

## 水環境中における未規制化学物質の挙動と生態影響の解明

研究予算：運営費交付金（一般勘定）

研究期間：平 23～平 27

担当チーム：水環境研究グループ（水質チーム）

研究担当者：池田茂、小森行也、北村友一、  
真野浩行

### 【要旨】

近年、医薬品などの生活に関連した未規制化学物質による水環境の微量汚染や、その生理活性に由来する水生生物への影響が懸念されており、新たな環境問題として注目されている。効果的なリスク削減対策を講じるためには、多様な化学物質について水環境中における挙動、生態系に与える影響などの解明を進めることが必要である。本研究課題では、環境リスクが比較的高いと考えられる未規制化学物質を対象として、河川流域における実態把握と環境中動態の解明を行うとともに、これらの物質が水生生態系に対して与える影響を評価することを目的とする。本年度では、多摩川および下水処理場からの放流水が流入する河川の2河川を対象として、医薬品類10物質の流下過程における負荷量の変化と物質収支を調査した。

キーワード：未規制化学物質、環境中動態、環境リスク評価、PPCPs、医薬品類

### 1. はじめに

化管法対象物質や医薬品類などの水質規制の対象となっていない化学物質（未規制物質）の中には、水溶性が高い物質や、下水道などを通じて処理場へ運ばれるものの処理しきれずに下水処理水を通して水環境中に排出される物質が含まれている。近年、水環境中に流出する未規制物質による水生生物への影響が懸念されており、未規制物質の水環境への効率的なリスク管理や削減対策が求められている。

リスク管理や低減対策を講じる上で、未規制化学物質の水環境中での存在実態の把握や挙動の解明を行うとともに、水生生物への影響の評価を行うことが必要とされる。本研究課題では、水質汚濁防止法などの規制対象外となっている化学物質、特に、生体の特定の生理的調節機能に対して作用する生理活性物質等について、水環境における環境リスクが懸念されるものを検討した上で、それらの物質を対象として水環境中での実態把握と挙動解明を行うとともに、これらの物質が水生生態系に対して与える影響を評価することを目的としている。本年度では、河川環境中の未規制化学物質の存在実態と挙動を明らかにするために、多摩川流域及び一般的な下水処理場からの放流水が流入する河川を対象として、流下過程における未規制物質の濃度と負荷量の変化および物質収支を調査した。また、調査結果をもとに水生生物への生態リスク初期評価を行うことにより対

象医薬品類の水生生物への影響を評価した。

### 2. 研究方法

#### 2.1 対象化学物質の選定

本研究チームではこれまで、医薬品類等生理活性物質を対象として、分析法の開発や水環境中における実態把握、生態リスクの検討などを進めてきた。本年度の調査では、過去の研究成果を基に、河川中において水生生物に対する生態リスクの懸念が指摘されている医薬品類10物質を調査対象に選定した（表-1）。対象物質には抗生物質や殺菌剤、解熱消炎剤などが多く含まれ、予測無影響濃度（Predicted No Effect Concentration、以下 PNEC）が ng/L オーダーと強い生態毒性を示すものもある<sup>1)</sup>。

#### 2.2 調査地点および調査時期

H24年度は、多摩川流域および関東地方の一般的な下水処理場からの放流水が流入する河川（以下、河川 A）で計16箇所の調査地点を設定し、延べ63試料の採水、分析を行った。

多摩川は、山梨県、東京都、神奈川県を流れる多摩川水系の本川である（延長138 km、流域面積：1240 km<sup>2</sup>、流域人口：約380万人（H17年）<sup>2)</sup>）。代表的な都市河川であり、高度成長期の急激な流域の都市化の影響を受けて水質が悪化したが、下水道整備や河川浄化施設の設置などに伴い改善が進み、近年では中流域（多摩川原橋）の水質は、BOD 2mg/L 程度

表-1 H24 年度調査の対象物質

物質名	主な効用	PNEC (μg/L) <sup>1)</sup>	
Azithromycin	アジスロマイシン	マクロライド系抗生物質	0.019
Bezafibrate	ベザフィブラート	高脂血症治療薬	10
Caffeine	無水カフェイン	中枢興奮・強心・利尿剤	5.2
Clarithromycin	クラリスロマイシン	マクロライド系抗生物質	0.02
Crotamiton	クロタミトン	かゆみ止め軟膏	3.5
Ibuprofen	イブプロフェン	消炎・鎮痛・解熱剤	130
Ketoprofen	ケトプロフェン	消炎・鎮痛・解熱剤	0.16
Levofloxacin	レボフロキサシン	フルオロキノロン系合成菌剤	0.079
Sulfamethoxazole	スルファメキサゾール	サルファ剤(感染症治療薬)	1.6
Triclosan	トリクロサン	殺菌剤	0.002

で推移している（2001 年以降の環境基準は B 類型、BOD 3mg/L）。一方で、人口増加および下水道普及率の上昇に伴い、中流域においては河川流量の 5 割以上を下水処理水が占める状態となっている。対象とする医薬品類の存在実態と挙動を流域規模で検討することを目的として、多摩川本川と支川で調査を行った。また、多摩川本川での医薬品類の物質収支を把握するため、下水処理場の排水樋門で調査を行った。調査地点の概要を図-1 に示す。多摩川本川の調査地点 St. T-1 から St. T-2 までの距離および St. T-2 から St. T-3 までの距離は約 5km である。また、下水処理水中の医薬品類濃度の日内変動を検討するため、下水処理場の排水樋門 St. T-A、St. T-B、St. T-C において、調査回ごとに 6 時間おきに計 4 回の現地調査および採水を行った。その他の調査地点では、調査回ごとに現地調査および採水を 1 回おこなった。H24 年度は、8/23、1/30 の 2 回調査を行った。

本研究で対象とした河川 A において、下水処理場からの放流水の流入地点（放流口）より下流では、支川等はなく、水の流入出がほとんどみられない。そのため、流下過程における微量化学物質の挙動を検討することができる。調査地点は、放流口と放流

口より上流の 1 地点と下流の 3 地点とした(図-2)。調査河川上流の調査地点 St. A-1 から放流口までの距離は約 0.5km で、下水処理場の放流口 St. A-A から St. A-2 までの距離は約 0.3km、St. A-2 から St. A-3 までの距離は約 0.8km、St. A-3 から St. A-4 までの距離は約 1.2km である。下水処理場の流入地点より下流では、河川流量に対する下水処理水の寄与が大きくなっていることから、流下過程における微量汚染化学物質の挙動を検討することを目的として調査地点に選定した。H24 年度は、5/24、7/10、9/18、12/13、1/7 の 5 回、調査を行った。ただし、St. 3 のみ、9/18、12/13、1/17 の 3 回、調査を実施した。各地点において、調査回ごとに現地調査および採水を 1 回行った。St. A-A では、下水処理場内で放流水を採取した

2. 3 医薬品類の分析

アルミ箔で遮光したガラス瓶に満水状態で採水し、アスコルビン酸（酸化防止剤）と Na<sub>2</sub>EDTA（マトリックス元素のマスクング剤）をそれぞれ約 1g/L となるように加え、冷蔵状態で試験室へ持ち帰った。試料中の溶存態成分について、Triclosan は、Nakada *et al.*<sup>3)</sup>の方法を参考に抽出、濃縮、アセチル化等の前処理を行った後、GC-MS を用いて測定した。その他

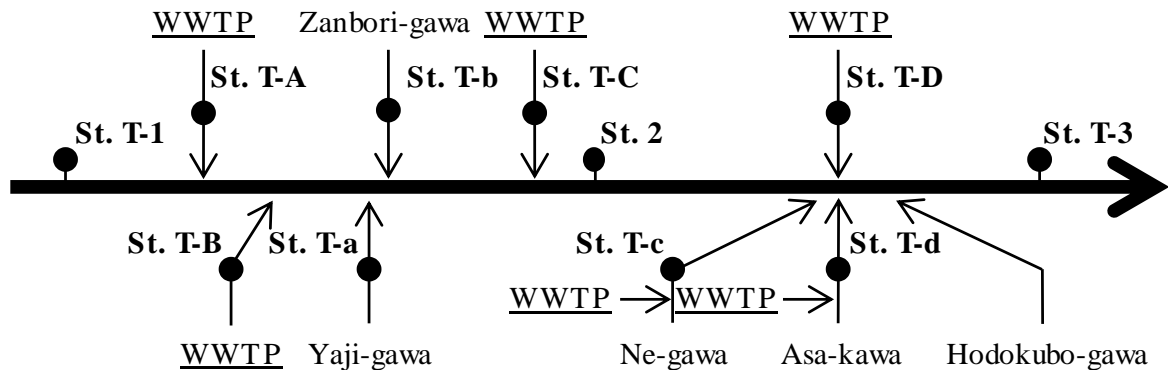


図-1 多摩川流域の調査地点の概要

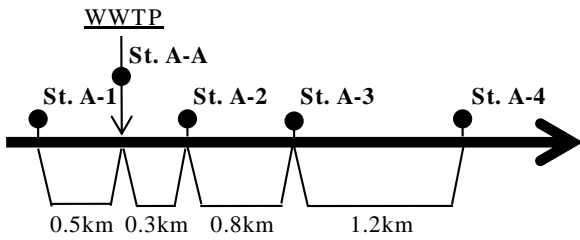


図-2 河川 A の調査地点の概要

の物質は小西ら<sup>4)</sup>の方法を参考に抽出、濃縮等の前処理を行った後、LC-MS/MS を用いて測定した。定量は、GC-MS 法、LC-MS/MS 法ともに、同位体希釈法により定量した。本研究では、濃度が検出下限値以上で定量下限値未満の値を示した場合は、その値を濃度として用いた。

## 2. 4 流量の推計

医薬品類の負荷量および物質収支を検討するため、一部の河川の調査地点において、「河川砂防技術基準 (案)<sup>5)</sup>」に準じて流量観測を行った。多摩川流域では、St. T-2 および St. T-c を除く多摩川本川と支川の流量を観測した。また、東京都下水道局から下水処理場からの調査日の放流量データを入手した。

流量観測を行わなかった多摩川流域の St. T-c での流量を、東京都環境局より入手した調査日と同じ月の流量データ (2012 年 8 月 8 日と 2013 年 1 月 9 日) を代用して推計した。また、多摩川流域の St. T-2 の流量を St. T-2 よりも上流の St. T-1、St. T-a と St. T-b の流量と下水処理場 St. T-A と St. T-B の放流量を積算して推計した。

調査対象とした多摩川流域での流量の収支を確認するため、St. T-2 での流量の推計値と、St. T-c と St. T-d の流量と St. T-D の放流量を積算し、St. T-3 での流入合計の流量を求め、実測値と比較した。また、程久保川の流量は少ないため、本研究では、程久保川の流入量を考慮しなかった。

河川 A では、放流口から 30m 下流の地点で流量を観測した。また、下水処理場からの調査日の放流量のデータを入手した。放流口下流の河川地点での流量の測定値から下水処理場の放流量を引くことで、河川上流の調査地点における流量を推計した。

## 2. 5 負荷量の推計

各調査地点の対象医薬品類の負荷量を把握するため、調査地点ごとに医薬品類の濃度と一日当たりの流量の積から負荷量を推計した。多摩川流域において、6 時間おきに調査を行った排水樋門 St. T-A、St. T-B、St. T-C では、医薬品類濃度の平均値を用いて

負荷量を推計した。また、医薬品類濃度が検出下限値未満の場合には、検出下限値の 1/2 の値を用いた。

## 2. 6 物質収支の推計

調査対象とした河川のある一定の区間に着目し、その区間内に流入する負荷量と区間から流出する負荷量との物質収支を検討した。物質収支の検討として、流入負荷量に対する流出負荷量の割合を浄化残率と定義し<sup>6)</sup>、対象とする医薬品類の下流水域への流達性を評価した。

浄化残率を推計する際に、ある基準地点と、その上流側の一定範囲を対象区間として設定する必要がある。この対照区間に流入する負荷量を合計し、予測流入負荷量として設定し、この値で基準地点での負荷量を除することで浄化残率を求めた。

多摩川流域では、基準地点として St. T-2 と St. T-3 を設定した。基準地点 St. T-2 に対して、上流地点 St. T-1 から St. T-2 の区間を対象区間として設定した (表-2)。この区間での予測流入負荷量を区間に流入する調査地点の負荷量を合計して推計した。また、基準地点 St. T-3 に対して、上流地点 St. T-2 から St. T-3 の区間を対象区間として設定し、この区間での予測流入負荷量を、区間に流入する調査地点の負荷量を合計して推定した。

河川 A では、基準地点として St. A-2、St. A-3、St. A-4 を設定した。基準地点 St. A-2、St. A-3、St. A-4 に対して、St. A-1 から St. A-2 の区間、St. A-2 から St. A-3 の区間、St. A-3 から St. A-4 の区間を対象区間として設定した (表-2)。区間 St. A-1 から St. A-2 の予測流入負荷量を、St. A-1 と St. A-A の負荷量の合計から推計した。河川 A では、放流口より下流では、支川等はなく、水の流入がほとんどみられないため、区間 St. A-2-St. A-3 と区間 St. A-3-A-4 の予測流入負荷量は、それぞれ St. A-2、St. A-3 の負荷量とした。今回、St. A-3 で調査を行った 9/18、12/13、1/7 における調査回について、河川 A での浄化残率を推計した。

表-2 浄化残率推計の概要

調査河川	基準地点	区間	区間に流入する調査地点
多摩川	St. T-2	St. T-1-St. T-2	St. T-1, St. T-a, St. T-b, St. T-1-St. T-3
	St. T-3	St. T-2-St. T-3	St. T-2, St. T-c, St. T-d, St. T-St. D
河川 A	St. A-2	St. A-1-St. A-2	St. A-1, St. A-A
	St. A-3	St. A-2-St. A-3	St. A-2
	St. A-4	St. A-3-St. A-4	St. A-3

## 2. 7 生態リスク初期評価

本研究で対象とした医薬品類 10 物質について、「化学物質の環境リスク初期評価ガイドライン (平成 23 年度 12 月版)<sup>7)</sup>」を参考に、これまでに土木研究所

で実施された研究<sup>1)</sup>により把握された水生生物に対するPNECを基に、式1に従い、ハザード比(Hazard Quotient、以下HQ)を算出した。

$$HQ = MEC/PNEC \quad (\text{式1})$$

ここで、HQはPNECに対する採取試料中の医薬品類濃度の実測値(Measured Environmental Concentration: MEC)の比である。HQが1以上の場合には、水生生物に対する影響が懸念されることを意味する。今回、下水処理水が流入する多摩川本

川St. T-2とSt. T-3および河川AのSt. A-2-A-4について、調査回ごとにHQを算出した。

### 3. 研究結果

#### 3. 1 医薬品類濃度

##### 3. 1. 1 多摩川

図3に多摩川流域の調査地点における調査対象の医薬品類10物質の濃度を示す。生活系・事業系排水の影響が少ない上流地点St. T-1において、Caffeine以外の9物質は低濃度または検出下限値以下であっ

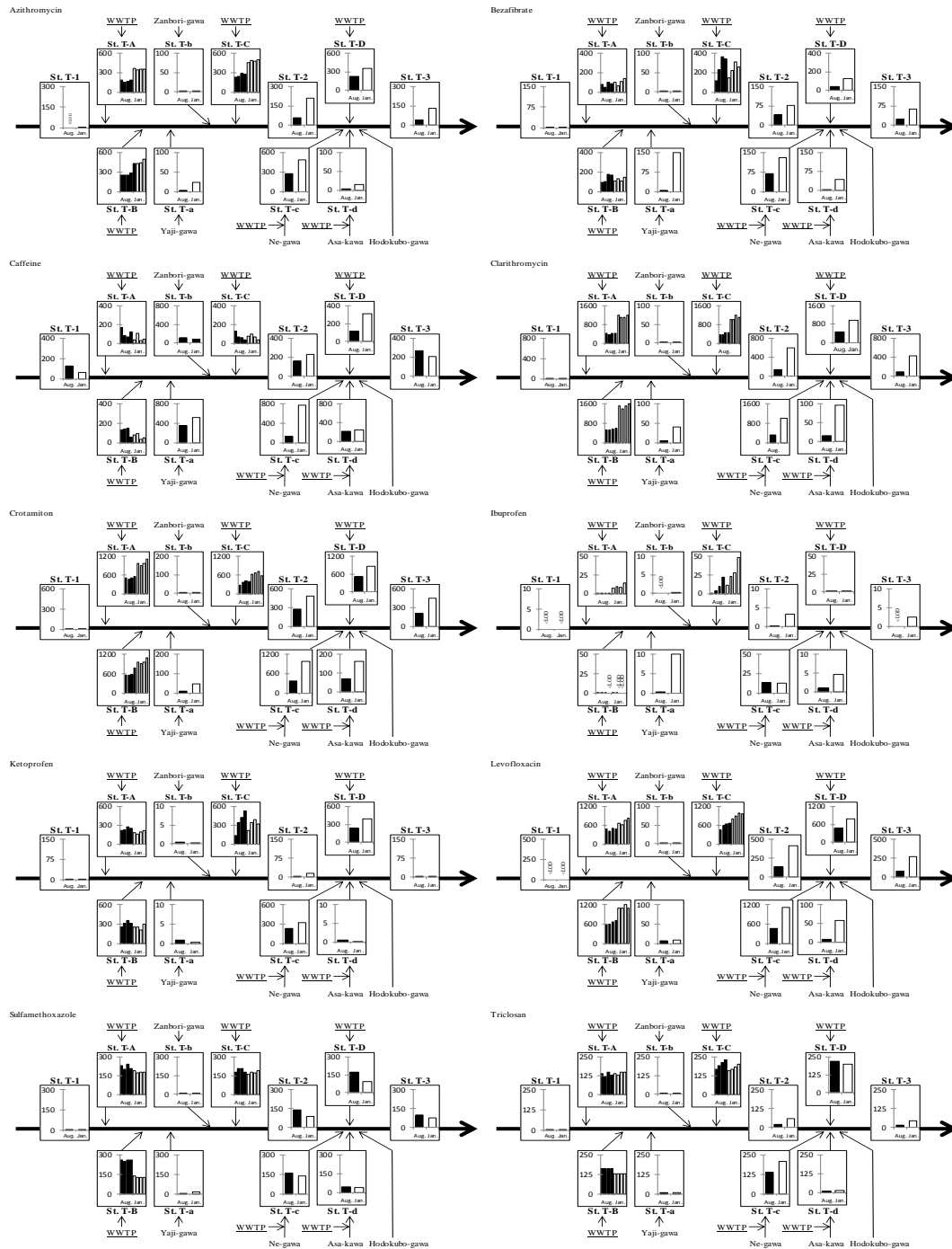


図-3 多摩川流域の調査地点における医薬品類10物質の濃度 (単位: ng/L)

た。Caffeine は他の医薬品類に比べて、St. T-1 において高い濃度で検出された。下水処理水が流入する調査範囲の中流地点 St. T-2 と下流地点 St. T-3 において、Azithromycin、Caffeine、Clarithromycin、Crotamiton、Levofloxacin、Sulfamethoxazole は、2 回の調査のいずれかで 100ng/L を超える濃度で検出された。また、Azithromycin、Bezafibrate、Clarithromycin、Crotamiton、Ibuprofen、Levofloxacin、Triclosan は、夏季よりも冬季において高い濃度で検出された。Ketoprofen の濃度は St. 1 から St. 3 にわたって低い濃度を示した。多摩川の支川では、生活系・事業系排水の影響が少ない St. T-a と T-b に比べ、下水処理水の流入する St. T-c と T-d において医薬品類が高い濃度で検出された。

下水処理場の排水樋門では、Caffeine と Ibuprofen 以外の医薬品類は、比較的高い濃度で検出された。排水樋門において、Caffeine は本川、支川と同程度か低い濃度で検出された。Azithromycin と Bezafibrate、Clarithromycin、Crotamiton、Levofloxacin は夏季にくらべ、冬季において高い濃度を示した。また、St. T-C において Bezafibrate、Ibuprofen、Ketoprofen の濃度が比較的大きく日内変動することが確認された。

### 3. 1. 2 河川 A

図 4 は河川 A の調査地点における医薬品類 10 物質の濃度を示す。Caffeine 以外の医薬品類 9 物質は河川上流の調査地点 St. A-1 に比べて、下水処理場の放流口 St. A および河川下流の調査地点 St. A-2—St. A-4 で比較的高い濃度で検出された。Caffeine は河川

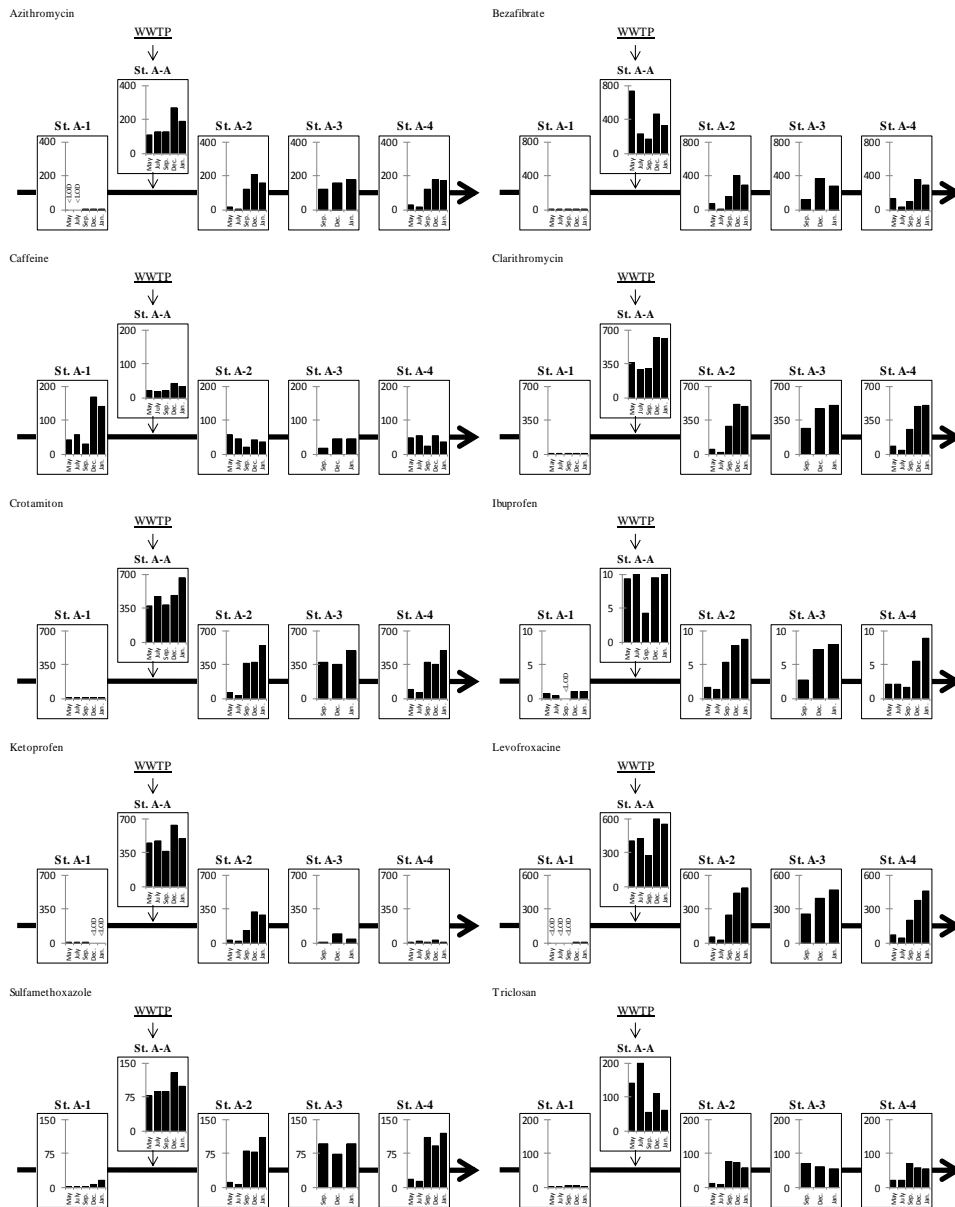


図 - 4 河川 A の調査地点における医薬品類濃度 (単位 : ng/L)

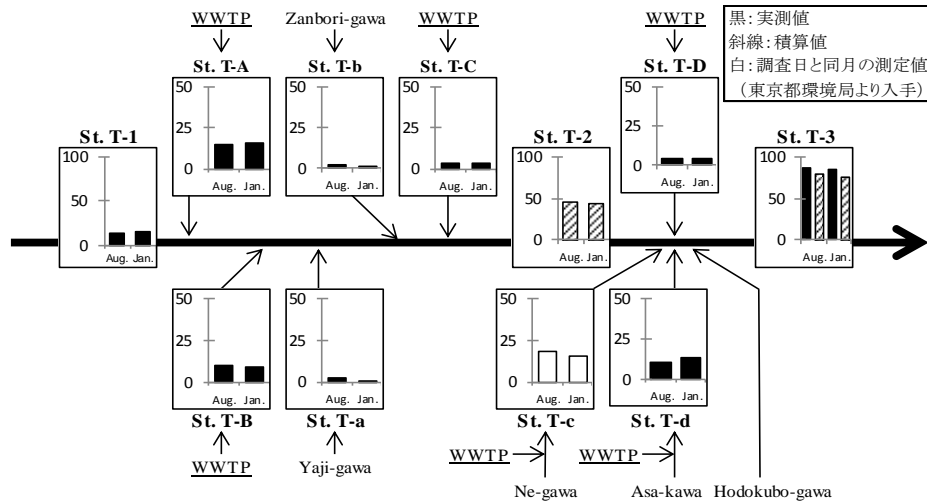


図 - 5 多摩川流域の調査地点ごとの流量 (単位:  $\times 10^4 \text{ m}^3/\text{Day}$ )

上流の調査地点 St. A-1 で比較的高い濃度で検出された。

放流口より下流にある河川の調査地点において、Caffeine 以外の 9 物質は 5 月と 7 月の調査回に低い濃度で検出された。また、Azithromycin、Bezafibrate、Clarithromycin、Ibuprofen、Levofloxacin の濃度は、12 月と 1 月の調査において、他の調査回よりも高い濃度で検出されており、冬季において河川水中濃度が高い傾向を示した。Ketoprofen は流下とともに濃度が減少する傾向がみられた。

下水処理場からの放流水中の Azithromycin、Bezafibrate、Clarithromycin、Crotamiton、Ketoprofen、Levofloxacin の濃度は、全ての調査回において 100ng/L を超えて検出された。また、Azithromycin、Clarithromycin、Crotamiton、Levofloxacin の濃度は、12 月と 1 月の調査において、他の調査回よりも高い濃度で検出されており、冬季において濃度が高い傾向を示した。

### 3. 2 流量

#### 3. 2. 1 多摩川

多摩川流域の流量を図 5 に示す。St. T-3 の流量の実測値は、夏季と冬季の調査において、流入合計の流量の約 1.1 倍であった。流量のずれは 1 割以下と小さかったため、本研究では流量の補正を行わないこととした。

#### 3. 2. 2 河川 A

調査日における放流口の下流にある河川地点での流量の実測値と放流量および河川上流の地点地点での流量の推定値を図 6 に示す。放流口から下流の測定地点では、5 月と 7 月の流量は他の調査回に比

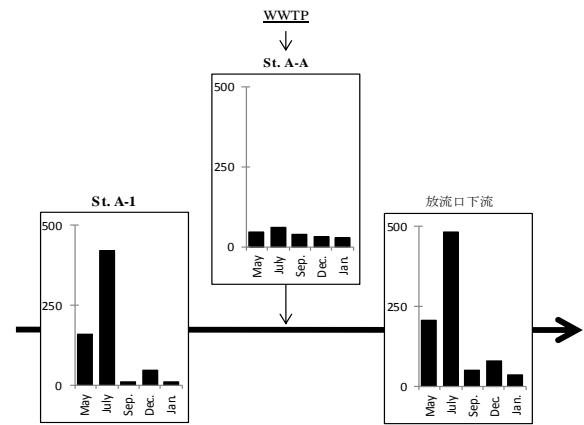


図 - 6 河川 A の流量 (単位:  $\times 10^3 \text{ m}^3/\text{Day}$ )

べて多かった。これらの時期の下水処理場からの放流量は、河川の流量に比べて少なく、5 月と 7 月における放流口から下流の測定地点における流量は、上流からの流入に大きく由来していると考えられる。5 月と 7 月では、下水処理水が上流の河川水により大幅に希釈されることで、Caffeine 以外の医薬品類 9 物質は放流口から下流にある河川調査地点において、低い濃度で検出されたことが考えられる。

### 3. 3 負荷量

#### 3. 3. 1 多摩川

図 7 に多摩川流域の調査地点における対象医薬品類 10 物質の負荷量を示す。生活系・事業系排水の流入が少ない多摩川本川や支川に比べて、処理場からの放流水や下水処理水の流入する多摩川本川および支川において、Caffeine 以外の医薬品類 9 物質の負荷量の推計値は高かった。多摩川本川の調査地点 St. T-2 または St. T-3 において、Azithromycin、Caffeine、





Clarithromycin、Crotamiton、Levofloxacin は、夏季または冬季のいずれかにおいて高い負荷量を示した。また、St. T-2 と St. T-3 では、Azithromycin、Bezafibrate、Clarithromycin、Crotamiton、Ibuprofen、Levofloxacin、Triclosan の負荷量は夏季よりも冬季で高い傾向を示した。処理場からの放流水による Caffeine の負荷量は他の医薬品類に比べて低かった。Caffeine は下水処理場での処理により除去されることが報告されており<sup>8)</sup>、放流口からの Caffeine の負荷量は、下水処理場での除去により低くなったことが考えられる。

### 3. 3. 2 河川 A

調査地点ごとの医薬品類 10 種類の負荷量を図 8 に示す。河川上流の調査地点 St. A-1 に比べ、放流口および河川下流の調査地点 St. A-2-A-4 において Caffeine 以外の医薬品類 9 種類の負荷量は比較的高く推計された。Clarithromycin、Crotamiton、Ketoprofen、Levofloxacin は下水処理場の放流口において、全ての調査回で 10g/Day を超える負荷量を示した。下水処理場の放流口下流にある河川調査地点における 5 月と 7 月の Caffeine の負荷量は、上流からの流入に由来することが確認できる。また、下水処理場の放流口下流にある河川調査地点において、Ketoprofen

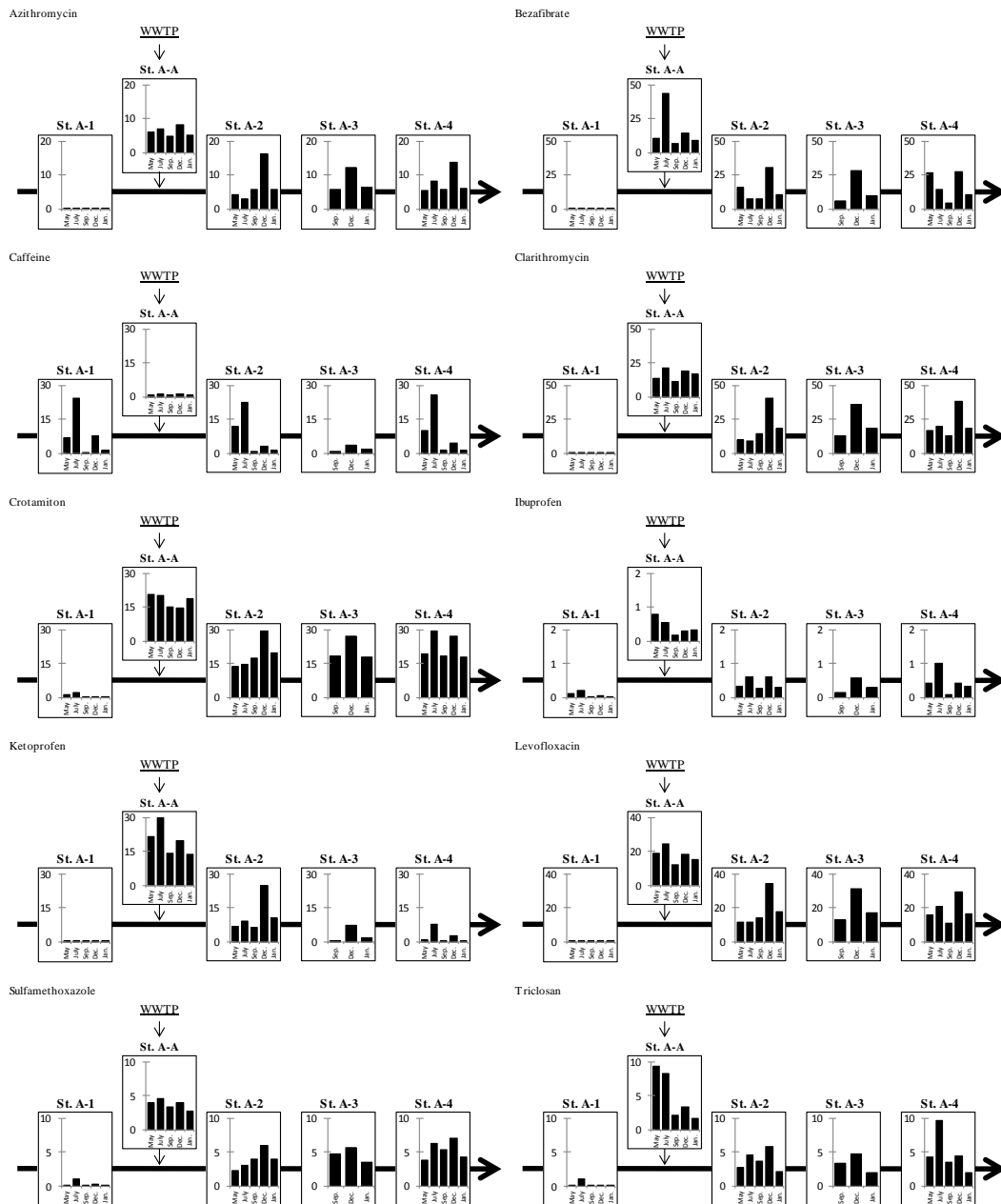


図 - 8 河川 A の調査地点ごとの医薬品類の負荷量 (単位 : g/Day)



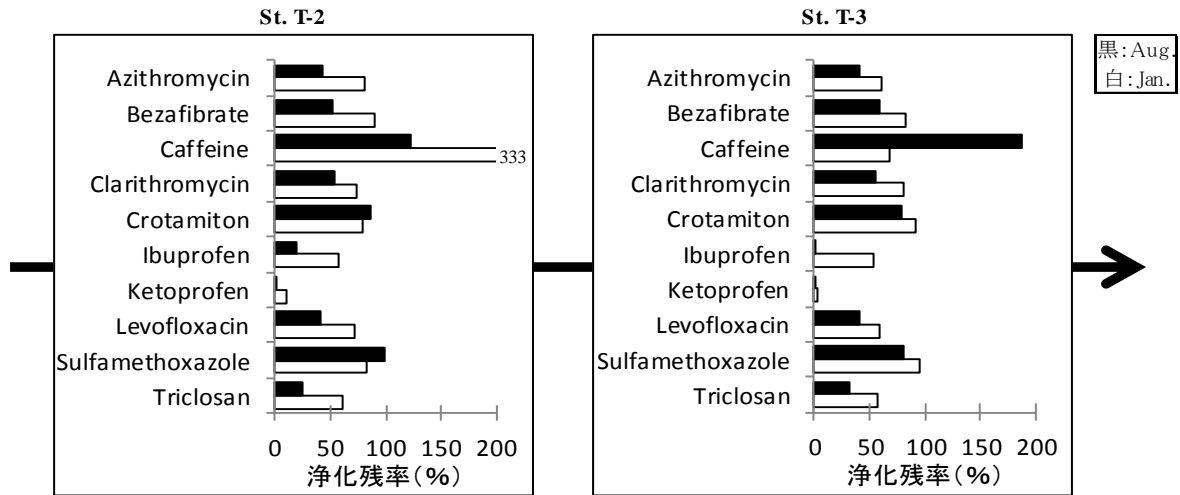


図 - 9 多摩川 St. T-2 と St. T-3 での浄化残率

の負荷量は、流下過程に伴って減少する傾向を示した。

### 3. 4 浄化残率

#### 3. 4. 1 多摩川

図9に多摩川本川 St. T-2 と St. T-3 の浄化残率を示す。夏季と冬季の浄化残率の平均値は、値の高い医薬品から、Caffeine、Sulfamethoxazole、Crotamiton、Bezafibrate、Clarithromycin、Azithromycin、Levofloxacin、Triclosan、Ibuprofen、Ketoprofen の順になった。St. T-2 における夏季と冬季、および St. T-3 における夏季の Caffeine の浄化残率は 100% を超える値を示した。これは、基準地点での負荷量が予測流入負荷量を上回ったことを示しており、その原因の1つとして、調

査していない流入源が存在することが考えられる。また、Azithromycin、Bezafibrate、Clarithromycin、Ibuprofen、Ketoprofen、Levofloxacin、Triclosan の夏季における浄化残率は冬季の浄化残率よりも低くなる傾向が示され、これらの物質の夏季の流達性は冬季よりも低いことが示された。今後、季節や医薬品類の間で流達性に違いをもたらす要因を明らかにする必要があります。

Ketoprofen の浄化残率は他の医薬品類に比べ低く、この物質の流達性は低いことが示された。Ketoprofen は高い光分解性を有することが報告されていることから<sup>9)</sup>、下水処理水中に残留していた Ketoprofen は河川中において速やかに分解または除去されたと考えられる。

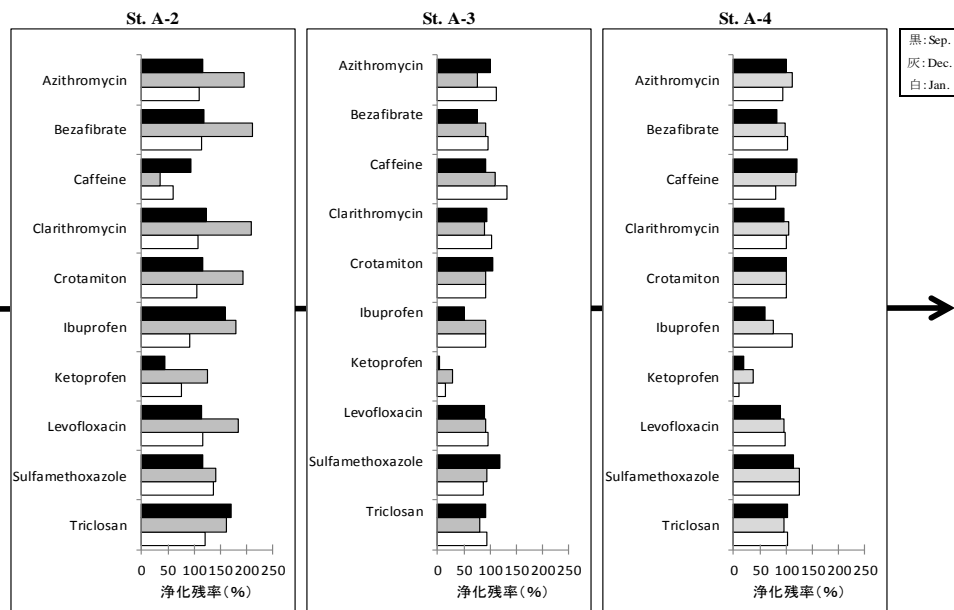


図 - 10 河川 A の St. A-2、St. A-3、St. A-4 での浄化残率

表 - 3 生態リスク初期評価の結果 (HQ)

物質名	多摩川				河川A												
	St. T-2		St. T-3		St. A-2					St. A-3			St. A-4				
	Aug.	Jan.	Aug.	Jan.	May	July	Sep	Dec.	Jan.	Sep.	Dec.	Jan.	May	July	Sep.	Dec.	Jan.
Azithromycin	3.05	11.05	2.21	6.84	1.05	0.33	6.32	11.05	8.42	6.32	8.42	9.47	1.42	0.89	6.32	9.47	8.95
Bezafibrate	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.02	0.04	0.03	0.01	0.04	0.03	0.01	0.00	0.01	0.04	0.03
Caffeine	0.03	0.04	0.05	0.04	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01
Clarithromycin	7.50	30.00	4.70	22.00	2.45	0.95	14.50	26.00	25.00	13.50	23.50	25.50	4.15	2.05	13.00	24.50	25.50
Crotamiton	0.08	0.14	0.06	0.13	0.02	0.01	0.10	0.11	0.16	0.11	0.10	0.14	0.03	0.02	0.11	0.10	0.14
Ibuprofen	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ketoprofen	0.01	0.09	0.00	0.02	0.21	0.12	0.81	2.00	1.81	0.03	0.58	0.29	0.03	0.10	0.01	0.22	0.03
Levofloxacin	1.77	5.19	1.04	3.42	0.70	0.30	3.16	5.57	6.20	3.29	5.06	5.95	0.97	0.52	2.53	4.81	5.82
Sulfamethoxazole	0.09	0.06	0.06	0.05	0.01	0.00	0.05	0.05	0.07	0.06	0.05	0.06	0.01	0.01	0.07	0.06	0.08
Triclosan	11.50	28.50	8.50	23.00	6.50	4.70	38.50	37.50	29.00	34.50	30.50	27.00	10.50	10.00	35.50	29.00	27.50

### 3. 4. 2 河川A

図 10 に河川下流の調査地点 St. A-2、St. A-3、St. A-4 における医薬品類 10 物質の浄化残率を示す。St. A-2 において、Caffeine を除く医薬品類 9 物質の浄化残率がいずれかの調査回で 100% を超えた。この調査地点では、上流の河川水と下水処理水が十分に混合しておらず、下水処理水に偏ったサンプル水を採用・分析したことにより、この地点での負荷量を過大に推定した可能性がある。そのため、今後、St. A-2 において、河川水と放流水が十分混合しているかどうかを確かめる必要がある。

調査地点 St. A-3 と A-4 において Ketoprofen 以外の医薬品類は高い浄化残率を示した。多摩川本川の結果と比較すると、医薬品類の流達性は総じて高く、今後、河川間での流達性の違いに関係する要因を明らかにする必要がある。また、Ketoprofen は、多摩川の結果と同様に低い浄化残率を示し、下水処理水中に残留していた Ketoprofen は河川中において速やかに分解または除去されたと考えられる。

### 3. 5 生態リスク初期評価

多摩川本川 St. T-2 と St. T-3 および河川 A の St. A-2、St. A-3、St. A-4 における各調査回での医薬品類 10 物質の HQ を表-3 に示す。多摩川の St. T-2 と St. T-3 では、Azithromycin、Clarithromycin、Levofloxacin、Triclosan の HQ が 1 よりも高い値を示した。

河川 A の調査地点 St. A-2-A-4 では、多摩川と同様に、Azithromycin、Clarithromycin、Levofloxacin、

Triclosan の HQ は 1 よりも高い値を示した。また、St. 2 における 12 月と 1 月の調査では、Ketoprofen の HQ が 1 よりも高い値を示した。これらの物質は、これまでの土研の研究においても、「詳細な生態リスク評価を行う候補」または「情報収集に努める必要があると考えられる」と判断されており<sup>1)</sup>、今後も詳細な調査が必要であると考えられる。

### 4. まとめ

本研究では、多摩川流域及び一般的な下水処理場からの放流水が流入する河川（河川 A）を対象として、流下過程における未規制物質の濃度と負荷量の変化および物質収支、生態リスク初期評価を検討した。その結果、以下のことが分かった。

- 1) 医薬品類の濃度と負荷量は、河川、調査地点、調査時期、対象とする医薬品類により異なっていた。
- 2) 物質収支を把握するために、浄化残率を推計したところ、河川、調査時期、対象とする医薬品類により浄化残率が異なっていた。
- 3) 下水処理水が流入する多摩川本川および河川 A の調査地点で検出された医薬品類の濃度をもとに水生生物への生態リスク初期評価を行ったところ、両河川において、Azithromycin、Clarithromycin、Levofloxacin、Triclosan の HQ が 1 以上を示し、これらの物質は、水生生物に対する生態リスクの懸念があることが示された。

今後、さらに時空間的な濃度や負荷量の挙動などの詳細な調査を行うとともに、室内実験などによる物性データの収集を進めることで、未規制化学物質の流域スケールでの動態把握や生態リスク初期評価を進める予定である。

### 参考文献

- 1) 南山瑞彦 他：「生理活性物質の水環境中での挙動と生態系影響の評価方法に関する研究」、平成 22 年度下水道関係調査研究年次報告書集、土木研究所資料 No. 4212、pp. 239-265、2011 年 11 月
- 2) 国土交通省：「一級水系における流域等の面積、総人口、一般資産額等について」、[http://www.mlit.go.jp/river/toukei\\_chousa/kasen/ryuiki.pdf](http://www.mlit.go.jp/river/toukei_chousa/kasen/ryuiki.pdf) (2013 年 4 月確認)
- 3) Nakada N, Tanishima T, Shinohara H, Kiri K, Takada H: "Pharmaceutical chemicals and

endocrine disrupters in municipal wastewater in Tokyo and their removal during activated sludge treatment”, *Water Res.*, 40, pp. 3297-3303, 2006

- 4) 小西千絵 他：「水環境中医薬品の LC-MS/MS による一斉分析法の検討」、環境工学研究論文集、43 巻、pp. 73-82、2006 年
- 5) 建設省河川局 監修、日本河川協会編集：建設省河川砂防技術基準（案）同解説 調査編、技報堂出版、1997
- 6) 田中宏明：「水道水源河川における都市排水由来の医薬品の収支に関する研究」、平成 17 年度河川整備基金助成事業報告書、2006 年
- 7) 環境省環境保健部環境リスク評価室：「化学物質の環境リスク初期評価ガイドライン」、2012年12月
- 8) 南山瑞彦 他：「下水道における微量化学物質の安全性評価に関する調査」、平成 22 年度下水道関係調査研究年次報告書集、土木研究所資料 No. 4212、pp. 225-238、2011 年 11 月
- 9) 花本征也 他：「水環境中における医薬品類の光分解に関する検討」、日本水環境学会年会講演集、45、pp. 535、2011 年

## RESEARCH FOR ELUCIDATING THE FATE AND ECOLOGICAL EFFECT OF UNREGULATED SUBSTANCES IN AQUATIC ENVIRONMENT

**Budget:** Grants for operating expenses  
General account

**Research Period:** FY2011-2015

**Research Team:** Water Environment Research  
Group (Water Quality)

**Author:** IKEDA, Shigeru  
KOMORI, Kouya  
KITAMURA, Tomokazu  
MANO, Hiroyuki

**Abstract:** In recent years, micro pollution of aquatic environment by unregulated chemical substances and their ecological risks have become an emerging public concern. To effectively control the risks, it is needed that occurrence, fate and ecological effect of various chemicals in aquatic environment are elucidated. The objectives of this research were to 1) initially assess the risk of various chemicals without regulated by the Water Pollution Control Act, especially physiological active substances, 2) elucidate the occurrence and fate of priority substances in aquatic environment, and 3) evaluate the ecological effect on aquatic organisms in detail. In FY2012, the occurrence and fate of 10 pharmaceuticals, and their initial assessments of ecological risk were studied in two river systems, Tama river and a river, into which treated wastewater from a sewage treatment plant is flowed.

**Key words:** unregulated chemical substances, environmental fate, environmental risk assessment, PPCPs, pharmaceuticals