字)着底稚仔の分布位置 (単位:貝殻原盤1連あたり換算値, 設置:1990年9月4日~10月12日)

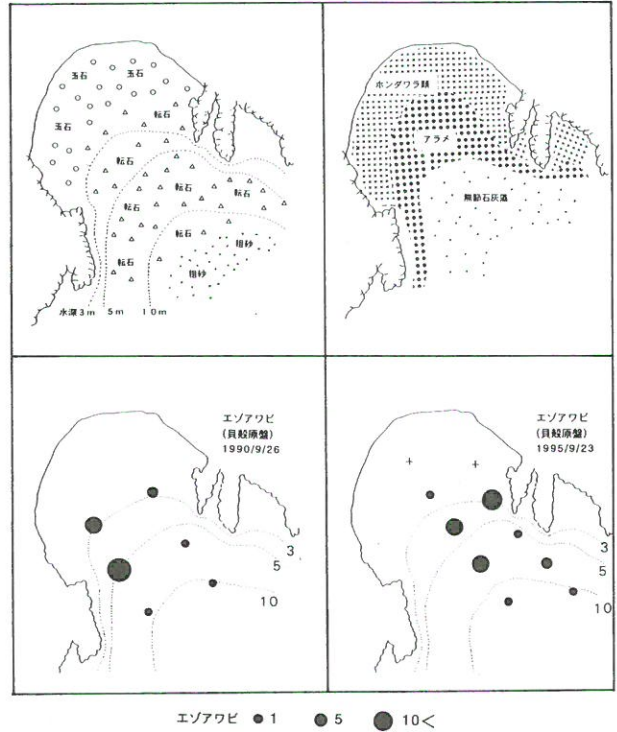


図4-5 志津川湾大浜における水深, 底質, 優占海藻とエゾアワビ着底稚仔の分布位置 (単位:貝殻原盤3連あたり換算値)

平均2個体/連, 外海域4地点で平均317個体/連の着底稚仔(平均殻径 $515 \pm 85 \mu\text{m}$)が認められ, それぞれ浮遊幼生の分布状況を反映していると考えられた。

これらエゾアワビの着底稚仔量が半島先端などの外海域に多く内湾方向に少ない傾向は図3-1, 2, 3でみた浮遊幼生の水平分布結果と共通している。

3) 着底稚仔の小湾地先における分布調査

エゾアワビ, *Tegula* spp. 着底稚仔の小湾内における分布位置をみるため, 志津川湾大浜地先における水平分布を漁場の環境条件である水深, 底質, 植生図とあわせて図4-5, 6に示した。大浜は南東に開いた湾口200m, 奥行き200mの小湾であり, 岸側水深2m以浅には玉石, 2~5m帯はアラメ *Eisenia bicyclis* の群落が形成され, その沖側は無節サンゴ帯となりさらに水深10m以深では砂地が認められる。

エゾアワビ着底稚仔については1990年9月26日と1995年9月23日の貝殻原盤により岸~沖までその分布をみたが, 稚仔の出現は水深3m以浅の岸側域で少なく, 水深5m前後を中心とした水深3~8mに多く認められた。

Tegula spp. については1990年9月26日, 1995年9月23日の貝殻原盤による回収事例と1992年9月17日, 9月22日の天然玉石による採集事例がある。各調査時ごとに最多出現水深は異なったが, エゾアワビ同様水深3m以

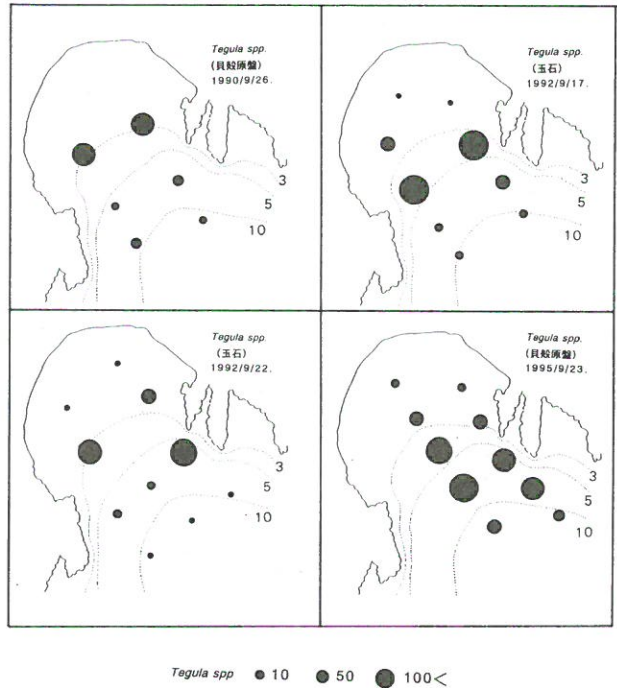


図4-6 志津川湾大浜における *Tegula* spp. 着底稚仔の分布位置 (単位:原盤3連あたり, 玉石表面積1m²あたり換算値)

浅の岸側域で少なく, 水深5m前後を中心とした水深3~8mに多い傾向が認められた。なお, *Tegula* spp. としてクボガイ, バテイラの同属2種が混在することから, 両種の種特性に基づき着底位置も重複していると考え

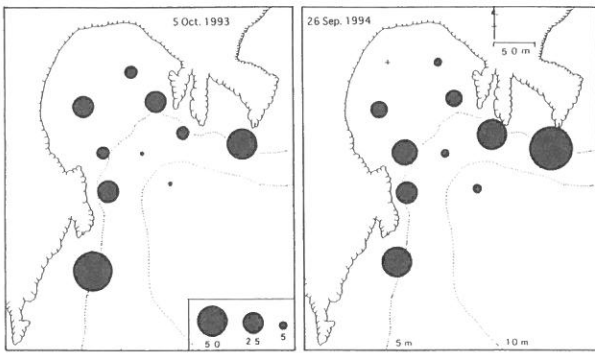


図4-7 志津川湾大浜におけるエゾアワビ着底稚仔の分布位置
(単位：玉石表面積1㎡あたり換算値)

えられた。

次に小湾内外におけるエゾアワビ着底稚仔の分布位置をみると、1993年10月5日、1994年9月26日の大浜海底の無節サンゴモ玉石における着底稚仔量は兩年とも小湾の中央域より側面域そして小湾の奥部より外延域に多い傾向を示しており、これら着底稚仔の水平分布密度はそれぞれ各地点の海水流動の多寡に伴う浮遊幼生の輸送頻度を反映したものと解釈された(図4-7)。

2 エゾアワビ着底稚仔の鉛直分布

1) 志津川湾大浜

志津川湾大浜の正中線における海底勾配は5/100であり、海底プロフィールに示したとおり岸側域のアラメ群落周辺にエゾアワビ成貝、そしてその沖側にはキタムラサキウニが分布する(図4-8)。底質や海藻群落の植相は岸側水深0~2mではホンダワラ類 *Sargassum* spp. の優占する岩盤と玉石があり、転石の発達した水深2~5m帯にはアラメ群落が形成され、さらにその沖側は無

節サンゴモが優占し転石帯から次第に砂地へと移行している。このようにアラメ群落から無節サンゴモ帯へ移行していく境界域はアラメが疎らに分布し小型紅藻類等が散在的に生育する場であり、ここではアラメ下限域と呼称する。

1991年9月25日大浜海底の天然玉石におけるエゾアワビ着底稚仔の分布位置は水深4~6m域のアラメ下限域帯に48~56個体/㎡と多く認められ、それら着底稚仔の平均殻長は320±30μmであった。

なお、2日前の9月23日に当地先で実施した浮遊幼生の鉛直分布調査(図3-15)ではエゾアワビ浮遊幼生は水深6mの岸側定点で2個体/㎡の出現であったのに対し、その50m沖側の水深8m定点の水深3~6m層では28~86個体/㎡の濃密な幼生分布が確認された。

2) 大島外海

1993年9月2日大島外海域の海底勾配5/100の地先における天然玉石採集結果からエゾアワビ着底稚仔の水深別分布をみると水深4mで最多の105個体/㎡、頻度では56%となり、次いで水深6mで22%、水深2mで12%、水深8mで10%、水深10mで2%の順であった(図4-9)。同時に実施した *Tegula* spp. 着底稚仔の水深別分布頻度については、水深4mで最多の251個体/㎡、頻度では69%となり、次いで水深2mで13%、水深6mで9%、水深8mで7%、水深10mで2%の順となり、エゾアワビよりやや浅い水深帯に主たる着底があるとみなされた。

なお、着底調査前日の9月1日に実施したエゾアワビ浮遊幼生の垂直分布については岸側域の水深3m層に多数出現し(図3-16)、着底稚仔の分布と一致していた。

また、9月2日エゾアワビ採集稚仔の殻長組成ではこ

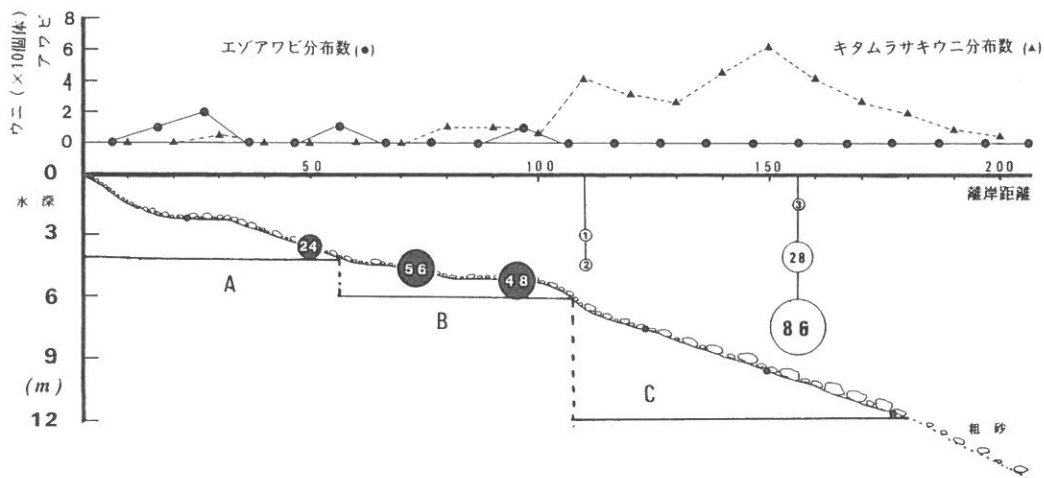


図4-8 志津川湾大浜の海底プロフィールとエゾアワビ着底稚仔の水深別1㎡あたり分布量および浮遊幼生の鉛直分布(幼生調査:1991年9月23日, 稚仔調査:9月25日, A:アラメ群落区, B:アラメ下限区, C:無節サンゴモ区)

れら300 μ m前後の着底直後群（頻度88%）の他，平均殻長530 \pm 50 μ mで8月25日前後の着底群（頻度10%），平均殻長950 \pm 120 μ mで8月10日前後の早期着底群（頻度2%）が認められている。

さらに，同年10月5日同海域の海底勾配10/100の地先で同様にエゾアワビ着底稚仔の水深別分布をみると水深6mで最多の62個体/m²，頻度では42%となり，次いで水深4mで20%，水深8mで19%，水深2mで14%，水深10mで5%の順であった。

これら両地点におけるエゾアワビ着底稚仔量を比較すると，海底勾配により最多出現位置はそれぞれ水深4m，6mと異なるが，離岸距離としては50m~100m範囲にあり，海藻群落区分としては前記の志津川湾大浜同様にアラメ群落から無節サンゴ帯に移行するアラメ下限域に相当した（図4-9）。

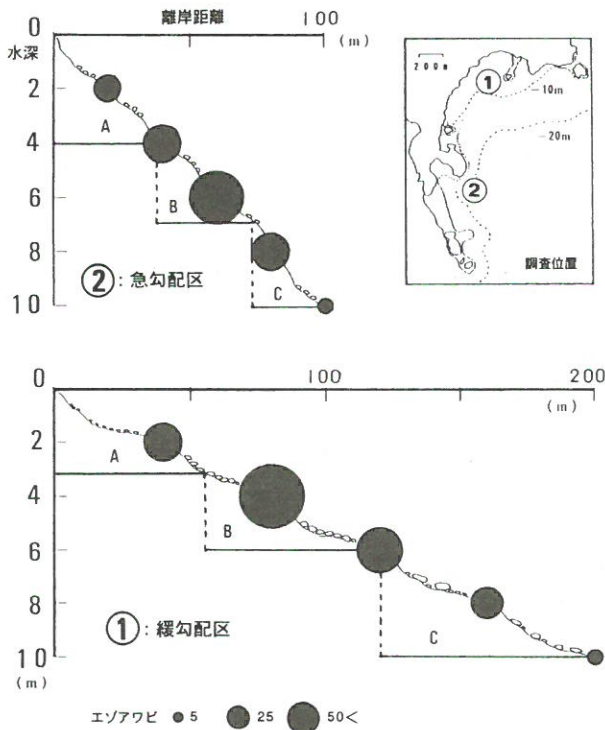


図4-9 大島外海域の海底プロフィールとエゾアワビ着底稚仔の水深別1m²あたり分布量
 (①:緩勾配区, ②:急勾配区, A:アラメ群落区, B:アラメ下限区, C:無節サンゴモ区)

3) 鮫ノ浦湾外海ボーダ浜

鮫の浦湾外海に位置するボーダ浜の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0~4mでアラメなど大型海藻群落が発達し，水深4~6mはアラメ下限域となり，さらにその沖側は無節サンゴモが優占し次第に砂地帯へと移行する。

1997年10月1日距岸50m地点（水深2m）を起点とし

沖方向に230m地点（水深10m）まで15mごと，さらに10月13日は距岸100m地点から200m地点まで10mごとの海底の無節サンゴモ玉石を採集し，それぞれエゾアワビ，*Strongylocentrotus* spp.着底稚仔数の分布結果を図4-10に示した。

10月1日ボーダ浜におけるエゾアワビ着底稚仔の平均殻長は510 \pm 40 μ mであり，その1m²あたり平均個体数は距岸50m（水深2m）から100mまでは10個体，距岸100m（水深3m）から150mまでは130個体，距岸150m（水深5m）から200mまでは220個体，距岸200m（水深7m）から220mまでは150個体となり，その着底稚仔量の最多出現域は距岸150mから200m範囲の水深5~7mに認められた。

約2週間経過後の10月13日における着底稚仔の分布域は初期減耗により明らかな最多位置は見出しにくい，距岸150m地点（水深5m）で48個体の最高値となり，その1m²あたり平均個体数は岸側（水深3~5m）で23個体，沖側（水深5~7m）で34個体となり，やや沖側に多い傾向が認められた。

一方，*Strongylocentrotus* spp.着底稚仔数については1997年10月13日に多量の着底直後稚仔が認められ，その1m²あたり平均個体数は距岸150m地点（水深5m）から岸側（水深3~5m）では82 \pm 45個体，沖側（水深5~7

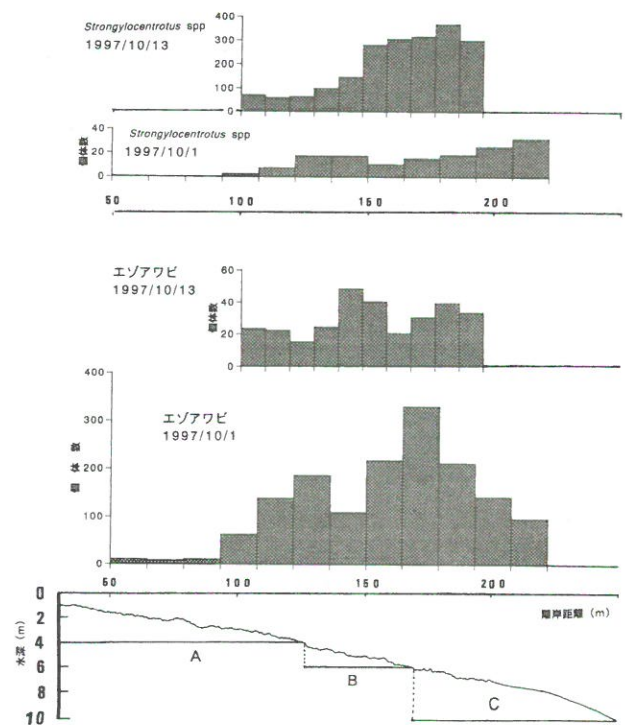


図4-10 ボーダ浜の海底プロフィールとエゾアワビ，*Strongylocentrotus* spp.着底稚仔の水深別1m²あたり分布量(A:アラメ群落区, B:アラメ下限区, C:無節サンゴモ区)

m)では298±130個体であり、明らかに沖側に多い結果となった。

1996年9月28日同じく各水深から無節サンゴモ玉石を採集し、エゾアワビ着底稚仔数の1㎡あたり平均個体数を測定した結果、距岸50m(水深2m)では0であったが、沖方向へ次第に増加し距岸100m(水深3m)で30個体、距岸150m(水深5m)で220個体の最多を示し、再び沖方向の距岸200m(水深7m)で40個体へと減少した(図4-11)。

1995年9月22日~27日の間、ボード浜に設置した貝殻原盤におけるエゾアワビの着底稚仔量は距岸50m地点から150m地点の範囲では岸から沖へと次第に増大し、距岸150m(水深5m)地点のアラメ下限域に多い上記の天然玉石における結果と一致した(図4-11)。

以上の結果からボード浜におけるエゾアワビ着底稚仔の最多出現位置は年により多少変動するが離岸距離150m前後の水深5~6mに形成され、海藻群落区分としては前述した志津川湾大浜、大島外海海域同様にアラメ群落から無節サンゴモ帯に移行していくアラメ下限域に位置していた。

なお、1997年9月21日~26日の間ボード浜に設置した貝殻原盤におけるエゾアワビ着底稚仔量は距岸50m(水深2m)付近にも沖側同様の密度が認められた(図4-11)。この岸側の貝殻原盤におけるエゾアワビ着底稚仔は前日9月25日着底群(殻長300μm前後)であるが、同日採集の沖側海底の天然サンゴモ玉石にはこの25日着底群の他に主群の22日着底群(400μm前後)が多数分布している

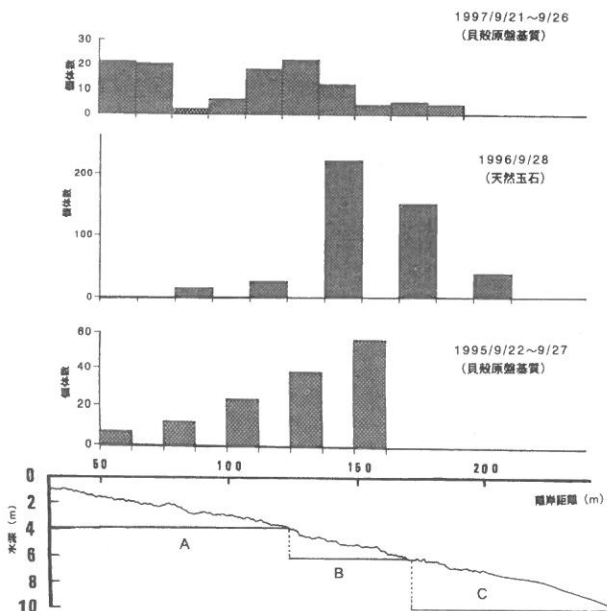


図4-11 ボード浜の海底プロフィールとエゾアワビ着底稚仔の水深別1㎡あたり分布量 (A:アラメ群落区, B:アラメ下限区, C:無節サンゴモ区)

ことから、着底日別にみると沖側の方が着底期浮遊幼生の輸送頻度が多いとみなされた。

4) 鮫の浦湾口サキカマ崎

サキカマ崎地先の海底勾配は6/100であり、アラメは水深2m以浅に優占した。

1997年9月25日サキカマ崎におけるエゾアワビ着底直後稚仔の平均殻長は340±20μmであり、その1㎡あたり平均個体数は距岸40m(水深3m)から距岸60m(水深5m)で150個体の最多を示し、その沖側は50~70個体であることからボード浜より岸側の位置で着底稚仔の分布中心が認められた。エゾアワビ着底稚仔の最大殻長は400μm前後にあることから着底開始は9月22日と推定されたが、その日に実施した浮遊幼生の分布状況も併せて図4-12に示した。エゾアワビ浮遊幼生は距岸100m付近のサキカマ崎小湾入口付近の水深6~8m層に分布しているが、志津川湾大浜での出現状況と同様に着底がもっとも多い水深帯での出現は確認されていない。また、Tegula spp.についてはエゾアワビと比較して浮遊幼生は多く出現したものの着底稚仔数は少なかった。

1998年9月29日のサキカマ崎におけるエゾアワビ着底稚仔の分布については着底開始後の経過日数が長く、採集数も少なかったが距岸20m(水深1m)~距岸90m(水深6m)まで漸増傾向の分布が認められた(図4-13)。

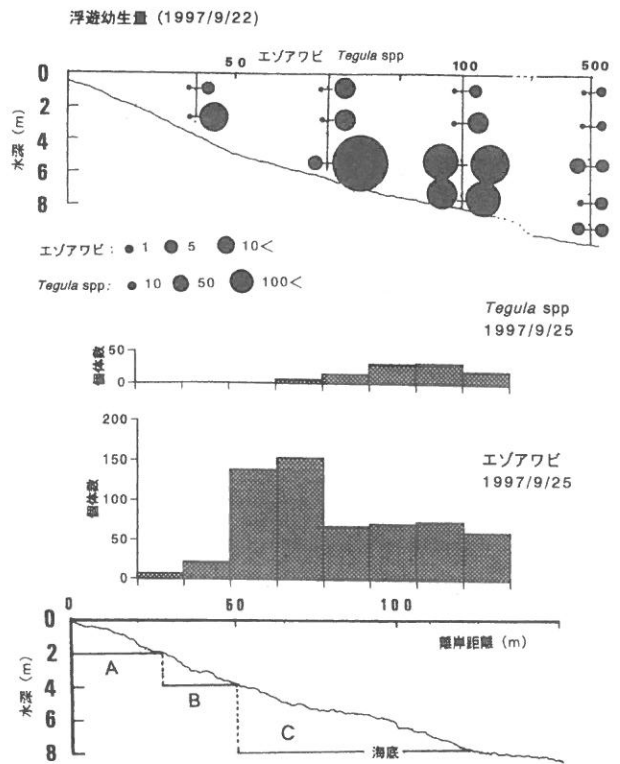


図4-12 サキカマ崎の海底プロフィールとエゾアワビ、Tegula spp.浮遊幼生(上)およびエゾアワビ、Tegula spp.着底稚仔(下)の水深別1㎡あたり分布量 (A:アラメ群落区, B:アラメ下限区, C:無節サンゴモ区)

5) 鮫の浦湾内三洞

三洞地先の海底勾配は6/100であり、アラメは水深1m以浅に優占した。

1998年9月22日、29日の三洞におけるエゾアワビ着底稚仔数の1㎡あたり平均個体数は距岸50m(水深3m)~80m(水深5m)で最多の20個体前後を示したが、その岸側域の距岸10m(水深1m)~20m(水深2m)でも10個体前後の着底稚仔量が認められた(図4-13)。9月29日

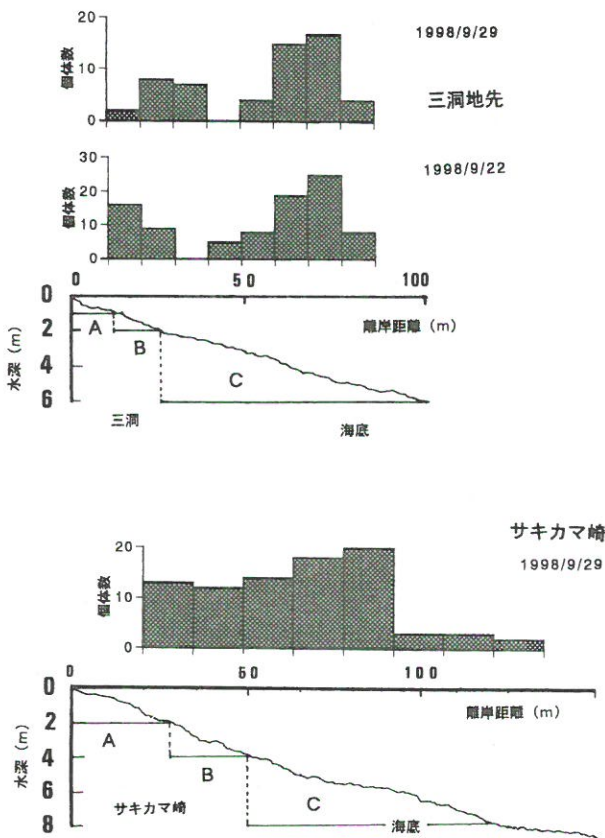


図4-13 サキカマ崎、三洞地先の海底プロフィールとエゾアワビ着底稚仔の水深別1㎡あたり分布量 (A: アラメ群落区, B: アラメ下限区, C: 無節サンゴモ区)

採集の岸側域着底稚仔の殻長組成では殻長2mm以上の早期着底群が38%出現していることから、それまでの初期減耗を考慮すると着底直後時には岸側域でも相当数の稚仔が分布していたと推定される。したがって、三洞における着底稚仔の分布域は離岸距離60m前後の水深4m帯にその分布中心があるものの外海ボード浜、湾口サキカマ崎とは異なり、さらにその岸側浅所の水深1~2m帯にも着底域の存在が示唆された。

3 エゾアワビ着底稚仔の成長と減耗

1) 着底稚仔の初期成長

気仙沼湾湾口域におけるエゾアワビ着底稚仔の初期成長について1985年、1993年の測定結果を図4-14に示した。また、1994年~1997年の着底直後稚仔の初期成長速度についてそれぞれ日間成長量を算出した。なお、エゾアワビの着底時殻長は280μmである。

1985年：着底稚仔の初期成長を各採集時の平均殻長から算出すると9月上旬着底群では9月9日340μm, 9月14日550μm, 10月上旬着底群では10月5日390μm, 10月12日540μmであったので日間成長量はそれぞれ40μm, 20μmとなり、この成長差は各着底時期の水温差によると考えられた。

1993年：この期間の水温は低めに推移した。産卵は8月28日深夜、着底開始は9月1日と推定された。着底稚仔の平均殻長は9月3日329μm, 9月13日408μm, 9月17日546μm, 9月29日1,150μmに達したことから日間成長量は32μmと推定された。次の9月26日着底群については9月29日348μm, 10月6日535μmであり水温下降にともない日間成長量は27μmと減少していた。

1994年：9月16日午前10時大島長浜地先へ貝殻原盤を設置し24時間後に回収しエゾアワビの着底稚仔6個体を

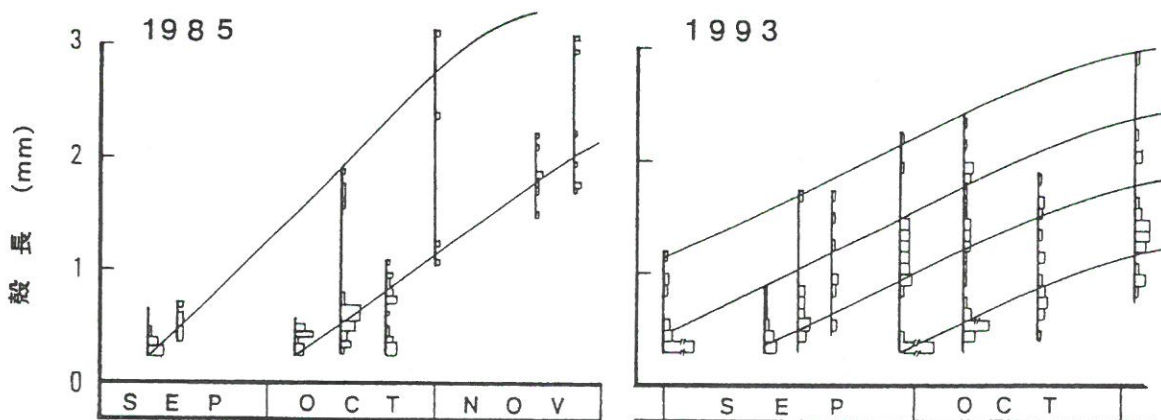


図4-14 気仙沼湾口域(1985年)、大島外海域(1993年)におけるエゾアワビ着底稚仔の成長

得た。その平均殻長は $315 \pm 10 \mu\text{m}$ であり、着底時殻長が $280 \mu\text{m}$ であることから着底開始1日後には $35 \mu\text{m}$ （最大 $45 \mu\text{m}$ ）に成長することが明らかとなった。その後、着底盛期は9月22日に始まり、9月27日無節サンゴモ玉石から平均殻長 $458 \mu\text{m}$ の着底稚仔49個体が得られたので着底後の日間成長量は $35 \mu\text{m}$ と算出された。

1995年：着底開始は9月21日であり大浜では貝殻原盤を9月21日～23日に設置したところ着底稚仔94個体が得られ、その殻長組成では $370 \mu\text{m}$ が対応することから日間成長は $30 \mu\text{m}$ となった。同様にボード浜でも貝殻原盤を9月22日～27日に設置したところ着底稚仔73個体が得られ、その殻長組成から設置日の22日、23日着底群を対応させると $490 \mu\text{m}$ 、 $450 \mu\text{m}$ の2群が認められたので日間成長量を算出するとそれぞれ $42 \mu\text{m}$ 、 $43 \mu\text{m}$ となった。

1996年：着底開始は9月25日であり、9月28日ボード浜では無節サンゴモ玉石から着底稚仔92個体が得られその殻長組成より $380 \mu\text{m}$ が対応することから、日間成長は $33 \mu\text{m}$ となった。

1997年：着底開始は9月22日であり、9月25日サキカマ崎における無節サンゴモ玉石の着底稚仔165個体の殻長組成では $390 \mu\text{m}$ が対応することから、日間成長は $37 \mu\text{m}$ となる。さらにボード浜では貝殻原盤を9月22日～26日に設置したところ着底稚仔44個体が得られ、その殻長組成では $420 \mu\text{m}$ が対応することから日間成長量は $35 \mu\text{m}$ となった。

したがって、各年の産卵盛期である9月におけるエゾアワビ着底稚仔の日間成長量はその年の水温条件により多少変動するが $30 \mu\text{m}$ から $40 \mu\text{m}$ の範囲にあった。

2) 早期産卵群の成長

1993年における早期着底群として各採集時の最大個体の殻長をみると9月2日 $1,100 \mu\text{m}$ 、9月17日 $1,700 \mu\text{m}$ 、9月21日 $1,750 \mu\text{m}$ 、9月29日 $2,240 \mu\text{m}$ 、10月6日 $2,450 \mu\text{m}$ と推移した。これらを回帰直線式にすると $y = 40x - 250$ (y : 殻長, x : 8月1日起算日数, $r^2 = 0.98$, $p < 0.01$)を得るのでx軸への交点から産卵日は8月6日、着底日は8月10日と推定され、この群の日間成長は $38 \mu\text{m}$ と算出された。また、初期成長は水温に比例することから (Uki *et al* 1981), 低水温で推移した1993年8月、9月の平均水温 18.9°C に対し、1994年の平均水温 22.2°C で日間成長量を換算すると $50 \mu\text{m}$ と推定された。

なお、1993年の有義波高と幼生出現の経過については8月9日に有義波高 3.1m が記録されており、エゾアワビ浮遊幼生の出現も確認された。

この他、9月～10月時における大型個体の出現事例を

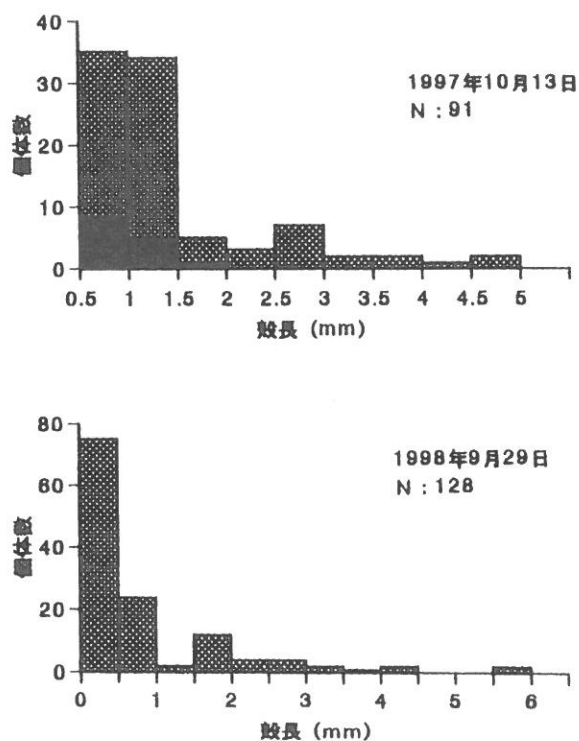


図4-15 エゾアワビの早期着底群を示す9～10月採集稚貝の殻長組成 (1997年の■は死殻の出現を示す)

みると、1997年は10月1日に $4,010 \pm 940 \mu\text{m}$ 、同13日に $3,960 \pm 450 \mu\text{m}$ 、1998年は9月29日に $4,260 \pm 980 \mu\text{m}$ であり、それぞれ早期着底群の存在が認められた(図4-15)。

3) 着底稚仔の減耗実態

天然漁場におけるエゾアワビ着底稚仔の初期減耗について4調査地点で6回の無節サンゴモ玉石と2回の貝殻原盤についてそれぞれ測定結果が得られた(表4-2, 図4-16)。

1985年岩井崎地先の水深5m～10m海底における着底稚仔の 1m^2 あたり密度変化は前期群の着底開始2日後の9月9日に207個体から9月14日に48個体、後期群は着底開始3日後の10月5日に184個体から10月19日に14個体、さらに10月29日に6個体へと急激に減耗していくことが観察され、それぞれ $y = \text{分布個体数}/\text{m}^2$, $x = \text{日数}$ とすると $y = 189 e^{-0.093x}$ ($n = 6$, $r^2 = 0.98$, $p < 0.001$), $y = 162 e^{-0.111x}$ ($n = 8$, $r^2 = 0.92$, $p < 0.001$)の指数的減少が認められた。

1993年大島外海域の水深4m～6m層における着底稚仔の 1m^2 あたり密度変化は前期群では着底開始2日後の9月2日に192個体から9月13日に15個体と12日間で8%, また後期群では着底開始3日後の9月29日に186個体から10月6日に33個体と8日間で18%に減耗しており、それぞれ $y = 191 e^{-0.147x}$ ($n = 6$, $r^2 = 0.94$, $p < 0.01$), $y = 192 e^{-0.128x}$ ($n = 4$, $r^2 = 0.96$, $p < 0.05$)の

指数的減少となった。

1995年志津川湾大浜の水深6m層における着底稚仔の1m²あたり密度変化は着底開始3日後の9月23日に138個体から9月28日には42個体へと減耗しており、 $y = 170e^{-0.141x}$ の指数的減少となった。また、同時に実施した貝殻原盤における着底稚仔の密度変化は $y = 113e^{-0.108x}$ の減少で玉石と同様の結果であった。

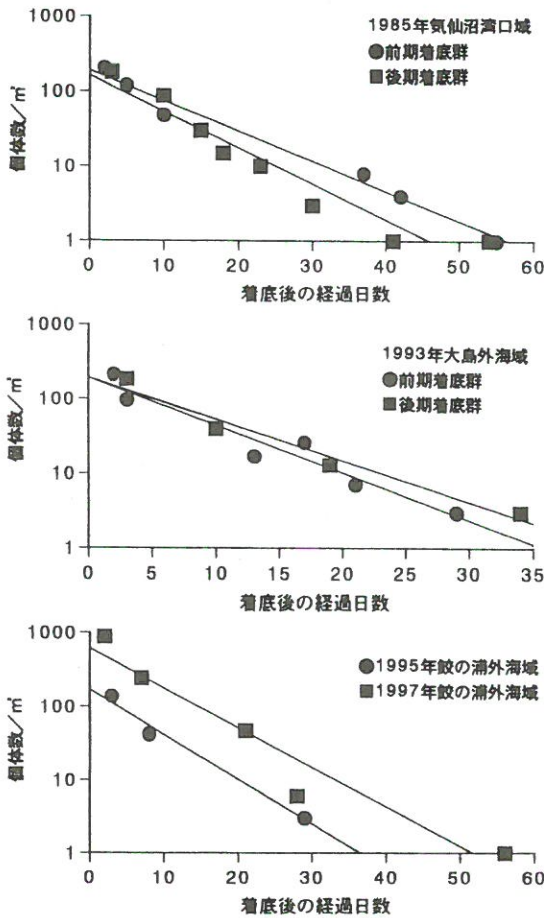


図4-16 天然漁場の無節サンゴモ玉石におけるエゾアワビ着底稚仔の減耗

1997年におけるボーダ浜の水深6m層における着底稚仔の1m²あたり密度変化は着底開始2日後の9月26日に880個体から10月1日には243個体、10月15日には47個体、さらに約1月後の10月22日には6個体と1%以下に減耗しており、 $y = 611e^{-0.124x}$ の指数的減少となった。また、貝殻原盤における着底稚仔の減耗は着底3日、7日後のみの測定であるが $y = 365e^{-0.319x}$ と玉石の約2倍の減耗速度を示した。

4) 着底稚仔のへい死個体

天然漁場の無節サンゴモ玉石から採集したエゾアワビ着底稚仔の顕微鏡観察時においては、軟体部組織が萎縮びらんしたへい死過程の個体が認められ、それらの殻長組成を図4-17に示した。

1996年9月28日ボーダ浜の無節サンゴモ玉石採集時において、軟体部の萎縮へい死個体は92個体中34個体(37%)に認められ、平均殻長は正常個体で $387 \pm 56 \mu\text{m}$ (N: 58), 萎縮へい死個体で $504 \pm 78 \mu\text{m}$ (N: 34)であった。この殻長差について正常個体は卵黄栄養に依存する殻長 $400 \mu\text{m}$ 以下であったが、萎縮へい死個体は卵黄栄養を消費した発育段階にあり、これら軟体部の萎縮半壊現象は着底稚仔の栄養源である卵黄由来物質から天然餌料への転換に関係し、着底後の無節サンゴモ基質上の局所的な栄養不足に起因すると考えられた。

1997年10月1日ボーダ浜の無節サンゴモ玉石採集時における観察総数は304個体であり、その内軟体部の萎縮半壊個体は89個体(29%)に認められた。正常個体の平均殻長は $508 \pm 44 \mu\text{m}$ (N: 31), 萎縮へい死個体で $512 \pm 41 \mu\text{m}$ (N: 50)であった。この時期は着底開始後10日後にあたり萎縮へい死個体の出現が多かったが、特に両者間での殻長差は認められなかった。

さらに、1997年10月13日ボーダ浜無節サンゴモ玉石上における着底稚仔の軟体部萎縮個体の出現率は19%に認

表4-2 野外調査(無節サンゴモ玉石)におけるエゾアワビ着底直後稚仔の減耗事例

調査年月日	着底後の日数	場所	基質	減耗指数式 (r^2)	日間生残率
1985. 9. 7. ~11. 1.	2 ~55	岩井崎	玉石	$y = 189e^{-0.093x}$ (0.98)	91%
1985. 10. 5. ~11. 25.	3 ~54	岩井崎	玉石	$y = 162e^{-0.111x}$ (0.92)	89%
1993. 9. 2. ~9. 29.	2 ~29	大島	玉石	$y = 191e^{-0.147x}$ (0.94)	86%
1993. 9. 29. ~11. 4.	3 ~34	大島	玉石	$y = 192e^{-0.128x}$ (0.96)	88%
1995. 9. 23. ~10. 18.	3 ~28	大浜	玉石	$y = 170e^{-0.141x}$ (0.98)	87%
1995. 9. 23. ~10. 18.	3 ~28	大浜	貝殻	$y = 113e^{-0.108x}$ (0.99)	90%
1997. 9. 26. ~11. 19.	2 ~56	泊浜	玉石	$y = 611e^{-0.124x}$ (0.93)	88%
1997. 9. 25. ~10. 2.	3 ~7	泊浜	貝殻	$y = 365e^{-0.319x}$ (1.00)	73%
平均	2~42	-	玉石	$y = 253e^{-0.124x}$ (0.95)	88%