

港湾分野における生態系に配慮した沿岸域開発技術

Ecotechnology for Coastal Development of Port Sector

小笹 博昭*

Hiroaki Ozasa

Study results of ecotechnology for coastal development are introduced. The first result is an analysis of relation between annual maximum significant wave height in front of port structures and sessile organisms (sessile animals, motile organisms, and sea algae). The second result is a report of a mesocosm experiment of tidal flat. Ecological environment of the mesocosm and activities of benthos were studied.

1、生態系と調和した港湾整備

1992年6月ブラジルのリオ・デ・ジャネイロで国連環境開発会議が「持続可能な開発」の理念を掲げて開催された。持続可能な開発とは、「環境と開発とは不可分の関係にあり、開発は環境や資源という土台のもとに成り立つ。持続可能な発展のためには、環境の保全が必要不可欠である」とする考えである。ここでいう環境の保全において生態系の保全が中心的なテーマとなることは、会議において生物多様性条約の署名が始まったことに象徴されている。

今後、自然環境と調和し、生物生態系と共存する港湾整備を行なうことがより必要になってくると考えられ、運輸省港湾局では、平成6年3月に発表した新たな港湾環境政策の中で環境と共生する港湾（エコポート）の整備を図っていくとしている。

港湾と生物生態系との関わりを考えると、二つの問題が重要と考えている。一つは、港湾構造物と付着生物（海藻、フジツボ、カキ等の固着動物、巻貝、エビ、カニ等の移動動物）や魚介類等の生物との関わりについての問題であり、もう一つは、自然干潟の保全や人工干潟の創造にかかわる問題である。以下、それぞれの問題について取り組み状況を示す。

2、港湾構造物と付着生物との関係

港湾構造物等に付着する生物の生息環境を規定する要因には、光、水質、海水流動、付着基質、波浪、構造形式等があげられる。著者等は、これらのうち波浪と構造形式が最も重要と考え、それらをパラメータとして、過去に実施された全国の港湾等の生物調査結果を共通的視点で見直し、港湾等における生物の分布についての一般的傾向を見いだすことを試みた。検討対象とした調査資料は、小名浜港、御前崎港、瀬棚港、関西国際空港、新潟西海岸の防波堤、護岸、離岸堤、突堤にかかわる付着生物の資料である。構造物の形式は、直立構造物（直立ケーソンおよび鋼製セル護岸）と傾斜構造物（消波ブロックおよび緩傾斜護岸）の2通りに分類した。一方、生物データについては、次のような規準化を行なっている。①生物の出現量（個体数と湿重量、植物は湿重量のみ）はすべて1㎡あたりに換算した。②水深別に複数の調査ポイントがある場合には、これらの調査結果を単純平均した。③調査期間中に複数回の調査を実施している場合にはこれらの結果を単純平均した。④主要出現種は、各調査地点について上位3種以内を選択した。

図一1は、付着動物（固着動物と移動動物）や海藻の出現量、出現種類数（平均値および最大、最小を示す）と構造物前面波高（年最大有義波高の観測値に浅水変形、回折による波高変化を考慮した）との関係を示す。年最大有義波高をパラメータとして選んだ理由は①平均有義波では環境の相違を表わしにくい、②生物が持続的に存在することの指標として年に1回、1日～半日程度持続する波浪条件が適当と考えたからである。付着動物の出現量は、波高1m以下で多く、前面波高が大きくなるにつれて漸減していく傾向がある。一方、海藻は波高が2～4mの付近で多い傾向にある。また、海藻の出現量のピークである波高3m付近より高波浪側では、海藻の出現量が付着動物を上回る傾向が見られる。付着動物の種類数についても、出現量とほぼ類似した傾向を示している。図一2に構造形式、構造物の面する方位と付着動物および海藻出現量との関係を示す。海藻については当然のことながら傾斜護岸の方が出現量が多くなっている。又、直立護岸では北西から北東にかけて出現量が少なくなっているが、傾斜護岸では北西、北東でも出現量が減少することはない。これは、北向きの直立護岸では日陰になるが、傾斜護岸では日陰になりにくいためと考えられる。付着動物は直立構造物の出現量が傾斜構造物に比較して明らかに多い傾向が見られるが、方位との明確な関係は認められない。海藻の出現量に対する、固着動物および移動動物の出現量と、固着動物+海藻の出現量に対する移動動物の出現量を図一3に示す。海藻と移動動物の出現量の関係は余り明瞭ではないが、海藻が100g/㎡以上出現すると、海藻の出現量と固着動物の出現量との間には負の相関がみられる。また、移動動物と固着動

* 正会員 運輸省港湾技術研究所 (239 横須賀市長瀬3-1-1)

物+海藻 (= 非移動生物) との間には、非移動生物が 1, 000 g / m² 以上出現する場合には、ばらつきは大きいがおおむね正の相関関係が見られる。以上の関係より、海藻と固着動物は付着基盤をめぐって互いに競合していることが考えられる。一方、移動動物は海藻あるいは固着動物のように移動能力を持たない生物の存在に依存するものと考えられる。

3. 干潟の創造とその機能

干潟は漁業生産の場、稚仔魚の生育の場であり、水産の立場から重視されてきた。また、底生生物が豊富なために、それを餌とする渡り鳥が飛来する。環境問題の高まりに伴い、干潟保全と港湾整備との間で調整を必要とする所も数箇所出現してきており、一方では失われた環境の復元、創造を目指して、人工干潟・浅場の整備が必要とされてきている。

干潟の保全や創造についての、研究のニーズが高まってきていることに対応して、港湾技術研究所では干潟における生物学的な機能による物質循環、浄化機能を研究するために人工干潟実験水槽を整備中である。海水を循環させ、海象、泥、日射等の条件を再現して、水槽内という限られた区域において生物現象を研究するメソコズムである。

人工干潟の実験施設を設計するためにパイロット実験を行なった。実験の概略を図-4に示す。縦116 cm×横78 cm×深38.4 cmのポリエチレン製水槽に、千葉県小櫃川河口干潟から採取した泥を敷き詰め、現地において採取した表層泥(ウミナナ、コメツキガニ、アサリ等を含む)を添加した。久里浜湾から採水した海水(小櫃川河口干潟の位置する東京湾内湾の海水に比べて、高塩分、貧栄養と考えられる)を、水槽内に9時間かけ流し、3時間干出させることを1日2回繰り返した。A-1、A-2は築山状に盛土を施し、常時干出する部分のあるケースであり、A-2に投入した大、小型動物、付着珪藻の量はA-1の2倍となっている。B-1は、干潟面を2段にして、上段干潟面と下段干潟面との干出時間に差をもたせ、A-1と同量の生物を供給し

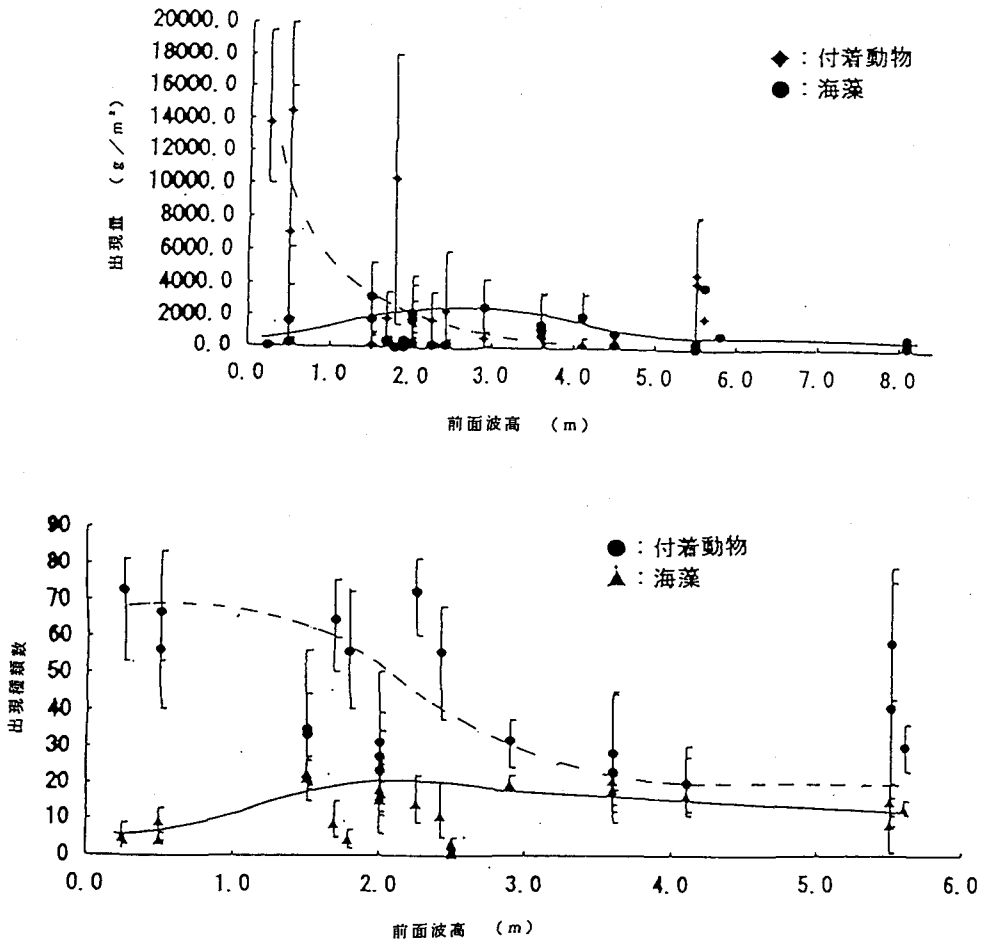


図-1 付着生物の波高別出現量及び出現種類数

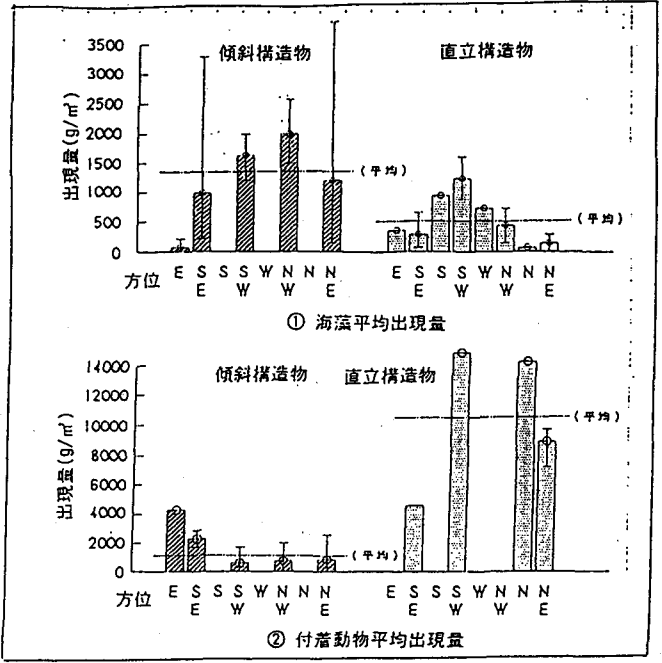


図-2 方向・基質状況別海藻付着量

たケース、B-2は、実験当初無生物のケースである。

図-5は、泥温および酸化還元電位を示している。泥温は約12℃で安定しており、酸化還元電位も当初より上昇しておおよそ50～100mVとなっており、酸化状態である。図-6に底生藻類の種類数、細胞数、クロロフィルaを示す。図中には小櫃川河口干潟における現地観測のデータも記入してある。種類数、細胞数とも、ほぼ一定であり、現地の高潮帯、中潮帯における値とほぼ等しい。種組成についても、干潟でよく見られる滑走運動のできるタイプの付着珪藻 (*Navicula* sp., *Pleurosigma* sp., *Bacillaria paxillifer*, *Nitzschia*属など) が優占して安定している。クロロフィルaについては、現地の高潮帯における値と中潮帯における値とのほぼ中間となっている。実験水槽内において、底層近傍の流速を速くするという工夫をしているが、上記の事実は、底生藻類については、現地と類似した状況になっていることを示している。

図-7にマクロベントスの種類数、個体数、湿重量を示す。実験水槽内の種類数は、現地に比べて少ない。個体数は環形動物の*Capitella Capitata*が多く見られたために、現地に比べると数倍多くなっている。湿重量は、ベントスが空間的に片寄って生息しているために、経時的な変動や実験区間のばらつきが大きくなっているが、A-1、A-2については現地とほぼ同程度である。

*Capitella Capitata*は、①生活環が2～3カ月と短い、②周年産卵可能などといった特性を持ち、生物的空隙に速やかに侵入して短期間のうちにその場を優先的に支配するが、他種の出現、増加に伴って減少していく（種間競争力の弱い）”opportunistic speceis”である。パイロット水槽に出現した*Capitella Capitata*はその多くが12月～1月にかけて抱卵していた。*Capitella Capitata*の存在による影響をどのように取り扱っていくのか今後研究したいと考えている。

図-8にメイオベントスの種類数、個体数を示す。メイオベントスの種類数は、おおむね5～10種類で、現地干

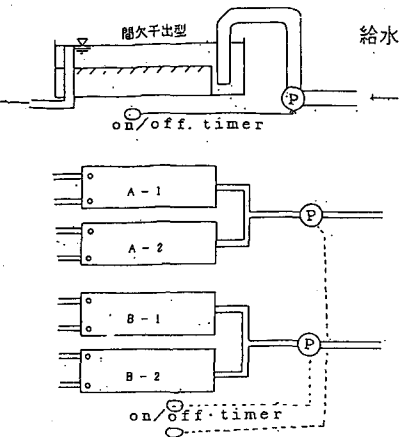


図-4 人工干潟パイロット実験施設概略図

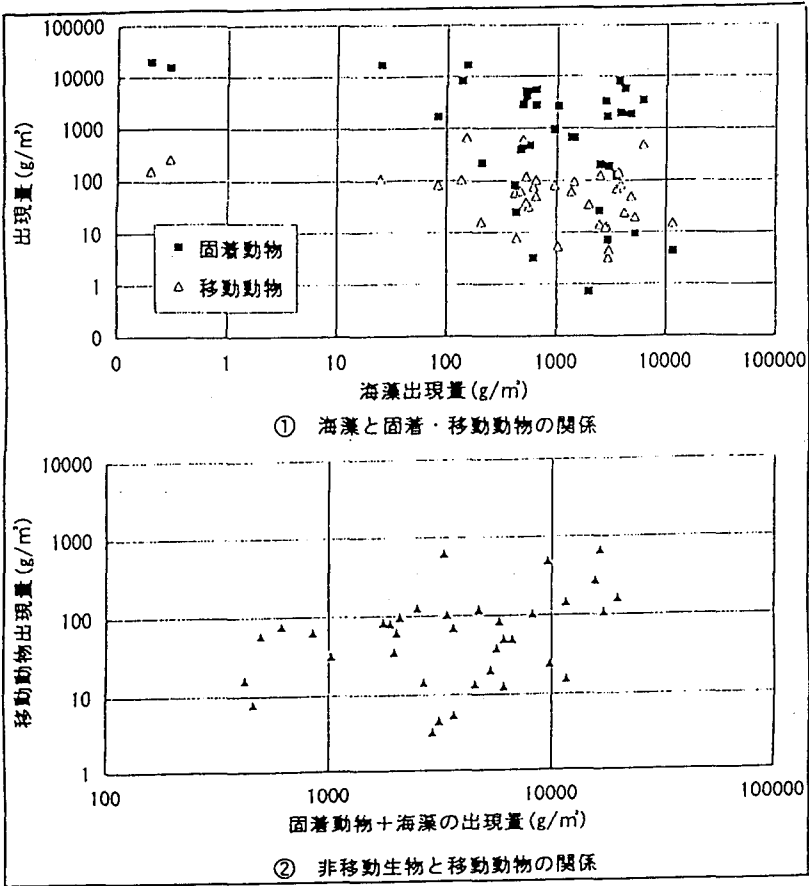


図-3 付着生物グループ間の関係

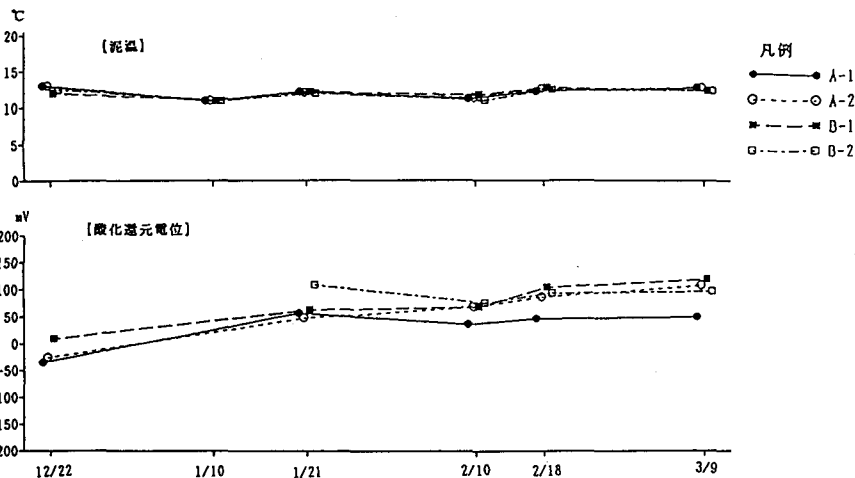


図-5 泥温、酸化還元電位の経時変化

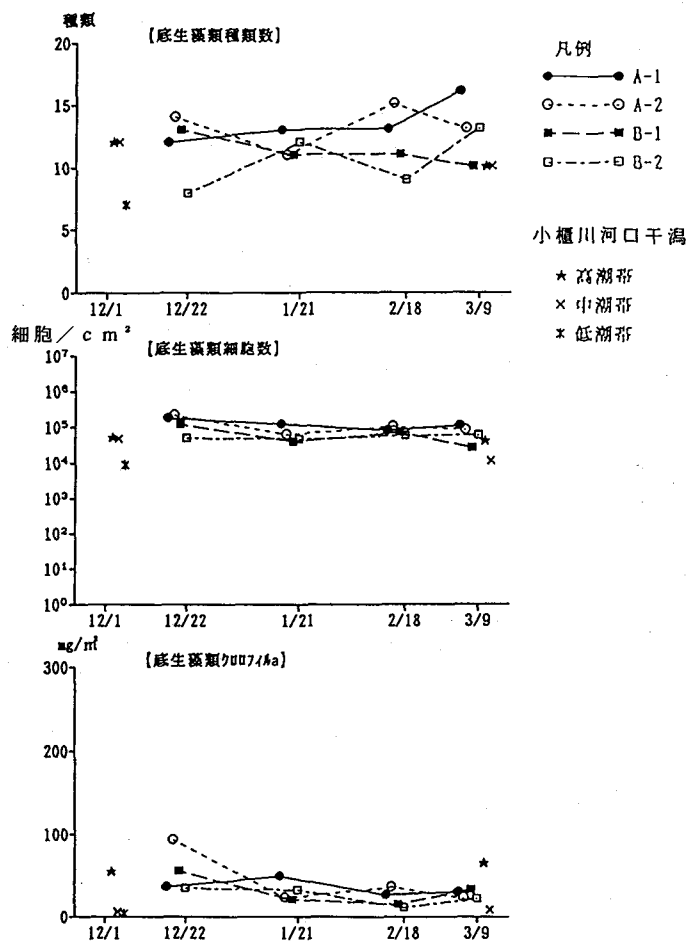


図-6 実験水槽内における底生藻類

潟の高潮帯、中潮帯と比較すると、やや少ない。個体数は、A-1、A-2では12月22日から1月21日にかけては、B-1、B-2に比べて1から2オーダー多いが、以後減少し、各実験区に大きな差は見られない。現地干潟と比較すると、パイロット実験干潟の値は、現地と同程度の幅のところに分布している。なお、種組成は各実験区および現地干潟とも線虫綱が優勢し、大きな差は見られない。

今後の課題としては、多くの生物にとって繁殖期、成長期あるいは増殖期である、水温上昇期の春季から高水温期の夏季にかけて観察、測定を継続し、目的とする干潟（例えば小櫃川河口干潟）の生物的条件をどの程度再現し、維持できるか、また低水温期には生じなかったような問題が発生しないか等について検討する必要があると考えている。

4、おわりに

本報告に示した研究は、中瀬浩太氏（五洋建設）、綿貫啓氏（日本テトラポッド）、山本秀一氏（エコー）、佐藤隆氏（新日本気象海洋）、南城利勝氏（新日本気象海洋）との共同研究の成果であることを付記し、謝意を表します。

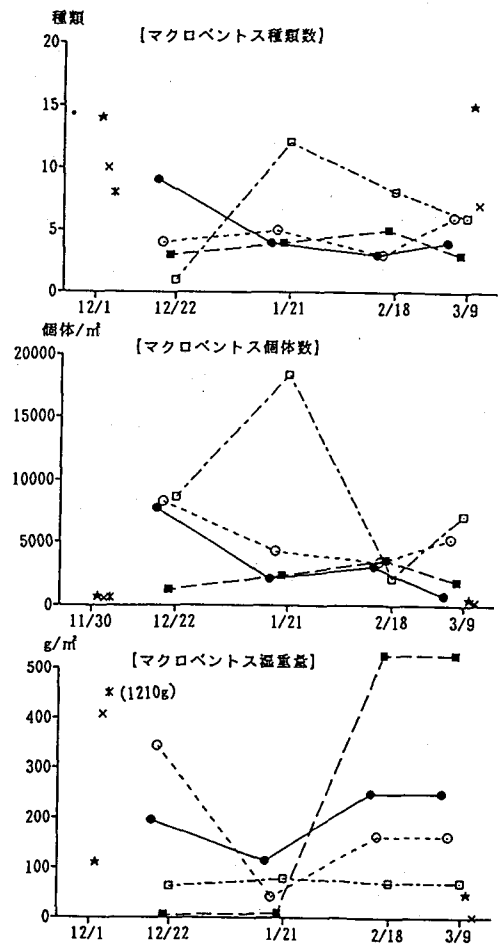


図-7 実験水槽内におけるマクロベントスの変化

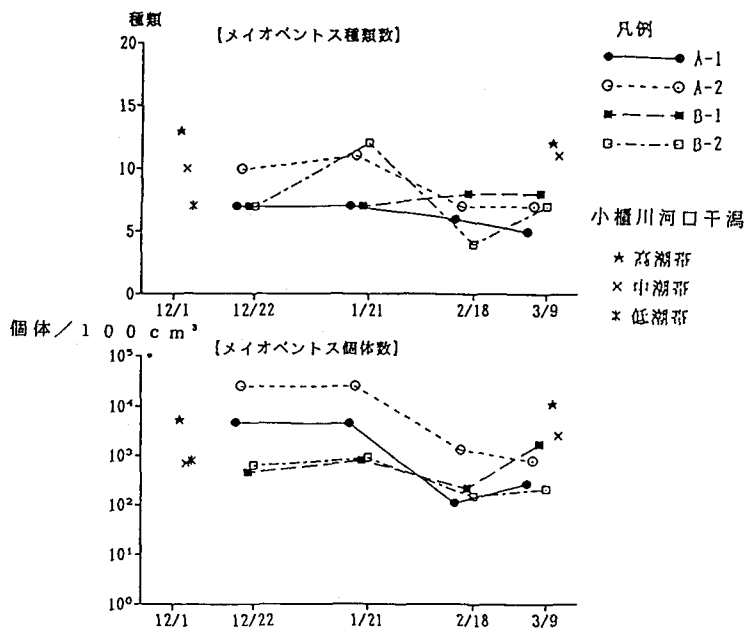


図-8 実験水槽内におけるメイオベントスの変化