

石狩湾新港から石狩川河口の周辺海域における底質特性と マクロベントスの群集構造

山下 俊彦* ・ 菅 沼 剛** ・ 宮下 将典**
吉 田 徹*** ・ 櫻 井 泉****

1. 研究目的

石狩湾奥には主に石狩川からの流出土砂により形成された延長約 27 km の砂浜海岸 (石狩浜) がある。汀線から水深 15 m までの平均海浜勾配は約 1/100, 水深 20~30 m では約 1/700 で緩勾配の海底地形である。石狩湾新港は砂浜海岸のほぼ中央, 石狩川河口の南西約 7 km に位置し, 昭和 47 年より現在まで整備が進められている。このような大きな海岸構造物や河川が周辺の流動特性や底質, 底生生物に与える影響を把握することは重要である。そこで本研究では, 石狩川河口域から石狩湾新港周辺海域で現地調査を実施し, 底質分布とマクロベントスの群集構造を把握することにより, 両者の関連を明らかにする。次に, ベントス群集について Nakao (1982) が調べた新港建設前と比較検討し, 山下ら (1998) が調べた石狩湾新港周辺の流動特性を考慮して, 大規模な港湾建設が周辺のマクロベントス群集に及ぼす影響を考察する。

2. 調査方法

1998 年 9 月に石狩浜沿岸において, 図-1 に示す沿岸 15 km, 離岸 5 km の範囲で底質とマクロベントスの採集を 29 地点で行った。試料の採集には, スミス・マッキンタイヤー型採泥器 (採泥面積 0.05 m²) を使用し, 1 地点当たり 2 回の採泥を行った。船上において, 底質サンプルとして表層から 3 cm³程度取り, 残った底泥を 1 mm 目のふるいで濾し, ふるい上の残留物を 5%ホルマリン海水で固定し, マクロベントス試料とした。

底質の粒度分布は, レーザー粒度分析装置 (島津 SALD-3000) を用いて求め, 中央粒径 d_{50} , ふるいわけ係数 $S_0 = \sqrt{(d_{75}/d_{25})}$, シルト・粘土含有率 S (75 μ m 以下) を算出した。

マクロベントスについては, できる限り種レベルまで同定した後, 種類別に個体数を計測し, 群集構造の解析を行った。群集の分布パターンを解析するため, 地点間

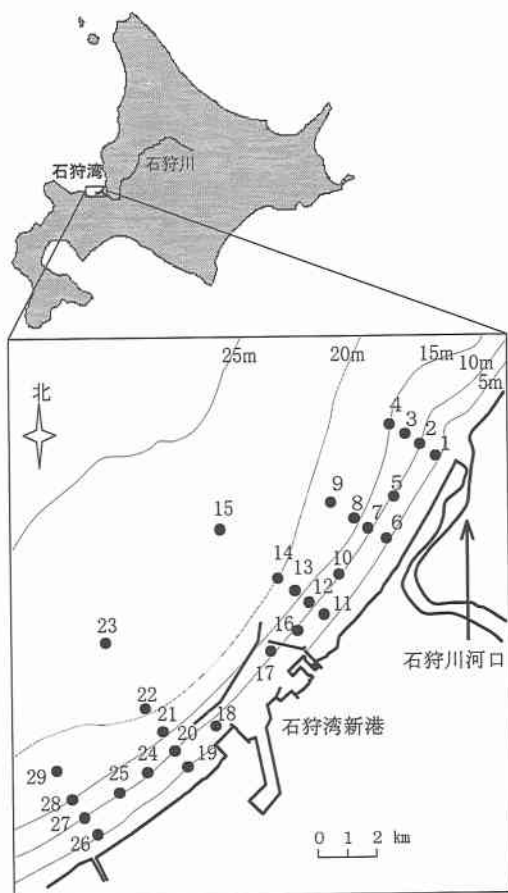


図-1 調査位置

の Kimoto の類似度指数を求め, Mountford の平均連結法によって類似度の高い地点群のクラスター化を行った。また, 群集の特徴をあらわす指標として, Shannon-Weaner 関数による種多様度指数 H' 及び Pielou の均衡性指数 J' を求めた。

3. 結果及び考察

3.1 底質特性

図-2 に各水深帯ごとの地点の中央粒径 d_{50} , ふるいわけ係数 S_0 , シルト・粘土含有率 S の分布を示す。河口域

* 正 会 員 工博 北海道大学助教授 大学院工学研究科

** 学生会員 北海道大学大学院工学研究科

*** 日本データサービス(株)

**** 水博 北海道立中央水産試験場

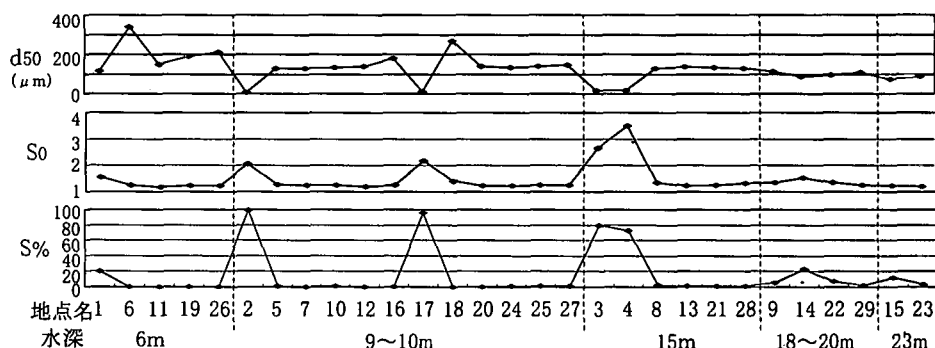


図-2 底質特性

(St. 1, 2, 3, 4), 港内(St. 17)で, 同じ水深帯の他の地点より d_{50} が小さく, S_0 と S が大きくなっている。これは, これらの地点が微粒径の土砂の堆積域になっているためと考えられる。河口域と港内の地点を除くと, 水深が深くなるにつれて d_{50} が小さくなっていることがわかる。

図-3 に中央粒径 d_{50} とふるいわけ係数 S_0 の関係を示す。底質は大きく分けると細粒でふるいわけ係数の大きいグループ1 ($d_{50} < 20 \mu\text{m}$, $S_0 > 2.0$) とふるいわけ係数 S_0 が 1.6 以下のグループに分類できる。 $S_0 < 1.6$ のグループをマクロベントスの群集構造と比較するため, さらに中央粒径 $d_{50} = 120 \mu\text{m}$ で分割し, グループ2 ($75 \mu\text{m} < d_{50} < 120 \mu\text{m}$, $1.2 < S_0 < 1.6$), グループ3 ($120 \mu\text{m} < d_{50}$, $1.2 < S_0 < 1.4$) の全部で3つのグループに大別する。St. 6 の d_{50} が大きいのは, 河口より流出した土砂の内, 大きい粒径の土砂が河口近くの浅い水深帯に堆積し, 細粒径の土砂より移動しにくいいため, その場所に残留しているものと考えられる。3つのグループの空間分布を図-4 に示す。グループ1は河口の極近傍を除く河口域と港内, グループ2は水深18~23mの深い領域, グループ3は水深15m以浅に存在することがわかる。

3.2 マクロベントス群集

採集されたマクロベントスは, 不明種を除いて4動物門70種であった。採集個体数は, 軟体動物が最も多く全体の58.4%を占め, 次いで環形動物が22.2%, 棘皮動物が11.0%, 節足動物が7.4%であり, その他の動物は不明種を含めて0.9%であった。

軟体動物では, バカガイ, サラガイ及びウバガイが優占し, この3種で本動物門の84.0%, 全動物門の49.1%を占めた。環形動物では, キョウスチロリ, エラナシスピオおよびマドカスピオが優占し, この3種で本動物門の63.5%を占めた。そのほか, ハヤテシログネゴカイ, モロテゴカイおよびキタチロリが比較的多く採集された。棘皮動物では, ハイイロハスノハカシパンおよびオカメブンプクが優先し, 本動物門のそれぞれ57.4%およ

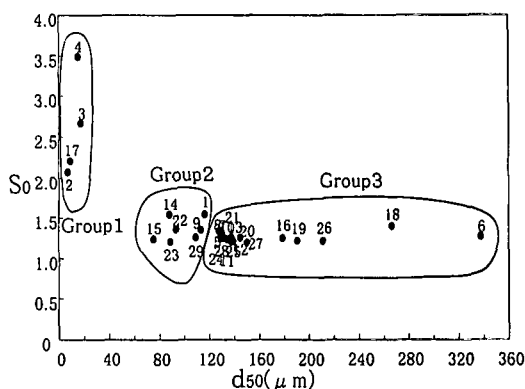
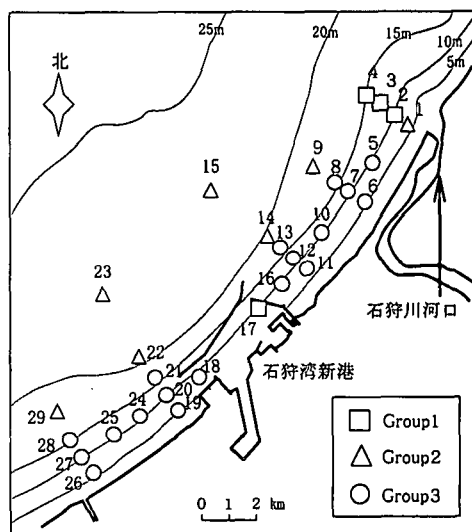
図-3 d_{50} と S_0 の関係

図-4 底質グループの空間分布

び38.4%を占めた。節足動物では, ヒサシソコエビ科の一種, クビナガスガメ, マルソコエビおよびドロクダシ科の一種の端脚類が優占し, この4種で本動物門の65.1%を占めた。

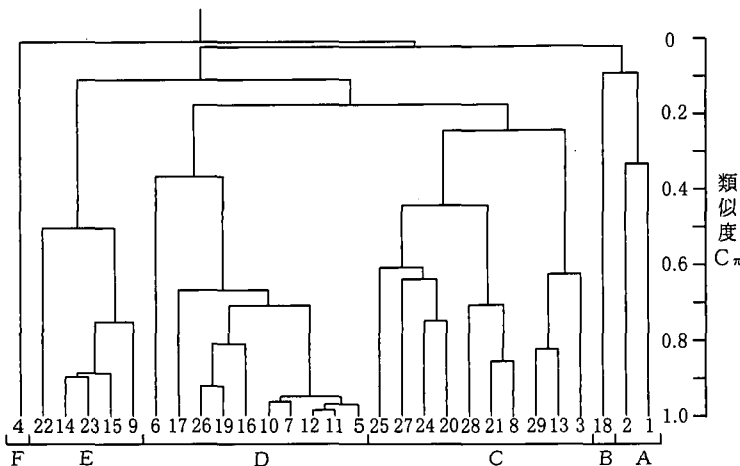


図-5 マクロベントスの群集構造

表-1 マクロベントス群集の特性

グループ	N	H'	J'
A	31	1.65	0.69
B	380	2.02	0.61
C	41	2.58	0.69
D	194	1.92	0.51
E	51	2.32	0.73
F	1	0.00	—

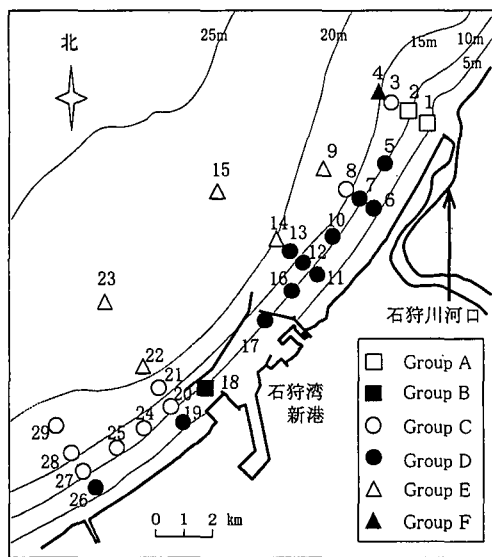


図-6 マクロベントス群集の空間分布

マクロベントス群集の分布パターンを解析するため、各地点の種別個体数を用いて地点間の類似度指数 C_π を計算し、Mountfordの平均連結法によって類似度の高い地点群のクラスター化を行った。類似度 0.2 を目安として、A~F の 6 つのグループに区分した (図-5)。各グループの空間分布を図-6 に示す。各グループごとに計算した Shannon-Weaver 関数による種多様度指数 H' 及び Pielou の均衡性指数 J' 及び 0.1 m^2 当たりのベントスの個体数 N を表-1 に示す。その概要を以下に示す。

a) グループ A: 石狩川河口の 2 点で構成され、肉食のキタチロリと底表堆積物食のモロテゴカイが優占した。また、このグループは、ほかに比べて H' が小さく、少数種に偏った種編成であることが伺われた。

b) グループ B: 港内の孤立点であり、懸濁物と堆積物の両食性を示すサラガイ、管在型で底表堆積物食のエラナシスピオとマドカスピオ、およびドロクダムシの一種が優占した。

c) グループ C: 水深 9~19 m の 9 地点で構成されたが、分布傾向は港を境に異なっていた。すなわち、このグループは、港の南西側では、9~19 m の広い範囲に分布したが、北東側では 12~15 m の狭い範囲に限られた。このグループの主な構成種は、軟体動物では懸濁物食のパカガイ、サラガイ、ウバガイ、環形動物では肉食のキョウスチロリとハヤテシログネゴカイ、棘皮動物ではハイイロハスノハカシパン、節足動物では懸濁物食のクビナガスガメとヒサシソコエビの一種であった。また、このグループは、ほかに比べて H' および J' が大きく、多種が均等に生息している傾向が伺われた。

d) グループ D: 水深 6~15 m に位置する 11 点で構成されたが、分布傾向はグループ C と同様に港を境に異なっていた。しかし、このグループは、グループ C とは逆に港の南西側では 5~6 m の局所に限られ、北東側では水深 6~17 m の広範囲に分布していた。このグループの主な構成種は、懸濁物食のパカガイ、サラガイ、ウバガイおよびハイイロハスノハカシパンであった。さらにこのグループは、ほかに比べて H' および J' が比較的小さく、少数種に偏った種編成であることが伺われたが、これはパカガイの採集個体数が多かったことに起因すると考えられる。

e) グループ E: 水深 20~23 m に位置する 5 点で構成され、軟体動物ではサラガイ、環形動物ではハヤテシログネゴカイと底表堆積物食のキタスピオ、棘皮動物では底表下堆積物食のオカメブンプクが優占した。また、このグループは、ほかに比べて H' および J' が大きく多

種が均等に生息している傾向が伺われた。

f) グループF: 石狩川河口沖に位置する孤立点であり、肉食のチロリのみが出現した。

3.3 マクロベントス群集と底質

図-4と図-6を比較すると、底質グループ2 ($75 \mu\text{m} < d_{50} < 120 \mu\text{m}$, $1.2 < S_0 < 1.6$) の水深20~23 mの海域とベントスグループE, 底質グループ3 ($120 \mu\text{m} < d_{50}$, $1.2 < S_0 < 1.4$) の水深6~19 mの海域とベントスグループC, Dの分布がほぼ一致しているのが分かる。河口前面のSt.1~4には、グループAやグループFの河口域に特徴的なベントスが生息し、この2つのグループは他のベントスと比較して個体数と H' が小さくなっている。この海域では、河川から流出した粒径の細かい土砂が堆積し、洪水時の土砂流出等の影響を受けやすいので、このような厳しい底質環境に適合する少数種が低密度で生息していると考えられる。また、港内は港外に比較して波も小さく細粒成分の土砂が堆積しやすいため、港内だけに見られる管型の多毛類や端脚類が優占するベントスグループBが生息している。このように河口からの供給土砂と港の影響を含めた流動によって各地点の底質が決定され、その流動と底質に適合したマクロベントスが生息していることが分かる。

3.4 新港建設前のマクロベントス群集

図-7にNakao (1982) によって調べられた石狩湾新港建設前の1972年7月でのマクロベントス群集の空間分布を示す。この研究では、地点間の類似度指数を用いたクラスター分析により、本沿岸のマクロベントス群集は、以下の4つに区分されている。

- 二枚貝群集: サラガイ, ウバガイ, バカガイが優占。ハヤテシロガネゴカイやハスノハカシパンが出現。
- カシパン群集: ハスノハカシパンが卓越。サラガイ, ハヤテシロガネゴカイ, ウバガイ, バカガイが出現。
- ヨコエビ群集: フトヒゲヨコエビが卓越。ハヤテシロガネゴカイやバカガイが出現。
- ブンブク群集: オカメブンブクが卓越。サラガイやハヤテシロガネゴカイが出現。

ヨコエビ群集については、現在の港内に相当する場所に局在していたが、現在の港内は、管型の多毛類や端脚類が優占する別の群集に置き換わっている。また、ヨコエビ群集に近い構成種や多様性指数を示すグループも見あたらないことから、この群集は、現在の港湾周辺には存在しないものと判断される。

ブンブク群集については、優占種や構成種がグループEと等しく、 H' も非常に近い値を示すことから、両者は同質の群集と判断される。両グループは、水深15 m以深で、河口から南西方向に離れるほどより深い水深帯まで存在し、両時期でほぼ同じ領域に生息していることから、

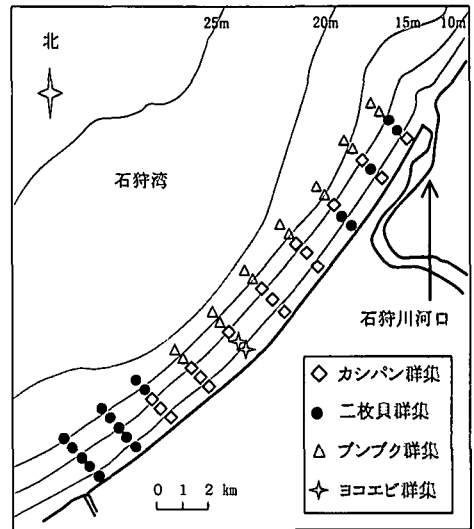


図-7 1972年のマクロベントス群集空間分布 (Nakao, 1982)

この海域では、1972年以後のマクロベントスの群集構造に影響を与える環境変化はなかったものと推察される。

二枚貝群集とカシパン群集、グループDとグループCは、構成種の優占順位に違いはあるが組成はほぼ同一であり、同じ群集と考えられる。グループDはバカガイの個体数が多く、バカガイを除くとグループCとほぼ同一のベントス群集である。1972年の二枚貝群集とカシパン群集を加えた生息域と1998年のグループDとグループCを加えた生息域は、水深5~15 mの海域でほぼ一致している。二枚貝類の幼生は1ヶ月程度の長い浮遊期を持つため、稚貝の発生量はその年の流動環境に大きく影響され(中村, 1991)、単調な海浜では稚貝の発生位置や発生量は年変動が大きいことが知られている。そこで、大きな海岸構造物がない1972年と1998年の比較は難しいと考えられるので、次に港湾構造物が建設された1998年のグループCとグループDの分布域と港湾周辺の流動特性を比較検討する。

3.5 マクロベントス群集と流動特性

石狩湾新港が周辺のベントス群集へ与える影響として、二枚貝、特にバカガイの生息分布に着目する。図-8に1997年7月(バカガイの浮遊幼生期)の石狩湾新港周辺の流動特性をADCPで調べた結果を示す(山下ら, 1998)。これによると、港の南西側では海岸線に平行な北東流が卓越し、北東側では時計回りの循環流が発生することが分かる。この循環流は、南西側からの北東流が防波堤に当たることによって発生したものと考えられている。港北東側のバカガイの個体数が多いグループDの領域は、この港北東域における時計回りの循環流形成域と

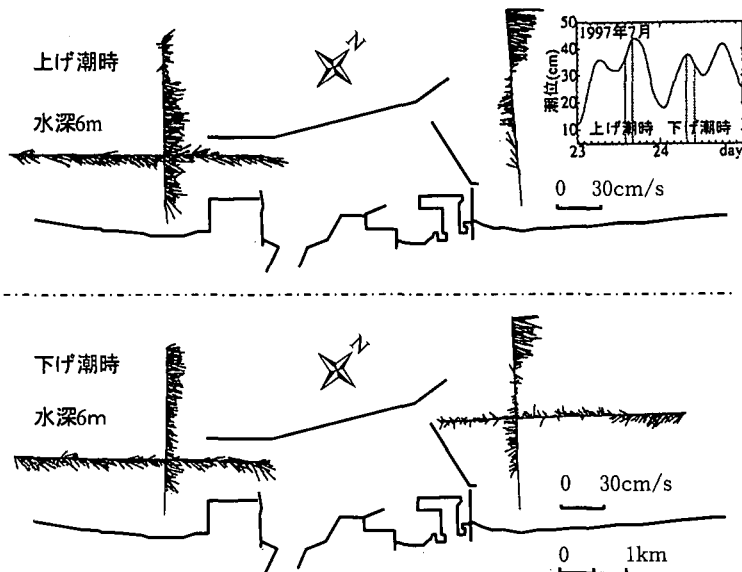


図-8 石狩湾新港周辺の流動特性 (1997年7月)

ほぼ一致していることがわかる。

各群集の優占種についての幼生の発育過程をみると、グループDのパカガイと二枚貝群集では、1ヶ月程度の比較的長い浮遊期を持つ点で共通している。ところが、グループCでは、1～2週間程度の比較的短い浮遊期を持つ種類や直達発生型の種類が優占している。

これらのことから、港の北東側でグループDが広く分布したのは、ここに形成される循環流によって浮遊幼生が集まりやすくなり、その結果、長い浮遊期を持つ種類の加入成功性が高まったためと考えられる。一方、港の南西側でグループCが広く分布したのは、卓越する北東流によって長い浮遊期を持つ種類の幼生がたまりにくくなり、その結果、直達発生型や短い浮遊期を持つ種類の加入成功性が相対的に高まったためと思われる。

4. おわりに

本研究では、現地調査により石狩川河口域から石狩湾新港周辺海域の底質分布とマクロベントスの群集構造を把握し、両者の空間分布は良く対応しており、河口から

の供給土砂と港の影響によって各地点の底質が決定され、その流動と底質に適したマクロベントスが生息していることを明らかにした。また、マクロベントス群集の構造と分布パターンは、新港建設前とは異なった海域があり、この原因の1つとして、特に港の北東側については石狩湾新港建設による流動条件の変化が構成種の加入成功性に影響を与えたことが示唆される。ベントス群集については年変動や季節変動があるため、2回の調査結果からベントス群集の変化を定量的に考察することは難しく、今後継続的な調査を実施するとともに、より多くの過去の調査データを比較検討する必要がある。

参 考 文 献

- 中村義治 (1991): 沿岸域の水理環境とウバガイの漁場形成機構に関する研究, 福島県水産試験場研報 7, pp. 1-118.
- 山下俊彦・木下大也・星 秀樹・鳴海日出人・橋本 剛・福本 正・多田彰秀 (1998): 石狩湾新港周辺の三次元流動特性, 海岸工学論文集, 45 巻, pp. 391-395.
- Nakao, S. (1982): Community structures of the macrobenthos in the shallow waters in northern Japan. Mem. Fac. Fish. Hokkaido Univ. vol 28-2, pp. 225-304.