

都市河川感潮域における水質の挙動に関する現地観測

出水時の溶存酸素濃度・塩分濃度・水温の時間経過に伴う挙動

中央大学理工学部 学生員 山角 康樹 中央大学大学院 学生員 浅見 龍一
中央大学理工学部 フェロー会員 山田 正

1. はじめに

高度経済成長期を中心に治水対策を進めてきた日本において、近年では自然と共生することを目的とした都市・流域の開発が求められ、都市河川の水質環境改善は重要な課題として認識されている。しかし日本橋川は流水の8割が下水処理場からの放流水であるとともに、ほぼ全域の区間が感潮域であり外海からの影響を受け非常に複雑な水質環境を形成しているため、河川水質環境の現状の理解を困難なものとしている。そこで著者らは従来から都市感潮域において、平水時・出水時ともに水質の形成機構を目的とした多くの現地観測結果を報告している。本論文では、都市河川感潮域である日本橋川を対象として、出水時の溶存酸素の時間経過に伴う挙動を解明するために現地観測を行った。

2. 対象河川の概要および観測方法

著者らは、日本橋川を対象とし2009年11月2日～11月3日(連続36時間)に日本橋川における水質濃度の時間変化に関する現地観測を行った。日本橋川は神田川の支川であり、流路総延長4.8kmの都市河川である。降雨時の溶存酸素の挙動を解明するために日本橋川の汽水域である新三崎橋(河口から8km)、錦橋(河口から7km)、西河岸橋(河口から5.5km)、湊橋(河口から4.3km)の4点において溶存酸素濃度、塩分濃度、流速、水温の連続観測を行った。流速の測定にはワークホースタイプ ADCP (RD社製、周波数1200kHz)を用い、溶存酸素は光学式溶存酸素計 D-Opto(ZEBRA-TECH社製)、塩分濃度はニキシーCTD(FSI社製)を用いて鉛直方向3地点(1割水深、5割水深、9割水深)を1時間ごとに測定した。なお、新三崎橋では溶存酸素と塩分濃度、水温に関して36時間の観測後11月4日～11月9日(連続120時間)まで観測を行った。

3. 日本橋川における出水時の現地観測結果

著者ら⁽¹⁾⁽²⁾は出水時の日本橋川における水質に関する現地観測を行い、図-2, 3, 4の3ケースを示した。これらの観測結果を表-1に示し、溶存酸素の挙動によって1)を小規模降雨、2)を中規模降雨、3)を大規模降雨と定義する。図-5に示す観測では降雨終了後、継続的に観測を行った。観測時潮位は大潮時でその後小潮に向かう状況であり、7時間で10.5mm、最大降雨強度4mm/hの降雨が発生し降雨中に観測を開始した。この観測において、降雨後の溶存酸素飽和度が全層で低下・上昇する現象は見られないため小規模降雨に分類できる。また、図-2の観測では降雨終了後は断片的な観測のため継続的な溶存酸素の挙動をみることは困難であるが、図-5の観測では溶存酸素飽和度の全層での急低下は見られないが、表層・中層・下層ともに7日後には降雨終了時の溶存酸素飽和度より20%程度上昇していることが確認できる。溶存酸素飽和度の低下現象として合流式下水道からオーバーフローした流入水の影響が大きいと仮定した場合、図-2の観測と図-3の観測では総降雨量がほぼ同じであることから、同程度の下水の流入があり河川内の溶存酸素飽和度は急低下するものと考えられる。また、図-3の観測では溶存酸素飽和度の急低下は起こっておらず、底層の流速を比較すると図-3の観測では時間降水量が大きいため流速は図-2の観測よりも30cm/s大きく、流速増加により底泥が巻き上がり溶存酸素を消費したのと考えられる。したがって合流式下水道のオーバーフロー水の影響よりも底泥が巻き上げられることによる影響が強いと考えられ、図-5の降雨において合流式下水道からのオーバーフローがなくともわずかに底層で巻き上げが生じることで溶存酸素飽和度は減少しその後、徐々に回復していくと考えられる。今後もさまざまな降雨において観測を行い、降雨の

表-1 出水時の流速、塩分濃度、降雨の関係

	降雨継続時間(h)	最大降雨強度(mm/h)	総降雨量(mm)	最大降雨強度4時間後		降雨後の塩分濃度の变化	降雨後の溶存酸素飽和度の变化
				流速(表層)(cm/s)	流速(底層)(cm/s)		
小規模降雨	6	8	19	18.9	2.6	降雨前と変化なし	降雨前と変化なし
中規模降雨	2	10	20	37.2	30.8	全層で低下	全層で低下
大規模降雨	14	16	89	--	--	全層で低下	全層で100%に上昇

キーワード：溶存酸素，塩分濃度，水温，大規模降雨，

連絡先 〒122-8551 東京都文京区春日 1-13-27 中央大学理工学部土木工学科河川・水文研究室 TEL 03-3817-1805

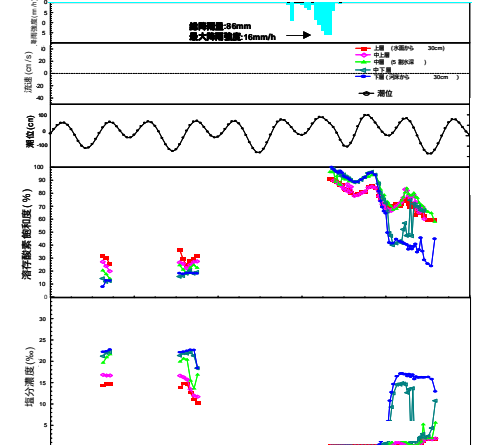
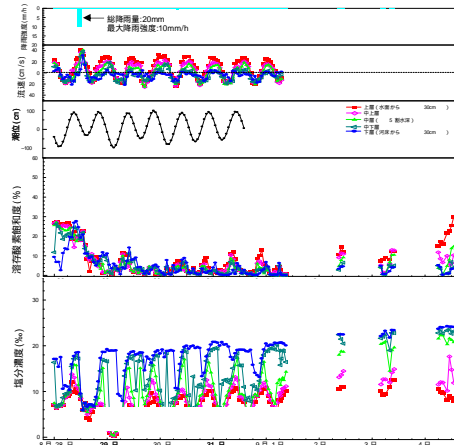
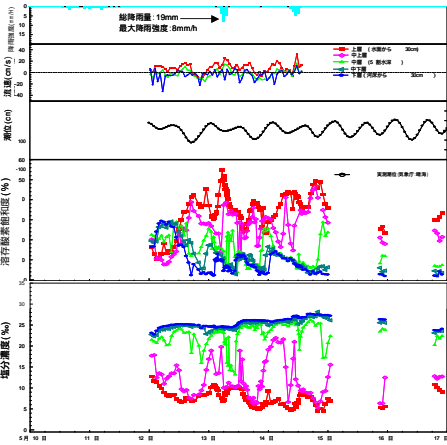


図-2 日本橋川における流速, 潮位, 溶存酸素, 塩分濃度の時系列
 図-3 日本橋川における流速, 潮位, 溶存酸素, 塩分濃度の時系列
 図-4 日本橋川における流速, 潮位, 溶存酸素, 塩分濃度の時系列

規模により溶存酸素濃度や塩分濃度の挙動を推測可能にしていく必要がある。図-5により水温は観測開始時底層よりも上層のほうが高い値を示すが、気温の低下とともに上層は底層の水温よりも低下し、その後気温の上昇に伴い再び上層は底層の水温よりも高くなり低層の値はほぼ変化していないことがわかる。この要因としては上層の方が底層よりも気温との熱交換が激しく、流速が-0.2m/s~0.2m/sとほぼ非常に小さく上層と底層で拡散が行われていないことが考えられる。また、図-6に11月4日から11月8日の水深、気温、水温のみを抽出した観測結果を示す。日中の気温上昇にともない水温も全層で上昇していることが確認できるが、その後翌日の朝方にかけて気温が低下しているにもかかわらず水温は再び上昇し、気温・水温ともにサインカーブを示す傾向があり、水温は気温の波長のほぼ1/2になっていることが確認できる。この要因としては、2つが考えられる。1つ目は、日本橋川は潮位の変化により順流と逆流を繰り返すため、日中順流時に温められた水が逆流時に再び押し戻されることで生じたものと考えられ、2つ目は夜間排出される生活排水による水再生センターからの下水処理水の水温が上昇するために生じたものと考えられる。

4. まとめ

本論文は日本橋川を対象とした出水時の溶存酸素と塩分濃度、水温の挙動に関する現地観測結果をまとめたものである。得られた知見を以下に示す。

- 1) 7時間で10.5mm, 最大降雨強度4mm/hの降雨後、溶存酸素飽和度が全層で低下・上昇する現象は確認されなかったが、表層・中層・下層ともに7日後には降雨終了時の溶存酸素飽和度より20%程度上昇していることを示した。
- 2) 河川の水温が観測開始時底層よりも上層のほうが高い値を示すが、気温の低下とともに上層は底層の水温よりも低下し、その後気温の上昇に伴い再び上層は底層の水温よりも高くなり低層の値はほぼ変化しないことを示し、日中の気温上昇にともない水温も全層で上昇しているが、その後翌日の朝方にかけて気温が低下しているにもかかわらず水温は再び上昇していることを示した。

【参考文献】1) 呉修一, 渡邊暁人, 多田直人, 山田正: 都市河川感潮域における水質の空間分布特性に関する現地観測 2) 山角康樹, 岡部真人, 加藤拓磨, 山田正: 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

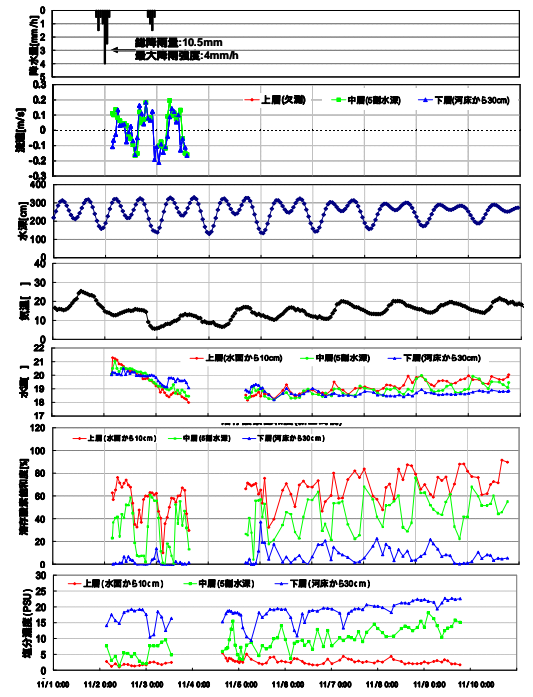


図-5 日本橋川における流速, 潮位, 気温, 水温, 溶存酸素, 塩分濃度の時系列

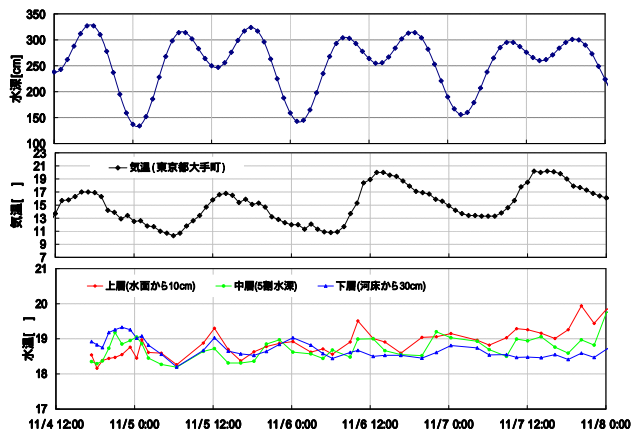


図-6 日本橋川における潮位, 気温, 水温の時系列