

都市中小感潮河川における降雨時一平常時の水質特性に関する一考察

清水建設 正会員 ○林 秀彦 高坂 信章

清水建設 フェロー 石塚与志雄 芝浦工大 正会員 守田 優

1. はじめに

日本の都市中小感潮河川は、多くが自然水源に乏しく他河川からの分流や下水処理場の放流水にその水源を頼っている。一方、強降雨時には合流式下水道から未処理下水が流れ込み汚濁負荷となっている。その問題点として、貧酸素水塊、スカム、臭気、白濁などがある。筆者らは、貧酸素化の一因として、河床の凹凸が塩水遡上や流下に影響している事、河川水および底質による酸素消費が関連している事を報告している^{1), 2)}。また、降雨後の水質挙動では、流出水の質や多寡によって溶存酸素濃度が大きく変わることが指摘されている^{3), 4)}。今回、都市中小感潮河川の水質汚濁特性を、洪水相・遷移相・感潮相として時系列的に把握する目的で、神田川下流における降雨時の水質調査を実施した。本報告では、流速、DO、塩分等の観測結果から、河川水の降雨時フラッシュや水質特性変化のメカニズムについて考察を試みる。

2. 調査方法と調査条件

観測は、図-1 に示す神田川河口より約4.4km 地点に位置する新隆慶橋の川幅のほぼ中央付近にて、2009年6月22～25日に行った。期間内の24日7:40～19:30は30分毎(10:00以降は1時間毎)と、降雨に伴い計測頻度を上げている。計器は2軸電磁流速計(JFEアレック AEM-213-D)、多項目水質計(HORIBA W-22XD)を使用し、深さ方向の流向流速計測と水質計測を行った。また、洪水時の表層で採水を行い、BODなどの分析を行った。神田川は、観測地点より上流の一休橋付近まで感潮域である。新隆慶橋付近の河床は、その上流側および下流側の河床より低く、塩水くさびが侵入した後に塩水が滞留しやすい凹部地形となっている。

図-2 に神田川上流域の練馬の降水量、東京湾潮位、隆慶橋の河川水位を示す。主な降雨は、21日5:00～6:00に9.0mm/h(3:00～14:00に32.0mm)、24日7:00～8:00に9.5mm/h(5:00～11:00に25.5mm)である。降雨による水位上昇の大きな値を潮位と河川水位の差と考えると、水位の上昇は8:00頃から顕著になり、最大で約70cmであった。

3. 調査結果

図-3 に表層(水面より30cm)・中層(5割水深)・底層(河床より30cm)における、a)流速、b)溶存酸素(DO)濃度、c)酸化還元電位(ORP)、d)塩分、e)濁度、f)BOD、COD、SSの時刻歴を示す。図中の①～⑦は降雨前後の特徴的なフェーズを示している。図-4に各フェーズの流速、DO、ORP、

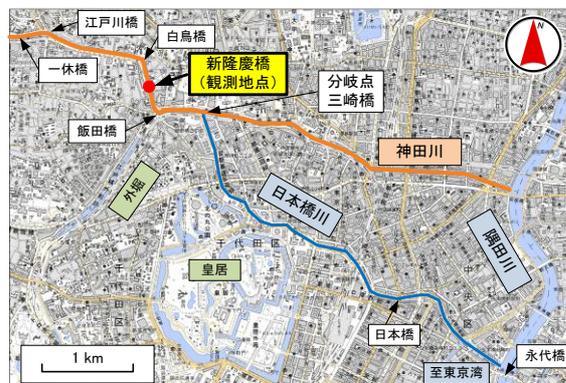


図-1 観測地点(新隆慶橋)

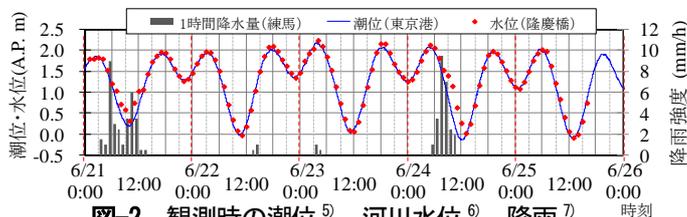


図-2 観測時の潮位⁵⁾、河川水位⁶⁾、降雨⁷⁾

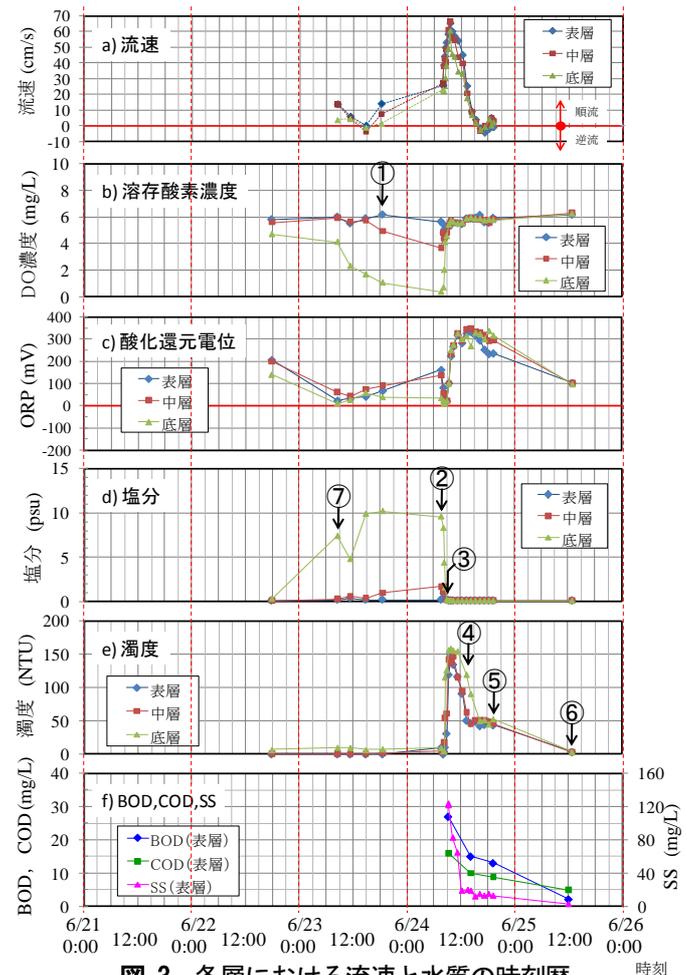


図-3 各層における流速と水質の時刻歴

キーワード: 神田川, 感潮河川, 降雨, 流速, 塩分, 溶存酸素

連絡先: 〒135-8530 東京都江東区越中島3-4-17 清水建設(株)技術研究所, TEL03-3820-6972, E-mail:hide.h@shimz.co.jp

塩分、濁度の深度方向分布を示す。以下、調査結果を、このフェーズ①～⑦の順に述べる。⑦は時系列的には⑥より後に起こるものであるが、本報告では2つの降雨イベントを観測しており、図に用いた⑦のデータは他のフェーズ以前の6/21の降雨に起因するものである。

①[降雨前]は底層の塩分が高く、DOが低い平常時の状態を示している。DOの深度方向分布をみると、表層から底層に向けて徐々に低下している。②[流出初期]では、降雨による流出水が観測地点まで到達して流速が増加しているが、底層の塩分、DOはフェーズ①と比べて変化はない。中層で塩分の低下、DO、ORP、濁度の増加が認められる。③[底層水フラッシュ期]では、流速が急激に増加し、BODが高い汚濁水が流れ込んでいる(図-3f)。この時、DO、塩分の深度方向差がなくなり、底層の塩水がフラッシュされた。濁度は高く、底層に近いほど懸濁している(図-4)。

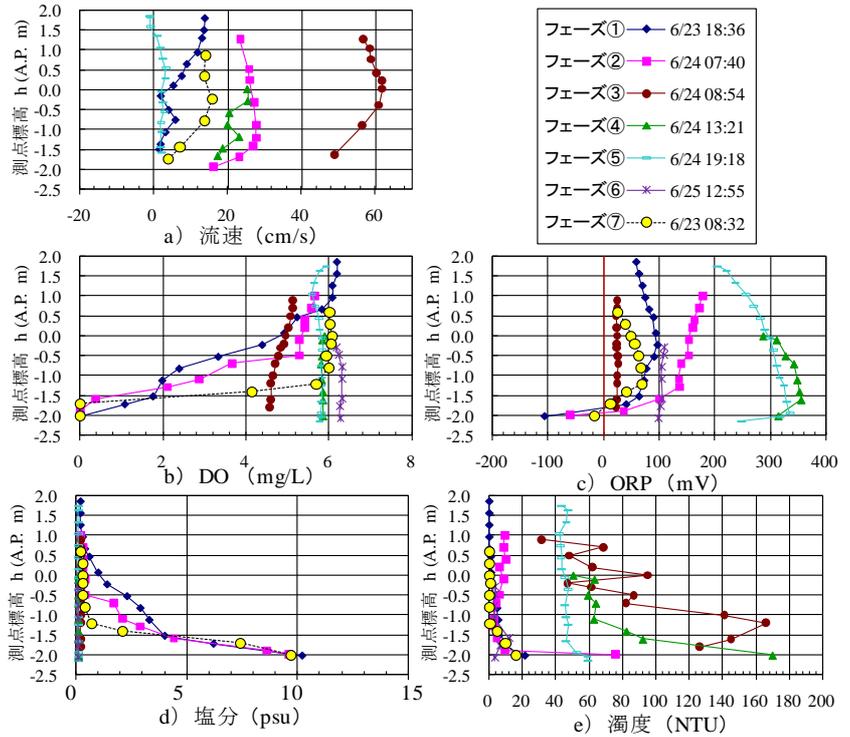


図-4 各フェーズの流速と水質の深度方向分布

ORPは約10mVまで一時的に急激に低下している(図-3c)。④[流速低下期]では、底層の濁度が中層・表層より高い。DOの深度方向差はないものの絶対値は③より高い。ORPはより顕著で、観測地点での流速のピーク65cm/sを超えた後のORPは300mV程度まで上昇した。④～⑤の間では、河川水位(図-2)がほぼ平常に戻った14:00(上潮時)においても流れは順流であり、降雨の影響が残っている。これらフェーズ②、③、④が洪水相に相当する。

流速が平常に戻った⑤[流出終了]時にも、濁度は全層で50NTUと高く、ORPは300mV程度のものである。⑥[濁度低下]では、DO、塩分に変化はないが、ORPは100mVまで低下している。濁度は降雨後約24時間で降雨前の状態に戻った。降雨の影響が無くなった⑤以降の流速は潮汐の影響を受けており、その絶対値が小さいことを考えると、濁度低下の主要因は沈降によるものと考えられる。⑦[塩水侵入期]では、底層に塩水が侵入してDOが低下する。フェーズ⑤、⑥、⑦は洪水相から感潮相への遷移相といえる。

4. まとめ

都市中小感潮河川である神田川新隆慶橋における降雨前後の水質観測を行った結果、以下の知見を得た。

- 1) 合流式下水道からの越流水が流入する都市河川では、降雨前後に特徴的なフェーズが観測された。
- 2) 洪水相・遷移相・感潮相の各フェーズの特徴を概念図として整理すると、以下の図-5ようになる。

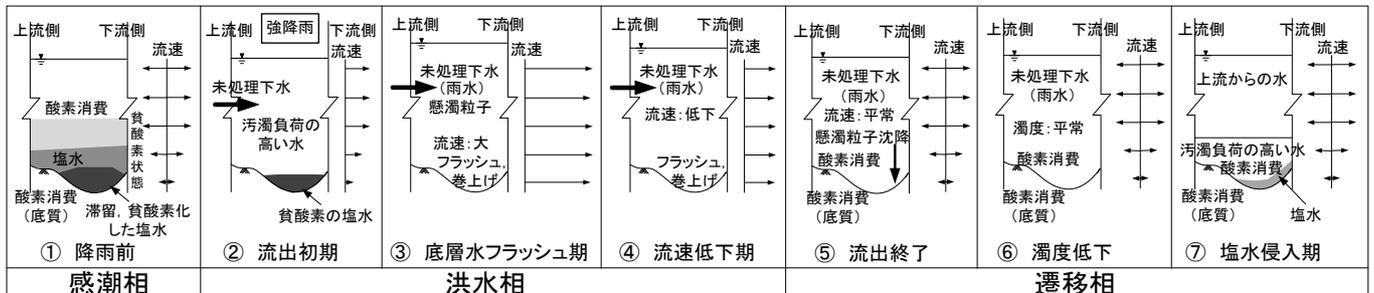


図-5 都市中小感潮河川における降雨時—平常時の水質特性(概念図)

参考文献

- 1) 高坂信章ら：日本橋川における水質の現状とその改善に関する解析的検討，土木学会水工学論文集，第53巻，pp.1147-1152.2009.
- 2) 林秀彦ら：日本橋川における水質の季節変動(導電率と溶存酸素濃度)，土木学会第63回年次学術講演会，2-093，pp.185-186，2008.
- 3) 山角康樹，山田正ら：都市河川感潮域における降雨時の溶存酸素濃度に関する現地観測，土木学会第64回年次学術講演会，II-223，pp.445-446，2009.
- 4) 内山伸ら：日本橋川における降雨後の水質変動(導電率と溶存酸素濃度)，土木学会第63回年次学術講演会，2-093，pp.187-188，2008.
- 5) 東京港湾局潮位記録：http://www2.kouwan2.metro.tokyo.jp/users/tidedata/Tide_Data/2009/06/，2009.6.27
- 6) 文京区水防災監視システム：<http://bousaiweb.city.bunkyo.lg.jp/mizubousai/>，2009.6.25
- 7) 気象庁気象統計情報：<http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etm/index.php>，2009.6.27