

手賀沼流域河川における水質の降雨流出時特性と

年間負荷量の定量評価

2008年3月 自然環境学専攻 47-66717 妹尾 佳明

指導教授 山室 真澄 教授

キーワード：主要無機イオン、降雨時流出、土地利用、総負荷量

1. はじめに

世界的な水環境の悪化が問題視されている。日本でも下水道の普及などで一見水質汚濁問題に決着がついているようだが、現在の水環境に関する課題として流域におけるバランスの取れた物質循環を維持する為に、それぞれの発生源で汚濁を削減し、流域全体からの総負荷量を総合的に考えることが重要であるが、流域には様々な負荷発生源が存在し、特に都市域の拡大により、下水道整備等の従来からの対策では対処できない面的、非点源的な負荷に関する知見が求められている。面源負荷に関する精度の高い評価を行ううえで、降雨時の水質動態を把握することは極めて重要である。それは降雨時の水質が平水時のものと質・量の両面から全く異なっており、その重要性が叫ばれている反面、降雨という自然イベントの性格上、なかなかその知見は集まりにくい。そこで本研究の目的は降雨における水質の動態を土地利用との関係を中心に質的・量的に評価していくことである。

2. 対象地

本研究の対象地は千葉県北西部に位置する手賀沼流域にある大堀川（流域面積 25k m²）大津川（流域面積 25k m²）染井入落（流域面積 8k m²）湖北集水路（流域面積 3k m²）の四河川である。大堀川・大津川の流域は流山市・柏市・松戸市・鎌ヶ谷市周辺は近年、開発が進んでおり、今後も都市化が進むと予想されている。手賀沼は近年まで湖沼水質ワースト 1 であり、最近では改善が進んでいるものの、更なる水環境改善のため流域規模でモニタリングや対策を必要としている。

3. 研究方法

対象河川を様々な土地利用を持つ小流域に分類し、各流域の水質と土地利用特性について検討を行った。水質調査に関しては現地にて EC、pH、水温、アルカリ度を測定し実験室へ持ち帰った水サンプルをイオンクロマトグラフを用いて主要無機イオン濃度（Na⁺、K⁺、Ca²⁺、Mg²⁺、Cl⁻、NO₃⁻、SO₄²⁻）を測定した。流域の土地利用状況に関しては国土地理院発行の数値情報地図（10メッシュ土地利用・首都圏版 1994年）を GIS ソフトである TNTmips6.9 (MicroImages社) を用いて解析を行った。また、大堀川・大津川の負荷量算出のための流量データ作成には国土交通省利根川下流河川事務所提供の水位データと H-Q 曲線データを用いた。

4. 結果と考察

各流域で渇水期（12~3月）と豊水期（5~9月）において平水時の採水調査を行った。イオン別で見ると概ねどの河川でも Ca²⁺、Mg²⁺ に季節変化が見られ、豊水期に濃度が上昇

していた。降雨時の調査も行い、四河川同日観測 1 回、大堀川・大津川の同時観測 3 回、染井入落・湖北集水路の同時観測 1 回、台風調査 1 回のデータが得られた。

流域内の土地利用を主成分解析した結果緑地残存度・造成地度・産業用地度の 3 成分が対象河川流域の土地利用特性を示していると考えられ、これらの項目と水質について単相関を見てみた。緑地残存度と NO_3 に負の相関、造成地度と Ca^{2+} に正の相関、産業用地度と SO_4^{2-} に正の相関が見られ、いずれも人為物質由来と考えられた。

降雨時の水質に関しても、同様に主成分解析を行い「緑地被覆度」と「畑地度」の二つの成分を抽出した。降雨時の調査は最下流部での定点調査なので小流域のサンプル数の違いから単純に相関係数を比較できないが、一回の降雨イベントで河川水中の濃度がピークの時と濃度が最も低下した時では、相関の高い主成分が移動しているイオンもあり、降雨により経時的に負荷発生環境が変化することによると考えられる。

5. 調査データからの年間負荷量推定

流量データが取得可能な大堀川・大津川に関して 06 年 12 月～07 年 11 月までの 12 ヶ月間の各河川における年間負荷量の算出・推定を行った。

取得した水位データと H-Q 曲線データから流量データを作成する。今回の研究における調査で負荷量を実測できた調査が大堀川・大津川で計 8 回あるので、そこから降雨イベントに関する特性を、「総降雨量」など 5 項目設定しそれらを説明変数、各主要無機イオンの負荷量を目的変数として重相関分析を行い、26 種類の組み合わせから妥当な決定係数、有意のあるモデル式を選択し、年間に起こった降雨イベント(大堀川 45 回、大津川 41 回)におけるそれぞれの特性項目を入力し、各降雨イベント毎の負荷量を算出。(fig.1) それらを合計して 1 年間の降雨時負荷量を算出。平水時の負荷量と合計して 1 年間の総負荷量とした。

その結果、大堀川は Na^+ イオンで年間 884 トン、そのうち 225 トンを降雨時が占めていた。これは年間の調査時間における降雨時間の割合(5%程度)に比べかなり大きく、降雨時の負荷が以下に短時間で莫大な量となるか明らかになった。また、通常の閉鎖性水域への環境評価のために行われている流入負荷量算出等でたびたびあるように、降雨時の負荷を考慮せずに年間負荷量の算出を行った場合、どの程度差が出てくるのかも算出してみた。それによると大堀川では K^+ で誤差 26%だったのを最大に 20%前後が多く、多くのイオンで総負荷量における降雨時の負荷量の割合が無視できない値であることがわかった。しかし、大津川ではこの結果とは大きく異なり、多くのイオンで誤差が 1 桁台(8~0.1%)と軒並み低い数字で抑えられた。これは主に兵水時の負荷量が大き割りに、降雨時の負荷量が少ないためである。これは大津川の水位データを見るとわかるように、この河川が降雨に対して流量の反応が極めて鈍く、大堀川ほど明確に流量の増減が現れないからであり、中流部のまとまった畑地・林地などによる降水の涵養・保水能力によるものや、下流部の水門による流量調整などが原因と考えられる。

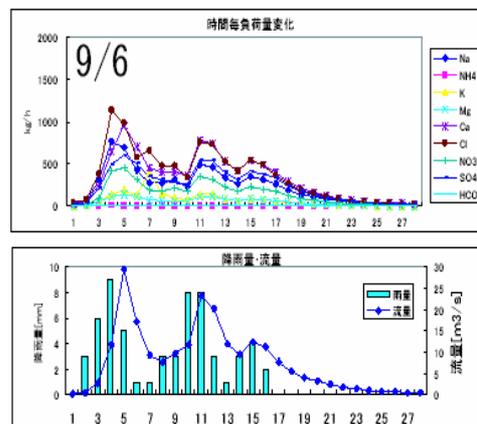


fig.1 負荷量(上段)と流量・雨量(下段)

Water quality characteristic of storm run off in Teganuma basin

And evaluation of storm runoff loading

Mar 2008

Division of Environmental Studies, Department of Natural Environmental Studies

47-66717 Yoshiaki SENOH

Supervisor, Professor; Masumi YAMAMURO

Keywords: Major inorganic ion , storm run off , Land use , Total loading

1. Introduction

In all over the world, we see the aggravations of water regime as a problem. In Japan, we think that the water contamination problem is the past problem. But there is important issue for keeping material circulation with good balance. And we need to consider about total loading from entire basin. there are various source of loading. Especially, now we need knowledge about loading difficult to handle with traditional way, for example, to making sewage line. It is important to understand dynamics of water quality with storm run off for appreciating high precision to non-point loading because of the differences of quantity and quality from the loading with dry weather.

The purpose of this study is to elucidate the dynamics of water quality with storm run off.

2. Study area

The Teganuma basin is located in the northwest of Chiba pref. There are four river basin in Teganuma, Ohori river(basin area 25k m²), Ohthu river(basin area 35k m²), Someiiriochi river(basin area 8k m²), Kohoku-syuusuiro river(basin area 3k m²). Around this are, Nagareyama city, Kashiwa city, Mathudo City, Kamagaya city are developed as a bedroom suburbs, and we can make a forecast of more urbanization. The Teganuma was the dirtiest lake in Japan until recent years. Nowadays, the water regime of Teganuma lake is improved gradually. But they need more action and monitoring.

3. Methods

The relationship between major ions and land use were estimated. The river water samples were collected from 42 points. In the field, water temperatures, electronic conductivity, pH, and alkalinity were measured. Major inorganic ion concentrations (Na⁺, K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, Cl⁻, NO₃⁻, SO₄²⁻) were analyzed in laboratory by high performance ion chromatography. The land use types were analyzed by TNTmips, GIS software, using Detailed Digital Information published by Geographical Survey Institute of Japan in 1994. And for making data of river water quantity, The water level data and H-Q data of Ohori river(Yobitukabashi) and Othu river (nakanohashi) published by Geographical Survey Institute of Japan.

4. Result and Discussion

The survey of each river was taken place in drought season (Dec ~ Mar) and high-water season (May ~ Sep). The seasonal change, especially Ca^{2+} 、 Mg^{2+} was found. These ions showed high concentration at drought season.

The survey of rainy was taken place too. The survey taken place all rivers same day is once. The survey taken place at two river, Ohhori river and Othu river at the same time is three times. (fig.1) The survey taken place at two river, someiiriothi river and Kohokusyuusuiro river at the same time is once.

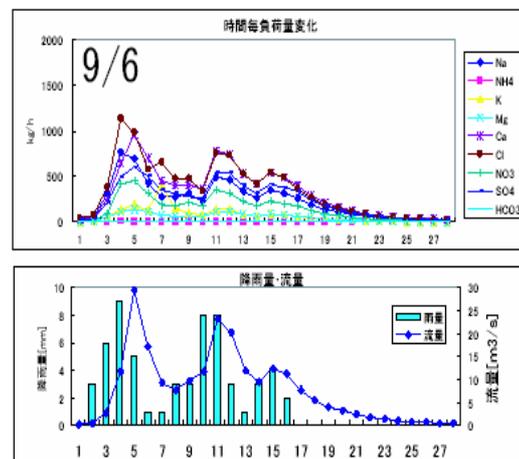
Principle component analysis for land use in the in the 42 sub-basin at dry weather yields 3 principle components, which is named the degree of green persisting, the degree of developed land, the degree of commercial area. the degree of green persisting and the concentration of NO_3 showed passive correlation. The degree of developed land and concentration of Ca^{2+} showed positive correlation. The degree of commercial area and SO_4^{2-} showed positive correlation

5 . Calculating annual loading

In Ohori river and Othu river (we can get the date of river water level), I try to calculating the total annual loading. The Quantity date was made from water level data and H-Q date. The loading of storm run off was estimated from the 5 factor of precipitation, for example "total rainfall amount".. And that data was added with annual loading in dry weather. The result of calculating of annual loading is like this.

The annual loading of Na^+ is 884 ton. And the loading of storm run off is 225 ton.

The time of annual survey is about 8700 hours. But the time of rainfall is only 500 hours or so. From this result, we find out the sheer volume of loading with storm run off.



ig.1 Time change of loading