

水産海洋研究集会

「常磐・鹿島灘の漁業を考える」第3回
砂浜性2枚貝の生物生産と海洋環境

共催: 水産海洋研究会
茨城県小型船漁業協議会
後援: 茨城県水産試験場

日 時: 昭和62年3月14日(土) 10時30分~17時
会 場: 地方公務員共済施設「大洗曙荘」(大洗町磯浜東光台8234-1)
コンビナー: 小金澤 昭 光(東北区水産研究所)
青 山 国 昭(茨城県水産試験場)
鈴 木 秀 彌(東海区水産研究所)
二 平 章(茨城県水産試験場)
挨 拶: 鈴 木 秀 彌(水産海洋研究会会長代理)
小松崎 七之介(茨城県小型船漁業協議会会長)

話題および話題提供者

座長 浜田 篤 信(茨城県水産試験場)

1. チョウセンハマグリ種苗生産の現状
部 伸一・児玉正碩(茨城県水産試験場)
2. ホッキガイの種苗生産研究
鈴 木 信(福島県水産種苗研究所)
3. 鹿島灘2枚貝漁場の環境変動
草 野 和 之(茨城県漁政課)
座長 鈴 木 秀 彌(東海区水産研究所)
4. 東京湾, 千葉県沿岸におけるアサリ・バカガイの生息と環境
柿 野 純(千葉県水産試験場のり分場)
5. 二枚貝幼生の挙動とポケットビーチ内の物質分散
萩野静也・日向野純也(水産工学研究所)
6. チョウセンハマグリ稚貝の生態と生育環境
安川隆宏・真岡東雄(茨城県水産試験場)
- 座長 二 平 章(茨城県水産試験場)
7. 鹿島灘における二枚貝類の発生量変動について
浜田篤信・安川隆宏(茨城県水産試験場)
8. 九十九里海域における貝類漁業の現状
柴 田 輝 和(千葉県水産試験場)
9. ホッキガイの大量発生について
秋元義正・中村義治(福島県水産試験場)
10. 総合討論

座 長 真岡 東雄(茨城県水産試験場)・小金澤昭光(東北区水産研究所)
コメンター 安永 義暢(水産工学研究所) 砂浜性2枚貝の増殖技術開発にむけて
の問題点から
糸刈 長敬(東京水産大学) 二枚貝の移動と漂砂現象
中田 英昭(東京大学海洋研究所) 二枚貝幼性の輸送環境に関して

1. チョウセンハマグリ種苗生産の現状

菰 伸一・児玉正碩 (茨城県水産試験場)

現在、種苗生産は2mm稚貝を約100万個体のオーダーで生産しているが、幼生飼育と稚貝の初期飼育に問題があり、生産が安定しているとは言えない。ここでは昭和61年度の生産から、これらの問題点について紹介したい。

採卵について

採卵誘発結果を表1に示した。採卵は6月23日から9月30日の期間、温度刺激や流水殺菌機を使用して行った。このうち天然貝で採卵できたのは7月8～9日から9月25日で、天然貝での反応率は10～98%で産卵盛期の7～8月には十分な量の卵が確保できている。一方早期採卵の為に飼育した親貝では、6月27日に採卵でき1ヶ

月程度保温管理(20～22°C)することで産卵期を若干早めることができたものと思われる。

幼生飼育について

幼生飼育は、1,000lパンライト水槽で行っている。飼育水温は21～28°Cの範囲であった。

採卵回次ごとの幼生飼育結果を図1に示した。幼生飼育は2～9回採卵分について延35水槽で飼育した。このうち沈着稚貝まで飼育できた水槽は10水槽と少なく、この生残率も9～80%とバラツキを生じている。採卵盛期の7月中旬から8月上旬は、卵質に問題はないと考えられ、また、水温条件も良い。しかし、この時期の飼育で

表1 採卵誘発結果

| 回次 | 採卵月日 | 使用親貝 | | 産卵刺激 温度範囲 | 反応個体 | | 反応率 | 放卵数 |
|----|--------|-----------|-----|------------------|------|----|------|---------|
| | | 入手月日 | 個体数 | | ♂ | ♀ | | |
| 1 | 6月23日 | 飼育貝*1 | 10 | 温度刺激 16～28°C | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 6月27日 | 飼育貝 | 10 | 流水殺菌機 25°C | 2 | 4 | 60.0 | 1,828 |
| 3 | 7月8～9日 | 飼育貝 | 15 | 流水殺菌機 25～26°C | 7 | 3 | 66.7 | 3,748*2 |
| | | 天然貝(7/4) | 10 | | 1 | 0 | | |
| 4 | 7月28日 | 飼育貝 | 10 | 流水殺菌機 22～26°C | 1 | 3 | 40.0 | 6,520 |
| | | 天然貝(7/23) | 44 | | 21 | 10 | | |
| 5 | 8月4日 | 天然貝(7/23) | 43 | 流水殺菌機 20～27°C | 26 | 14 | 93.0 | 5,068 |
| 6 | 8月11日 | 飼育貝 | 25 | 流水殺菌機 24～26°C | 3 | 7 | 40.0 | 6,156 |
| | | 天然貝(7/23) | 43 | | 25 | 15 | | |
| 7 | 8月20日 | 飼育貝 | 37 | 流水殺菌機 23～26°C | 3 | 4 | 18.9 | 3,884 |
| | | 天然貝(7/23) | 43 | | 21 | 8 | | |
| 8 | 8月28日 | 天然貝(8/26) | 100 | 流水殺菌機 25°C | 22 | 28 | 50.0 | 4,552 |
| 9 | 9月4日 | 飼育貝 | 36 | 流水殺菌機 — | 3 | 1 | 11.1 | 4,670 |
| | | 天然貝(8/26) | 50 | | 25 | 20 | | |
| 10 | 9月25日 | 天然貝(9/24) | 43 | 流水殺菌機 24～27°C | 16 | 17 | 76.7 | 2,724 |
| 11 | 9月30日 | 天然貝(9/24) | 65 | 流水殺菌機 23～26°C | 4 | 0 | 16.3 | 0 |

*1 飼育貝は5月20・21日に入手

*2 飼育貝が自然放卵(約2,000万粒)

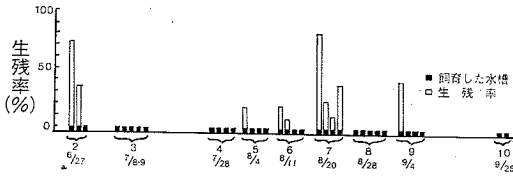


図1 採卵回次ごとの幼生飼育結果

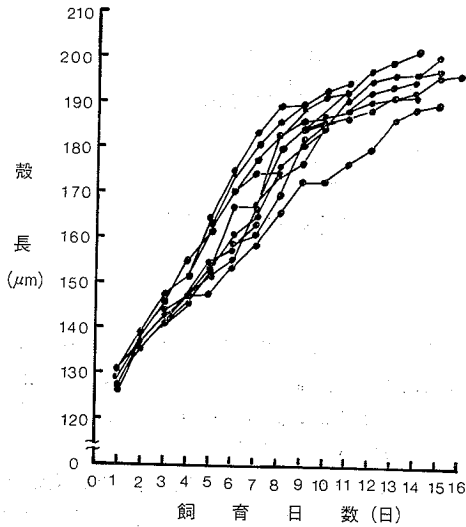


図2 幼生の成長

は生残率が極めて悪い。この様な状態は例年みられる。この時期、幼生の斃死する状況を見ると、飼育3～4日目以降に急激に減耗し、沈殿した幼生には細菌が認められ、細菌感染による斃死が起きているものと思われる。

幼生の成長について

採卵後翌日には約130 μmのD型幼生になり、1日当たり4～8 μmの成長を示している。幼生が変態する時期は、飼育7～8日目の180 μmを越えた頃から認められ、200 μmでほとんど変態し終る。取り揚げた沈着稚貝の平均殻長は180～200 μmの範囲である(図2)。

沈着稚貝の飼育について

幼生飼育で得られた稚貝は、多段式循環水槽に砂を敷いて飼育している。飼育期間中保温管理を行って20～24℃位を維持している。また、換水は3～4日おきに行っている。

沈着した稚貝から第1回選別までの成長を図3に示した。稚貝の成長は、1日当たり6～13 μmの成長を示して、幼生飼育時の成長量と比較して若干高く経過している。飼育2～3ヶ月後、各水槽でバラツキがあるが稚貝

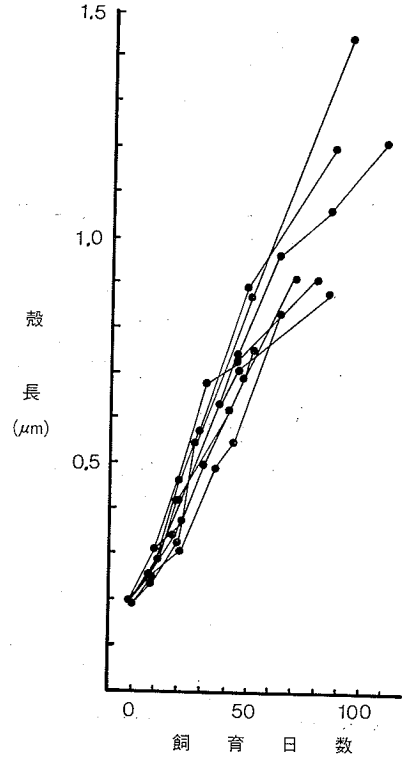


図3 沈着した稚貝から第1回選別までの成長

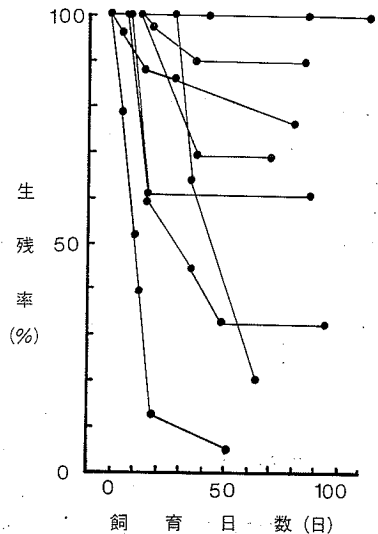


図4 沈着稚貝から第1回選別までの生残状況

は平均0.6～1.43mmに成長する。また全体での殻長組成は0.5～7.2mmの範囲に広がっている。(図5)

沈着稚貝から第1回選別までの生残状況を図4に示した。沈着稚貝の減耗は飼育15～30日目頃殻長300～500

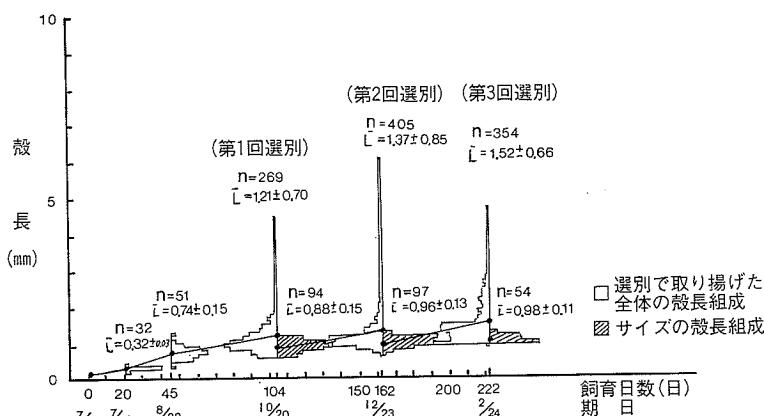


図5 沈着稚貝からの成長経過と、その後選別した小サイズ（殻長1 mm 以下）の稚貝が成長する経過

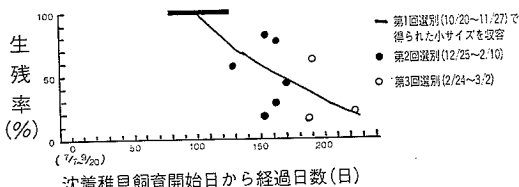


図6 小サイズ（1.1mm 以下稚貝）の生残率の推移

μm の時期に起る場合が多く、この時を過ぎると全体的に安定し、斃死する個体が少なくなる。餌料は *Pavlova lutheri* を 2~4 万 cells/ml 濃度でこの時期与えているが、稚貝の摂餌量が少なく残餌が砂表面に沈澱して環境悪化させること、換水もこの時期毎日行う場合もあるが水温が高く推移する時期で水質悪化の進行が早く、良好な環境条件を保てないこと等が考えられる。

沈着稚貝からの成長経過と、その後選別した小サイズ（殻長 1 mm 以下）の稚貝が成長する経過を図5に示した。稚貝の成長は、平均殻長が 1 mm になるまでは、殻長のモードが推移する成長様式を示すが、以降は停滞し一部の稚貝がモードからくずれする型で成長をしていく。このため、大型貝の出現状況のみを適宜選別を繰り返す、1 mm 以下の稚貝については飼育を継続するが、これからの成長もモードが推移する状況は全く認められず、毎

回同型の殻長組成を示している。また、この殻長 1 mm 以下の稚貝は、沈着稚貝の飼育開始からみてもほとんど成長が停滞したままであり、生残率は飼育日数を経るごとに悪くなっている。（図6）

現在、チョウセンハマグリ種の種苗放流サイズは 2 mm にしているが、1 mm から 2 mm に成長する過程でこのような問題が生じている為、目標の 400 万個体に対し約 50 % に止まっている。今後、*P. lutheri* 単一でなく新しい餌料について検討し、これらの問題点について改善していきたい。

今後の課題

①幼生飼育について：海水の比重は10月下旬以降冬期は 1.026 前後に安定しているが、夏期は 1.024 前後に低下し、かつかなりの変動が認められている。この時期は浮遊幼生飼育や沈着稚貝の飼育初期にあたり、生残が安定しない要因になっていることも考えられ、この点について検討する必要がある。また、投餌濃度については基準化を図りたい。

②稚貝初期飼育について：飼育水の悪化を防ぐため流水飼育の方式を検討してみる。

③種苗の大型化について：餌料効率の高い餌料生物の検討を行う。

2. ホッキガイの種苗生産研究

鈴木 信 (福島県水産種苗研究所)

はじめに

福島県はホッキガイの太平洋岸における分布のほぼ南限で、稚貝の発生が不安定であり、1976～1985年の漁獲量は296～1,360トンと年変動が著しい。このため、保護水面の設定や資源調査結果による漁獲規制等により、資源の保護管理を行い効果をあげてきた。しかし、稚貝の発生が数年にわたって著しく少ないこともあり、また、稚貝の発生する場所も限られるので、種苗生産技術の開発が強く要望され、本県では秋元・小野によって、1968年に浮遊幼生から6カ月間にわたる稚貝飼育を行い、その後も継続的ではあるが、種苗生産の研究がすすめられ、2～3mm 稚貝を数十万のオーダーで生産された例も報告されている。しかし、安定した種苗生産を行うには、浮遊幼生の飼育、稚貝の飼育、餌料培養のいずれも

再現性と生産効率が低く、なかでも沈着期から2mm 稚貝までの飼育と餌料培養が特に不安定で、基本的なことも含めた体系的な研究が必要と思われ、1981年から国の貝類の資源培養技術開発研究の指定を受け、5カ年計画で種苗量産技術の開発に取り組んだのでその概要を紹介する。

親 貝

(1) 親貝の入手

本種は、産卵期の1～2カ月前でも採卵が可能で、受精率やふ化率も90%以上と高いことも多い。しかし、これらのふ化幼生は、産卵期のものに比べて、飼育成績が安定しない場合が多いので、産卵期の親貝を採捕して使用するのがよいと考えられる。

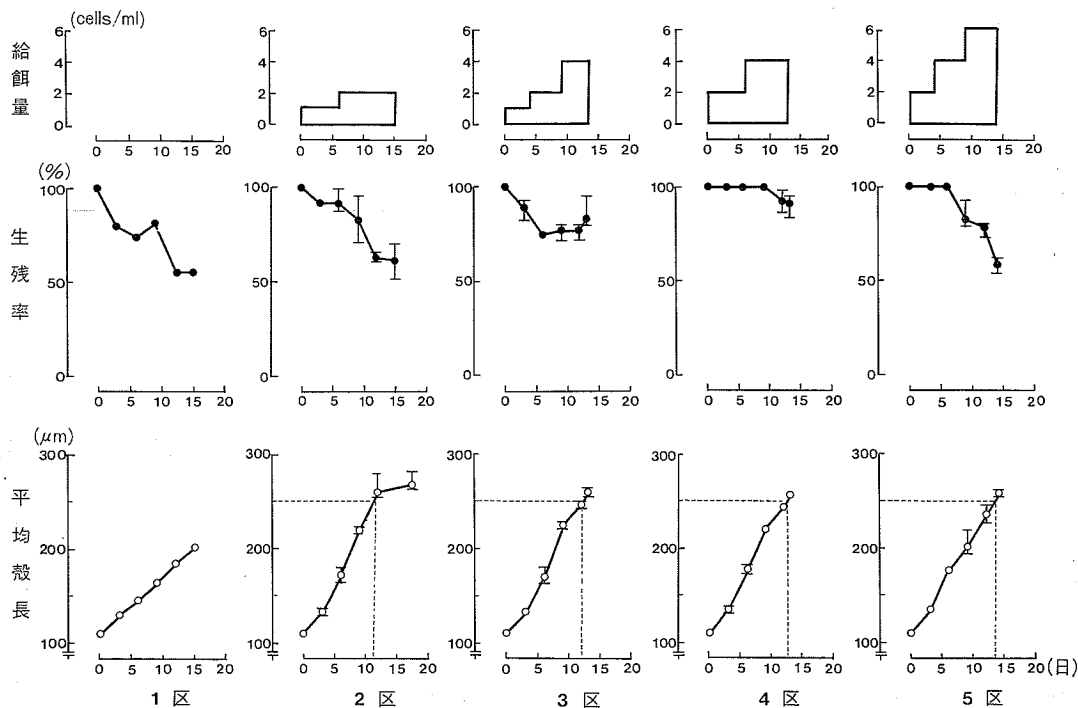


図1 連続換水法による給餌区分別の平均殻長と生残率の推移
殻長250μmの飼育日数を示す

1981年から1985年の5カ年について、産卵期の前後に漁獲した親貝の生殖腺観察結果から各年の産卵期を推定した。推定産卵期は4月から5月で年により差があるが、漁場水温はいずれも 10°C 前後であり、また、その期間は20日程度と比較的短いものと思われる。親貝の入手にあたっては、その年の漁場の水温動向を把握して、適切な親貝の入手計画を立て、確実に産卵期のものを確保することが重要と考えられる。

(2) 親貝の蓄養

産卵期に採捕した親貝は陸上水槽で蓄養すると、水温や注水量など飼育環境のわずかな変化が刺激になって放卵放精しやすく、また、漁場での産卵期も20日間程度と比較的短期間であるので、親貝の低温蓄養について検討した。

本県の産卵期の漁場水温は、年毎に若干の変動があるものの、ほぼ $9\sim 11^{\circ}\text{C}$ の間であることから、これより低い 8°C の水温で蓄養を試みた。産卵期に近い5月8日と産卵期の5月22日に入手した親貝の蓄養では、その後約3カ月にわたって良好な採卵結果を示した。しかし、蓄養79日と93日後の親貝のふ化幼生は泳ぎが正常でないものが多く、蓄養期間が長いため卵質が低下したものとみられた。このため、蓄養期間を2カ月以内として採卵期間の延長をはかっている。

浮遊幼生の飼育

(1) 連続換水法の給餌量

当所で採用した連続換水法では、注水量と等量の飼育水が排水され、飼育水に懸濁している餌料も流出し、餌料懸濁濃度が低下することが疑われたので、1983年に給餌量について検討した。給餌量別の平均殻長と生残率の推移を図1に示す。飼育水 1ml 当たりの給餌量を5日目まで $1\times 10^4\text{cells}$ その後 $2\times 10^4\text{cells}$ とした2区は、 $250\mu\text{m}$ までの成長は良かったが、生残率は60%前後でやや低く、その後成長が鈍り15日で沈着期に達した。給餌量を $1\times 10^4\text{cells}$ から4日目以後 $2\times 10^4\text{cells}$ 8日以後 $4\times 10^4\text{cells}$ とした3区と $2\times 10^4\text{cells}$ から6日以後 $4\times 10^4\text{cells}$ とした4区はいずれも順調な成長を示し、80%以上の高い生残率で13日で沈着期に達した。給餌量を $2\times 10^4\text{cells}$ から4日目以後 $4\times 10^4\text{cells}$ 8日以後 $6\times 10^4\text{cells}$ とした5区は14日目に沈着期に達したが、7日目以後生残率が低下し、最終生残率は60%前後となった。したがって平均殻長が $250\mu\text{m}$ に達した時の給餌量は $2\times 10^4\text{cells}$ では、その後の成長はやや緩慢で、餌料が不足したと思われる、 $4\times 10^4\text{cells}$ では成長、生残とも優れ

た成績を示し、また、 $6\times 10^4\text{cells}$ では生残率が低下し、餌料が多すぎるものと思われた。このため連続換水法における給餌量として3区または4区の給餌量を採用するのが適当と思われる。

(2) 連続換水法による大量飼育

1984年に浮遊幼生の大量飼育試験を行った。1回に 0.5t 水槽6面を用い、1面当たり 50×10^4 個体のD状幼生を收容した。飼育水 1ml 当たりの給餌量は、0~5日目は $2\times 10^4\text{cells}$ 、6日以後は $4\times 10^4\text{cells}$ として0.3回/日の換水率で飼育した。産卵期より約1カ月前の4月9日に採捕して低温蓄養した親貝から採卵した1群は、6面のいずれも飼育初期の成長が悪いことからみて卵質が良くなかったものと思われる。産卵期の5月22日に採捕した親貝と、それらを1カ月低温蓄養した親貝のふ化幼生を用いた2群と3群は、どちらも1日当たり $10\sim 15\mu\text{m}$ の正常な成長を示して13日前後で沈着期に達し、浮遊期間の生残率は12面のうち10面が70%以上で、飼育槽1面当たりの沈着稚貝数は約 35×10^4 個体であった。このことから、連続換水法は收容幼生が正常であれば、 0.5t 水槽1面当たり30~40万個体の沈着期稚貝を約2週間で生産できるものと見られた。しかし、飼育後7日目前後に幼生が低層に沈みがちになることが多く、そのまま放置すると大量斃死するが、飼育水の交換をすると正常な浮遊状態に回復して飼育できるので、連続換水法と定期換水を組合せた飼育法を採用している。

稚貝の飼育

(1) 沈着初期稚貝の大量飼育

1985年にエアカーテン型に改造した 400l 樹脂製角型コンテナ7面を用いて沈着初期稚貝の大量飼育試験を行った。

1面当たり 10×10^4 個体から 27×10^4 個体の沈着期幼生を收容し、給餌は飼育水 1ml 当たり $8\times 10^4\text{cells}$ を1日1回行い、更に翌日の餌料懸濁濃度が $2\times 10^4\text{cel}$ 以上を維持するように稚貝の成長にともない1日2回更に連続給餌とした。飼育水は毎日交換し、砂床は1日おきに攪拌して洗浄した。

收容数が多いほど初期の生残率が低く、2週間後にはあまり差のない生残数になり、いずれも4週間後に殻長約 1mm 、8週間後に殻長約 2mm に達し、日間成長量は $29\sim 38\mu\text{m}$ 前後であった。この飼育槽では 10×10^4 個体前後を收容したのが効率的で約8週間で 6×10^4 個体前後の 2mm 稚貝を生産した。 1m^2 当たりに換算すると10万個体の 2mm 稚貝の生産が可能で、従来の砂床飼

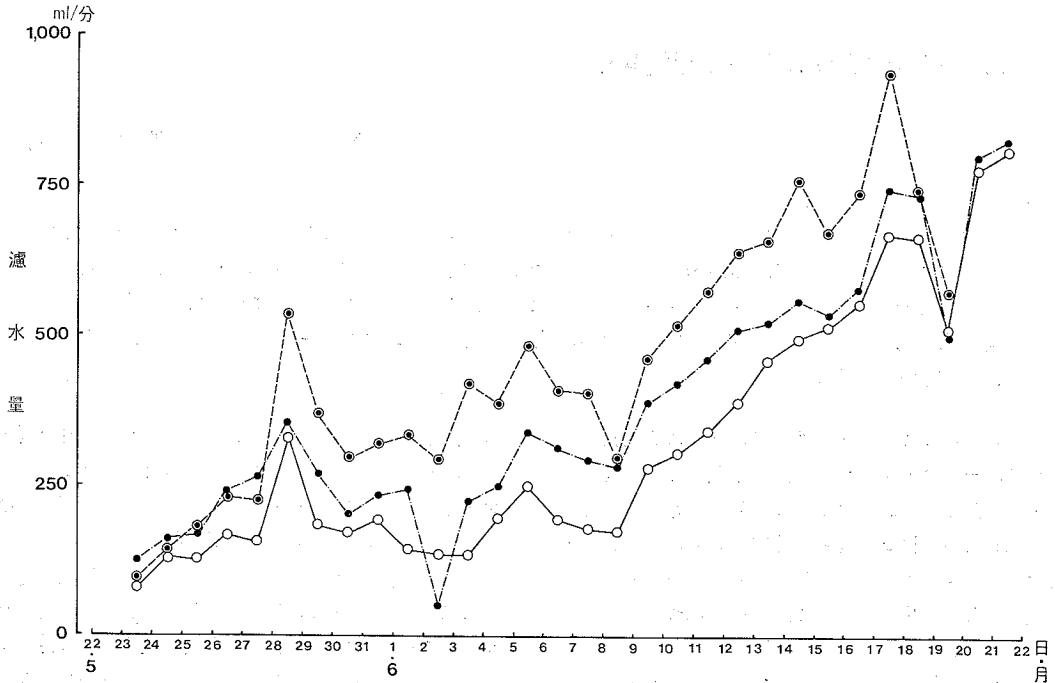


図2 沈着初期稚貝における飼育水槽別濾水量の経日変化

○—水槽 No. II-1 ●—水槽 No. II-2 ●—水槽 No. II-3

育に比べて生残効率が大幅に向上した。

飼育稚貝の健康状態を推察する目的で、稚貝の濾水量を毎日測定した。濾水量は飼育経過に伴って増加する傾向にあるが、時折その前日に比べて濾水量が急激に低下した日が認められる。濾水量は必ずしも稚貝の健康状態だけで増減するものではないが、濾水量を調べることは、指標の一つになるものと思われる(図2)。

(2) 大型稚貝の育成

沈着初期稚貝の飼育と同じ飼育槽6面に、平均殻長1.9mmの稚貝 30×10^4 個体を1面当たり 5×10^4 個体宛収容して2mm稚貝以後の飼育を行った。1面当たりの給餌量は藻体湿重で稚貝飼育重量130gの10%にあたる13g/日とし、稚貝の成長を見込んで毎週4/3倍に増加した。飼育水は毎日交換し、砂床は1日おきに攪拌して洗浄した。

平均殻長1.9mmの稚貝 30×10^4 個体の稚貝を収容して、4週間飼育した結果、平均殻長3.1mmの稚貝 23×10^4 個体が得られた。平均生残率は78%、平均日間成長量は $42 \mu\text{m}$ で、稚貝重量は開始時の合計780gから2.38倍の1,857gに増重した。飼育した稚貝の中から成長の良い5mm前後の大型群と3mm前後の中型群を選抜して6週間飼育した。生残率は大型群と中型群で差は認められず、いずれも85%以上の高い値であったが、成長は高水温が続いたためか、9月上旬から稚貝の摂餌が低下し、飼育水の残餌濃度が高い日が続ぎ、日間成長量、増重率とも低い値となり、夏季の水温管理の方法に改良が必要と思われる。しかし、生残に関しては、いずれも良好な結果を示しており、エアカーテン型の飼育は2mm稚貝以後の大量飼育においても効率が良い飼育手法と思われる。

3. 鹿島灘 2枚貝漁場の環境変動

草野和之 (茨城県漁政課)

この話題についての要旨は、コンビナーが作成した。当日のメモによる概要にとどめてある。なお、ここで述べられた茨城県沿岸域における3つの特徴的な物理現象について、その説明と、浮遊幼性など発育初期の生物のPATCH状分布、集積にかかわる環境としての視点については、「水産科学」(1983) 26巻2号、水産科学編集委員会、(東海区水研内)、にスピーカー自身が投稿されているので参照されたい。

茨城県の沿岸域における物理環境、とくに2枚貝(コタマガイ、チョウセンハマグリ)の稚貝の堆積環境の造成などと関連して、1)流速の長周期変動、2)沿岸湧昇によると思われる水温低下現象、3)内部潮汐によると思われる水温と流速の半日周期変動などの諸現象が発育初期の生物の分布、集合に対して果す役割についての重要性を指摘した。

すなわち、茨城県沿岸域には周年、陸岸に沿った南北方向に潮汐周期よりも長い周期をもった流速変動が定常的に存在している。数日~1週間程度の間隔で南流、北流が交互に出現している。その持続期間は年により季節により異なるが夏季に長い傾向がある。地域による相違はほとんどなく、転流もほぼ同時に起こる。空間的スケールは数10km~100km以上で、時速数kmの速度で陸岸沿いに伝播する(陸棚波)。

この流速変動は、沖合の海況(黒潮系水、親潮系水の

消長)と密接にかかわりながらも沿岸域に固有な現象であり、それにとまらぬ流れは、沿岸と沖合との間にフロントあるいはシアゾーンを形成するため浮遊期の生物を沿岸域に閉じ込める働きが想定される。

夏季の水温、塩分の成層と関連して、南偏風の連吹は沿岸湧昇を引き起して水温を低下させる。湧昇流がコタマガイの毒化に関与する *Dinophysis fortii* の沖合から沿岸への直接的な輸送の担い手としての役割をもつと考えられる事例からみて、その実態の解明が急がれる。

茨城県沿岸域で観測された内部波(内部潮汐)の挙動として、半日周期の水温変動と、上下層で逆位相となる半日周期の流速変動が一般的にみられる。内部波は振幅の大きい、大規模な波動であるため、沖合底層の水塊を沿岸に輸送する役割をもち、海岸近くで碎波するため海水の交換として役割も大きい。

4. 東京湾、千葉県沿岸におけるアサリ・バカガイの生息と環境

柿野 純 (千葉県水産試験場のり養殖分場)

東京湾では埋め立て等により漁場が縮小したものの、千葉県側の浅海漁場でアサリ・バカガイを主とする貝類漁業が現在も精力的に行われている。図1に現在の東京湾千葉県沿岸の貝類漁場を3地区に分けて示すが、千葉農林水産統計年報によれば昭和50年代以降のアサリの生産量は1~2万トン、バカガイは1万トン前後になっている。

演者は昭和56年度から東京湾におけるアサリ・バカガイの生息と環境との関係、特に貧酸素水の発生等による

貝類のへい死(柿野, 1984a; 柿野, 1986)や生育段階毎に対する種々の環境因子の影響について調査を行っている。今回はこの中から内房北部地区の物理環境および木更津地区の地形や地盤高とアサリ・バカガイの生息との関係についての現在までの調査結果を報告する。なお内房北部地区のバカガイと物理環境との関係については既に報告(柿野, 1984b)したものにアサリの知見を加えて整理したものである。

内房北部地区の流れとバカガイ稚貝の出現状況

表1 アサリ・バカガイの生息と物理的環境因子との相関係数*1

| 泥分の平均含量の相異 | アサリ・バカガイ*2の生息 | 泥分*3の平均 | 泥分の変動幅 | 軟土堆積厚*4の平均 | 軟土堆積厚の変動幅 | 水深の平均 | 水深の変動幅 | 波高比*5 |
|------------|---------------|---------|--------|------------|-----------|-------|--------|-------|
| 10%未満 | アサリの個体数平均 | 0.33 | 0.23 | 0.10 | 0.48 | -0.19 | 0.00 | 0.31 |
| | バカガイの個体数平均 | -0.22 | -0.12 | -0.08 | -0.07 | -0.16 | 0.43 | -0.50 |
| 10%以上 | アサリの個体数平均 | 0.39 | 0.45 | -0.85 | -0.70 | -0.27 | 0.03 | 0.01 |
| | バカガイの個体数平均 | -0.28 | -0.43 | 0.03 | -0.16 | 0.12 | 0.58 | 0.79 |

*1: 調査回数は3回(1983年7, 11月, 1984年1月), 調査点数: 30点。

*2: アサリ・バカガイの殻長: 10mm以上。

*3: 0.074mm以下の粒径。

*4: ダイバーが径8mmの鉄棒を底土に差し込み、止まるところまでの深さの3回の平均値

*5: 当該海域で夏季に卓越する南南西風下に、波高1mの波が来襲した場合の計算値

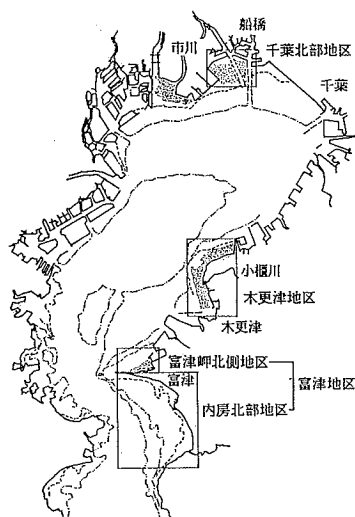


図1 東京湾、千葉県沿岸のアサリ・バカガイ漁場

図2に当該海域の流況およびバカガイ稚貝(0年貝)の出現状況を合わせて示す。当該海域では北西または南東方向の潮汐流が卓越するが、南東流卓越時には第一海堡の南側で北西流卓越時には竹岡沖でそれぞれ渦流が発生し、この流域とバカガイ稚貝の濃密な発生域とが良く対応していた。また下洲から大佐和の地先でもバカガイ稚貝の発生がみられるが、この海域は潮汐による強い流れの内側に位置する緩流域に相当していた。これらのことから当該海域の地形に基づく流れの特性と浮遊幼生の沈着とが関係していることが示唆された。

内房北部地区におけるアサリ・バカガイの生息

当該海域の物理的な環境因子とアサリ・バカガイの生息個体数に関する相関係数を表1に示す。バカガイについては底土中の泥分が10%を越えると急激に生息量が減

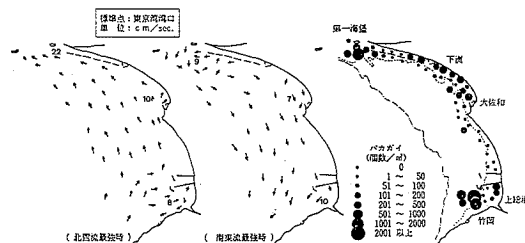


図2 内房北部地区の流れとバカガイ稚貝の出現。バカガイ稚貝の調査は1984年8月に実施した。流れの調査は同年9月~10月に実施し、既存資料で補足した。

少する傾向がみられた(柿野, 1984b)ので、泥分10%未満と10%以上に分けた。

バカガイについてはいずれも相関係数が高いとは言えなかったが、調査した環境因子の中では水深の変動幅や波高比との相関が大きく、泥分が10%未満の場では水深の変動幅が大きく波高比が小さいほど生息量が多くなる傾向を示した。これに対して泥分が10%以上の場では水深の変動幅や波高比が大きいくほど生息量が多くなるという逆の傾向を示した。また軟土堆積厚とは相関が無いようにみえるが、調査の際に7~8cm未満の場でほとんど生息しなかった。従ってバカガイの浮遊幼生が流れとの関係で沈着した後にその場で継続して生息していくためには、泥分含量が少ないことや一定以上の軟土堆積厚が維持されるという条件とともに波浪は弱い方がよいという矛盾した状況が認められた。当該海域のバカガイ漁場形成の実際の状況を地形的にみると、砂の供給、流出の動的平衡状態が維持されている場となっていることが示唆され(柿野, 1984b)、このような場では砂の移動と連動してバカガイの集積も起こっていると考えられ

た。また泥分が10%以上の場では波高比が大きいほど生息量が多くなったが、当該海域の泥分が多い場の中には季節的な堆砂現象が認められることがあり、その際には一時的に生息量が多くなることと関係していると思われる。

アサリについては軟土堆積厚の値が小さくなるほど生息量が多くなるが、調査の際に軟土堆積厚の値が大きい砂質の場にはほとんど生息しなかった。当該海域では下洲地先(図2)の一部を除いて、稚貝の発生は見られるが成長するまでに減少してしまい、漁獲対象サイズまでになるのは主として港内や人工構築物などと関係する静穏な区域に限定されている(千葉県, 1983)。

木更津地区におけるアサリ・バカガイの生息

当該地区では養貝場と称するアサリ稚貝の放流を行っている場所と、平場と称する自然発生のアサリのみを漁獲する場所とがある。図4に小櫃川河口(養貝場)及び木更津地区のなかでも北部に位置する金田地先(平場)におけるアサリ・バカガイの出現状況を示す。

小櫃川河口でアサリ稚貝(殻長19mm未満)が多く発生していた場合は、地盤に起伏が生じている範囲とは特に顕著な関係が見出せず、むしろ小櫃川との関係で発生しているのではないかと考えられた。一方金田地先では砂堆の岸側斜面にアサリ稚貝の発生が多かった。これらのことから両地先のアサリ稚貝の発生はそれぞれ異なった地形的な場の特性に基づくものであることが示唆された。バカガイについては小櫃川河口および金田地先とも地盤に起伏や砂堆が生じている範囲から沖合の波浪の影響を強く受ける水深帯に生息していた。内房北部地区では強い波浪が生息に対して制限因子として働くと考えられたが、木更津地区は内湾に位置するために静穏性が強く、波浪が顕著な制限因子にはなっていないように思われた。

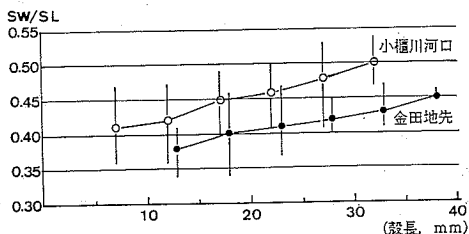


図3 アサリの(仮称)丸型指数-Iの成長による変化。小櫃川河口の調査点はA.P.約100cm(養貝場の区域外)。金田地先の調査点はA.P.約60cm(砂堆の岸側斜面上)。

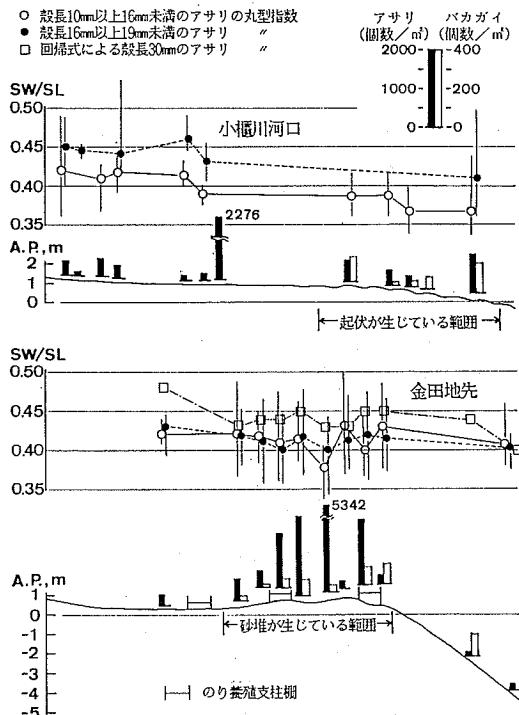


図4 木更津地区の地形とアサリの出現状況及び(仮称)丸型指数-Iとの関係。小櫃川河口は干出面積が大きく(岸距1,500~1,700m)、干潟の沖側には数条の汀線に平行な起伏が生じている。また調査点を岸沖方向の4測線上に配したので地盤高に合わせて模式的に図示した。金田地先は干出面積が小さく(距岸800~1,000m)、干潟の沖側にはA.P.約80cmの砂堆が生じている。当地先では1測線で調査したので、地形と調査点をそのまま図示した。調査は小櫃川河口が1985年10月、金田地先は1984年10月に実施した。小櫃川河口では放流されているアサリを除くために殻長19mm未満の個体のみを扱った。金田地先ではアサリの出現個体数のみは全数で表示したが、丸型指数-Iについては小櫃川河口に合わせて殻長19mm未満の個体のみを扱った。また各調査点で出現したアサリの殻長と殻幅とは狭い範囲で近似的に直線回帰したので、この回帰式から殻長30mmにおける丸型指数-Iの値を算出して図示した。

地盤高等とアサリの(仮称)丸型指数-Iとの関係演者はアサリの殻形を場における成長の指標として用いることを検討しているが、殻幅(SW)/殻長(SL)を丸型指数-I、殻高(SH)/殻長(SL)を丸型指数-IIと仮称している。小櫃川河口および金田地先でアサリの

殻長が広い範囲で出現した調査点の殻長5mm 以下の丸型指数-Iの変化を図3に示すが、両調査点とも成長とともに次第に値が大きくなっていった。また両者を比較すると、小櫃川河口の方が金田地先よりも大きい値となったが、小櫃川河口の調査点の地盤高がかなり高かったことに原因していると考えられた。小櫃川河口および金田地先で調査点別に測定した丸型指数-Iの分布を図4に合わせて示してあるが、小櫃川河口では地盤が高くなると次第に丸型指数-Iの値が高くなり、特にA. P. 70~80cmを境界にして更に高くなる傾向が認められた。これらのことから丸型指数-Iは成長とともに高くなるが、合わせて地盤高が高くなるなどの生息環境の悪化でも大きくなる傾向があると考えられた。

これに対して図4に示すように金田地先を調査点別にみると複雑な様相を呈していた。即ち殻長30mmのアサリの値が殻長19mm未満のものよりも大きい傾向にはあるものの、最も岸側の調査点では地盤が低いにもかかわらず全般的に値が高く、また殻長10mm以上16mm未満のものと同殻長16mm以上19mm未満のものを比較すると一定の傾向は認められなかった。

5. 二枚貝幼生の挙動とポケットビーチ内の物質分散

金田地先を調査点別にみた時このようになったことの原因として、小櫃川河口では干潟の沖側に起伏はあるものの岸側から沖側へと比較的一様な傾斜となっており、アサリの成長を左右する最も大きな環境因子が地盤高、即ち干出時間の長さであろうと推定されるのに対して、金田地先においては沖合に砂堆が形成されているために流れ等の別の要因が加わっているのではないかと考えられた。

文 献

- 千葉県 (1983) 昭和55~57年度海域総合開発調査事業報告書 (内房海域)。
 柿野 純 (1986) 東京湾奥部における貝類への死事例、特に貧酸素水の影響について。水産土木, 23(1), 41-47。
 柿野 純 (1984 a) 最近の東京湾におけるアサリへの死現象とへの死調査に関する考察。千葉県水産試験場研究報告, 42, 23-28。
 柿野 純 (1984 b) パカガイの生息条件、特に内房北部砂浜域の場の特性との関係について。昭和59年度・水産工学研究推進全国会議発表資料。

萩野静也・日向野純也 (水産工学研究所)

はじめに

鹿島灘のチョウセンハマグリ漁獲量は年により数トンから1万トン台まで著しく変動する。この変動要因の一つとして波、流れ、漂砂に伴う浮遊幼生の大きな分散や稚貝の着底環境の不安定が考えられる。これまでこのような外海砂浜域を二枚貝の安定した漁場にしようとするような方法が試みられてきたし、現在も研究開発中である。水産土木的には突堤や離岸堤などの工法が上げられる。これらの工法は浮遊幼生の輸送拡散抑制、二枚貝の打ち上げ防止や制砂に効果があると言われてきた。更に安定した漁場を造成するため考え出されたのが図1に示すような突堤や離岸堤を組み合わせたポケットビーチ (人工的入江) 工法である。

この報告では浮遊幼生の輸送拡散抑制効果に焦点をあて、ポケットビーチ状地形内外の波による海水流動及びその流動による物質分散抑制機能を水理実験及び現地調査により明らかにしたものである。

水理実験¹⁾

水理実験ではポケットビーチ内外の波高分布、流速及び染料濃度の時間的変化などを測定することにより浮遊物質の分散特性を明らかにした。実験は海底勾配1/100の固定床に幅5.4m、汀線からの長さ3, 6m、開口部幅1, 2mのポケットビーチ状地形模型を作り、波高1, 3cm、周期0.6, 1秒の波をあてて行った。

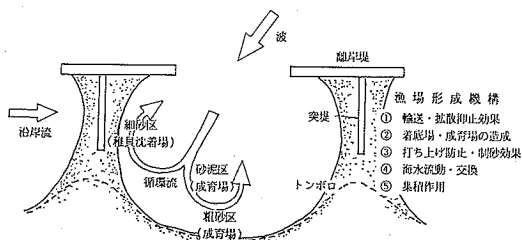


図1 人工ポケットビーチの概念図

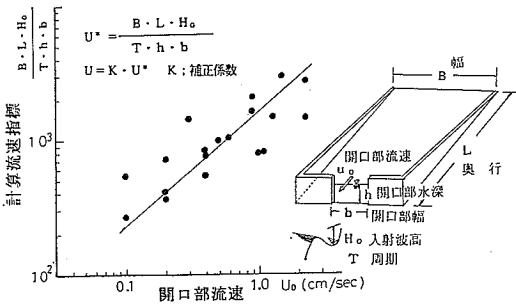


図2 開口部流速と計算流速指標との関係

実験ではポケットビーチ内を環流する安定した流れが形成され、その流速は開口部幅2mの方が開口部幅1mに比べ約2倍になっていた。これは開口部幅2mの方が1mより波の遮へい範囲が狭く、波高が大きく、かつ波高の空間的変化率が大きいためである。模型内の染料濃度は時間とともに暫減しており、そのてい減速度は開口部に近いほど大きい。これはビーチ内の高濃度水が外から入ってきた低濃度水と混合したためである。そこで染料濃度の時間的変化を(1)式で表わした。そして(1)式の減衰係数を交換速度係数 α と定義して、これを観測値より求めた。

$$C = C_0 \exp(-\alpha t) \dots\dots\dots (1)$$

ここに、C; 時間 t の濃度, C_0 ; 初期濃度, t; 時間
これより開口部幅が狭い程、また離岸堤よりポケットビーチの方が交換速度係数が小さいことがわかった。開口部流速は (ポケットビーチ水面積 \times 入射波高) / (開口部通水断面積 \times 周期) で表され、これを計算流速指標 U^* と定義した。開口部の実測流速 u_0 と計算流速指標 U^* の関係を図2に示す。この図より u_0 と U^* はほぼ直線関係にあることがわかる。比例定数 K は開口部の形状や海底勾配などに関係する値であるが、この物理的解釈は今後の検討課題である。この実験で K の値は約 1/1500 であった。

交換速度係数 α を開口部計算流速 U とポケットビーチ内の長さ L で無次元化した無次元交換速度係数 α^* と水平 Reynolds 数との関係を調べた結果が図3である。これより Reynolds 数が増加すると無次元交換速度係数は指数関数的に増加することがわかった。図2, 3などを使うことによりポケットビーチ工法の設計が可能である。すなわち建設場所の波高, 周期およびポケットビーチの規模がわかれば図2より開口部流速 U を求めることが出来る。次にポケットビーチの長さ L , 開口部流速 U を使って図3より交換速度係数を求めることが出来る。

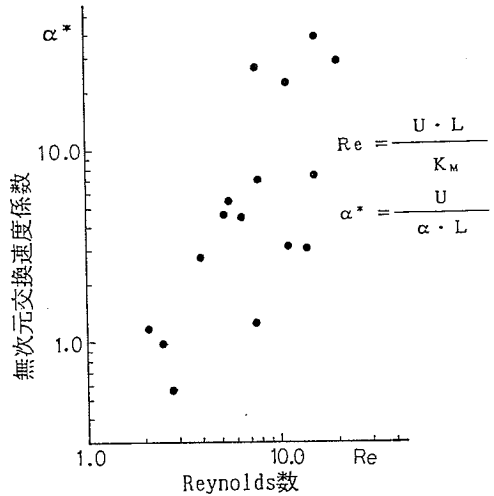


図3 Reynolds 数と無次元交換速度係数との関係

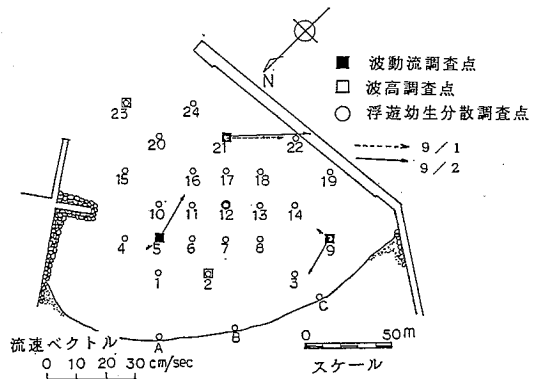


図4 調査地点と流速ベクトル

最後に二枚貝の産卵量, 浮遊期間がわかれば(1)によりおおよその着底量が推定出来る。しかし、実験で求めた交換速度係数は浮遊幼生の代りに染料を用いた場合のもので、浮遊幼生のようにある程度の大きさをもつものの交換速度係数については未知である。これを現地調査から検討した。

現地調査

(1) 波崎海岸²⁾

砕波帯における浮遊幼生の分布性状を把握するために、1985年9月5日茨城県波崎海岸で現地調査を実施した。調査にあたり波崎港突堤に近い水面を試験水域、約1km離れた水面を対照水域として、両水域中央部に電磁流速計を設置した底層の流向流速を測定すると共に、両水域各12点で北原式定量ネット (XX13) による鉛直

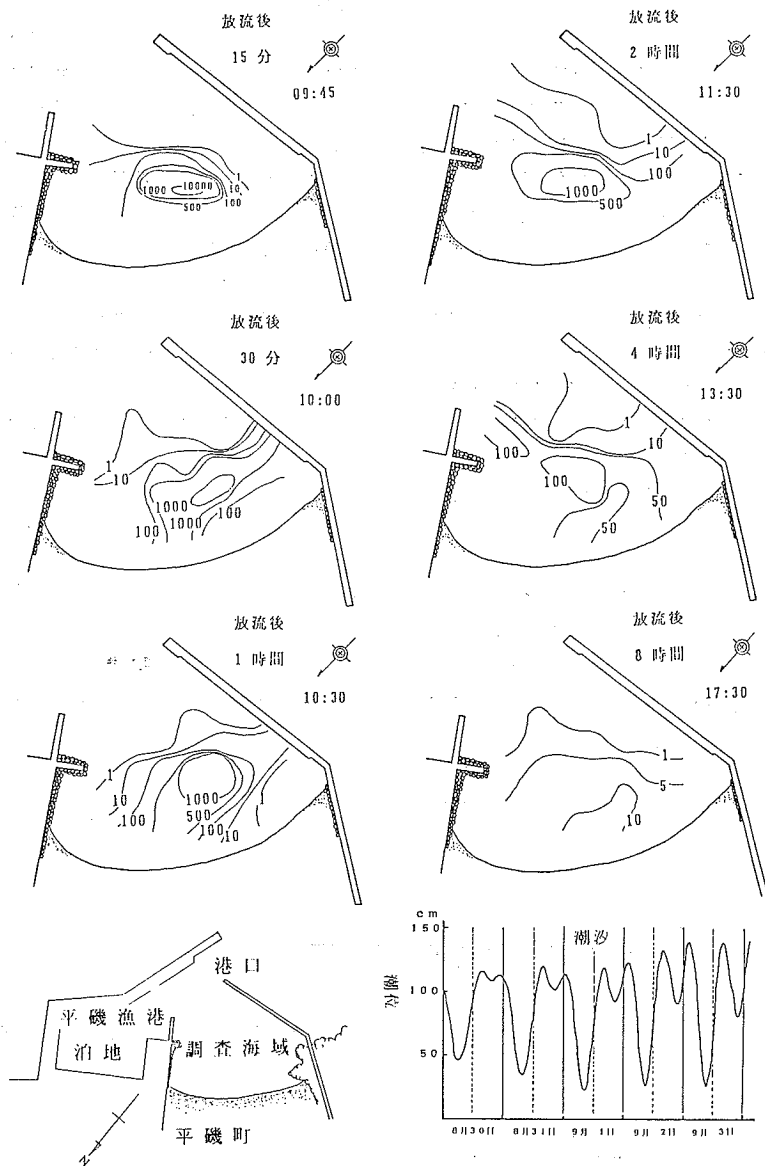


図5 Artemia の分散調査結果 (単位; 個体数/100l)

曳きを行った。

底層の流れは波により岸沖方向に振動しながら海岸線に向い、1分間の平均流速は、対照水域で7~9 cm/secであったのに対し試験水域では2~3 cm/secであり、波崎港突堤の影響を受けて静穏になっていた。

プランクトンの観察結果から二枚貝浮遊幼生の分布密度は水深帯によって差が認められ、水深7m付近では

2.0~6.2 inds/lであったのに対し、水深3m及び5mでは0.3~1.7 inds/lであった。また、水深5m以下の各定点での分布密度の平均は試験水域で1.4 inds/l、対照水域で0.8 inds/lと約2倍近い差が認められ、試験水域の水深1m点では、シルトの存在と共に浮遊幼生が比較的高密度(2~3 inds/l)に分布していた事から、突堤の影響を受けた静穏域では渦流域等の形成により浮遊幼

生の滞留効果のある事が推測された。

(2) 平磯漁港

水理模型実験を検証し、浮遊幼生の分散特性を調べるために、昭和61年8月30日～9月4日に茨城県那珂湊市平磯漁港内において電磁流速計による波動流調査、水圧式波高計による波高調査、アルテミア（1億5000万個体）とチョウセンハマグリ浮遊幼生（160 μ 、80万個体）の分散調査を行った。調査地点を図4に示す。浮遊幼生の放流点はSt-12で、放流後15分、30分、1時間、2時間、4時間、8時間、24時間、の計7回、北原式定量ネットを用い鉛直曳きを行った。

調査前半はほとんど波がなかったが（調査海域奥部の波高約15cm）、後半は台風接近のため急に波高が増大した（波高約40cm）。この波高増大に伴ない流速も大きくなり、図4に示すように調査海域内に流速15～30cm/secの時計回りの環流が形成された。一方、チョウセンハマグリ、アルテミアは放流点から汀線部にかけて分散し、沖側への分散は小さかった（図5）。チョウセンハマグリは放流個体数は少ないため、分散特性の解析にはアルテミアのみを用いた。アルテミアの分散状況から推定した拡散係数は Joseph-Sendner の円形パッチ理論を用いて計算した。この値は $10^3 \text{ cm}^2/\text{sec}$ のオーダーで（交換速度係数 α になおすと 10^{-4} /秒に相当）染料の場合より小さいものと推定されたが、流動環境との関係で今後、解析、評価する必要がある。

おわりに

ポケットビーチ状地形による物質分散抑止機能を水理実験により調べた。その結果、物質分散抑止機能とポケットビーチの規模、形状との関係がある程度明らかにすることができ、その実用化のための設計法を示した。一方、現地調査により流動環境との浮遊幼生の分布、分散の関係を明らかにした。そして海岸構造物の影響を受けた静穏域での浮遊幼生の分布が高いこと、またアルテミアの分散係数は染料より小さいことが推測された。しかし、二枚貝の安定した漁場造成を図るためには今後更に現地調査等により浮遊幼生の分散機構の解明を図る必要がある。

この調査研究にあたって茨城水試真岡東雄増殖部長、児玉正碩種苗部長はじめ関係の方々には御協力をいただいた。ここに深謝の意を表します。

なお、この研究の一部は農林水産省大型別枠研究「近海漁業資源家魚化システムに関する総合研究」で行われたものであることを付記する。

参考文献

- 1) 萩野静也（1987）ポケットビーチの物質分散抑止機能について．水工研技報（水産土木）8, 1-11.
- 2) 安永義暢・日向野純也（1986）波浪流と浮遊幼生の分散．近海漁業資源家魚化システムに関する総合研究，昭和60年度研究報告，10-11.

6. チョウセンハマグリ稚貝の生態と生育環境

安川隆宏・真岡東雄（茨城県水産試験場）

目的

本種は茨城県鹿島灘における沿岸小型船の漁獲対象資源として重要な位置を占めている。しかし、本種の漁獲量は経年変動が大きく（図1）、これは主に稚貝の発生量変動に起因しているものと考えられている。

したがって、本種の成長段階毎の生態、生育環境等を明らかにする中で、当該資源の安定的増大方策を検討する必要がある。

ここでは、主に稚貝期の生態、生育環境について述べる。

方法

昭和57年11月から昭和61年6月までの期間中に那珂湊

市平磯から神栖町知手浜にかけての浅海砂浜域で実施した調査結果を主体に、これ以前の知見も含めて整理した。なお、試料採集はスミス・マッキンタイヤ型採泥器、シャベル及び潜水による採泥、または貝桁網により行った。

結果と考察

(1) 分布、移動

冬季における稚貝（平均殻長3mm程度）の生息水深は年により若干相違するが、概ね2～6mの範囲にあり、地点により生息密度の高低が認められるものの、ほぼ海域全般に広く分布するものと推察される（図2）。一方、夏季（6月）の汀線における稚貝（平均殻長3mm

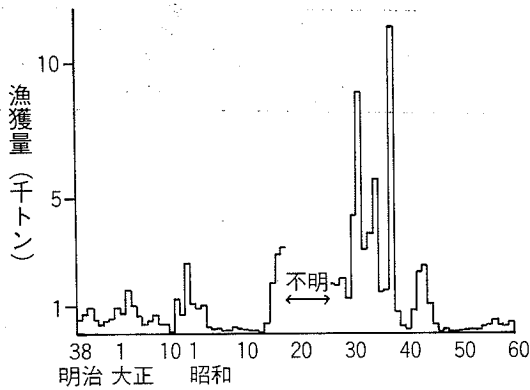


図1 茨城県におけるチョウセンハマグリ漁獲量の経年動向

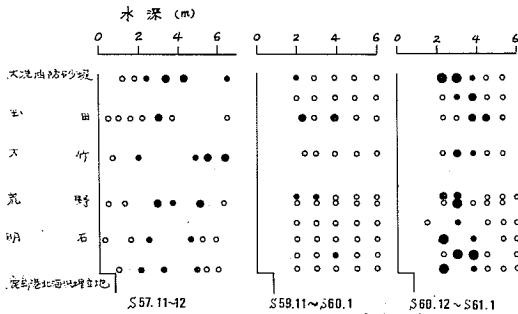


図2 チョウセンハマグリ0年貝の生息状況

程度)の生息状況を見ると、生息密度の年変動が大きい。が、突堤等人工構造物周辺海域(平井等)と中央海域(大竹~京知釜)では経年的に出現頻度が高く、生息密度も相対的に高い傾向が認められる点が特徴的である(図3)。

次に、稚貝期の移動については、昭和57年級群の追跡調査結果から、冬季に2~6m水深域に主分布した稚貝が春季から夏季にかけて、しだいに前記水深域では認められなくなると共に、汀線付近に出現するようになり、冬季には再び沖合域に出現するといった季節的移動の様子がかがわれる(図4)。このような移動の生理、生態的意義は明らかでないが、現象的には、冬季から夏季にかけて堆積し、夏季から冬季にかけて侵食するという海岸地形の一般的な季節変化と密接にかかわっているものと推察される(図5)。

以上より、稚貝期においては季節的移動を伴ないながらも、主に水深6m以浅を生活域としていると言える。

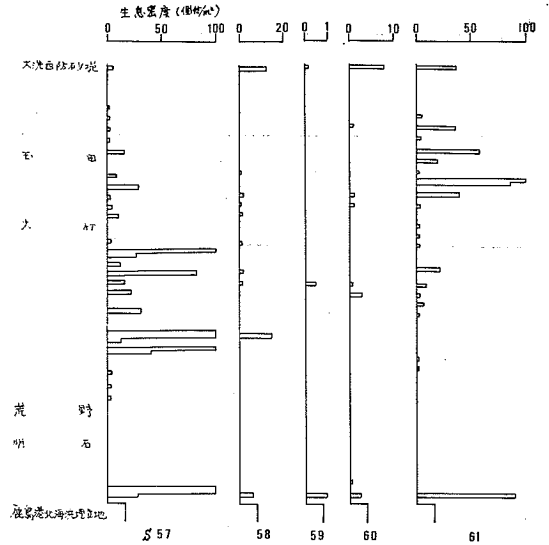


図3 汀線付近におけるチョウセンハマグリ0年貝の生息状況(6月調査)

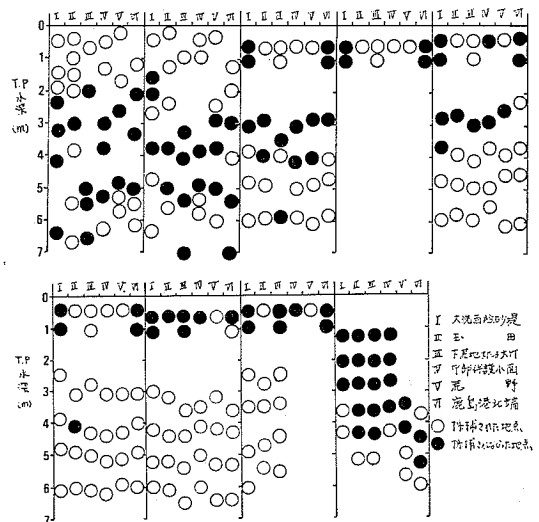


図4 チョウセンハマグリ昭和57年級群の生息状況の経時的变化(上段左から57年11~12月, 57年1~2月, 5, 6, 7月下段左から8, 9, 10, 12月)

(2) 成長

同じく昭和57年級群の追跡によると、冬季から春季にかけては、ほとんど成長せずに平均殻長3mm台で推移するが、生後満1年を経過する夏季から秋季にかけて著しく成長し、平均殻長20mmを越え、再び冬季に成長が停滞するといった成長経過をたどるものと考えられる(図6)。

表1 チョウセンハマグリ放流群の放流海域別成長比較

| 放流群 No. | 放流海域 | 放流年月 | 放流貝の平均殻長 (年級) | No. 1 放流群の S57年12月～S58年3月における平均殻長 | S53年級の S57年12月における平均殻長 | No. 2 放流群の S60年12月～S61年3月における平均殻長 | S57年級の S60年12月～S61年2月における平均殻長 |
|---------|-------|-------|---------------|-----------------------------------|------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| 1 | 鹿島灘中部 | S57.5 | 6.77 (S53) | 7.51 | 7.53 | | |
| 2 | 平磯漁港内 | S59.8 | 3.10 (S57) | | | 5.03 | 6.44～6.75 |

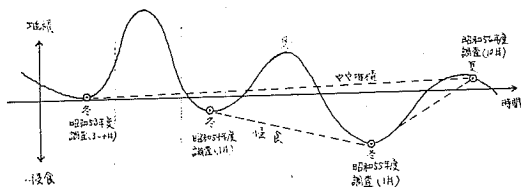


図5 海底地形変化模式図 (既往4回の地形測量による推定)

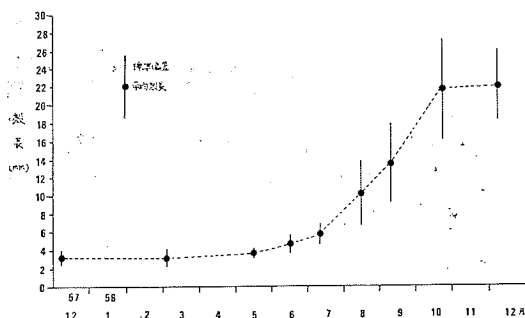


図6 チョウセンハマグリ昭和57年級群の成長

(3) 減耗

死殻の殻長組成から、殻長2～3mm台をピークに、10mmに達するまでの減耗が大きいものと思われ、前述した移動、成長を考え合わせると、汀線移行期までの減耗が大きいと推察される(図7)。昭和57年級群の場合、生後約0.5年(平均殻長3mm程度)～1.5年(平均殻長20mm程度)の期間の生残率は約5.7%と推定され、生後約0.5年までの減耗状況については明らかにされていないが、少なくとも平均殻長3mm程度の稚貝が殻長10mmに達するまでの減耗を防止することが当該資源の安定的増大を図る上で必要と思われる。

(4) 生育環境

ここでは、生育環境の概括的状況については省略し、

稚貝の蠣集域の砂床環境について述べる。

汀線付近における稚貝の蠣集事例について砂床環境を

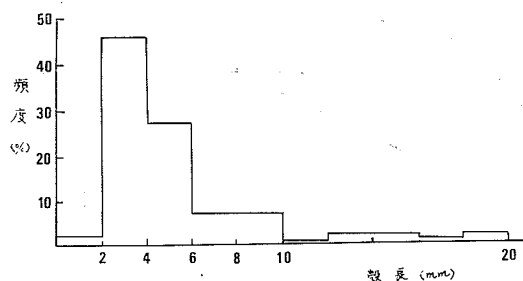


図7 汀線におけるチョウセンハマグリ死殻長

みると、いずれの場合もよく淘汰された細砂が堆積する海域である。また、沖合においても、鹿島港南海浜埋立地沖の潜堤周辺海域での調査結果をみると、潜堤の位置が不明瞭になっていることから、砂床が堆積傾向にあると推察される海域で相対的に稚貝の生息密度が高い点が特徴的である。

したがって、稚貝の減耗を防止する方策として、砂床環境面からは比較的安定し、細砂が堆積するような環境の造成が考えられる。ただし、海域の静穏度が極度に強まると、水底質の悪化を招来し、本種の生育環境として不適になると考えられる。このことは、外海砂浜域(鹿島灘中部)と閉鎖海域(平磯漁港内)とにおける標識放流貝(幼成貝)の成長比較をしたところ、後者では、港内への雑排水の流入に伴う汚濁の影響があるにしても、前者に比べて明らかに成長が劣っていた点からも推察することができる(表1)。

人工構造物による堆積型砂床環境の造成を検討する上では、こうした点を含め、十分に考慮して進める必要がある。

7. 鹿島灘における二枚貝類の発生量変動について

浜田篤信・安川隆宏（茨城県水産試験場）

鹿島灘における二枚貝類の生産量は、過去90年にわたって100～10,000トンの間を変動しており、この間、7～9回の大発生がみられる。漁獲対象となっている種は、ウバガイ、チョウセンハマグリおよびコタマガイであり、沿岸漁業者にとって極めて重要な資源である。また、その資源量の大きさ、定着性、高価格に着目し、経営安定のために各地で諸施策が講じられて来た。しかし、増産対策は、技術の基本となる知見に乏しくかならずしも有効性を発揮していないように思われる。ここでとりあげた発生量変動についても、その機構の解明は相当古くから手がけられて来た課題であり、生態学的知見については豊富になりつつあるが、未だに解決されていない。本報告は、この課題を解き明すための一作業仮説である。

生息密度と発生量の関係

ここでいう発生量とは生き残って漁獲対象となった二枚貝類の総個体数で、茨城県農林統計表の漁獲量を年令組成にもとづいて割りふったものである（浜田・安川、1987）。発生量は図1のとうりで $0 \sim 10^9$ の間を変動している。このような変動は昆虫でみられるそれと似ており、生物的要因として密度効果の検討が必要と考えられる。Deluryの方法を用いて現存量を推定し漁場面積 (20km^2) を仮定して求めた密度と発生量の関係を示したものが図2である。発生量は、生息密度が高まるにしたがって、急激に減少するように見えるがバラツキが大きへ確かではない。統計処理の方法として判別分析法を適

用すると、図2中点線で示すように有意に3群に分別することができ、密度効果も明確になる。この3群に発生のみられなかった群(9年)を加え全体を4群に分別することができる。そこで、次に、この4群と環境との関係を検討してみる。

環境と発生量の関係

発生量と環境、たとえば水温との間には明瞭な関係が

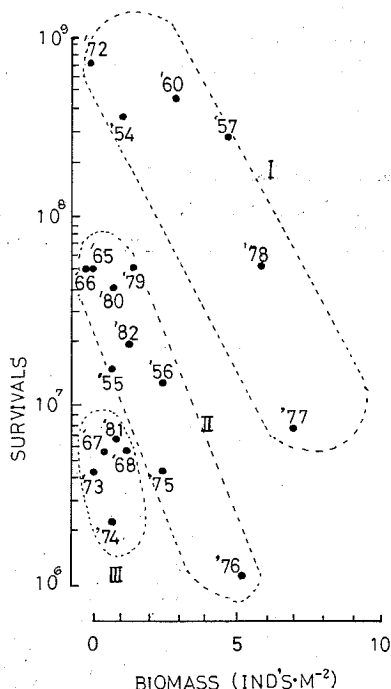


図2 生息密度と発生量の関係

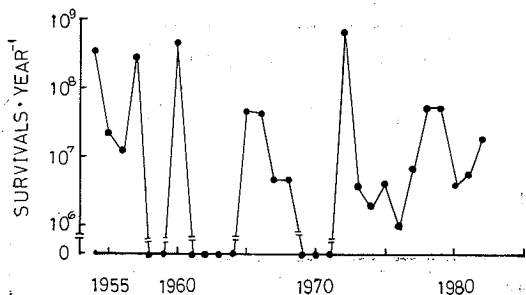


図1 鹿島灘における二枚貝類の発生量変動

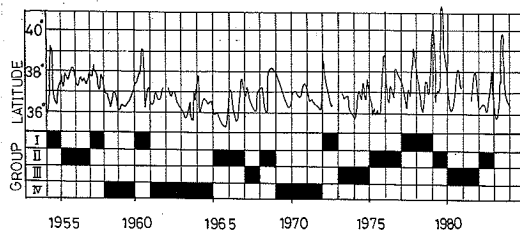


図3 発生量面分と黒潮流の位置の関係

認められることはないようである。ここでは、前述の4群と海況との関係を検討してみる。図3は、発生量の4段階と黒潮統流北端の位置（1954～1969年は川合(1972)、1970年以降は東北水研資料*100m深15°C）との関係を示したものである。生息密度を考慮して発生量の多かったI群に属する6年は、いずれも黒潮統流の位置が北上しており38°N以北にある。これに対し発生のみられなかった9年は、いずれも、それが38°N以南にあり殆んどは36～37°Nの間にある。鹿島灘の二枚貝類漁場は、この間に位置しており、発生のみられない年には、黒潮が漁場前面で方向を変え東方へ流去している条件下にある。発生量が、この2群の中間に属するIIおよびIII群は、それぞれの発生に応じて、黒潮統流北端の位置が北偏している。ここでとりあげた29例中、1964、1965および1969年の3年は例外で、この規則性からはずれるが、1965年は著しく南偏しており35°Nに近い。こうした点を考慮すると黒潮統流北端位置の変動の激しさを、それも産卵期のそれが重要と考えられる。

発生量変動機構に関する一仮説

以上、検討して来たように、二枚貝類の発生を支配す

* 東北区水産研究所 漁海況速報（1970～1984）

る要因の一つは生息密度であり、もう一つの要因は海況と考えられた。そうであれば、次に「生息密度」と「海況」がどのように発生機構と関連するかが問題となる。密度調節の実体は不明であるが、ここでは二枚貝類の過水量が成貝では5 l/hr. と極めて大きい点に着目し、約2週間の浮遊生活の期間に幼生が成貝に捕食間びきされるものと考えてみる。二枚貝類の漁場となる水深10m以浅の砂浜域には、渦あるいはフロント域が形成され、その沖合では南流が卓越しているにもかかわらず、この水域の浮遊物質が簡単に南に流去せず、比較的長時間にわたって滞留し、指数関数にしたがって減衰していくことが貝毒プランクトンの一種である *Dinophysis fortii* の挙動から確かめられている。したがってこの水域では、生息密度に応じ捕食によって幼生が減少し生き残りが支配される。また、流れあるいは乱流拡散の強さに応じて、幼生が、この水域から押し出され、環境に見合った数の幼生が生き残ることになる。このようなモデルは、次式で与えることができる。

$$V \cdot \frac{dN}{dX} - q \cdot X \cdot N + K \cdot Q \cdot N = 0 \dots\dots\dots(1)$$

(1)式の解は、

$$N = N_0 \cdot \exp.[-(q \cdot X^2 - K \cdot Q \cdot X)] \dots\dots\dots(2)$$

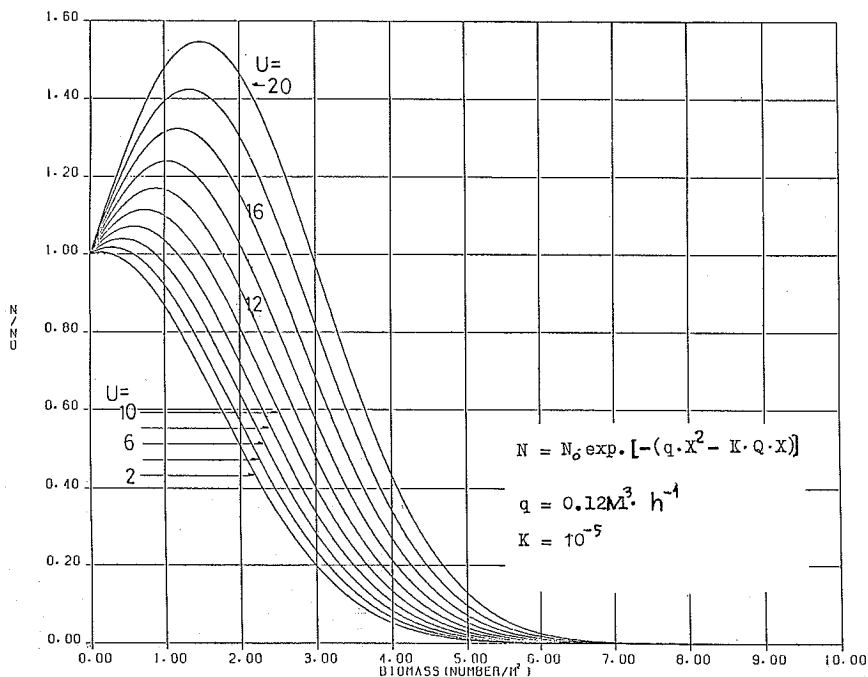


図4 発生量変動の予測

となる。ここで、 N は幼生の数、 X は二枚貝類の個体数、 q はろ過水量、 Q は当該水域への流入出水量、 V は当該水域の水容積である。いま、 1m^2 、水深 4m の水柱に 10cm/sec で流入する系を想定すると、(2)式で未知数は、 q と K となる($Q=2.59 \times 10^4 \cdot \text{day}^{-1}$)。そこで第2図のI群の数値を(2)式に当てはめると $q=0.150 (\text{m}^3 \cdot \text{day}^{-1})$ および $K=2.01 \times 10^{-5}$ を得る。同様にII群については、 $q=0.085$ 、及び $K=0.74 \times 10^{-5}$ を得る。この K の値が適正であるかどうかは、現在のところ知る由もないが、実験で求めたチョウセンハマグリ q 値は、成貝(38g)で $0.120\text{m}^3 \cdot \text{day}^{-1}$ であり実測とよく一致している。 K 値は、おそらくその場の環境に左右されようが、ここでは 10^{-5} を、また $q=0.120$ を採用し流速(U , cm/sec)を $2 \sim 20\text{cm}$ の範囲で変動させて発生量(N/N_0)と生息密度の関係を求めてみた(第4図)。流れが強い程、発生量のピークは、生息密度の高いところに現われるが、流れが弱くなると逆にピークは、密度の低い方へ現われ、しかも、ピークが小さくなり $U=6\text{cm}$ 以下では、ピークが極めて小さく、それ以下では、ピークが殆んど認められなくなる。もし、生息密度が、環境(ここでは流れ)に比較して過大、または過小になると、図4のピークに収れんするように密度効果が働く

ことになる。

以上、発生量変動機構を、生物側の要因として、二枚貝類のろ過水量を、環境側の要因として流れの強さをとりあげ単純なモデルを提案した。これは、今後、実際に調査研究を進めるうえでの作業仮説である。チョウセンハマグリとコタマガイは外洋性で内湾のように閉鎖性の強い条件下では、分布がみられず、鹿島灘のように開放型で、しかも流れの速い水域に分布している。このモデルはこれらの種が流れの速い程、生存に有利であり、物理的に激しく変動する砂浜域で生き残って来たわけをうまく説明しているように思われる。また、ろ過摂食による幼生の間びきは、環境悪化(流動の低下)にもなり過密による共だおれを防止するための戦略と考えることもできる。今後、これらの点について実証的研究を進めるつもりである。

文 献

浜田篤信・安川隆宏(1987) 鹿島灘における二枚貝類の発生量変動に関する考察. 茨城県水産試験場報告.
川合英夫(1972) 海洋物理II, 東海大学出版, 129-308. 黒潮と親潮の海況学.

8. 九十九里海域における貝類漁業の現状

九十九里浜は千葉県北東部に位置し、沿岸部(水深20m以浅)の地形勾配が $2/1000 \sim 2.5/1000$ と緩やかな延長約60kmの砂浜海岸である。当海域では古くから貝類漁業が盛んであり、移殖・漁獲規制等の増殖手段が講じられてはいるものの、資源変動の大きな外海砂浜貝類を対象としているため不安定な漁業となっている。

漁業対象貝類

当海域における有用貝類として、水深6~7m以浅のいわゆる灘にはチョウセンハマグリ、コタマガイ、ダンベイキサゴが、その沖の水深10~20m帯にはサトウガイ(別名マルサルボウ)が生息分布しており、後述する各漁法により漁獲されている(表1)。

貝類漁業の形態

当海域における貝類漁業の漁法を表1に示した。また

柴田輝和(千葉県水産試験場)

表1 九十九里海域における貝類漁業の漁法及び勢力

| 漁協\漁法 | 徒 歩 掘 | 貝 桁 船 |
|-------------|--------------------------------------|---|
| | 腰 カ ッ タ ー フ ー セ ン (昭和60年,各漁法計) | (昭和61年12月31日) 現在許可隻数 |
| 海 匝 | 272(人) | 86(隻) |
| 横 芝 町 | 24 | 4 |
| 蓮 沼 村 | 116 | 4 |
| 成 東 町 | 105 | 6 |
| 九十九里町 | 222 | 22 |
| 白 里 | 45 | 25 |
| 長 生 | 88 | 17 |
| 合 計 | 872 | 164 |
| 漁 獲 対 象 貝 類 | チョウセンハマグリ ・コタマガイ・ダン ベイキサゴ | サトウガイ・チョウ センハマグリ・コタ マガイ・ダンベイキ サゴ |

漁業形態については以下のとおりである。

(1) サウトガイ漁業

サウトガイ漁業は、九十九里沿岸7漁協に所属する約160隻の貝桁船によって営まれている。貝桁船はほとんどが5トン未満の小型漁船で、漁船の推進力を用いず、投入してある貝桁網のワイヤーをローラーで巻き取る漁法である。

(2) チョウセンハマグリ等漁業

チョウセンハマグリ、ダンベイキサゴ、コタマガイ漁業については、各漁協の共同漁業権行使という形で行なわれている。

まず、貝桁船による操業はサウトガイ漁業と同じ漁法で行なわれ、ほとんどの漁協が各々共同生産体制をとっており、貝桁船の多い漁協ではグループを決め交代で操業している。

次に、灘では徒歩掘、腰カッター及びカッターに4～5mの柄を付け、人が浮きながら貝をとる「フーセン漁法」により操業されている。しかし、漁業調整規則に定められた殻長制限（チョウセンハマグリは5cm）が守られておらず問題となっている。

漁獲量及び資源の動向

サウトガイの漁獲量は、昭和30年代に入って着業船の増加、貝桁網ワイヤー巻き取りの機械化等により急増し、昭和34年には7,000トンのピークに達したが、その後は年とともに減少し、一時は100トン台にまで低下した。昭和53年から再び上昇し、2,500トン前後まで回復したが、昭和58年から59年にかけて大量斃死が起り、現在は漁業として成り立っていない。昭和55・56年のサウトガイの生息密度を標本船のデータから算出してみると、1m²当り0.04～1個であったが、昭和61年の調査では当時の約1/500の密度であり、資源水準は極めて低い。

チョウセンハマグリは、昭和30年代前半に200トンから1,000トンの漁獲があったものの、その後約20年間は、ほとんど漁獲のない年が続き、最高でも昭和37年の70トンであった。しかし、昭和58年の春から夏に、九十九里北部から中部の汀線で幼貝（殻長1～3cm）の大量生息分布が確認され、資源回復の兆しがある。

コタマガイは、大量発生に起因する大量漁獲が昭和49年にあり、以降数10トンから200トンが漁獲されている。

ダンベイキサゴの漁獲量は昭和40年代後半から次第に増加し、昭和59年には2,600トンまで上昇したが、その

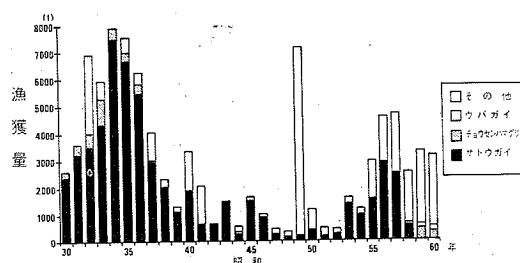


図1 九十九里海域における貝類漁獲量（千葉県農林水産統計年報・千葉統計情報事務所）

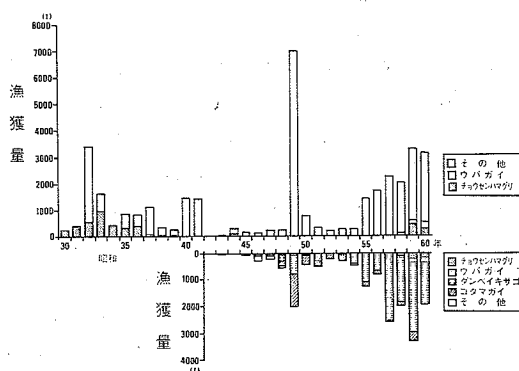


図2 九十九里海域におけるサウトガイを除く貝類漁獲量（千葉県農林水産統計年報・千葉統計情報事務所）

後減少傾向にある。

また、ウバガイがほぼ100年ぶりに漁業資源レベルでの発生がみられ、昭和57年から銚子地区で素潜りにより漁獲されるようになった（図1・図2）。

今後の課題

貝類漁業は九十九里地域小型船漁業の主体となっているが、今後の小型船漁業の振興に当たっては、貝類の安定生産をひとつの軸とした小型船漁業の基盤作りが必要である。このためには、貝類の資源生態、資源動向及び漁場環境を究明し増殖技術の確立をはかり、資源の管理・利用については、資源量推定手法を開発する一方、現在問題となっている小型貝の多獲及び大量発生群の短期集中漁獲等の改善策を検討し、資源を有効利用する漁業方式の開発・推進を行い、あわせて、九十九里海域全体の総合的漁業振興のなかの沿岸小型船漁業振興と位置付けた計画作り、体制作りを進めていく必要がある。

9. ホッキガイの大量発生について

秋元義正・中村義治（福島県水産試験場）

福島県の沿岸砂浜海域で、ホッキガイの主漁場である磯部漁協において、貝桁網漁業によるホッキガイの漁獲量と、毎年11月時に行なうホッキガイ漁場での資源調査によって得られた障害輪数別採取個体数を表1に示す。

この内昭和40年から昭和49年までは資源管理が行なわれていない時期で昭和50年以降が資源管理下のものである。

漁獲量は資源管理の施行に関係なく変動がみられる。この原因を明らかにするため年令別発生稚貝（0輪貝）数と漁獲量の相関を求めると、0年貝と2年後の漁獲量との相関係数が $r=0.746$ で最も高く、また1年貝と1年後の漁獲量との相関係数は $r=0.700$ で次に高い。このことは漁獲量の多い年はその2年前のホッキガイ稚貝の生残りが良い年であると同時に稚貝の発生量が漁獲量変動の主要因であることを示している。

稚貝発生量が良好であった年は昭和39年、49年、50年、52年、56年、58年、59年で各年とも平均水温は平年値と比較すると低水温である。逆に不漁年は昭和41年、42年、54年、55年が暖水年で昭和43年、45年、51年、53年は平年並である。

稚貝の発生量が最も多かった年は昭和58年で、総採取量 27,858 個、続いて50年 2,999 個、52年 626 個と続いている。このように昭和58年は大量生残りで他年と比較してもおよそ9倍の発生量となっている。そこでこの稚

貝の大発生現象を解析して、何かホッキガイの発生機構の一部を明らかにすることを試みた。

まず、稚貝発生規模が産卵母貝の大小に依存していない例を示す。表2は磯部漁場における最近5ヶ年の2年貝以上の生息量（バイオマス）と当才貝の発生量（出現個体数）を比較して表わしたものである。

大発生年に当る58年時の2年貝以上のバイオマスは小発生年に当る60年より小さいことが判る。

次に、最近の稚貝の発生後の成長を図1に示す。昭和58年発生稚貝の成長が著しく悪い。

1年貝で比較すると、56年貝は4.2cm、57年は4.0cm、59年は4.0cmであるが、58年群は2.0cmと他の年のおよそ1/2である。発生年の10月時でも平均殻長0.6cmと北海道根室並みの成長である。

ホッキガイは初期稚貝の減耗率が高く、生息数量の変動が著しいので簡単に他漁場と比較出来ないが、大量に生き残った年は小型貝になる傾向がみられる。

磯部漁場における過去10ヶ年のホッキガイの稚貝発生に関する諸要因を比較検討した。

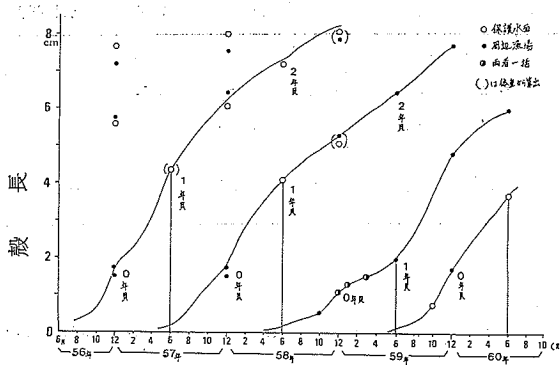


図1 ホッキガイ年度別成長状況

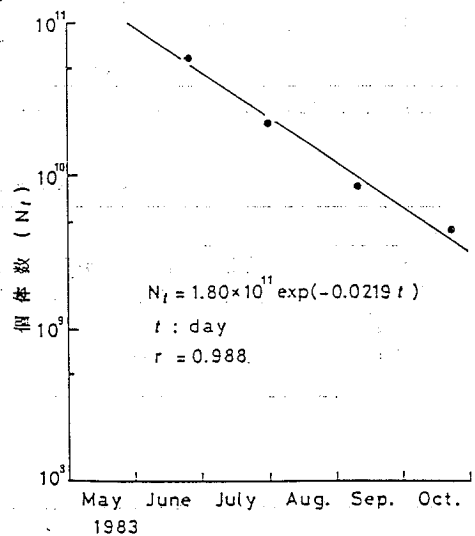


図2 1983年級群の漁場内総個体数の経時変化

表1 磯部漁場における年次別年令別出現個体数 (各年11月調査)

| 年次/輪数 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5以上 | 採集個数 | 調査地点数 | 漁獲量 |
|-------|--------|-------|-------|-----|-----|-------|--------|-------|-----|
| 昭和37 | 1 | 81 | 11 | 12 | 8 | 7 | 120 | — | 126 |
| 38 | 29 | 35 | 312 | 12 | 1 | 19 | 408 | — | 420 |
| 39 | 550 | 31 | 34 | 52 | | 24 | 691 | — | 241 |
| 40 | 257 | 115 | 1 | 1 | | 23 | 397 | — | 209 |
| 41 | 2 | 327 | 67 | 16 | 4 | 9 | 425 | — | 311 |
| 42 | 0 | 16 | 150 | | | 92 | 258 | — | 406 |
| 43 | 11 | 31 | 15 | | | 53 | 110 | — | 173 |
| 44 | 94 | 24 | | | | 25 | 143 | — | 84 |
| 45 | 17 | 70 | | | | 24 | 111 | — | 37 |
| 46 | 168 | 5 | | | | 23 | 196 | — | 87 |
| 47 | 80 | 100 | 30 | | | 26 | 236 | — | 34 |
| 48 | 110 | 23 | 66 | | | 18 | 217 | — | 92 |
| 49 | 501 | 60 | 43 | | 6 | 1 | 611 | — | 188 |
| 50 | 2,999 | 153 | 20 | 29 | 6 | 2 | 3,209 | 13 | 145 |
| 51 | 86 | 1,183 | 153 | 24 | 16 | 6 | 1,468 | 21 | 170 |
| 52 | 626 | 102 | 592 | 48 | 9 | 27 | 1,404 | 21 | 777 |
| 53 | 44 | 457 | 37 | 292 | 52 | 50 | 932 | 26 | 587 |
| 54 | 0 | 63 | 229 | 10 | 149 | 15 | 463 | — | 500 |
| 55 | 1 | 7 | 59 | 240 | 94 | 1,711 | 2,112 | 21 | 431 |
| 56 | 1,344 | 41 | 38 | 99 | 55 | 117 | 1,694 | 34 | 323 |
| 57 | 429 | 824 | 58 | 25 | 14 | 48 | 1,398 | 39 | 258 |
| 58 | 27,858 | 394 | 210 | | | 65 | 28,527 | 37 | 469 |
| 59 | 992 | 8,095 | 106 | | | 83 | 9,276 | 32 | 239 |
| 60 | 158 | 346 | 3,484 | | | 67 | 4,055 | 20 | |

漁場内の各調査地点において、ホッキ貝桁網による10m曳の採集個体数

表2 磯部漁場内ホッキガイ生息密度 (m²当りのバイオマスと個体数)

| 年 | 60年 | | 59年 | | 58年 | | 57年 | | 56年 | |
|---------------------------|------|------|------|------|-------|-------|-----|------|------|------|
| | 最高 | 平均 | 最高 | 平均 | 最高 | 平均 | 最高 | 平均 | 最高 | 平均 |
| ホッキガイ 若年貝~成貝 6月 (g) | 710g | 13.2 | 180 | 58.6 | 1,336 | 70.0 | 316 | 48.6 | | |
| 稚貝 11~12月 (ヶ) | 2.6 | 0.66 | 14.0 | 3.69 | 960.5 | 44.67 | 8.1 | 1.41 | 18.6 | 6.02 |

その結果、1月から3月までの旬平均水温の累積水温値と稚貝発生量を比較すると、累積水温が低い年に稚貝発生量が多く、高い年に発生量が少ない。

即ち、産卵期までの生殖腺の成熟発育期に水温の低い年が発生の良い年と云える。

本県の産卵期は4月から5月であるが、北海道では5

月から7月頃である。しかし、産卵期までの水温を旬別に1月から産卵期までの累積水温を求めて両者を比較してみると、北海道も本県もほぼ同じ値になる。このことはアワビの生殖腺の成熟までの累積水温値が一定であるとの菊地ほか(1974)の報告に類似している。水温が高すぎて産卵期に成熟累積水温を上まわる年は、卵質に悪影響があり、浮遊期での減耗が増大し、稚貝発生量が少なくなると思われる。また、このような理由で漁場内で稚貝発生不良年の夏場には大量の稚貝の死貝は採取されないと思われる。

次にホッキガイの産卵期の初旬(4月上旬)と終旬(6月中旬)の水温差を求め、稚貝の発生量を対比すると、両旬の温度差が少ない年、即ち急激な水温上昇のない年には稚貝の発生が良好である。また、昭和55年の産卵期のように3月下旬から4月上旬への水温上昇の早い年には稚貝の発生は不良である。その他の年では産卵期と稚貝発生量とは関係がないようである。

次に産卵後浮遊幼生が沈着稚貝生活に入ってから夏期の高水温時に減耗が著しいので、夏期水温と発生量を調べたが、関係は認められなかった。しかし、漁場に沈着してから秋までに減耗する稚貝数は図2に示すように減耗率は高く、昭和58年には1日当りの減少率は2.17%と推定されたが、年により変動がみられる。

漁場内で稚貝が定着するためには幼生が漁場内で沈着稚貝となることが第1の条件である。ホッキガイの浮遊幼生から沈着までおよそ20日かかる。このような浮遊期を有する幼生が同一漁場に沈着する条件としては、そこでの流況環境が大きく左右するものと考えられる。ま

ず、中村ほか(1982)が報告している沿岸に平行して流れる南流と北流である。この流れは本県沿岸全域にみられ、卓越している。特に4、5月のホッキガイ浮遊幼生期に3日～4日の周期の流速変動がみられる。

この沿岸流により幼生の輸送されると仮定すると南流と北流の出現頻度のバランスがとれてる年には幼生が同一漁場に沈着する可能性が強いと云える。そこで沿岸流の流向頻度を整理した資料と稚貝発生年を比較してみると、南北流が半々に出現する昭和56年、58年は稚貝は大量発生している。また、本県の沿岸流の特性として、中村ほか(1982)により離岸約1～1.5km程に沿岸境界層が形成されることが報告されている。ホッキガイ漁場の多くが沿岸境界内に種場を形成されることを考えると浮遊期の幼生分散及び減耗について、この現象をふまえて再検討する必要がある。

以上58年の稚貝の大量発生の要因を整理すると、1月～3月まで低温で産卵発生が4月下旬～5月上旬で、漁場内における南北流のバランスがよく、夏期に低温で稚貝の生残りを高めたと整理できたが、まだまだ、疑問の点と仮説の段階を抜けきらず、今後のホッキガイの生活段階別の生態調査に待たねばならない。

文 献

- 菊地省吾・浮 永久(1974) アワビ属の採卵技術に関する研究, 東北水研報告, 33, 69-78.
中村義治・藤縄幸雄・中田喜三郎・久保田雅久・稲垣正(1982) 現地観測に基いた大熊海域の水理現象に関する研究, 福水試調査研究資料, 177, 45-72.

10. 総合討論

コメント 1. 砂浜性二枚貝の増殖技術開発に向けての問題点から

安 永 義 暢 (水産工学研究所)

周知の通り、二枚貝特に外海性の二枚貝は漁獲量の年変動が著しい。一般的に資源の変動は漁獲による影響と自然条件による影響の総和として顕在化するのであろうが、チョウセンハマグリやイタヤガイに見られる卓越年級群の出現は特に後者に関して興味を抱かせる。特定の年次に産卵量が多かったためであるのか、産卵量は平均的であったが以後の減耗が少なかったためであるのか、また別途の機構が働いているためであるのか、未だ謎の

問題として残されていると言えよう。砂浜性二枚貝の増殖の主旨はその年変動の大幅な振れを少しでも小さくして漁獲の安定化を図ろうとすることであり、その実現のために年変動の主要要因の解明が求められる。前述のように砂浜性二枚貝の年変動の要因については未解明な面が大部分であるが、ここでは主として物理化学的な環境要因に視点を絞って若干の検討を試みる。

①産卵期～浮遊期

卵およびふ化幼生の分布と減耗機構については定性的にも未解明であり、依然としてブラックボックスの状態にあると言ってよいであろう。その理由として以下の諸事項が挙げられる。

まず、親貝の生殖生態について不明な点が多い。産卵の時期、水温等についてはある程度把握されているが、産卵から受精に至る過程は何によって支配されるのであろうか。例えば、チョウセンハマグリその他の種苗生産における採卵では水温の反復昇温処理法が用いられており、所定水温の継続的变化が産卵、放精の刺激源になり得ることは確かである。しかしながら、水温はじめ自然海域の環境は例年成熟から産卵に至る諸過程に都合の良いように変化しているのであろうか。

また、受精卵からふ化後の幼生の移送、拡散過程についても不明な部分が多い。とくにチョウセンハマグリ、コタマガイでは親貝が砕波帯に生息するため波浪静穏な好条件下でないと卵、幼生の採集が困難である。また、同時期に発生する他の二枚貝類の混在も手伝って概して前2種の幼生は同定が難しい。幼生の同定と发育ステージごとの分布生態の把握は以後の集積、沈着場を推定する上でも重要課題の一つと思われる。

②沈着期～稚貝期

浮遊期から沈着期への移行は生活の場が底質に変る点で生態上重要な時期と考えられる。しかしながら、沈着場が砕波帯内のどのような所に形成されるのか明らかではない。仮に砕波帯の水理的な要因によって沈着期に近い幼生が一定の水域、水深に集積するのであれば砕波帯での流動環境の把握が重要な意味を持つ。流動環境は必然的に底質環境への影響をもたらす。沈着期以後の幼生は底質（粒径、有機分…）、漂流砂等と関わりを有しながら成長し、稚貝期に達すると思われる。これらの諸点を明らかにするためには沈着期から殻長1mm前後までの幼生の採集が望まれるが、幼生のサイズと底質粒径に大差がないため篩を用いた常法では幼生の量の割りに採

集後の底質サンプルとの分別が難しい。現実にはサンプル分別の作業困難が多点採集によって沈着場の形成を推定しようとする上での隘路となっている。他方、1mm以上の稚貝になると底質との分別が容易になる点で扱い易くなり、分布生態もある程度明らかになりつつあるが、汀線部あるいは底砂中の多数の死殻の存在からみて打ち上げその他による斃死率は依然としてかなり高い状態にあることが推定される。茨城県の調査によれば、稚貝は砕波帯の漂砂移動、底面形状の変化と関連しながら季節的移動を行っている。この間、稚貝はこれらの変化が大きかった場合にどの程度対応する能力を有しているのであろうか。例えば潜砂活力の鈍化する低水温期の激しい漂流砂現象との遭遇は生残上不利とはならないのか。種苗放流の場所、時期、サイズ等を決定する上でも重要な課題であろう。

以上、砂浜性二枚貝の生態学的問題について若干の整理を試みた。これらの問題の解決のためには当然今後の調査研究内容や方法の検討が次のステップとなるが、大雑把には砕波帯の水理、水質、~~底質~~変動についての時空間的測定と対象二枚貝の成育段階別の分布、生残過程の把握、その手法の開発に絞られよう。具体例として鹿島灘波崎地区の砕波帯に建設された運輸省港湾技術研究所の観測棧橋における各種環境、生態に関する共同調査、あるいは室内での生殖・発生・分布に関する生理、行動実験などが考えられる。これらを諸機関が適宜検討、分担して着実に成果を挙げていくことが必要であろう。

二枚貝を主対象とする鹿島灘砂浜域の調査研究の推進は全国の同様な条件を有する地域の開発研究にもインパクトを与えらると思われる。沿岸漁場の再興隆が叫ばれている折、水産海洋学、水産土木工学、増殖学、資源学等の有機的結合による資源培養と資源管理の手法開発のモデルケースとして注目されよう。

コメント 2. 二枚目の移動と漂砂現象

系 列 長 敬（東京水産大学）

チョウセンハマグリ増養殖場の開発に関する別枠研究（水研、農土試、茨城水試で実施）の報告書によると、昭和47年には、種苗育成場の基本としてトンボロ状地形

の環境が必要であると結論され、その翌年の同報告書では汀線への添加形態として重要な移動（稚貝の）は垂直移動で場の選択は2次的なものであり、汀線形状と同じ

なら同じような位置に分布（稚貝が）しているとは限らない、とされている。本日のシンポジウムでも、好漁場形成のための最適環境条件がどうであるかについては未だよくわからないというのが結論のようにおもえる。

種苗放流が効果的に行われるためには、各ステージにおける生理・生態と環境との係わりの解明が必要であるが、現段階では未だこれに到っていない。それゆえ、現地調査・観測をくりかえし、データ収集の努力を今後とも続ける必要がある。

産卵が夏におこなわれ、殻長3mm程度に成長した稚貝が秋から冬にかけて、水深3～6m線の砕波帯沖付近に帯状に生息し、春まで成長せず砕波帯沖付近に留どまり、5～7月にかけて砕波帯沖付近から汀線に徐々に集合しはじめるという現地調査報告がある。稚貝のこのような岸沖方向の移動状況は漂砂の四季の岸沖方向移動現象に非常に似ており、現地の漂砂移動特性がどうであ

るかについての知見を現在持ちあわせていないが、砂の移動と共に稚貝が移動しているとも考えることができよう。

漂砂は来襲波の諸元（周期、波高、波向等）と砂の粒径および比重等の組合せでつくられたパラメーターの値によって、岸向きあるいは沖向きに移動することが海岸工学の分野での研究で分っており、このような他分野の知見を念頭においた調査計画をたてて実行することも今後には必要ではないかと思う。

砕波帯内での物質の分散過程およびその内外との海水や浮遊物の交換・拡散現象等の既往の知見も少ないが、浮遊幼生の散逸・集積には潮流のような流れよりも、波による水粒子速度や砕波帯内外に発生する波浪流のような流れによるものが砕波帯では卓越するであろうから、このような物理現象の解明も勿論重要な要件である。

コメント 3. 二枚貝幼生の輸送環境に関して

中 田 英 昭（東京大学海洋研究所）

魚類の卵・稚子の輸送環境*について研究を進めている立場から、幾つか意見を述べて討議の素材としたい。

(1)二枚貝の産卵生態

幼生の輸送状況を考えていく際に、その初期条件となる産卵の場所とその広がり具合、産卵の時期・期間などに関する情報は極めて重要である。ことに、沿岸のごく浅海部では環境条件の時空間的な変動が大きく、初期の産卵条件そのものが年々の変動の要因になる可能性がある。調査方法を工夫して、母貝の産卵生態についてより綿密な情報を得ることが今後必要であろう。

(2)浮遊幼生の移動分散過程

幼生を比較的沿岸部にトラップし、その分散による減耗を減少させる物理的なメカニズムに関連して、沿岸湧昇や内部波の効果(草野氏)、潮流による地形性渦の働き(柿野氏)、沿岸フロントによる収束作用(岩崎氏)など幾つかの指摘がなされた。また、浜田氏は二枚貝の漁獲量の年々の変動に沖合の黒潮統流の位置の変化が何らかの係わりを持つことを示唆された。これらはいずれ

も、基本的にはごく浅海部と沖合との海水交換の問題としてとらえることができよう。

草野氏が沖合での観測結果について示された流速の進行ベクトルは、ある地点での流れの変動性をみるには適しているが、必ずしも物質の移動の様子を表わしている訳ではなく、ことに流れの空間的な変動の著しい浅海部ではその解釈がさらに難しい。その意味では、実際に浅海部から沖合方向に測線をとって漂流物を投下・追跡するといったラグランジュ的な流れの観測をもっと活用していくことが必要である。

また、渦、フロントなどの時間的・空間的な分布変化をとらえるには、リモートセンシング手法が有力な武器になり得る。例えば、現在ランドサットに搭載されているTM(セマティック・マップター)センサーの空間分解能はおおよそ30mであり、海上観測などと有機的に組み合わせれば、ごく浅海部における海洋構造や物質の動きについてかなり細かい情報を得ることができる。

鹿島灘における二枚貝幼生の輸送環境を規定する外的要因としては、①黒潮統流の変動、那珂川等の河川流量変動に伴う沿岸水の流動変化、②風の変動に起因する表層水の堆積・分散、沿岸湧昇、③潮汐周期で生起する地

* 中田英昭・杉本隆成(1987) 資源変動にかかわる輸送環境の研究. 水産海洋環境論, 恒星社厚生閣, 136-147.

形性渦あるいは内部波、などが挙げられる。これらの各要因はそれぞれに特有な時間空間スケールの変動特性を持っており、その幼生の輸送に与える影響もそれぞれに異なっているものと考えられる。今後、ラグランジュの測流データ、リモートセンシング情報などの解析を通じて、幼生の出現時期の流動場を規定する主要なプロセスを探り出し、幼生の輸送環境の時空間的な構造をより立体的に（羅列的にでなく）明確にしていくことが必要であろう。

(3) 稚貝の沈着過程

浮遊幼生が浅海部に何らかの形でトラップされ、それがその場で沈着するのか、沖合側に一旦運ばれた後受動的もしくは能動的に再び沈着場となる浅海部に移動するのかによって、問題のとらえ方は大きく変わる。砂浜における砂粒子の堆積・浸食傾向の季節的な推移と沈着稚貝の分布変化との間に対応関係が認められる点は、その意味で大変興味深い。ただ稚貝が砂粒子と完全に挙動を一にしている部分と、砂粒子の堆積・浸食による生息環境の変化に能動的に応答している部分あるいはそれに伴って受動的に減耗させられている部分の仕分けは、なかなか難しい問題といえよう。砂粒子の動き、沈着稚貝の

分布変化に関する更に詳細なデータを得ると共に、稚貝の生残・生息にかかわる環境諸要因について基礎的な実験・調査をくり返していくことが、今後しばらくの間は必要であろう。

萩野氏が説明されたポケットビーチ構想についても、同様の主旨から、分散を抑止し、幼生、砂粒子等の堆積を促進する効果と生息環境としての水質・底質等の保全とのバランスを十分考慮し、目的に適った交換係数を実現させる方向で検討していくことが必要である。

(4) 輸送にかかわる生物的要因:

稚貝の季節的な移動・成長と餌との関連、稚貝の母貝による捕食の可能性、稚貝の生残に対する海水密度の影響などが輸送に介在する生物的要因として指摘された。なかでも注目したいのは、卵の時期に遭遇した環境変化がその後の生き残り等を規定する可能性があるとの指摘である。これは卵からの時間経過（履歴）を追って、累積的に環境条件の影響を追跡する必要があること、すなわち輸送の現場だけで環境との対応を論じることには問題があることを意味している。今後、飼育実験等を通じて、こうした生物的要因について基礎データを十分に積み上げていくことが必要である。