

都市排水の環境影響に関する研究（まとめ） — 河川水質・底生生物に及ぼす下水処理水の影響 —

和波 一夫 竹内 健*

（ *現・東京都環境局自然環境部 ）

要 旨

2007 年度末現在の都内の下水道普及率は、区部 100%、市町村部 97%であり、生活排水や工場排水が都内河川に直接流入することはほとんどなくなった。一方、都内河川に流入する下水処理水量は増加し、河川流量の多くを下水処理水が占めるようになった。下水処理水流入による河川水質への影響、底生動物への影響を把握するため、神田川、浅川、多摩川の 3 河川について調査を行なった。下水処理水が河川流量に占める割合は、神田川（高戸橋）では 81~88%であった。浅川（JR 中央線鉄橋）では 19~28%であった。多摩川（多摩大橋下流地点）では 20~66%であった。いずれの河川も下水処理水の流入による水質変化が認められたが、下水処理水の影響が最も大きいのは神田川であり、神田川中流部の水質は下水処理水の水質に強く依存している。下水処理水の全りんは河川水に比べて著しく濃度が高く、河川水の全りんを削減するには下水処理水の全りんを削減することが必要である。下水処理水の窒素類では硝酸性窒素の割合が高く、それが影響して河川水も硝酸性窒素が窒素類の 8 割以上を占めていた。栄養塩類のりん、窒素や有害物質の硝酸性窒素を削減するためには、下水処理水の高度処理をさらに進めていくことが必要である。下水処理水の底生動物への影響は一部の地点で認められたものの、今回調査した範囲では大きな影響はないものと推察された。

キーワード：下水処理水、BOD、りん、窒素、硝酸性窒素、底生動物

Investigation Concerning Influence of Treated sewage on water quality and benthos of Tokyo's rivers

WANAMI Kazuo, TAKEUCHI Takeshi*,

* Tokyo Metropolitan Government Bureau of Environment, Natural Environment Division

Summary

As of March 31, 2008, 100 percent of all residences in Ward Area had sewers, as did 97 % of all residences in the Tama Area. Sewerage treatment water came to hold many of water quantity of Tokyo's river with the spread of sewers. We investigated it in the Kandagawa river, the Asakawa river and the Tamagawa river to grasp the influence that sewerage treatment water gave to the river water and benthos. The ratio that sewerage treatment water held in quantity of river water was 81% ~88% in the Kandagawa River, 19%~28% in the Asakawa River, 20%~66% in the Tamagawa River. Phosphorus concentration of sewerage treatment water was remarkably high in comparison with phosphorus concentration of river water. Nitrate held more than 80% of nitrogen in sewerage treatment water and river water. The number of the kinds of the benthos decreased at the spot where sewerage treatment water flowed into just after that.

Key word : sewerage treatment water, BOD, phosphate, nitrate, nitrogen, benthos

1 はじめに

水質汚濁防止法第 16 条に基づく公共用水域の水質測定計画によって、河川・湖沼・海域の定点測定が実施されており、都内河川では 109 の地点で水質測定が行われている。この水質測定結果¹⁾から都内河川の水質経年変化をみると 1970 年代の水質汚濁が著しかった状態から、現在は大きく改善された。この水質改善は排水規制と下水道普及によって達成されたが、一方、下水道処理水が流入する河川では、下水道普及に伴って下水道処理水の割合が増加し、下水道処理水が河川水質や水生生物に及ぼす影響も大きくなっていると考えられる。そこで、実態を明らかにするため都内の 3 河川を対象に調査を行った。初年度は、都心を流れる神田川を調査対象にした。2 年度は、多摩川支川の浅川を調査対象にした。3 年度は、多摩川を調査対象とした。各河川の調査結果は、各事業報告^{2~7)}に示した。この 3 カ年度にわたり実施した調査から、下水道処理水と河川水質、底生生物との関係について考察したので報告する。

2 調査河川の概況

神田川は東京都三鷹市にある井の頭池に源を發し、都心部を流れ隅田川に合流する全長約 25 km の河川である。神田川には東京都下水道局落合水再生センター（下水道処理場）の処理水が流入し、神田川支川の妙正寺川には同中野水再生センターの処理水が流入する。

浅川は八王子市の陣馬山（北浅川）と高尾山（南浅川）に源を發し、八王子市のほぼ中心部を流下したのち多摩川に合流する全長約 30 km の河川であり、多摩川中流部最大の支川である。新浅川橋付近には八王子市の北野下水道処理場の処理水が流入する。

多摩川は、山梨県の笠取山に源を發し、奥多摩湖（小河内貯水池）を経て、多くの支川を合

わせながら、東京湾に流入する河川である。都内河川のなかで最も長い河川であり、都内での全長は約 99 km である。順流部の流域には合計 9 つの下水処理場（支川流域を含む。流域下水道水再生センター 6、市単独処理場 3）が所在する。

3 調査方法

(1) 調査地点及び調査時期

調査は下水道処理場の放流口を基点として、上下流に調査地点を設定した。神田川は 2005 年度に 4 回（7 月、11 月、1 月、3 月）調査を行い、冬期水温調査を 2 回（1 月、2 月）実施した。浅川は主要な地点について 2006 年度に 8 回（8 月～3 月）調査を行った。多摩川は主要な地点について 2006 年度に 1 回（3 月）、2007 年度に 3 回（8 月、10 月、12 月）調査を行った。河川調査地点と調査時期の詳細は、各事業報告に示した。多摩川は多摩大橋と多摩川原橋付近の 2 地区について調査を行ったが、ここでは、多摩大橋地区の調査結果について考察する。下水道処理水が流入する地点と主な上下流地点の位置関係を図 1 に示す。

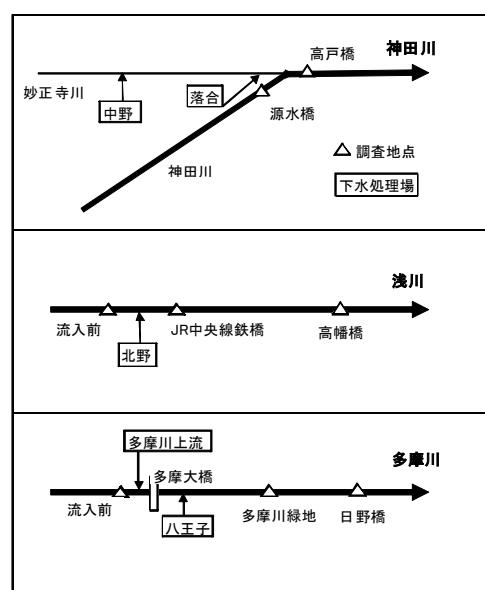


図 1 下水道処理水流入地点

(2) 測定項目

測定した水質項目は、水温 (WT)、水素イオン濃度 (pH)、電気伝導度 (EC)、溶存酸素量 (DO)、生物化学的酸素要求量 (BOD、硝化細菌の作用を抑制しない分析方法の BOD を T-BOD、同作用を抑制した分析方法の BOD を C-BOD と表記する。)、化学的酸素要求量 (COD)、溶存性有機炭素量 (DOC)、全窒素 (T-N)、硝酸性窒素 (NO₃-N)、亜硝酸性窒素 (NO₂-N)、アンモニア性窒素 (NH₄-N)、全りん (T-P)、りん酸性りん (PO₄-P)、全亜鉛 (Zn)、エストロゲン (ES) 等である。ES 以外の水質項目については、工場排水試験方法 JIS-K0102 に従って分析を行った。ES は日本エンバイロケミカルズ (株) 製の ELISA 法キットを用いて分析を行い、一部の試料については LC-MS/MS 法で分析を行った。河川流量の測定は、水質調査方法 (昭和 46 年 9 月 30 日環水管第 30 号) に従って行った。下水処理水量は下水処理場の報告値等を用いた。

底生動物については、サーバネットを用いて採取し、種の同定、個体数の計測等を行った。付着藻類、水生植物、魚類については、神田川のみ採取・同定調査を行った。各調査方法の詳細は各事業報告に示した。

4 結果と考察

(1) 流量

下水処理水が流入する地点の下流地点で実測した河川流量と下水道局による下水処理水量(放流量)の値を用いて河川流量に占める下水処理水量の割合を表 1 に示す。なお、河川流量は、現場測定時の流速と流水断面がその日では変わらないとして一日の河川流量求めたものである。表のように下水処理水量が河川流量に占める割合は、神田川の下水処理水流入後の地点 (高戸橋) では、81~88%であった。浅川の下水処理

水流入後の地点 (JR 中央線鉄橋) では、19~28%であった。多摩川は、複数の地点から下水処理水や支川が流入する河川であるので、地点によって下水処理水の割合は異なる。ここで考察する多摩大橋地区については、上流域に下水処理場無く、多摩大橋の直上流左岸と直下流右岸から下水処理水が流入する (図 1)。この多摩大橋の地点から下流約 1.5km の多摩川緑地 (昭島市と立川市の境付近) での下水処理水量の割合は 20~66%であった。

表 1 下水処理水の割合

	調査時期	下水処理水量m ³ /日	河川水量m ³ /日	下水処理水量の割合%
		中野+落合		
			高戸橋	
神田川	2005.7.15	220000	272400	81
	2005.11.1	267000	325400	82
	2006.1.11	260000	296300	88
	2006.3.6	218000	258300	84
		北野(合流+分流)		
			JR中央線鉄橋	
浅川	2006.8.16	60000	323100	19
	2006.10.17	73000	364600	20
	2007.1.23	58000	208700	28
	2007.3.7	51000	192500	26
		多摩上+八王子		
多摩川	2007.3.14	240000	656000	37
	2007.8.7	291000	1489900	20
	2007.10.16	300000	620000	48
	2007.12.11	290000	438900	66

北野下水処理場は合流施設と分流施設の合計水量

以上のように、神田川は下水処理水の占める割合が非常に大きく、神田川中流部から下流の流量の 8 割以上は下水処理水によって占められていた。浅川は下水処理水の割合は他の河川に比較的すると小さく、2 割程度であった。多摩川は流域面積が大きく、流量の変動も大きいことから下水処理水が占める割合も変化する。多摩大橋下流地点 (多摩川緑地) における下水処理水の割合は河川流量が多い時期は 2 割であったが、少ない時期は 6 割を超えた。

(2) 水質

各河川の水質縦断変化や下水処理水の水質の詳細は事業報告^{2), 4), 6)} で示したので、ここでは、下水処理水の河川水質への影響について各河川を比較しながら考察する。下水処理水流入前及び流入後の地点の水質 (平均値) と下水処理水の水質 (平均値)、項目間の濃度比等を表 2 に示す。

表 2 下水処理水流入前後の水質

神田川		中野	落合		
項目	流入前	処理場	処理場	流入後	流入後/流入前の比
T-BOD	1.3	2.5	5.7	4.9	3.8
C-BOD	1.0	1.3	2.1	1.5	1.5
COD	2.7	8.4	10.5	7.3	2.7
T-N	6.8	12.7	11.0	9.9	1.5
NH4-N	0.04	0.30	0.47	0.36	9.0
NO3-N	6.5	11.0	8.5	8.0	1.2
T-P	0.02	0.86	1.25	0.95	47.5
ES作用強度(ELISA)	0.7	12.5	13.3	7.7	11.0
全亜鉛	10.1	23.9	26.9	27.4	2.7
COD/C-BOD比	2.7	6.5	5.0	4.7	
T-N/ T-P比	340	15	9	10	
NO3-N/T-N比	0.96	0.87	0.78	0.81	

浅川		北野(合流式)	北野(分流式)		
項目	流入前	処理場	処理場	流入後	流入後/流入前の比
T-BOD	1.1	3.5	5.3	1.8	1.6
C-BOD	0.9	2.0	2.7	1.2	1.3
COD	1.8	6.5	9.1	3.2	1.8
T-N	3.2	6.7	8.7	4.4	1.3
NH4-N	0.03	0.62	0.77	0.13	4.3
NO3-N	3.1	5.0	5.7	3.8	1.2
T-P	0.05	0.49	1.21	0.24	4.8
ES作用強度(ELISA)	0.4	12.4	16.0	4.8	12.0
全亜鉛	3.4	23.7	18.5	7.0	2.1
COD/C-BOD比	2.0	3.3	3.4	2.7	
T-N/ T-P比	65	14	7	18	
NO3-N/T-N比	0.95	0.75	0.66	0.87	

多摩川		多摩川上流	八王子		
項目	流入前	処理場	処理場	流入後	流入後/流入前の比
T-BOD	0.7	3.9	2.8	1.3	1.9
C-BOD	0.6	2.4	2.1	1.1	1.8
COD	1.4	8.7	9.4	4.2	3.0
T-N	1.2	8.8	13.7	4.5	3.8
NH4-N	0.03	0.58	0.20	0.09	3.0
NO3-N	1.2	7.2	12.6	4.2	3.5
T-P	0.01	0.70	0.79	0.26	26.0
ES作用強度(ELISA)	0.1	9.2	8.2	4.3	43.0
全亜鉛	2.7	34.2	28.4	12.4	4.6
COD/C-BOD比	2.3	3.6	4.5	3.8	
T-N/ T-P比	120	13	17	17	
NO3-N/T-N比	1.00	0.82	0.92	0.93	

単位: ES作用強度はng/l, 全亜鉛は μ g/l、ほかはすべてmg/l 値は平均値

ア BOD

有機的汚濁指標である C-BOD は、各河川水とも 2mg/l 以下であり、有機的汚濁は認められなかった。下水処理水の C-BOD は 3mg/l を超えることはなかった。このことは、各下水処理場の活性汚泥法による生物処理が良好に行われおり、C-BOD に関しては下水処理水の河川水質への影響は小さいことを示している。ただし、T-BOD については、下水処理水では 3mg/l を超えることがあり、この影響によって下水処理水流入直後の地点では環境基準値 3mg/l を超えることがあった。これは、下水処理水に残存する $\text{NH}_4\text{-N}$ の濃度がやや高いときがあり、この $\text{NH}_4\text{-N}$ が硝化されて酸素が消費された結果、T-BOD の値が高くなったと推測された。多摩川では、1996 年ごろから流域下水処理場で $\text{NH}_4\text{-N}$ の低減処理が進められ、下水処理水の $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度が著しく低下した。その結果、多摩川河川水の T-BOD も改善し環境基準が達成された経緯がある。本調査による多摩川の各地点も $\text{NH}_4\text{-N}$ は低い値であり、 $\text{NH}_4\text{-N}$ の硝化による T-BOD の著しい上昇は認められなかった。下水処理水の $\text{NH}_4\text{-N}$ 低減化をさらに進めれば、T-BOD は下水処理水流入直後の地点においても環境基準値を超えることはないと考えられる。

イ COD

COD については、神田川、浅川、多摩川の 3 河川とも下水処理水の影響が認められた。神田川では下水処理水流入前の地点は COD 2.7mg/l、流入後の地点は COD 7.3mg/l であり 2 倍以上高くなった。表 2 のように流入前後の C-BOD 増加比は神田川 1.5、浅川 1.3、多摩川 1.8 に対して、COD 増加比は神田川 2.7、浅川 1.8、多摩川 3.0 であった。これは生物化学的酸化による計測法の C-BOD では酸化されないが、化学的酸化による計測法の COD では酸化される物質（生物難分解性物質）が下水処理水中に残存してい

ることを示している。

ウ T-N、T-P

標準法による処理での T-N、T-P 除去率は 60% 程度であり、C-BOD 除去率が通常 98% 以上であるのに比べて低い。このことから、神田川、浅川、多摩川の 3 河川とも下水処理水の流入によって河川水の T-N、T-P 濃度がともに高くなり、その上昇率は同程度と予想されたが、調査結果では、T-N の下水処理水流入前後の増加比が神田川 1.5、浅川 1.3、多摩川 3.8 であるのに対して、T-P の増加比は神田川 48、浅川 4.8、多摩川 26 であった。つまり、下水処理水流入による T-N と T-P の増加比は T-P の方が顕著に大きい。下水処理水流入前の河川水の T-N/ T-P 比は、神田川 340、浅川 65、多摩川 120 であるが、下水処理水流入後の T-N/ T-P 比は、神田川 10、浅川 18、多摩川 17 であり、この比は下水処理水の T-N/ T-P 比（7~17）に近い比となっている。このように下水処理水流入前の河川水の T-P は T-N に比べてかなり低い濃度であること、下水処理水の T-P は流入前の河川水に比べ著しく高い濃度であることがわかった。3 河川のうち上流からの流入水量が少ない神田川については、河川水（下水処理水流入後）の T-P 濃度は、下水処理水の T-P 濃度によって決まるといえる。

T-N は $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 、有機体窒素で構成されるが、各河川の T-N のうち $\text{NO}_3\text{-N}$ の割合は、河川水では 8 割以上、下水処理水も同程度の割合であった。 $\text{NO}_3\text{-N}$ 及び $\text{NO}_2\text{-N}$ は人の健康の保護に関する環境基準（健康項目）の水質項目であり、基準値 10mg/l 以下（ $\text{NO}_3\text{-N}$ と $\text{NO}_2\text{-N}$ とを合計した値。河川水では $\text{NO}_2\text{-N}$ の濃度は非常に低いので、ここでは $\text{NO}_3\text{-N}$ について検討する。）である。下水処理水流入後の地点は全て基準値以下であった。ただし、下水処理水の $\text{NO}_3\text{-N}$ は 10mg/l を越えることもあったので、

河川の自然流量が少なくなる時期では、河川水は 10mg/l に近い濃度になる可能性がある。NO₃-N は健康項目であることを考慮すると、10mg/l に近い濃度となるのは望ましくない。河川内での自然浄化作用による NO₃-N の低減については、3 河川とも河川水は好気状態（溶存酸素が十分に溶け込んでいる状態）であることから、河川中での脱窒素作用（酸素がない嫌気状態で NO₃-N の窒素が窒素ガスとなり、水中から除去される作用）は期待できない。このようなことから、河川水の NO₃-N を低減するには下水処理水の NO₃-N を低減することが必須となる。NO₃-N は、下水高度処理（嫌気好気法脱窒処理）により除去することが可能であり、この方式による高度処理が東京都下水道局によって進められている。高度処理率は現在、流域下水道では、30%程度である。高度処理に向けての施設改善は膨大な改善費と時間を要するので、NO₃-N を短期的に低減することは困難であるが、高度処理が計画どおりに実施されていけば河川水の NO₃-N は経年的に低減していくものと考えられる。

エ ES 作用強度（エストロゲン作用強度）

ES 作用強度は既報⁸⁾の比活性値を用いて 17β-エストラジオールとエストロンの値から求めた。ここでは ELISA 法による結果について述べる。下水処理水流入前の ES 作用強度は、0.1~0.7ng/l の低い値であったが、下水処理水は 8.2~16ng/l、下水処理水流入後は 4.3~7.7ng/l であった。既報⁹⁾では、河川水の ES 作用強度が 10ng/l を超えると、そこに生息する雄コイの血液中にビテロゲニン（雌特異タンパク前駆物質）が高い濃度で産生されることを報告した。今回調査した下水処理水は ES 作用強度が 10ng/l を超えるときがあり、下水処理水の流入直下の場所に生息する雄コイに関しては、高濃度のビテロゲニンが産生されている可

能性が高いと推測される。なお、ES の生物濃縮については田中ら¹⁰⁾が、下水処理場の放流口付近において調査を行っており、底生動物への濃縮は確認されなかったと報告している。ES が底生動物に濃縮され、魚類に取り込まれる可能性は低いので、下水処理水の ES が魚類へ及ぼす影響は局所的であると推察される。

オ 全亜鉛

環境基準の生活環境項目に、水生生物保全の観点から追加された水質項目が全亜鉛である。全亜鉛の基準値は 30 μg/l 以下である。多摩川の下水処理水流入直後の地点では下水処理水の影響を受けて基準値を超えることがあり、神田川も下水処理水流入直後の地点は基準値に近い値であった。しかし、下水処理水的全亜鉛の濃度は 30 μg/l 程度であることから、下水処理水流入直後の地点を除いては、河川水による希釈効果によって基準値を超えることはないと考えられる。全亜鉛は、特にカゲロウなどの水生昆虫の生息環境保護を考慮して策定された基準である。鈴木ら¹¹⁾は下水処理水流入地点の底生動物、付着藻類などの金属類含有量（亜鉛、銅、鉛など）の比較を行った。河川生態系において高次の栄養段階に属する底生動物の金属類含有量は、付着藻類の金属類含有量と同じもしくは低いレベルであった。ヒゲナガカワトビケラ、シマトビケラ科、カワゲラ亜科の 3 種類の底生動物について比較したところ、金属類含有量はほぼ同じレベルであり、これらの結果から、金属類は河川生態系における食物網によって、高次の栄養段階の生物へと蓄積されることはないかと推察している。以上のことから本調査対象の 3 河川での全亜鉛の濃度レベルでは、水生昆虫の生息影響はほとんどないものと思われる。

カ 水温

近年、下水処理水の水温は上昇傾向にあり、冬期においても 17℃程度の高い値である。神

田川については下水処理水の水温影響を把握するため、冬期に河川水温の縦断調査を行った。既報 2) の図 3 に示したように下水処理水の河川水温への影響は神田川の河口部まで及んでいることが分かった。ここでは、浅川、多摩川の冬期における河川水温の変化を表 3 に示す。浅川では、下水処理水の流入前の河川水温は 8.3℃であったが、流入後（下流約 1km 地点）の河川水温は 13.5℃であり、約 5℃上昇した。多摩川では、流入前の河川水温は 8.1℃であったが、流入後（下流約 1.5km 地点）の河川水温は 17.5℃であり、約 9℃上昇した。このように、冬期では下水処理水が河川水温に与える影響は小さくないことがわかった。河川水温の上昇が河川生態系にどのような影響を及ぼしているかについては今後の検討課題である。

表 3 河川水温の変化

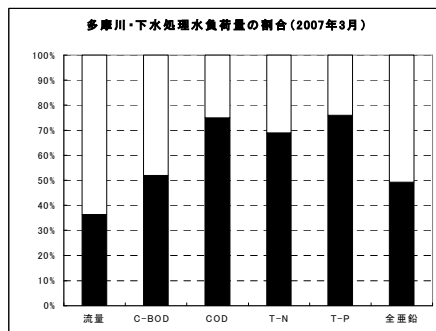
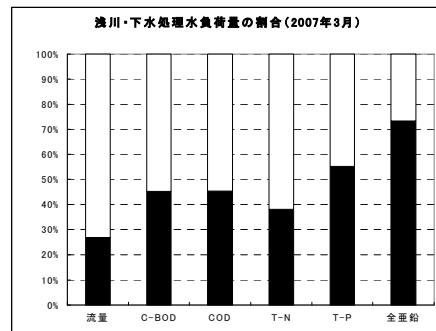
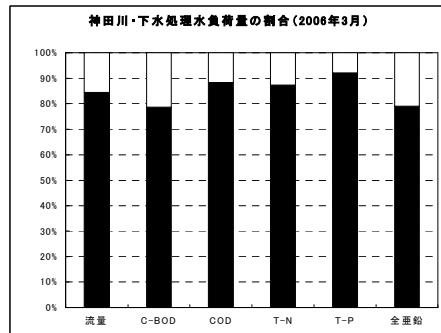
浅川の水溫 2007.1.24		℃
下水処理水流入前の地点		8.3
下水処理水(北野処理場)		17.4
下水処理水流入後約1km下流地点(JR中央線)		13.5
下水処理水流入後約6km下流地点(高幡橋)		11.4

多摩川の水溫 2007.12.11		℃
下水処理水流入前の地点		8.1
下水処理水(多摩川上流処理場)		21.9
下水処理水流入後の地点(多摩大橋左岸)		20.1
下水処理水流入後約1.5km下流地点(多摩川緑地)		17.5
下水処理水流入後約4km下流地点(日野橋)		14.8

(2) 負荷量

下水処理水が流入した後の地点における下水処理水負荷量等の割合を図 2 に示す。河川流量が比較的少ない 3 月期における負荷割合を算出した。神田川では河川流量に占める下水処理水の割合は 84%であり、すべての水質項目で下水処理水の負荷割合が大きく 72~92%であった。浅川では河川流量に占める下水処理水の割合は 27%であり、3 河川の中では小さい割合であった。各水質項目についての下水処理水の負荷割合は 45~73%であった。多摩川では河川流量に占める下水処理水の割合は 36%であり、

各水質項目についての下水処理水の負荷割合は 49~76%であった。以上のように、神田川は下水処理水の負荷量割合が 3 河川の中では最も大きく、河川の負荷量は下水処理水の負荷量でほぼ決まるといえる。浅川、多摩川(多摩大橋地区)は、水質項目によって異なるが、河川流量の少ない時期では下水処理水の負荷量割合は 5 割を超える。森林や草地など自然系からの河川流入負荷量を削減することは通常困難であるので、河川水質をより改善するためには、人為的負荷量を削減することが重要であり、そのためには下水処理水の負荷量削減が主要な対策となる。



負荷量割合は、(下水処理水量×下水処理水の水質)を(下水処理水流入後の河川流量×河川水質)で除して求めた。

図 2 下水処理水の負荷量割合

(3) 底生動物

底生動物による水質判定結果と底生動物の種類数を表4に示す。底生動物は魚類に比べて移動範囲が狭く、出現種類の水質汚濁階級が比較的良好に整理されている。水質階級は os(貧弱水性、きれいな水)、βms(β中腐水性、少し汚れた水)、αms(α中腐水性、きたない水)、ps(強腐水性、大変汚い水)の4階級に分類される。出現した底生動物を上記の水質階級ごとに整理して、水質判定を行った。各河川の出現種と水質階級及び個体数、多様性指数等は、事業報告^{3),5),7)}で示した。

表4 底生動物による水質汚濁判定等

神田川の底生動物	水質階級	種類数
下水処理水流入前の地点	αms	7~11
流入後の地点(高戸橋)	αms	5~14

浅川の底生動物	水質階級	種類数
下水処理水流入前の地点	os~βms	29~40
流入後約1km下流地点(JR中央線)	os~βms	25~31
流入後約6km下流地点(高幡橋)	os~βms	24~35

多摩川の底生動物	水質階級	種類数
下水処理水流入前の地点	os~βms	15~39
流入後の地点(多摩大橋左岸)	os~αms	8~24
流入後約1.5km下流地点(多摩川緑地)	os~βms	24~35
流入後約4km下流地点(日野橋)	os~βms	19~31

os(貧弱水性、きれいな水)、βms(β中腐水性、少し汚れた水)、αms(α中腐水性、きたない水)、ps(強腐水性、大変汚い水)各河川とも4回調査

水質汚濁階級は、表4のとおり下水処理水の流入前の地点と流入後の地点で明確な違いは認められなかった。ただし、多摩川では下水処理水流入直後の多摩大橋左岸では4回調査のうち1回であるがαmsと判定された。また、種類数は他の地点と比べ明らかに少なかった。下水処理水の流入直下の地点では底生動物の生息に下水処理水が影響を及ぼしていることが示唆された。

神田川は、ほとんどが三面コンクリート張りの人工的な河川構造であり、浅川や多摩川とは大きく形態が異なる。底生動物の生息環境として河床の石礫の存在が重要であるが、神田川

は石礫が非常に少ない。また、上流域の自然度が低く生物相も貧弱であるので、上流域からの底生動物が流下することも期待できない。表4のように神田川の種類数が浅川、多摩川の1/2以下であったのは、河川形態の影響が大きいと考えられる。

5 おわりに

下水処理水が流入する神田川、浅川、多摩川の調査を行なった結果、いずれの河川も下水処理水の流入による水質変化が認められた。下水処理水の影響が最も大きいのは神田川であり、神田川中流部の水質は下水処理水の水質に強く依存している。水質項目のうち、とくに栄養塩類のT-Pは下水処理水によって著しく濃度が上昇した。河川水のT-Pを削減し、東京湾への流入負荷を低減するには下水処理水のT-P削減が主要な対策となる。また、NO₃-Nの削減についても、河川内での自然浄化は期待できないので、下水処理水での低減が不可欠である。河川水質は下水道の普及によって大きく改善してきたが、河川水質をさらに改善するためには下水処理水の高度処理を進めていくことが必要である。

下水処理水の底生動物への影響は一部の地点で認められたものの、今回調査した範囲では大きな影響はないものと推察された。ただし、底生動物の出現状況は季節によって変化し、増水などによっても大きく変化するので、下水処理水の底生動物への影響は経年的な調査を行い長期的な変動傾向をとらえて判定することが必要であろう。

参考文献

- 1) 東京都環境局：平成18年度公共用水域及び地下水の水質測定結果、(2007)。
- 2) 和波一夫ら：都市排水の環境影響に関する

- 研究（その1）下水処理水の神田川水質に及ぼす影響，東京都環境科学研究所年報，126-130（2006）.
- 3) 竹内健ら：都市排水の環境影響に関する研究（その2）神田川水系の生物相に及ぼす下水処理水の影響，東京都環境科学研究所年報，131-136（2006）.
- 4) 竹内健ら：都市排水の環境影響に関する研究（その3）浅川の水質に及ぼす下水処理水の影響，東京都環境科学研究所年報，140-145（2007）.
- 5) 竹内健ら：都市排水の環境影響に関する研究（その4）浅川の底生動物に及ぼす下水処理水の影響，東京都環境科学研究所年報，146-153（2007）.
- 6) 竹内健ら：都市排水の環境影響に関する研究（その5）多摩川の水質に及ぼす下水処理水の影響，東京都環境科学研究所年報，108-112（2008）.
- 7) 竹内健ら：都市排水の環境影響に関する研究（その6）多摩川の底生動物に及ぼす下水処理水の影響，東京都環境科学研究所年報，113-116（2008）.
- 8) 嶋津暉之ら：多摩川等の環境ホルモン問題に関する研究（その3），エストロゲン様物質の総量測定法，東京都環境科学研究所年報，165-175（2000）.
- 9) 和波一夫ら：多摩川等の環境ホルモン問題に関する研究（その8），都内河川におけるコイの精巣等の調査，東京都環境科学研究所年報，45-55（2002）.
- 10) 田中宏明ら：水生生態系から見た河川水質の評価に関する研究，平成15年度 下水道関係調査研究年次報告集，独立行政法人土木研究所資料，315-322（2005）.
- 11) 鈴木攪ら：水生生態系から見た河川水質の評価に関する研究，平成16年度 下水道

関係調査研究年次報告集，独立行政法人土木研究所資料，199-208（2005）.