

下水道完備の都市河川における降雨流出に伴う溶存物質負荷

2006年3月 環境学専攻自然環境コース 46722 中山 大輔

指導教員 教授 大森 博雄

キーワード；水質組成, 下水道完備, 降雨流出, Mg/Ca の比

1. はじめに

都市中小河川の水質は、下水を通じ人為的な影響を強く受けている。田中・小倉(1978)は1976年下水道普及率(下水道処理区域内人口/行政区域内人口)が約40%の多摩川支流である野川にて、流域住民の生活パターンに合わせた水質の日変動を確認した。しかし、下水道普及率が100%となっている2005年現在の野川では水質の日変動も小さく、一日当たりの平均負荷量も大きく減少し安定した水質となっている。昭和50年代には全国で20数%に過ぎなかった下水道普及率も平成17年には68.1%、東京では98.2%となった。平成19年までに全国での普及率を72%まで向上させる整備目標もあることから、今後さらに下水道は全国規模で普及していき、河川の水質は改善、安定していくと考えられる。

しかし、未だ降雨時において都市河川は短時間に大きな負荷を受けていることが考えられ、下水道が完備され水質が安定した都市河川の次なる課題として、降雨流出に伴う面的な負荷が考えられる。そこで下水道普及率が100%である河川を対象にすることにより、都市域の日変動と降雨流出時の成分分離が可能であると考えられ、水質組成の変化を中心に降雨時における都市河川の水質形成過程を議論することを本研究の目的とする。

2. 研究方法

(1) 研究対象地

下水道完備の点、また多方面から見た多くの既往研究がある点から多摩川支流である野川を選定した。また、比較検証のため野川の支流である仙川も研究対象とした。

(2) 研究手法

自然的な影響、人為的な影響の双方を評価できる無機イオン濃度を主な指標とする。また、降雨流出の既往研究ではほとんど考えられてこなかった水質組成比に注目し、降雨時における水質変化を中心に検討する。

(3) 測定項目

現地にて水温, 電気伝導度, pH, 水位または水深と流速, pH4.3アルカリ度, 採水(100ml)を行う。なおpH4.3アルカリ度は HCO_3^- 濃度の算出のために測定。その後実験室にて高速液体クロマトグラフ)によって主要溶存無機成分である Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Cl^- , NO_3^- , SO_4^{2-} の7項目と NH_4^+ , NO_2^- の2項目の濃度を定量分析した。

3. 結果及び考察

野川下流と仙川下流での降雨流出特性は、人為的な影響が強いと思われる仙川の方にファーストフラッシュなど流量増加時に溶存成分の濃度が上がる高流出負荷が確認された。しかし、その際に水質組成の変化は見られなかった。一方、野川は1回目の流量ピーク時に NH_4^+ が濃度ピークを示しその後も高濃度で維持される。本研究ではこれを下水処理水の越

流に由来するものであると考えた。

組成比による検討にはトリリニアダイヤグラムを用いた。量的な関係がわからないという欠点が挙げられるが、トリリニアダイヤグラム上にデータをプロットすることにより視覚的に降雨流出の経時変化を見ることができる (Fig.)

次に 8 月に観測された降雨流出時の野川と仙川の水質組成比を変量にクラスター分析を行い、その結果 3 タイプの水塊に分類することができた。水質は水位の高低に対応して変化し、それぞれ低水領域グループ、中間領域グループ、そして高水領域グループと呼ぶことにした。

基本的に両河川とも流量増加とともに水質組成比は低水領域グループから中間領域グループ、そして最終的に高水領域グループへ移行する。陽イオンの組成比の推移に注目すると、両河川とも Ca^{2+} の割合が増加し、 Mg^{2+} の割合が減少していることがわかった。仙川においては低水領域グループから高水領域グループまで直線的に推移しているが、野川においては中間領域グループにおいて大きく水質変化が生じており、先述した下水未処理水の影響が水質組成比に大きな影響を与えている事がわかる。しかし、その後は流量増加に伴い下水未処理水の影響が薄れ、高水流域グループへと推移する。

次に野川と仙川の高水領域グループの組成比を比較してみると、類似した水質組成になっていることがわかった。しかし、その後行った 11 月の観測では降雨量が少ない点もあり、水質組成の推移は見られず、高水領域グループへの再現性は不明であった。

そこで両河川が高水領域グループにおいて同じ水質になる可能性を検討するため、両河川の水質組成の Mg/Ca の比の関係を見たところ、Mg/Ca の比は流量が増加中に直線的に減少する傾向を示し、逡減期には野川の Mg/Ca が増加する方向にヒステリシスを描くことがわかった。この傾向は 8 月と 11 月の観測の両方において確認されており、直線的に減少する際の傾きが近い値をとることから、流量が長い間増加し続ければ、野川と仙川の水質は同じ負荷を受け、最終的に同じ組成になる可能性があることが考えられる。

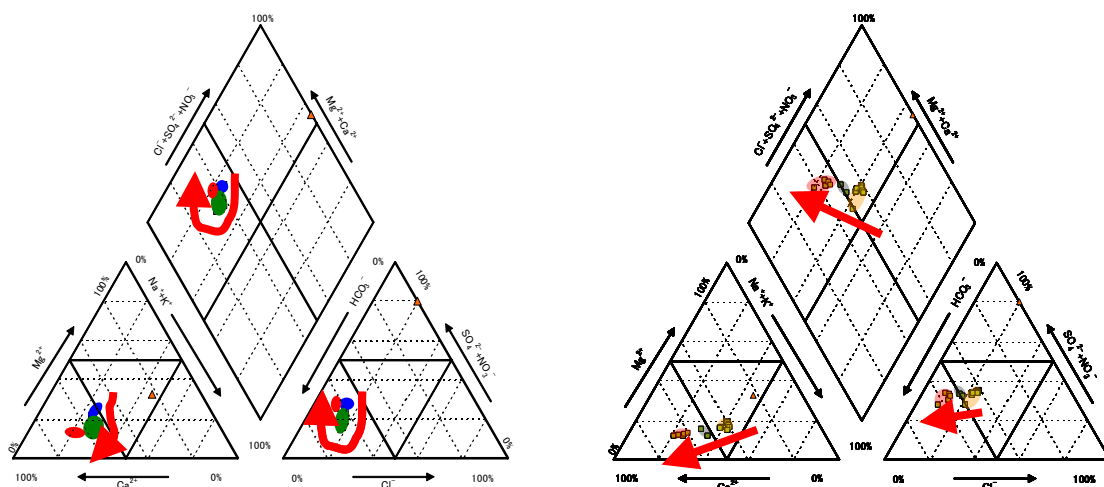


Fig. 8月25日の野川(左)仙川(右)における降雨に伴う水質組成変化
(矢印は時間変化を表し、オレンジ色の△は雨水の成分組成を示す)

Loadings of Dissolved Matters by Rainfall Runoff
in Urban River Complete with Sewage System

Mar. 2006, Institute of Environmental Studies, Course of Natural Environmental Studies

46722 Daisuke NAKAYAMA

Supervisor; Professor, Hiroo Ohmori

Keywords; the relative proportions of water quality, complete sewage system, rainfall runoff, proportion of Mg/Ca

1. Introduction

The quality of urban river water is affected by anthropogenic impact through linkage with sewage water. And it shows fluctuation of water quality in a day, as is shown by Tanaka · Ogura(1978)' s study in Nogawa River. But now there is no fluctuation of water in a day at Nogawa River because of complete sewage system.

However there is still enormous loading to the urban river in a day during storm. So in this study, it is thought that the next assignment to urban river which is complete sewage system is the loadings from river basin during storm.

The purpose of this study is to discuss the formation of water quality of urban river during rainfall runoff.

2. Methods

The study area is Nogawa River tributary of Tama River, and Sengawa River tributary of Nogawa River which are complete sewage system.

Inorganic ions are used for the index of water quality in this study. They are measured by quantitative analysis using ion chromatography analysis.

And discussion of the formation of water quality is using relative proportions.

3. Result

The first-flush, concentration of dissolved matter shows increasing during rising of stream flow, is seen in Sengawa River which seems more anthropogenic impact than Nogawa River. But there is no changing in relative proportions of water quality.

And in Nogawa River, there is high concentration of NH_4^+ at the first peak of stream flow. It is thought that it belongs to the sewage water caused by over flow.

In discussion about relative proportions of water quality in this study, tri-linear diagram is used for its expression (Fig.).

Then makes cluster analysis of water samples of Nogawa River and Sengawa River during rainfall runoff which was sampled in August by its relative proportions. In the result,

it can be classified into 3 types of relative proportions group, named each group “low area group”, “middle area group” and “high area group”.

Both river’s relative proportions of water quality is in “low area group” at first. And it makes the transition to “middle area group” by rising of stream flow. Finally, it makes transition to “high area group”. At changing of relative proportions of water quality in cation, it is seen that proportion of Ca^{2+} are increasing, and proportion of Mg^{2+} is decreasing at all process. In Sengawa River, the transition from “low area group” to “high area group” shows rectilinear changing. But there is significant changing in relative proportions of water quality in “middle area group” of Nogawa River. It is thought of as effect of sewage water as previously noted.

The relative proportions of water quality in “high area group” shows same proportions that of Nogawa River and Sengawa River. But the result in November it can’t see transition of the relative proportions of water quality because of less rainfall. So it can’t confirm that the being same relative proportions in “high area group” at both river is repeatability or not.

So for the discussion of repeatability in “high area group”, looking relation of Mg/Ca between Nogawa River and Sengawa River, it shows rectilinear relation during stream flow rising in result in August and November. And slope of its rectilinear relation has nearly value. The result suggested it has possibilities that the repeatability in “high area group” will be seen if the stream flow rising continue for long time.

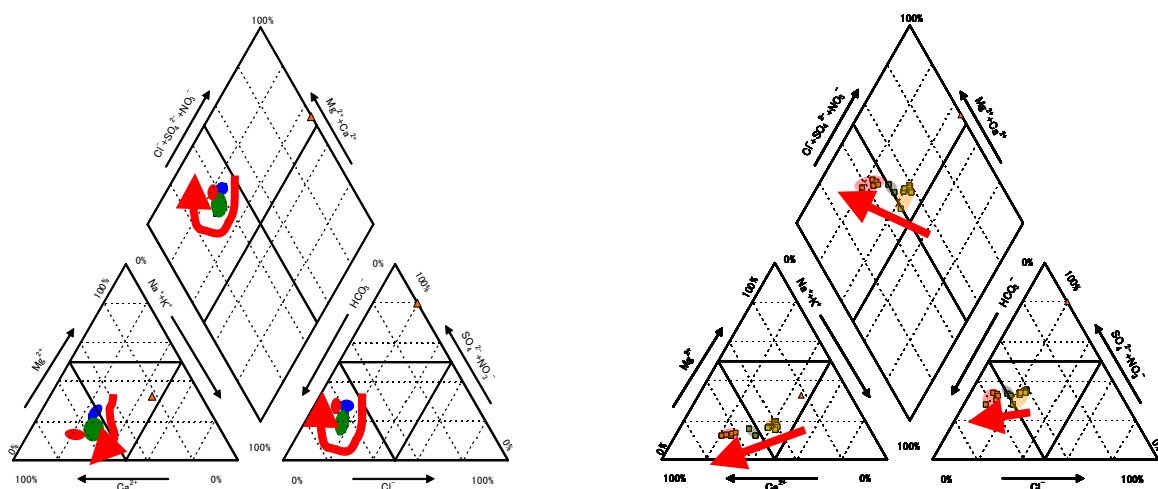


Fig. The temporal change of the relative proportions of water quality during rainfall runoff at Nogawa River and Segawa River in August

(The arrow shows temporal change, orange△shows the relative proportions of rainwater)

References cited : Tanaka, Y · Ogura, N (1978) : Human Activities Affecting Water Quality of the River –first report fluctuation of water quality in weekend and holiday-, Journal of Waste and Water20(10), The Industrial Water