

論文

人工海浜の浄化能力について(2)

葛西人工海浜及びその地先における底生動物の現況とその浄化能力の検討

木村賢史 三好康彦 嶋津暉之
赤沢 豊
(非常勤研究員)

要 旨

人工海浜の底生動物による浄化能力を把握するため、葛西人工海浜及びその地先を対象に底生動物の現況及びその浄化能力の検討を行った。葛西人工海浜及びその地先の底生動物は、季節により種類数、個体数が大きく変化し、全体に底質環境が不安定な状況にあることが判明した。

有機物の多いシルトや粘土分が多量に堆積されている地点もあり、夏季には底生動物にとってかなり厳しい環境になる地点もみられた。しかし、一般的には水深が浅く、水中への酸素の供給も比較的良く行われているため、有機汚濁に強い種を中心に高い生産力(浄化力)を発揮している。東西人工海浜の底生動物の年間生産量は26~27tであり、これらが水域から除去する有機物量(汚濁物量)は年間38tと推定された。特に、底生動物のなかで浄化能力が高いとされているアサリの成員(平均重量約4g/個体)による浄化量を試算すると、東西人工海浜では年間約7.2tとなる。

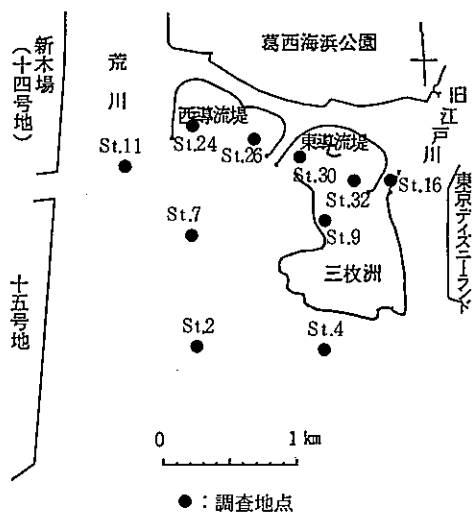
1 はじめに

筆者らは、海水の浄化には、自然の浄化機能を回復させ、かつ高めることが必要であるとの視点から、その一環として海浜の浄化機能を客観的に把握するための調査研究を平成元年度から進めてきた。このような視点は昨年(1990年)の六都府県市首脳会議においても確認され、その推進が図られつつある。開放系の海浜で、その浄化機能を把握することは困難な課題ではあるが、これまでに江戸川区葛西地先の人工海浜を対象に水質の面からの考察を加え、前報に報告した¹⁾。今回は、底生動物の生息状況等の面から海浜の浄化機能を把握するため、葛西人工海浜で行った底生動物調査結果を中心に検討を行ったので、報告する。

2 調査方法

(1) 調査範囲及び地点

図1に示す水域の10地点である。地点番号は前年報(1990年版)の地点番号と同一である。なお、西人工海浜とは西導流堤内側、東人工海浜とは東導流堤内側をいい、その地先とは三枚洲も含めた沖合2km付近の水深5~6mまでの水域をいう。



● : 調査地点
図1 人工海浜の全体図

(2) 調査項目等

調査項目は、底生動物の出現種の同定、地点毎の種別個体数、種別湿重量及び関連項目として底泥の粒度組成、海水の塩分、化学的酸素要求量(以下、「COD」と記す

る。)である。

調査期間及び回数は、底質環境が悪化する前の5月と底質環境が最も悪化する期間(8, 9月)を経過した後の10月の計2回とした。

(3) 試料採取方法及び分析方法

採取方法は、エクマンバージ型採泥器で1地点3回(採泥面積0.12m²)採泥し、1mmメッシュのふるいにかけた。ふるい上に残ったものを約7-8%のホルマリンで固定し、底生動物測定用試料とした。

また、各地点で底泥の粒度組成測定用試料を同採泥器で1回採取した。粒度組成の測定は、JIS A 1204で行った。

底生動物の同定等は、分布密度を考慮して、1個体1g未満と1g以上の底生動物に分けて行った。

3 調査結果

(1) 底生動物の現況

葛西人工海浜及びその地先の底生動物の種類数、個体数、湿重量の分布状況を図2に示す。春季(5月)には10地点で合計59種類、2947個体、湿重量82.54gの底生動

物が出現したのに対して、秋季(10月)には43種類、1112個体、湿重量85.85gと、種類数で16種(27%減)、個体数で1835個体(62%減)減少しており、水域環境、特に底質環境が不安定なことを示している。秋季に消滅した主な種は、Capitellidae等多毛類10種、キヌマトイガイ等軟体類8種、エビジャコ等甲殻類4種及びその他3種類の計25種類であり、いずれも出現数は少ない。また、秋季に新たに加わった種は、Spio sp等多毛類3種、バカガイ等軟体類4種、ホソヘラムシ等甲殻類2種の計9種類であるが、バカガイ等は底質環境が悪いため越冬できる個体が極めて少ない。そのため、春季には採取されないが、稚貝の着底時期にあたる秋季には多量に採取されている。このことは、採取員のほとんどが1g未満であることから推察される。すなわち、種の増減は、底質環境の悪化から、本来年間を通して生息できるはずの種が発生、消滅を繰り返せざるを得ないことから生じたものである。

一方、湿重量は、3.31g(4%増)と春季に比べて秋季に逆に増加している。これは、秋季の湿重量の約90%を占めるアサリが成長し、個体数は減ったものの、1個当たりの重量が増したことによるものであり、生産力は維持されている。湿重量をその地点での現存量とした場合、1m²当たり春季69g、秋季72g(10地点平均)であり、秋山らの分類による砂質干潟の1/5程度の値となっている。

地点別の詳細な種類数、個体数、湿重量の分布状況を図3~5に示す。地点によって、春季と秋季とで大きく変化していることが判る。

西人工海浜では、春季に比べて秋季は個体数で90%減、種類数で40%減、湿重量はSt.24で180%増、St.26で99%減と変化が著しい。個体数の変化に寄与しているのは、多毛類とアサリである。また、湿重量では、アサリの寄与率が大きく、St.24での増加は9割以上がアサリであり、St.26での減少もアサリが秋季に全く採取されなかったことによる。アサリの場合、通常稚貝が成貝まで生き残る率は数%程度であるといわれる。このことから、5カ月間で90%消滅してしまう西人工海浜の生産能力(浄化機能)は、充分なものとはなっていない。

東人工海浜も、西人工海浜とほぼ同様の傾向を示している。一方、干潮時でも干出ししない沖合のSt.2, 4, 7は、海浜部とは逆に、秋季に種類数(St.2の種類数は除

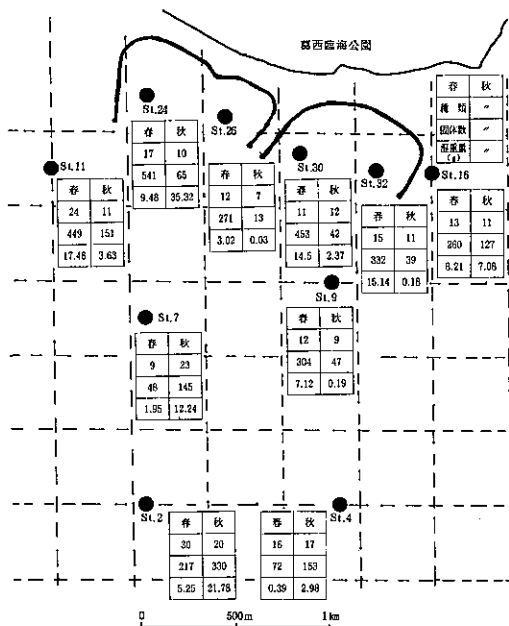


図2 底生動物の地点別種類数、個体数、湿重量分布

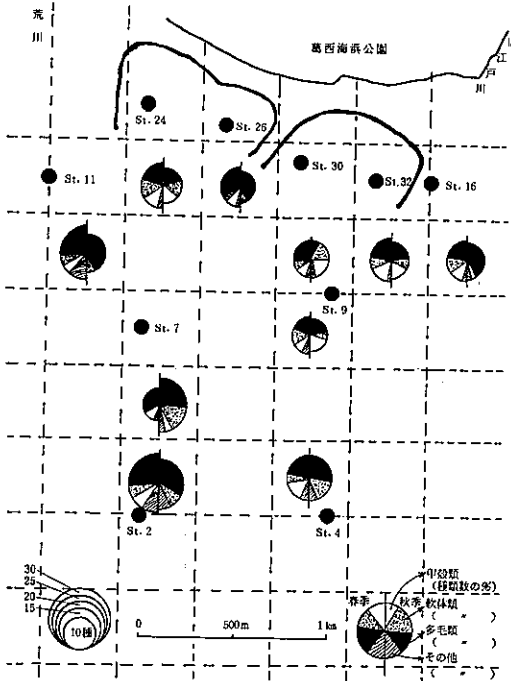


図3 底生動物の編組比率（種類数）分布

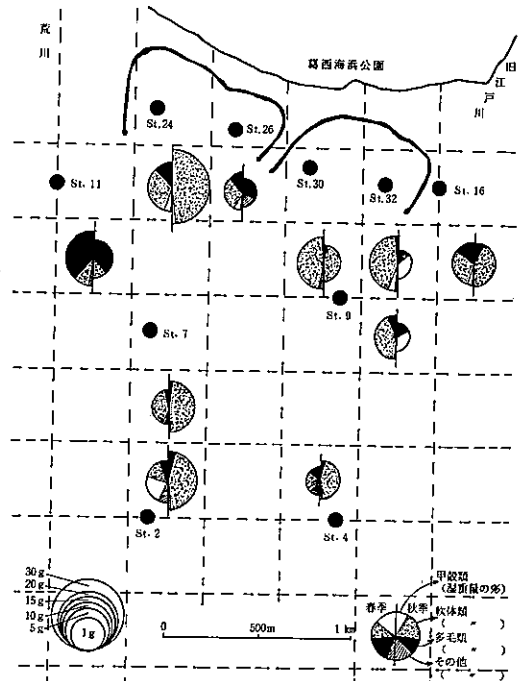


図5 底生動物の編組比率（湿重量）分布

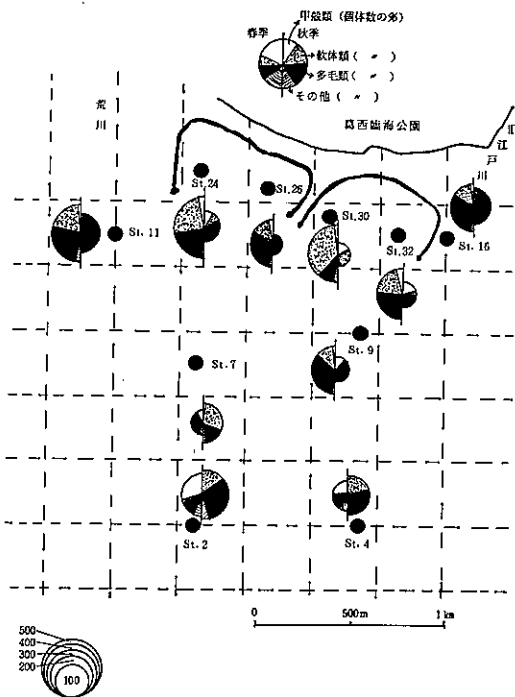


図4 底生動物の編組比率（個体数）分布

く), 個体数, 湿重量ともに増加しているのが特徴的である。特に, St. 7では, 秋季に種類数で2.5倍, 個体数3倍, 湿重量6倍と著しく生産力が高まっているが, これら地点の優占種をみると, 秋季には有機汚濁に強い種(風呂田の分類による)が出現しており, これらの寄与率³⁾が大きい。

次に, 各地点で優占して出現する5種を表1に示した。優占5種の内訳をみると, 5月, 10月ともに東西人工海浜の導流堤内側と外側(St.7, 9)では, 約半数が *Pseudopolydora sp.*, *Neanthes Japonica*, イトゴカイの仲間, アシナガゴカイ等の耐汚濁種で占められている。特に, 荒川河口では, 大部分が *Paraprionospio sp type A* やハナオカカゴカイ, *Lumbrimeris longifolia*等の耐強汚濁種であり, 底質が最も悪化している水域といえる。

一方, 沖合のSt. 2, 4では, 5月はほとんど耐汚濁種がみられないのに対して, 10月には一転して *Paraprionospio sp type A*, イトゴカイ, アシナガゴカイ, ホトトギスガイ等の耐汚濁種が優占しており, 夏季から秋季にかけて底質が悪化していると考えられる。

表1 地点別優占5種一覽

調査地点	(調査) 元年	優 占 5 種 (個体数)									
		①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩
西側	5月	① アサリ (<i>Tapes philippinarum</i>) (241)	② <i>Pseudopolydora</i> sp. (139)	③ Capitellidae (48)	④ ヤマトスピオ (<i>Prionospio japonica</i>) (34)	⑤ ゴカイ (<i>Neanthes japonica</i>) (21)					
	10月	① アサリ (40)	② Diastylidae (8)	③ ホトギスガイ (<i>Musculus senhousii</i>) (3)	④ <i>Pseudopolydora</i> sp. (3)	⑤ アシナガゴカイ (<i>Neanthes succinea</i>) (3)					
	5月	① <i>Pseudopolydora</i> sp. (158)	② アサリ (80)	③ Diastylidae (7)	④ ヤマトスピオ (7)	⑤ Capitellidae (6)					
	10月	① ヤマトスピオ (3)	② <i>Mediomastus</i> sp. (3)	③ アシナガゴカイ (2)	④ <i>Pseudopolydora</i> sp. (2)	⑤ Polychaeta (1)					
側	5月	① <i>Mediomastus</i> sp. (18)	② <i>Rhynchospio</i> sp. (11)	③ 柱形動物 (7)	④ Diastylidae (6)	⑤ <i>Pseudopolydora</i> sp. (4)					
	10月	① バイカガイ (<i>Macra chinensis</i>) (35)	② アサリ (33)	③ <i>Paraprionospio</i> sp. type A (18)	④ <i>Mediomastus</i> sp. (18)	⑤ シオブキガイ (<i>Macra venariformis</i>) (12)					
	5月	① <i>Corophium</i> sp. (130)	② <i>Ophiophragmus</i> sp. (11)	③ <i>Hiatella flaccida</i> (6)	④ 柱形動物 (5)	⑤ Aonides sp. (5)					
	10月	① <i>Paraprionospio</i> sp. type A (62)	② アサリ (55)	③ <i>Mediomastus</i> sp. (53)	④ ホトギスガイ (<i>Musculus senhousii</i>) (42)	⑤ Cirriforma sp. (24)					
東側	5月	① アサリ (325)	② ヤマトスピオ (43)	③ <i>Pseudopolydora</i> sp. (33)	④ 柱形動物 (15)	⑤ Diastylidae (13)					
	10月	① バイカガイ (17)	② スナウミナナフシ科 (<i>Anthuridae</i>) (5)	③ アサリ (5)	④ ニホンドロソコエビ (<i>Grandidierella japonica</i>) (3)	⑤ イソグニ (<i>Hemigrapsus sanguineus</i>) (2)					
	5月	① ヤマトスピオ (127)	② アサリ (107)	③ <i>Pseudopolydora</i> sp. (26)	④ スナウミナナフシ科 (23)	⑤ ホトギスガイ (15)					
	10月	① (11)	② スナウミナナフシ科 (8)	③ Diastylidae (5)	④ <i>Pseudopolydora</i> sp. (4)	⑤ アシナガゴカイ (3)					
側	5月	① <i>Rhynchospio</i> sp. (94)	② アサリ (83)	③ ヤマトスピオ (69)	④ <i>Mediomastus</i> sp. (16)	⑤ アシナガゴカイ (14)					
	10月	① ヤマトスピオ (20)	② アシナガゴカイ (8)	③ スナウミナナフシ科 (7)	④ <i>Pseudopolydora</i> sp. (4)	⑤ Diastylidae (3)					
	5月	① <i>Corophium</i> sp. (21)	② 柱形動物 (13)	③ ハナオカカゴカイ (8)	④ Diastylidae (8)	⑤ Sabellidae (4)					
	10月	① アサリ (52)	② アシナガゴカイ (21)	③ <i>Rhynchospio</i> (19)	④ <i>Paraprionospio</i> sp. type A (17)	⑤ <i>Mediomastus</i> sp. (10)					
荒川河口	5月	① シズクガイ (<i>Theora faia</i>) (137)	② <i>Paraprionospio</i> sp. type A (108)	③ ホノノベガイ (<i>Reaia australis</i>) (45)	④ <i>Prionospio cirrifera</i> (42)	⑤ ハナオカカゴカイ (<i>Ancistrosyllis hanzonaka</i>) (42)					
	10月	① <i>Paraprionospio</i> sp. type A (113)	② アシナガゴカイ (10)	③ <i>Lumbrineris longifolia</i> (9)	④ <i>Prionospio cirrifera</i> (6)	⑤ <i>Nectonanthus latipoda</i> (5)					
江戸川河口	5月	① <i>Prionospio cirrifera</i> (85)	② アサリ (77)	③ ハナオカカゴカイ (31)	④ 柱形動物 (13)	⑤ <i>Paraprionospio</i> sp. type A (11)					
	10月	① ヤマトスピオ (39)	② <i>Paraprionospio</i> sp. type A (37)	③ <i>Pseudopolydora</i> sp. (18)	④ アサリ (10)	⑤ アシナガゴカイ (7)					

しかし、優占種は、採取時期が底生動物の繁殖期に当たるか否かによって、変わる場合があることに注意する必要がある。例えば、5月の調査時は、アサリの繁殖期に当たったため St.24 ではアサリの稚貝が優占した。そこで、東西人工海浜での優占6種の経年変化(昭和60年度~平成元年度、港湾局調べ)をみると、東人工海浜でよく出現する優占種は、スナウミナナフシ、ヤマトスピオ、ゴカイ、アサリ、*Pseudopolydora* sp で、ほぼ過去5年間安定している。西人工海浜では62年までアシナガゴカイ、*Pseudopolydora* sp、*Lumbrimeris longifolia*、ヨツバネスピオなどの耐強汚濁種で占められていたが、養浜工事が完了した(63年3月)後の63年8月の調査では、ニホンドロソコエビが圧倒的に優占し、耐強汚濁種は激減している。山砂の投入による養浜工事の効果が現れているようである。

(2) 海水の塩分

元年9月に西人工海浜の2カ所で通日調査した結果を図6に示す。塩分が20‰を下回る時間は8~11時間あるが、連続して下回るのは7時間程度であった。また、経年的(港湾局調べ)にみても、大雨時や河口付近では5未満に下がる場合もあり得るが、連続して半日も塩分が

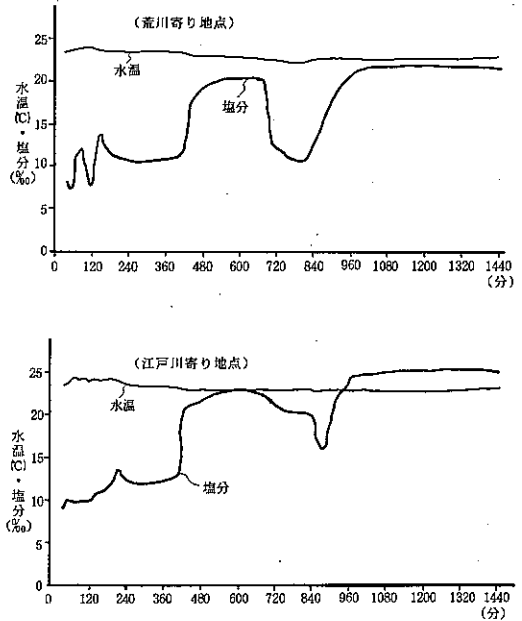


図6 西人工海浜導流堤内側の通日塩分変化(元年9月)

20%を下回ることはないようである。塩分の変化は、底生動物の分布に決定的な影響を与える。しかし、変化が短期間であるならば、ゴカイ等の埋性底生動物は、底泥中に潜ることにより、その影響を回避することが可能である。例えば、アサリの場合、通常20~30%⁵⁾の程度塩分が良いとされているが、①底泥中に潜る②殻を閉じ高塩分水を殻内に保持して、低塩分に耐える等により、塩分の変化に対応することができる。毎日8時間内外20~30%の塩分に浸ることができるならば、へい死率は著しく低下するという報告⁶⁾もある。このことから、葛西人工海浜の塩分は、アサリには最適ではないが、生息は充分可能と考えられる。

(3) 底泥の粒度組成

図7に今回調査した10地点の底泥の粒度組成分布(表層)を示す。春季と秋季を比較すると、沖合や河口部ではほとんど変化がなく、沖合では70~90%が砂分で占め

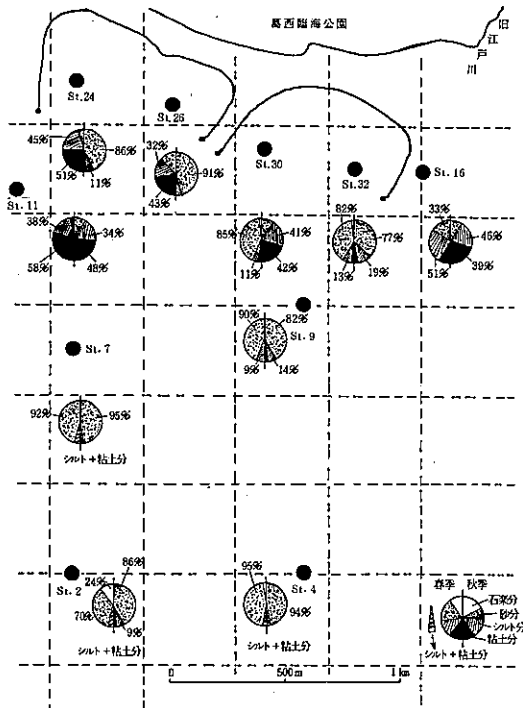


図7 春季(5月), 秋季(10月)の底質粒度組成分布

られているのに対して、西人工海浜と東人工海浜の St. 30の地点が大きく変化している。西人工海浜では春季に80~90%占めていたシルトや粘土分が、5ヵ月後には20%未満に減少している。この原因としては、採泥地点のずれも考えられるが、西人工海浜についてはシルトや粘土分の比較的多い山砂の投入による養浜工事に加えて、春季に行われた St.24地点前方と St.26地点後方への水路しゅんせつ土砂の投入等の影響もあり、当時、西人工海浜の底質環境は極めて不安定な状況にあったと思われる。西人工海浜 St.24での粒度組成の年度内変化を図8に示した。時間の経過とともに改善しつつあることが判る。また、西人工海浜(中央部)の粒度組成、底質 COD, 強熱減量の経年変化(図9)を港湾局のデータから

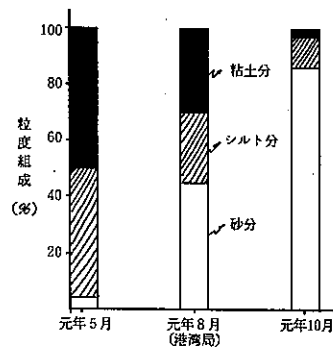


図8 西人工海浜(W-W地点)底質粒度組成

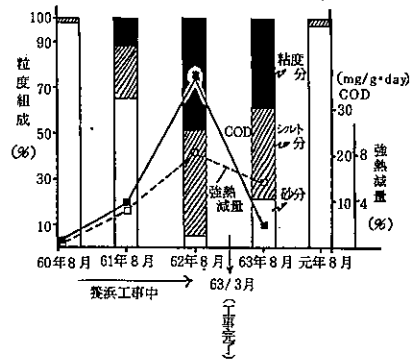


図9 西人工海浜(中央部)の粒度組成、底質-COD 強熱減量の経年変化

みると、養浜工事の過程ではシルトや粘土分が増加し、それと並行して底質COD、強熱減量も急激に高まったが、63年3月の工事完了とともにCOD、強熱減量は減少している。それに伴い底生動物の優占種もヨツバネスピオ等の耐汚濁種から泥質に多いニホンドロソコエビへと変化してきている。

次に、人工海浜及びその地先でのシルト+粘土分と底生動物の編組比率（湿重量）との関係を図10に示す。特

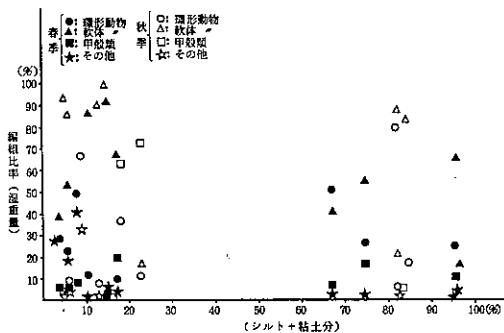


図10 シルト+粘土分と底生動物（固体1g以上を除く）の編組比率（湿重量）との関係

徴的なことは、当水域の底泥のシルト+粘土分は、30%未満と60%以上の2極に大別できることである。同年8月に行った港湾局の調査結果でも、37地点中、シルト+粘土分が30~60%の範囲に入る地点はわずか3地点のみであり、ほとんどの地点が両極にわかれていた。底生動物との関係を見ると、シルト+粘土分が30%未満では、アサリ等の軟体類は高い生産量を示すが、60%以上では特に傾向は見られない。

アサリの場合、地盤が年間を通じて安定で、海水中に浮遊土を多く含まないこと、シルト+粘土分は30%未満であることが適しているといわれる⁸⁾⁹⁾。西人工海浜の場合、平成2年度から底質の改善事業を実施しており、底生動物の高い生産力が期待できる。

4 考 察

(1) 海浜の浄化機能の検討

ア 海浜と底生動物の生産力

海浜は、干潟と同様、海と陸地の接点にあり、そこに生息する生物にとっては、次のような点でかなり厳しい

環境といえる。①潮汐による干出の繰り返し②波浪による底泥の巻き上げ③付近の河川からの淡水の流入とそれに伴う土砂類の堆積等である。特に、干潮時には、夏は高温と乾燥に、冬は厳しい寒さと凍結に見舞われることになる。しかし、一方では、有利な要因もあわせ持っている。①波浪の攪拌による水中への酸素の供給②干出による底質中への酸素の供給③日光の透過による魚類や底生動物の餌となる藻類の発生④河川や波により餌となる豊富な有機物の供給等である。

干潟の場合、このような条件の下で、海洋環境の中で最も高い生産力を持つ場所として知られている。なかでも、底生動物は、干潟の主と言われるほど豊富に生息しており、底生動物自体の増加とそれを餌にする魚類や海鳥等の成長などの点で生産力増大の中心的な位置を占めている。

したがって、干潟とかなり類似した機能をもつ海浜もまた高い生産力を有すると考えられる。特に、葛西の人工海浜の場合、荒川と江戸川の河口の間に位置し、河川からの堆積物も多く、しかも干潮時には、岸辺から10数m先までをも干出す状況となっている。まさに、人工の干潟といっても差し支えない形態を整えつつある。

イ 底生動物と海浜の浄化との関係

浄化機能という視点からみた場合、海浜（干潟）が高い生産力を持つということは、とりもなおさず、当水域の生物が汚濁物（水及び底泥中の有機物）を餌として多量に取り込んでいることであり、当水域の浄化能力が高いということでもある。浄化に貢献する生物としては、①バクテリア②底生動物③魚類④海鳥等が挙げられるが、なかでも底生動物の果たす役割は大きい。底生動物は、①移動性に乏しいため、常に安定した汚濁物摂取者となり得ること②水中及び底泥双方の汚濁物の摂取者でもあること③ゴカイ等のように底泥に巣穴を掘ることにより底泥中に酸素が供給され、好気性バクテリアや底生動物の繁殖を促し、汚濁物の分解を促進すること④底生動物自体が魚類や海鳥等の餌となるため、当水域からの有機物の削減を加速すること⑤アサリ等の有用底生動物は漁の対象となり、系外に排除されることなどの点で、底生動物は水域の浄化に重要な働きをしている。

その意味から、底生動物の宝庫である海浜の浄化能は極めて高いと考えられる。

なお、浄化機能の目安となる生産力を一時期の底生動

物の湿重量だけでとらえるのは危険である。例えば、有機汚染の高い底泥の場合、比較的底質環境の良くなる春季には、耐汚濁種の底生動物が異常繁殖し、量的には増加するが、底質環境の悪化する夏季には、ほとんどの底生動物が死滅する。このような水域は、浄化機能が良好に働いているとはいえない。やはり、通年を通して多様な底生動物が豊富に生息し、しかも食物連鎖（有機物→バクテリア・底生動物→魚類・鳥→人間）が機能している地域こそ浄化機能が十分に働いているといえる。また、生産力から浄化機能をとらえる場合、その水域が浄化されて汚濁物（有機物）が減少してくれば、底生動物の生産量も減少し、見かけの浄化機能は低下するが、潜在的には高い浄化機能を有していることを忘れてはならない。さらに、底生動物は魚類等に比べて、移動性に乏しくその場所の環境条件をよく反映することから、汚染状況を判定する重要な指標ともなり得る。

(2) 葛西人工海浜の浄化機能の検討。

以上のような考えの下に、葛西人工海浜の浄化能力を検討した。

ア 理化学的要因と生物的要因

底生動物による浄化機能を明らかにするためには、まず底生動物の生息環境を評価する必要がある。底生動物に影響を与える要因としては、理化学的要因と生物的要因とが考えられる。理化学的要因としては、水温、溶存酸素量（以下、「DO」と記する。）、塩分、底質、潮汐、波浪等があるが、葛西人工海浜で特に問題になるのは、地域によって異なる塩分、底質（COD・強熱減量・硫化物・酸化還元電位・粒度組成）と考えられる。塩分、底質の粒度組成については、前述したように最適な状態とは言い難いが、生産力の維持には支障ない。また、葛西人工海浜及びその地先の底質のCOD等を港湾局（63年8月）のデータからみると、COD_{0.8}~31.4mg/g・dry、T-S<0.01~1.59mg/g・dry、酸化還元電位-105~+347、強熱減量1.4~7.6%の範囲で変動しており、海底が窪地状で有機物が沈積しやすい一部水域を除くと、有機汚染の著しい底泥は見当たらない。ただし、三枚洲と養浜間もない西人工海浜を除く全地点で底質がやや還元状態にあり、夏季は耐汚濁種によって生産力（浄化機能）が維持されていると考えられる。

なお、水質的には、通常COD 2~4 mg/l、DO 3 mg/l以上であり、通常では葛西人工海浜の底生動物の

生息に影響を与える値ではない。

一方、生物的要因としては、他の生物による食害や赤潮による被害が考えられる。食害については、食物連鎖の一環であり、再生産力が維持されている限り人工海浜ではあまり問題にはならない。赤潮による被害では、東京湾の場合、赤潮自体の毒物による被害は少なく、むしろプランクトンの死骸等の分解による無酸素水域の形成がアサリの死滅等の被害をもたらす。都内湾では、毎年10数回赤潮が発生しているが、人工海浜部は浅いため、波の攪拌による酸素供給が盛んであり、特に目立った被害はみられない。

イ 各種評価方法による底質環境の把握

人工海浜自体の底質環境をみるために、人工海浜導流堤内側と外側の二つに区分して評価した。一般には、水域環境と底生動物との関係は図11のように表される。浄化されるに伴い多毛類の編組比率やBiotic indexは低下していく一方、汚濁に弱い甲殻類の編組比率は高まる傾向を示す。表2に編組比率の結果を示す。甲殻類の編組比率が多毛類のそれを上回ったのは、5月の西人工海

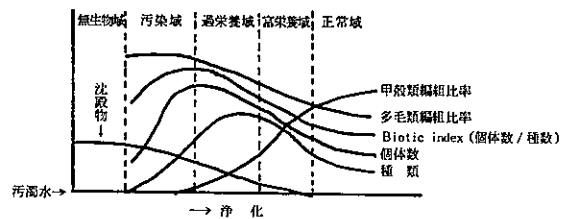


図11 底生生物群集構造の変化と汚染度区分の模式図

表2 編組比率（個体数）

	単位：%							
	元年5月		元年10月		元年5月		元年10月	
	西内側	西外側	西内側	西外側	東内側	東外側	東内側	東外側
	St.24,26	St.7,2	St.24,26	St.7,2	St.30,32	St.9,4	St.30,32	St.9,4
多毛類	53	31	28	53	34	61	27	58
軟体類	42	5	58	39	58	24	35	34
甲殻類	4	53	13	1	6	10	37	7
その他	1	11	1	7	2	5	1	1

浜外側と10月の東人工海浜内側のみであり、全般的には多毛類の編組比率が甲殻類のそれを上回っている。東西の内側と外側とを比べた場合、多毛類の編組比率は内側のほうが低い場合が多く、その傾向は東人工海浜の内側で顕著であるが、はっきりとした改善傾向は見られなかった。

次に、東西人工海浜内側の過去5年間のBiotic index (個体数/種数)の変化を検討したが、目立った改善傾向は見られなかった。

また、風呂田は、指標底生動物を用いて、海底を①無生物海底②強汚濁海底③弱汚濁海底④強過栄養海底⑤弱過栄養海底の5段階に分類している。この方法で、夏季における東西人工海浜内外の経年変化(60年～元年)をみると、内側は③、外側は④～⑤でほぼ安定しており、内側の底質のほうがより汚濁している結果となった。

一方、多様性指数(浄化されてくると多様な底生動物が出現してくるため値は大きくなる。Shannon-Weaver 関数により算出)でみると、過去4年間の変化は、東西人工海浜の内側で1.9～2.6、外側で3.0～3.6とあまり変動なく推移しており、外側のほうが内側よりやや良好な底質環境であることを示している。

なお、底生動物の現存量(湿重量、図5)では、内側と外側とで大きな差はみられず、今回の調査範囲では底生動物の現存量に影響を及ぼす程の環境変化はないと考えられる。

そこで、当水域と比較する意味で浦安沖水深10m地点(環境保全局調べ¹¹⁾)での調査結果をみると、多毛類編組比率90%以上、甲殻類編組比率0%、海底の評価②、多様性指数1未満とこの地点は、極めて厳しい底質環境と化している。しかも、秋季には現存量が0.01g(春季の0.1%)と低下し、底生動物による浄化機能(生産力)はほとんどマヒしてしまう。

供給される汚濁物量は、人工海浜、浦安沖ともに大きな差はないと考えられるにもかかわらず、このような差が生じた最大の要因は、水深である。過剰ともいえる汚濁物量を分解するために、好気性微生物や底生動物は多量の酸素を必要とするが、浦安沖は、水深が10mもあるため酸素の供給が追いつかず、酸欠状態となる。その結果、好気性微生物や底生動物の死滅魚類の生息困難-効率の低い嫌気性微生物を中心とする汚濁物分解というプロセスにより汚濁物の分解速度は低下する。そのため、

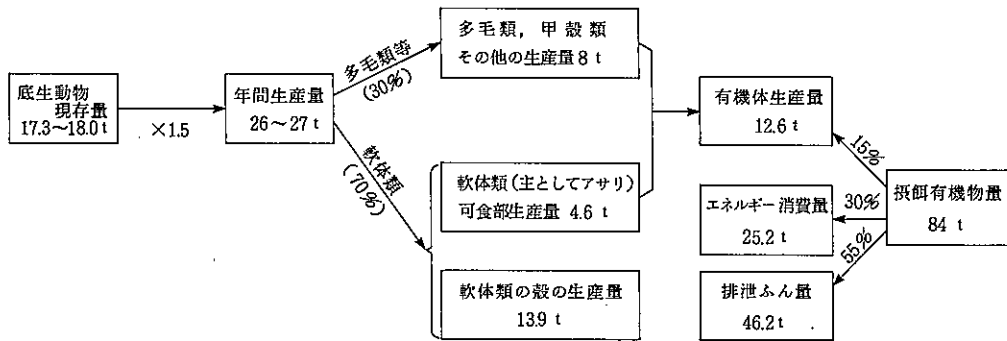
次々に供給される汚濁物は堆積する一方となり、今日の厳しい底質環境を形成したのと考えられる。都内湾の沖合では、浦安沖のように底生動物の生産力の低い水域が非常に多い(環境保全局調べ¹¹⁾)。

以上の検討結果から、人工海浜及びその地先の底質環境は、シルトや粘土分、有機物が多量に存在する場所もあり、決して良好な状態とは言い難いが、全般的に水深が浅く、水中への酸素供給も比較的良く行われているため、葛西人工海浜の水域では、耐汚濁種を中心にかなり高い生産力を発揮している。しかも、人工海浜及びその地先にはボラ、コノシロ、ハゼ(稚魚の生育の場でもある)等の魚類も豊富に存在し、食物連鎖も十分働いており、高い浄化機能を有している場所であることには間違いない。

ウ 葛西人工海浜の生産力と浄化能力

今回の調査結果から、葛西人工海浜の現存量(湿重量を現存量とみなし、また、採取面積0.12m²での底生動物の湿重量から推定した。)を試算してみた。葛西人工海浜の面積(導流堤内側水域)を250,000m²とすると、春季と秋季の底生動物の現存量は17.3tと18.0tである。このうち春季は軟体類が60%、多毛類が30%弱占めているのに対して、秋季は軟体類(主にアサリ)が90%以上を占めており、秋季の現存量のほとんどはアサリ等の二枚貝によるものであった。この現存量から年間生産量を推定した。一般的には底生動物の年間生産量(B)と現存量(P)との比(B/P)は2～3¹³⁾であるが、不安定な底質環境を考慮して1.5とすると、年間生産量は26～27tである。当生産量のうち、アサリ等の二枚貝の殻(殻は二枚貝生産量18.5tの3/4として計算した。)を除いた約12.6tは、すべて人工海浜水域の有機物を餌にして形成されたものと考えられることから、摂餌有機物量の15%が生体に移行するとして、生産量から摂餌有機物量を求めると、84tとなる。摂餌有機物量の15%が生体に移行し、30%が生体維持のエネルギーとして消費されたとした場合、年間38tの有機物が除去されることになる図12。また、葛西人工海浜については、生産された底生動物が魚類や鳥類による索餌、漁による捕獲等が全くないと仮定した場合、すなわち生産された底生動物の系外排除がない場合でも、年間25tの有機物が除去(浄化)されたことになる。

また、特に、底生動物のなかで浄化能力が高いといわれているアサリの成員について、以下の条件を設定して



(注)：量は、いずれも湿重量である。

図12 葛西人工海浜の底生動物の現存量、年間生産量、摂餌有機物量の関係

その浄化能力を試算した。

- ①アサリのろ過水量(成貝)：1ℓ/時間¹²⁾
- ② " ろ過時間(干出を6時間とした)：18時間/日
- ③ " ろ過効率：60%
- ④摂餌有機物のアサリ生体への移行率：15%
- ⑤アサリの生命維持として消費される摂餌有機物量：摂餌有機物量の30%
- ⑥アサリの現存量(平均重量約4g/個体)：4個/1㎡
- ⑦海水中に懸濁している有機物量：4mg/ℓ
- ⑧人工海浜の面積(導流堤内側水域)：約250000㎡

試算の結果は、アサリ1個当たり年間約16g有機物量を摂取し、このうち④と⑤により7.2gの有機物を水域から除去することになる。人工海浜のアサリの総現存量(港湾局データ及び今回調査結果から算定)が約100万個であるから、1,000,000個×7.2g=7.2tの有機物量を年間除去(浄化)していることになる。アサリが捕獲によって系外に除かれない場合は、4.8t/年の有機物量を浄化していることになり、海浜の浄化に果たすアサリの役割はかなり大きいといえる。実際には、アサリの他に、バカガイ等の軟体類、ゴカイ類の多毛類、甲殻類、そしてこれらを食べる魚類、鳥類、さらには漁業なども有機物の除去に貢献しており、これらを含めると、海浜での除去量(浄化量)は非常に大きなものになると考えられる。

今後、人工海浜は、都民の憩いの場、自然環境教育の場とするとともに、自然の浄化機能を一層高め、水質浄

化の重要な一方策として位置づけていくことが人工海浜造成の意義を高めるうえからも大切である。そのためには、海浜部のみならず、その地先までも含めた覆砂や良質な砂との入れ替え、小砂利を混ぜた砂(小砂利は生物膜の繁殖を促し有機物の分解速度を高める)による海浜の造成、ムラサキイガイ(アサリの約2倍の浄化能力を有する)等の繁殖を助ける岩場などの設置を進め、多様な底生生物や魚類、鳥類の生息を促進していくことが肝要である。

4 まとめ

今回の調査結果をまとめると次のとおりである。

(1) 春季と秋季の調査結果を比較すると、秋季に種類数で16種(26%減)、個体数で1835個体(62%減)減少する一方、湿重量ではアサリの寄与率が大きく影響し、3.31g(4%増)増加していた。

(2) 秋季に消滅した種は、多毛類10種、軟体類8種、甲殻類4種、その他3種の系25種類、新たに加わった種は、多毛類3種、軟体類4種、甲殻類2種の計9種類である。このような種の増減は、本来、年間を通して生息できるはずの種が、底質環境の悪化から発生、消滅を繰り返せざるを得ないことから生じたものである。

(3) 西人工海浜は、養浜工事の完了から間もないため底生動物の種類数や個体数の変動が東人工海浜よりも大きく、不安定な底質環境を反映している。

(4) 底生動物の優占種をみると、ほぼ全般的に耐汚濁種で占められており、良好な底質環境とは言い難い状況

にある。ただし、西人工海浜については、養浜工事の効果が表れている。

(5) 塩分は、大雨時等には5未満になる場合もあるが、底生動物の成存に致命的な影響を与える程には低下しない。

(6) 底質の粒度組成では、シルト+粘土分が30%未満と60%以上の2極に大別でき、30%未満でアサリ等の軟体類は高い生産力を示す。

(7) 各種評価手法により、底質環境を解析した結果、東西人工海浜内側より外側のほうがやや良好という評価であったが底生動物の現存量では、大きな差はみられなかった。

(8) 東西人工海浜での底生動物の年間生産量は、26～27t(湿重量)にあり、それに伴い除去される有機物量は約38tと算定される。仮に、底生動物が系外に全く移動しない場合でも25tの有機物が除去(浄化)される。

(9) 人工海浜に現存するアサリの成貝(平均重量4g/個体)による有機物浄化量を試算すると、年間約7.2tである。系外への移動がないとしても約4.8/年の浄化能力を有する。

参考文献

- 1) 三好康彦ら：人工海浜の浄化能力について，東京都環境科学研究所年報，1990，p.120-125.
- 2) 秋山章男ら：干潟の生物観察ハンドブック，東洋館出版社（1980）.
- 3) 風呂田利夫：東京湾千葉県内湾域の底生・付着生物の生息状況，特に群集の衰退が海底の酸欠の指標となり得る可能性についての検討IV，酸欠期の底生動物相と海底環境指標生物，（1986）.
- 4) 港湾局：葛西海浜公園水域環境調査報告書，（1985～1988）.
- 5) 日本水産資源保護協会編：水生生物生態資料，（1981）.
- 6) 倉茂英次郎：海水塩分の変化に対する朝鮮産アサリの抵抗性，日本海洋学会誌，1. 1. 2. 29～43（1942）.
- 7) 港湾局：葛西海浜公園水域管理環境調査，（1990）.
- 8) 大島泰雄ら：浅海養殖60種，恒星社厚生閣，（1965）.
- 9) 山口県：大規模増殖場開発事業調査報告書（水産庁，昭和54年度版）山口・大海湾.
- 10) 吉田陽一：低次生産段階における生物生産の変化，水圏の富栄養化と水産増養殖（日本水産学会編），恒星社厚生閣，（1973）.
- 11) 環境保全局：水生生物調査結果報告書，（1990）.
- 12) 栗原康編著：沿岸域の生態学とエコロジー，（1988）.
- 13) 元田茂ら：海藻・ベントス，東海大学出版会，p.249～255（1976）.