

沿岸生態系の修復について

—葛西人工海浜の事例—

木村賢史 鈴木伸治* 溝口明子** 秋山章男***

(*港湾局海上公園課 **埼玉工業大学 ***非常勤研究員)

要 旨

葛西人工海浜は、数少ない水辺の都民レクリエーションの場として、また野鳥の生育・休息地として有効に機能しているようである。しかし、沿岸生態系の修復という視点から捉えた場合、満足すべき状況には至っていないと考えられる。葛西人工干潟の底層水域環境は、DOや底質COD、強熱減量、全硫化物(0.2mg/g未満)、酸化還元電位いずれをとっても、自然干潟である千葉県の盤洲干潟や三番瀬と遜色ない良好な値を維持しており、本来なら現状よりはるかに上回る豊かな底生動物相を形成し、安定した浄化量を示してもよいはずである。しかし、現実の底生動物は質量ともに変動が大きく、安定していない。この原因としては、葛西人工海浜が河川水の影響等、海浜を取り巻く周辺環境の変動を大きく受け、海浜環境が安定していないことが推測された。当海浜の真の評価は、もう少し長いスパンで捉える必要がある。

キーワード：沿岸生態系、底生動物、人工海浜、人工干潟、修復・回復、浄化能、葛西人工海浜、アサリ、塩分濃度

Restoration of a Coastal Ecosystem

—The Kasai Artificial Tidal Flats—

Kenshi Kimura, Shinzi Suzuki*, Akiko Mizokuchi** and Akio Akiyama***

* Tokyo Metropolitan Bureau of Ports and Harbors

** Saitama Institute of Technology *** Toho University

Summary

The Kasai artificial tidal flats are considered to serve several important functions: 1) a popular recreation site for Tokyo citizens; 2) a resting ground for migrating birds; and 3) a nursery ground for fish fry and habitable area for adult fish.

A satisfactory balance has not yet been achieved, however, if the water purification activities of benthic organisms are considered. The values of dissolved oxygen, COD, Ignition Loss, sulfide (less than 0.2mg/g) and Redox (Eh) in the Kasai artificial tidal flats show almost same values as those of Banzu flats and Sanbanze, natural tidal flats in Chiba Prefecture, which is considered to represent adequate species diversity and higher rates of purification as well as the natural flats. However, the fluctuations in the abundance of the benthos are so high that it cannot be considered a stable system. Those fluctuations are explained by factors such as the influx of river water from the surrounding environments.

In order to more accurately evaluate the purification function of these artificial tidal flats, it is proposed to monitor it over a long period.

Keywords : coastal ecosystem, macrobenthos, artificial beach, artificial tidal flat, restoration, purification ability, KASAI Artificial Tidal Flat, *Ruditapes philippinarum*, salinity

1 はじめに

葛西人工海浜は、埋立による沿岸自然環境（生態系）の消失に対する住民の要望に答えるために、埋立の代償措置としてレクリエーションの場やハゼの生息地、バードサンクチュアリとしての機能を併せ持った人工海浜をON SITE な形で、葛西地域の埋立地前面に造成したものである（図1）。葛西人工海浜は、荒川と旧江戸川の河口域に位置し、当水域は、かつて三枚洲という自然干潟を中心とした広大な浅瀬が広がり、海苔養殖やアサリ・ハゼ等の沿岸漁業が盛んに行われていた場であった。葛西人工海浜は、東・西の2つのなぎさから成り、残った自然干潟である三枚洲の一部と一体化された海浜として、その機能を使い分けている。東なぎさは、浚渫砂泥により1983年に造成されたもの（なぎさの面積約10ha、海浜勾配1/70～1/100）で、自然の生態を保全し観察する場（バードサンクチュアリーなど）として、立ち入り禁止区域となっている。一方、西なぎさは、自然の山砂により1988年に造成され、砂浜・磯の生物の観察、海辺の散歩等、水辺と親しめる場（なぎさの面積約15ha、海浜勾配1/70～1/100）として1989年に開園し、都民や近郊住民の憩いの場となっている。

両海浜は造成してから10年以上を経過しており、沿岸生態系の修復が進んでいるのではないかと推測された。そこで、両海浜の物理化学的要因と底生動物の生息状況との2つの面から修復状況を検討した。

2 調査方法等

両なぎさの各9地点において底生動物と底質、水質を年6回（6、8、10、12、2、4月）、海浜の地形を年1回調査した。底生動物はエクマンバージ型採択器等で0.1m²以上を採取し検体とした。調査項目は、水質では水温、pH、DO、塩分、COD、導電率等、底質では底質COD・強熱減量・粒度組成・硫化物・酸化還元電位、海浜の地形調査では、海浜勾配・海浜断面の把握、底生動物では種類数、個体数、湿重量の計測を行った。分析は、水質ではYSI3800・JISK0102、底質は底質調査方法¹⁾、硫化物は検知管法（ヘドロテック-S）により行った。

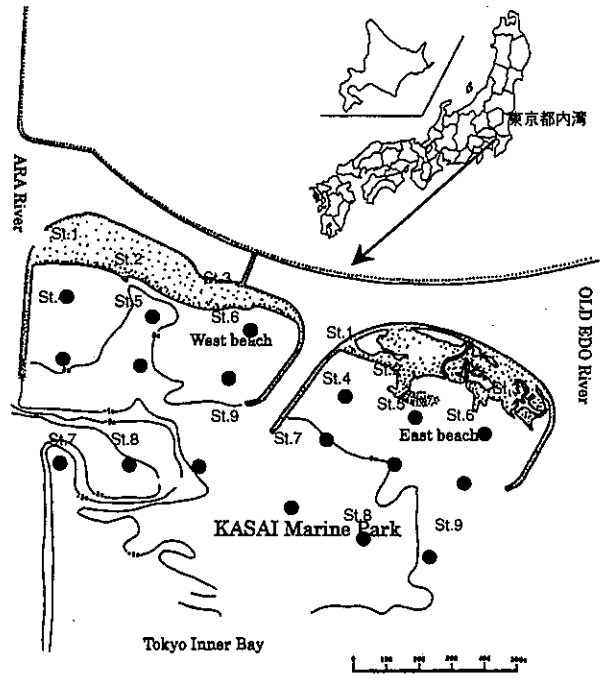


図1 調査水域（葛西人工海浜）

3 物理化学的要因の変化

(1) 海浜面の勾配の変化

葛西人工海浜の海浜勾配を測量した結果、造成時には西渚・東渚いずれも1/70～1/100の勾配で造成されたが、造成から11年後の西渚では約1/300、15年後の東渚では約1/1600と極めてゆるやかな海浜面となっている。

両渚の海浜面には、波浪により緩やかな凹凸が形成されて、凹の部分はタイドプールとなっており、自然干潟に近似した形状となっている（図1）。

(2) 干潟面の水質・底質の変化

水質・底質の状況は、海浜や干潟の底生動物や魚類の生息に大きな影響を与える。特に水質のうち、生物の生息に大きな影響を与えるDO濃度は、最低でも3.7 mg/l以上の値を示しており、生息にはほとんど問題はない。

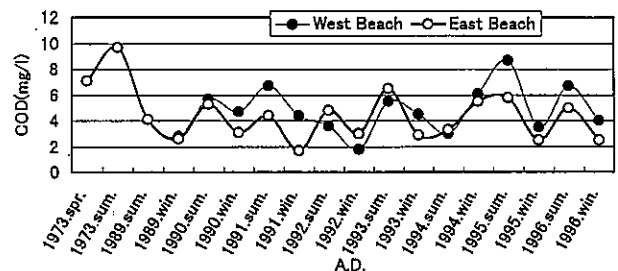


図2 葛西人工海浜における水質CODの経年変化（平均値）

また、両なぎさでの水質COD濃度の経年変化(図2)²⁾
³⁾⁴⁾をみると、造成前の春~夏季(1973年6、8月)では、
 平均値で7.1~9.7mg/lであったのに対して、その後
 変動はあるものの、全般的には2~6mg/lで推移して
 おり、底生動物や魚類の生息には直接的な障害とはな
 っていない。ここ数年、両なぎさのCOD濃度は、夏季に
 上昇、冬季に低下という季節的な変化を繰り返しており、
 夏季と冬季では、平均で約2倍の差が生じており、二次
 汚濁(夏季における植物プランクトンの異常繁殖)の影
 響を受けていることがわかる。また、表層から15cm程度
 の底質では、有機物の指標である底質CODの経年変化
 (図3)²⁾³⁾⁴⁾をみると、造成前(1973年8月)が4.5mg
 /gに対して、東なぎさでは1988年度に6.6mg/gと一時上

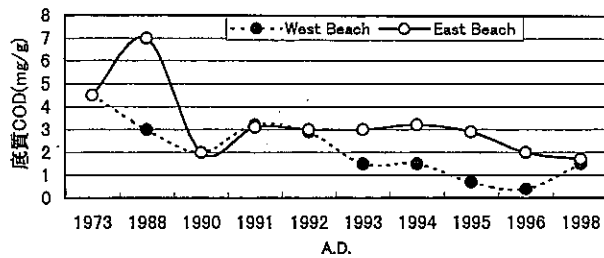


図3 葛西人工海浜における底質CODの経年変化(平均値)

昇するが、その後は2~3mg/gで安定している。西なぎさでは、1990年~1992年度に底質中のシルト・粘土分を削減する再養浜工事を行ったため、1993年度以降、2mg/g未満で推移しており東なぎさと大きな差異はみられない。同様に強熱減量も、造成前が3.7%とやや高いが、その後は、概ね2~3%でほとんど変動がみられない。さらに、底質の酸化還元電位も、表層から15~30cm程度までは東なぎさで局所的に還元状態になるものの、両なぎさとも、通年、概ね酸化状態であり、硫化物も0.2mg/g未満と低く、以上の環境条件においては生物の生息に支障のないものとなっている。

4 底生動物の生息状況

(i) 底生動物の種類数の変化

一定面積内の底生動物を採取する定量調査(夏季と冬季)の結果によると、底生動物の種類数の経年変化(図4)²⁾³⁾⁴⁾では、造成前(1973年当時、26種類)と比べて造成後10年を経た西なぎさでは11~31種、造成後15年を経た東なぎさでも8~17種類で推移しており、1973年

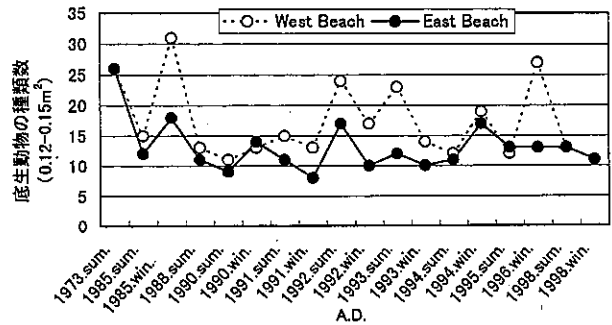


図4 葛西人工海浜における底生動物の種類数の経年変化

当時の種類数に安定的に回復しているとはいえない。ただし、1998年の隔月調査では、年間合計で西なぎさ24~26種、東なぎさ20~27種と造成前の種類数に近い値を確認している。しかしながら、海浜面の微地形に応じて生息環境を異にする種が多い底生動物は、パッチ状に分布する 경우가多く、一定間隔で一定面積内の底生動物を採取する定量調査では、種類数の確認に限界がある。そこで、底生動物の巣穴等を重点に海浜面をランダムに採取する定性調査(1998年6、10月)を実施した結果、西なぎさでは24~48種合計で49種、東なぎさでは31~33種合計34種、両なぎさ全体の合計で62種と6、10月の合計ではいずれのなぎさも造成前の種類数を上回っていた。このことから、葛西人工海浜の底生動物の種類数は数的には造成前に近接あるいは到達している可能性が推測された。両なぎさの種類数を比較すると、全般的には西なぎさが東なぎさを上回っている。これは定性調査の結果でも同様であった。この原因として、第一に造成材質の違いが指摘できる。西なぎさは自然の山砂で造成され、しかも造成2~4年後に荒川寄りの海浜面のシルト・粘土分を低減する砂洗い工事を実施したため、海浜面の底質は砂質で有機分が少なく粒径の大きい部分が多い(中央粒径0.18mm~0.2mm)。そのため、透水性が高く砂層深く(50cm以上)まで酸化状態が維持されている底質も多い。一方、東なぎさは浚渫砂泥で造成したため、表層付近は波浪によりシルト・粘土分や有機分が洗い流されるが、内部はシルト・粘土分や有機分が含まれるため透水性が低下し、約15~30cm以深は還元状態となっている部分が多い。以上のように、西なぎさは東なぎさに比べて好気性生物の生息空間が大きく、このことが、出現種の増加につながっていると考えられる。第2の原因として、野鳥による捕食圧の影響が考えられる。西なぎさは人々

に公開されているため野鳥の飛来数は少ないが、公開されていない東なぎさはバードサンクチュアリーとしての機能も有しており、多数の野鳥が飛来し底生動物も捕食される機会が多い。シギ・チドリ類は小型の甲殻類や多毛類、ススガモは二枚貝類、サギ類やカモメ類はカニや小魚を餌としており、底生動物の生息密度を低下させていると推測される。これらが両なぎさの底生動物の確認種類数の多少に現れていると考えられる。

(2) 塩分濃度と底生動物との関係

底生動物の種類数については、その数とともに種類の内容が重要となる。造成前には生息していたハマグリやウミナ、バイ、ツメタガイ、イソシジミが造成後10年以上経過したにもかかわらず、未だに回復していない。特に、埋立以前の当該水域はアサリが豊富に生息していたが、葛西人工海浜では稚貝は多くみられるものの、大型貝が少ない。アサリの成貝放流試験でも放流アサリが実験期間中にほとんど消滅しており、アサリが安定して成長できる環境には至っていないと推測された⁵⁾。その原因として塩分濃度の低下が挙げられる。そこで、葛西人工海浜における底層水の塩分濃度を長期間連続測定した(30分間隔で30日間)結果⁶⁾、水深2m付近まで河川水の影響を受け、アサリの生息に適さない塩分濃度10~15を下回る水塊が頻繁に現れる時期のあることがわかった。一方、塩分濃度とアサリ・シオフキガイの現存量との関係(図5)⁷⁾をみると、概ねアサリ・シオフキガイは塩分濃度25付近に現存量のピークがあり、塩分濃度25付近がアサリに最適な塩分濃度であることがわかる。

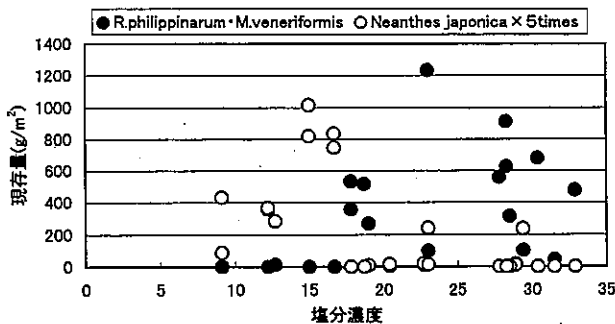


図5 アサリ(*Ruditapes philippinarum*)・シオフキガイ(*Mactra veneriformis*)、ゴカイ(*Neanthes japonica*)の現存量と塩分濃度との関係

ここで、葛西人工海浜の東なぎさに係わる河川流入量と低塩分濃度に弱い二枚貝(アサリ、シオフキガイ、バカガイ、マテガイ)の湿重量との関係(図6)をみると、

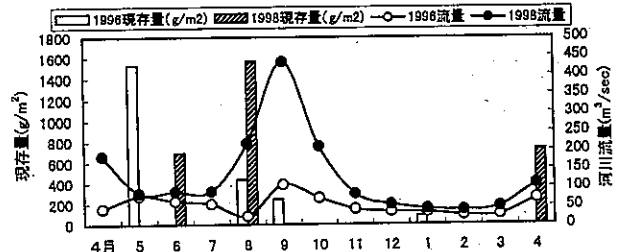


図6 葛西人工海浜(東なぎさ)でのアサリ、シオフキガイ、バカガイ、マテガイの現存量と江戸川(野田)流量との関係

1998年度においては河川流入量が増加する8、9、10月にかけて二枚貝の湿重量が激減し、特に東なぎさでは10、12、2月は全く確認されず、全滅していることが推測された。一方、平成8年度では、河川流量がピークを示す8、9、10月以降の1月においても二枚貝の湿重量が確認できており、平成8年度の河川流量は二枚貝に致命的な影響を与えるまでには至っていなかったことが判る。そこで、過去4年間の河川流量の月別変化(図7)⁸⁾をみると、平成10年度の8、9、10月の流量が際立って多い。当該3ヵ月の合計流量は荒川(秋ヶ瀬)で平成9年度の5倍、平成8年度の3.7倍、同じく江戸川(野田)では2.8倍、4.2倍の量を示しており、平成10年度は特別に河川流入量の多い年であることがわかる。

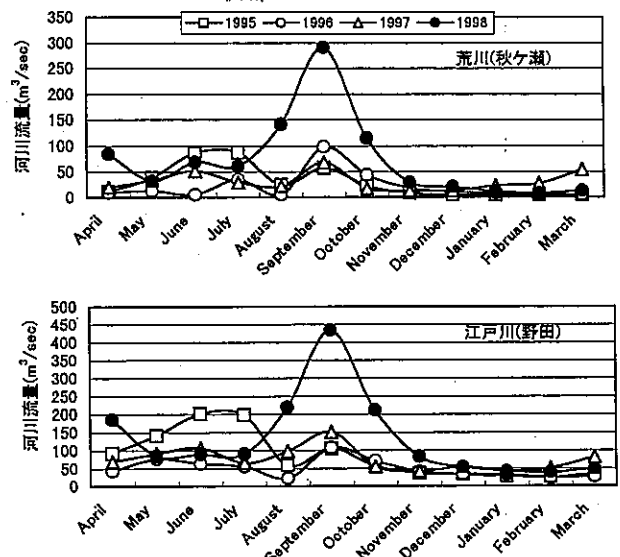


図7 荒川(秋ヶ瀬)・江戸川(野田)の河川流量の経月変化

以上のことから、平成10年度の夏季以降の底生動物の湿重量の激減は、淡水の大量流入による低塩分濃度が原因と考えられた。

ただし、淡水が干潟面に流入しても速やかに系外に移動するのであるならば特に問題とはならない。底生動物

に大きなダメージを与えるためには、水塊が比較的長時間干潟内にとどまることが必要である。その原因として、地形上の問題が指摘できる。①干潟周辺の埋立による閉鎖的な地形が、淡水と海水の円滑な混合を妨げていること、②干潟を囲む導流堤の長さが短いため、河川水が干潟内に侵入しやすいこと、③干潟面の勾配が1/300~1/1600と小さくかつ遠浅であるため、流入した比重の軽い河川水が干潟全面を覆いやすいこと、等が原因して二枚貝の生息を不安定なものにしていると考えられる。

以上のことから判断して、底生動物の種類数の変動については、両なぎさの造成材質の違いや野鳥の捕食圧による影響とともに、淡水の流入変動等、海浜を取り巻く周辺環境の変化が大きく影響しているものと考えられた。

5 底生動物によるCOD浄化能

持続的な浄化に大きく貢献する底生動物による浄化量を、葛西人工海浜を対象に、簡易な浄化量計算方法により算定した⁹⁾。この結果から、底生動物の活性が高い夏季(8月)のなぎさ別COD浄化量の経年変化(図8)をみると、工事終了あるいは工事終了後間もない1988年

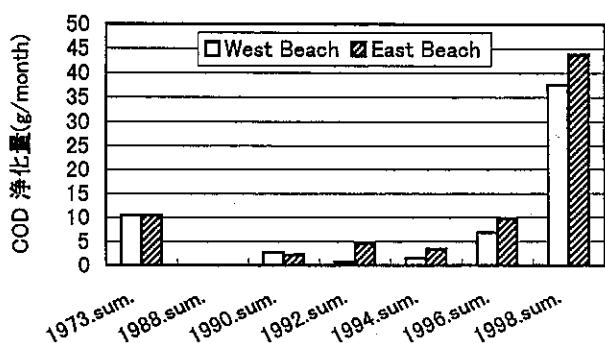


図8 葛西人工海浜における底生動物によるCOD浄化量の経年変化(8月時点)

頃は1~2 g/m²と極めて小さい浄化量を示したにすぎない。その後は徐々に上昇し、1998年には造成前の浄化量の約4倍の値を示した。西なぎさについては、海浜の快適性を確保するために1990年~1992年にかけて実施した再養浜工事(砂中のシルト・粘土分を低減する砂洗い)が影響していると考えられる。再養浜工事後の浄化量の回復は遅いものの、1992年以降、浄化量は概ね上昇傾向を示しており、工事の効果が浄化量の改善に現れつつあるように思える。しかし、1998年の両なぎさの隔月浄化

量をみると、1998年10月以降浄化量は激減しており安定していない(図9)。年度平均値でみると、1998年度の

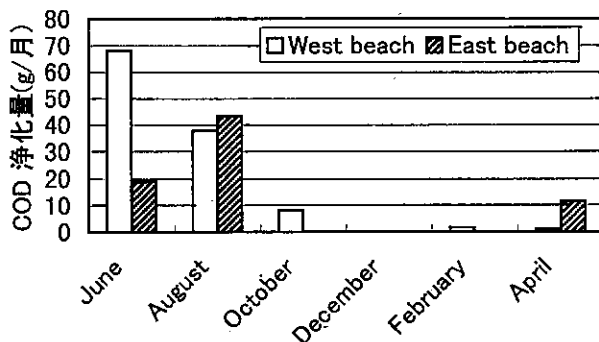


図9 葛西人工海浜における底生動物によるCOD浄化量の季節変化

COD浄化量は西なぎさで207 g/m²、東なぎさで110 g/m²と西なぎさは東なぎさの約1.8倍と全般的には西なぎさが優れていた。この値を東京都内湾全体の平均浄化量(68 g/m²)¹⁰⁾と比べると、西なぎさでは都内湾全体の3倍、東なぎさで1.6倍程度の浄化量を示している。また、自然干潟である千葉県盤洲干潟は171 g/m²、⁹⁾同じく三番瀬は98 g/m²程度であることから、西なぎさの平均浄化量は自然干潟の1.2~2.1倍、東なぎさで0.6~1.1倍になる。ここで、東なぎさの水域面積を10ha、西なぎさの水域面積を15haとすると、各なぎさの年間浄化量は、東なぎさ10ha×110 g/m²=11 t、西なぎさ15ha×207 g/m²=31 t、合計42 tと算定される。この値は、都内湾全体の年間浄化量4318 t¹⁰⁾の約1%に相当する。

6 おわりに

葛西人工海浜の底生動物等を調査した結果、以下のことが明らかとなった。

- ① 底生動物の種類数は、量的には造成前の状態に戻つつあるが、特定の種が確認できないなど質的には回復していないと判断された。
- ② 西なぎさの底生動物の種類数は東なぎさより多くなる傾向がみられた。その原因として、造成材質の違いや野鳥による捕食圧が推定された。
- ③ 底生動物の湿重量は変動が激しく、その原因として河川水の流入による塩分濃度の低下が推測された。
- ④ 底生動物によるCOD浄化量を計算すると、西なぎさは年度平均値で東なぎさの約1.8倍の値を示し、種類数と同じく西なぎさの優秀性が明らかとなった。

なお、本調査では基盤研究部の安藤晴夫主任研究員、

山崎正夫主任研究員に多大なご協力を頂いた。また、本原稿をまとめるに際して、貴重な資料の提供、助言等を賜りました港湾局開発部海上公園課・東京港防災事務所緑地課・葛西海浜公園管理事務所の関係各位に心から感謝申し上げます。

引用文献

- 1) 環境庁水質保全局：底質調査方法とその解説，日本環境測定分析協会，1988.
- 2) 東京都港湾局：昭和48年度 葛西沖公園水域自然環境調査報告書.
- 3) 東京都港湾局：昭和55～63年度 葛西海浜公園水域環境調査委託報告書.
- 4) 東京都港湾局：平成元～6年度 葛西海浜公園水域環境調査委託報告書.
- 5) 東京都港湾局：平成3年度 葛西海浜公園アサリ基礎調査委託報告書，平成4年3月.
- 6) 東京都港湾局：平成4年度 葛西海浜公園アサリ調査委託報告書，平成4年11月.
- 7) 木村賢史、山下浩二、秋山章男：東京都内湾の浅場における生物の分布と水環境保全機能，東京都環境科学研究所年報1997, pp219-227.
- 8) 東京都水道局資料：平成7、8、9、10年度江戸川（野田）・荒川（秋ヶ瀬）河川流量.
- 9) 木村賢史，三好康彦，嶋津暉之，紺野良子，赤澤豊，大島奈緒子：人工海浜（干潟）の浄化能について，東京都環境科学研究所1992, pp89-101.
- 10) 木村賢史、川井利雄、三好康彦、嶋津暉之、曾田京三：東京都内湾全域の底生動物の現況と浄化量の検討，東京都環境科学研究所年報1994, pp173-182.