

(3) 東京港の水域環境 ～東京港運河の水質と底質～

AQUATIC ENVIROMENT OF TOKYO-PORT
～Water Quality and Bottom Sediment
Quality of Tokyo-Port's Canals～

志村 勝美*

Katumi SIMURA*

1. はじめに

近年、都市の環境としての、水域の重要性がとみに高まってきている。これは都市の景観としての水の持つ魅力、あるいは、住民のレクリエーションとしての水辺、また、生活環境としての水域の重要性が認識されてきたためと思われる。

東京港の運河においても、従来からの港運のための水路の外に、都民のための生活空間、レクリエーションの場としてのウォーターフロントの位置づけが益々重要となってきている。これは運河沿岸の土地利用がこれまでの倉庫群から、マンションなどの居住区域、および公園用地として大きく変貌してきたためである。

このような状況に鑑み、東京都では、昭和47年度より、運河の水域環境改善のために底泥の浚渫事業を行っている。本事業は昭和61年度までで浚渫土量約300万立方メートル、工費約100億円というものである。また、この底泥の浚渫について定量的な効果の確認、ならびに底泥の除去基準の検討等、各種の調査を行ってきている。

本報告は、これらの一連の調査のうち、①定量的にみた水域環境の実態、②堆積汚泥の性状、③汚濁の発生源および堆積速度、④水質悪化と悪臭発生のメカニズム、⑤汚泥の除去基準と水質改善等について取りまとめたものである。

2. 東京港運河の水域環境の実態

東京港の運河域は、図-1に示すように、既成市街地と港湾地帯との接点に位置し、総面積610ヘクタール、総延長58キロメートル、幅員30～200メートル、水深AP. -2.0～-4.0メートルである。このうち、汚泥浚渫事業を行っている区域は、面積380ヘクタール、延長41キロメートルである。これらの運河は、江東地区、芝浦地区、京浜地区に大別することができ、それぞれに、砂町、芝浦、森が崎の各下水処理場が存在し、下水処理水の放流を行っている。また、京浜地区から芝浦地区へかけては、新呑川、呑川、内川、立会川、目黒川、古川、墨田川等の大小河川があり、都市の生活排水として、有機質に富んだ河川水が流入している。運河内の水質は、河川から流入してくる汚濁負荷の外に、内部負荷として、底泥からのCOD成分、および、栄養塩類の溶出、潮位変動による海水の流入等の影響を受け、複雑な挙動を示し

*正会員 東京都港湾局建設部技術管理課

*Technical Management Section

Construction Division Bureau of Port and Harbor
Tokyo Metropolitan Government

ている。さらに、降雨量、温度、照度等の季節変化にも大きな影響を受けている。

ここでは、このような状況を踏まえ、水質、底質、ガス発生の各項目における冬季、夏季の特徴、汚濁の経年変化等を示す。

また、芝浦、江東地区については、特に汚泥浚渫による環境改善効果についての調査結果について述べたものである。

2. 1 水質

運河域は、その地理的特質により江東地区、芝浦地区、京浜地区に分けられる。各地域の水質の季節変化、および層層の変化を図-2、3に示す。CODを指標としてみると、図-2から、もっとも水質悪化が進行している区域は、芝浦地区で、続いて江東地区、京浜地区である。これは芝浦地区は、水面積に比べて外海水との通水面積が小さいため、海水の流動交換が少なく、流入した汚濁物質が堆積しやすく浮泥厚が大きいためである。

また、季節変化では、特に夏季の水質悪化が著しく、環境基準のC類型である、COD 8 mg

／ℓを超えることがあり、一方、冬季には比較的良好となっている。

次に、図-3の栄養塩類の比較では、リン、窒素の値もT-P、T-Nでそれぞれ 0.3mg／g、2 mg／g 以上あり、高い一次生産が起る可能性を持っている。また当水域はクロロフィル-aの高い江東地区と、

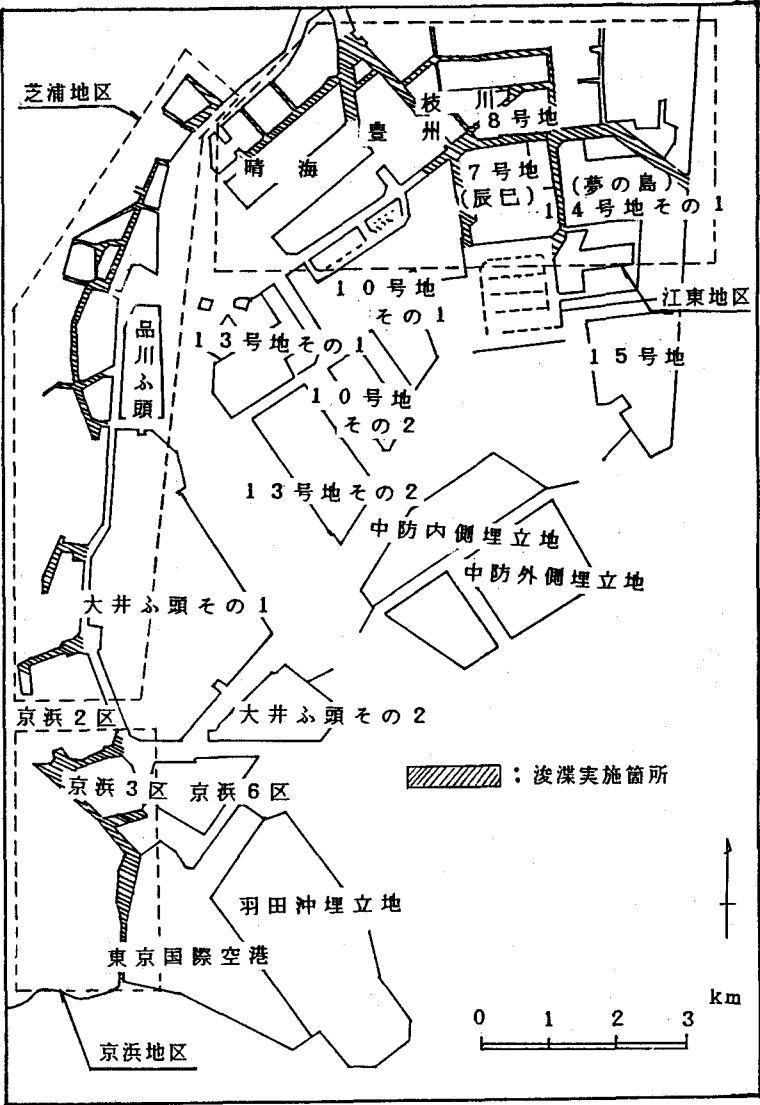


図-1 東京港平面図

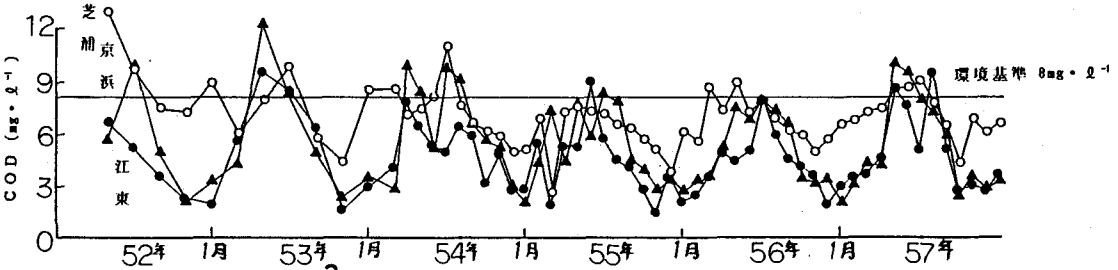


図-2 運河域におけるCODの地区別経年(季節)変化

比較的低い京浜地区に特徴づけられる。これは、汚濁原因の寄与の大きさの違いで、江東地区が内部生産による有機物であるのに対し、芝浦、京浜地区は流入有機物が大きいことを表している。また、水温、塩分調査によると、夏季の水温は上下層ともほぼ同じで $24^{\circ}\text{C} \sim 27^{\circ}\text{C}$ 、塩分は上層で9‰前後、下層で2.2‰ $\sim$ 2.7‰と、大きな差があり、淡水流入の影響が現れている。冬季につい

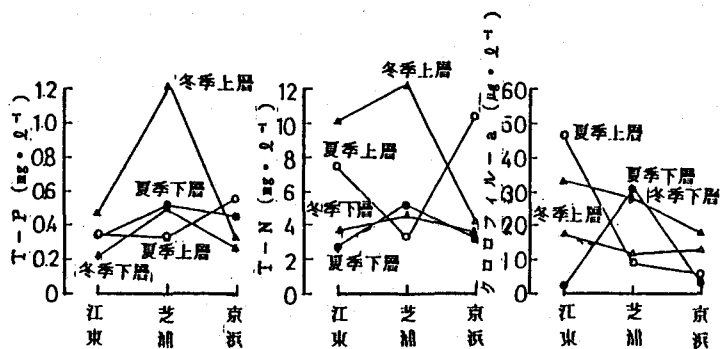


図-3

運河部の水質

ては、水温 $8^{\circ}\text{C} \sim 13^{\circ}\text{C}$ で、上下層に水温差は認められなかった。塩分は調査測点によって異なり、1.0‰ $\sim$ 3.0‰で明瞭な成層をしておらず、かなり上下層の混合が行われている。

2. 2 底質

有機汚濁の進行した底質は、栄養塩類の溶出により水質を悪化させるばかりでなく、悪臭ガスの生成、蓄積に大きく影響を与えている。

(A) 底質の鉛直分布

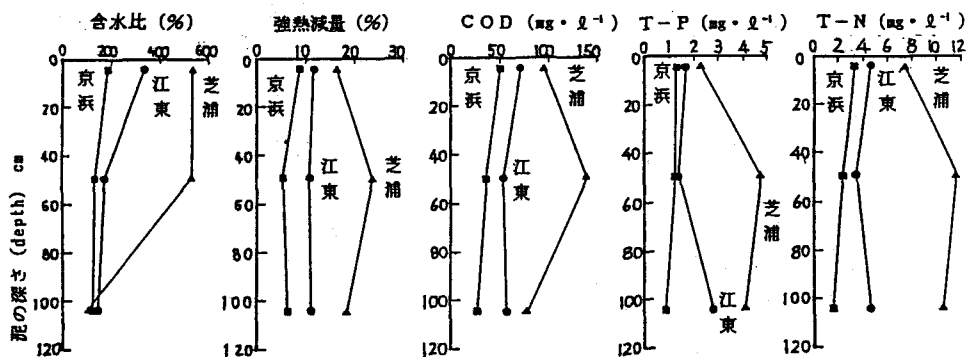


図-4

底質の鉛直分布

図-4に底質の鉛直分布を示す。地区別に比較すると、水質と同様に芝浦地区がもっとも悪化していることがわかる。個々の項目についてみると、含水比はおおむね100% $\sim$ 300%で、500%をこえる箇所もみられ、非常に軟弱な底質であることがわかる。芝浦地区では、有機汚濁が特に進行しており、鉛直方向にみても他の地区とくらべて高い値を示していた。

(B) 底生生物 (ベントス)

底泥における生物の生息状況を把握するため、ベントス調査を行った。調査は、もっとも生物の生息条件が悪化する夏季に実施した。

その結果、底生生物は江東地区のみで生息が確認されただけであった。種別は、腔腸動物のウメボシソギンチャク科の一種が1個体、多毛類のハナオカカギゴカイが2個体、アシナガゴカイが1個体、また有機汚濁の進行した水域の指標生物とされているヨツバネスビオが4個体採集された。

次に死殻および棲管から判断して、生息していた可能性のあるものとしては、多毛類3種、軟体類6種であり、ホトトギスガイ、シズクガイ、チヨノハナガイ等の河口にちかい有機汚濁水域に多く生息する種がみられた。

地区別に種類数を比較すると、江東地区10種、芝浦地区4種、京浜地区11種であり、芝浦地区で少なく、この水域が底生生物にとって生息しにくい環境であることがわかる。

2. 3 ガス発生

底泥中で生成、蓄積された発生ガスは、潮位の変動に大きく左右され、特に干潮時に、底泥中から放出される。成分はメタン (CH_4)、硫化水素 (H_2S)、メチルメルカプタン (CH_3SH) 等である。

ガス発生状況および成分は、底泥堆積状況、季節、地形差等で大きく異なっている。

ここでは、ガス発生がもっとも大きく、環境状況が最悪となる夏季を対象にして、ガス発生状況、水深、および泥厚との関係、浚渫によるガス発生の抑制効果等について述べる。

(A) 発生ガスと水圧 ～潮位変化とガス発生量～

発生ガス量は、潮位の変動によって変化し、底泥堆積状況、地形的条件等で、量的には差があるものの、図-5に示すように、下げ潮時から出始め、干潮1時間前当りがピークに達し、干潮から満潮にかけての上げ潮時に

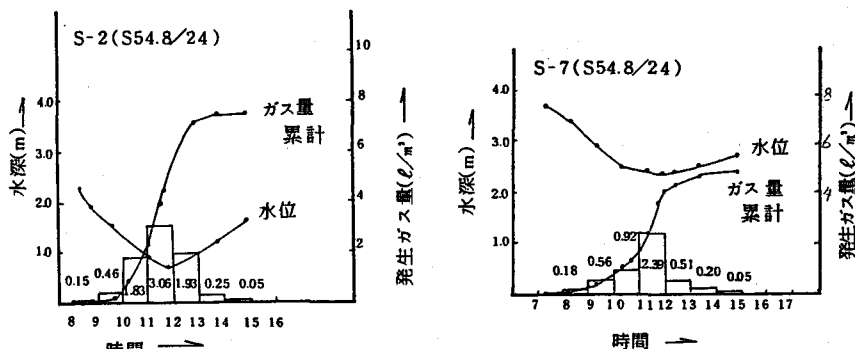


図-5

時間別ガス発生量

減少し、満潮を過るとほとんど放出しない。これは、満潮時に水圧により抑えられていたガスが、水圧の下がる干潮時に向って放出されるため、水圧 (水深) がガス発生機構に大きく影響していることがわかる。

芝浦地区での観測データによると、水深が1メートルを下回った箇所では 7 L/m^2 / 半日、また水深が2.5メートルの箇所では 4 L/m^2 / 半日であった。

(B) ガス発生量と水深および泥厚との関係

水深は図-5で示したように、ガス放出と負の相関をもつ、また、逆に、泥厚は、ガスの生成、蓄積に関与しているため、正の相関をもつと考えられる。これらを確認するため水深別、泥厚別発生ガス量調査を行った。解析は、最大発生ガス量、および発生ガス量をそれぞれ説明因子として、水深、泥厚との重回帰分析により行った。その結果、水深は泥厚に比べて大きく寄与しており、偏回帰係数で比較すると、泥厚の寄与率は水深の1/5程度であった。

(C) ガス発生と浚渫効果

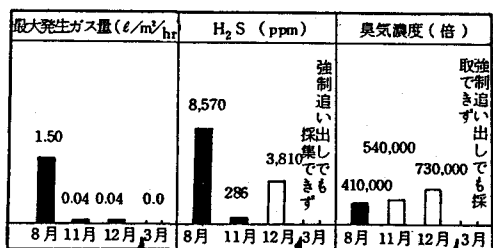


図-6 浚渫前後のガス発生

(昭和55年1月～2月に浚渫実施)

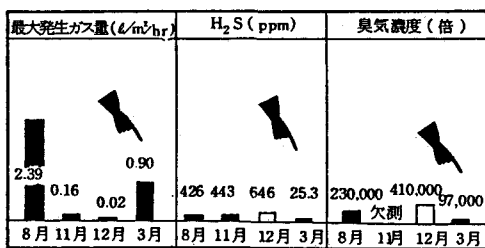


図-7 浚渫未実施

凡例: 白抜きは強制追い出して採集

浚渫によるガス発生抑制効果を確認するため、芝浦地区において、浚渫前後の硫化水素および主臭気濃度の比較を行った（図-6）。なお、同一季節の比較でないため、未浚渫箇所のデーターを図-7に示す。

図-6、7の3月の値を比較すると、浚渫によりガス発生が抑制されることが顕著に認められる。

3. 汚濁の発生源および堆積速度

3.1 汚濁の発生源

運河域へ流入する汚濁発生量をSSで試算した。河川および下水処理水からの流入量とSS濃度、純生産量とプランクトン組成より計算した結果、年間52万トンという値を得た。内訳は下水処理場8万トン（15%）、河川25万トン（48%）、一次生産19万トン（37%）となった。

3.2 汚泥の堆積速度

汚泥の堆積速度を把握するため、昭和55年より芝浦地区に堆積測定盤を設けている。この結果、年間の堆積速度は、1.8～3.5センチメートル/年である。しかし値のバラツキもあり、運河における汚泥の堆積は、流況に左右されている。

4. 汚泥除去基準と水質改善

表-1 悪臭による公害へDRO除去暫定基準

（東京都港湾局）

4.1 6点評価法

6点評価法とは、現在行っている東京港運河の汚泥浚渫事業に適用している除去基準である。

これは、全国的に、まだ汚泥の除去基準が確立されていなかったため、昭和47年度に東京都港湾局が独自に暫定的に決めたものである。

この基準は、有機性汚泥の汚染度を表すものとして、底質の強熱減量、COD、硫化物の3項目の分析を行い、含有量別に表-1のようにランクづけを行い、評価点をつけ、評価点の合計が6以上のものを除去対象とする方法である。基準値の根拠は、強熱減量とCODを底泥の有機物の含有量指標とし、また分解度を示すものとして硫化物を選び、フォークスらの測定した一般土壤中に含まれる金属含有量7素（表-2）を参考に、東京港において人為的汚染を受けていないと思われる地層を選び（表-3）、両者の数値から汚染をうけていない底泥の境界値を推定し、強熱減量5%、COD13mg

表-2 フォークスによる一般土壤中の金属含有量

／g、硫化物0.6mg／gと定め、表-1のランクづけを行った。

また、基準値の上限の値としては、

	カドミウム	ヒ素	総水銀	銅	鉛	クロム	亜鉛
範囲(mg/g)	1~50	0.03~0.3	2~100	2~200	5~1,000	10~300	
平均値(〃)	0.5	5	20	10	200	50	

海洋汚染防止法施行令第5条の「埋

Geochemistry in Mineral Exploration 1965, p.359 による。

表-3 東京港において人為的汚染を受けていないとみなされる地層に含まれる金属などの含有量

	強熱減量(%)	COD(mg/g)	硫化物(mg/g)	シアノ(ppm)	カドミウム(ppm)	鉛(ppm)	ヒ素(ppm)	総水銀(ppm)	アルキル水銀(ppm)	総クロム(ppm)	有機リン(ppm)
範囲	2.5~5.5	1.56~12.02	0.01~0.38	0~1.02	0~4.0	4~23	1~27	0.01~0.21	0	13~42	0~1.8
平均値	4.2	7.33	0.09	0.14	0.12	14	7.7	0.087	0	30	0.2

立場所に排出する廃棄物の基準値」より、強熱減量15%以上を適用した。すなわち、強熱減量15%以上を評価点6とし、CODおよび硫化物の6は、おおよそ強熱減量15%に対応する値を推測して決めたものである。

4. 2 各港湾で用いられている除去基準

次に、全国的にはどのような基準で汚泥除去事業が行われているか調査のために、事業実施機関33についてアンケートを依頼した。回答のあった28機関のうち、港湾についてみると以下ようになる。

除去基準としてもっとも多く採用されている指標は強熱減量であり、25件のうち19件であった。ついで、CODと硫化物が13件ずつあった。また、「ある一定値以上となった指標項目が重複した場合、初めて除去対象とする」と答えた機関が、2項目のところが8件、3項目のところが2件あった。

また、汚泥の除去基準として多く採用されている、各項目についての、除去基準値の濃度別件数を図-8に示す。

これによると、各港湾で用いられている除去基準の多くは、東京都の6点評価法と比較して、ほぼ同程度の基準であるといえる。

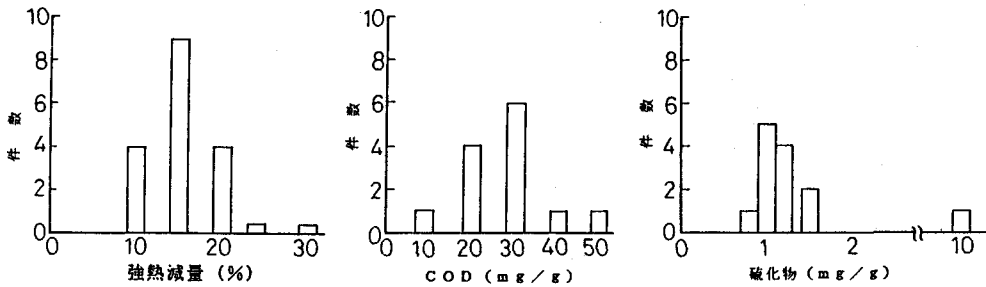


図-8 汚泥除去基準値の濃度別件数

5. おわりに

現在の東京港の水質は、昭和40年代と比較して、各種排水規制の強化、下水道の普及と相まって、かなり改善されてきている。しかし、ここ数年来の水質は横ばい傾向が続いており、富栄養化現象による赤潮の多発も問題になっている。

これらを解決するために、今、新たなステップが求められている。

本報告が現在各地で直面している、水域環境改善のための一助になれば幸いである。

なお、本報告における考察は、あくまでも私見であることをお断りしておく。

- 参考文献 1. 公共用水域の水質測定結果 (東京都)
2. 東京地域公害防止計画 (昭和58年3月) (東京都)