

人工海浜の浄化能力について

三好 康彦 嶋津 暉之 木村 賢史

1 はじめに

自然の海浜のないウオータフロントにおいては、人工海浜は水辺に親しむ貴重な場であるとともに、汚染された水辺の浄化に貢献していると考えられている。

人工海浜は東京湾において、すでにいくつか造成されているが、海浜の浄化能力に十分配慮されているものは少ない。この理由に海浜の浄化能力についての研究・調査のほとんどないことが背景にある。

本研究は、こうしたことに鑑み海浜の浄化能力を数量的に明らかにすることを目的として、フィールド調査と屋外実験の2つを行っている。ここではフィールド調査についてこれまで得られた結果を報告する。

2 調査概要

(1) 調査人工海浜

調査の対象とした人工海浜は、東京都江戸川区臨海町六丁目地先の葛西海浜公園内にある。

本海浜公園は昭和45年12月に、失われた東京の海を取り戻すための基本構想として東京都による「東京都海上公園構想」の一環として計画された。公園建設は昭和47年から始まったが、従来考えられていた海水浴場としての海浜利用が砂の安定を目的とした単なる養浜技術であったものを一歩進め、渚の自然環境の回復や保全と同時に人々のレクリエーションの場としての利用をも図られている。

図1にあるように、人工海浜は西なぎさと東なぎさの2つに分かれ一級河川の荒川(西側)と旧江戸川(東側)とにはさまれており、規模は東西約1600m、南北約450m程度である。なお、東なぎさはバードサンクチュアリになっているため入ることはできない。

この付近の潮位は約2mもあるため(図2参照)、干

潮時にはなぎさ内を歩いて渡れるほど浅くなる。沖合には三枚洲と呼ばれる天然干潟があり、干潮時には一部海底が水面上に現れる。

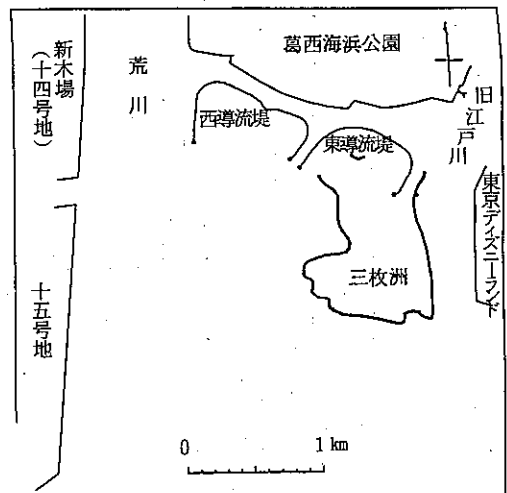


図1 人工海浜の全体図



図2 西なぎさの断面図

(2) 調査及び分析方法

西なぎさは図3のようなメッシュに区切り、調査地点を設定した。しかし、西なぎさと東なぎさの同時調査では、調査領域が大きいので図4のような調査地点を設定した。サンプリングはすべての調査地点ではなく、潮位や底泥の種類を考慮しながら選択した。

表1に分析項目と分析方法を示した。

(3) 調査時期

1988年10月から1989年8月までの調査結果である。

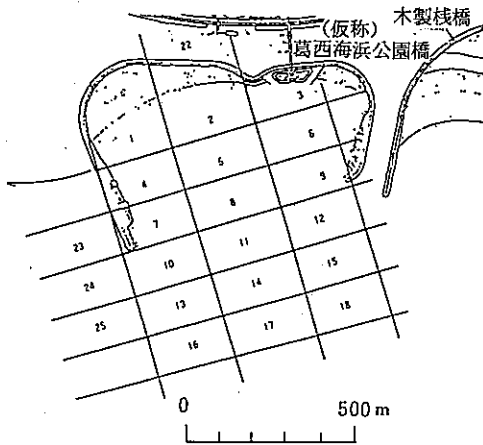


図3 ケース1, 2の調査地点 (西なぎさ)

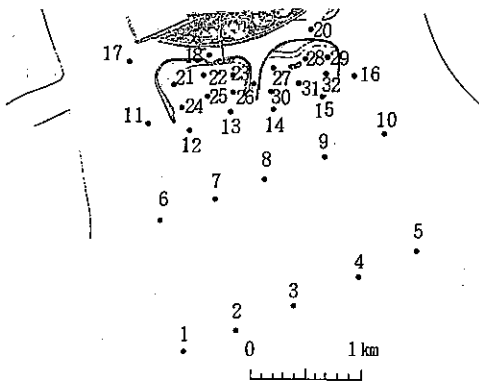


図4 両なぎさの調査地点

表1 分析項目及び分析方法

項目	分析方法
COD	JISK 0102 (100°C過マンガン酸カリウム硫酸酸性法)
塩分	サリノメータ (電気伝導法)
SS	GFP法
T-N	ペルオキシ二硫酸カリウム溶液添加分解後、銅カドミウムカラム還元・ナフチルエチレンジアミン吸光光度法 (オートアナライザー使用)
NH ₄ -N	インドフェノール青吸光光度法 (オートアナライザー使用)
NO ₂ -N+NO ₃ -N	銅カドミウムカラム還元・ナフチルエチレンジアミン吸光光度法 (オートアナライザー使用)
T-P	ペルオキシ二硫酸カリウム溶液添加分解後、モリブデン青 (アスコルビン酸) 吸光光度法 (オートアナライザー使用)
PO ₄ -P	モリブデン青 (アスコルビン酸) 吸光光度法 (オートアナライザー使用)

3 結果と考察

(1) 海水と河川水との関係

人工海浜は両側を河川にはさまれているため、河川水と海水とが複雑に入り混じり、しかもそれが時間とともに変化することが予想される。これを西なぎさについてケース1 (図3) 及びケース2 (図3) で塩分濃度を測定することによって調べた。調査当日の潮位及び気象条件は表2に示し、結果を図5, 6に示した。

外洋の塩分濃度は約35であるから両ケースとも低いが、ケース1は当日直前まで降雨が継続していたため特に低かった。

ケース1の塩分濃度は西側平均 (ポイント1, 7, 10, 13) 22.8, 東側平均 (ポイント3, 9, 12, 15) 16.9で5.9の差があった。これは、人工海浜の東側の堤が西側に比べて少し短いこと、また、その向きが少し内側に向いている構造になっているため、後に検討するように河川水が東側でより多く人工海浜に入りやすくなっているものと考えられる。

ケース2は、塩分濃度についてケース1より平均で4.3高かった。これは一週間以上晴天が継続したためであろう。また、ケース2について人工海浜の中の塩分濃度はポイント1を除くとはほぼ同程度で平均21.9であった。しかし、人工海浜の外側ではケース1と同様に東側 (ポイント10, 13, 16) が西側 (ポイント12, 15, 18) より平均

表2 人工海浜調査の時期及び気象条件等

調査名	調査年月日	干満時刻	気象条件	調査地点及び目的
ケース1	昭和63年10月5日 午前10時30分～午後1時30分	干潮 — 8.21 満潮 — 2.16	数日前から雨が降り荒川や江戸川の水量は増加していた。調査中も午前中まで降雨があった。	西なぎさ、主として水質調査(図2参照) 調査ポイント: 1, 2, 3, 7, 8, 9 10, 11, 12, 13, 14, 15, 22, 23, 24
ケース2	昭和63年11月10日 午前10時30分～午後1時30分	干潮 — 11.23 満潮 — 6.17	一週間以上も晴天が続き、当日も快晴であった。	西なぎさ、主として水質調査(図2参照) 調査ポイント: 1, 2, 3, 4, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 22, 23, 24, 25

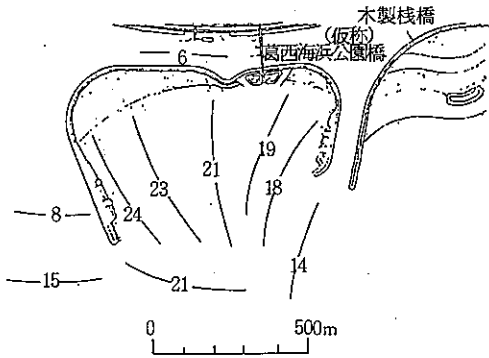


図5 ケース1の塩分濃度

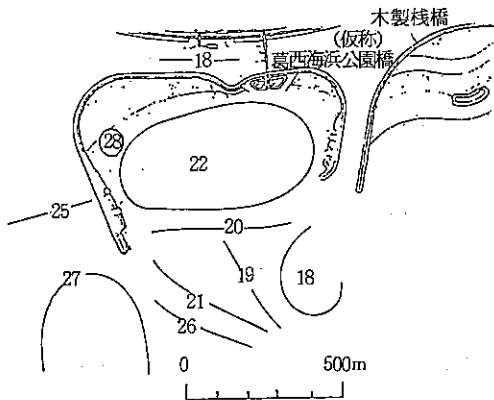


図6 ケース2の塩分濃度

で4.4低かった。これは前述したように築堤の構造に起因した河川水の影響と考えられる。

次にケース1とケース2を比較して人工海浜内の塩分濃度の分布の相違について検討する。干潮(ケース2が相当)になると汽水が海側へはり出すため人工海浜の外の東側の塩分濃度は西側より低くなる。次に上げ潮になると塩分濃度の低いこの部分はそのまま人工海浜内に押し上げられ、人工海浜内の東側の塩分濃度は低くなる。これが上げ潮時のケース1に相当する。

下げ潮の場合は、河川水が人工海浜内に入りにくいので人工海浜内の塩分濃度は、ケース2のようにほぼ同程度に保たれる。従って、人工海浜内は、干潮から満潮にかけて塩分濃度は西高東低となるが、満潮から干潮にかけてはほぼ一定濃度になると予想される。ポイント2(図3)における塩分濃度の時間変化を図7に示した。満潮から干潮を少し過ぎたところまで塩分濃度のほぼ一定の領域があり、このことを裏付けるものとする。

(2) 化学的酸素要求量(COD)

砂止堤で囲まれた人工海浜内と河川や沖合い等の人工海浜外の各調査日のCOD濃度の平均値を図8に示した。この図で実測値が45度の傾斜線より上側にあれば、人工海浜内が人工海浜外よりも低いCOD濃度を示すことになる。実測値はすべて上側にあり人工海浜内の方が低いCOD濃度を示した。

次に人工海浜内の浄化能力について検討する。

人工海浜内はすでに検討したように複雑に河川水と海水が入り交じっているため、高いCOD濃度が低い河川水あるいは海水で希釈され、その結果COD濃度が低下したことも考えられ、図8から直ちに人工海浜内に自浄能力が把握できたとは言えない。人工海浜の自浄能力を

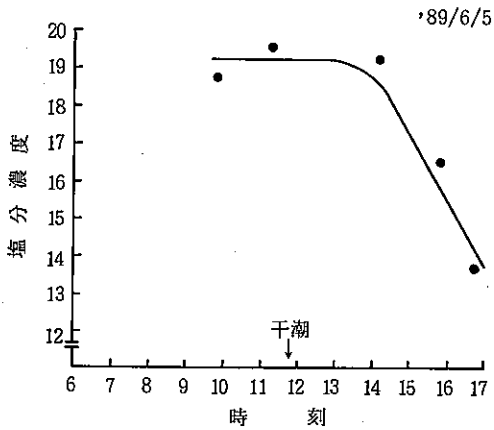


図7 ポイント2 (図2, 西なぎさ) の塩分濃度の時間的变化

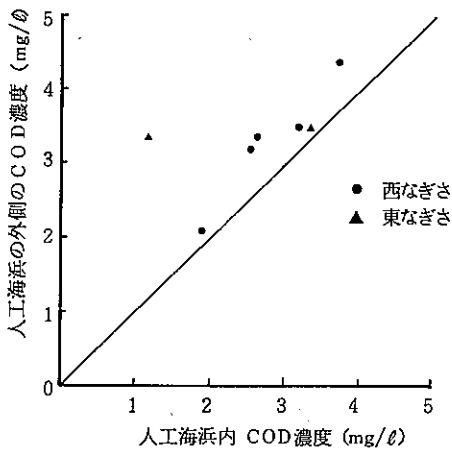


図8 人工海浜内と外側のろ過COD濃度 (平均値)

明確にするためには、この希釈効果によるCOD濃度の低下と人工海浜内の自浄能力によるCOD濃度低下を区別する必要がある。

これを検討するため、図9~11に示すように3つのケースについて各測定地点ごとの塩分濃度とCOD濃度の関係をプロットし、人工海浜内と外側に分けて回帰直線を求めた。

今、これらの直線だけで人工海浜内の塩分濃度とCOD濃度を考える。河川水と海水が混合して人工海浜内の塩分濃度とCOD濃度が決定されるとし、人工海浜内に自浄能力が全くないとすれば、COD濃度は図9~11にお

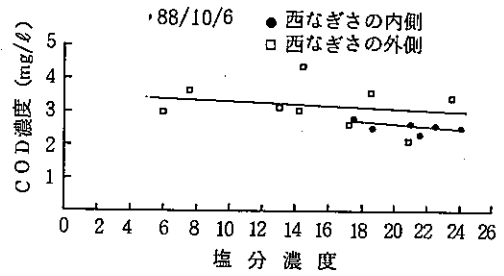


図9 塩分濃度と各調査地点のCOD濃度 (図2, 西なぎさ)

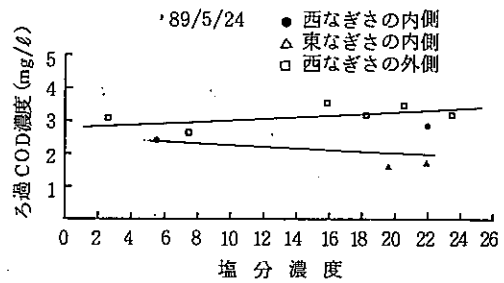


図10 塩分濃度と各調査地点のCOD濃度 (図4, 東西両なぎさ)

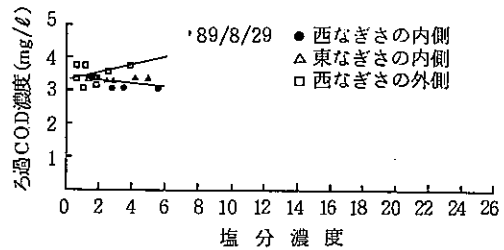


図11 塩分濃度と各調査地点のCOD濃度 (図4, 東西両なぎさ)

いて人工海浜内の塩分濃度の範囲内で人工海浜外の回帰直線上にあることになる。しかしながら、人工海浜内のCOD濃度直線は外側の直線より低いので、その差だけ人工海浜内の相対的な自浄能力が把握できたことになる。

また、上に示した3つのいずれのケースにおいても塩分濃度の高い方でこの差が大きく、しかも人工海浜内の回帰直線は右下がりとなっている。これは河川水の混合比率の少ない方が自浄能力の大きいことを示している。

わずかに右下がりとなっている。これは河川水よりも海水のCOD濃度が低いことを示す。比較的降雨が少ない場合にはこのように右下がりになることがある。

3つの中で図10が最も大きい人工海浜内の自浄能力を示しているが、これは東なぎさのCOD濃度が低かったためである。東なぎさのCOD濃度の低い理由として調査地点の水深が30cm程度と浅かったこと、各なぎさの水質に影響を与える河川の水質のCOD濃度を比較すると東なぎさに近いポイント16 (3.0mg/l)の方が西なぎさに近いポイント11 (3.6mg/l)よりも低かったこと、調査が干潮から満潮に変わる時点であったことから海水が底泥の上に滞留する時間が長かったこと、などによるものと考えられる。

図11は調査の2日前まで強い降雨が数日間継続したため海水の塩分濃度が大幅に低下したケースである。平均では人工海浜内のCOD濃度は外側より低いものの全体的に濃度は高かった。

(3) 窒素

人工海浜内と外側のろ過後のT-N濃度の平均値について図12に示した。平均値で見ると、45度の傾斜線より上にある点が多く、人工海浜内のT-N濃度の方が外側よりも低いことが分かった。図13に1例として人工海浜内のろ過T-N濃度の平均値が外側より低い場合であるが、各調査点の塩分濃度とT-N濃度の関係を示し、人工海浜内と外側の各回帰直線を求めた。人工海浜の外側の回帰直線は右下がりとなっているから、海水のT-N濃度が河川水のそれよりも低いことを示すが、人工海浜内では外側よりも塩分濃度の高い方でよりT-N濃度の減少の見られることが特徴である。

(4) りん

りん(T-P)についても同様に図14に示した。これから明らかなように人工海浜内のりん濃度の方が外側より高いことが多いことである。この理由に人工海浜の外側の海水で発生した植物性プランクトンが関係していると考えられる。図15に植物性プランクトン量と関係を持つクロロフィルa+フェオ色素濃度と海水のPO₄-P濃度との関係を示した。一般に植物性プランクトンが増加しやすい夏期には海水中のPO₄-Pが栄養源として取り込まれるため、クロロフィルa+フェオ色素の増加にともなって海水中のPO₄-P濃度は減少する。

今回の調査においても、植物性プランクトンの影響を

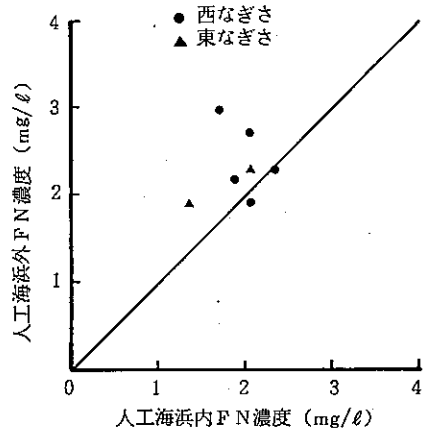


図12 人工海浜内と外側のろ過T-N濃度 (平均値)

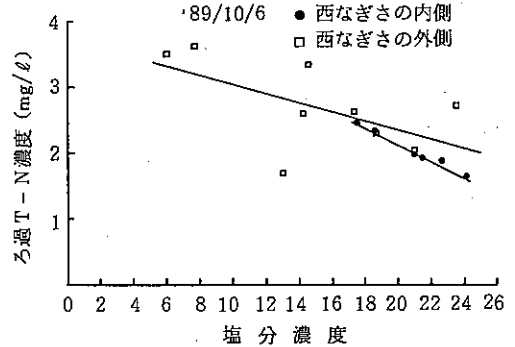


図13 塩分濃度と各調査地点のT-N濃度 (図2, 西なぎさ)

受けやすい5-8月の調査結果では、人工海浜内のりん濃度が外側より低くなる傾向はみられなかった。

3 ま と め

(1) 河川に囲まれた両人工海浜は河川水の影響を強く受けるが、海浜の構造によって塩分濃度は場所により異なり、しかも、時間とともに変化した。

(2) 人工海浜内のCOD濃度は平均値で見ると外側より低く、浄化能力についても把握することができた。

(3) T-N濃度においても人工海浜内は平均値で見ると低い傾向にあった。

(4) T-P濃度については沖合いの植物性プランクトン量と関係を持つクロロフィルa+フェオ色素濃度が高

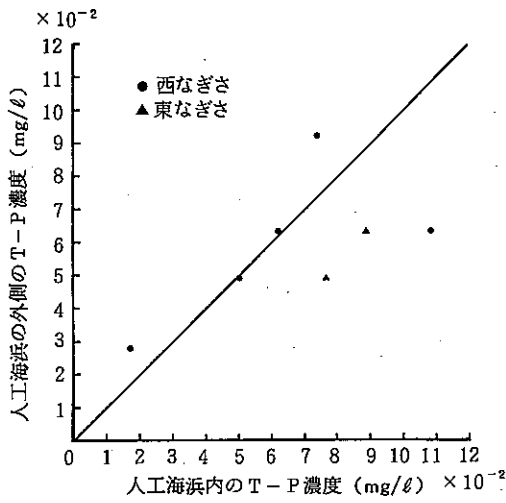


図14 人工海浜内と外側のろ過T-P濃度 (平均値)

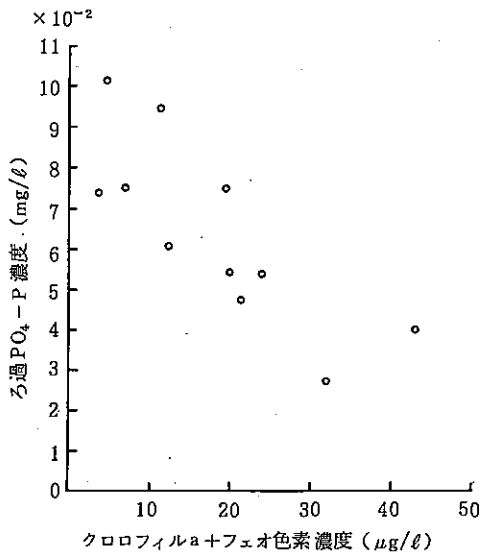


図15 クロロフィルa+フェオ色素とPO₄-P濃度との関係

い場合には、人工海浜内よりも外側の方が低い傾向にあった。

4 おわりに

ここではフィールド調査結果を中心に述べてきたが、人工海浜が河川に隣接しているため、とくに降雨の影響を受けやすく、海浜内の水質の特徴がみられないこともあった。

今後、河川の影響のすくない人工海浜の調査を行い、水質浄化に対する役割をもっと明らかにしたいと考えている。

また、水質と底質や底生生物との関係については、すでに述べたように屋外に実験装置を設置し、直接海水をくみ上げて実験を行い、これらの関係を数量的に求める予定である。

本調査は、水質監視課及び同晴海分室の方々にはいろいろ援助していただいた。

参考文献

- 1) 三好康彦ら：人工海浜の浄化能力について：PPM, 20, 5, p. 18-28(1989).
- 2) 入江兄一郎ら：東京港湾奥域（葛西海浜公園）における海浜公園造成と自然環境の関係，第13回底質浄化技術セミナー（昭和63年3月8日），社団法人底質浄化協会。