

都市低平地河川・水域のヘドロ堆積汽水域での水環境の課題

(株) 建設技術研究所 ○三浦 陽介、堀田 哲夫、根岸 均、端戸 尚毅

1. はじめに

市街地を流れる都市河川では、1960～1970年代を中心とし、未処理下水の流入によるヘドロの堆積等著しく有機汚濁が進行したが、近年では下水道整備やヘドロ浚渫等の対策によって水質汚濁は概ね解消されてきた。しかしながら、合流式下水道からの雨天時汚水未処理下水の流入等により依然としてヘドロの堆積が見られる都市域の停滞性汽水域では、特に夏季の出水後を中心に、次のような水環境悪化現象が見られ、地域環境に悪影響を及ぼしている。

(1) 硫化水素ガスの放出による悪臭発生

底泥中において生成される嫌気性悪臭ガス（硫化水素ガス）が干潮時の圧力低下または、上げ潮、下げ潮時の流動による拡散により、大気中へ放出され、悪臭を放つ。¹⁾

(2) 硫黄コロイドによる白濁化（青潮）

(1)での水中の硫化水素が表層で酸化され、硫黄コロイドを形成する。硫黄コロイドは光を乱反射するため、水面が白濁化する。²⁾ (写真 1)



写真 1 水面の白濁化

(3) 嫌気性ガスの発生・浮上に伴うスカムの発生

底泥中において生成される嫌気性ガスが干潮時の圧力低下時等に浮泥を付着し、上昇し、スカムが発生する。(写真 2)



写真 2 スカム発生

(4) 貧酸素水塊の湧昇拡散に伴う魚類の斃死

底層の貧酸素水塊が上げ潮時や下げ潮時に湧昇・拡散することにより、表層でも貧酸素化する。そのため酸欠により、魚類の斃死が発生する。



写真 3 魚類斃死

(写真 3)

2. 現地観測結果

東京都区部を流れる N 川は都市感潮河川で、水源は持たず、上流から下水高度処理水が放流されている。また、流域の土地利用はほぼ市街地化され、全域合流式下水道で整備されている。N 川では経年的に悪臭・白濁化・スカムが発生しており、これらの発生メカニズムを把握するため、出水後を中心に水質調査を実施した。(表 1) 対象とした降雨は平成 21 年 8 月 30 日～31 日に観測された総降雨量 81mm、時間最大 10mm/hr であり、水質調査は 9 月 1、3、5、8 日に実施した。また、ここではマウンド上流に位置して停滞性が強く、悪臭発生が経年的に起こっている S 橋における結果を記載する。なお、本地点での底質濃度は COD6.0mg/g・dry、IL2.5%である。

表 1 現地調査概要

調査名	調査概要
水質調査	降雨後 1、3、5、8 日後に水面から河床まで 50cm 間隔で、1 日に 4 回、水温、pH、DO、ORP、EC、塩分を現地測定し、干潮時に 2 層で COD、硫化物を測定した。
DO 連続調査	河床面上 1.5m で、水温、DO を時系列で把握。満潮時最大水深約 3.6m

2. 1 DO 連続調査結果

出水により底層の DO は一時的に回復しているが、出水の翌日には流入した有機物の分解及び底泥での DO 消費により、貧酸素状態になっている。昼間の干潮時には表層における光合成等により、一時的に DO が回復している傾向が見て取れる。(図 1)

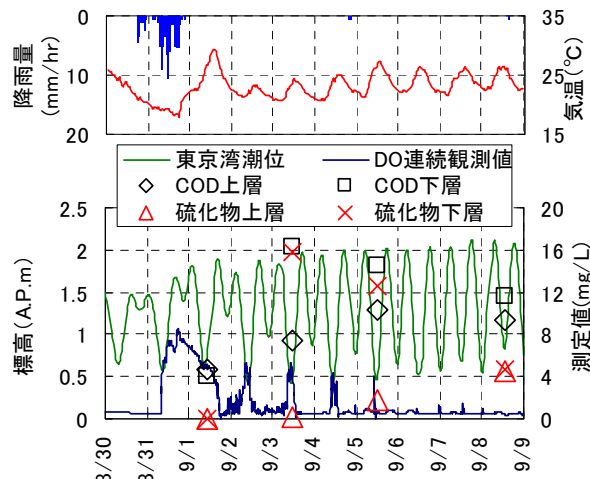


図 1 DO 連続観測値と COD・硫化物測定値

2. 2 水質調査結果

写真 4に示す S 橋たもとの河川表面の様子より、日数の経過に伴い、濁りが強くなり、5 日には白濁化が観測された。調査結果を図 2に示す。DO は時間経過とともに消費され、pH は低くなり、干潮時には ORP も表層においても-200~0 の範囲にあることがわかる。また、図 1より硫化物は 1 日には未検出であったが、3 日には底層で大幅に増え、5 日には表層においても増加している。このことから、有機物の供給により、底層で硫化物が多量に生成され、潮汐等の影響により、表層に湧昇、拡散して、酸化され、硫黄コロイドが形成され、白濁化が生じたものと考えられる。

2. 3 カメラ画像解析結果

スカム・悪臭が発生している S 川では、スカム発生状況をカメラで観測している。観測結果より、干潮時の圧力低下時にスカム発生が観られた。(図 3) S 川は塩分、硫酸イオン濃度が低いいため、硫化水素の発生が少なく、メタン・CO₂ ガスの発生が支配的で、これによる浮泥の浮上現象が発生していると考えられる。

3. まとめ及び今後の方針

本観測では N 川における出水から白濁化までの現象を捉えることができた。出水後の底層での有機物の好気性分解による酸素消費、pH の低下、有機物分解による嫌気化と硫酸イオンの還元反応の進行(ORP の低下) による硫化物の生成、そして湧昇・拡散に伴う酸化による、硫黄コロイドの形成が示唆された。また、pH、ORP の関係から水中においても硫化水素が存在していると考えられ、底泥からの硫化水素ガスの発生と大気中への放出、水中の硫化水素のガス化・気散による悪臭の発生が生起している。

今後は硫化水素・メタン・CO₂ ガスの生成、白濁化及びガスの放出とスカム発生機構等を定量的に解明し、感潮河川での流動や拡散現象、浮泥堆積機構が解析可能なモデルを構築し、効果的・効率的な対策を検討する必要があると考える。(図 4)

参考文献

- 1) 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，海岸工学論文集，第 49 巻，2002
- 2) 三浦心ら：都市河川汽水域における青潮の発生機構に関する調査と解析，水工学論文集，第 53 巻，2009



写真 4 出水後の S 橋における経日変化

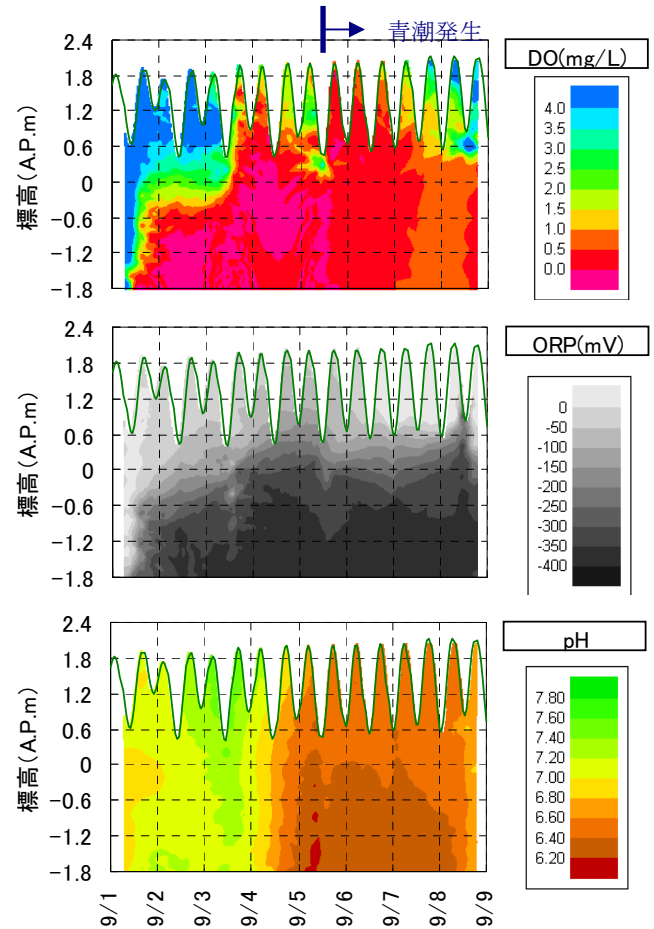


図 2 S 橋における水質コンター図 (DO・ORP・pH)

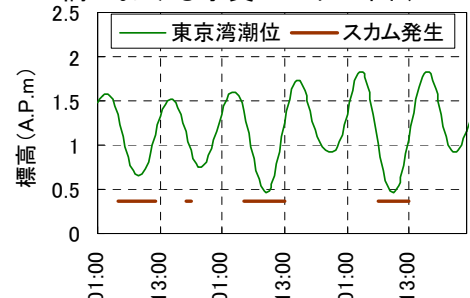


図 3 S 川におけるスカム発生状況

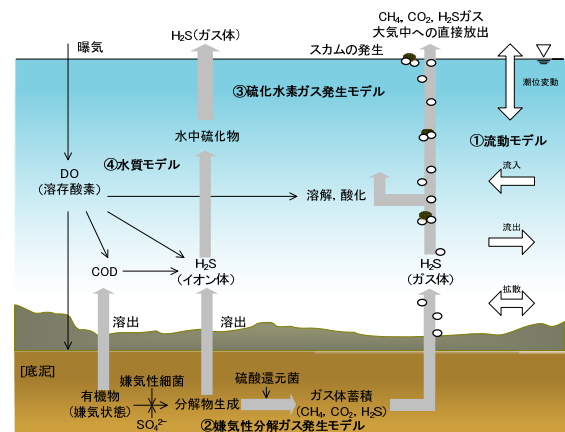


図 4 水質予測モデル