

## B-12 東京湾運河地帯における汚濁物質の堆積特性評価

○小島 啓輔<sup>1\*</sup>・古米 弘明<sup>1</sup>

<sup>1</sup>東京大学大学院工学系研究科 (〒113-8656 東京都文京区本郷7-3-1)

\* E-mail: kojima@env.t.u-tokyo.ac.jp

### 1. はじめに

内湾に流入する河川に含まれる土砂や懸濁物は、凝集や沈殿を経て底質として堆積し、地盤の構成要素となるとともに化学反応や生物反応を介して物質循環に寄与し、生態系に影響を与えることが知られている(楠田ら、2008)。東京湾の水質は排水規制により改善されつつあるが、富栄養化した状態を解消できていないのが現状である。年間40 - 60回の赤潮の発生が、年間3回程度の青潮が発生しており、生態系に大きな影響を与えている。これらの現象は、底質の汚染状況に密接に関係しており、底質の悪化→底生生物による浄化作用の低下→水質・底質の悪化という悪循環が生じているためと考えられている。この悪循環を止めるためには、水質に加えて、底質への対策も強化することが不可欠である。そのためには、底質汚染の現状を把握することが求められる。

東京湾や大阪湾のような都市域に接する閉鎖性水域には、合流式下水道雨天時越流水由来等の汚濁物質が流れ込んでおり、最終的に底質として沈降・堆積している。このような閉鎖性水域における底質調査は、多くの研究グループが実施しており、底質の汚染状況を報告している。また、国際的にも閉鎖性水域や河口域における底質調査は実施されている。しかしながら、多くの調査では、閉鎖性水域の中央部(湾央部)等のその水域を代表する地点で調査しており、運河や陸域に近い地点での調査は多くないのが現状である。運河地帯はその形状ゆえ、汚濁物質が堆積し易いと考えられるため、どの場所で、どのような汚濁物質が沈降・堆積しているかを詳細に把握することは大変意義がある。東京都では、護岸や周辺建築物等の緑化、遊歩道の整備、水質浄化等、良好な水域景観を創造することを目的の一つとして運河ルネッサンスが推進されている。運河における水質浄化を行うためにも運河地帯での底質の堆積状況及び汚染状況を把握することは大変意義がある。

本研究では、都市域由来の汚濁負荷の影響を大きく受けていると考えられる東京湾奥部運河地帯を対象とし

て、底質汚染の現状を把握することを目的とした。また、運河地帯と湾中央部の両地点で複数地点の底質を採取し、底質の性状の違いを検討した。

### 2. 調査方法

#### (1) 試料の採取

調査は、2010年11月26日に運河地帯16地点(C1-C16)、内湾2地点(S1、S2)、台場1点(D1)の合計19地点について行った(図1)。底質コアの採取は、コアサンプラー(内径11 cm×長さ50 cm、アクリル製)を装着した不攪乱柱状採泥器(離合社)を用いて行った。いずれも採取後は暗所にて保管、当日中に実験室に持ち帰り、前処理に供した。

#### (2) 試料の前処理

底質コアは、コアごとに1 cmの層に切り分けた。試料を切り分けた後、各層ごとに均質にし、試料の半分を冷凍保存した。残りの試料の一部で含水率及び強熱減量の測定をした。さらに残りの試料は遠心分離器を用いて、3500 rpm、20 minの条件で遠心分離を行い、底質と間隙水に分離した。間隙水については冷凍保存した。遠心分離を行った試料の一部は、粒度分布の測定に使用した。残りの底質は、凍結乾燥させて保存した。

#### (3) 測定方法

含水率と強熱減量については、全地点の全層で測定を行った。粒度分布に関しては、全地点の第2層まで(0 - 1 cm、1 - 2 cm)に対して測定を行った。東京湾での堆積速度は報告例(清水ら、2005)があり、0.69 - 1.13 cm/yearとなっている。ただし、本報告における東京湾は東京都と神奈川県、千葉県に囲まれた広域で地点である。本研究で対象としている運河は、東京湾の奥部であり既往の報告より大きな堆積速度が予想される。したがって、第1層と第2層の測定結果を平均することにより、概ね過

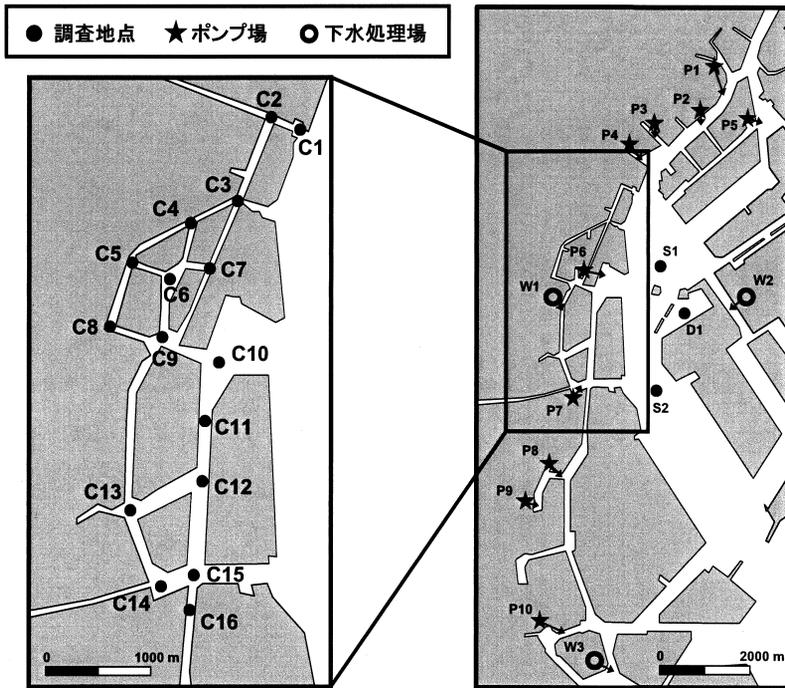


図1 調査地点

去一年の内に堆積した底質を評価した。含水率と強熱減量の測定は、土質試験—基本と手引き（地盤工学会、2001）の方法に従って行った。粒度分布の測定には、レーザー回折式粒度分布測定装置（島津製作所社製、SALD-3100）を利用した。

### 3. 調査結果

#### (1) 底質の含水率及び強熱減量

運河地帯における含水率は、61.6 - 91.9 %（以降、第2層までの平均値）の範囲であった（図2）。一方、内湾や台場では、66.9と76.9%、54.6%の値であり、台場では運河地帯と比較して小さい含水率を示す傾向がうかがえるが、明確な違いは見られなかった。次に強熱減量に関しては、運河地帯、内湾、台場でそれぞれ10.9 - 27.1%、9.4と12.2%、7.0%であった（図2）。運河地帯と内湾、台場を比較すると、C1の地点を除き、運河地帯の方が高い強熱減量を示した。含水率と強熱減量には良好な相関関係（ $R^2=0.7$ ）が見られ、これは既往の調査結果（国土交通省、2009）と一致している。この既往の研究では、含水率と強熱減量の関係には、含水率が40 - 50%の箇所では変局点が見られ、それ以上の含水率では強熱減量が急になる傾向がみられることから、含水率40 - 50%が底質悪化の目安となる可能性があるとして報告している。この報

告を踏まえると、東京湾湾奥部では、親水空間であるお台場でさえ、底質悪化が進んでいることを示唆している。

#### (3) 底質の粒度分布

粒度分布は沿岸環境調査マニュアルに従い、5  $\mu\text{m}$ 以下を粘土、5 - 63  $\mu\text{m}$ をシルト、63 - 2000  $\mu\text{m}$ を砂と分類した。全地点でシルトが67.4 - 78.0%と優占的であった（図3）に砂に関しては、運河地帯、内湾、台場でそれぞれ4.0 - 19.0%、0.8と1.8%、1.1%であった。これらの粒度分布を元に中央粒径を算出すると、運河地帯、内湾、台場でそれぞれ123 - 26.7  $\mu\text{m}$ 、8.9と9.5  $\mu\text{m}$ 、9.9  $\mu\text{m}$ であり、運河地帯において粒径の大きな粒子が沈降・堆積してい

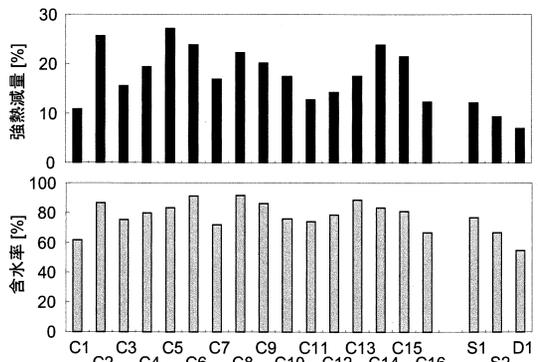


図2 運河地帯、内湾及び台場における含水率及び強熱減量

ることが示唆された。底質の中央粒径と強熱減量の関係をみると、両者には良い相関関係 ( $R^2=0.8$ ) が見られ、中央粒径が大きくなるにつれて強熱減量の値が増加した。一般に粒径が小さな粒子ほど、高い強熱減量を示すと考えられているが、本調査では異なる結果となった。運河地帯では、道路排水や合流式下水道雨天時越流水由来等の砂が沈降・堆積しやすい。一方内湾では、合流式下水道雨天時越流水等以外に、上流河川から流入してくる粒子も存在している。したがって、質の異なる粒子が堆積しているという違いが強熱減量と粒径の関係を反映していると考えられる。

#### (4) 底質汚染の平面分布

図4は運河地帯における強熱減量及び中央粒径を示したものである。強熱減量が20%以上と高い値を示したのは、C2、C5、C6、C8、C9、C14、C15の7地点である。C5、C6、C8、C9は運河の奥部に位置しており、船舶による海水の混合も少なく海水が滞留しやすい地点である。そのため有機物分解が抑制され高い強熱減量を示したと考えられる。

一方、C2、C14、C15については、流入してくる合流式下水道雨天時越流水由来が主な要因であると考えられる。C14では雨水ポンプ場の吐け口が存在している。C2では、渋谷川・古川が流入しており、C14、C15では目黒川が流入している。どちらの河川にも上流に多数の雨水吐きが存在している。したがって、C2、C14、C15は合流式下水道雨天時越流水の影響を大きく受けていると考えられ、粒径が大きいながらも高い強熱減量を示す粒子がC2、C14、C15で沈降・堆積していると推測される。C1については、船舶の離岸の際に海水が大きく混合されることから、底質の性状が明らかにC2と異なっていた。

C3、C10、C11、C12、C16については、船舶の往来による混合が小さな強熱減量を示す要因のひとつとなっていると考えられる。これらの地点では、潮汐によって海水交換がしやすい事に加えて、比較的ジェットスキーや船舶の往来が存在しており、海水混合が生じている。そのためC5、C6、C8、C9に比べて良好である。

### 3. まとめ

東京湾湾奥部運河地帯における底質汚染の状況を把握するため、複数地点の底質調査を行った。運河地帯と内湾、台場を比較すると、運河地帯の方が高い強熱減量を示した。また、運河地帯の方が底質の中央粒径が大きく、運河地帯において粒径の大きな粒子が沈降・堆積していることが示唆された。運河地帯内で比較すると、海水混

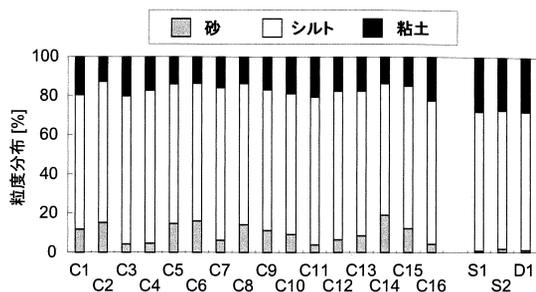


図3 運河地帯、内湾及び台場における底質の粒度分布

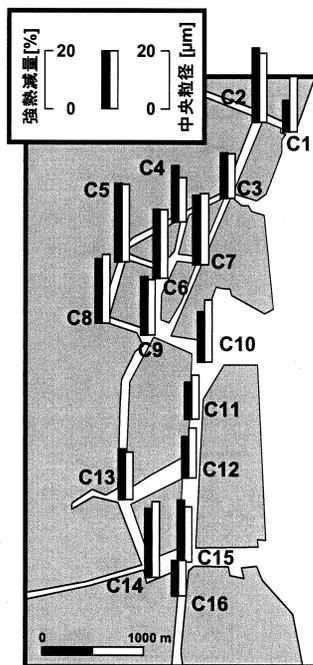


図4 熱減量及び中央粒径の平面分布

合が生じにくい地点、合流式下水道雨天時越流水を含む都市河川の影響を受けている地点においてより高い強熱減量を示す傾向が見られた。本調査によって、運河地帯の底質が内湾に比べて悪化が進んでいること、運河内に合流式下水道雨天時越流水由来の汚濁粒子が沈降・堆積していることが示唆された。

#### 参考文献

- 楠田哲也 他 (2008) 河川汽水域—その環境特性と生態系の保全, 技報堂出版。
- 清水潤子 他 (2005) 東京湾海底堆積物におけるPOPs (残留性有機汚染物質) 濃度分布の特徴について, 海洋情報部研究報告, 第41号, 35-50.
- 地盤工学会編集員 (2001) 土質試験—基本と手引き, 地盤工学会出版。
- 国土交通省 東北地方整備局 (2009) 「湖沼底質環境・調査手引き」(案) ~小川原湖の底質調査結果から言えること~。