

海岸構造物岸側の砕波帯における底生動物群集の構成的特徴

上野信平 (東海大・海洋)・境 道男・長嶋佳孝・中戸真一 (静岡河川事務所)
石田一弥・落合一男 (㈱スルガコンサル)・社家間太郎 (㈱東海アクアノーツ)

海岸構造物岸側の砕波帯における底生動物群集の構成的特徴

上野信平 (東海大・海洋)・境 道男・長嶋佳孝・中戸真一 (静岡河川事務所)
石田一弥・落合一男 (株)スルガコンサル)・社家間太郎 (株)東海アクアノーツ)

1. はじめに

蒲原海岸は駿河湾奥部の富士川河口西側に位置し(図-1)、海底地形が急峻なため台風時の高波浪による大災害がしばしば発生した。そのためにこれまで堤防や消波工等の海岸保全施設の整備が進められてきた。

近年では富士川の流出土砂の減少のため海岸侵食が進行し¹⁾、その対策として、コンクリートブロックによる離岸堤やスリット構造により海水交換性に優れた有脚式離岸堤が設置されている。

1999年5月に改正された海岸法では、従来の防護中心から、利用を含めた、環境と調和した海岸の体系的な管理の実現が求められている。また、新海岸法では海岸の面的防護機能をもつ砂浜を海岸保全施設として指定することが可能となった。このため、砂浜維持のための養浜が海岸保全事業の一つとして、重要な役割をもつと考えられる。砂浜の機能については、防災や利用の面からの研究は実施されつつあるが、砂浜と砕波帯の生態機能については不明な点が多く、この点の解明は、海岸特性の一つとして、また海岸環境の保全の観点からも重要である。

本研究ではこのような観点から、まず蒲原海岸の海岸構造物岸側の砕波帯における底生動物群集の構成的特徴を明らかにすることを目的とした。

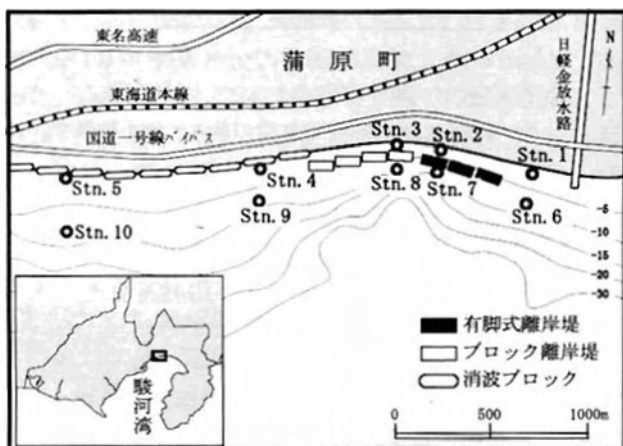


図-1 調査地点の概略

2. 調査地点の概要と方法

1) 調査地点の概要

蒲原海岸は砂礫海岸で、Short and Wright²⁾の海

岸区分では、反射海岸であり、汀線から沖合10数mで水深2m以深と急傾斜で底質は礫である。水深2~4mに傾斜の変曲点があり底質の主成分は礫から砂に変化する。砕波帯は波が砕波する領域で、沖合の砕波と波の打ち上げ限界の間の領域は磯波帯とされているが³⁾、砕波帯と磯波帯を合わせて砕波帯とすることも多い^{4,5)}。海底形状の特徴からみればバーが形成され砕波している近傍の領域をいうが、反射海岸ではバーは通常形成されない。蒲原海岸では水深2~4mに砕波の作用限界を示す傾斜の変曲点がみられることから⁶⁾、本研究では、この傾斜の変曲点付近以浅を砕波帯とした。

2) 調査方法

調査地点は自然海岸のStn. 1、有脚式離岸堤設置海岸のStn. 2、ブロック離岸堤設置海岸のStn. 3、消波ブロック設置海岸のStns. 4, 5の砕波帯と、対照地点として、それぞれの地点の沖合水深8mに設定したStns. 6-10の計10地点である。調査はStns. 1-5では2000年9月、2001年7月、2003年2, 7月の計4回、実施したがStn. 5のみ2000年9月が欠測である。Stns. 6-10では2000年9月と2001年7月の2回調査し、Stns. 7, 10では2003年2, 7月にも実施した。

Stns. 1-5では海岸から砕波帯下端までの距離と標高を横断的に測定し、海底傾斜の変曲点である砕波帯下端で底生動物と底質分析用試料を採集した。また、これらとは別に砕波帯で底質分析用試料を採集した。なお、変曲点以浅の礫底は本質的に生物は生息しないとされることから⁷⁾生物の採集は行わなかった。これらの試料は、いずれも小型のSM採泥器(ハンド・マッキンタイヤー型、採泥面積0.05m²)を用い1地点で3回、潜水して直接採集し、目合い1mmの篩上の生物の個体数を0.1m²あたりに換算した。底生動物の群集区分はHornの重複度指数(R_h)を、多様度指数はShannon-WeaverのH'を用い、底質では粒度組成と有機物量を分析した。

3. 結果

1) 砕波帯の形状

調査期間中の海浜断面の勾配と傾斜の変曲点の水深は、それぞれ自然海岸のStn. 1で1/3~1/7、-2.51~

-4.43m, 有脚式離岸堤設置海岸の Stn. 2 で 1/4~1/6, -2.35~-3.88m, ブロック離岸堤設置海岸の Stn. 3 で 1/5~1/8, -1.38~-2.77m, 消波ブロック設置海岸の Stn. 4 で 1/4~1/25, -1.72~-2.80m, 消波ブロック設置海岸の Stn. 5 で 1/5~1/19, -2.19~-2.70mであった。ここでの水深は東京湾中等潮位(T.P.)を基準とした(表-1)。

本海岸は湾口が南に広く開いた駿河湾の奥部に位置するため外洋のうねりの影響を直接受ける。このため汀線付近では海浜変形が生じている(図-2)。2003年7月の時点で波に対して露出的な自然海岸の Stn. 1 と、消波ブロック設置海岸の Stns. 4, 5 では侵食傾向にあった。一方、遮蔽的な離岸堤設置海岸の Stns. 2, 3 では離岸堤の堆砂効果により、堆積傾向を示しており、その効果は特にブロック離岸堤設置海岸の Stn. 3 で顕著であった。

表-1 砕波帯下端の水深

	Sep. '00	July '01	Feb. '03	July '03
Stn. 1	-3.59	-4.30	-2.51	-4.43
Stn. 2	-2.59	-3.67	-3.88	-2.35
Stn. 3	-2.18	-2.77	-2.36	-1.38
Stn. 4	-1.72	-2.20	-2.80	-1.93
Stn. 5		-2.70	-2.30	-2.19

T.P. (m)

2) 底質

(1) 中央粒径

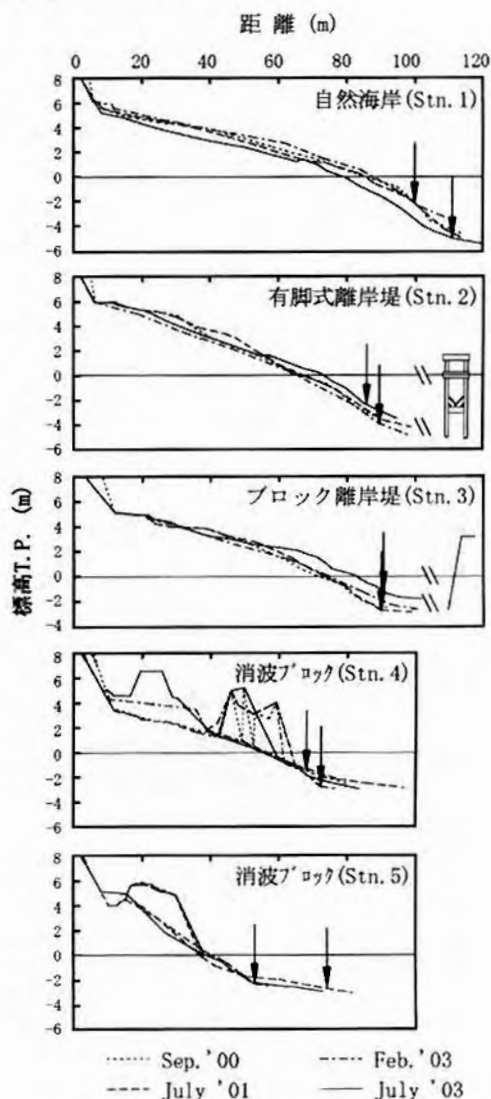
Stns. 1-5 の 5 地点を通した砕波帯の底質の中央粒径値(mean±SD)は 4.98±5.35mm(n=18)であった。地点別には自然海岸の Stn. 1 で 9.65±9.52mm(n=4)と粗く、離岸堤設置海岸の Stns. 2, 3, 特にブロック離岸堤設置海岸の Stn. 3 で 2.16±0.73mm(n=4)と低い値であった。また, Stn. 1 では中央粒径値の変化が大きく、波浪により底質が攪乱され不安定であることが示唆された(図-3)。

これに対し砕波帯下端では 5 地点を通して 1.42±1.07mm(n=19)と砕波帯と比較して細粒であった。ただし, Stns. 2, 5 は変化が大きく底質が物理的に不安定であることが示唆された。また, 水深 8m の Stns. 6-10 では 0.50±0.15mm(n=11)と、砕波帯と比較してさらに細かった。

(2) 底質の有機物量

Stns. 1-5 の砕波帯下端の底質の有機物量は Stn. 3 で若干高いが、通してみれば 0.08±0.08mg/g(n=19)と低値であった(図-4)。これに対し水深 8m の Stns. 6-10 では 0.29±0.25mg/g(n=11)と Stns. 1-5 と比較して高い傾向を示した。一般的には離岸堤岸側の静穏域では、底質の有機物量は増加するとされるが⁸⁾、本海岸では海岸構造物による静穏化よりも水深の影響のほうが

大きい傾向が明らかであった。これは駿河湾の形状と湾口の向きに起因する現象であり、本海岸の特異点の一つと考えられる。



* 矢印は砕波帯下端水深の最大・最小を表す。

図-2 海浜断面の経時変化

3) 底生動物

(1) 底生動物の出現状況

4回の調査で出現した底生動物は Stns. 1-5 の砕波帯下端では 7 門 67 種, Stns. 6-10 の水深 8m では 8 門 86 種であった。これらの出現動物は種数, 個体数, 現存量からみて環形動物, 軟体動物, 節足動物, その他の 4 群に分けられた。これら 4 群の種数は Stns. 1-5 の合計で環形動物, 軟体動物, 節足動物, その他の順に 24, 7, 29, 7 種であった。一方, Stns. 6-10 では 39, 16, 23, 8 種と環形動物の種数が突出した。また Stns. 1-5 を合計した 0.1m²あたりの平均種数(mean±

SD)は 9.8 ± 5.0 種と Stns. 6-10 の 17.7 ± 6.6 種と比較して約1/2であった。

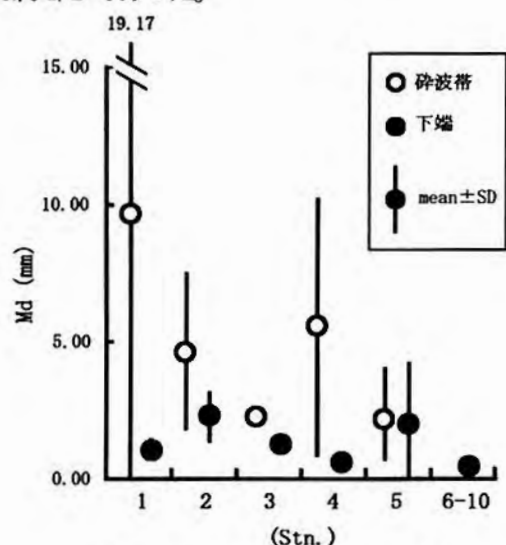


図-3 地点別の底質の中央粒径

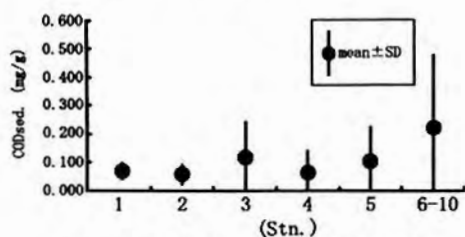


図-4 地点別の底質の有機物量

出現個体数で最も多かったのは環形動物で碎波帯下端で全体の48.1%、水深8mで67.6%を占めた。次いで多いのは節足動物で、それぞれ39.2、18.9%、軟体動物が5.8、3.1%であった。平均個体数密度(mean±SD/0.1m²)は、碎波帯下端では 81.9 ± 89.8 個体(n=19)、水深8mでは 92.8 ± 52.9 個体(n=11)であった。個体数の上位種は碎波帯下端では環形動物のピシオネ科(34.7%)、節足動物のドロクダムシ科(24.5%)、節足動物のヒサシソコエビ科(6.7%)、軟体動物のムシボタルガイ(4.4%)であった。一方、水深8mでは環形動物のLumbrinerides spp.(34.2%)、ニカイチロリ科(5.3%)、Notomastus sp.(3.9%)、節足動物のヒサシソコエビ科(10.3%)であった。また、多様度H'(mean±SD)は、碎波帯下端では 2.07 ± 0.77 と水深8mの 3.07 ± 0.62 と比較して低かった。

現存量は碎波帯下端では軟体動物が最も多く70.4%を占め、次いで環形動物が21.1%、節足動物が6.6%であった。水深8mでは環形動物が最も多く40.4%を占め、次いで軟体動物が24.5%、節足動物が10.7%であった。碎波帯下端の平均湿重量(mean±SD/0.1m²)は、 0.6 ± 0.8 g(n=19)と水深8mの 2.6 ± 1.7 g(n=11)

に比較して約1/4であった。現存量の上位種は碎波帯下端では軟体動物のムシボタルガイ(34.6%)、Sepiola sp.(21.3%)、ワスレガイ(9.1%)、環形動物のヒナサキチロリ(6.6%)であった。一方、水深8mでは環形動物ではミズヒキゴカイ(13.3%)、Lumbrinerides spp.(7.6%)、軟体動物ではバカガイ(9.4%)であった。

まとめると碎波帯下端の底生動物は水深8mと比較して種数、現存量ともに少ないが、個体数は大差なかった。この結果として、個体数からみた群集の多様度も碎波帯下端の方が水深8mと比較して低く、群集構造が単純であった。

次に主要動物群の出現状況を Stns. 1-5 の地点別にみると(図-5)、環形動物の平均種数、平均個体数密度は自然海岸の Stn. 1 と離岸堤設置海岸の Stns. 2, 3 で、それぞれ5.3、6.0、5.0種、54.3、59.5、67.0個体と高く、特に遮蔽的なブロック離岸堤設置海岸 Stn. 3 の個体数は密度が高かった。これに対し消波ブロック設置海岸の Stns. 4, 5 では、それぞれ0.8、1.7種、0.8、7.8個体と低かった。平均現存量は、ブロック離岸堤設置海岸の Stn. 3 で0.31gと他の地点と比較して若干高いものの、平均で0.14gと低かった。

軟体動物の平均種数、平均個体数密度は自然海岸の Stn. 1 と消波ブロック設置海岸の Stns. 4, 5 でそれぞれ2.3、0.8、1.7種、9.5、4.5、4.3個体と高く、遮蔽的なブロック離岸堤設置海岸の Stn. 3 で0.5種、2.0個体と低い値を示した。

節足動物の平均種数、平均個体数密度は Stn. 1 で5.0種、88.8個体とともに高かった。有脚式離岸堤設置海岸の Stn. 2 はブロック離岸堤の Stn. 3 と比較して4.5、2.0種、39.5、11.8個体と種数、個体数ともに高い値を示した。

(2) 底生動物群集構成の類似性

種別個体数に基づいた Horn の重複度指数(R_0)による地点間の群集構成の類似性を、 $R_0=0.5$ 以上を同一群集としてみると、2000年9月では(離岸堤設置海岸の Stns. 2, 3)、(自然海岸の Stn. 1)、(水深8mの Stns. 6-9)の3群集に区分された(図-6)。2001年7月では(自然海岸の Stn. 1 と離岸堤設置海岸の Stns. 2, 3)、(消波ブロック設置海岸の Stns. 4, 5 と水深8mの Stn. 10)、(水深8mの Stns. 6-9)の3群集に区分された。2003年2月では(自然海岸の Stn. 1 と離岸堤設置海岸の Stns. 2, 3、消波ブロック設置海岸 Stn. 5)と(水深8mの Stns. 7, 10)の2群集に区分された。2003年7月では(自然海岸の Stn. 1 と離岸堤設置海岸 Stns. 2, 3) 1群集となり、その他の4地点はいずれ

も独立的であった。ただし2000年9月と2003年2月の消波ブロック設置海岸のStn. 4は出現動物がそれぞれ3, 2種, 2個体と少ないため除いた。

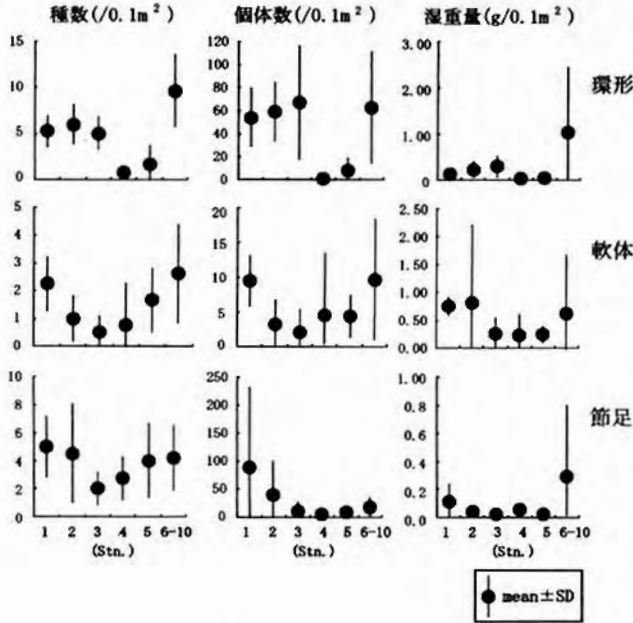


図-5 主要動物群の地点別出現状況

したがって4回の調査を通してみれば、砕波帯下端のStns. 1-5と水深8mのStns. 6-10では底生動物群集の類似性は低いと考えられる。これは上述した非生物的環境としての底質の粒径や有機物量に相違がみられることから支持されよう。しかし、砕波帯の中でみれば有脚式離岸堤のStn. 2とブロック離岸堤のStn. 3は常に類似性が高く同一群集となった。自然海岸のStn. 1も、2000年9月を除けば離岸堤設置海岸のStns. 2, 3と類似性が高く同一群集となった。したがって、これら3地点は離岸堤の有無やタイプにかかわらず類似性が高いことになる。つまり砕波帯という共通の環境の影響下にある類似性の高い群集と考えられる。これに対し消波ブロック設置海岸のStns. 4, 5は、2003年2月に離岸堤設置海岸と同一群集となる以外、類似性は低い。したがって、砕波帯の底生動物群集の特異性は海岸構造物の配置により相違することが明らかとなった。

4. まとめ

海岸構造物岸側の砕波帯では、海岸構造物の構造と配置の相違により底質環境は異なる。離岸堤設置により遮蔽的な環境となることで汀線付近では堆積傾向となり、これに伴い有機物量は増加傾向となる。その結果として多毛類の増加傾向がみられるようになる。こ

の傾向はブロック離岸堤設置海岸で顕著であった。しかし、底生動物群集からみれば自然海岸と離岸堤設置海岸とでは構成的な類似性が高く、海岸構造物の設置による影響は少ないと考えられる。

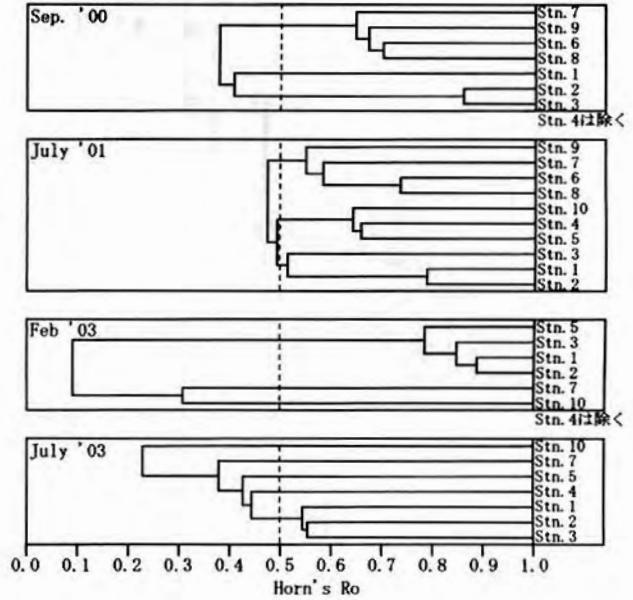


図-6 底生動物の群集構成

5. 引用文献

- 1) 宇多高明：日本の侵食海岸。山海堂，東京，pp. 11-365, 1997.
- 2) A. D. Short and L. D. Wright: Physical variability of sandy beaches. In A. McLachlan and T. Erasmus eds., *Sandy beaches as ecosystems*, W. Junk, Hague, pp. 133-144, 1983.
- 3) 岩垣雄一：海岸地形。最新海岸工学，森北出版株式会社，東京，pp. 22-24, 1987.
- 4) 須田有輔：砕波帯生態系。遺伝，50(7)，pp. 30-35.
- 5) 杉本隆成・首藤伸夫：河口・沿岸域の環境特性。河口・沿岸域の生態学とエコテクノロジー，東海大学出版，東京，pp. 3-25.
- 6) 茂木昭夫：汀線と砕波帯。海洋科学基礎講座7 浅海地質学，東海大学出版，東京，pp. 109-252, 1971.
- 7) デイヴィッド ラファエリ・スティーヴン ホーキンス：潮間帯の生態学(上)。文一総合出版，東京，pp. 71-126, 1999.
- 8) 安永義暢・山本正昭：離岸堤の造成による周辺水域の理化学環境およびプランクトン・ベントス相の変化に関する事例解析。水工研技報，水産土木，5，pp. 13-50, 1984.