

多摩川中流部の再生に関する研究

—多摩川のアンモニア性窒素等の排出負荷量と削減対策について—

和波一夫 嶋津暉之 赤羽正二郎*

(* 埼玉工業大学)

要 旨

多摩川中流部の多摩川本川、多摩川支川、下水処理場を対象として、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 等の負荷量の実態を把握し、その削減対策を検討した。その結果、次のことが明らかになった。

- ① 1月に調査した下水処理場の $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度は、処理場によって大きく異なり、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度が最も高い処理場と最も低い処理場の濃度差は $20\text{mg}/\ell$ 以上あった。
- ② 同一の下水処理場であっても、時期によって $\text{NH}_4\text{-N}$ 負荷量は大きく変化した。排水量が最も多い処理場では、1月の $\text{NH}_4\text{-N}$ 負荷量は10月の21倍であった。
- ③ 田園調布堰の $\text{NH}_4\text{-N}$ 負荷量と比較すると、下水処理場からの負荷量は、その3~6倍であった。
- ④ 1月と7月の調査では、 $\text{NH}_4\text{-N}$ の流入負荷量の8割を下水処理場負荷量が占めた。
- ⑤ 田園調布堰のN-BODを $1\text{mg}/\ell$ 以下にするには、下水処理場排水の $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度を $4\text{mg}/\ell$ 以下に低減することが必要との試算結果を得た。

キーワード：多摩川、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 負荷量、N-BOD、環境基準

Study on Discharge and Reduction of Organic Pollution Substances in Tama-gawa River

Kazuo Wanami, Teruyuki Shimazu and Shojiro Akahane*

* Saitama Institute of Technology

Summary

By investigating the discharge of organic pollution substances in the basin of Tama-gawa River, it was considered as to how to reduce the discharge of $\text{NH}_4\text{-N}$ in future. The following results were obtained.

- (1) In January, $\text{NH}_4\text{-N}$ concentration in treated sewage water of 6 sewage disposal plants showed a variation of more than $20\text{mg}/\ell$ between the maximum and minimum values.
- (2) $\text{NH}_4\text{-N}$ discharge of the biggest sewage disposal plant in the basin of Tama-gawa River, showed large variation. $\text{NH}_4\text{-N}$ discharge in January was 21 times as large as that in October.
- (3) $\text{NH}_4\text{-N}$ discharge of the sewage disposal plants was 3~6 times as large as that of Denenchofu-seki river water of Tama-gawa River.
- (4) In January and July, 80% of $\text{NH}_4\text{-N}$ discharge flowed into Tama-gawa River was from the sewage disposal.
- (5) It is necessary to reduce $\text{NH}_4\text{-N}$ concentration in treated sewage water to not more than $4\text{mg}/\ell$ in order to make N-BOD concentration in Denenchofu-seki river water less than $1\text{mg}/\ell$.

Keywords : Tama-gawa River, $\text{NH}_4\text{-N}$ discharge, N-BOD, environmental quality standard

1 はじめに

多摩川は、東京の上水源であり、水産用水、農業用水などの利水の点からも大きな役割を持っている河川である。東京都水辺環境保全計画では、21世紀初頭における望ましい水辺環境像とその実現に向けて、東京都が取り組んでいくうえの長期目標を掲げ、多摩川中流部の水質については、環境基準C類型（BOD 5 mg/l以下）を早期に達成し、より上位のB類型（BOD 3 mg/l以下）をめざすとしている。

多摩川の水質は、1975年頃までは悪化傾向にあったが、その後、工場・事業場の排水規制、下水道の普及、生活排水対策によって徐々に改善されている。しかし、多摩川中流部のBOD環境基準適合割合は、1994年度57%、1995年度63%であり、環境基準C類型をいまだ達成していない状態にある。多摩川中流部の環境基準を達成し、さらに長期目標のB類型を満たすためには、多摩川中流部のBOD負荷量を削減しなければならない。

多摩川のBODの構成については、N-BOD（硝化による酸素消費量）の割合が小さくないことが知られている¹⁾。1996年度の水質測定計画による調査²⁾からは、多摩川中流部の環境基準点で18.8mg/lという高い値のN-BODが測定されている。また、C-BOD（有機物の分解による酸素消費量）のみでも環境基準を超えることがあるなどの結果が図1に示すように得られている。

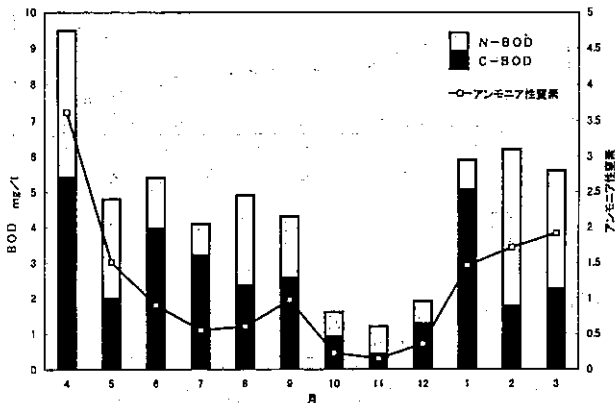


図1 田園調布堰のBODの内訳

これらのことから、多摩川中流部の水質を改善するためには、NH₄-Nの排出量を抑制してN-BODの低減を進めるとともに、C-BODもあわせて削減することが必要である。今回、NH₄-N、C-BODの負荷量削減対策を検討するため、多摩川中流部のNH₄-N、C-BOD等の取

支調査を実施し、多摩川支川、下水処理場の負荷量割合を算出したので報告する。また、この調査結果から、どのような対策を進めれば効果的に水質改善ができるかを試算したので、あわせて報告する。

2 調査方法

(1) 調査対象

多摩川中流部の多摩川本川 5 か所、流入支川 6 か所、下水処理場 6 か所を調査対象とした。調査地点を図2に示す。調査対象は、水質測定計画の調査で行われている多摩川中流部の汚濁負荷流出入状況調査を参考にして、負荷量収支の大部分が把握できるように選択した。

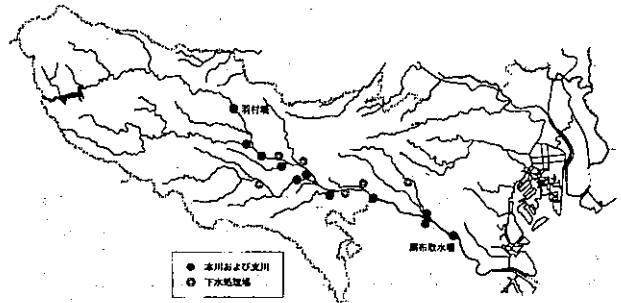


図2 多摩川中流部の調査地点

(2) 試料採取方法

調査地点に自動採水器を設置し、24時間の時間別採水を行った。立川市錦町下水処理場については、処理場設置の自動採水装置を使用した。なお、多摩川本川の調査地点である多摩川原橋、二子橋、および支川の野川については自動採水器の設置が河川形態等の事情から困難であり、手採水で調査を実施した。

(3) 調査期間

調査は、1996年7月16日から7月17日、10月15日から10月16日、1997年1月28日から1月29日の3回行った。各回とも採水を午前11時に開始し、翌日の午前10時に採水を終了した。

(4) 調査項目

JISに準じて、次の項目を分析した。

BOD、C-BOD、溶解性C-BOD、COD、溶解性COD、TOC、SS、T-N、NH₄-N、NO₂-N、NO₃-N、T-P、Cl⁻、SO₄²⁻

河川流量データは、建設省関東地方建設局京浜工事事務所、都水道局、都建設局の連続観測値等を利用し、下

水処理場については処理場管理日報の流量値を用いた。

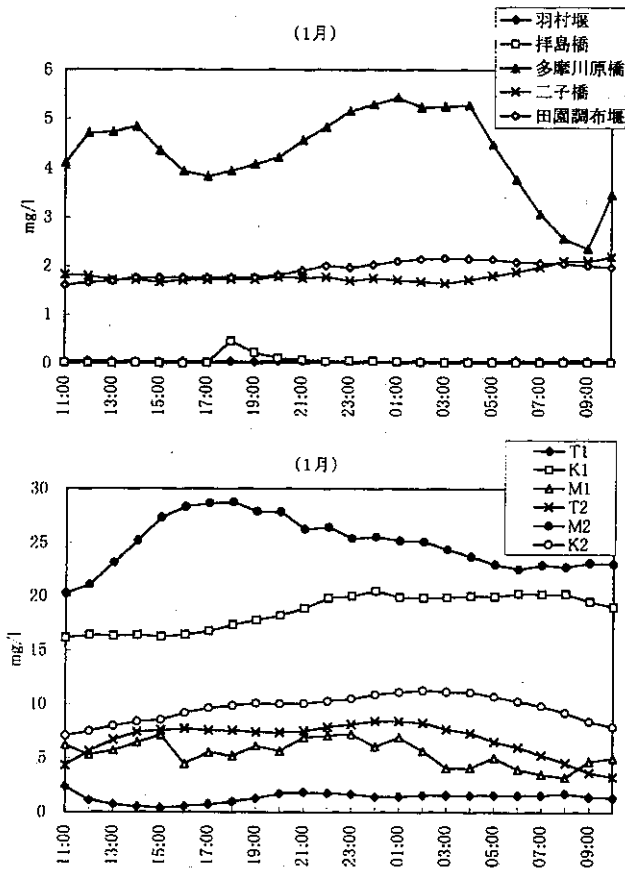


図3-1 1月の多摩川と各下水処理場のNH₄-N経時変化

3 結果及び考察

(1)水質の濃度変化

1月の各下水処理場と河川のNH₄-NおよびC-BODの経時変化を図3に示す。今回、調査した1月の下水処理場については、NH₄-NおよびC-BODの時間変動は比較的小さく、最大値と最小値の差が平均値の1倍を超えることはなかった。調査地点間の濃度差をみると、下水処理場のNH₄-Nは、処理場によって大きく濃度が異なる。最も高い処理場と最も低い処理場の濃度差は20mg/l以上もあった。多摩川本川ではNH₄-N、C-BODとも最上流に位置する羽村堰が低く、多摩川中流部の中間点より少し下流に位置する多摩川原橋が最も高かった。1月の多摩川原橋のNH₄-Nは羽村堰の約100倍であった。

図4は、多摩川中流部では最も排水量の多い下水処理場の7月、10月、1月のNH₄-N濃度変化を示したものである。7月はNH₄-Nの時間変動が大きく、最大値と最小値の差が平均値の1倍を超えた。下水処理場の水質は季節によって変化することがあるが、この処理場のNH₄-Nの1月の平均値は10月に比べ約18mg/l高く、

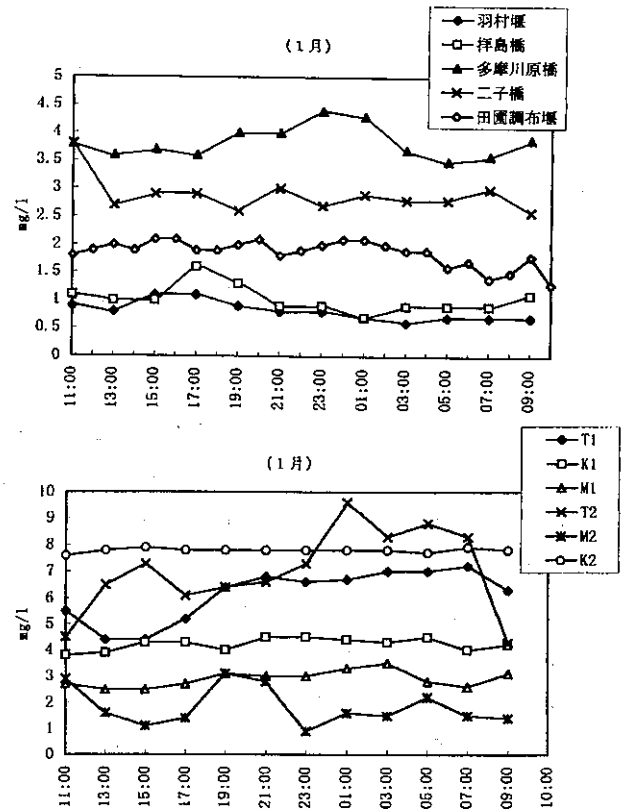


図3-2 1月の多摩川と各下水処理場のC-BOD経時変化

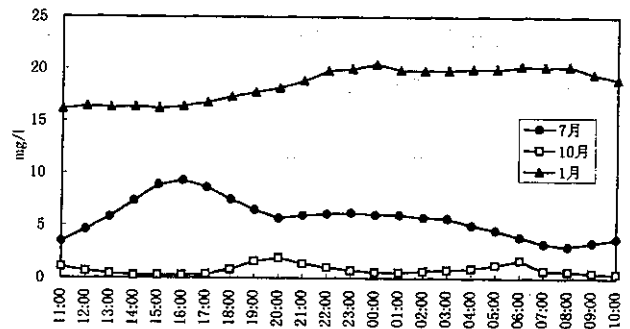


図4 K1下水処理場のNH₄-N経時変化

負荷量は約21倍であった。

下水処理施設の硝化に関しては、pH、水温の低下とともに硝化菌の増殖速度が小さくなること、また、処理施設の汚泥令が短いと冬期には十分な硝化率を得ることができず、NH₄-Nが高くなるということが既報³⁾で明らかになっている。また、下水処理水のNH₄-Nは、午後から夜間にかけて上昇すること、また、時間変動が大きくて最大値と最小値の差が平均値の1倍を超えることが知られている⁴⁾。同一の下水処理場であってもNH₄-Nは季節や時間によって濃度が異なるので、負荷量の実態を正確

に把握するには、スポット採水ではなく、本調査のように季節ごとの時間別採水が必要である。

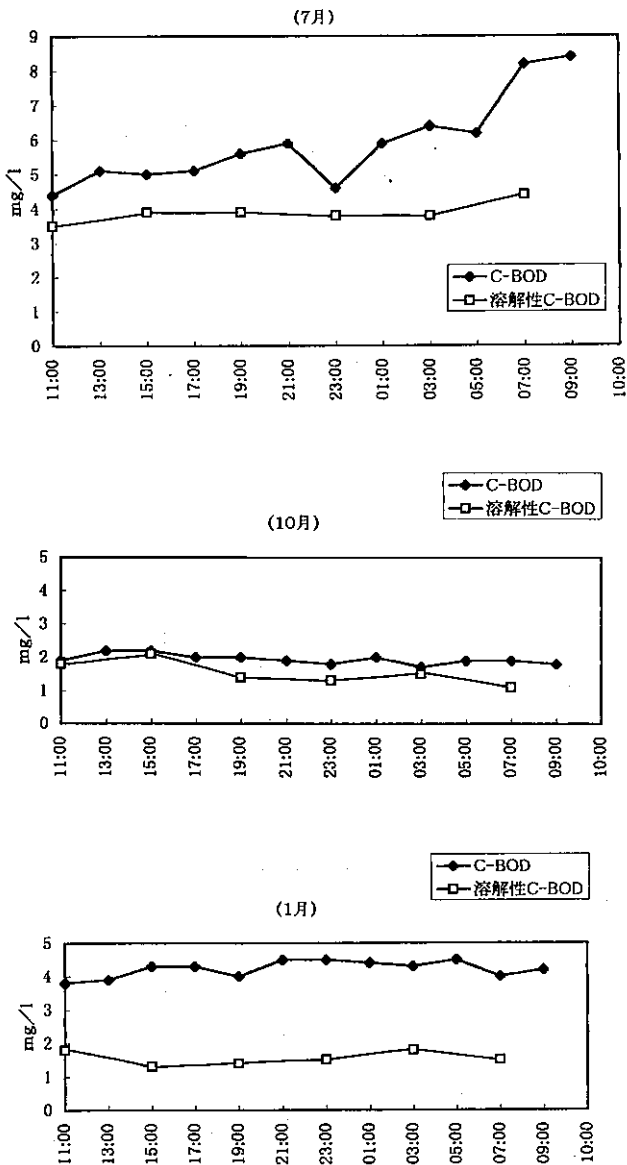


図5 K1下水処理場のC-BODの経時変化

図5は、図4と同じ下水処理場のC-BODと溶解性C-BODの経時変化を示したものである。C-BODの平均値は7月5.9mg/l、10月1.9mg/l、1月4.2mg/lであり7月が高かった。C-BODと溶解性C-BODの差(浮遊性C-BOD)が最も大きいのは1月の2.6mg/lであった。

(2)田園調布堰のBOD

田園調布堰のBOD平均値は、7月3.1mg/l、10月1.9mg/l、1月4.2mg/lであり10月以外は3mg/lを超えた。一方、C-BODは、7月2.5mg/l、10月1.6mg/l

れ、1月1.9mg/lで、いずれも3mg/l以下であった。BODがC-BODのみであれば、今回の測定ではB類型を達成している。BODが最も高かった1月のBODの内訳は、C-BODが45%、N-BODが55%であった。なお、7月のN-BODは19%、10月のN-BODは16%であった。

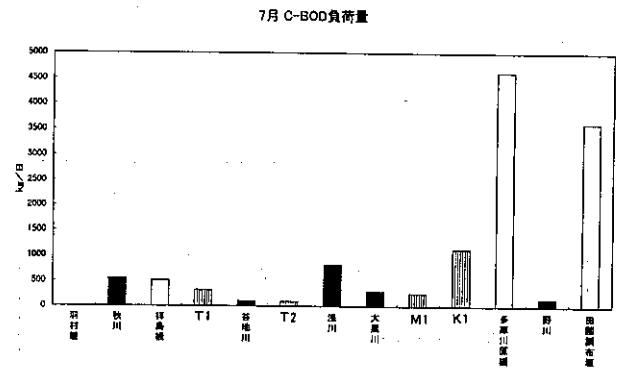
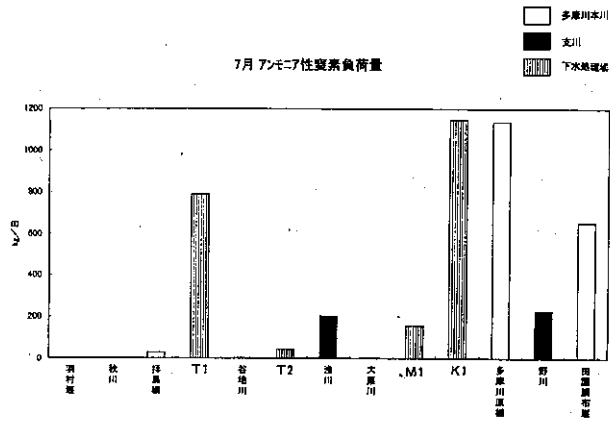
(3)NH₄-NとC-BODの負荷量流入状況

図6に多摩川中流部のNH₄-NとC-BODの流入負荷量(支川、下水処理場)と多摩川本川の負荷量を示す。10月は調査前の雨量が他の月より多く、河川流量は1月の4倍あったが、10月のNH₄-Nの流入負荷量は支川、下水処理場とも少なく、多摩川本川のNH₄-N負荷量も少なかった。これに対し1月のNH₄-Nの流入負荷量は10月の7.8倍もあり、それにとまって多摩川本川のNH₄-N負荷量も多くなった。田園調布堰でも1月のNH₄-N負荷量は10月の7.8倍であった。このように田園調布堰のNH₄-N負荷量は、流入負荷量と対応し、特に下水処理場負荷量が多いと田園調布堰の負荷量は増える傾向にあった。

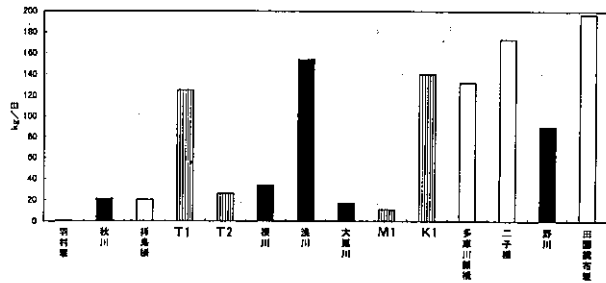
C-BODの流入負荷量はNH₄-Nと同様に10月が最も低かった。田園調布堰のC-BOD負荷量変化がNH₄-Nと同様な傾向であると仮定すると、田園調布堰のC-BOD負荷量は流入負荷量が少ない10月が最も低くなるはずである。しかし、実際は10月が高かった。これは、今回、測定した下水処理場、支川以外からの流入負荷量が10月に多かったことを意味する。測定対象以外からの流入負荷量については、主に多摩川本川の河床からの供給分と推定される。つまり、10月の田園調布堰の河川流量は1月の4倍、7月の2倍と多かったことや、10月の田園調布堰のSS負荷量が流入負荷量の4.8倍であったことから、多摩川本川の河床に沈殿・堆積していた有機物が巻き上がって流下し、田園調布堰のC-BOD負荷量を増やしたものと考えられる。C-BODについては、今後、河川内の堆積量と流量増加時の負荷量について検討していくことが必要である。

(4)NH₄-N等の排出負荷量割合

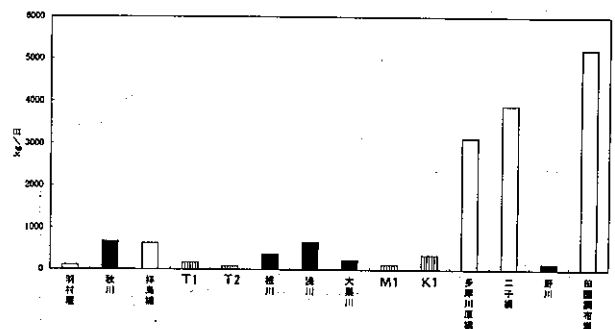
多摩川中流部のNH₄-N等の負荷量を表1に示す。各負荷量は、時間ごとの水質と流量の積を累積して算出した。表中のD/Aは、田園調布堰の流量に対する下水処理場排水量の比率および各項目の田園調布堰の負荷量に対する下水処理場負荷量の比率である。同様に、(D-



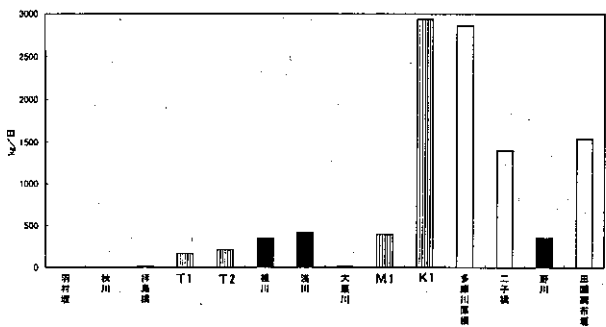
10月 NH₄-N 性窒素負荷量



10月 C-BOD 負荷量



1月 NH₄-N 性窒素負荷量



1月 C-BOD 負荷量

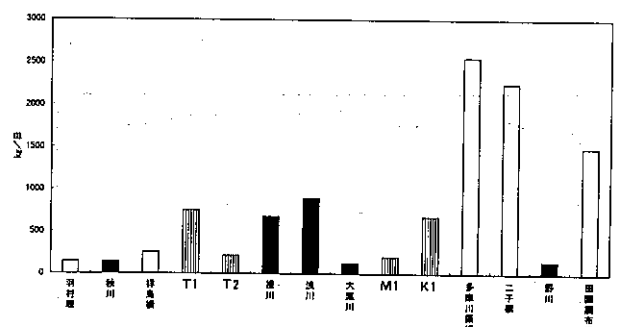


図 6-1~3 NH₄-N の流入負荷量と多摩川本川の負荷量

図 6-4~6 C-BOD の流入負荷量と多摩川本川の負荷量

C) /Bは多摩川原橋に対する下水処理場の比率である。

田園調布堰の流量に対する下水処理場排水量の比率D/Aについて、7月は37%、10月は16%、1月は56%であった。1月のように河川流量が少ない時期は、下水処理場排水量の河川流量に占める割合はかなり高くなる。参考までに、平成7年度の田園調布堰の日平均流量から下水処理場排水量の割合を算出すると約40%となった。

C/B負荷量は、内部生産による供給や取り込みが少なく、河川負荷量のうちの排出負荷量の割合を検討する

ときの基準とすることができる。C/B負荷量のD/Aを基準に各項目の負荷量のD/Aを比べると、C/B負荷量のD/Aより大きい比率は、各項目の負荷量が河川内で減少したことを、小さい比率は河川内で増加したことを意味する。C/B負荷量のD/Aについて、7月は88%、10月は32%、1月は85%であった。なお、10月が7月、1月に比べ低い比率であるのは、上記(3)で述べた河床の堆積物の巻き上がりの影響を受けているためと考えられる。

表 1 - 1 多摩川中流部のNH₄-N等の負荷量 1996.7.16~7.17

地 点		流量	T-N	NH ₄ -N	NOx-N	T-P	C-BOD	COD	TOC	SS	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻
		千 m ³ /日	kg/日	kg/日	kg/日	kg/日	kg/日	kg/日	kg/日	kg/日	kg/日	kg/日
田園調布堰 羽村堰 拝島橋 多摩川原橋	A	1457	6935	652	5596	450	3615	10010	5465	3353	30232	37564
		177	209	3	184	2	0	492	262	828	688	1652
		465	1055	27	958	12	505	1459	937	4578	2806	9087
	B	1535	9445	1137	6777	766	4620	12959	5597	16553	39077	42865
秋川・東秋川橋 谷地川・新旭橋 浅川・高幡橋 大栗川・合流点前 野川・兵庫橋		290	599	4	559	2	538	867	564	1279	1844	5585
		27	100	2	81	5	100	235	145	143	899	824
		404	2429	201	2067	180	811	2716	1259	5430	9317	13080
		73	188	2	161	7	290	394	237	421	1182	2634
		35	349	226	80	18	144	326	169	269	940	712
小計		829	3665	435	2948	212	1883	4538	2374	7542	14172	22835
T 1 処理場 K 1 処理場 M 1 処理場 T 2 処理場 M 2 処理場 K 2 処理場	C	137	1632	789	693	57	313	1400	832	425	6535	5622
		197	2352	1149	971	177	1122	2638	1192	644	10459	8098
		87	950	156	733	74	254	835	489	199	4284	3548
		45	425	44	362	51	87	351	212	129	1669	1116
		21	668	609	3	23	163	322	196	88	1318	751
		55	857	533	232	65	427	739	343	324	2217	2516
小計	D	542	6879	3280	2993	446	2365	6285	3263	1810	26482	21651
D/A	%	37	99	503	53	99	65	63	60	54	88	58
(D-C)/B	%	34	90	410	53	94	48	46	55	10	83	56

表 1 - 2 多摩川中流部のNH₄-N等の負荷量 1996.10.15~10.16

地 点		流量	T-N	NH ₄ -N	NOx-N	T-P	C-BOD	COD	TOC	SS	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻
		千 m ³ /日	kg/日	kg/日	kg/日	kg/日	kg/日	kg/日	kg/日	kg/日	kg/日	kg/日
田園調布堰 羽村堰 拝島橋 多摩川原橋 二子橋	A	3281	13705	197	12526	901	5223	13936	7309	21303	62591	92491
		177	205	1	185	2	106	270	219	237	510	1431
		652	1352	20	1254	12	626	1327	873	216	3535	10691
	B	2281	11488	132	10493	796	3134	9377	5436	6403	46658	55933
	2679	11348	173	10502	758	3899	10232	5235	9296	47880	61560	
秋川・東秋川橋 根川・合流点前 浅川・高幡橋 大栗川・合流点前 野川・兵庫橋		536	914	21	876	2	671	1070	815	178	2372	6587
		145	564	34	458	50	376	777	352	1531	2487	3231
		429	2434	154	2148	181	659	1527	878	1936	6865	11574
		145	407	17	382	16	217	467	285	249	2138	5697
		46	303	90	177	11	144	299	127	145	1092	1195
小計		1301	4622	316	4021	260	2067	4140	2457	4039	14954	28284
T 1 処理場 K 1 処理場 M 1 処理場 T 2 処理場 M 2 処理場 K 2 処理場	C	133	1561	125	1432	167	170	1137	600	0	6394	4545
		176	1860	140	1720	140	345	1324	699	320	6484	4618
		84	966	11	955	76	122	630	333	13	3029	3395
		47	460	26	381	47	81	313	172	60	1230	1026
		19	382	335	4	18	35	181	139	40	1015	570
		56	852	464	339	34	236	624	245	206	1883	2365
小計	D	515	6081	1100	4833	482	988	4209	2187	639	20036	16518
D/A	%	16	44	558	39	54	19	30	30	3	32	18
(D-C)/B	%	22	50	580	46	58	30	43	38	9	41	29

表1-3 多摩川中流部のNH₄-N等の負荷量 1997.1.28~1.29

地点		流量 千 m ³ /日	T-N kg/日	NH ₄ -N kg/日	NO _x -N kg/日	T-P kg/日	C-BOD kg/日	COD kg/日	TOC kg/日	SS kg/日	Cl ⁻ kg/日	SO ₄ ²⁻ kg/日
田園調布堰	A	801	7078	1539	4994	572	1495	4787	2865	3319	37279	30739
羽村堰		173	133	7	113	3	141	177	164	688	502	1602
拝島橋		248	399	11	344	2	254	267	289	401	1742	4520
多摩川原橋		665	7299	2868	3808	726	2553	5173	2892	4391	34021	26331
二子橋	B	780	7213	1397	5136	607	2254	5086	2698	4799	36675	29353
秋川・東秋川橋		140	231	1	211	0	140	153	162	182	1942	5097
根川・合流点前		92	785	346	260	74	676	941	645	980	9325	8837
浅川・高幡橋		200	1984	417	1363	155	892	1478	862	1813	7202	8415
大栗川・合流点前		40	132	12	97	6	124	178	107	148	880	1471
野川・兵庫橋		37	579	355	171	23	148	298	171	259	1777	1475
小計		509	3711	1131	2102	258	1970	3048	1947	3382	21126	25295
T 1 処理場	C	124	1568	166	1225	216	753	1296	908	492	8102	6105
K 1 処理場		160	3424	2939	111	286	675	1915	1218	483	13053	9206
M 1 処理場		70	1097	394	602	150	201	652	458	47	4462	3970
T 2 処理場		31	443	212	164	56	211	335	219	118	1857	1172
M 2 処理場		19	551	466	9	35	34	243	213	92	1819	1045
K 2 処理場		41	873	383	416	88	316	487	259	198	2499	2275
小計	D	445	7956	4560	2527	831	2192	4927	3275	1430	31792	23774
D/A	%	56	112	296	51	145	147	103	114	43	85	77
(D-C)/B	%	64	101	143	66	110	85	91	106	30	88	86

田園調布堰のNH₄-N負荷量に対する下水処理場の負荷量の比率は、296~558%と非常に高い。これは、田園調布堰のNH₄-N負荷量に対して、下水処理場からの負荷量が、その約3~6倍であることを示すとともに、先に述べたCl⁻負荷量のD/Aを基準とした比較から下水処理場のNH₄-N負荷量が河川内で大きく減少することを示している。河川内でのNH₄-N負荷量の減少の理由のひとつとして、NO_x-Nの比率が39~53%と低いことから河川内での硝化作用が考えられる。

NH₄-Nの流入負荷量が多い1月は、多摩川原橋に対する下水処理場の比率(D-C)/Bが143%であり、田園調布堰の比率296%に比べ小さい。つまり、多摩川原橋までの流入負荷量の減少率が低い。これは、多摩川原橋の上流約1.5kmに位置する排水量の多い下水処理場の影響と考えられる。この下水処理場から多摩川原橋までは流達時間が30分程度と短いため、この処理場からの負荷量は、河川内での減少作用を十分に受けずに多摩川原橋に流下するものと推定される。

表2に、多摩川中流部の流入負荷量のうちの下処理場排水負荷量が占める割合を示す。NH₄-Nは49~83%と高い比率である。河川流量が多かった10月を除くとNH₄-N負荷量の8割を6つの下水処理場排水負荷量が

表2 流入負荷量のうちの下処理場排水負荷量が占める割合(%)

項目	7月	10月	1月
T-N	59	51	64
NH ₄ -N	83	49	77
NO _x -N	48	53	50
T-P	63	62	73
C-BOD	49	26	48
COD	54	45	58
TOC	53	42	59
SS	16	9	25
Cl ⁻	62	53	57
SO ₄ ²⁻	45	32	45

占める。また、T-Nは51~64%、C-BODは26~49%、CODは45~58%、T-Pは62~73%であり、SSを除くその他の項目も、下水処理場排水負荷量が流入負荷量に占める割合は50%前後ある。

多摩川流域の下水道普及率が80%を超えた現在、多摩川中流部の水質を改善するためには、 $\text{NH}_4\text{-N}$ など下水処理場からの負荷割合が大きい項目の負荷量削減を優先に対策を進めることが必要である。

4 負荷量削減の検討

多摩川の水質汚濁が著しい年代に行われた1969年度の多摩川BOD収支調査では、多摩川中流部の水質をC類型(5 mg/ℓ以下)に改善するためには、拝島橋から田園調布堰の区間に流入するBOD負荷量を当時の1日当たり19730kgから9860kg以下にしなければならないとしている⁵⁾。1972・73年度に実施された同様な調査では、羽村堰から田園調布堰のBOD流入負荷量を9993kg/日以下にすれば、拝島橋から田園調布堰でC類型(5 mg/ℓ以下)を達成することができるとしている⁶⁾。

水質測定計画による測定結果では、1995年度の多摩川中流部(羽村堰から田園調布堰まで)のBOD流入負荷量は9309kg/日であり、すでに過去に予測した値に比べやや少ない程度になっている。1995年度の多摩川中流部のBOD75%値は、日野橋4.8mg/ℓ、関戸橋6.1mg/ℓ、是政橋5.5mg/ℓ、多摩川原橋8.5mg/ℓ、多摩水道橋6.0mg/ℓ、砧下取水点4.6mg/ℓ、第三京浜多摩川橋5.7mg/ℓ、田園調布堰4.9mg/ℓであった。上記の予測のとおりC類型(5 mg/ℓ以下)に適合している地点もあるが、まだ適合していない地点のほうが多い。

多摩川中流部のすべての地点でC類型を達成し、さらにB類型(3 mg/ℓ以下)を満たすためには、BODのうちの多くを占めるようになったN-BODを削減することが必要である。N-BODを規定する因子は $\text{NH}_4\text{-N}$ と硝化菌存在量である。河川内の硝化菌存在量を人為的に制御することは困難であるので、 $\text{NH}_4\text{-N}$ の流入負荷量を削減していくことが現実的な対策となる。

$\text{NH}_4\text{-N}$ 1 mg/ℓが完全に硝化するとN-BODは4.57 mg/ℓとなるが、通常はすべての $\text{NH}_4\text{-N}$ が硝化されることはない。既報¹⁾を参考に、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 硝化率(BODの測定において硝化された $\text{NH}_4\text{-N}$ の割合)を50%と仮定して、以下に水質改善予測を行った。

(1) 田園調布堰の $\text{NH}_4\text{-N}$ 改善予測

濁水流量(当年度内を通じて355日はこれを下回らない流量)であっても、BOD 3 mg/ℓ以下であることを目標とする。田園調布堰の濁水流量を平成2～6年度の

濁水流量から求め、日量100万 m^3 とした。BODのうちC-BODは2 mg/ℓ以下、N-BODは1 mg/ℓ以下を目標とする。 $\text{NH}_4\text{-N}$ 硝化率50%で、N-BODを1 mg/ℓ以下にするには、田園調布堰の $\text{NH}_4\text{-N}$ を0.4mg/ℓ以下にする必要がある。この0.4mg/ℓと濁水流量から田園調布堰の $\text{NH}_4\text{-N}$ 負荷量を求めると400kg/日となる。また、C-BODは2000kg/日となる。

多摩川中流部の $\text{NH}_4\text{-N}$ の自浄係数kを負荷量収支から求めると、以下ようになる。なお、流下所要時間は土屋⁹⁾、江角⁹⁾の報告値を参考に

t_0 : 多摩川原橋から田園調布堰 0.7日

t_1 : 野川から田園調布堰 0.2日とした。

$\text{NH}_4\text{-N}$ の自浄係数を $\text{NH}_4\text{-N}$ 負荷量収支から求めると

k: 0.53(7月)、0.50(1月)となった。

このうち小さいほうのk: 0.5を使い、

$L_x = L_0^{-kt_0} + L_1^{-kt_1}$ 式から

L_x : 田園調布堰の負荷量

L_0 : 多摩川原橋の負荷量

L_1 : 野川からの負荷量

$L_x = L_0 \times 0.447 + L_1 \times 0.794$

において、 $L_x = 400$ となる L_0 と L_1 の組み合わせの中で、 $L_1 = 100$ とすると $L_0 = 717$ となる。すなわち、多摩川原橋の負荷量を717kg/日、野川からの負荷量を100kg/日にすると田園調布堰の負荷量は400kg/日となる。多摩川原橋の負荷量は、直上流の処理場からの負荷量がほとんどを占めているので、この処理場の負荷量を削減することが効果的である。717kg/日から、この処理場の日平均処理水量を18万 m^3 として処理水の $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度を求めると4 mg/ℓとなる。なお、今回の調査では、この処理場の $\text{NH}_4\text{-N}$ 負荷量は7月1149kg/日、10月140kg/日、1月2939kg/日であった。

一方、野川の現状負荷量は7月226kg/日、10月90kg/日、1月355kg/日であり、これを100kg/日以下までに削減するためには、野川流域にある下水処理場の負荷量を大幅に削減する必要がある。この処理場の処理水の $\text{NH}_4\text{-N}$ を4 mg/ℓ以下にすれば、処理場の負荷量は80kg/日程度になり、野川ではそれ以下の値になる。

既報³⁾で下水処理場の硝化促進の方法とその技術的条件を明らかにした。その調査結果からは、施設改善と運転管理の改善を行えば、下水処理場の硝化率を80%以上、処理水のケルダールNを4～5 mg/ℓ以下、 $\text{NH}_4\text{-N}$ を

2～3 mg/ℓ以下にすることが可能であった。

以上のことから、田園調布堰のN-BODを1 mg/ℓ以下にするには、下水処理場のNH₄-Nを4 mg/ℓ以下に低減することが必要との試算結果を得た。

(2)田園調布堰のC-BOD改善予測

C-BODについても、NH₄-Nと同様に計算を行った。C-BODの自浄係数を負荷量取支から求めると

k: 0.17 (7月)、0.40 (1月) となった。

このうち小さいほうのk: 0.17を使い、

$L_x = L_0^{-kt_0} + L_1^{-kt_1}$ 式から

$L_x = L_0 \times 0.525 + L_1 \times 0.832$

において $L_x = 2000$ となる L_0 と L_1 の組み合わせの中で $L_1 = 120$ とすると、 $L_0 = 3620$ となる。すなわち、多摩川原橋の負荷量を3620kg/日、野川からの負荷量を120kg/日にすれば、田園調布堰の負荷量は2000kg/日となる。今回の調査では、野川のC-BOD負荷量は143～148kg/日であり、120kg/日までの削減は下水道への未接続生活排水を減らすことによって可能である。C-BOD負荷量は河川内の内部生産を無視することができないので、多摩川原橋の負荷量を3620kg/日にするための下水処理場の目標水質については、今後、流入負荷量と内部生産による負荷量の取支を明らかにしたうえで検討する。

5 おわりに

以上の調査結果により、次の点が明らかとなった。

- ① 1月に調査した下水処理場のNH₄-N濃度は、処理場によって大きく異なり、最も高い処理場と最も低い処理場の濃度差は20mg/ℓ以上あった。
- ② 同一の下水処理場であっても、時期によってNH₄-N負荷量は大きく変化した。排水量が最も多い処理場では、1月のNH₄-N負荷量は10月の21倍であった。
- ③ 田園調布堰のNH₄-N負荷量と比較すると、下水処理場からの負荷量は、その3～6倍であった。
- ④ 河川流量が多かった10月を除くとNH₄-Nの流入負荷量の8割を下水処理場負荷量が占めた。多摩川中流部の水質改善対策は、NH₄-N濃度が高い下水処理場の負荷量削減対策を優先にして進めることが必要である。
- ⑤ 田園調布堰のN-BODを1 mg/ℓ以下にするには、下水処理場排水のNH₄-N濃度4 mg/ℓ以下に低減することが必要との試算結果を得た。下水処理場の硝化に関しては、硝化促進の方法とその技術的条件が明らかにな

っているため、下水処理場のNH₄-N濃度の低減化を図ることが必要である。

謝辞

本調査を進めるにあたり、下水処理場排水の採水については、下水道局流域下水道本部、八王子市下水道部、立川市上下水道部、三鷹市建設部下水道課に多大な便宜をはかっていただいた。自動採水器の設置・回収については、環境保全局水質保全部水質規制課西部規制係の土田稔氏、志村眞理氏、木澤隆志氏、多摩環境保全事務所水質保全課南部規制係の森本信孝氏、山地由美氏の協力を得た。水質自動測定室の利用については、水質保全部水質監視課管理係自動監視担当の協力を得た。流量データは、建設省関東地方建設局京浜工事事務所、都建設局土木技術研究所、都水道局から提供していただいた。CODの分析については、水質保全部計画調整課計画係藤田進氏、水質規制課検査分析係中波英明氏の協力を得た。また、検体の回収、分析については当研究所の木村賢史氏の協力を得た。以上の関係各位の方々をはじめ、多くの方の協力を得て、今回の調査を実施することができた。ここに深く感謝の意を表します。

引用文献

- 1) 津久井公昭、山崎正夫：都内河川におけるN-BOD測定 (その2) 多摩川のN-BOD測定結果、東京都環境科学研究所年報1992、p.154～161.
- 2) 平成8年度公共用水域の水質測定結果、東京都環境保全局水質保全部、1997.
- 3) 鳴津暉之ら：下水処理場の硝化に関する研究 (その2) 硝化促進の方法とその技術的条件、東京都環境科学研究所年報1993、p.205～214.
- 4) 鳴津暉之ら：下水処理場の硝化に関する研究 (その1) 窒素成分排出の実態、東京都環境科学研究所年報1993、p.194～204.
- 5) 土屋隆夫ら：多摩川のBOD取支調査結果について、東京都公害研究所年報1971、p.126～133.
- 6) 江角比出郎ら：多摩川の汚濁解析について、東京都公害研究所年報1976、p.99～109.