

港湾構造物の建設に伴うホッキガイ分布域の変遷

—石狩湾新港を事例にして—

The Change in Territory of the Japanese Surf Clam (*Pseudocardium sybillae*)
due to the Construction of Port and Harbor Structures
—A Study Using Ishikari Bay New Port as an Example—

明田 定満* 宮本 義憲** 谷野 賢二***

Sadamitsu AKEDA, Yoshinori MIYAMOTO and Kenji YANO

石狩湾新港は1972年に着工されて以来、防波堤の延長に伴い、ホッキガイ資源量が増加していることが現地調査から明らかにされている。また、石狩湾新港周辺のホッキガイ生息域の経年的な変遷は、港湾周辺の静穏度と海浜流分布から説明することができる。

《港湾構造物；漁場形成；ホッキガイ；数値シミュレーション》

It has been found from on-site investigations that the populations of the Japanese surf clam has been increasing with the extension of the breakwater since the start of the construction of Ishikari Bay New Port in 1972. The change in territory of the Japanese surf clam (*Pseudocardium sybillae*) in Ishikari Bay New Port over the years is explained by calmness of waves and patterns of nearshore currents around the port.

Keywords: port and harbor structures, formation of fishing ground, Japanese surf clam, numerical simulation.

1. はじめに

近年、自然との共生を目指した環境保全型の港湾建設が要望されるようになり、環境保全や水産協調に配慮した港湾建設の要素技術として、水産生物の集積、増殖に及ぼす港湾構造物の効果や、港湾構造物自体が有する水産生物の生息場としての機能を検討しておくことが重要となってきた。

水産土木研究室では、研究室発足当時の昭和54年度より、北海道の代表的な二枚貝であるホッキガイ（標準和名ウバガイ）を調査対象に取り上げ、波浪や海水などの物理的外力によるホ

ッキガイの減耗機構とその対策法に関する調査研究を実施してきた¹⁾²⁾³⁾。昭和58～62年度には、特定海域沿岸漁場等開発事業推進調査に基づき、昭和47年度より建設され始めた石狩湾新港を対象にして、港湾構造物による水産資源の保護培養という側面から、港湾建設に伴うホッキガイ漁場の形成機構について検討した⁴⁾⁵⁾⁶⁾。その後、昭和62年度より、防波堤が持つ人工岩礁としての機能について、松前港、瀬棚港を対象港にして、防波堤が形成する環境因子と磯根生物の分布との関連について調査を実施している。

平成4年度に石狩湾新港の外郭施設がほぼ概

*水産土木研究室副室長 **元水産土木研究室長 現室蘭開発建設部苫小牧港湾建設事務所長 ***水産土木研究室長

成した機会に、先の特定海域調査では未検討であった石狩湾新港建設が小樽～厚田にいたる石狩湾全体のホッキガイ資源に及ぼした影響について整理し、あわせて、港湾構造物周辺に形成される渦流域や静穏域が、ホッキガイ稚貝や成貝の分布形成とその変遷に及ぼした影響について、数値シミュレーションに基づき考察したので、その概要を報告する。

2. ホッキガイの生態と漁業⁵⁾⁷⁾⁸⁾

ホッキガイは、東北・北海道の沿岸砂浜域に生息するバカガイ科の二枚貝であり、北海道においてはホタテガイに次ぐ主要な二枚貝資源である。一般に、石狩湾ではホッキガイは水温が13～15℃になる6～7月にかけて産卵し、約1ヵ月間の浮遊生活を経て、殻長が0.2～0.3mmになると底生生活に移行する。底生移行後のホッキガイ稚貝の減耗は底生初期が著しく、2年貝までの生存率は約1%以下となる。主要な減耗要因は、自然死亡や、波浪など物理的な原因による打上げ、ヒトデ類・カレイ類・肉食貝類による食害および道東地域では流水接岸による減耗などであるが、なかでも「寄せホッキ」と呼ばれる波浪による海岸への打上げが最も顕著である。

資源の再生産に寄与する成熟した成貝になるまでに、福島県沿岸では約3年、道南海域では約4年、石狩湾や道東海域では約5年かかるが、殻長7.5cm以上の個体はほとんど成熟している場合が多い。再生産に寄与する母貝集団が乱獲などにより十分確保できない場合、翌年以降の資源維持に支障をきたすことが多いため、北海道では資源保護や乱獲防止を目的に、殻長7.5cm以下の個体は漁獲を禁止されており、あわせて産卵期保護を目的とした禁漁期間や禁漁区が設定されることが多い。

3. 石狩湾新港の建設とホッキガイ分布域

3.1 概説

石狩湾に建設された石狩湾新港について、石狩湾新港の建設経過、ホッキガイ漁獲量、資源量、生息域、気象海象などに関する既往資料を収集整理した。石狩湾新港は昭和47年度から東

防波堤が着工されたため、着工前を含む昭和45年度～平成4年度の資料に基づき、石狩湾新港周辺の波浪と流況特性、ホッキガイ漁獲量、資源量の推移、生息域の変遷などについて経年変化を取りまとめた。

本論を取りまとめるにあたり、石狩湾新港建設に伴うホッキガイ稚貝や成貝分布域の形成機構とその変遷について、『石狩湾新港の建設に伴う波浪や海浜流、潮流などの海象変化が、ホッキガイ浮遊幼稚子の集積と着底、着底後の生残に影響を及ぼした結果、ホッキガイ資源量や生息域の変遷として現われた』と仮定した。すなわち、浮遊幼稚子の集積・着底には海浜流や潮流による流況が、着底後の生残には海域の静穏度、底質や餌料環境が影響するものと考えた。ここで、防波堤の延長に伴う石狩湾新港近傍の流況や波浪分布の経年変化については、建設段階ごとに数値シミュレーションで把握した。

3.2. 石狩湾新港の建設経過

石狩湾新港の建設経過について、昭和47年度～平成4年度の施工経過を図-1に示す。石狩湾は図-1に示すように、雄冬岬と積丹岬に挟まれた湾口幅約80km、湾奥約50kmの釜形の湾形状をしており、海底地形は非常に緩勾配で、汀線から水深50mまでの平均勾配は約1/500となっている。石狩湾のうち、小樽市に隣接する銭函から知津狩にいたる延長約27kmの緩弧状の海岸線のみが砂浜海岸であり、石狩湾新港は砂浜海岸のほぼ中央、石狩川河口の南西約7kmに位置している。石狩湾新港は昭和47年度に東防波堤

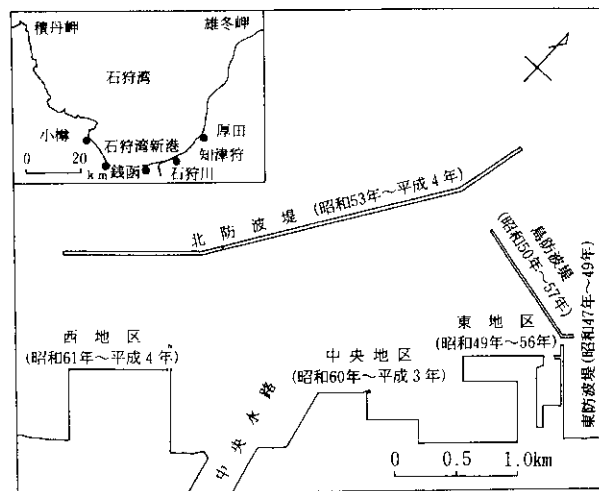


図-1 石狩湾新港の建設経過

から着手され、現在は北・島・東防波堤、東地区・中央地区・中央水路が概成し、西地区の整備が進められている。

3.3. ホッキガイ資源量の経年変化

①石狩湾新港周辺のホッキガイ資源量

北海道立中央水産試験場、水産技術普及指導所および石狩漁業協同組合では、毎年、漁獲規制の参考にするために、図-2に示すように石狩湾新港周辺に測線を設定し、ホッキガイ資源量調査を実施している。資源量調査は、各測線の距岸250m, 500m, 750m, 1000m, 1250m, 1500m, 2000mの位置で、幅0.5mのけた網を3m曳網することにより、ホッキガイ(稚貝から成貝を含む)を採取する方法で行い、各測線ごとの資源量は各測線で採取したホッキガイ個体数の総和で示される。

石狩湾新港周辺の3本の測線におけるホッキガイ資源量の経年変化を図-3に示す。図-3に示すように、石狩湾新港の建設当初は、石狩

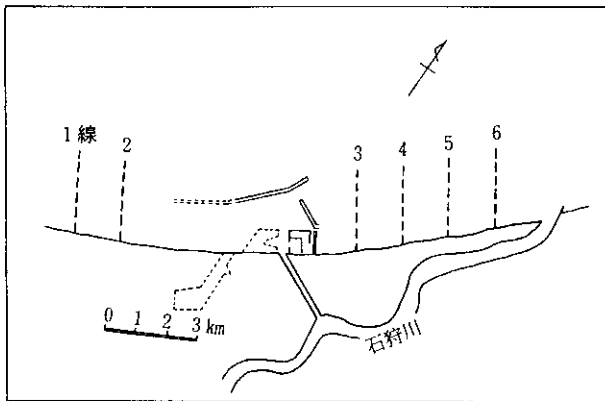


図-2 調査測線

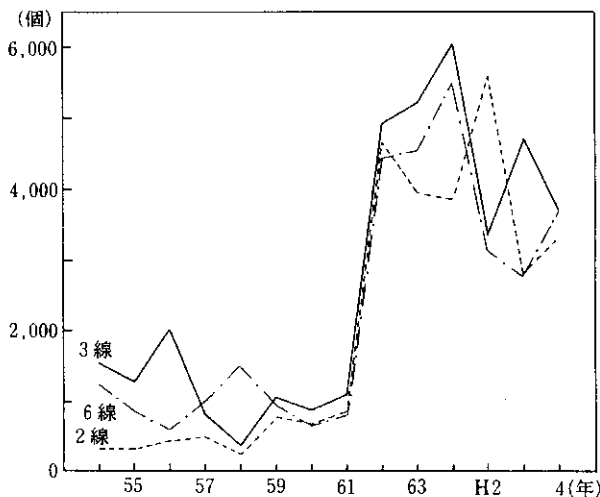


図-3 調査測線別資源量の経年変化

湾新港の東側海域でホッキガイ資源量が多いことがわかる。同海域は東・島防波堤による滞留域、渦流域の形成される海域であり、ホッキガイ浮遊幼稚仔の集積と稚貝の着底が促進されたことが特定海域調査から明らかにされている⁴⁾⁵⁾⁶⁾。防波堤の建設が進むにつれて、昭和61年度以降、石狩湾新港周辺の全域で資源量の急激な増加が認められる。これは昭和59年度に大量発生した卓越年級群に起因するが、昭和58年度以降実施している漁獲規制が寄与していることが推測され、資源状態は以前と比較すれば大きく変動するものの、高い水準で安定している。

②防波堤延長と漁獲量

石狩湾新港の防波堤延長が、石狩町のホッキガイ漁獲量に及ぼした影響を明らかにするため、防波堤の経年的な施工延長と石狩町でのホッキガイ漁獲量を図-4に示す。図-4に示すように、昭和47年度に開始された港湾建設に伴って、石狩町でのホッキガイ漁獲量が急激に増加していることがわかる。ホッキガイは成貝となるには4~5年を要することから、昭和52~54年ころの急激な漁獲量増加は、昭和47~49年度に施工された東防波堤が寄与していることが、特定海域調査で実施した浮遊幼生調査、稚貝分布調査から明らかにされている⁴⁾⁵⁾⁶⁾。その後、ホッキガイ資源量の増加に伴い、漁獲強度が強まり、昭和55年度には漁場利用率を抑制し資源保護に努めたが、昭和58~62年度は昭和54~56年度の

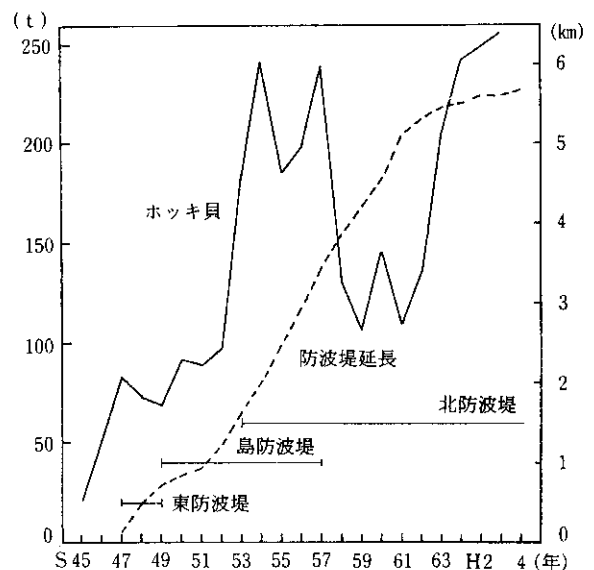


図-4 防波堤の延長と石狩町のホッキガイ漁獲量

漁獲量と比較するとほぼ半減している。昭和57年度には従来のけた網漁業から採捕効率がよく、ホッキガイを傷つけない噴流式けた網漁業に漁法が変更されたこともあり、昭和58年度以降さらに厳しい漁獲規制を行った結果、昭和62年度以降漁獲量は増加に転じ現在にいたっている。

③石狩湾新港周辺地区との資源量比較

資源量調査から推定された石狩地区および小樽、厚田地区におけるホッキガイ成貝密度(100 m²当たりの成貝個体数、便宜上、殻長7.5cm以上を成貝と分類)の経年変化を図-5に示す。図-5に示すように、昭和50年代まで石狩湾におけるホッキガイ成貝密度は小樽地区が最も高く、石狩地区の成貝密度は小樽地区の半分程度であった。その原因として、小樽地区の底質中央粒径は0.2mm程度とホッキガイの生息に適しているが、石狩・厚田地区と石狩湾を北上するに従い、底質中央粒径が荒くなり、ホッキガイの生息に不適な海域が多くなることも大きな要因と考えられる。

昭和60年代に入り、石狩湾新港建設に伴う海象条件の変化と、ホッキガイ浮遊幼稚仔の集積と稚貝着底の促進、漁獲規制が複合して、小樽地区も含めた石狩湾西部海域における成貝密度のかさ上げに寄与したものと思われ、石狩地区

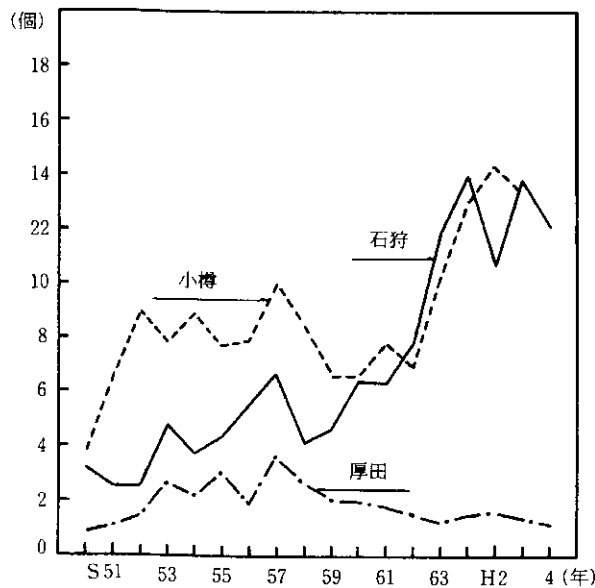


図-5 地区別成貝密度の経年変化

の成貝密度は小樽地区とほぼ同程度にまで増加している。一方、石狩川の影響を受ける厚田地区は、石狩湾新港によるホッキガイ資源量増加の寄与が現われず、経年的な変動が少ない。

④ホッキガイ成貝分布域の変遷

石狩湾新港周辺のホッキガイ漁場に関する漁業協同組合などの既往資料および漁民への聞き取り調査に基づき、石狩湾新港周辺の主要なホッキガイ成貝分布域*の推移を図-6に取りまとめた。なお、図中には石狩湾新港の建設段階ごとの海浜流場もあわせて図示している。

港湾施設の整備状況とホッキガイ成貝分布域

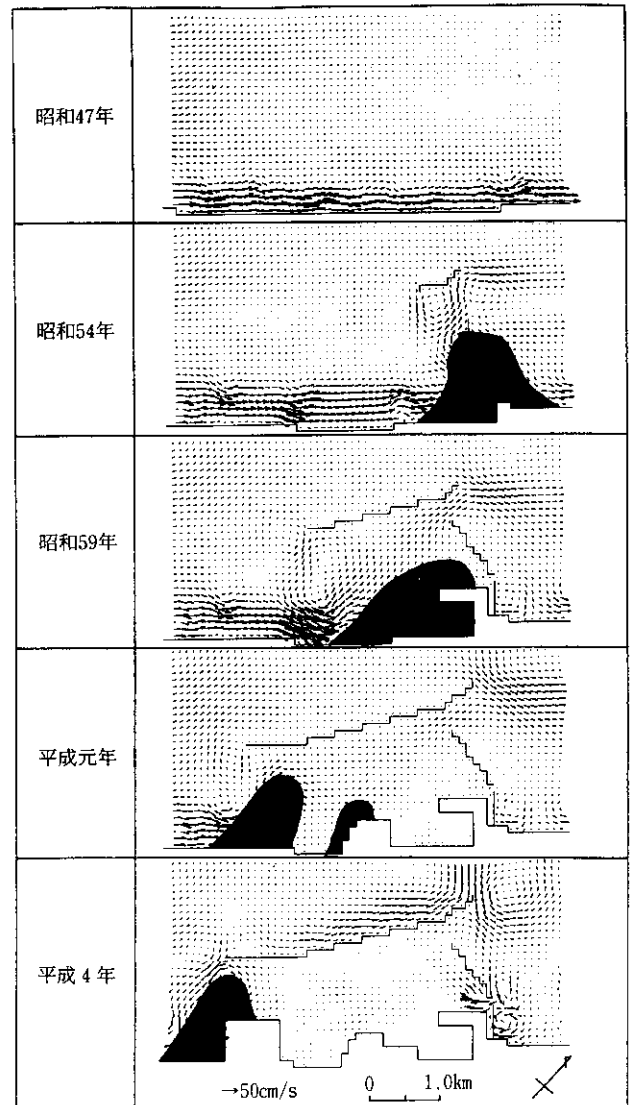


図-6 石狩湾新港周辺の海浜流場とホッキガイ成貝分布域の変遷

*一般に、港湾区域内では漁業補償などにより、漁業権が消滅していることが多く、利用実態として漁民が漁場と利用していても、本論では漁場と表記せず、成貝分布域と表記した。

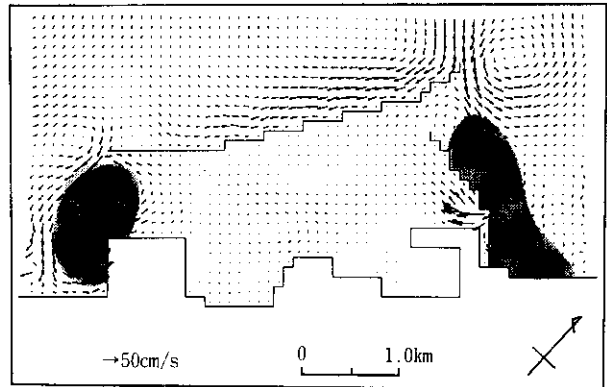
の変遷を対応させてみると、港湾構造物の建設が東・島防波堤からなる東地区から、北防波堤の建設、中央地区、中央水路、西地区に移るにつれ、ホッキガイ成貝分布域も東側海域から西側海域へ移動する傾向が顕著である。図一6から防波堤などの港湾構造物により、滞留域、渦流域が形成され、相対的に静穏域となる海域に、ホッキガイ成貝分布域が形成されることがわかる。また、防波堤の建設により静穏域となった港内域では、当初はホッキガイ成貝分布域となっていたが、静穏度の向上に伴い、ホッキガイの生息場としては不適な底質の細粒化、泥質化が起り、石狩湾新港が本格的に供用開始された昭和60年度以降は主要なホッキガイ成貝分布域とはなっていない。なお、東・島防波堤により滞留域、渦流域が形成され、港湾建設初期に浮遊幼稚仔の集積場、稚貝の着底場となった東・島防波堤の東側近傍海域は、現在、資源保護を図るために禁漁区として海域利用されている。以上のことから、砂浜海岸に建設される港湾周辺のホッキガイ成貝分布域は、防波堤などの建設により滞留域、渦流域が形成され、相対的に静穏な海域に形成されるが、底質・餌料環境などの変化により、成貝分布域が変化していくことが推測される。

3.4 石狩湾新港周辺の海象の経年変化

石狩湾新港周辺の流況および静穏域の経年変化は、数値シミュレーションによって把握した。流況計算についてはエネルギー平衡方程式を用いた海浜流モデル、静穏度計算については数値波動法を用いて検討した。計算領域は、石狩湾新港を中心に岸沖方向3km、汀線方向6kmとし、計算格子間隔は海浜流計算では100m、静穏度計算では15mとした。

ホッキガイの浮遊生活期が比較的静穏な夏期であることから、ホッキガイ浮遊幼稚仔の集積、稚貝の着底に影響を及ぼすと思われる海浜流計算ではエネルギー平均波を用いた。波向は激浪波向かつ卓越波向であるNWとし、エネルギー平均波高は波浪観測結果(昭和53～平成元年)⁹⁾から荒天時に相当する1.6mとし、周期は石狩湾新港周辺の波高周期特性¹⁰⁾から6.0秒とした。一方、静穏度計算には、激浪がホッキガイ稚貝の

減耗に寄与していると考えられることから、年間回数程度発生する波浪を用いるものとし、石狩湾新港での波向別波高出現頻度表⁹⁾より求めた年間上位5波の平均波高である4.5m、周期は流況計算と同様に算出して8.2秒とした。

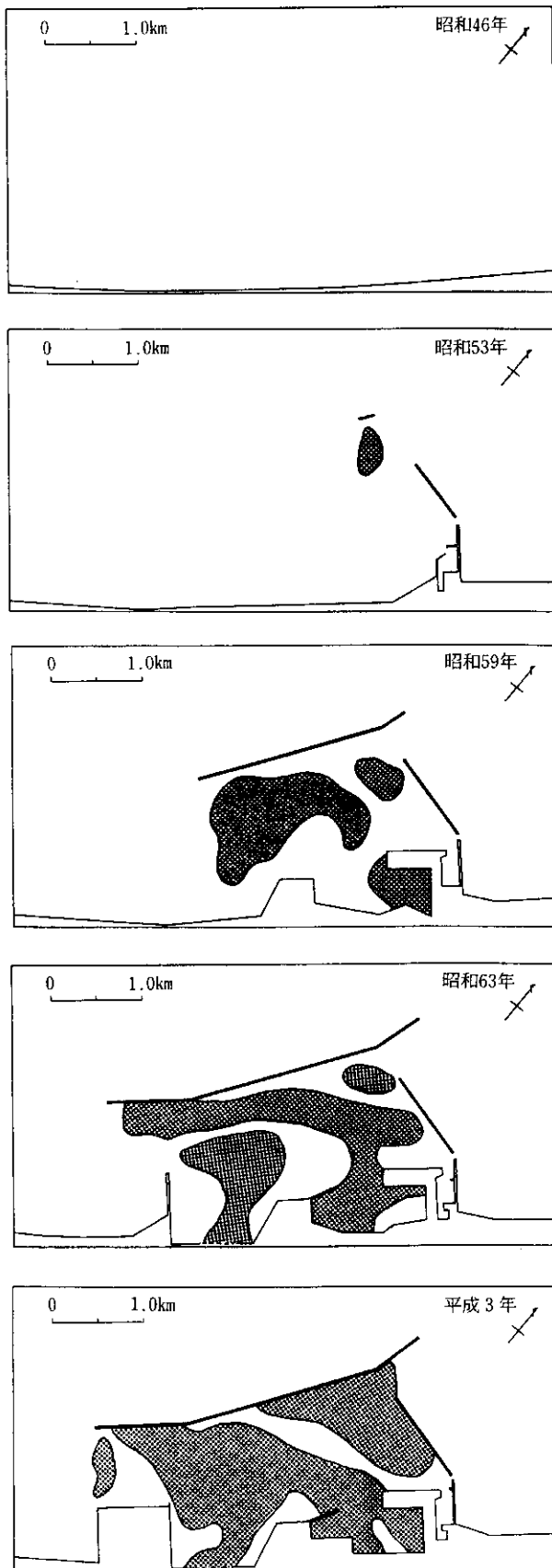


図一7 海浜流パターンとホッキガイ稚貝の分布域

昭和54年度、59年度、元成元年度、4年度における石狩湾新港周辺の海浜流計算を行ない、港湾構造物による海浜流パターンとホッキガイ稚貝の分布域の関係を検討した。一例として平成4年度の海浜流ベクトル図に、ホッキガイ稚貝の分布域を重ね合わせた結果を図一7に示す。石狩湾新港建設当初の昭和54年度には、渦流域は北防波堤の背後で、東防波堤、島防波堤付近に形成されており、ホッキガイ稚貝の分布域は東防波堤港周辺に見られた。同様に、平成4年度には、東・島防波堤の基部および北防波堤・西地区付近に形成される渦流域周辺にホッキガイ稚貝の分布域が見られる。これは海浜流による渦流域が、ホッキガイ浮遊幼稚仔を集積、あるいは他海域への逸散を抑制したため、海底へのホッキガイ稚貝の着底が増加したものと推測される。

底生生活期の殻長10～50mmのホッキガイ稚貝や未成貝は、流速29～50cm/sで浮遊・転動状態となること、一昼夜砂中で激しく振動させられると1割程度が斃死することが水理実験から確認されている²⁾³⁾。このような理由から、激浪時に、海浜流の流速が大きくなる砕波帯内のホッキガイは、生理的活力の低下や海岸への打上げにより減耗するが、防波堤周辺に形成される渦流域はある波向に対しては相対的に静穏海域と

なり得るため、渦流域は激浪時におけるホッキガイの生残に寄与しているものと推測される。



図一8 静穏海域の変遷

そこで、港湾構造物による静穏海域の形成とホッキガイ成貝分布域の関係を見るために、昭和46年、53年、59年、63年、平成3年度の石狩湾新港の施工過程ごとに静穏度計算を行った。これより沖合域と比較し、波高比が比較的静穏となる領域（おおむね波高比0.5を目安に区分）を求め、その領域の経年変化を図一8に示した。石狩湾新港周辺の静穏域は、北防波堤の延伸に伴い西側に拡張し、その領域を広げている。石狩湾新港が本格的に供用始めた昭和60年度ごろより、図一6に示すホッキガイ成貝分布域とは港内域で一致しなくなったが、ホッキガイ成貝分布域は滞留域、渦流域が形成され、相対的に静穏な海域に形成されていることがわかる。

4. まとめ

本論では、石狩湾のホッキガイ資源に関する既存資料と、石狩湾新港周辺の静穏度と流況に関する数値シミュレーションに基づき、石狩湾新港の防波堤建設に伴うホッキガイ分布域の形成機構とその変遷について考察した。主要な結果は下記のとおりである。¹¹⁾

- ①石狩湾新港の建設によりホッキガイ漁場が新たに形成され、石狩湾におけるホッキガイ資源量を増加させた。その資源は厳しい漁獲規制により維持されている。
- ②防波堤などの港湾構造物による滞留域、渦流域に、ホッキガイ浮遊幼稚子が集積し、稚貝の着底が促進される。ホッキガイ成貝の分布域は、防波堤などの港湾構造物による滞留域、渦流域周辺の相対的に静穏な海域に形成される。

近年、石狩湾新港周辺では港湾建設に伴い、エゾメバル、タコ、シャコ、アサリ、カジカ類などの魚介類も増加しており、また、防波堤堤体にはコンブ、ウニ、アワビなどの磯根生物の生息が確認されるなど、防波堤が持つ人工岩礁としての機能も、漁業者や港湾関係者から注目を集めている。今後ホッキガイ以外の水産生物にも着目し、港湾建設が水産生物の保護増殖に及ぼす効果について多角的な検討を進めるとともに、気象、海象、底質などの異なる海域での調査研究の積重ねることにより、より普遍性の

ある水産協調型港湾建設技術の確立を目指したい。

最後に、本論を取りまとめるにあたり、石狩湾新港周辺の深浅測量図などを提供していただいた小樽港湾建設事務所および、石狩湾新港周辺でのホッキガイ漁業に関する資料の提供と漁業実態について助言していただいた北海道立中央水産試験場、厚田・石狩・小樽漁業協同組合などの関係機関の方々に深く感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 渡辺栄一：ホッキガイの減耗について—海水による貝殻破壊—, 土木試験所月報 No. 335, pp. 1~12, 1981.
- 2) 渡辺栄一：波浪によるホッキガイの減耗に関する実験的研究, 土木試験所月報 No. 351, pp. 3~15, 1982.
- 3) 渡辺栄一：波浪および埋没によるホッキ稚貝の減耗に関する実験的研究, 土木試験所月報 No. 359, pp. 24~41, 1983.
- 4) 早瀬吉雄, 宮本義憲：海岸構造物によるホッキ貝漁場形成機構に関する研究, 土木試験所月報 No. 386, pp. 1~11, 1985.
- 5) 北海道開発局：特定海域沿岸漁場等開発推進調査報告書(概要編, 資料編), 1988.
- 6) 早瀬吉雄：海岸構造物によるホッキ貝の漁場形成に関する研究(I)(II), 農業土木学会論文集, 第145号, pp. 25~34, 1990.
- 7) 長澤和也, 鳥澤 雅編：北のさかなたち, 北日本海洋センター, 1991.
- 8) 伊藤義三：ホッキガイの生態と資源管理について, 育てる漁業 No. 171, pp. 2~6, 1987.
- 9) 北海道開発局：港湾・漁港波高出現率一覧, 1988.
- 10) 北海道開発局港湾部港湾建設課・農業水産部水産課：石狩湾新港外3港波浪推算業務報告書, 小樽開発建設部小樽港湾建設事務所, 1988.
- 11) 明田定満, 宮本義憲, 谷野賢二, 佐藤 仁, 桑原伸司：防波堤延長に伴うホッキ貝分布域の変遷, 海岸工学論文集, 第40巻, pp. 1156~1160, 1993.

*

*

*