

埼玉県北部の複合型土地利用流域における

水質形成機構に関する研究

2007年3月 自然環境学専攻 56718 中溝恵理子

指導教員 大森博雄教授

キーワード：河川水質，流域，主要無機イオン，面源負荷

1. はじめに

河川水は水道水や農業用水として人間生活で使用され、人間活動に由来する様々な物質を含んで再び河川へ戻される。特に都市域では、大量の物質を含んだ状態で河川へ放流される現状があり、水環境の悪化をもたらしている。都市域の拡大を促す都市計画が各地で策定されており、郊外において都市域が拡大することによる水環境の悪化が懸念されている。良好な水環境を持続的に維持・管理していくためには、河川水質の形成機構を流域単位で明らかにし、人間活動が水質に与える影響を把握する必要がある。流域における河川水質に人間活動が与える影響は点源または面源から負荷されたものである。汚染対策が困難である面源負荷が水質に与える影響は大きく、面源負荷の実態と水質との関連性を検討していく必要がある。土地利用は面的な広がりを持ち、自然状態の森林域と人間活動が活発な市街地などを反映し、面源負荷の指標として用いることが可能である。

そこで本研究では、自然状態の水質および人間活動の影響を反映する主要無機イオンを用いて、水田と市街地が混在する土地利用をもつ中規模流域の河川において、河川水質の形成機構を明らかにする事により、人間活動による面源および点源負荷の影響を土地利用分布の観点から検討することを目的とした。

2. 研究対象地域

埼玉県北部に位置する市野川（流路延長 38.15km，流域面積約 141.2km²）および吉野川（流路延長約 11km，流域面積約 13.6km²）を対象河川とした。小規模河川である吉野川は点源負荷を比較検討するために用いた。

市野川の上流部はなだらかな丘陵で、田畑、雑木林に囲まれ、中流部には東松山市などの市街地があり、下流部には水田地帯が広がっている。吉野川の最上流は森林で上流部には住宅地が多く、中流部から下流部にかけては、農地が卓越し、特に河川近傍には水田地帯が多く、最下流部には春日丘工業団地からの排水が流入している。両河川の流域内には森林、水田、畑地、宅地、工業用地、ゴルフ場など様々な土地利用が展開している。

3. 方法

2005年8月から2006年9月にかけて現地調査を行い、河川本流、本流合流点直上における支流および本流に流入する排水口からの採水を行った。ポリバケツを用いて表層水の採水を行いポリビンに入れて実験室へ持ち帰った。現地で、水温、pH、電気伝導度（EC）、pH4.8アルカリ度（HCO₃⁻に換算）を測定し、実験室でNa⁺、K⁺、Ca²⁺、Mg²⁺、Cl⁻、NO₃⁻、SO₄²⁻の主要無機イオンをイオンクロマトグラフィーにより測定した。

土地利用の解析には、国土交通省が提供している国土数値情報（100m 土地利用メッシュ）の1997年版データを、GISソフト（TNTmips Ver.7.0, MicroImages社）を用いて集水域解析を行い、地形図の等高線と照合した上で土地利用面積を算出した。

4. 結果および考察

市野川の上流における河川水のECは 264~351 $\mu\text{S/cm}$ を示し全国の渓流水よりも高い値を示した。源流がコンクリートで整備された溜池となっており、溜池内で水が長時間滞留しコンクリートから Ca^{2+} 、 SO_4^{2-} 、 HCO_3^- が溶出し蓄積することによって高いECを示したと考えられた。寄居TRもコンクリートで覆われたゴルフ場の溜池となっており、溶存成分が非常に多く (Table1), 本流水に大きく寄与していた。寄居TRの濃度を希釈した水質を示した新川の上流域にもゴルフ場が多く存在し、溜池の影響があらわれていると考えられた。市野川の中流部で水質がNa-Clに富む形となり、流域下水道の下水処理場からの流入水が本流に寄与していた。市野川の中で最も流域面積の大きい支流である滑川は、下流部に工業団地が存在している。滑川の各調査日の水質型は市野川の最下流部付近の水位変動と連動しており、濁水位付近の時の水質はNa-Cl型を示し、季節変動の少ないと考えられる工業団地からの排水の影響が寄与していたと考えられた。これと同様に、小規模河川である吉野川でも下流部でNa-Cl型の工業団地排水が流入し、本流水に大きく寄与していた。市野川の流域特性として第1主成分(PC1)に「低地開発度」、第2主成分(PC2)に「農用地開発度」が得られた (Table2, Fig.1)。水質との関係では、PC1と Na^+ 、 Cl^- 、 NO_3^- に高い正の相関が得られ、建物用地などの不浸透域が増加するほどこれらのイオン濃度が増加していくと考えられた。PC2と SO_4^{2-} は9/4のデータのみ危険率5%の有意な正の相関を示し、農業で施肥される硫酸が流出したことによるものだと考えられた。

Table 1 市野川へ流入する河川および水質の特徴

市野川への流入地点	流域面積	流路延長	土地利用	EC [$\mu\text{S/cm}$]	水質型	11/26	3/31	6/3	9/4
寄居TR	32.4km ²	約0.5km ²	0.5km	446~748	Mg, SO_4 に富んだCa- HCO_3 型				
新川	25.6km ²	約5.6km ²	3.4km	423~547	Mg, SO_4 に富んだCa- HCO_3 型				
粕川	21.7km ²	約6.4km ²	4.3km	380~540	SO_4 に富んだCa- HCO_3 型				
滑川	11.3km ²	約38.3km ²	14.6km	354~755	Na, Clに富んだCa- HCO_3 型、またNa-Cl型				
横見川	7.6km ²	約8.6km ²	8.0km	402~454	Na, Clに富んだCa- HCO_3 型	No data	No data		
新江川	7.5km ²	約9.5km ²	6.5km	282~304	Ca- HCO_3 型	No data	No data		

5. まとめ

流域の水質は人間活動の影響を点源および面源で受けており、小規模流域ほど流量が少ないために点源の流入水に支配されやすい。また、人間活動の影響があらわれ

やすい時期には「低地開発度」で大きな寄与を示した建物用地とイオン濃度との関係が顕著にあらわれてくると考えられる。

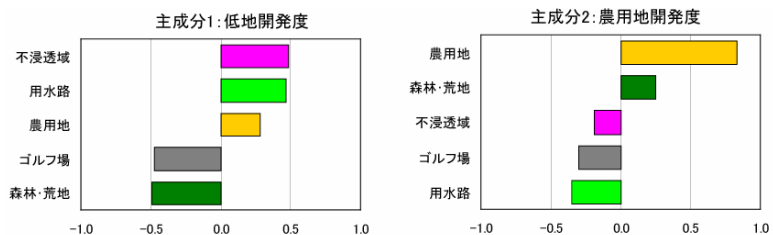


Fig.1 主成分1及び2の固有ベクトル

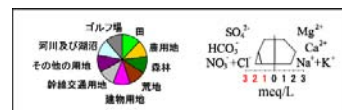


Table 2 主成分の寄与率

主成分	固有値	寄与率(%)	累積(%)
1	3.59	71.78	71.78
2	1.00	19.93	91.71

Formation of water quality in complex landuse watershed located in the northern Saitama

March, 2007

Department of Natural Environmental Studies 56718 Eriko NAKAMIZO
Supervisor, Professor Hiroo OHMORI

Key words : river water quality, watershed, major inorganic ion, load from nonpoint source

1. Introduction

People use river water for tap water and agricultural water, and load various materials. Problems of water environment are serious in urban area, because a large amount of materials is loaded to river water. In the urbanizing suburbs, degradation of water environment is a big issue, and also in the world. To conserve good water environment, it is necessary to understand the influence of human impact, and to clarify formation of water quality in each watershed. Load of nonpoint source from human activities affect river water quality. It is necessary to discuss about relationship between river water quality and nonpoint source. Landuse is the indicator of nonpoint source. Because it reflects forest area-natural zone and urban area-human zone.

Therefore, this study aimed to clarify the formation of water quality with the use of major inorganic ion, and to discuss the influence of nonpoint source using landuse as a indicator of the human activities.

2. Study Area

The study rivers are Ichino river (Length: 38.15km, Basin Area: 141.2km²) and Yoshino river (Length: 11km, Basin Area: 13.6km²) located in the northern Saitama.

In Ichino river, upper stream area is consist of hill, arable land and brush, middle stream area is urban area of Higashimatsuyama city, lower stream area is consists of paddy field. In Yoshino river, upper stream area is consist of forest and housing, middle stream area and lower basin is agricultural field, industry wastewater flows in the lower stream area. Both rivers have various landuses.

3. Methods

River water was surveyed during Aug. 2005 to Sep.2006. In the field, water temperature, electronic conductivity, pH, and alkalinity were measured. Major inorganic ion concentrations(Na⁺, K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, Cl⁻, NO₃⁻, SO₄²⁻) were analyzed in the laboratory.

To analyze the land use, Digital National Information (100m mesh) published in 1997 was used. Land use proportion of each drainage basin was calculated by GIS.

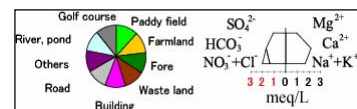
4. Results and Discussion

In Ichino river, EC of upper river is 264-351 μ S/cm which is higher than that of the

mountain stream in Japan. Headwaters of Ichino river is holding pond made by concrete. In the holding pond, Ca^{2+} , SO_4^{2-} and HCO_3^- are liquated out and accumulate. Because of this phenomenon, EC of upper river is very high. Concentration of dissolved ions in Yorii TR is very high because of holding pond made by concrete. Same mechanisim should be figured out that Shin river's water quality and that of the diluted water from Yorii TR have the same ion type. Ion type in the Middle part of Ichino river is Na-Cl. Because treated water contribute a lot to the main stream water quality. Industrial campus located in the lower part of Name river, the biggest basin area of tributary in Ichino river, also contribute a lot to the river water quality. Each survey's ion type of Name was synchronized with the water level change of the lower measuring point. When the value is the lowest level, ion type was Na-Cl. This is because the industrial water contributed to the main stream of Name river. In Yoshino river, small basin area, industrial water had Na-Cl type and also contributed to the main stream. In Ichino river, Principal Component Analysis (PCA) has been conducted. PC1 is namesd Development lowland, PC2 is named Development Farmland(Table2, Fig.1). Relationship between PC1 and water quality is high correlation with Na^+ , Cl^- , NO_3^- . When ratio of impervious area increase, these ions are increase. Relationship between PC2 and water quality was high with SO_4^{2-} only at 4th Sep. 2006. This may happen with the ion run off from fertilizer.

Table 1 Characteristic of the river flow into Ichino river

Tributary	input point	Basin Area	Length	Landuse	EC[$\mu\text{S/cm}$]	ion type	11/26	3/31	6/3	9/4
Yorii TR	32.4km	0.5km ²	0.5km		446~748	Ca-HCO3(High Mg,SO4)				
Shin R.	25.6km	5.6km ²	3.4km		423~547	Ca-HCO3(High Mg,SO4)				
Kasu R.	21.7km	6.4km ²	4.3km		380~540	Ca-HCO3(High SO4)				
Name R.	11.3km	38.3km ²	14.6km		354~755	Ca-HCO3(High Na,Cl) or Na-Cl				
Yokomi R.	7.6km	8.6km ²	8.0km		402~454	Ca-HCO3(High Na,Cl)	No data	No data		
Shine R.	7.5km	9.5km ²	6.5km		282~304	Ca-HCO ₃	No data	No data		



5. Conclusion

Water quality of basin area is affected point source and nonpoint source from human activities. Water quantity of small basin area is very small, water quality is dominated by point source. When water quantity is very small, there is very high relationship between building and ion concentration.

Table2 Eigenvalues of PCA

	Principian component	
	1	2
Eigenvalues	3.59	1.00
Coefficients of determination	0.7178	0.1993
Cumulative contribution	0.7178	0.9171

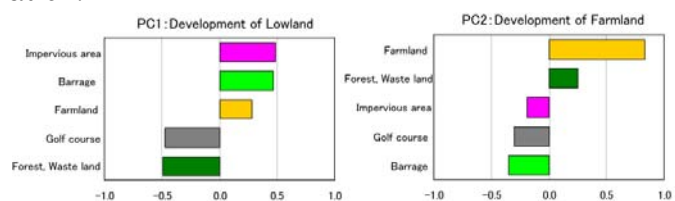


Fig.1 Principal component