

漂砂移動とチョウセンハマグリの生息域の関係

A Relationship between Habitat of Clams and Littoral Transport

宇多 高明*・斉藤 光司**・横田 喜一郎**・大原 茂***・川中島 洋二***・内田 恵三**

Uda, T. K. Saito, K. Yokota, S. Ohara, Y. Kawanakajima and K. Uchida

A relationship between the habitat of clams and littoral transport was investigated through the field observation on the Kashimanada coast. It is found that the longshore distribution of the habitat corresponds well with that of calm wave zone produced by the sheltering effect of the harbor breakwater and active habitat exists in the zone composed of coarser bottom materials near the surf zone. The construction of headlands is found to be effective to the formation of the new habitat of clams.

Keywords : Habitat, Clams, Littoral transport, Headland.

1. ま え が き

近年、海岸侵食が全国的に著しく進んできている。これに対し侵食対策も広範に施されているものの、なお侵食域は広がりを見せているのが実情である。筆者は海岸侵食問題の解決のために、数多くの海岸において侵食の実態解明に力を入れてきた。一方、海浜変形の予測手法の開発に関しても、海岸工学の分野では数多くの試みがなされており、筆者も等深線変化モデル（宇多ほか、1990；1991）の開発などを試みている。これらの実態的研究あるいはモデル構築を目ざした研究により、実海岸での海浜変形に関してはかなり理解が進みつつある。

一方、海岸侵食の激化とともに我が国の海岸では異形コンクリートブロックで覆われた殺風景な海岸が非常に増えているのは衆知の事実である。こうした海岸では景観や利用上大きな問題が発生するに止まらず、生態系への影響もまた極めて大きいと考えられる。生態系はその対象範囲が非常に広いので、対象生物を限定し、例えば外洋に面した砂浜性の海岸における貝類を例に取って考えると、その生息条件が砂浜の形態や漂砂の移動状況を通して、海岸の侵食・堆積とも密接に関連しているはずである。しかし、この種の問題は研究分野が海岸工学と水産工学とに大きく離れているため、相互の情報交換は不十分と考えられる。そこで、本研究では図-1に示すように、太平洋に面した砂浜性海岸である鹿島灘を選定し、対象生物としてチョウセン（潮浅）ハマグリを選んでその生息と漂砂の関係について考察する。またこの海域には近年侵食対策としてヘッドランドの施工が進められているので、その建設とチョウセンハマグリの生息域との関係についても現地観測により考察するものである。

2. 沿岸方向に見たチョウセンハマグリの出現領域と海岸線変化の関係

調査対象の鹿島灘は、太平洋に面した全長約80kmの砂浜海岸であり、図-1に示すように大洗より波崎の間に広がっている。海岸の中央部よりやや南側には鹿島港があり、その北側では6～18号ヘッドランドの工事が進められている。まず、図-1に示す大洗～鹿島港区間の海域におけるチョウセンハマグリの稚貝の発生状況について、真岡（1993）は図-2を示している。これによると、測定年による変動は大きいものの、鹿島灘中央部の汀線幅の広い区間や鹿島港の北端部などにおいて蛸集域が形成されている。また、真岡は、このような蛸集域は海底勾配が緩やかで、淘汰度のよい粒径の細かい底質からなる砂浜であると述べている。

この点に関し、大洗港から鹿島港まで約39km区間の1947年と1990年撮影の空中写真による汀線変化をまとめると図-3となる（宇多、1993）。汀線は、大洗港の隣接域では200m以上も前進したのに対し、 $x=1.5\sim7.0$ kmの区間では著しい後退をみた。汀線の最大後退量は、 $x=2$ km付近で100m以上に達し

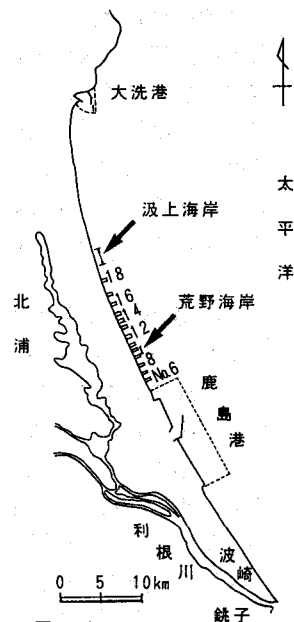


図-1 鹿島灘沿岸の調査地点

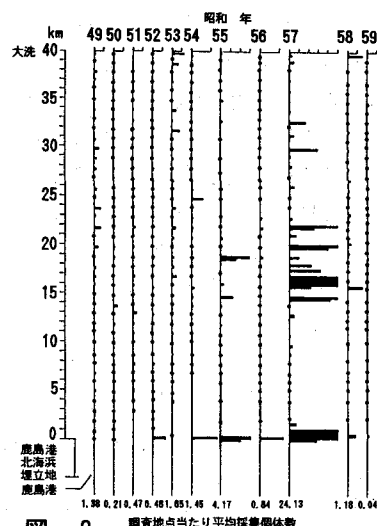


図-2 鹿島灘の汀線におけるチョウセンハマグリ0才貝（殻長10mm未満）採集個体数の経年変化（真岡，1993）

* 正会員 工博 建設省土木研究所河川研究室長（〒305 茨城県つくば市旭1）

** 茨城県土木部河川課

*** 茨城県潮来土木事務所

**** 正会員 (株)アイ・エヌ・エー海岸環境部

た。このような汀線の前進・後退は、大洗港の沖防波堤の建設によりその背後に波の遮蔽域が形成され、遮蔽域外より遮蔽域内へと土砂が移動したために生じたものである（宇多ほか，1986；三村ほか，1991）。一方、鹿島港の北側に隣接する清水海岸～小宮作海岸では侵食が進んでいるが、鹿島港の埋め立て地の北側隣接部では汀線の前進が見られる。また、大小志崎～荒野海岸の間では図-1にその位置を模式的に示すように合計11基のヘッドランドが建設されたため、ヘッドランドの南側では前浜が残されている。真岡による図-2のチョウセンハマグリの出現頻度分布は、観測年により大きく変動するが、全体的に見れば大洗港と鹿島港の近傍、そしてそれらの中央部で出現頻度が高い。この分布形は、図-3に示す鹿島灘の汀線変化とかなりよい対応を示しており、港湾の防波堤の影響で汀線が前進している所、そして鹿島灘中央部の堆積区間で出現率が高い。これらの区域では細粒の土砂が緩勾配で堆積していることから、それらの区域がチョウセンハマグリの生息条件に適合していることがわかる。これと対照的に、汀線の後退域では住谷ほか（1988）が示したように、砂浜の粒径の粗粒化が起きており、勾配も急なためチョウセンハマグリの生息に適さない区域となっている。

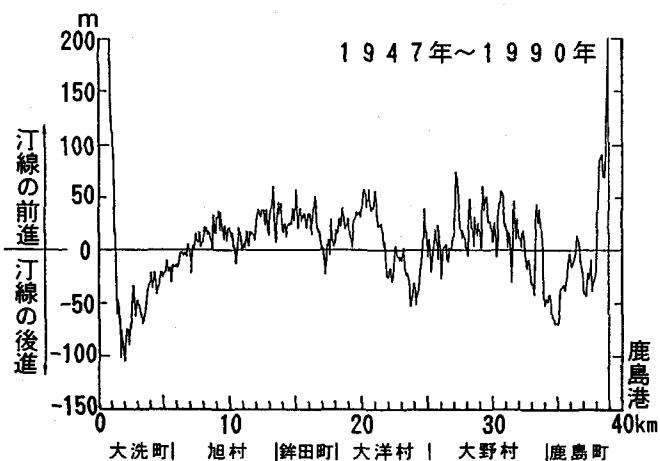


図-3 大洗港～鹿島港間の汀線変化（1947年～1990年）

3. 鹿島港南海岸の土砂投棄時の海浜断面変化と沿岸漂砂量の水深方向分布

3.1 海浜断面変化

鹿島港南海岸では1965年～1971年の間に港湾の浚渫土砂の投棄が行われた。その時の海浜断面変化は日本港湾協会（1974）の中で図-4のように与えられている。図は鹿島港南海岸の4測線に沿う海浜断面変化を示している。初期地形は昭和39年（1964年）6月のものであり、それから昭和45年（1970年）10月まで土砂投棄により海浜断面が前進したあと、昭和47年（1972年）4月までの波の作用によりいずれの海浜断面も後退した。図-4によると、沖合の海浜断面形は、多少の変動はあるもののほぼ-8mで収束し、それより沖合では不規則な変動を除いて有意な地形変化は見られない。このことは、この海岸において波により顕著な地形変化が収束する限界水深（地形変化の限界水深）がほぼ-8mにあることを示している。また海浜断面が前進・後退する場合、海浜断面はほぼ一様な変化を遂げており、汀線付近が侵食され、沖合に堆積するという断面変化は見られない。これは、投入土砂は沿岸漂砂により移動したものであり、海浜変形には岸沖漂砂はほとんど関与しなかったことを示す。一方、陸上部については、明らかに人工的改変によると考えられる部分を除けば、ほぼ+3mまでの範囲で地形変化が生じている。

3.2 沿岸漂砂量の水深方向分布の推定

図-4に示した4測線の海浜断面変化によると、ごく一部の例を除き、土砂投入とともに海浜断面が次々と沖側へと前進しており、ほぼ水深8m以浅の断面は単調に前進している。これは、土砂投入により汀線が突出したために、沿岸漂砂により土砂が沿岸方向に急速に運ばれたことを意味している。もし、冲向き漂砂により急激な断面変化が生ずるのであれば、汀線付近の侵食と沖合での堆積が必ず同時に生じなければならないが、そのような断面変化はいずれの測線でも見られないからである。投入土砂が沿岸漂砂により運ばれたとすると、比較的短い時間間隔で測量が行われていることから、これらの断面変化より沿岸漂砂量の水深方向分布を逆算することが可能となる。なぜなら、各水深ごとの等深線の水平方向変位量は、沿岸漂砂量の水深方向分布とほぼ相似形となるからである。いま、No.58～No.70の4断面ごとに各測量時期、各水深ごとの等深線の水平方向変位量を求め、それらを汀線前進量で割ることにより無次元化すると図-5となる。測線ごとにかなりばらつきはあるものの、汀線より深さ方向に単調に減少する点において互いによく似

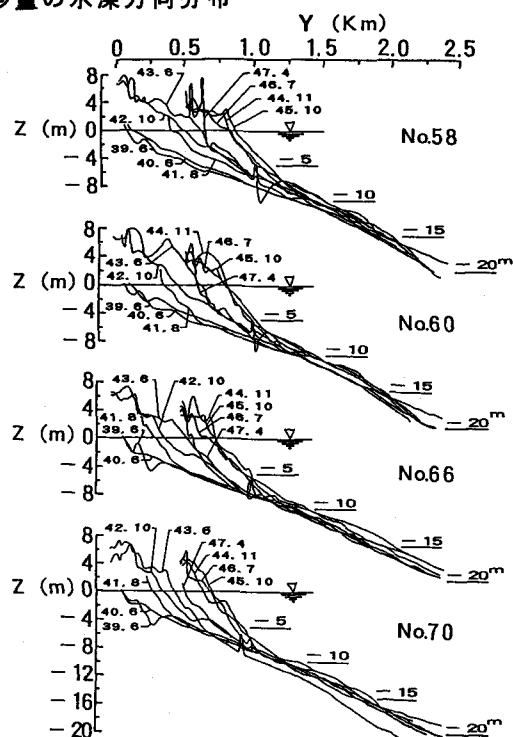


図-4 鹿島港南海岸での土砂投棄に伴う海浜断面変化（日本港湾協会，1974）

た分布形が得られた。

筆者は、波の作用による等深線の場所的・時間的変化を予測可能な等深線変化モデルを開発した(宇多ほか, 1991)。そしてそのモデルの中では海面下と陸上部における地形変化の生ずる範囲を定める限界水深(h_c)と限界高(h_r)の間において沿岸漂砂量の水深方向分布を3次式で与えた。図-5によれば、地形変化は海面下では-8 m、陸上部では3 mまでの範囲で生じているから、 $h_c \approx 8$ m、

$h_r \approx 3$ mとなる。ところで、筆者は、佐藤・田中の表層移動限界式と地形変化の限界水深の関係を調べることで、地形変化の限界水深を定める有義波高は、出現確率では5~20%に相当する比較的高い波浪であることを示した(宇多, 1990)。そこで、佐藤ほか(1974)の示した鹿島海岸における波高、周期の発生確率より、出現確率20%の波高を求めると、 $H_{1/3} \approx 2.5$ m、 $T = 7.3$ sとなる。さらに、当海岸の平均的な海底勾配は図-4によると1/210であって合田の碎波指標によれば $H_b/H_0 = 1.12$ となるから、碎波波高は $H_b \approx 2.8$ mとなる。図-5には以上の数値を用いて求めた沿岸漂砂量の水深方向分布を実線で示した。これによれば、計算値は実測値とかなりよい対応を示すことがわかる。

3.3 チョウセンハマグリの生息域の分布と沿岸漂砂量の水深方向分布

真岡(1993)によれば、チョウセンハマグリの生態は次のように要約される。まず、チョウセンハマグリは内湾性のハマグリと異なり、泥分のほとんどない波の荒い環境に適応した生態を有している。産卵期は6~9月で、産卵後10~15日の浮遊期を経て、約200 μ で沈着し、底生生活に入る。夏に生まれた殻長2~3 mmの稚貝は水深3~7 mの所で生残し、冬から春にかけて汀線近くに集まって夏を過ごし、この間急激に成長し、2 mm以上になって秋には分散していく。そして成貝は水深15 mまでの生息が確認されているが、図-6に示すように最も多く生息する水深帯は2~4 mで、6 m以深には非常に少ないとしている。

鹿島灘の現在第10号堤の設置位置(測線C-23)とその北3 km(測線C-17)、および南6 km(測線C-35)では1985年10月に底質中央粒径(d_{50})の水深方向分布が調べられた。図-7には d_{50} の水深方向分布を示す。チョウセンハマグリの生息する範囲は主に-6 m以浅であるが、ここは d_{50} が0.2 mm以上で、しかも汀線近くで急激に粗粒化する範囲でもある。そして-6 m

は図-5に示した沿岸漂砂量の水深方向分布によれば沿岸漂砂移動がほぼ見られなくなる水深に対応する。このことより、チョウセンハマグリの生息領域は d_{50} が0.2 mm以上の粗粒となる領域であって、ここでは漂砂が非常に活発な範囲であることがわかる。そして漂砂の議論と同様、チョウセンハマグリの生息域の議論でも水深が最も重要な指標となることが理解される。

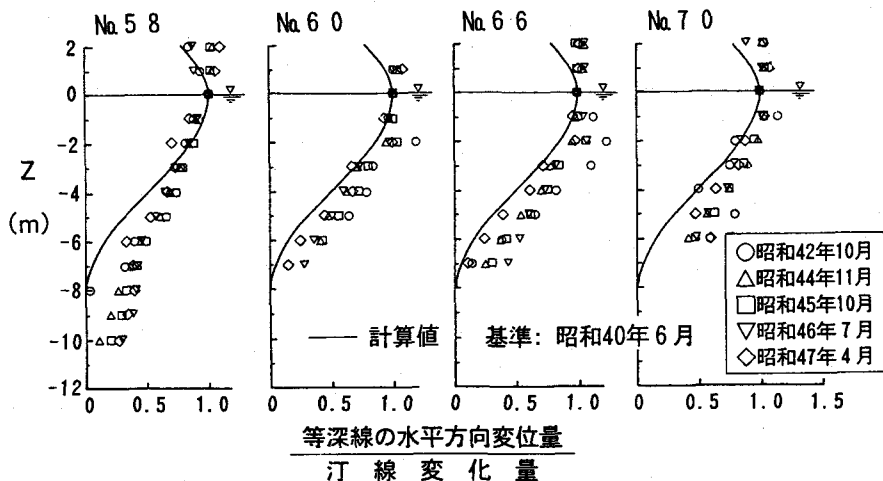


図-5 海浜断面データより求めた沿岸漂砂量の水深方向分布

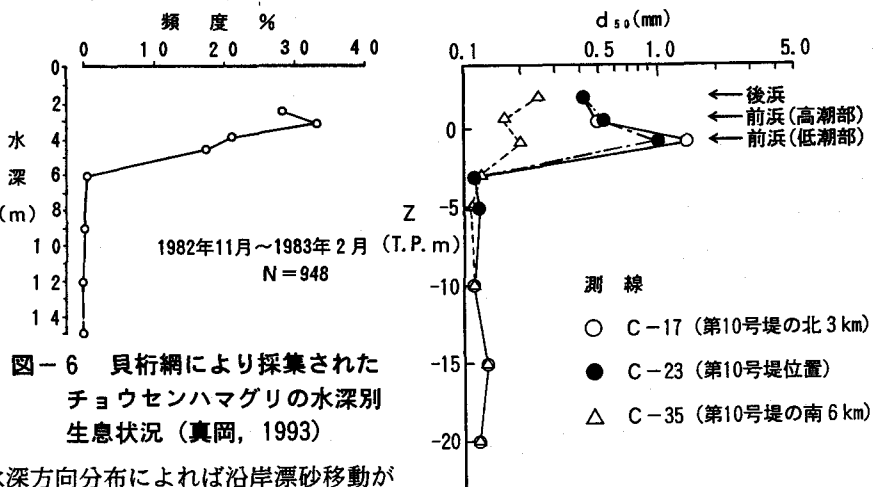


図-6 貝桁網により採集された
チョウセンハマグリの水深別
生息状況(真岡, 1993)

図-7 鹿島港北海岸における底質中央
粒径の水深方向分布
(1985年10月観測)

4. ヘッドランド施工域と未施工域でのチョウセンハマグリの生息状況の相違

4.1 観測方法

ヘッドランドの建設がチョウセンハマグリに及ぼす影響は、主に稚貝の着底量、減耗率に見られると考えられる。そこで、減耗率の高い稚貝の分布状況や生存率をヘッドランド設置海域と未設置海域とで調べ、両者の比較を行った。現地調査は、チョウセンハマグリの産卵期、成長過程を考慮して1992年10月24日~28日に実施した。

調査項目は、稚貝・成貝（殻長1mm以上）、着底初期稚貝（殻長1mm以下）、底質粒度組成の3項目である。表-1には調査方法をまとめて示す。なお、以下に示すハマグリ（の）筒数密度および湿重量は全て単位面積（0.1㎡）当たりで表現する。調査域は図-1に示したようにヘッドランド未設置海域として汲上海岸を、設置海岸として荒野海岸を選んだ。

表-1 調査項目と調査方法

調 査 項 目	測 定 ・ 採 集 方 法	測 定 ・ 採 集 水 深
チョウセンハマグリ の稚貝, 成貝 (1mm以上) 荒野 (48点), 汲上 (24点) の計72地点	潜水により, そりネットの口枠部を5cm程海底に埋め込み水平に移動して砂と共に稚貝を採捕する。	各地点の海底5cm 約 0.1㎡
チョウセンハマグリ の着底初期稚貝(1mm以下) 荒野 (21点), 汲上 (8点) の計29地点	同 上	同 上
底質の粒度組成 荒野 (48点), 汲上 (24点) の計72地点	内径45mmのコアパイプを深度方向10cm差して採泥する。分析はふるい分け法で行った。 (JISA1204-1980)	各地点の海底10cm 各地点約 500g

4.2 海底地形と底質の状況

汲上海岸の底質の中央粒径は、0.26~0.17mmの範囲にあり（平均0.20mm）、細砂がほとんどを占め、細砂率は99~86%の範囲にある。一方、荒野海岸の底質中央粒径は、2.52~0.16mmの範囲にあり（平均0.25mm）、汲上海岸よりやや粗い。また、粒度組成は、ヘッドランド周辺の岸側の地点を除き細砂率が全体的に高く、ほとんどの地点が90%以上を示している。

4.3 チョウセンハマグリ の分析結果

(1) 汲上海岸での殻長1mm以上の貝の分布状況

汲上海岸で出現した貝類はチョウセンハマグリ、ヒメバカガイ、キュウシュウナミノコガイ、フジノハナガイの計4種であった。出現数を種類別に見るとチョウセンハマグリが一番多く（13個）、次いでキュウシュウナミノコガイ（8個）、ヒメバカガイ（5個）、フジノハナガイ（4個）の順であった。

地点別のチョウセンハマグリの分布を図-8に示す。チョウセンハマグリは水深2m以深で出現し、最大値の6個体が見られた地点はトラフ付近である。汲上海岸での0.1㎡当りの平均密度は約0.5個体、湿重量12.18gである。また、その殻長は2.4mm~57.3mmの範囲にある。1.5才未満（殻長2.4~9.0mm）と考えられる稚貝の平均出現個体数は、0.17個体である。

(2) 汲上海岸での殻長1mm未満の貝の分布状況

汲上海岸では、コタマガイ、チョウセンハマグリ、ヒメバカガイの3種が出現した。出現数を種類別にみるとチョウセンハマグリが一番多く31個体、次いでヒメバカガイ（7個体）、コタマガイ（2個体）の順であった。図-9には出現分布を示す。出現区域は全て水深2mより沖合である。個体数の最大値は13個体であり、汲上海岸での平均密度は0.1㎡当り3.9個体である。殻長は、0.8mm~0.4mmの範囲にあり平均殻長は0.6mmである。

(3) 荒野海岸での殻長1mm以上の貝の分布状況

この海域で出現した貝類は、ハナゴウナ科、コタマガイ、チョウセンハマグリ、ヒメバカガイ、キュウシュウナミノコガイ、フジノハナガイ、ミゾガイの7種であった。種類別にはキュウシュウナミノコガイが一番多く89個体、次いでチョウセンハマグリ（27個体）、フジノハナガイ（27個体）、ハナゴウナ科（26個体）、ヒメバカガイ（7個体）、コタマガイ（4個体）、ミゾガイ（1個体）の順であった。

出現分布を図-10に示す。測線A、

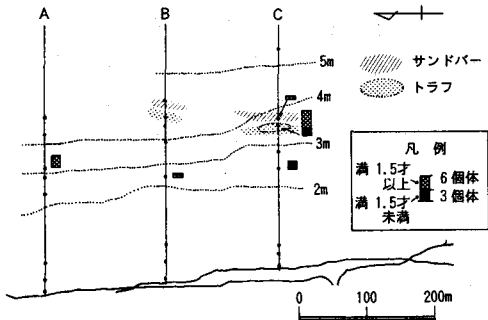


図-8 汲上海岸におけるチョウセンハマグリ（1mm以上）の平面分布

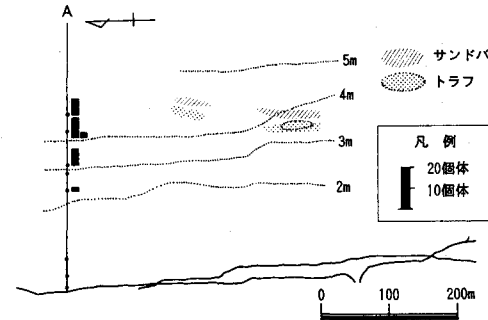


図-9 汲上海岸におけるチョウセンハマグリ（1mm以下）の平面分布

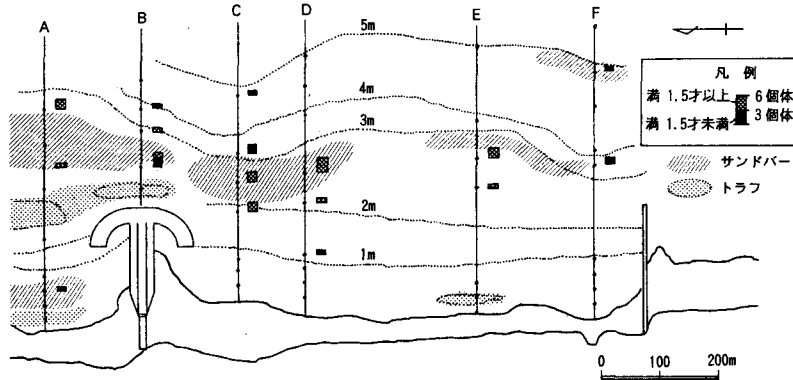


図-10 荒野海岸におけるチョウセンハマグリ（1mm以上）の平面分布

Dでは水深2 m以浅にも分布し、その他の測線ではヘッドランドより沖合の水深2 m以深で出現している。サンドバーやトラフの周辺で多く見られる傾向は汲上海岸の場合と同様である。荒野海岸の平均密度は、0.1 m²当り0.6 個体、湿重量は16.6 gであった。また、成貝（殻長58.9~40.1mm）は、全体で16個体見られ、平均密度は0.1 m²当り0.33個体であった。

(4) 荒野海岸での殻長1 mm未満の貝の分布状況

出現した貝類は、イトカケガイ科、コタマガイ、チョウセンハマグリ、ヒメバカガイ、スエモノガイ科の5種であった。種類別にはチョウセンハマグリが一番多く119個体、次いでヒメバカガイ（11個体）、コタマガイ（4個体）、イトカケガイ科（1個体）、スエモノガイ科（1個体）の順であった。

出現分布を図-11に示す。これによるとヘッドランドの沖合の水深2 m以深で多く出現している。荒野海岸の平均密度は0.1 m²当り5.6 個体であった、殻長は0.9 mm ~0.3 mmの範囲にあり、平均殻長は0.6 mmであった。

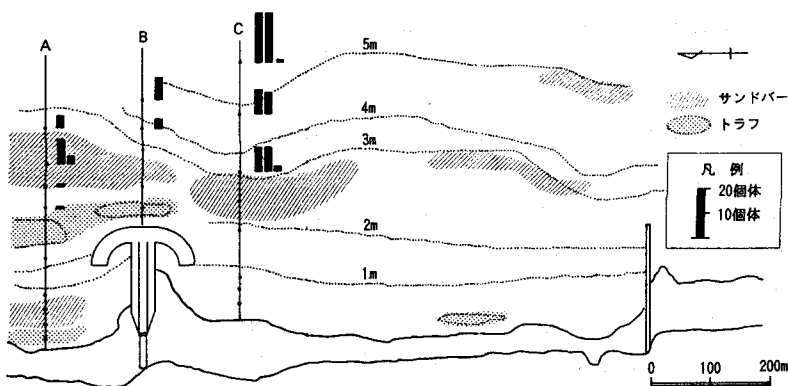


図-11 荒野海岸におけるチョウセンハマグリ（1 mm以下）の平面分布

(5) 汲上海岸と荒野海岸の相違点

- ① 殻長1 mm以上のチョウセンハマグリの出現率（平均個体数、平均湿重量）は、荒野海岸の方がやや多い。
- ② 稚貝と成貝に分けて考えると、稚貝は荒野海岸で、成貝は汲上海岸でやや多く分布する。
- ③ 荒野海岸では、殻長1 mm以上で1.5 才未満の稚貝が汲上海岸で見られなかった水深2 m以浅の海域に出現している。

5. 考察

よく知られているように、貝類の資源量を増大させるには、発生量を増大させるか減耗率を減少させるかの2通りがある。前者は母貝集団を増やして産卵量を増大させ、後者では貝の生息域外への拡散や自然減耗を抑制することである。第2節で述べたように、真岡（1993）は高密度の稚貝（殻長10 mm前後）の生息が確認された海域が大洗西防波堤や、鹿島港付近および中央部の堆積域であることを示した。その理由として構造物周辺では比較的波浪が穏やかで砂の堆積も見られることで、初期減耗の減少、蟄集効果の働きにより貝類が高密度に生息したのではないかとしている。一方、本研究により汲上、荒野海岸におけるチョウセンハマグリの生息分布は図-12、13に要約される。すなわち、

- ① 着底初期稚貝（1 mm未満）は、汲上、荒野海岸ともに水深2 m以深の沖合に分布する。
- ② チョウセンハマグリの稚貝（1.5 才~0 才貝）および着底初期稚貝（1 mm未満）の分布量は、荒野海岸が多い。
- ③ 荒野海岸では汀線側の海域（水深2 m以浅）にも稚貝の分布が見られる。
- ④ チョウセンハマグリの稚貝（1.5 才~0 才貝）および成貝はトラフの底面およびサンドバーの周辺等の海底地形の変化が見られる海域に分布する。この特徴は、日向野（1993）の指摘と一致する。

以上の成果とこれまでの文献より、チョウセンハマグリの一生の分布サイクルは次のように考察される（図-14参照）。

- ① 産卵：砕波帯より沖合に生息
- ② 着底初期稚貝：同上海域に生息。着底量は海況に影響
- ③ 0 才貝の汀線への移動
- ④ 1 才貝（産卵された翌年の冬まで）：サンドバーを中心とする海域に生息
- ⑤ 2 才貝以降（産卵された翌々年以降）：砕波帯より沖合を中心に生息後、親貝となり、産卵したり、漁獲されたりする。

チョウセンハマグリの分布状況を成貝と稚貝に分けてみると、成貝は汲上海岸で、稚貝は荒野海岸で多く見ら

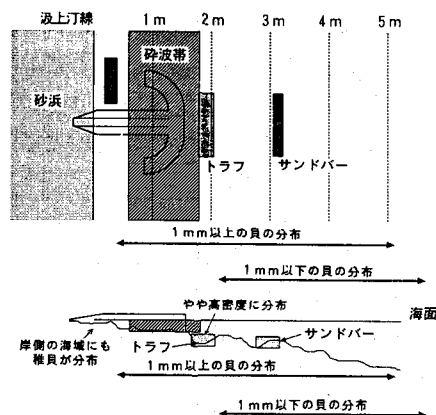


図-12 汲上海岸での
チョウセンハマグリの生息分布

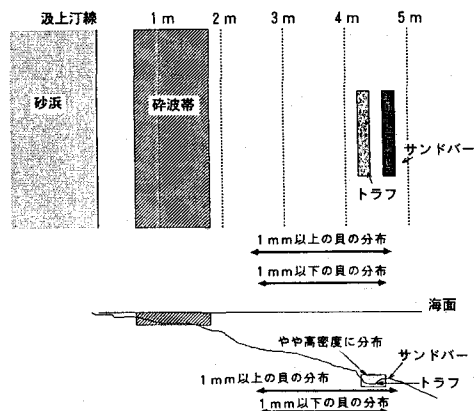


図-13 荒野海岸での
チョウセンハマグリの生息分布

れた。この結果は、荒野海岸の成貝の分布量が汲上海岸より少ないにもかかわらず、多くの稚貝が分布していること、すなわち荒野海岸での稚貝の生存率が高いことおよび蜆集効果があることを示していると考えられる。

また、ここでは省略したが、マクロベントス全体で考えた場合も、荒野海岸では汲上海岸の倍近くの生物量を示し、特にヘッドランド周辺の岸側の測点で沖合と同程度の生物が見出されており、上記の可能性を裏付けている。

ハマグリは蜆集の物理的要因としては、ヘッドランドによる離岸流の抑制、ヘッドランド背後の循環流の形成、ヘッド背後での顕著な堆積等が関与すると考えられる。

したがって、ヘッドランドの建設により大きな影響を受ける可能性が考えられたチョウセンハマグリは稚貝および着底初期稚貝について見れば、今回の調査でみる限り悪影響は見られず、むしろ稚貝の生存率の向上や蜆集効果等の好影響を受けていると思われる。また、ヘッドランドをはじめとする海岸構造物はその構造物自身に海藻や牡蠣等の付着生物が付着し、メバル等の根付き魚への魚礁効果を促す可能性や、今回の調査で見られたマクロベントスの増大によるその他の漁業生物への飼料増大等の好影響も考えられる。

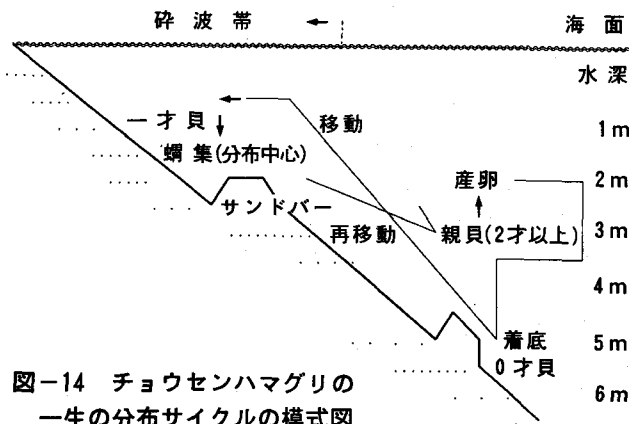


図-14 チョウセンハマグリの一生涯の分布サイクルの模式図

6. 結 論

本研究の主要な成果は以下に要約される。

- ① 真岡 (1993) の示したチョウセンハマグリは沿岸方向の出現分布は、汀線変化とよく対応しており、港湾防波堤周辺の汀線前進域や海岸中央部の土砂が堆積傾向を示す部分でチョウセンハマグリは出現率が高いことが分かった。このことは、防波堤など、波の静穏化が図れる構造物を設置すれば、これによりチョウセンハマグリは発生量を増加させる可能性があるを示す。
 - ② 真岡 (1993) の示したチョウセンハマグリは主な生息範囲を定める限界水深は、底質中央粒径の水深方向分布において 0.2 mm 以上の粗な粒径となる限界の水深、そして沿岸漂砂量の水深方向分布において漂砂量がほぼ 0 となる限界の水深とよく対応することが見いだされた。このように、漂砂の議論と同様、貝類の生息域の議論でも水深が最も重要な指標となる。
 - ③ ヘッドランドの未施工海域と施工海域とでチョウセンハマグリは生息状況調査を行った。これによるとヘッドランドの施工はチョウセンハマグリは生息に障害になるよりも、むしろそれを助長する傾向が見いだされた。これはヘッドランドにより静穏化が進んだ結果、①と同様な効果が表れたためと考えられる。
- なお、鹿島灘の海浜変形に関する詳細は宇多 (1993) に記してあるので、これについても参照されたい。

参 考 文 献

- 日向野純也・足立久美子 (1993) : 外海砂浜域の海底地形変化と生物分布, 水産海洋研究, 第57巻, 第2号, pp. 55-57.
- 真岡東雄 (1993) : 鹿島灘砂浜域における漁業生産の特徴と問題点, 水産海洋研究, 第57巻, 第2号, pp. 32-38.
- 三村信男・加藤 始・角田義紀・宮本英明・伊佐治進 (1991) : 大洗における港湾構造物の建設に対する海岸地形の応答, 海岸工学論文集, 第38巻, pp. 401-405.
- 日本港湾協会 (1974) : 特集“養浜工”, 港湾技術要報, No.73, 221p.
- 佐藤昭二・田中則男・佐々木克博 (1974) : 鹿島港建設に伴う海底地形変化について—事例研究—, 港湾技術報告, 第13号, No.4 (2), pp. 3-78.
- 住谷勉夫・園部武正・宇多高明・伊藤 隆・猿田正則・横田喜一郎 (1988) : 鹿島灘沿岸におけるヘッドランドの建設による海浜の安定化, 第35回海岸工学講演会論文集, pp. 437-441.
- 宇多高明 (1990) : 波による移動限界水深を定める代表波の選定法, 海岸工学論文集, 第37巻, pp. 294-298.
- 宇多高明・住谷勉夫・小林洋三 (1986) : 茨城県における海浜変形の実態, 地形, Vol.7, pp. 141-163.
- 宇多高明・山本幸次・河野茂樹 (1990) : 沿岸漂砂量の水深方向分布を考慮した海浜変形モデル, 海岸工学論文集, 第37巻, pp. 304-308.
- 宇多高明・山本幸次・河野茂樹 (1991) : 沿岸漂砂による3次元海浜地形変化の予測法, 海岸工学論文集, 第38巻, pp. 386-390.
- 宇多高明 (1993) : 鹿島灘沿岸の海浜変形特性, 水産海洋研究, 第57巻, 第2号, pp. 45-51.