

雨天時越流水が流入する神田川美倉橋における表層水と底層水の水質変化

日本大学理工学研究科 博士前期課程土木工学専攻 学生会員 ○新宮大地

日本大学理工学部 土木工学科 正会員 齋藤 利晃 小沼 晋

1 背景

神田川は東京都内を流れる一級河川で、井の頭池に源を発する感潮河川ある。御茶ノ水駅周辺は聖橋や御茶ノ水橋などの歴史的な橋に合わせた美しい景観があるにもかかわらず、河川の水質基準はC累計以下であり、衛生上芳しくない。水質が高くない理由の1つとして合流式下水道越流水（CSO）が考えられる。実際、神田川には350カ所ほどの雨水吐きが設置されており、雨天時に未処理の下水が神田川に排出されている。

2 目的

神田川下流部を対象とし、その親水空間利用を目指し、雨天時における水質変化の特徴を調べた

3. 調査内容

3.1 調査地点

美倉橋（東京都千代田区東神田：隅田川との合流点から1500m上流）の中央において、採水を行った。表1に調査時の天候状況を示す

表1 各調査日の降雨条件

調査日	最大降雨強度 (mm/h)	累積降雨量(mm)	先行晴天日数(day)
2012 7/1 ～7/3	2.5	15.5	7
2012 11/11～	3	17	3

表2各調査日の各指標の濃度(晴天時は調査日の濃度平均値・雨天時は越流開始時～濃度がピーク時の50%以下になるまでの時間の濃度平均値)

調査日	単位	大腸菌	大腸菌群	NH4-	DOC	ss
		CFU/100 mL	CFU/100 mL	mg/L	mg/L	mg/L
2011 11/29 ～11/30	表層	2.7×10^3	1.5×10^4	0.5	5.2	4.4
	底層	1.2×10^2	1.4×10^3	0.7	5.9	18.7
20127/1～ 7/3	表層	2.1×10^4	9.8×10^4	1.2	5.4	3.7
	底層	1.4×10^3	1.4×10^4	0.8	4.6	9.1
2012 11/11 ～11/14	表層	9.0×10^5	2.8×10^6	0.7	11	
	底層	1.2×10^5	1.3×10^6	1.3	8.3	

3.2 採水日時・採水間隔

雨天時の連続調査は2012年7月1日19時～7月3

日10時20分および2012年11月11日4時～11月14日18時に実施された。対照となる晴天時連続調査は2011年11月29日13時30分～11月30日18時に実施された。河川水は基本的に2時間おきに採水されたが、2012年7月1日～7月3日調査に際しては、降雨強度に応じて採水間隔を適宜短縮した。

3.3 採水方法

表層はバケツで採水し、底層（水底から0.5m上）はバンドーン採水器（離合社製5026C）を用いて採水した。採水と同時に、電磁流向流速計（JFEアドバンテック社製AEM213-D）を用いて底から0.5m間隔で流速を測定した。試料は12時間以内に持ち帰り水質分析に供した。測定項目は、大腸菌と大腸菌群（クロモカルト・コリフォーム培地法）、DOC（島津製作所社製TOC-5000A）、アンモニア態窒素（インドフェノール靑吸光度法（共立理化学研究所DPM-MT）以下NH4-N）、懸濁物質（JIS-K0102、以下SS）とした。

4. 結果

表2より晴天時と雨天時の表層を比較すると、大腸菌では雨天時は表層より2～3桁濃度が高い。大腸菌群では、雨天時が1～2桁高い。NH4-Nは0.2～0.7雨天時が高くDOCでは0.2～5.8となりDOCに於いては濃度上昇が少ない状態の時もある。底層に於いては、大腸菌では雨天時は表層より1～3桁濃度が高い。大腸菌群では、雨天時が1～3桁高い。NH4-Nは0.1～0.6雨天時が高くDOCでは1.3～2.4となった。このことから大腸菌群では底層が表層より越流の影響を受けているが、DOCとNH4-Nでは、表層は底層より越流水の影響を受けていることがわかった。

図1図2図3から晴天時の大腸菌濃度は1桁程であるが雨天時には表層では大腸菌濃度が増加し緩やかに減少した。底層では短時間で濃度が増加し、短時間で濃度が減少することが観測された。短時間の濃度上昇は表層と底層の水が混合した可能性があり、越流の影響を余り受けていない可能性が考えられる。

表 3 表 4 よりから 7 月の表層に於いては各指標の濃度が上昇し始めるまでの時間のずれは確認されなかった。底層に於いては溶存態である $\text{NH}_4\text{-N}$ と DOC は大腸菌・大腸菌群より 2 時間遅く流下する結果が得られた。ピークを迎える時間は各指標にばらつきが見られた。表層では $\text{NH}_4\text{-N}$ が大腸菌と比べて 3 時間早く影響があり、底層では $\text{NH}_4\text{-N}$ より 17 時間早くピークを迎え、表層とは異なる結果が見られた。大腸菌と大腸菌群は、同じ時間帯に影響を受けることがわかる。 $\text{NH}_4\text{-N}$ と DOC も似た動きをしていることがわかった。表層の全指標が同じ時間帯に濃度上昇する理由として、調査地点の近くで越流していることや上流からの越流水が余り分散されずに流下したことなどが考えられるが、溶存態と大腸菌にはピークのずれがあるため、分散されないという可能性は低い。

表 3 表 4 より 11 月の表層では、 DOC が早く濃度上昇し、2 時間遅れで大腸菌群が上昇、さらに 2 時間後に $\text{NH}_4\text{-N}$ ・大腸菌群の濃度が上昇し始めた。河川が越流の影響を受け始めてからピークに至るまでの時間は DOC と $\text{NH}_4\text{-N}$ は同じであった。底層はかなりばらつきが見られ、 DOC は 3 時間で濃度が変化した。12 時間後に大腸菌群が上昇し、21 時間後に $\text{NH}_4\text{-N}$ と大腸菌が増えた。ピークを迎えるまでの時間は、表層に於いては溶存態がピークを迎えてその後に大腸菌大腸菌群がピークを迎えていることが観測された。底層に於いては DOC がピーク迎え、11 時間後に大腸菌群 22 時間後に大腸菌 44 時間後に $\text{NH}_4\text{-N}$ がピークとなり、2 日近く時間のずれが生じた。また時間のずれが一定の時間で増加することから、潮汐の影響を受けたのではないだろうか。

5. まとめ

越流水の影響を受けるまでの各指標間の時間ずれは表層と底層を比べると底層が少しずれていることがわかった。底層では各指標間の DOC と大腸菌で 1 日も流出時間が異なっているため表層と底層では越流水の影響の受け方が異なることが考えられる。また表層では大腸菌濃度が増加し緩やかに減少するが、底層では短時間で濃度が増加し、短時間で濃度が減少することや濃度にばらつきがあることから、表層が色濃く越流水の影響を受けていると考えられる

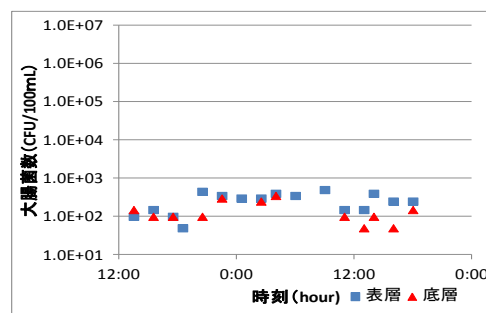


図 1 晴天時の大腸菌と経時変化

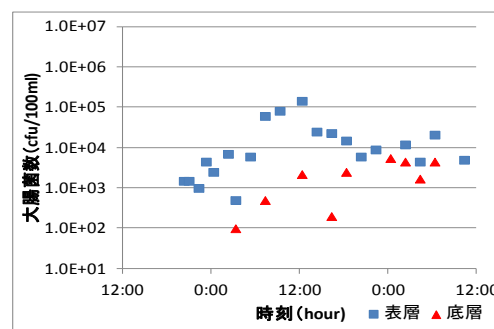


図 2 雨天時の大腸菌と経時変化 (7 月)

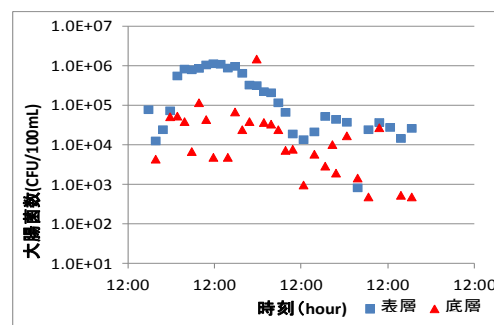


図 3 雨天時の大腸菌と経時変化(11 月)

表 3 降雨開始から流出開始までの時間

		大腸菌	大腸菌群	$\text{NH}_4\text{-N}$	DOC
7 月	表層	12	12	12	12
	底層	12	12	14	14
11 月	表層	8	6	8	4
	底層	25	14	25	2

表 4 降雨開始から流出ピークまでの時間

		大腸菌	大腸菌群	$\text{NH}_4\text{-N}$	DOC
7 月	表層	17	17	14	14
	底層	31	29	14	17
11 月	表層	18	16	12	8
	底層	25	14	47	3

6. 参考文献

- 1) 気象庁 (2011) 過去の気象データ検索,
<http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php>.
- 2) 気象庁 (2011) 潮位表 (観測場所: 東京都中央区晴海 5 丁目),
<http://www.data.kishou.go.jp/db/tide/suisan/suisan.php?stn=TK>.