

海岸域の底生生物とその生息環境に関する全国的調査

加藤 史訓*・佐藤 慎司**・三輪 竜一***

1. はじめに

海岸保全施設の整備にあたっては、構造物の設置が周辺の生態系に及ぼす影響を考慮することが重要である。このような影響に関しては、田中・岩崎 (1995) により構造物の種類別に検討されているほか、離岸堤について建設省四国地方建設局 (1989)、宇多・小俣 (1992) により、潜堤について荘司ら (1992) により、底生生物や付着生物、魚類、魚卵・稚仔魚等への影響が検討されている。また、海藻等の付着生物に関しては、小笹ら (1994, 1995) や村上ら (1997) により波高等との定量的な関係が検討されている。海岸域の底生生物に関しては、上月ら (1995, 1996, 1998) や安永・日向野 (1990) により離岸堤や突堤の影響について検討が行われている。しかし、底生生物に関しては、いくつかの海岸での局地的な調査事例に限られている。

離岸堤等の海岸保全施設の設置は構造物周辺の底質等の物理環境を変化させる可能性がある。たとえば、田中・岩崎 (1995) や上月 (1995) が指摘するように、離岸堤の岸側の底質は周辺に比べ細かく、離岸堤設置により底質の細粒子化が生じたと考えられる。底生生物は、移動性が乏しいため底質変化等の環境変化の影響を受けやすい。よって、底生生物と物理環境との関係を明らかにすることは、構造物設置が底生生物に及ぼす影響を理解する際に役立つ。そこで、砂浜を中心として干潟から礫浜までを含む海岸域の底生生物に関する調査事例を全国的に収集し、底生生物の生息実態とその生息環境を明らかにする。

2. 研究方法

平成 7 年に建設省により策定された「海岸域生物環境調査マニュアル (試行案)」に基づいて行われた調査結果を主に用いて、底質・水質とその底生生物 (マクロベントス) との関係を整理した。データは、図-1 に示す干潟から礫浜を含む全国 28 海岸で、四季を通じて汀線～水深

30 m の広い範囲の条件で取得された。測定間隔は年 1～3 回程度である。

底生生物とその物理環境の指標は、季節的もしくはそれより短い間隔で変化していると考えられる。そのような物理環境の指標の中で、中央粒径などの底質の指標は、底生生物の生息場の特性を直接的に表しているとともに、波浪のような海岸全体の漂砂現象を規定する指標と密接な関係があると考えられる。また、底質は水質の指標に比べ変動が緩やかなことから、底生生物の生息場を表す指標として代表性が高い。そこで、底質諸量間や水質指標との相関を解析しつつ、底質諸量と底生生物との関係を検討した。解析にあたっては、底質に及ぼす波浪の影響を考慮して、調査海岸を太平洋側、日本海側、内湾に分類してデータ整理を行った。

3. 底質諸量間の関係

底質については、粒度組成を表す中央粒径および含泥率、汚濁状況を表す COD、硫化物、強熱減量に関して解析を行った。なお、含泥率は底質中の粘土分とシルト分の和の割合である。

図-2 は、底質を採取した水深と中央粒径との関係を示したものである。全体的には、中央粒径は 0.1～1 mm

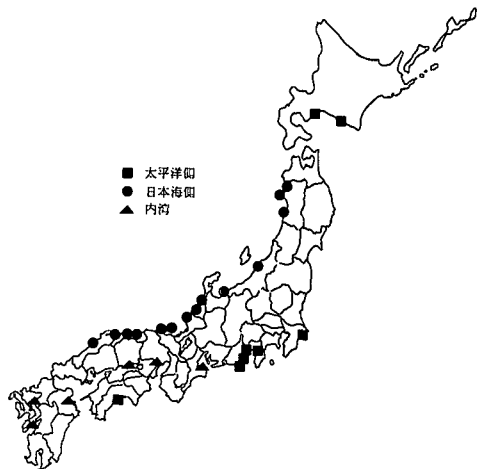


図-1 調査海岸

* 正会員 工修 建設省土木研究所海岸研究室研究員
** 正会員 工博 東京大学助教授 大学院工学系研究科社会基盤工学専攻 (前建設省土木研究所海岸研究室長)
*** 美容海洋開発株式会社環境技術部

のところが、水深 20 m および 30 m のデータがある富士海岸を除くと、太平洋側および日本海側では、水深 10 m より深くなると中央粒径が 0.1 mm 付近に収束していく傾向が認められる。富士海岸は急深であるため、水深 20 m 以下で礫が多くあるものと考えられる。

図-3 は、底質を採取した水深と COD との関係を示したものである。太平洋側および日本海側では、COD が 4 mg/g 以下のところがほとんどであるが、富士海岸では水深 30 m において COD が著しく大きい。海岸分類別では、COD が大きい海岸は内湾がもっとも多い。

図-4 は、底質の中央粒径と COD との関係を示したものである。全体的には、中央粒径が 0.2 mm より小さくなると、急激に COD が大きくなっている。中央粒径と強熱減量あるいは硫化物との関係も、同様の傾向が認められた。

図-5 は、底質の含泥率と COD との関係を示したものである。全体的には、含泥率が大きいほど COD が大きくなる傾向が認められる。含泥率が大きい海岸は内湾に多い。以上のような傾向は、含泥率と強熱減量あるいは硫化物との関係においても認められた。

図-6, 7 は、底質の COD と強熱減量、硫化物との関係を示している。強熱減量は 4% 以下、硫化物は 0.1 mg/g 以下のところが多く、それらを超えているところは内湾が多い。強熱減量、硫化物とも、概ね COD の増加とともに大きくなる傾向が認められる。

以上のように、中央粒径が 0.2 mm より大きいと底質の汚濁指標の値は小さいが、0.2 mm より小さくなるにつれ汚濁指標の値が増加していく傾向が認められる。

4. 底質諸量と水質諸量との関係

水質指標として COD, 溶存酸素量, 浮遊物質量を取り上げ、底質諸量との関係を整理した。水質諸量, 底質諸量とも、同一測点で得られたデータのみを解析に使用した。

図-8, 9 は、底質の中央粒径および COD と海水の COD との関係を示したものである。海水の COD は、内湾にある中央粒径が 0.01 mm 以下のところで 5~17 mg/l と大きい。また、底質の COD が 10 mg/g 以上のところでは海水の

COD も大きい。このような傾向は底質の強熱減量および硫化物と海水の COD との間でも認められる。

図-10, 11 は、底質の中央粒径および COD と海水の溶存酸素量との関係を示したものである。海岸区分を問わず、溶存酸素量は底質の中央粒径や COD によらず 5~10 mg/l で、調査時点に貧酸素化していた調査地点はなかった。鈴木ら (1998) が指摘するように、浅海域の底層の溶存酸素量は短期的に大きく変動しているため、年数回程度の頻度で計測される溶存酸素量と底質の中央粒径および COD との間には相関が認められないと考えられる。なお、底質の強熱減量および硫化物と海水の溶存酸素量の間でも同様の傾向が認められる。

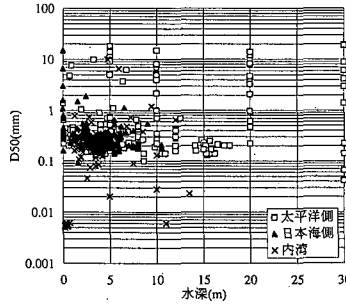


図-2 水深と中央粒径との関係

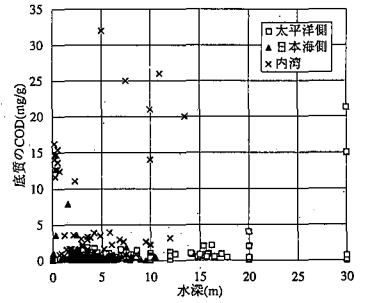


図-3 水深と底質の COD との関係

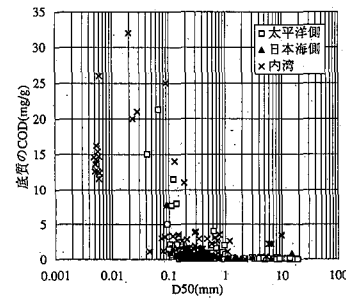


図-4 中央粒径と底質の COD との関係

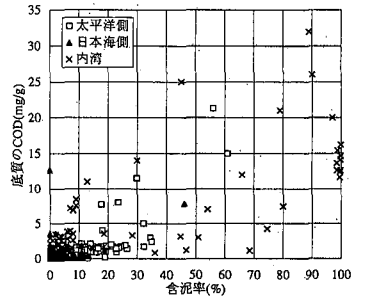


図-5 含泥率と底質の COD との関係

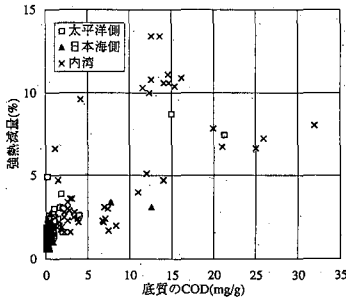


図-6 底質の COD と強熱減量との関係

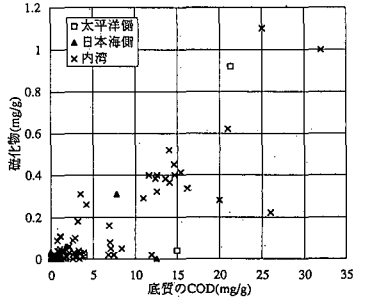


図-7 底質の COD と硫化物との関係

浮遊物質量についても、底質の中央粒径、COD、強熱減量、硫化物との間に相関は認められない。

以上のように、底質諸量と水質諸量との間の相関は、海水のCODについては認められるが、海水の溶存酸素量および浮遊物質量については海岸区分を問わず認められない。

5. 底質諸量と生物諸量との関係

底質と底生生物との関係を明らかにするため、中央粒径等の底質諸量と底生生物の種類数および個体数との関係とともに、底質諸量の変化による底生生物の出現種の

変化について検討した。前章と同様に、同一測点で得られたデータのみを解析に使用した。底生生物の採取面積は調査により異なるため、個体数は1m²当りに換算して解析を行った。

図-12は、底生生物の種類数と個体数との関係を示している。個体数は概ね10~10,000個/m²の範囲でばらついている。種類数、個体数とも、内湾が太平洋側および日本海側より多い。生物の種類数は種多性の一要素であることから、内湾は外海に比べ種多性が高いと考えられる。

図-13, 14は、底質の中央粒径およびCODと底生生物

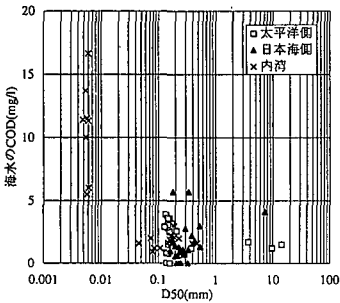


図-8 中央粒径と海水のCODとの関係

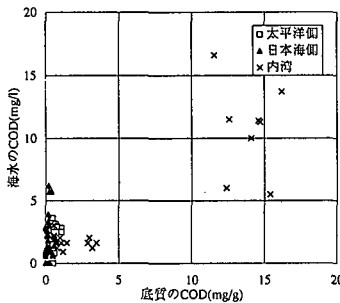


図-9 底質のCODと海水のCODとの関係

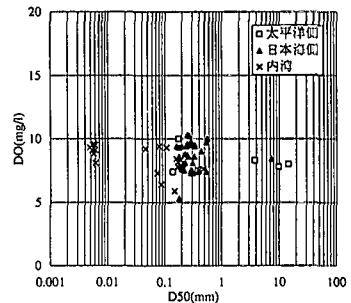


図-10 中央粒径と溶存酸素量との関係

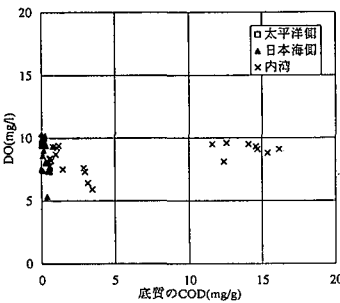


図-11 底質のCODと溶存酸素量との関係

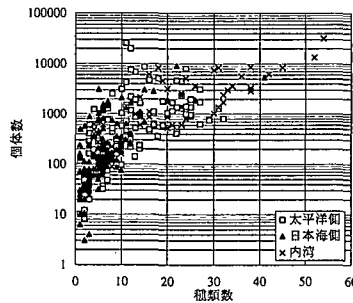


図-12 底生生物の種類数と個体数との関係

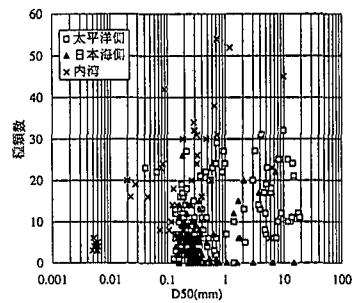


図-13 中央粒径と底生生物の種類数との関係

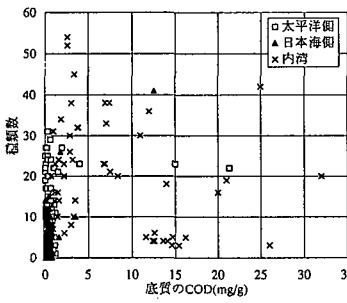


図-14 底質のCODと底生生物の種類数との関係

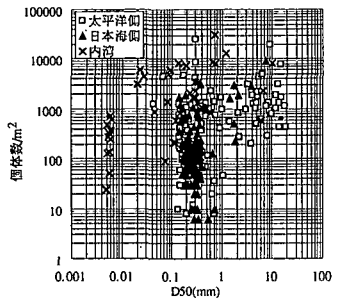


図-15 中央粒径と底生生物の個体数との関係

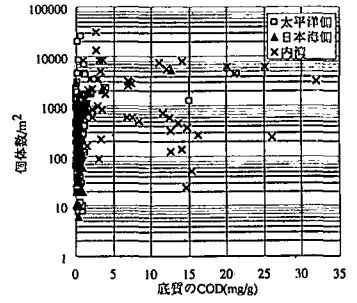


図-16 底質のCODと底生生物の個体数との関係

の種類数をプロットしたものである。調査結果の中でもっとも多く頻出したのは中央粒径が0.1~1 mm, 底質のCODが2 mg/g以下の測点で, その種類数は0~15種類となることが多い。また, 種類数がもっとも多かったのは, 中央粒径が0.7 mm, CODが3 mg/gの内湾での調査結果である。本橋(1981)は幕張人工海浜でCOD 10 mg/g付近に種類数および個体数の最大値があることを示しているが, これは内湾の一地点の調査結果であるためと考えられる。また, 日本海側の種類数は中央粒径に関わらず内湾や太平洋側より小さい。

図-15, 16は, 底質の中央粒径およびCODと底生生物の個体数をプロットしたものである。調査結果の中でもっとも多く頻出した中央粒径が0.1~1 mm, 底質のCODが2 mg/g以下の測点では, 個体数が20~2,000個/m²となることが多い。玄海・響灘に面した福岡県内の砂浜で小島ら(1997)が行った調査では, 中央粒径0.16 mm前後で底生生物の個体数が約2,000個/m²と最大となっていた。その値は図-15における日本海側の最大値と同程度である。なお, 海岸区分間で比較したところ, 中央粒径が0.1~1 mmの領域では, 日本海側の方が内湾や太平洋側に比べて個体数が少ないのに対し, それ以外の領域ではそのような傾向は認められない。

底質の中央粒径, 含泥率, CODの変化が底生生物の出現種に及ぼす影響を調べるため, 各測点で出現した底生生物を環形動物門, 軟体動物門, 節足動物門, 棘皮動物門およびその他に分類し, 底生生物の全個体数における各門の個体数の割合を算出した。

中央粒径0.075 mm未満(シルト), 同0.075 mm以上2 mm以下(砂), 同2 mmより大きい測点(礫)の3区分について, 各門の個体数の割合の平均値を示したのが図-17である。中央粒径が0.075 mm未満では, 環形動物が多く, 節足動物門が少なく。しかし, 中央粒径が大きくなると, 環形動物門の割合が低くなり, 節足動物門の割合が高くなる。このような傾向は, 含泥率と各門の個体数の割合の平均値との関係を示した図-18でも認められる。含泥率が10%以下では環形動物門と節足動物門の割合は同程度であるが, 含泥率が10%を超えると環形動物門の割合は高くなり, 節足動物門の割合は低くなる。ただし, 軟体動物門については, 中央粒径が小さくなるとその割合が低くなるが, 含泥率が大きくなっても割合に変化が見られなかった。

図-19は底質のCODと各門の個体数の割合の平均値との関係を示したものである。この図のように, 底質のCODが1 mg/g以下では環形動物門と節足動物門の割合は同程度であるが, CODが大きくなるにつれて環形動物門の割合が高くなり, 節足動物門の割合が低くなる。図-5のように含泥率が大きいほど底質のCODが大き

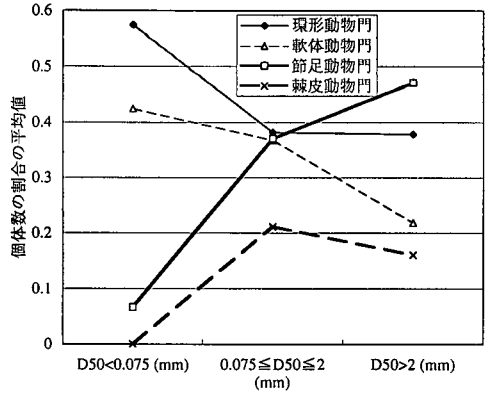


図-17 中央粒径と個体数における各門の割合との関係

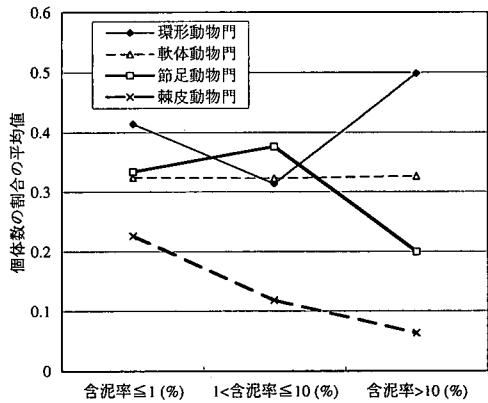


図-18 含泥率と個体数における各門の割合との関係

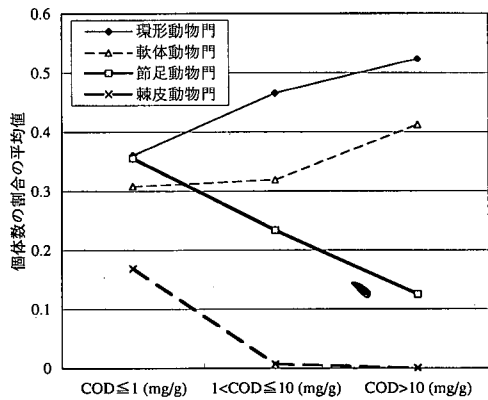


図-19 底質のCODと個体数における各門の割合との関係

い傾向が認められることから, この結果は図-18から得られた知見と整合していると考えられる。以上のことから, 底質が細かく底質のCODが大きいところでは環形動物が多く出現し, 底質が粗く底質のCODが少ないところでは節足動物が卓越することが多いと考えられる。

6. おわりに

本研究により得られた主な結論は以下のとおりである。

(1) 底生生物とその生息環境に関する全国 28 海岸の調査結果を、太平洋側、日本海側、内湾に分けて整理した。

(2) 底質の中央粒径が 0.2 mm 以上の測点では底質の汚濁指標はほぼ一定の低い値を示したのに対し、0.2 mm 以下では中央粒径が小さくなるにつれ底質の汚濁指標が増加する傾向が認められた。

(3) 海水の COD および溶存酸素量と底質諸量との間に明確な相関は見られなかった。

(4) 底生生物は 10~10,000 個体/m² の範囲で確認され、太平洋側および日本海側に対し内湾の方が種類数、個体数ともに多かった。また、今回整理した調査結果では、中央粒径が 0.1~1 mm、底質の COD が 2 mg/g 以下の測点が多く、その種類数および個体数はそれぞれ 0~15 種類、20~2,000 個体/m² となることが多かった。

最後に、本研究を実施するにあたり、土木研究所海岸研究室の鳥居室長より御指導をいただいた。ここに記して感謝の意を表します。

参 考 文 献

宇多高明・小俣 篤 (1992): 離岸堤設置に伴う生態系変化予測手法に関する調査報告書, 土木研究所資料, 第 3106 号, 149 p.
小笹博昭・室善一郎・中瀬浩太・綿貫 啓・山本秀一 (1994): 生物にやさしい港湾構造物の研究, 海岸工学論文集, 第 41 巻,

pp. 1016-1020.
小笹博昭・村上和男・浅井 正・中瀬浩太・綿貫 啓・山本秀一 (1995): 多様度指数を用いた波高・港湾構造形式別の付着生物群集の評価, 海岸工学論文集, 第 42 巻, pp. 1216-1220.
建設省四国地方建設局 (1989): 離岸堤による生態系の変化, 123 p.
上月康則・村上仁士・伊藤禎彦 (1995): 海岸構造物周辺の底生動物群集に関する現地調査, 海岸工学論文集, 第 42 巻, pp. 1201-1205.
上月康則・村上仁士・伊藤禎彦・米田耕造・花房秀明 (1996): 離岸堤背部に生じる海浜変化に伴うベントス群集の変化特性, 海岸工学論文集, 第 43 巻, pp. 1256-1260.
上月康則・村上仁士・小西哲也・戸高英二・花房秀明・米田耕造 (1998): 離岸堤設置による底生動物個体数の変化過程に関する考察, 海岸工学論文集, 第 45 巻, pp. 1161-1165.
小島治幸・武若 聡・入江 功・片岡 治・島田 浩・筒井久喜 (1997): 砂浜海岸における自然環境の保護・保全に関する基礎的研究, 海岸工学論文集, 第 44 巻, pp. 1186-1190.
荘司善博・田村政太郎・高橋豊喜・山本秀一・高橋由浩 (1992): 新潟西海岸における潜堤設置に伴う周辺生物相の変遷, 海岸工学論文集, 第 39 巻, pp. 996-1000.
鈴木輝明・青山裕晃・甲斐正信・今尾和正 (1998): 底層の貧酸素化が内湾浅海底生生物群集の変化に及ぼす影響, 海の研究, Vol. 7, No. 4, pp. 223-236.
田中茂信・岩崎福久 (1995): 海岸保全施設が生態系に及ぼす影響に関する調査報告書, 土木研究所資料, 第 3346 号, 185 p.
村上和男・浅井 正・中瀬浩太・綿貫 啓・山本秀一 (1997): 波高および水質条件よりみた港湾構造物の付着生物群集の評価, 海岸工学論文集, 第 44 巻, pp. 1126-1130.
本橋敬之助 (1981): 人工海浜及びその周辺における底質と底生動物相の季節変化について, 水処理技術, Vol. 22, No. 1, pp. 19-27.
安永義暢・日向野純也 (1990): 砂浜海域構造物周辺の環境と飼料生物分布に関する基礎的調査, 水産工学研究所報告, 第 11 号, pp. 13-42.