

目黒川における白濁化の発生と水質予測モデルの構築

(株)建設技術研究所 正会員 ○三浦 心 根岸 均 堀田 哲夫
品川区 非会員 家壽田 昌司 稲田 貴稔

1. 目的

近年多くの都市河川では、下水道の普及などに伴い BOD に代表される有機汚濁指標については改善傾向にある。しかし、雨天時の合流式下水道からの汚濁水流入、堆積泥による DO 消費に伴う貧酸素化により白濁化や悪臭の発生などの問題が未だに改善されない状況にある。本検討は、目黒川で問題となっている白濁化や悪臭の発生を解消するため、目黒川の流れ場、水質場を再現することができるモデルを構築し、対策検討に資することを目的としている。

2. 目黒川の概要と白濁化の発生

(1) 目黒川感潮域の概要

目黒川は世田谷区に端を発し、品川区八潮で東京湾に注ぐ流域面積 45.8km² の 2 級河川であり、感潮域は河口から 5.5km の区間である。両岸はコンクリート護岸で、川幅は 24m 程度である。また、治水対策のため太鼓橋(河口から 4.0km)から下流の河床は掘削され、太鼓橋下流の河床勾配は概ねフラットである。平常時流量は約 0.35m³/s (落合水再生センターからの下水再生水) と少なく、河口での潮位変動が大潮期で 2.0m 程度と大きいため、潮の干満に合わせて順流・逆流を繰り返している。

(2) 目黒川における白濁化の発生

目黒川の水質は、現在では環境基準を概ね満足している。しかしその一方で、平成 7 年頃から水面が一様に白色化する白濁化が報告されるようになった。白濁化の発生機構については、現地調査結果や既往の文献などから次のように推察している。

1) 貧酸素化の進行

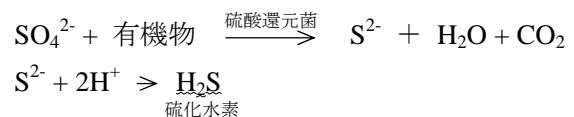
目黒川は太鼓橋付近で河床高が急変し、かつ、塩水の遡上によって強固な密度成層が形成されているため下層水が滞留しやすい。そこに主に下水由来の汚濁物が流入・堆積し、有機物の分解に伴い DO が消費され貧酸素化が進行する。

2) 硫化物の発生・蓄積

海水に多量に含まれる硫酸イオン(SO₄²⁻)は、嫌気状況下の底泥や水中(主に底泥)において硫酸還元

菌が有機物を分解する際、硫化水素(H₂S)に還元される。こうして発生した硫化水素の多くは溶存性硫化物(H₂S, HS⁻等)として底泥中および水中に蓄積する。

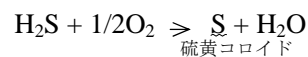
(表層部では COD10mg/l 以下・硫化物はほとんど存在しないが、貧酸素化した底層部では COD20mg/l 程度(硫化物含む)、硫化物 10mg/l 程度となる。)



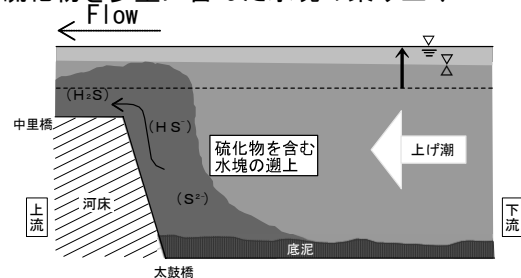
3) 潮位変動に伴う混合と硫黄コロイドの生成

このような状況下で、大潮期など潮位変動が大きくなると、上げ潮～満潮時にかけて太鼓橋付近の硫化物を大量に含む水塊が遡上に押し上げられ、水深の浅い上流部(中里橋付近)まで乗り上げる。(図-1①)

その後流れが下げ潮になると、表層水の流下に伴い硫化物を大量に含む水塊が上層水との混合などにより急速に酸化され、単体の硫黄コロイド(白色)を生成し、白濁化(いわゆる青潮と同じ現象)する。このとき、強い硫化水素臭を伴う。(図-1②)



① 硫化物を多量に含んだ水塊の乗り上げ



② 流下に伴う白濁化の発生

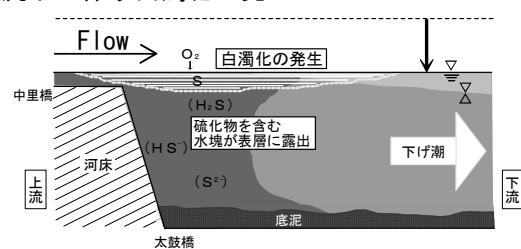


図-1 白濁化の発生機構

キーワード 感潮河川, 水質浄化, 白濁化, 青潮, 硫化水素
連絡先 〒103-8430 東京都中央区日本橋浜町 3-21-1
(株)建設技術研究所 tel 03-3668-0451

3. 水質予測モデルの構築

(1) モデル概要

白濁化や悪臭の発生には硫化物の生成・蓄積が大きく起因している。また、酸素の消費においても硫化物などの還元物質が大きく影響しており、浄化対策立案の際には留意する必要がある。

そこで、目黒川の水質予測モデル構築にあたっては硫化物の生成・消滅を一次元多層モデルに組み込むこととした。水質予測モデルの概要を表-1に示す。

表-1 水質予測モデルの概要

項目	内容
モデル	一次元多層モデル
メッシュサイズ	100m×20cm (縦断方向×鉛直方向)
メッシュ数	54×40 mesh (縦断方向×鉛直方向)
流動パラメータ	水理模型実験結果との整合
水質パラメータ	試験値や既往文献 ¹⁾ から設定
底質パラメータ	酸素消費速度試験, 生成・溶出試験等から設定

(2) 硫化物を考慮した水質予測モデルの構築

硫化物をモデル化するために、DO や COD を加えた形で硫化物収支の定式化を行った。物質の生成・消滅で考慮した項を表-2にまとめた。また、物質収支模式図を図-2に示した。

表-2 物質の生成・消滅項

項目	生成・消滅項
DO	再曝気, P-COD 物質消費, 硫化物酸化, 底泥酸素消費
P-COD	分解, 底泥溶出, 沈降
硫化物	酸化反応, P-COD 物質による生成, 底泥中での生成・溶出

※下線部が硫化物の収支に関する項

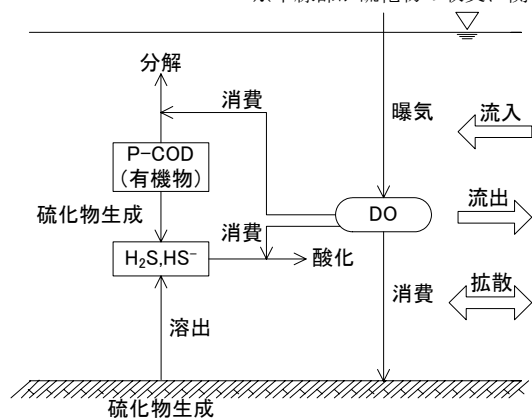


図-2 物質収支模式図

(3) モデルの検証

水質予測モデルの再現性について現地調査結果との比較により検証を行った。検証は、河道内に硫化物がほとんど検出されなかった調査結果を初期条件として与え、2週間後の硫化物濃度について観測値と計算値とを比較した。(初期値は平成19年7月31日観測結果、期間内は無降雨)

計算結果から硫化物の縦断分布を図-3に示す。河

床が掘削されている太鼓橋付近は滞留しているため硫化物が蓄積している。なお、この傾向は現地観測における ORP-300mV 以下 (強い還元状態) の範囲と概ね一致している。各比較点における硫化物濃度を図-4に示す。2週間後の蓄積状況を観測値と比較すると太鼓橋上層、山本橋底層の値は小さいが、その他の地点では同程度の値となっている。

これらの検証結果から、構築した水質予測モデルによって目黒川における硫化物の発生・消滅を概ね再現できていることを確認した。

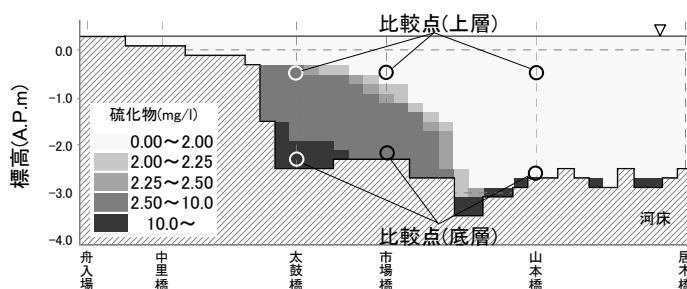


図-3 硫化物の縦断分布(シミュレーション結果)

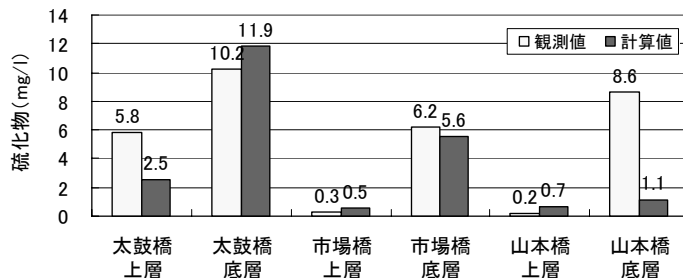


図-4 硫化物濃度の比較(2週間後の干潮時)

(4) 浄化方法検討への適用

目黒川における白濁化の予防・防止のためには硫化物の生成を抑制することが求められる。そこで、本検討で構築した水質予測モデルを使用して、海水導水や高濃度酸素水による浄化効果検討を行っている。

4. まとめ

本検討では目黒川で問題となっている白濁化の発生について注目し、白濁化の原因となっている硫化物の発生・消滅に関する水質予測モデルを構築した。今後は、選定した水質浄化手法について現地観測や実験結果を踏まえ、モデルの再現性および予測精度を高めていく予定である。

参考文献

- 堀田哲夫ら：停滞性沿岸域での悪臭ガス発生に関する調査 第49回海岸工学論文集, 2002