

鮫の浦湾におけるマボヤ天然採苗の成立機構

佐々木良*

Recruitment structure of natural spat collection for *Halocynthia roretzi* at Samenoura Bay

Ryo SASAKI *

Time series of sea water temperature, phytoplankton, released eggs, tail-bud stage eggs and tadpole stage larvae of Japanese northern ascidian *Halocynthia roretzi* have been monitored to find practical information for its natural spat collection at Samenoura Bay during spawning seasons of 1987-2000. In respect of early recruitment processes, spawning of cultured brood stock matured with the decline of water temperature was induced by the change of water temperature from December through February. Average date of first peak spawning was recognized at 5 January (earliest in middle of December and latest in middle of January), and mean water temperature of that was indicated $11.2 \pm 0.4^{\circ}\text{C}$. Time and patterns of first peak spawning were yearly examined in relation to environmental conditions such as water temperature, phytoplankton and so on. The least-squares linear regression equation fitted to the data was $y = 0.066x + 9.021$ ($r^2 = 0.721$) where y was the mean water temperature of December and January and x was the number of accumulated days from 1 December. Vertical distribution of fertilized eggs and tadpole larvae were examined at entrance, central and inner-most part of the bay by quantitative suction sampling at each depth layers. Tadpole larvae become vertically stratified and settle on the substratum at depths in accordance with the middle depth range of their locations, which settled depth layers were reexamined by natural spat collection. Horizontal distribution of fertilized eggs and tadpole larvae including oceanographical conditions were examined by a bay-wide survey. Fertilized eggs were firstly found at the peripheral part of the northern entrance bay where brood stocks were cultured for industrial production. After spawning, eggs and larvae were locally dispersed with the progress of larval development in coastal waters. Location of larval distribution were gradually removed from the entrance and central area of the bay toward the inner-most part of the bay, and subsequently toward the peripheral part of the southern entrance bay due to water currents. From those results obtained by field case studies, it was evident that natural spat collection was industrialized in the course of recruitment structure which biological conditions such as location of spawning, larval dispersion and aggregative distribution were advantageous for strong settlements of *H. roretzi* at Samenoura Bay.

キーワード：マボヤ, 再生産機構, 天然採苗

ホヤ類と人類との関わりについて, Millar (1971) に従うと①ホヤ類は世界中に分布し, 船底や海中構造物などに付着・汚損し経済的被害を与えていること, ②極東, 地中海, 南米など一部の国々では食用のため採集していること, ③ある特定の物質成分を抽出し商工業的利用に資していることなど密接な相互関係にあり, それゆ

え多くの分類学, 発生学, 生理・生態学的研究が欧米を中心に古くから行われてきている。そして, わが国においてもマボヤは特有の風味を持つ嗜好品として多くの人々に賞味され, その養殖生産は三陸沿岸を中心に1970年代から本格化している(酒井1965, 菊池1986)。

さて, ホヤ類のように移動性の乏しい海産付着生物は

*気仙沼水産試験場

繁殖戦略として浮遊幼生により分布域を拡大し、さらに付着・変態して幼稚仔となりその後の成長・産卵を通じ種の存続をはかっている。それら浮遊幼生の生態学的諸問題は多様な側面を持ち、特に幼生分散から付着変態に至る加入機構は種個体群の動態を解く鍵として多くの関心を集めているが、一連の再生産過程を定量的に把握する調査手法の困難性などにより研究対象となることは少ない現状にある(梶原1991, 菊池1991, 関口1991)。

三陸沿岸域の基幹養殖種であるマガキ、ホタテガイ、マボヤなどはこの浮遊幼生期における付着変態という生物学的特性を産業的に技術展開した天然採苗により大量生産が可能となっている。これらの種では自然の海の生産力を利用した天然採苗方式により養殖用種苗の量産が可能となったが、他方海況などその年々の環境条件による採苗変動も大きいことからさらに浮遊幼生期や付着変態期に係る生態学的知見を積み重ね、天然種苗の安定生産化をはかる必要がある。

1986年以降実施してきた鮫の浦湾におけるマボヤの初期生態に関する野外調査結果はこれまでマボヤ浮遊幼生の分布動態に関する研究として報告してきた(佐々木1997, 2000)。その後1997年, 1998年の現地調査は欠測したが、さらに1999年, 2000年は再開し受精卵, 浮遊幼生の出現分布や環境データなどを付加し得たことから、過去12ヶ年分のケース・スタディを基に天然採苗の成立機構に係る本種の生態学的特性を考察した。

方法・材料

野外調査を実施した鮫の浦湾(38° 22' N, 141° 30' E)は宮城県牡鹿半島の太平洋側に位置し、湾口水深45m, 間口2 km, 奥行き4 kmの典型的な三陸リアス式湾である(Fig. 1)。

当湾におけるマボヤ受精卵の放出モニタリングについ

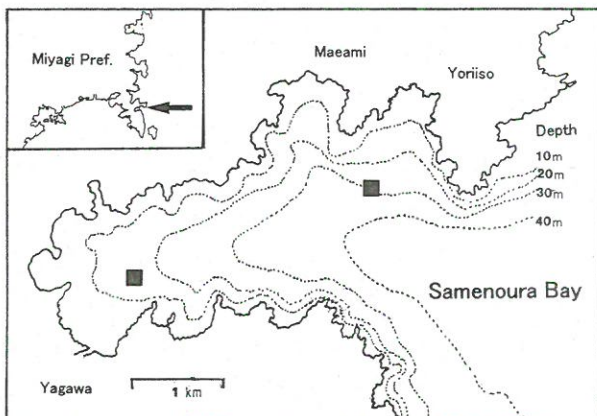


Fig. 1 Sample site locality for plankton monitoring in Samenoura Bay.

ては湾奥域の谷川地先(水深10m)と湾口域の前網地先(水深30m)の両地点において1999年, 2000年の産卵期である12月~3月に北原式プランクトンネット(XX13)を用いそれぞれ水深10m, 20mから表層までの鉛直曳き採集を実施した。同時に両地点の海水環境としてマボヤ餌料である植物プランクトンの出現種組成と沈殿量を測定した。なお, 植物プランクトンの種査定については山路(1966)に依拠した。

また, 2000年産卵期においては4年生養殖親ホヤ(体重: 150~200 g)および同大の天然産親ホヤ各20個体を別々に100 Lタンクで流水飼育し, 排水口で毎朝受精卵を回収することにより両群の卵放出状況を観察した。

さらに, 1996年, 1999年産卵期にはマボヤ Tadpole 浮遊幼生の付着盛期を観測するため湾奥谷川地先の水深5 m層に貝殻コレクター(マガキ左殻150枚連結150cm W長)を定期的に垂下し, 約半年経過後の翌7月にそれぞれ回収し付着稚仔数を測定した。

その他, 鮫の浦湾内におけるマボヤ受精直後卵, 尾芽胚期卵, Tadpole 浮遊幼生の水平的な分布態様を検討するため, 1997年~2000年の各年産卵期に湾内約10地点でプランクトンネットを用い水深20mから表層までの鉛直採集を実施した。この間, 各定点においてCSTD測定記録計による各水深層の水温塩分測定および漂流板による水深5 m層の流向測定を適宜実施した。調査期間中の水温については湾奥谷川地先(宮城県栽培漁業センター資料)と湾口の北東20kmに位置する江ノ島定点観測値(宮城県水産研究開発センター資料)を用いた。

なお, 東北農政局統計情報部の「宮城県漁業の動き」によると, 宮城県の1990年~2000年におけるマボヤ養殖生産量は平均5,585トン(出荷サイズ200 g/個体とすると27,925千個体), 経営体数は724家である。この内, 鮫の浦湾におけるマボヤ養殖生産量は宮城県全体の41%と

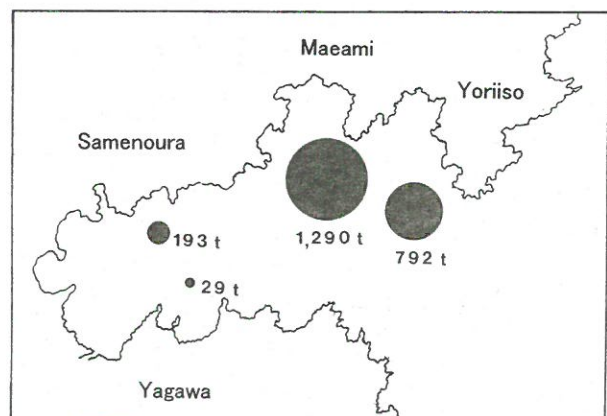


Fig. 2 Production of cultured ascidian, *Halocynthia roretzi*, at each fisherman's co-operative in Samenoura Bay.

なる2,305トン(同11,525千個体)に達している。さらに、鮫の浦湾における生産状況は湾全体の生産量を100%とすると、湾口域に位置する寄磯漁協では34%の792トン(同3,960千個体)、前網漁協では56%の1,290トン(同6,450千個体)、湾奥域の鮫の浦漁協では8%の193トン(同965千個体)、谷川漁協では1%の29トン(同145千個体)であり、湾口域では湾全体の90%が養殖されている(Fig. 2)。

結 果

1 1999年, 2000年における卵, 幼生等の出現状況

Fig. 3に1999年と2000年のマボヤ産卵期間中における受精直後卵, 尾芽胚期卵, Tadpole 浮遊幼生の出現量, 江ノ島, 谷川地先水温, 植物プランクトン沈殿量の時系列的な推移を示した。また, 同期間中の江ノ島気象観測記録における日別風向頻度, 日間平均風速並びに日間最大風速を Fig. 4 に示した。以下, 個体数単位は前網, 谷川

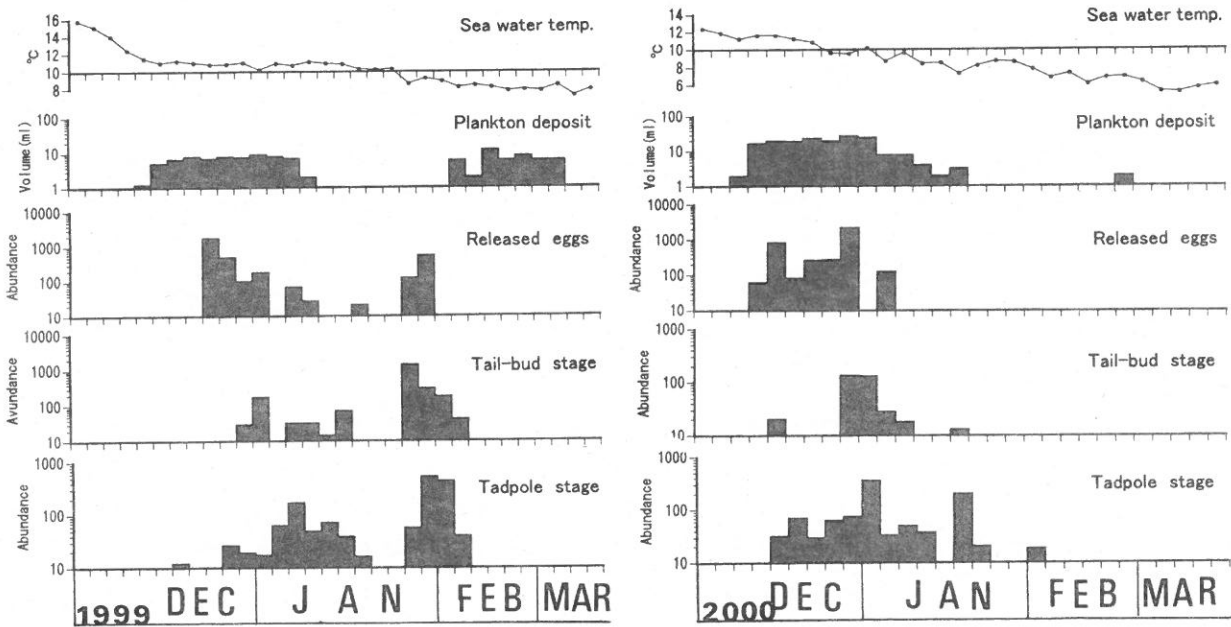


Fig. 3 Time series of sea water temperature, amounts of phytoplankton, released eggs, tail-bud stage eggs and tadpole stage larvae of *Halocynthia roretzi* in Samenoura Bay, 1999 and 2000.

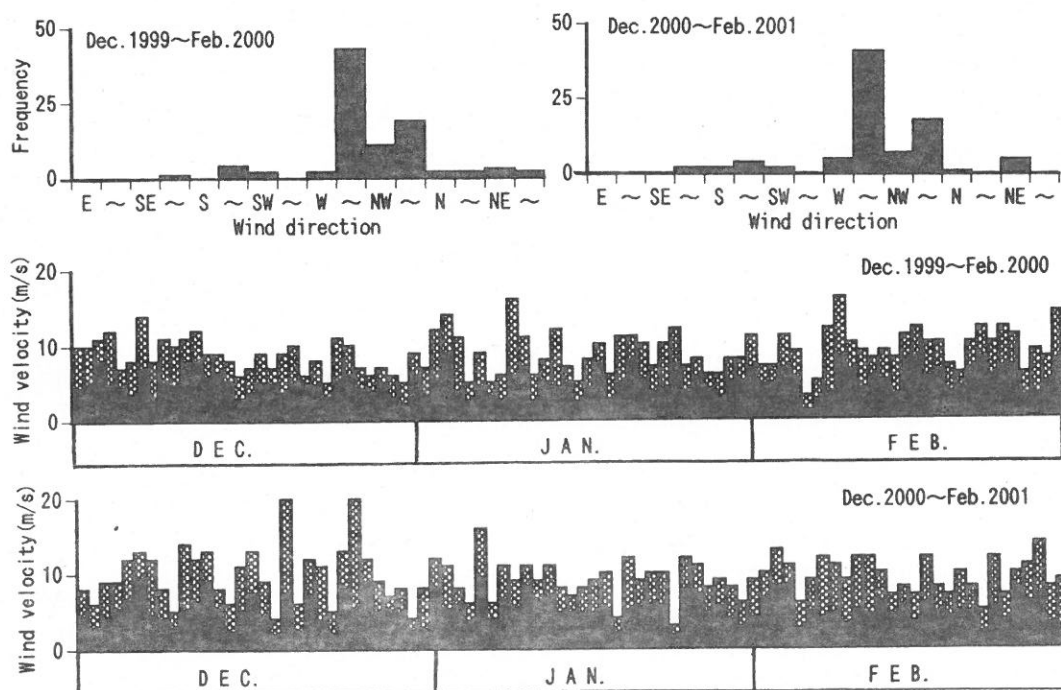


Fig. 4 Time series of wind direction and velocity from December to February, 1999 and 2000.

両モニタリング地点における20m鉛直1曳網当たりの平均採集数である。

1999年：各月の平均水温は12月14.4℃、1月10.7℃、2月8.7℃となり、20年平均水温値に比べ12月中は約2℃高めに推移したが、1月、2月は平年値に戻った。

12月から翌2月までの日別風向頻度は西～北系が74%と卓越し、12月中は間欠的に強い北西風が吹き1月4日には最大風速14m/秒、同10日には最大風速16m/秒を記録した。

植物プランクトン沈殿量は先ず12月下旬から1月上旬にかけて5～9ml認められ、その後減少し2月中旬以降再び増大した。

マボヤ受精直後卵は第一次放出ピークとして12月27日湾口北側域で1,200個～2,240個と大量に出現し始め、以後1月2日に湾央で尾芽胚期卵456個、1月5日に湾奥でTadpole浮遊幼生540個体の出現が認められた。よって、出現ピークは1月上旬に認められ、この時の旬平均水温は11.7℃であった。1月5日以降14日まではTadpole幼生は間欠的に出現したが、その後1月24日までは卵、幼生共にほとんど認められず海水透明度は約15m程で推移した。

その後、第2次放出として1月28日に湾央で尾芽胚期卵3,190個、1月31日に湾奥でTadpole浮遊幼生1,420個体の出現が認められた。植物プランクトンはそれまでほとんど認められなかったが、1月28日、31日に微量ながら0.5～1mlに増大した。この時の水温状況について江ノ島日別水温記録(表層水)を見ると、1月下旬には9℃台まで降温してきたが1月24日、29日にそれぞれ10℃台への昇温が認められた。同様の水温上昇は谷川地先のセンター飼育海水温(5m水深)でも認められ、これらの水温刺激が第二次大量産卵の引き金となったと思われる。

植物プランクトンは12月下旬～1月上旬の第一次放出時は*Asterionella japonica*が優占し、その他*Skeletonema costatum*, *Chaetoceros debilis*, *Chaetoceros decipiens*, *Nitzschia seriata*, *Coscinodiscus* spp.などが出現した。続いて、2月下旬に再度植物プランクトンの増殖が認められ、優占種*Asterionella japonica*の他、*Thalassionema nitzschioides*, *Nitzschia seriata*などが出現した。

2000年：各月の平均水温は12月12.9℃、1月10.3℃、2月6.9℃となり、12月、1月は平年並み、そして2月は約1℃低めに推移した。

12月から翌2月までの日別風向頻度は西～北系が85%と卓越し、12月19日、同25日にそれぞれ最大風速20km/秒、1月8日に最大風速16km/秒を記録した。

植物プランクトン沈殿量は先ず12月中旬から出現し始め、同月下旬にかけて16～27mlと前年に比べ多く認められたが、その後1月上旬以降は減少した。

マボヤ受精直後卵は第1次放出ピークとして12月20日湾口北側域で820個と出現し始め、その後12月28日まで持続的に2,230個まで増大した。また、Tadpole浮遊幼生は12月22日には100個体以上出現し始め、その後1月1日には湾奥域で630個体まで増大した。よって、第1次大量出現ピークは12月下旬に認められ、この時の旬平均水温は11.9℃であった。その後1月上旬までは間欠的に卵、Tadpole浮遊幼生の出現が続いたが、1月中旬以降特に大きな出現はなく第2次放出として1月15日にTadpole浮遊幼生が単発的に出現した程度であった。

マボヤ卵の放出ピークであった12月下旬～1月上旬の植物プランクトンは*Asterionella japonica*が優占した他、*Chaetoceros debilis*, *Coscinodiscus* spp., *Nitzschia seriata*, *Thalassiosira decipiens*などが出現した。

2 定期垂下コレクターの付着稚仔量

1996年、1999年の産卵期間中に定期垂下した貝殻コレクターを半年後に回収しそれぞれ計数した付着稚仔量の変化をFig. 5に示した。

1996年における尾芽胚期卵、Tadpole幼生の出現は1月2日～13日にそれぞれ357個、158個体が出現したことから放出ピークは1月上旬とみなされた。また、1月22日、24日にも尾芽胚期卵、Tadpole幼生はそれぞれ95個、104個体出現したことから1月下旬に第2回目のピークがあったとみなされた(佐々木1997)。

各垂下開始時期別のコレクターにおける付着稚仔量の最多は12月27日垂下設置区で2,505個体、次いで12月12日垂下区1,755個体、そして11月29日垂下区1,710個体であった。Tadpole浮遊幼生の出現ピークは1月上旬であり、1月9日以降の垂下コレクターでは幼生出現盛期にやや遅れたと思われる。

その他の付着生物としては、表層ではマコンブ*Laminaria japonica*、アナアオサ*Ulva pertusa*、ムラサキガイ*Mytilus edulis*が11月、12月、1月上旬設置区で優占したが、1月下旬以降については特に大型付着生物種は認められなかった。

1999年における尾芽胚期卵、Tadpole幼生の出現は上述のとおり、マボヤ受精直後卵は第一次放出ピークとし

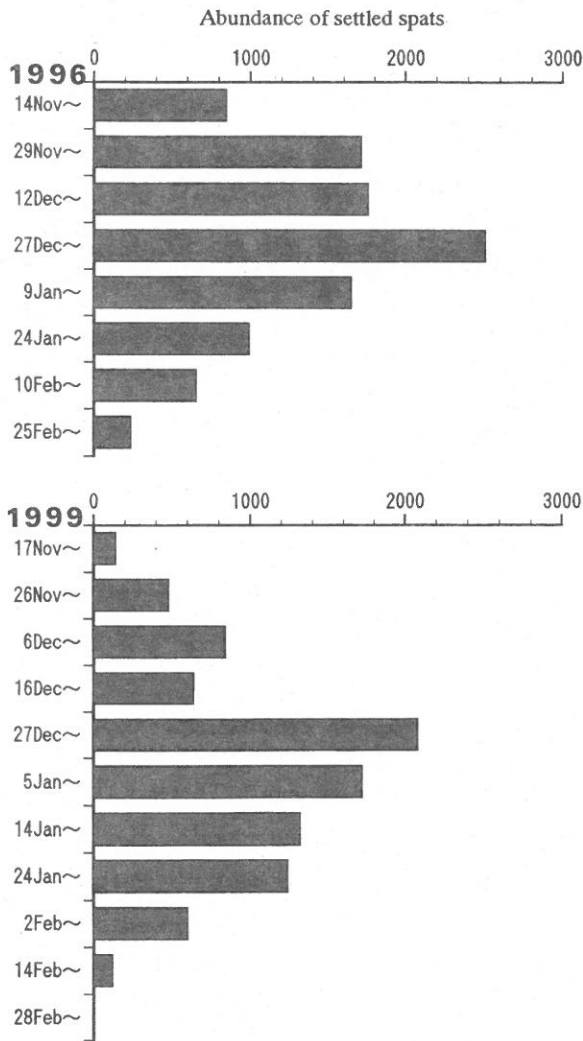


Fig. 5 Fluctuations of abundance for settled spats of *Halocynthia roretzi* set in periodical time during spawning season on shell collector, 1996 and 1999.

て12月27日湾口北側域で1,200個~2,240個と大量に出現し始め、以後1月2日に湾央で尾芽胚期卵456個、1月5日に湾奥でTadpole浮遊幼生540個体の出現が認められた。その後、第2次放出として1月28日に湾央で尾芽胚期卵3,190個、1月31日に湾奥でTadpole浮遊幼生1,420個体の出現が認められた。

各垂下開始時期別のコレクターにおける付着稚仔量の最多数は12月27日垂下設置区で2,080個体、次いで1月5日垂下区1,720個体、そして1月14日垂下区1,320個体であった。Tadpole浮遊幼生の出現ピークは1月上旬と1月下旬であったことから、2月2日以降の垂下コレクターでは幼生出現盛期にやや遅れたと思われる。

その他の付着生物としては、1966年同様表層でマコンブ、アナアオサ、ムラサキイガイが11月、12月、1月上旬設置区で優占したが、1月下旬以降については特に大型生物の付着は認められなかった。なお、1999年調査で

最初に設置した11月17日垂下コレクターには原盤全体にイワガキ *Crassostrea nipponica* の付着が特異的に認められた。イワガキは大波浪に反応して産卵することが報告されており(山田・三浦1997)、この年の好付着は10月28日に最大有義波高5.73mがあったこと、11月の平均水温が17.7℃と20年平均水温15.6℃より2.1℃高く推移したことなどに起因したと思われる。

3 室内における天然・養殖群の卵放出状況

2000年のマボヤ産卵期に室内タンクでろ過海水により隔離飼育した天然親群、養殖親群の産卵放出状況を Fig. 6 に示した。産卵放出量は毎朝ネットで回収した沈殿卵の容積を測定し、1ml当たりの受精卵数である7,000粒を乗じて記録した。

観察期間中、天然親群、養殖親群共に1月1日、9日、18日、22日、29日にそれぞれ同期的な放出が認められた。特に放出量が多かったのは1月9日の天然群：510千粒、養殖群：1,080千粒、1月18日の天然群：840千

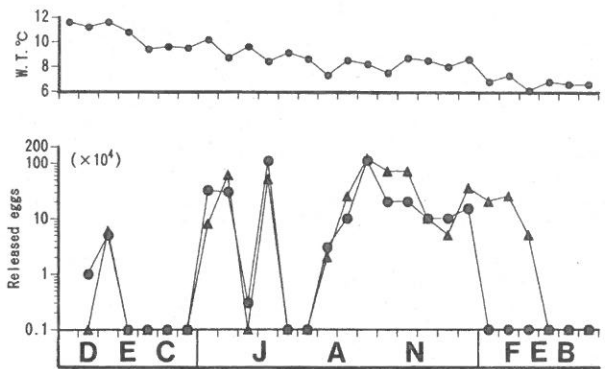


Fig. 6 Time series of sea water temperature and amounts of released eggs derived from natural (▲) and cultured (●) blood stocks of *Halocynthia roretzi* in separate rearing tanks.

粒、養殖群：770千粒であった。なお、プランクトン採集による天然海域での採集調査では12月28日に受精直後卵、そして1月1日にTadpole幼生の最多出現を記録しているの、ろ過海水で飼育した室内条件下では天然に比べ約10日遅れて第一大量放出期があったことになる。天然、養殖の両親群に共通する環境条件は飼育水温であり、これら放出日の水温状況をみると、1月1日は9℃台から10℃台への昇温、9日は8℃台から9℃台への昇温、18日、22日、29日は7℃台から8℃台への昇温が記録され、それぞれ水温刺激が産卵放出に関与していると思われる。そして、天然親群(x)と養殖親群(y)の放出量の関係は $y = 0.73x$ ($R^2 = 0.58$) で示され、両親群の産卵放出には同期性があるとみなされる。

4 湾内流況と水温、塩分分布

湾内の漂流板による水深5m層の流向調査は1995年11月22日, 12月8日, 20日, 22日, 24日, 1999年12月24日の計12地点で適宜実施した。これらは特に潮汐条件など考慮せず任意に短時間実施しただけなので定量的解析は困難だが, 定性的な傾向としてこれらの流向状況を一括した(Fig.7)。概観的な湾内流向として湾口では南から北方向への恒流が存在し, それに付随し湾内では反時計回り方向の流れが認められた。

湾内のプランクトン採集地点における水温・塩分の垂直分布データは1997年1月9日, 13日, 1998年1月5日の計35地点について得られた。

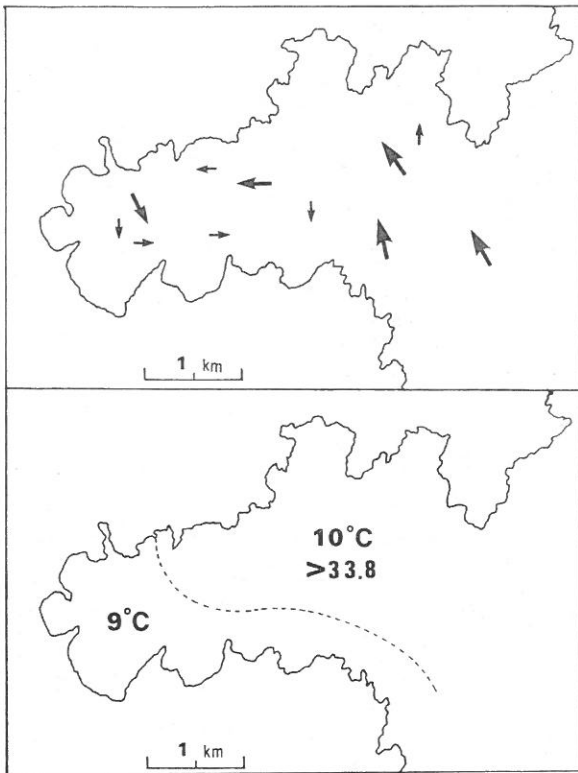


Fig.7 Environmental conditions of water currents delineated by the data of each survey time and typical example of water masses divided by surface water temperature and salinity at 9 Jan. 1997.

1997年1月9日：調査地点12ヶ所の1m層ごとのCSTD測定記録計による各水深層の水温塩分測定値を得た。水温分布をみると湾口域, 湾北岸域, 湾央域の全層は水温10°C台になっているが, 湾奥谷川地先の表層から湾口南側サキカマ崎地先の水深8m層まで表層9°C台の低塩分化した海水がある。これは3日前の降雪に由来した湾奥河川からの海水と考えられ, 上記の湾内流況結果を裏付けている。

1997年1月13日：調査地点10ヶ所の1m層ごとのCSTD測定記録計による各水深層の水温塩分測定値を得た。水

温分布をみると湾口域, 湾北岸域, 湾央域の全層および湾奥表層は10°C台となっているが, 湾奥から湾南岸域の中底層に9°C台の海水温になっており, 湾口から湾奥方向への沖合海水の侵入が認められる。

1998年1月5日：調査地点13ヶ所の1m層ごとのCSTD測定記録計による各水深層の水温塩分測定値を得た。水温分布をみると湾口域, 湾北岸域, 湾央域の全層および湾奥表層は11°C台となっているが, 湾奥から湾南岸域の中底層に10°C台の海水温になっており, 湾口から湾奥方向への沖合海水の侵入が認められる。

これら3回の調査結果は同じ傾向を示していることから湾内流況の基本パターンと考えられる。すなわち, いずれの調査日も湾内の水温・塩分分布として高水温・高塩分海水は湾口北側域から湾奥域に向かって侵入しており, 定常的な海況事例として上記流向データを支持していた。

5 鮫ノ浦湾における卵, 幼生等の水平分布

1997年~2000年のマボヤ産卵期に鮫の浦湾内で実施した受精直後卵, 尾芽胚期卵, Tadpole浮遊幼生の水平分布状況を Fig. 8のA~Uに示した。以下, 分布密度の単位は20m鉛直曳き1回当たりの採集個体数である。

1997年1月調査：この年の江ノ島における12月, 1月の平均水温は11.73°Cであり, また同月の20年平均水温値は11.60°Cであることから標準的な水温環境で推移した。1996年における尾芽胚期卵, Tadpole幼生の出現は1月2日~13日にそれぞれ357個, 158個体が出現したことから放出ピークは1月上旬とみなされた。

1月9日：植物プランクトン量は湾口域では7~12mlであったが湾奥域では1~2mlであった。受精直後卵は出現しなかったが, 尾芽胚期卵は湾口北岸域および湾央域に多く認められていた(Fig. 8 A)。また, Tadpole浮遊幼生は尾芽胚期卵同様に湾央域に多く, これまでの事例のように湾奥域と湾南岸域には多く認められなかった(Fig. 8 B)。湾内流況は上記のとおり, 湾口, 湾央域と湾奥, 湾南岸域では水温分布が異なり, これら卵, 幼生分布状況は巨視的に湾内流況と対応し産卵放出場所に滞留する傾向を示した。

1月13日：植物プランクトン量は湾口域では12~15mlであったが湾奥域では3~7mlであった。受精直後卵は出現しなかったが, 尾芽胚期卵は湾央域に多く認められていた(Fig. 8 C)。また, Tadpole浮遊幼生は湾奥域と湾南岸域に多いものの全湾的に認められ(Fig. 8 D), これら幼生分布状況は巨視的には湾内流況と一致するが, 個々の地点ごとの明らかな対応は認められない。



Fig. 8 Horizontal distribution pattern of abundance of released eggs, tail-bud stage eggs and tadpole stage larvae of *Halocynthia roretzi* in Samenoura Bay, 1997-2000.

1998年1月調査：この年の12月，1月の平均水温は10.98℃であることから，20年平均水温値よりやや低めの水温環境で推移した。

1月5日：植物プランクトン量は湾口域では8～12 mlであったが湾奥域では1～2 mlであった。受精直後卵は湾口北側域に認められていた(Fig. 8 E)。一方，尾芽胚期卵やTadpole浮遊幼生は湾奥域と湾南岸域に多く認められている(Fig. 8 F)。これら幼生の定常的分布状況は巨視的に湾内流況と一致するが，個々の地点ごとに流況との対応を見るのは瞬間的なので明らかではない。

1999年12月調査：この年の12月，1月の平均水温は12.55℃であることから，20年平均水温値より約1℃高い水温で推移した。卵，幼生の出現ピークは12月下旬～1月上旬および1月下旬に認められた。

12月27日：この前12月22日，24日にも広域調査をしたが，卵，幼生ともに散在的に少数しか出現していなかった。12月27日の調査で本格的な放出量として1曳網当たり1,366～1,680粒の受精直後卵が湾北部域の前網地先で認められた(Fig. 8 G)。また，尾芽胚期卵，Tadpole幼生はまだ数は少ないが湾中央から湾奥にかけて分布が認められた(Fig. 8 H)。

12月28日：植物プランクトンの分布は各地点で5～10 mlであり湾口にやや多い傾向はあった。12月27日同様，受精直後卵は湾口，湾北部域の寄磯，前網地先に認められた(Fig. 8 I)。12月27日放出され受精後1日経過した尾芽胚期卵の分布は湾中央域を中心に分布し，湾口，湾奥域にはほとんど認められていない(Fig. 8 J)。受精後2日以上経過したTadpole浮遊幼生の分布は湾奥域に多く，湾口域には少ない分布を示した(Fig. 8 K)。

2000年1月：

1月2日：植物プランクトンの分布は各地点で5～12 mlであり湾口にやや多い傾向はあった。12月27日，28日同様，受精直後卵は湾口，湾北部域の寄磯，前網地先に認められた(Fig. 8 L)。また，尾芽胚期卵，Tadpole浮遊幼生の分布は湾中央から湾南岸域に多く認められたが，湾口域の養殖施設ブイの位置方向がやや南向きになっていたことから流況がやや通常時と異なっていたと思われる(Fig. 8 M)。

1月5日：植物プランクトンの分布は湾口に多い傾向はあるが，やや減少し各地点で2～10 mlとなった。これまで同様，受精直後卵は湾口北部域の寄磯地先に多く認められた(Fig. 8 N)。Tadpole浮遊幼生の分布は湾奥谷川地先に1,104個体と集中的な分布が認められたが，その他湾口域にも260～308個体が認められていた。1月4

日に平均風速9.0 m/秒(最大風速14 m/秒)の北西季節風が観測されており，湾内流況が定常時と異なりTadpole浮遊幼生の湾外分散を促進したと思われる(Fig. 8 O)。

1月7日：植物プランクトンの分布はさらに減少し各地点で2～4 mlとなった。尾芽胚期卵，Tadpole浮遊幼生の分布も全体に減少し，湾中央域，湾南岸域にやや多く認められた(Fig. 8 P)。なお，Tadpole浮遊幼生は尾部が退化し始めた老熟個体の割合が多くなり，第一放出期の終了が示唆された。

1月31日：水温は1月下旬に9℃台にまで降温してきたがその間1月24日，29日にそれぞれ10℃台へ昇温が認められ，これらの水温刺激が第二次大量産卵の引き金となったと思われる。植物プランクトンの分布は特に多くなく，各地点で2～4 mlであった。受精直後卵は湾口北部域，湾中央域に676～1,614粒と多く出現したが，湾奥域ではほとんど認められなかった(Fig. 8 Q)。尾芽胚期卵は湾中央から湾奥域にかけて288～544粒と多く出現したが，湾口域では少なかった(Fig. 8 R)。Tadpole浮遊幼生の分布は湾奥域で1,038～1,520個体と大量に認められ，受精直後卵，尾芽胚期卵，Tadpole浮遊幼生それぞれの分布の中心位置は湾口北部域，湾中央域，湾奥域へとシフトしているのが認められた(Fig. 8 S)。

2000年12月調査：この年の12月，1月の平均水温は11.58℃であることから，20年平均水温値に近似した標準的水温環境で推移した。卵，幼生の出現ピークは12月下旬に認められた。

12月22日：植物プランクトンは湾口で20～25 ml，湾奥では10 ml前後の分布を示した。産卵は12月18日から確認されたが，その後12月19日は平均風速7.5 m/秒(最大風速20 m/秒)，12月21日平均風速7.2 m/秒(最大風速12 m/秒)など北西季節風の強い日があり，湾内流況は複雑になっていたと推測される。すなわち，卵の出現はこれまでの湾中央域の他，湾口南側域でも認められ(Fig. 8 T)，尾芽胚期卵やTadpole浮遊幼生は湾口，湾中央，湾奥各域で分散的に出現した(Fig. 8 U)。

考 察

1 産卵刺激となる一般的環境要因

マボヤはTadpole浮遊幼生の生活期間が数日間と短いことから産卵開始時期の把握が天然採苗の成否を握る鍵として極めて重要となる。海産付着生物の多くは体外受精により繁殖し，その放卵，放精，幼生放出には太陰周期や潮汐周期が知られ，多くの種が同時に放卵放精する

ためのトリガー感知機能を発達させている。一般的には水温が繁殖の同調や開始のトリガーとして大きな役割を持っていることが知られているが、その他に餌料や日長などの関与が考えられる。

水温に関してはこれまで多くの事例が報告され、例えば低水温下での産卵種としてホタテガイでは基準水温2.2℃で放出積算温度が285℃・日となる春季に産卵最頻時期が認められる(丸1985)。その他、産卵期が夏季のマガキでは10℃を基準に積算温度量が600℃で産卵が起きること(今井ら1971)、産卵期が秋季のエゾアワビでは7.6℃から積算して成熟有効積算温度が雄で1,000℃・日、雌で1,500℃・日に到達してから産卵盛期が認められている(浮・菊地1982)。

餌料に関しては寒流系フジツボ類 *Balanus balanoides*, チシマフジツボ *Semibalanus cariosus* の幼生孵化が春季の珪藻大増殖期に同調して起きることが報告されている。春季ブルームの始まる正確な期日やその規模は年によりかなり大きい変動があるが、進化史的な時間の経験に伴う遺伝の獲得によってほぼ毎年餌料の豊富な時期後に繁殖が始まるよう生理的な季節カレンダーが考えられている(Crisp1956, 加戸1990,1991)。

日長など光条件に関し、沼宮内(1991)は配偶子放出の機構を解明する中でマボヤの脳神経節が光受容機能を

持っているとし、子孫を残すためには同調して放卵放精(配偶子放出)することが重要であることから昼夜の光周期を利用する繁殖方式を報告している。

その他、潮汐が産卵誘発に大きい支配力を持つマガキの事例(小金沢1978)、シケに伴う波浪の物理的な衝撃・攪乱によって産卵放出するムラサキインコガイの事例等が報告されている(佐々木1984)。

以上のように、海産生物の卵、精子の放出刺激として水温、餌料、波浪などの外部環境要因が報告されているが、本質的には浮遊幼生の拡散につながるであろう環境水の変化が共通したトリガーであると考えられる。いずれにしても種が持つ生態学的な再生産戦略としてこれら繁殖時期の同調は産み出された卵や幼生の生残確率の向上をはかる上で重要であり、その季節周期は地史的な時間を通して種が進化してきた歴史と環境によって遺伝的に決められているとされる(向井1998)。

2 卵・幼生の経年的な出現態様の比較

以下にこれまで12ヶ年分のケース・スタディに基づく卵、浮遊幼生の出現時期や分布動態など天然採苗の成立機構に関わる生態学的特性を考察する。

1987年~2000年(1997, 1998年欠測)の各年産卵時期における尾芽胚期卵, Tadpole 浮遊幼生の出現状況を時系列で Fig. 9 に示した。各年における第一次大量出現

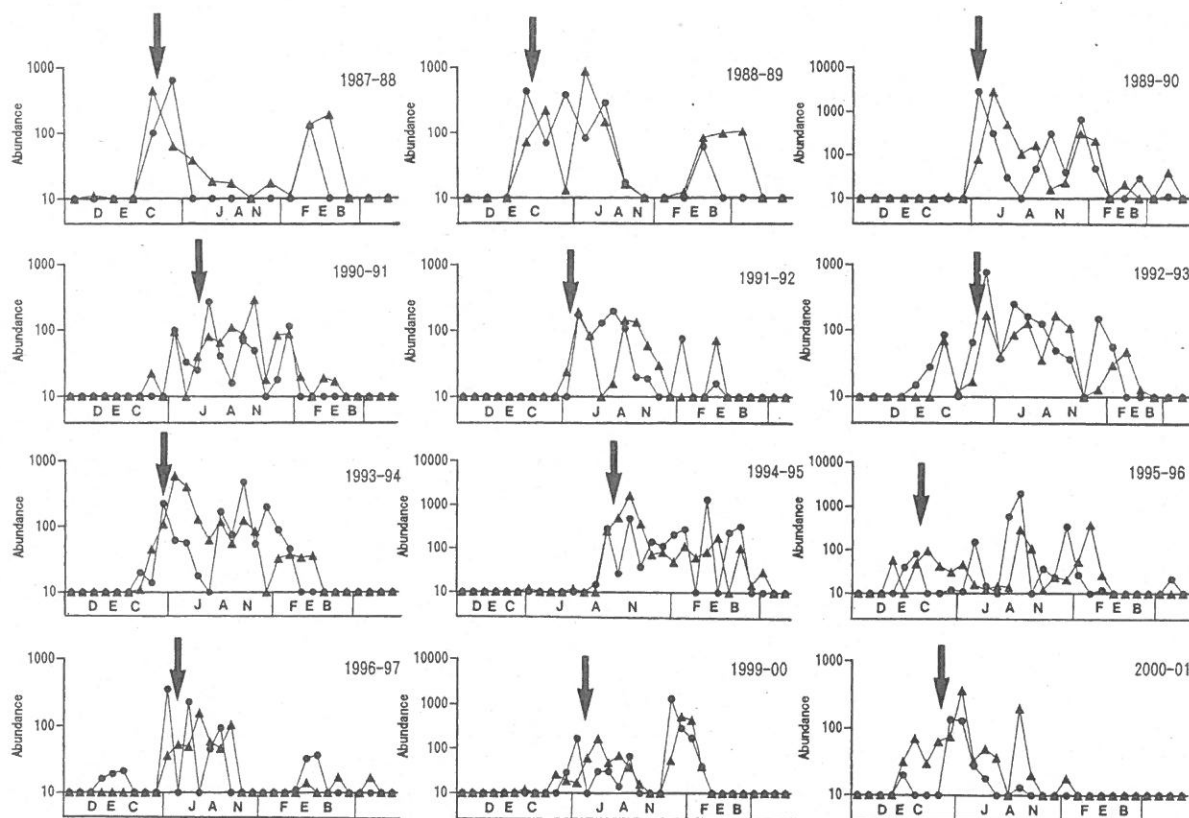


Fig. 9 Time series of abundance of tail-bud stage eggs (●) and tadpole stage larvae (▲) of *Halocynthia roretzi* from December to March, 1987-2000. Arrow indicates first peak spawning at each years.

ピークを図中矢印で示したが、ここでいう第一次大量出現とは年により差があるが概ね Tadpole 浮遊幼生が持続的に100個体以上出現した時期であり、年によってはその後さらに第二次の出現ピークを示すこともある。例えば、1995年(低水温年)、1999年(高水温年)のように12ヶ年中2ヶ年については第一次大量産卵と最大出現時期は異なる結果となった。しかし、1999年のコレクター調査結果(Fig. 5)から判断すると、1月下旬に浮遊幼生として大量出現があっても付着稚仔量としてはそれ程多くなく、むしろ1月上旬の付着稚仔量の方が多量であったことから、採集時における幼生分布の偏りも一因と考えられる。

水温について概観的な類型区分を試みると、低水温年であった1987年、1988年、1995年は産卵期間が12月～2月まで長期であり、一方高水温年であった1990年、1994年、1999年は産卵期間が1～2月の短期間である傾向が認められる。そして、幼生出現ピークについては前期と後期または大小複数回が明かな場合(典型:1999年)と間欠的な少量出現が続きピークとしては1回の場合(典型:1990年)などのパターンが認められる。このような出現パターンにはその年の産卵刺激となる水温経過や植物プランクトンの増殖など産卵刺激要因の度合や頻度が関与し、さらにその根底には季節風や水温変動に影響を及ぼす気象海況条件などが考えられる。

なお、前述のとおり卵、浮遊幼生の出現状況には前期群や後期群の存在があり、それぞれ養殖親群と天然親群の成熟時期の違いに起因することが当初想定された。しかし、Fig. 6 に示したとおり天然親群、養殖親群を別個

に飼育した今回の室内実験結果から両群の放出時期については同期性があり差異が認められないことから、プランクトン調査で認められる前期・後期群の出現ピークの違いは親集団の産卵刺激間隔でありそれぞれ天然・養殖両群に由来していると考えられる。

3 江ノ島水温と産卵・放出時期の関係

マボヤの発生特性として産卵2日後には Tadpole 浮遊幼生期に達するので上記 Fig. 9 の大量出現の確認時は大量産卵の開始時と同義である。マボヤの産卵期水温として1987年～2000年の11月から3月における江ノ島の旬別平均水温に上述した大量産卵開始時を矢印で示した(Fig.10)。卵、浮遊幼生の大量放出の開始時期は各年の水温経過により12月と1月の間に分散しているが、一定の水温範囲に収束している傾向が認められた。すなわち、12年間の大量産卵開始時の水温は最高が2000年の11.9℃、最低は1988年の10.5℃であり、平均11.2±0.4℃と比較的狭い水温範囲に認められた。

産卵刺激となる水温変化に関連し、鮫の浦湾と湾形態の類似した岩手県大槌湾において冬季季節風に伴う暖水流入事例として、12月8日風速16m/秒の気象条件でその2日後に中層海水で流向流速の変化と水温の急上昇(1.5℃)が観測されており(四籠1980)、季節風の影響がマボヤの産卵時の環境変化に影響を与えていることが推測される。しかし、マボヤ産卵の最頻時期である1月上旬に鮫の浦湾口域(水深50m)で実施した水温調査では表層から海底まで水温分布は1997年1月9日10.5℃、1998年1月5日11.3℃と上下共均一で海水混合期が終了しており、毎冬そのような水温上昇をもたらす急激かつ大

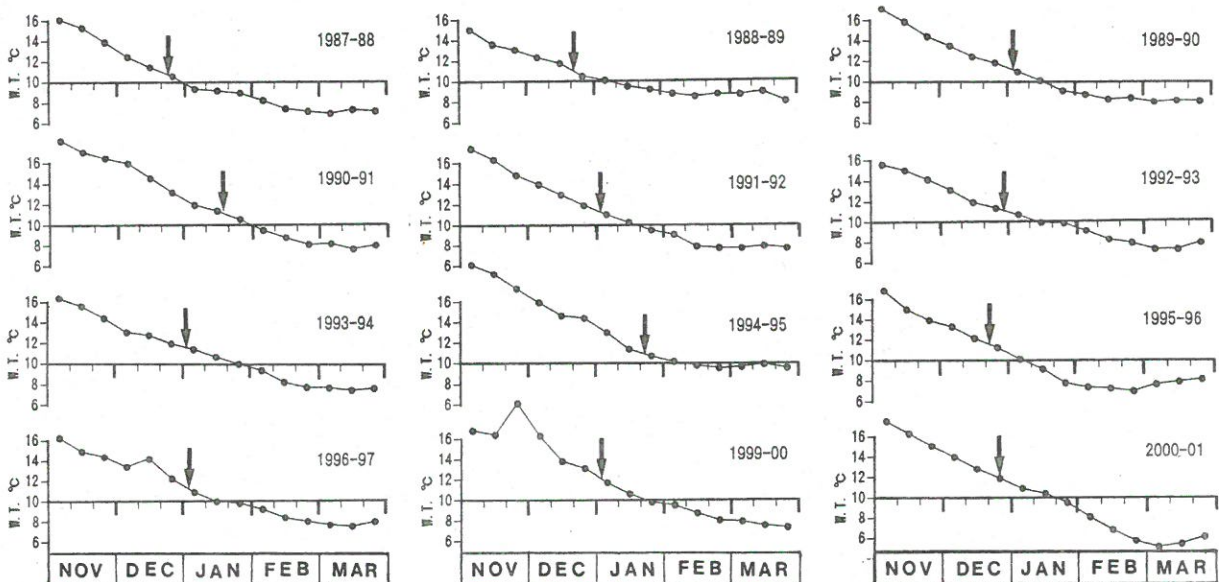


Fig.10 Changes in surface sea water temperature at Enoshima from November to March, 1987-2000. Arrow indicates first peak spawning at each years.

規模な暖水流入現象は多くないと考えられる。

マボヤの成熟は秋から冬にかけ水温低下と共に進行していくが(Sugawara・Goto1968), 産卵が平均水温11.2±0.4℃で始まるということは冷年では産卵時期が早くなるので積算水温がより小さくなること, 暖年は産卵時期が遅くなるので積算水温がより大きくなることを示している。一般的に成熟進行は水温経過, 産卵刺激は水温変化にそれぞれ対応することから両者の関係は区別する必要があるが, 今回の結果からマボヤの産卵開始時期を規定するのは積算した水温経過というより11.2±0.4℃の一定水温値であると推測される。積算水温と産卵との関係について, マボヤは水温下降期に成熟する種特性があることから, 水温上昇期に成熟・産卵するホタテガイ, マガキ等とは異なる機構が考えられる。

4 植物プランクトン沈澱量と産卵・放出の関係

水温同様に産卵刺激要因と考えられる餌料環境については各年の調査時における植物プランクトン沈澱量を指標とし, それらの推移の中にマボヤ卵, 幼生の大量出現開始時を矢印で示した(Fig.11)。その結果, 幼生の大量出現の開始時すなわち大量産卵開始時に植物プランクトンの増殖開始が認められたのは1987年, 1988年, 1993年, 1994年, 1996年, 2000年の6事例, すでに増殖中であつたのは1989年, 1990年, 1992年, 1995年, 1999年の5事例, 特に植物プランクトンの発生が認められなかつ

たのは1991年の1事例のみであつた。

産卵開始が植物プランクトンの発生に同調する事例は前述したとおり寒流系フジツボ類で報告されており, 有力な産卵刺激要因の一つとして考えられる。Crisp (1956)は室内実験において配偶子の放出が餌料投与後1~2日後に起きることを観察しており, 天然環境下でも餌料条件に対する産卵反応は水温変化より緩やかな反応であることが類推される。なお, 三陸沿岸域では春季大增殖期に向かいブルーミング状態になる場合が多いといわれるが, 大量産卵開始時である12月, 1月の植物プランクトンの増殖は春季の本格的なブルーミングに比べると濃度は低くその後持続せず自然凋落していくパターンである。

また, 産卵期後半の2月, 3月にも植物プランクトンが増殖することがあるが, その場合は再び産卵が起きる訳ではなく, むしろ水温上昇を伴う場合に産卵が起きる事例が多い。

これら大量産卵の開始時における植物プランクトンの経年的な種組成の中でそれぞれ最優占種は10ヶ年中 *Asterionella japonica* が3ヶ年, *Chaetoceros debilis* が2ヶ年, *Ditylum brightwellii* が2ヶ年であつた(Tab.1)。しかし, 高水温年, 冷水温年の条件下で特定の優占種が出現する傾向はなく, その年々の気候や沿岸域の環境条件によりある種の植物プランクトンが偶発的に優占する

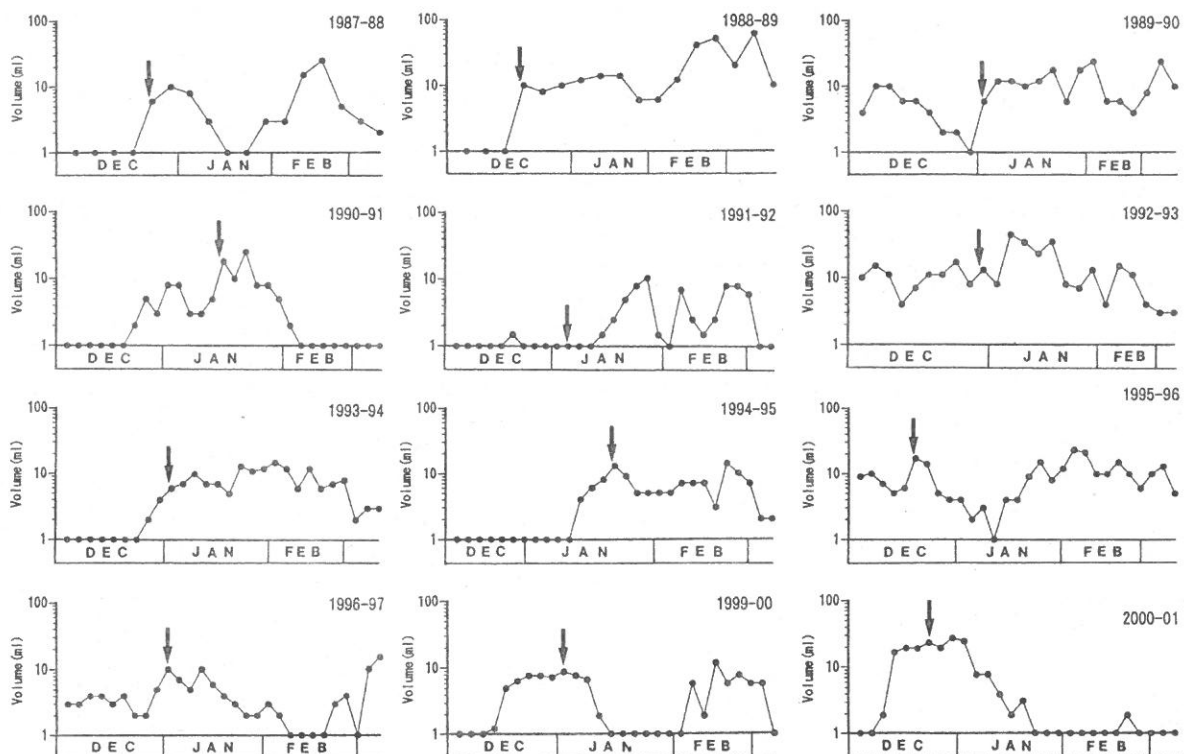


Fig.11 Changes in abundance of phytoplankton from December to March, 1987-2000. Arrow indicates first peak spawning at each years.

Tab. 1 Major species of phytoplankton distributed in the spawning time for *Halocynthia*

Species	Years									
	1989 JAN.	1990 JAN.	1991 JAN.	1992 DEC.	1993 JAN.	1994 JAN.	1995 DEC.	1996 JAN.	1999 JAN.	2000 DEC.
<i>Asterionella japonica</i>		+		●		+	+	+	●	●
<i>Chaetoceros affinis</i>			+			+				
<i>Chaetoceros debilis</i>	+	●	◎	+	+		●	+	+	+
<i>Chaetoceros decipiens</i>					+		+		+	
<i>Chaetoceros socialis</i>		+	+		◎			◎		
<i>Coscinodiscus spp.</i>	+	+		+	+	+	+	+	+	+
<i>Ditylum brightwellii</i>	●					●				
<i>Nitzschia seriata</i>	+	+	+	+	+		+		+	+
<i>Rhizosolenia spp.</i>						+				
<i>Skeletonema costatum</i>	+			+					+	
<i>Thalassionema nitzschioides</i>	+		+		+	+	+			
<i>Thalassiosira decipiens</i>	+					+				+
<i>Thalassiosira hyalina</i>					+		+			
<i>Thalassiosira nordenskioldii</i>		+	+					+		

(●: dominant, ◎: frequent, +: common)

Tab. 2 Comparisons for dates of peak abundance (maximum numbers haul⁻¹) of bud-tail eggs and tadpole larvae of *Halocynthia roretzi* with the data of environmental conditions, 1987-2000.

Year	Bud-tail stage egg		Tadpole stage larva		Temperature (A)	Days (B)	Correlation (C)
	Date	Abundance	Date	Abundance			
1987	28 Dec.	644	24 Dec.	448	10.31	24	High
1988	21 Dec.	438	4 Jan.	862	10.52	35	High
1989	4 Jan.	2,870	6 Jan.	2,850	11.30	37	Moderate
1990	11 Jan.	452	22 Jan.	290	12.92	53	Moderate
1991	5 Jan.	228	5 Jan.	345	11.59	36	Low
1992	28 Dec.	897	8 Jan.	203	11.10	39	Moderate
1993	29 Dec.	314	3 Jan.	888	11.66	34	High
1994	21 Jan.	2,708	21 Jan.	3,612	13.32	52	High
1995	19 Jan.	3,360	20 Dec.	131	10.61	20	Moderate
1996	2 Jan.	516	13 Jan.	244	11.73	44	High
1999	28 Jan.	3,192	31 Jan.	1,416	12.55	62	Moderate
2000	28 Dec.	180	1 Jan.	630	11.58	32	High

(A) Mean sea water temperature of December and January.

(B) Number of days accumulated from 1. December.

(C) Correlation between larval abundance and phytoplankton.

と考えられ、マボヤの産卵放出に対しある特定種の植物プランクトンの関与は認められない。

5 冬季水温と幼生出現時期の関係

経年的な採集調査の中で各年の尾芽胚期卵、Tadpole浮遊幼生が最大出現量を示した月日や密度、各年の水温経過状況や餌料環境として植物プランクトンの出現同調性などについて対応度合を示した(Tab. 2)。さらに、各年産卵期における水温経過の指標として12月、1月の平均水温値を併記したが、高水温年は1994年、1990年、1999年の順、低水温年は1987年、1988年、1995年の順であった。

Tadpole浮遊幼生の大量出現の開始時として一番早いのは1995年の12月20日、一番遅いのは1990年の1月22日であり、その平均値は1月5日となった。

採苗器設置作業上、その年のマボヤ産卵日は事前に予測されることが望ましいことから、産卵期前の11月、12月の平均水温と起算日数の関係をFig.12Aに示した。Tadpole浮遊幼生の最大出現日は同様に高水温年になる程遅くなる傾向が認められ、平均水温(y)と起算日数(x)との関係は $y = 0.076x + 11.476$ ($R^2 = 0.590$)で示されたが、変動が大きくなり予測精度は低下している。

Tadpole浮遊幼生の最大出現時期の遅速について12月

1日を起算日として、その年の産卵期である12月、1月の平均水温との関係を Fig.12B に示した。Tadpole 浮遊幼生の最大出現日は高水温年になる程遅くなる傾向が認められ、平均水温(y)と起算日数(x)との関係は $y = 0.066x + 9.021$ ($R^2 = 0.721$) となり、水温の低い年は早く産卵が始まり、水温の高い年は産卵が遅くなることを示している。

また、Tadpole 浮遊幼生の最大出現密度について12月1日を起算日として、その年の産卵期の平均水温との関係を Fig.12C に示した。Tadpole 浮遊幼生の最大出現密度は高水温年になる程多くなる傾向が認められ、平均水温(y)と最大出現密度(x)との関係は $y = 0.0004x + 11.2083$ ($R^2 = 0.218$) で示された。このことから水温の低い年は早く産卵が始まるが、多回産卵のため1回当たりの出現密度は低いこと、水温の高い年は産卵が遅くなり1回当たりの出現密度は高くなることが示唆されるがさらに事例の積み重ねが必要である。

6 卵、浮遊幼生の水平的分布

前報(佐々木1997, 2000)を含め、湾内における卵、浮遊幼生の水平分布図としてこれまで45事例を图示してきた。それぞれ調査時の環境条件により分布状況は異なるものの類型化すると受精卵から Tadpole 浮遊幼生まで発育ステージごとに湾内を反時計回りに移動していく過程が多く想定された。しかし、少数ながら Tadpole 浮遊幼生の分布が湾奥域より湾口域の方に多い場合も認められ、湾口から湾奥方向への移動分散を通した水平分布の位置形成は各年の気象や湾内流況条件により変動することから一定ではないと考えられる。

湾内流況条件に関しては、鯨の浦湾と同様太平洋に面し湾形の類似したリアス式湾として宮城県女川湾、岩手県唐丹湾の報告事例がある。隣接する女川湾の沿岸流は湾口の北岸寄りの出島側から南西に向かって湾内に流入し、主流は大貝崎の東側を反時計方向に回って湾外に向かうこと(佐々木ら1995)、唐丹湾の海水流動について湾の北側から流入して湾奥に向かいその後南岸に沿って再び湾外へ流出すること(井上ら1987)が報告されている。したがって、鯨の浦湾における湾内流況も基本的恒流は湾口北岸から流入し、湾口南岸から流出する反時計回りであると推測される。これらの恒流以外に冬の季節風の影響が作用し湾内海水は攪乱されることから、湾内の水塊分布はさらに複雑になると考えられる。その他、大槌湾では冬季湾奥から湾口方向への強い季節風により、表層水が湾外へ流出し、それを補償するため下層には湾外水が流入することが報告されている(四籠1980)。

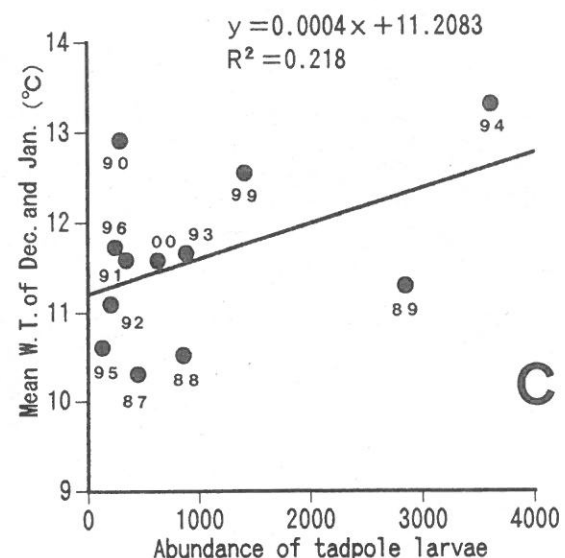
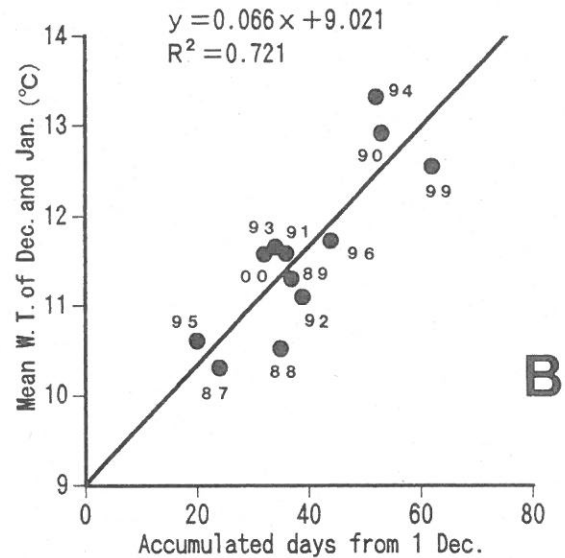
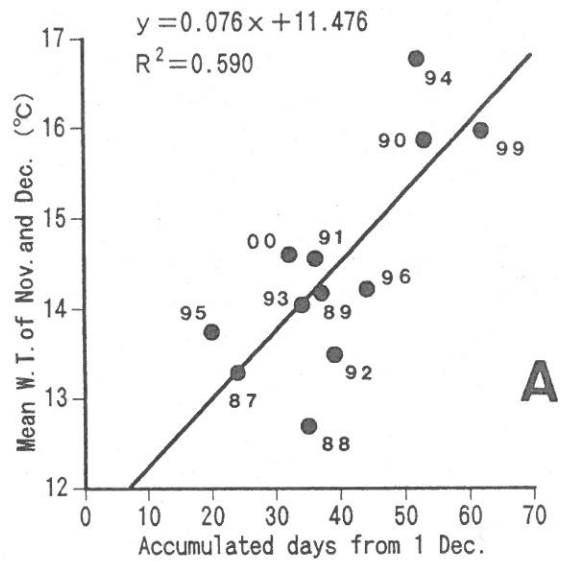


Fig.12 Relationship between first peak spawning indicated by the number of days accumulated from 1 December and mean sea water temperature of November and December(A), December and January(B) and the density of tadpole larvae(C).

7 浮遊幼生、付着稚子の鉛直的分布

卵や浮遊幼生の水平的移動は基本的には海水の流れに依存するが、それらの輸送過程を解明する生物特性として幼生自身の遊泳に伴う鉛直分布があり、幼生は能動的に流動環境を選択しつつ受動的に輸送されると考えられている(田中1991)。よって、マボヤ浮遊幼生の鉛直分布は湾内における移動分散やその後の再生産過程を検討する上で重要な問題となる。一般的に浅海動物のふ化直後や浮遊期幼生は走光性を有し、変態期が近づいた完熟期幼生では走地性を示すとされる(堀越1978)。前報で Tadpole 浮遊幼生の分布層は中層水深帯に多いことを示したが、一定期間浸漬するコレクターによる付着稚子の採苗試験は瞬間的なプランクトン採集結果に比べより正確にその分布動態を反映すると考えられる。受精直後卵や尾芽胚期卵における分布浮遊層は全層的であるのに対し、Tadpole 浮遊幼生の鉛直分布は中層に集中しており、さらに尾部が吸収過程にある完熟期の Tadpole 浮遊幼生でも鉛直分布は海底付近よりむしろ中層に蝸集が認められた(佐々木2000)。また、コレクター調査結果において稚子の付着層が中層に集中していたことは夜間における Tadpole 浮遊幼生の浮遊分布層も中層にあると推定される。

前報で示した1992年12月～1993年7月および1995年1月～7月の貝殻コレクターにおける各水深別の稚子付着量をさらに平均化し Fig.13 に示した。湾奥点(水深10m)、湾央点(水深20m)、湾口点(水深30m)における稚子付着量の最多水深は6m、12m、12mであり各地点それぞれ水深の中間位置に形成されている。各層平均化した稚子付着量は湾奥点309個体、湾央点244個体、湾口

点130個体であり、湾奥方向への浮遊幼生の蝸集と湾口方向への分散が認められ、岸から沖に向かい付着層が広がり付着量も減少する傾向が認められた。

なお、Fig. 5 に示した1996年、1999年の定期垂下コレクターの採苗結果から採苗用コレクターの海中浸漬に伴う付着効率について検討した。1996年の浮遊幼生の出現ピークは1月上旬であったが、稚子付着量はその1ヶ月前の11月下旬、12月上旬の垂下コレクターでもその直前の12月下旬設置区に比べ3/4程の量が認められている。一方、1999年の浮遊幼生の出現ピークは1月上旬と1月下旬の2回認められたが、1996年と異なり稚子付着量はその半月程前の12月中旬設置区では直前の12月下旬設置区に比べ約1/3程であった。また、幼生出現規模の大きかった1月下旬設置区についても1月上旬設置区に比べ約2/3程の採苗付着量であった。よって、冬季における中層水深帯は年によって他の付着生物相が少ないことから採苗用コレクター投入の適正時期は鋭敏でないこと、後期は前期に比べ水温低下による付着効率の低下などが採苗成績に影響を与えていることが考えられる。

その他、冬季の付着生物相として1月中旬までの垂下コレクターにおいては表層にマコンブ、ムラサキガイなどが優占したが、中層ではマボヤ以外特に優占種が出現しないことから他の付着障害生物に関する問題は比較的少ないと考えられた。しかし、冬季の付着生物種が少ないとはいえ高水温年においてはマボヤの付着盛期以前にコレクターを設置した場合、ユウレイボヤ *Ciona intestinalis* が多量に付着し原盤価値が下落することからマボヤの産卵放出時期を的確に把握し採苗コレクター

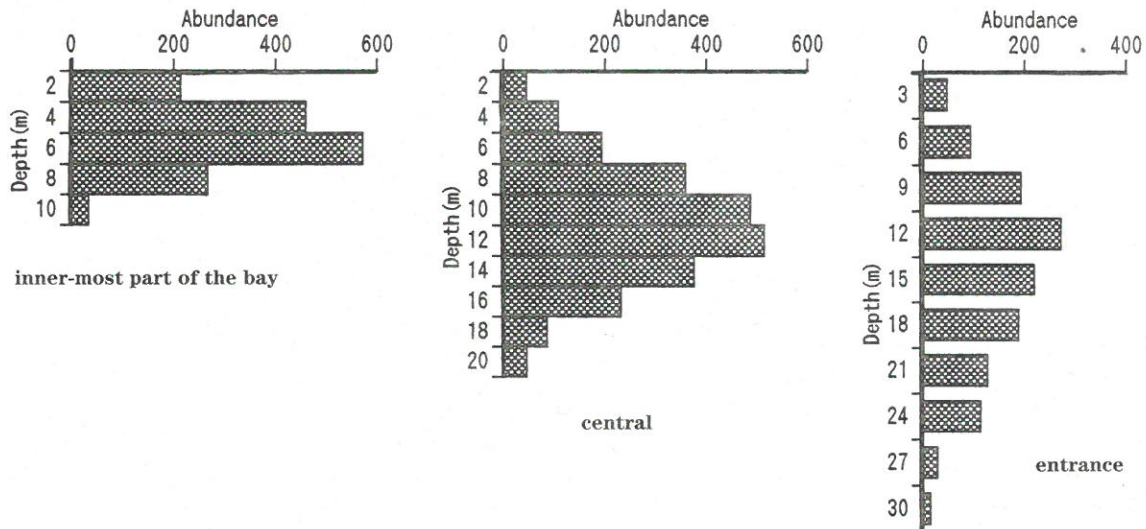


Fig.13 Vertical distribution pattern of abundance of settled spats, *Halocynthia roretzi*, on shell collector set in January and retrieved in July at Samenoura Bay, 1992 and 1996.

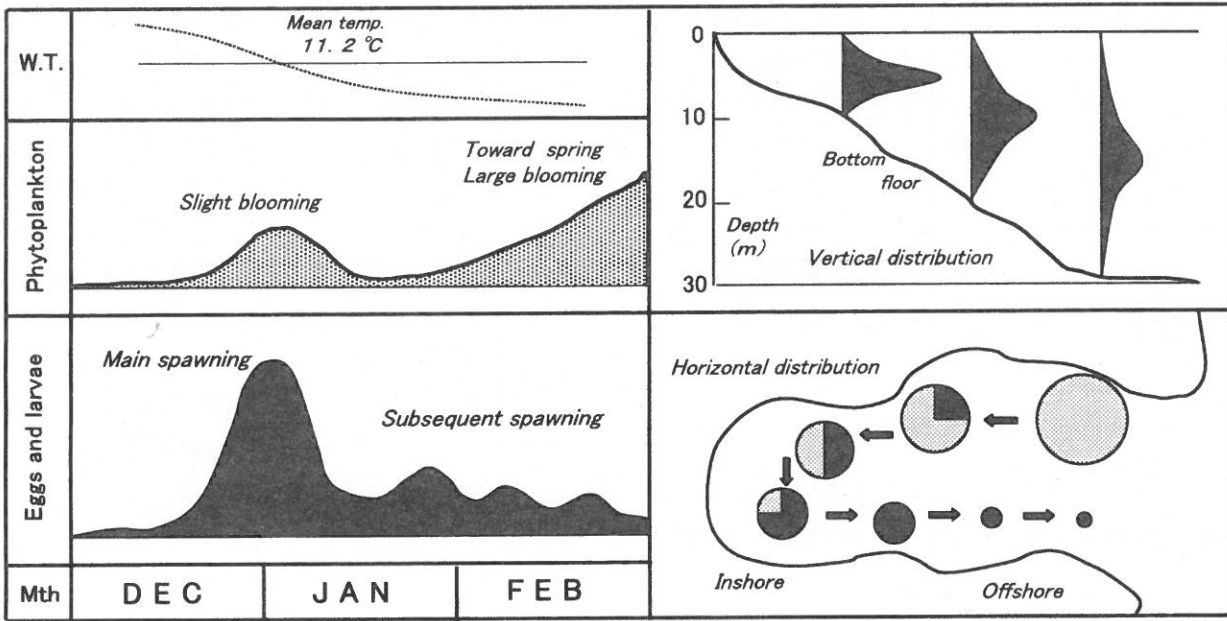


Fig.14 Schematic diagram illustrating time series of spawning, blooming, water temperature and larval distributions as recruitment structure for natural spat collection of *Halocynthia roretzi* at Samenoura Bay.

を投入する操作は必要である。

8 再生産初期過程に関するシエマ

マボヤの再生産構造として産卵放出開始時期，第一次，第二次出現パターン，植物プランクトンの増殖，水温経過，湾内における浮遊幼生の水平・鉛直分布動態を時空的に模式化した(Fig.14)。その再生産初期過程を概観的に総括すると，水温降下と共に成熟進行した親ホヤは第一次の大量産卵放出を平均1月5日（早い年は12月中旬，遅い年は1月中旬）に開始し，その後は波状的に小規模な産卵を2月まで繰り返していく。第一次大量産卵放出時の水温値は平均 $11.2 \pm 0.4^\circ\text{C}$ であった。また，産卵開始の前駆現象として12月には小規模な植物プランクトンの発生・増殖が起こり，その後1月にやや減少するものの2月，3月の春季植物プランクトンの増殖期へと移行していく。一連の野外調査や室内飼育観察結果からマボヤの産卵放出に係る基本的環境要因としては水温条件の方が餌料条件より主因であると判断される。しかし，第一次大量放出時期における野外調査では植物プランクトンの同調的増殖が頻発することから，それらの現象が偶発的か否かさらに季節風に伴う水温の上下混合など外圍環境との関係も含め今後の検討に委ねる。

卵・浮遊幼生の鉛直的分布特性について湾奥，湾央，湾口でTadpole浮遊幼生の鉛直分布を観察した結果，幼生は各地点の中層水深帯に蝟集したが，分布密度は湾奥～湾央～湾口の順に減少していく傾向が認められ，さらに水深別カキ殻コレクターによる天然採苗試験結果からもそれぞれの分布特性は裏付けられた。

卵・浮遊幼生の水平的分布特性については流況調査や水温分布から母集団の養殖海域である湾口北部域が卵・幼生の供給源と考えられた。そして，湾口北部域で受精した卵（図中ドットで示した部分）はその後Tadpole浮遊幼生（図中黒で示した部分）として発生進行と共に湾内流況により湾奥域に移動し，さらに湾口南側域へと流出していくパターンが推定された。

鮫ノ浦湾奥に位置する谷川地先のマボヤ天然採苗はこのように受精卵の分散過程で湾奥域へ移動したTadpole浮遊幼生が中層水深帯に蝟集域を形成することにより産業的に成立していると推測された。なお，当湾のマボヤ採苗施設はほとんど湾奥域に集中するが，その他小規模ながら湾内各浜でも採苗されており，冬季季節風による幼生分散と地先滞留に依拠すると考えられる。

以上，マボヤ天然採苗の成立機構について考察したが，さらに検討すべき事項として①採苗適期について事前予測の精度向上，②産卵放出に関与する水温，餌料条件の査定，③浮遊幼生の分散集積に係る環境要因の究明などが考えられる。三陸沿岸域の貴重な食材であるマボヤの安定生産をはかるため，今後も本種の再生産機構や養殖漁場の育成環境など関連する諸問題について継続的に取り組む意義は大きいと考える。

謝 辞

マボヤを含め海産生物の再生産機構に関する生態学的研究にはモニタリング調査の継続が基本である。1986年12月たまたま種苗生産業務の合間に曳いたネットサンプル

ルに多量の Tadpole 幼生を認めたのが本研究の発端であった。以後、今日に至るまで寒中の野外調査活動で多大なご協力をいただいていた宮城県水産公社嘱託員渥美竹二郎氏に心より厚くお礼申し上げます。そして、海産生物の幼生生態学について永年貴重なご教示をいただいている東北大学大学院農学研究科水圏生物環境学研究室谷口和也教授、日頃この分野で様々な討議を交わしている気仙沼水産試験場押野明夫副主任研究員に改めて感謝の意を表します。

要 約

宮城県鮫の浦湾においてマボヤの産卵、浮遊幼生の出現時期や分布動態を検討するため、プランクトン採集、

湾内流況など野外調査を実施した。また、定期的に採苗コレクターを設置し、浮遊幼生出現との対応をみた。さらに、室内で天然産、養殖個体の産卵放出時期を比較した。1987年～2000年におけるマボヤ卵の放出、浮遊幼生の経年的な出現時期、パターンと沿岸水温、植物プランクトンなど環境条件となる観測データを解析し相互の対応関係を検討した。

また、浮遊幼生の水平分布、鉛直分布に関するケーススタディからその分布に関与する環境要因について言及した。これらの知見から、マボヤ天然採苗の成立機構として産卵放出パターン、餌料・水温経過、浮遊幼生の水平・鉛直分布特性などをシエマで示した。

参考文献

- 1) Millar, R. H. (1971) The biology of ascidians. Adv. mar. biol., 9, 1-100, Academic Press, London
- 2) 酒井誠一 (1965) マボヤ. 浅海養殖60種, 大成出版社刊, 304-309
- 3) 菊池要三郎 (1986) マボヤ. 浅海養殖, 大成出版社刊, 473-487
- 4) 梶原 武 (1991) 付着生物研究の現状と将来の方向, 海洋生物の付着機構, 恒星社厚生閣, 1-10
- 5) 菊池泰二 (1991) 海産ベントス幼生生態学の現状. 月刊海洋, 23(10), 617-622
- 6) 関口秀夫 (1991) 幼生補給の生態学. 月刊海洋, 23(10), 615-616
- 7) 佐々木良 (1997) 鮫の浦湾におけるマボヤ天然採苗機構に関する基礎的検討. 宮城水セ研報, 15, 51-59
- 8) 佐々木良 (2000) 鮫の浦湾におけるマボヤ浮遊幼生の分布動態. 宮城水セ研報, 16, 71-83
- 9) 山路 勇 (1966) 日本海洋プランクトン図鑑. 保育社, 560p
- 10) 東北農政局統計情報部 (1990-2000) 宮城県漁業の動き
- 11) 山田潤一、三浦信昭 (1997) 秋田県におけるイワガキの産卵期と成長. 日本水産学会東北支部会報, 47, 45-46
- 12) 丸 邦義 (1985) ホタテガイの種苗生産に関する生態学的研究. 北水試報, 27, 1-53
- 13) 今井丈夫ほか (1971) カキ養殖の進歩. 浅海完全養殖, 恒星社厚生閣, 149-181
- 14) 浮 永久, 菊地省吾 (1982) 外部環境要因による成熟・産卵の制御. 水産学シリーズ, 恒星社厚生閣, 41, 64-79
- 15) Crisp, D. J. (1956) A substance promoting hatching and liberation of young in Cirripedes. Nature. 178, 263
- 16) 加戸隆介 (1990) 越喜来湾における春季ブルーミングに同期したチシマフジツボの孵化. 東大大植臨海研究センター報告, 16, 78-79
- 17) 加戸隆介 (1991) チシマフジツボ幼生の孵化から定着に至る動態. 月刊海洋, 23(10), 630-634
- 18) 沼宮内隆晴 (1991) 光とマボヤの配偶子放出. うみうし通信12, 24-34
- 19) 小金沢昭光 (1978) マガキの種苗生産に関する生態学的研究. 日水研報, 29, 1-88
- 20) 佐々木良 (1984) 気仙沼湾におけるムラサキインコガイの初期生活史について. 水産増殖, 31(4), 214-219
- 21) 向井 宏 (1998) 沿岸生態系を構成する生物の分布と動態, 付着生物. 沿岸環境圏の科学, 沿岸の環境圏, 平野礼次郎編, フジ・テクノシステム213-226
- 22) 四竈信行 (1980) 大植湾における流速測定. 沿岸海洋研究ノート, 18, (1)1-8
- 23) Sugawara, Y., Goto, K. and Imai, T. (1968) Microscopic studies on the gonad of the Ascidian, *Cynthia roretzi* var. *Drasche*. Tohoku Journal of Agricultural Research 19 (1) 62-73
- 24) 井上喜洋, 長洞幸夫, 渡部俊広, 石田亨一 (1987) 定置網の張り建てによる魚群行動の変化. 日水誌, 53(5), 695-698

- 25) 佐々木浩一, 青柳和義, 荒井永平 (1995) 女川湾の底質. 水産海洋研究, 59(3)241-249
- 26) 堀越増興 (1978) Larval Ecology (幼生生態学) と Bioturbation (生物攪拌). 海洋科学, 号外1, 81-99
- 27) 田中 克 (1991) 再生産過程と流れの構造—課題と展望. 流れと生物と, 水産海洋学特論, 川合英夫編, 京大学術出版会, 148-157

