

武蔵野台地北東部河川における人間活動による水質への影響評価

2014年3月修了 自然環境学専攻 自然環境評価学分野 47-126638 船津圭佑

指導教員 福田健二 教授

キーワード：都市河川，水質，人為影響

1. はじめに

都市における中小河川は高度経済成長期以来、様々な人間活動の影響（農業排水、生活排水、工業排水等）を吸収する役割を果たしてきた。しかし、近年になって河川の役割が再認識され、親水性の向上が求められるようになり、下水道整備、河川環境の保全等が進められてきた。その結果、有機汚濁の指標であるCOD、BODからみた河川水質は改善傾向にあると言えるものの、依然、浄化槽処理水等の生活排水や農業排水の流入がみられる。都市の中小河川は川幅が狭く、流量が少ないためにこのような少量の排水であっても水質へ与える影響が大きくなりやすい。さらに対象地では地下水の硝酸態窒素濃度が高く、河川内でも高い硝酸態窒素濃度が確認されている。河川の親水性をさらに高め、人々の生活を豊かなものにするためには、これらの影響を正確に把握し、水質を改善する必要がある。そこで本研究では、溶存成分の多くを占める無機化学成分を用いて排水、湧水、河川水の水質と土地利用形態等から人間活動が水質に与える影響の評価を試みた。

2. 対象河川・方法

本研究では、武蔵野台地北東部に位置する河川の、越戸川（和光市）、白子川（練馬区、板橋区、和光市）、黒目川（東久留米市、新座市、朝霞市）を対象河川として選定した（図1）。これらの河川はいずれも武蔵野礫層、武蔵野ローム層からの湧水を源流とする都市内中小河川である。流域内は70%~80程度が建物用地として使用されているが、農地が残存しており、土地利用が多様である。東京都内では下水道普及率がほぼ100%であるのに対して、埼玉県内では浄化槽が使用されており、排水の一部が河川に流入しているとみられる

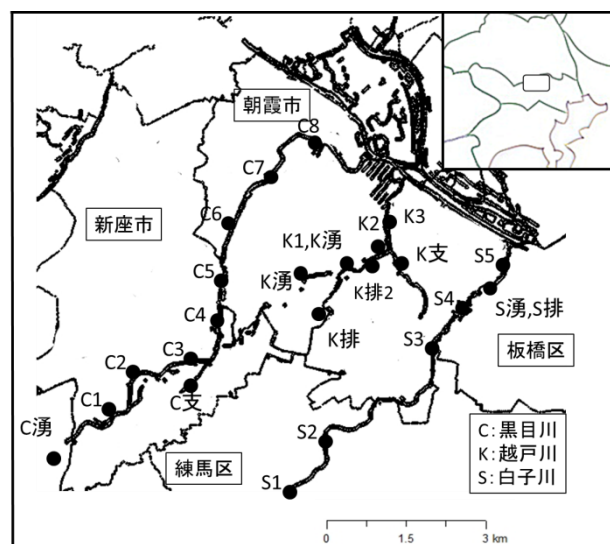


図1. 調査地と採水地点

現地調査は2012年夏季(5-10月)、2013年冬季(1-2月)、2013年夏季(7-9月)、2013秋季(11月、湧水試料のみ)に行い、27地点から、72試料を採水した。採水後、pH、EC、 NH_4^+ を測定した。実験室では主要溶存化学成分(Na^+ ・ K^+ ・ Mg^{2+} ・ Ca^{2+} ・ F^- ・ Cl^- ・ NO_3^- ・ NO_2^- ・ PO_4^{3-} ・ SO_4^{2-} ・ HCO_3^-)を原子吸光光度法、及びイオンクロマトグラフ法により測定し、土地利用と水質の関係性、排水と湧水の混合比に着目して解析を行った。

3. 結果・考察

土地利用と水質の関係性

主要溶存化学成分と土地利用の相関を

調べた結果、人為影響を表す指標である Na^+ 、 Cl^- が建物用地と負の相関を示した。一方、農地と正の相関があるとされている NO_3^- 、 SO_4^{2-} に関しては有意な相関が無かった。これは東京都内では建物用地率が高く、浄化槽設置数が少ない一方で、埼玉県内では建物用地率が低く、浄化槽設置数が多いことを反映していることが考えられ、浄化槽からの排水が水質を決定する大きな要因であることが示唆された。

混合比の計算

主成分分析の結果では第一主成分に排水の水質特性、第二主成分に湧水がもつ農地由来の水質特性がみられ、水質の大部分が排水と湧水の混合によって説明可能であることが示唆された。そこで対象河川の水質が排水と湧水の混合であると仮定し、EMMA法 (End-Member-Mixing-Analysis) により、End-member を採水することができた白子川、越戸川の排水と湧水の混合比計算を行った(図 2)。その結果、越戸川の水質は湧水が 74~84%、排水が 16~29%と計算され、排水の影響が湧水によって緩和されていることが示唆された。また EC の値は排水の割合と相関があった。EC が同程度の場合でも 2013 冬試料において排水の割合が高かった。白子川は排水 3%~13%、湧水 32%~87%、最上流の河川水が 6%~70%の割合で混合されたものであると計算され、下流に向かうにつれて断続的に湧水が流入していることが示唆された。

人間活動の影響

これらの結果から、本研究対象河川への人間活動の影響は主に浄化槽からの生活排水と結論づけられた。

しかし、人間活動の影響はこのような浄化槽排水の直接流入だけではなく、本研究の対象地では Na^+ ・ Cl^- ・ NO_3^- ・ SO_4^{2-} 濃度が高い湧水が存在しており、地下水の汚染が示されたことからこうした面源負荷の低減についても考慮する必要がある。

表1. 土地利用と無機化学成分の相関口

	Na^+	K^+	Mg^{2+}	Ca^{2+}	Cl^-	NO_3^-	SO_4^{2-}	HCO_3^-
田	0.50	0.01	0.19	0.11	0.36	-0.54	0.53	0.51
農地	0.27	-0.41	0.12	-0.18	0.15	0.14	0.37	-0.05
森林	-0.25	-0.09	-0.17	-0.13	-0.20	0.46	-0.23	-0.23
荒地	0.61	-0.14	0.07	0.09	0.41	-0.40	0.70	0.48
建物用地	-0.56	-0.09	-0.19	-0.17	-0.47	0.55	-0.54	-0.54
道路	-0.25	-0.10	-0.11	-0.12	-0.15	0.49	-0.27	-0.37
鉄道	-0.28	0.30	0.24	0.02	-0.14	-0.24	-0.39	0.03
工業用地	0.11	0.39	0.04	0.25	0.16	-0.45	0.01	0.33
河川+湖沼	0.66	-0.16	0.12	0.08	0.46	-0.43	0.74	0.51

黄色に着色した項目は $p < 0.01$ で有意

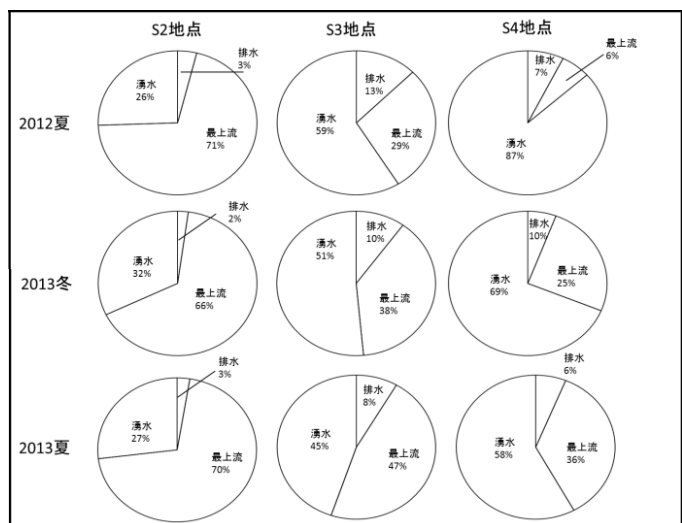


図2. 白子川の混合比

Influence of human activities on water quality of rivers in north-east Musashino plateau

March 2013, Department of Evaluation of Natural Environment

47-126638 Keisuke FUNATSU

Supervisor, professor, Kenji, FUKUDA

Keywords: urban river, water quality, human impact

1. Introduction

Urban rivers have been suffering from various human impacts by accepting (wastewater of industries, agriculture and sewage since high economic growth period. Recently, river became expected to be a place to have contact with water. Because of sewage improvement and river development, COD and BOD of rivers water are now lower than before, but still there is inflow of wastewater from septic tanks and agricultural activities in suburban areas. As Urban rivers have narrow channel and small flow quantity, small human impacts can affect the water quality. To improve environmental quality of rivers for people's life, we should accurately evaluate the effects of human impacts on river water quality.

2. Study area, Method

This study focused on four rivers in east Musashino plateau, Koedo river, Shirako river, Kurome river. These rivers mainly derived from spring water of Musashino loam or gravel layer. Buildings and houses occupy 70-80% of the total area of river basin, but there are some farmlands. Sewer is prevailed in Tokyo prefecture but some houses use a septic tank in Saitama prefecture, with its wastewater discharged to the river. Watersampling was performed on summer of 2012, winter of 2013, summer of

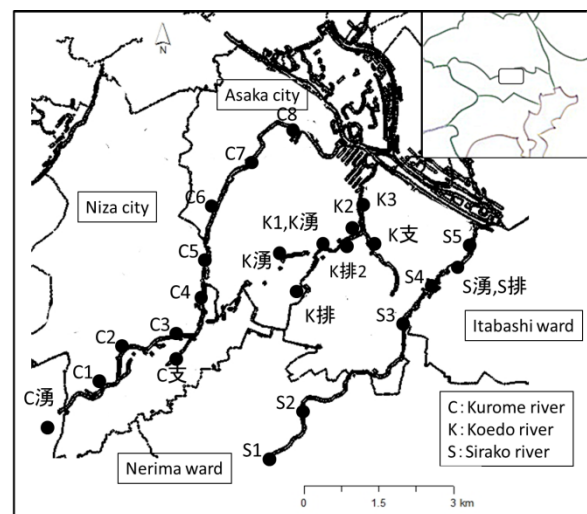


Fig.1 Study area and sampling sites

2013. In total, 72 samples from 27 points were collected (Fig.1) and applied to chemical analysis. The pH and EC were measured in situ. Concentration of major dissolved components (Na^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , F^- , Cl^- , NO_3^- , NO_2^- , PO_4^{3-} , SO_4^{2-} , HCO_3^-) were respectively measured by atomic absorption spectrophotometry and Ion chromatography. Relationship between the land use and water quality were analyzed, and the mixing ratio of wastewater and spring water are calculated by the EMMA analysis.

3. Result and Discussion

Relationships between land use and water quality

$\text{Na}^+ \cdot \text{Cl}^-$ as the indices of human impacts, had negative correlation to the area of building site. $\text{NO}_3^- \cdot \text{SO}_4^{2-}$, didn't show significant correlation to farmland area. Wastewater from septic tanks seemed to be the major factor to influence the water quality.

Mixing ratio of wastewater and spring water

From the result of Principal Component Analysis, The first component had character of the wastewater, and second main component has character of spring water. Thus water quality could be explained by mixture of wastewater and spring water. The result of EMMA (Fig.2) showed Koedo river was composed of 16~29% of wastewater and 74~84% of spring water, Sirako river are composed of 3~13% of wastewater, 32~87% of spring water and 6-70% of uppermost water. There was a correlation between EC and percentage of wastewater.

Human impacts

These results showed main human impact in this study area is wastewater from septic tanks. But some spring water have high $\text{Na}^+ \cdot \text{Cl}^- \cdot \text{NO}_3^- \cdot \text{SO}_4^{2-}$ concentration in this study and it might also have influenced on water quality of rivers. Therefore non-point pollution should simultaneously be considered.

Table.1 Correlation between major dissolved component and land use

	Na^+	K^+	Mg^{2+}	Ca^{2+}	Cl^-	NO_3^-	SO_4^{2-}	HCO_3^-
rice field	0.50	0.01	0.19	0.11	0.36	-0.54	0.53	0.51
farmland	0.27	-0.41	0.12	-0.18	0.15	0.14	0.37	-0.05
forest	-0.25	-0.09	-0.17	-0.13	-0.20	0.46	-0.23	-0.23
barren	0.61	-0.14	0.07	0.09	0.41	-0.40	0.70	0.48
building	-0.56	-0.09	-0.19	-0.17	-0.47	0.55	-0.54	-0.54
road	-0.25	-0.10	-0.11	-0.12	-0.15	0.49	-0.27	-0.37
railroad	-0.28	0.30	0.24	0.02	-0.14	-0.24	-0.39	0.03
factory	0.11	0.39	0.04	0.25	0.16	-0.45	0.01	0.33
river+lake	0.66	-0.16	0.12	0.08	0.46	-0.43	0.74	0.51

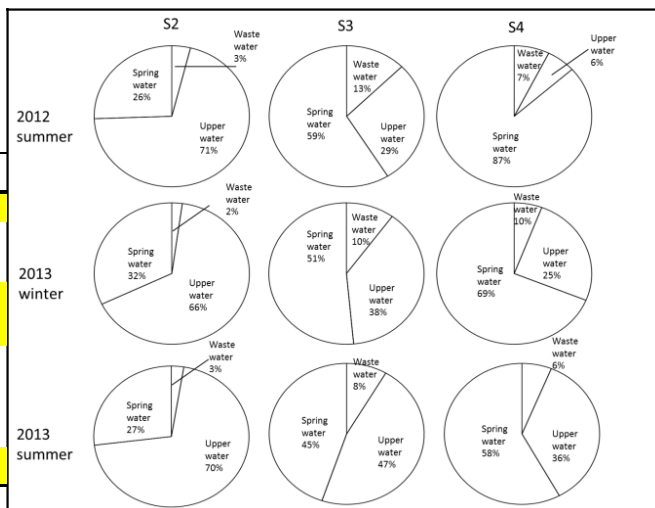


Fig.2 Mixing rate of Sirako river