

清流の復活に関する研究(その1)

昭和59年度野火止水水質調査結果

津久井 公昭 菊地 幹夫 紺野 良子

1 はじめに

昭和59年8月21日、野火止水に「清流」が復活した。野火止水は、玉川上水の分水として承応4年(1655年)に完成して以来、長く、かんがいおよび生活用水として利用されてきた。しかし、水事情の悪化のため、昭和48年以降通水が停止されていた。付近住民の通水再開への強い要望や歴史環境の保全を背景として、東京都は、行政施策「ふるさとと呼べるまち・水と緑」の重要な柱の一つとして野火止水への通水の実現を図ってきた。今回の水源は多摩川上流処理場の下水処理水である。そのため、多摩川上流処理場から野火止水の放流口まで、10.7kmの導水管を敷設した。放流量は最大20,000 m³/日、水質は二次処理水を砂ろ過してBO

D 8 mg/l 以下としたものである。

我々は、河川の維持用水として下水処理水を利用することが増えつつあることから、このような場合に水環境がどのようなになるかを明らかにすることを目的にして、野火止水の水質調査を実施したので、その結果を報告する。

2 水質調査・分析方法

(1) 水質調査

水源である多摩川上流処理場は分流式下水処理場であるため、雨水の流入は無視できる。しかし、路面などから野火止水へ雨水が流入するので、採水は雨天時をさけて実施した。

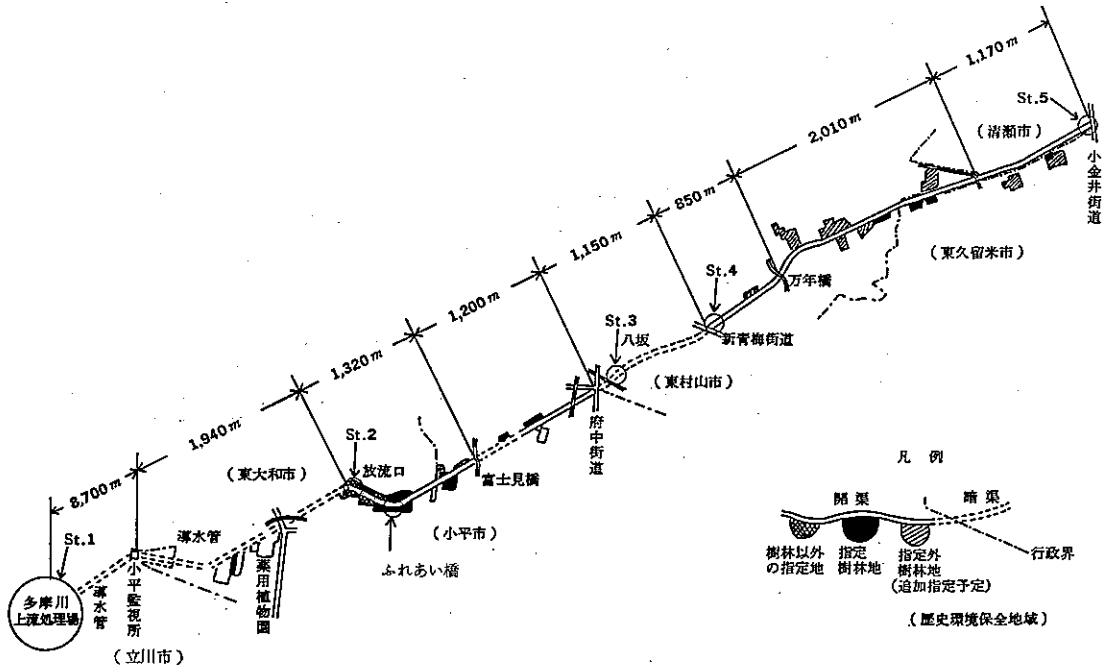


図1 野火止水調査地点

表1 昭和59年度 野火止用水水質調査結果

① St. 1 (多摩川上流処理場)

項目	調査日	59. 8. 29	59. 9. 14	59. 9. 26	59. 10. 18	59. 11. 14	59. 12. 6	平均
pH		7.0	7.0	7.2	7.3	7.2	7.2	7.2
BOD	mg/l	2.9	1.8	1.1	2.1	2.8	2.9	2.3
C-BOD	mg/l	1.3	1.2	0.4	1.6	2.0	2.7	1.5
COD	mg/l	8.9	9.3	8.0	9.8	10.3	12.6	9.8
SS	mg/l	1.3	1.6	0.6	1.1	2.0	1.9	1.4
DO	mg/l	-	-	-	-	-	-	-
大腸菌群数 MPN/100ml		0	1.7×10 ³	5	79	1.3×10 ²	3.3×10 ²	3.7×10 ²
T-N	mg/l	9.37	15.3	11.5	11.9	16.7	14.9	13.3
NH ₄ ⁺ -N	mg/l	1.94	6.34	6.67	5.41	10.1	9.54	6.67
NO ₂ ⁻ -N	mg/l	0.55	0.95	0.17	0.36	0.36	0.72	0.52
NO ₃ ⁻ -N	mg/l	5.99	7.09	4.20	4.88	5.00	3.05	5.04
T-P	mg/l	1.69	1.62	1.05	1.42	2.15	1.65	1.60
PO ₄ ³⁻ -P	mg/l	1.65	1.56	1.02	1.38	2.08	1.52	1.54
残留塩素 F/T	mg/l	<0.1/0.9	0.1/0.8	0.1/2.0	0.1/0.6	0.1/1.2	0.1/1.0	0.1/1.1
電気伝導率	mS/cm	0.512	0.566	0.534	0.575	0.585	0.621	0.566
LAS	mg/l	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
AGP	mg/l	94	520	190	340	220	260	270
水温	℃	-	23.8	23.5	22.2	20.5	19.2	21.8

② St. 2 (放流口)

項目	調査日	59. 8. 29	59. 9. 14	59. 9. 26	59. 10. 18	59. 11. 14	59. 12. 6	平均
pH		6.7	6.5	6.7	6.6	7.0	6.9	6.7
BOD	mg/l	7.4	11	19	4.7	4.7	26	12
C-BOD	mg/l	3.3	6.2	4.9	3.2	3.3	8.0	4.8
COD	mg/l	10.6	12.3	10.6	11.0	11.5	12.3	11.4
SS	mg/l	1.5	1.3	1.2	1.0	2.3	2.2	1.6
DO	mg/l	6.1	4.0	5.4	5.8	6.6	6.0	5.7
大腸菌群数 MPN/100ml		79	22	2.2×10 ²	79	14	3.3×10 ²	1.2×10 ²
T-N	mg/l	11.0	14.8	11.7	12.8	16.0	16.5	13.8
NH ₄ ⁺ -N	mg/l	0.99	3.88	3.72	0.39	8.63	8.86	4.41
NO ₂ ⁻ -N	mg/l	2.50	3.62	1.27	1.21	1.29	1.71	1.93
NO ₃ ⁻ -N	mg/l	6.69	6.66	6.27	9.89	4.97	4.96	6.57
T-P	mg/l	1.85	1.83	1.28	1.33	3.10	2.27	1.94
PO ₄ ³⁻ -P	mg/l	1.74	1.73	1.23	1.26	3.02	2.20	1.86
残留塩素 F/T	mg/l	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0
電気伝導率	mS/cm	0.510	0.547	0.507	0.539	0.575	0.620	0.550
LAS	mg/l	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
AGP	mg/l	300	440	190	340	510	260	340
水温	℃	24.7	24.5	23.5	22.2	21.1	19.1	22.5

③ St. 3 (八坂)

項目	調査日	59. 8. 29	59. 9. 14	59. 9. 26	59. 10. 18	59. 11. 14	59. 12. 6	平均
pH		7.1	7.1	7.2	7.3	7.4	7.3	7.2
BOD	mg/l	7.0	14	16	3.6	4.5	23	11
C-BOD	mg/l	2.8	7.0	5.1	3.4	2.5	7.9	4.8
COD	mg/l	11.9	12.8	10.6	12.7	10.9	15.0	12.3
SS	mg/l	32.0	17.8	10.0	30.7	3.8	37.2	21.9
DO	mg/l	6.7	5.5	5.8	7.2	7.2	6.6	6.5
大腸菌群数 MPN/100ml		1.3×10 ⁴	1.0×10 ⁴	7.9×10 ³	1.3×10 ⁴	1.3×10 ³	4.6×10 ³	8.3×10 ³
T-N	mg/l	11.1	14.5	11.6	12.6	14.2	16.1	13.4
NH ₄ ⁺ -N	mg/l	0.68	2.69	2.22	0.10	6.62	7.65	3.33
NO ₂ ⁻ -N	mg/l	2.66	3.26	1.97	1.30	1.03	1.51	1.96
NO ₃ ⁻ -N	mg/l	6.82	7.84	6.77	10.3	5.65	5.84	7.20
T-P	mg/l	1.84	1.76	1.18	1.37	2.66	2.24	1.84
PO ₄ ³⁻ -P	mg/l	1.64	1.58	1.10	1.16	2.59	2.05	1.69
残留塩素 F/T	mg/l	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0
電気伝導率	mS/cm	0.507	0.546	0.498	0.539	0.561	0.611	0.544
LAS	mg/l	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
AGP	mg/l	-	-	-	-	-	-	-
水温	℃	24.8	23.9	22.8	21.9	19.2	17.2	21.6

表1 昭和59年度 野火止用水水質調査結果(続き)

④ St. 4 (新青梅街道)

項目	調査日	59. 8. 29	59. 9. 14	59. 9. 26	59. 10. 18	59. 11. 14	59. 12. 6	平均
pH		7.3	7.2	7.3	7.4	7.5	7.4	7.4
BOD	mg/l	7.0	12	15	3.6	5.8	20	11
C-BOD	mg/l	2.9	7.0	5.2	3.7	2.8	7.0	4.8
COD	mg/l	12.1	12.9	10.9	13.0	11.6	14.1	12.4
SS	mg/l	30.7	22.6	13.6	40.5	9.8	24.1	23.6
DO	mg/l	6.8	5.6	5.9	7.2	7.5	6.8	6.6
大腸菌群数	MPN/100ml	1.7×10 ⁴	1.9×10 ⁴	2.3×10 ⁴	7.9×10 ⁴	2.3×10 ³	4.9×10 ³	2.4×10 ⁴
T-N	mg/l	11.0	14.3	11.5	12.6	13.9	16.0	13.2
NH ₄ ⁺ -N	mg/l	0.57	2.28	1.74	0.07	5.55	7.57	2.96
NO ₂ ⁻ -N	mg/l	2.59	3.03	1.78	1.07	0.92	1.40	1.80
NO ₃ ⁻ -N	mg/l	6.95	8.39	7.25	10.0	5.98	6.09	7.44
T-P	mg/l	1.70	1.72	1.18	1.35	2.54	2.18	1.78
PO ₄ ³⁻ -P	mg/l	1.61	1.53	1.08	1.08	2.36	2.01	1.61
残留塩素	F/T mg/l	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0
電気伝導率	mS/cm	0.507	0.545	0.496	0.538	0.554	0.606	0.541
LAS	mg/l	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
AGP	mg/l	-	-	-	-	-	-	-
水温	C	24.9	23.9	22.7	21.9	18.7	16.9	21.5

⑤ St. 5 (小金井街道)

項目	調査日	59. 8. 29	59. 9. 14	59. 9. 26	59. 10. 18	59. 11. 14	59. 12. 6	平均
pH		7.5	7.3	7.5	7.6	7.5	7.3	7.5
BOD	mg/l	5.0	8.8	2.8	2.7	8.1	12	6.6
C-BOD	mg/l	2.6	5.7	2.6	2.5	2.7	4.5	3.4
COD	mg/l	11.4	12.5	10.3	13.2	10.7	13.9	12.0
SS	mg/l	12.8	35.1	20.5	49.0	5.1	16.0	23.1
DO	mg/l	6.4	5.6	6.9	7.5	7.6	5.4	6.6
大腸菌群数	MPN/100ml	4.9×10 ⁴	7.9×10 ⁴	3.3×10 ⁴	4.9×10 ⁴	1.4×10 ⁴	7.0×10 ³	3.9×10 ⁴
T-N	mg/l	11.1	12.8	11.1	12.1	11.5	14.3	12.2
NH ₄ ⁺ -N	mg/l	0.23	0.54	0.07	0.02	2.01	5.37	1.37
NO ₂ ⁻ -N	mg/l	2.48	1.46	0.68	0.47	0.78	0.76	1.11
NO ₃ ⁻ -N	mg/l	7.34	10.1	9.52	10.3	7.56	7.02	8.64
T-P	mg/l	1.81	1.36	1.01	1.27	1.81	1.90	1.53
PO ₄ ³⁻ -P	mg/l	1.63	1.10	0.90	1.03	1.71	1.73	1.35
残留塩素	F/T mg/l	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0
電気伝導率	mS/cm	0.511	0.531	0.486	0.532	0.529	0.598	0.531
LAS	mg/l	<0.05	0.13	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	-
AGP	mg/l	290	380	220	320	400	340	330
水温	C	25.5	22.9	21.8	20.6	14.2	12.5	19.6

⊕ T: 残留塩素, F: 遊離残留塩素

⑥ 有害物質(ふれあい橋)

項目	事項	水質 mg/l 59. 12. 6	底質 mg/kg				
			59. 5. 29 (放流前)	59. 12. 6 (放流後)			
カ	ド	ミ	ウ	ム	ND (<0.002)	0.12	0.37
シ		ア		ン	ND (<0.1)	-	-
有	機	り	ん		ND (<0.05)	-	-
		鉛			ND (<0.01)	10.4	40.0
		クロム(6価)			ND (<0.02)	-	-
		ヒ素			0.001	7.3	9.4
		総水銀			ND (<0.0005)	0.08	0.07
		アルキル水銀			ND (<0.0005)	ND (<0.01)	ND (<0.01)
P	C	B			ND (<0.0005)	0.02	0.01

⊕ ND: 検出せず

(2) 分析方法

- ア pH, 生物化学的酸素要求量 (BOD), 化学的酸素要求量 (COD), 浮遊物質 (SS), 溶存酸素量 (DO), 窒素化合物, リン化合物, カドミウム, シアン, 鉛, クロム (6価), ヒ素: JIS K 0102 工場排水試験方法
- イ 有機りん, 総水銀, アルキル水銀, PCB: 昭和46年環境庁告示第59号
- ウ 電気伝導率: 電気伝導率計
- エ 大腸菌群数: 最確数法
- オ 残留塩素: DPD法
- カ LAS: 液体クロマトグラフ法
- キ AGP: *Selenastrum capricornutum* を供試藻類とした。

3 水質調査結果

調査は, 59年8月より12月まで6回行なった。調査地点を図1に, 調査結果を表1及び図2に示した。放流量は, 第1回調査時には10,000 m³/日, 第2~6回調査時には7,500 m³/日であった。流速は, 7,500 m³/日放流時に, 放流口 (St. 2) において約50 cm/秒であり, 下流においてはこれより低下する。多摩川上流処理場 (St. 1) からSt. 2までの流達時間 (導水管内等での滞留時間) は, 7,500 m³/日放流時に約15時間, 野火止用水 (St. 2~5) での流達時間は5~6時間 (流速35~40 cm/秒として算出) である。

(1) pH

pHは, 導水管中で低下し, 次いで野火止用水を流下する過程で再び上昇する。全測定値で6.5~7.6の範囲にあり, pHについては問題がない。

(2) BOD

多摩川上流処理場の放流水 (St. 1) のBODは, 1.1~2.9 mg/ℓ (平均2.3 mg/ℓ) であり, 良好である。しかし, 野火止用水 (St. 2~5) では, かなり高いBOD値が検出されることがある。例えば八坂 (St. 3) のBODは, 3.6~23 mg/ℓ (平均11 mg/ℓ) であり, 放流水より高くなっている。この原因は, アンモニアの酸化 (硝化) にあると考えられる。

N-アリルチオ尿素を添加して硝化を抑えてBODを測定すると (このBODをC-BODとする), 平均値で, St. 1では1.5 mg/ℓ, St. 3では4.8 mg/ℓとなる。

従って, 硝化によるBOD (N-BODとする) は, 平均値で, St. 1で0.8 mg/ℓ, St. 3で6.2 mg/ℓと計算され, BODの中で硝化の占める割合が大きいことが分る。また, 図2-(3) (9月26日調査) でSt. 2~4において, C-BODは, ほぼ5 mg/ℓであるが, N-BODが14~10 mg/ℓあり, BODとしては19~15 mg/ℓと高い値になっている。

次に, アンモニア (NH₄-N) 濃度から見てみると, 図2-(3)で, NH₄-Nの殆ど存在しない (0.07 mg/ℓ) St. 5では, 硝化がないため, BODとC-BODの値が一致する。一方, St. 2~4ではNH₄-Nが3.72~1.74 mg/ℓあり, 硝化のため, BODとC-BODの差が大きく, 高いBOD値が得られている。また, 図2-(4) (10月18日調査) から, NH₄-N濃度が低い時はBOD値も低いことが分る。

図2-(3)及び図2-(4)で, St. 1はNH₄-N濃度が高いにもかかわらず, BOD値が低い。これは, 硝化菌の存在量が少ないためと考えられる。野火止用水でBODが高くなるのは, 導水管 (St. 1~2) が10.7 kmと長いため, 残留塩素が消滅し, その後導水管内や野火止用水中で硝化菌の増殖が行われているためであろう。

(3) COD

CODは, 概ね10~15 mg/ℓの範囲であり, BODと比較してSt間でもまた測定日間でも変動の小さいことが特徴である。

(4) SS

放流水は, 砂ろ過によってSS分を除去したものである。従って, St. 1およびSt. 2では, SSは1~2 mg/ℓと小さい。しかし, 下流のSt. 3~5では通常数十 mg/ℓである。St間のCODの変化は小さいことから, 下流のSSは主に土壌粒子と考えられる。

(5) DO

全測定値の中で, 1例 (9月14日, St. 2, 4.0 mg/ℓ) を除き, 5 mg/ℓ以上 (5.4~7.6 mg/ℓ) である。従って, DOに関しては水生生物の生存条件としては良好といえる。

(6) 大腸菌群数

大腸菌群数は, St. 1およびSt. 2では1.7 × 10³ MPN/100 ml以下であるが, St. 3~5では10⁴ MPN/100 mlを超える例が多い。St. 3以降に高い値が得る原因としては, 野火止用水に途中から汚水等が流入し

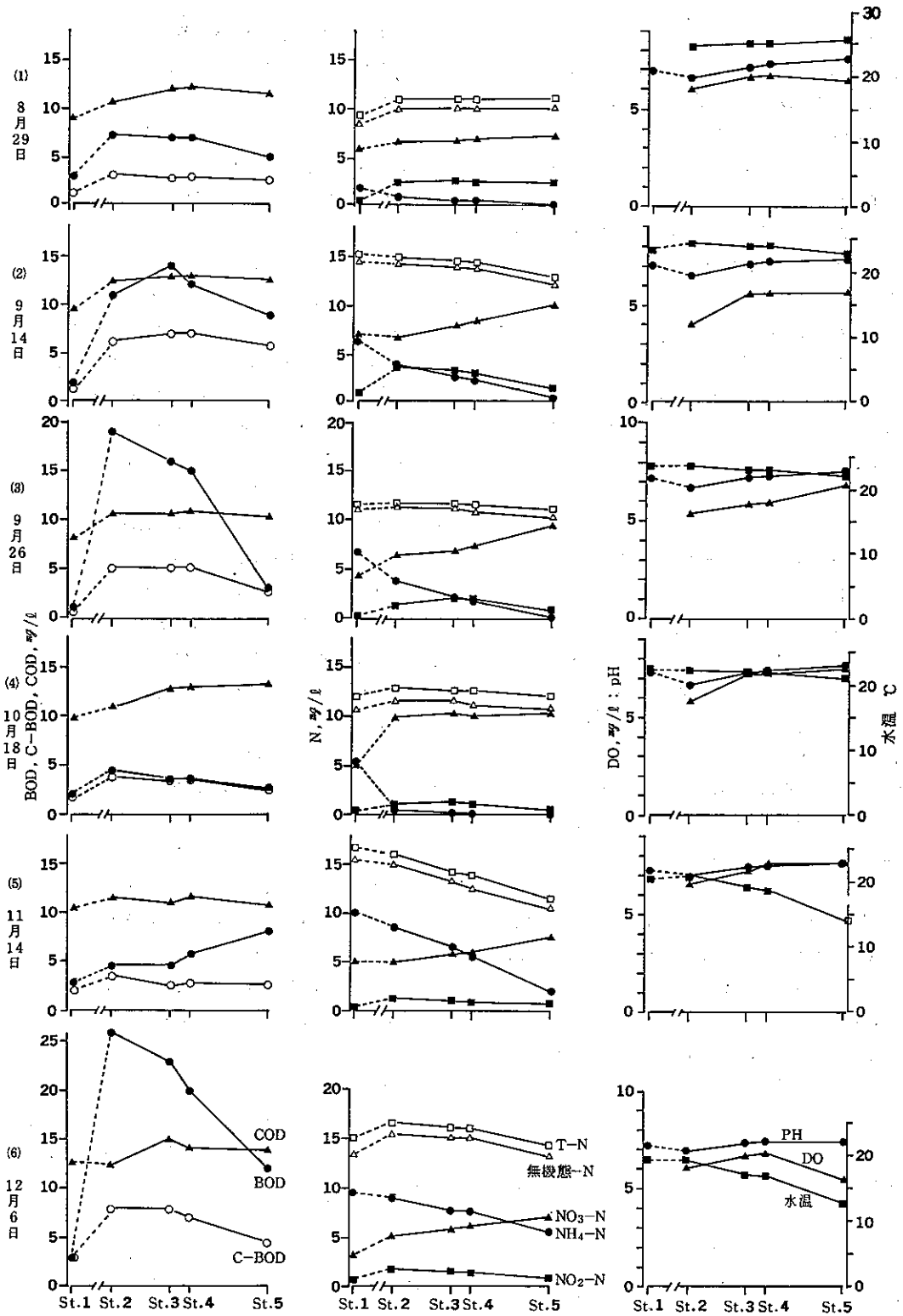


図2 野火止用水の水質

ているためと考えられる。

(7) 窒素化合物

T-Nとして $9 \sim 17 \text{ mg}/\ell$ であり、下水処理水としては通常の値であるが、一般の河川水と比べると高い値である。

図2-(3)から、下流に行くにしたがって、 $\text{NH}_4\text{-N}$ が減少し、逆に $\text{NO}_3\text{-N}$ が増加していることが分る。この傾向は他の図からも明らかである。 $\text{NH}_4\text{-N}$ の濃度は、St. 1で最も高く、 $1.94 \sim 10.1 \text{ mg}/\ell$ (平均 $6.67 \text{ mg}/\ell$)で、流下するにつれて減少する。一方、 $\text{NO}_3\text{-N}$ はSt. 5が最も高く、 $7.02 \sim 10.3 \text{ mg}/\ell$ (平均 $8.64 \text{ mg}/\ell$)である。 $\text{NO}_2\text{-N}$ はSt. 3でみた場合、 $1.03 \sim 3.26 \text{ mg}/\ell$ (平均 $1.96 \text{ mg}/\ell$)であり、一般の河川と比べると高めの値である。これらの数値から野火止用水において $\text{NH}_4\text{-N}$ の酸化が起っていることが推察される。

(8) リン化合物

T-Pは概ね $1 \sim 3 \text{ mg}/\ell$ の範囲であり、 $\text{PO}_4\text{-P}$ がその大部分を占める。一般の河川と比べると高い値である。

(9) 残留塩素

残留塩素は、St. 1以外では検出されず、導水管中で消失していることが分る。St. 1では $0.6 \sim 2.0 \text{ mg}/\ell$ で、その殆どは結合型残留塩素である。病原菌対策等のために下水処理水の塩素処理は必要であるが、野火止用水中に存在すると水生生物に悪影響を及ぼすので、残留塩素について、現状は良好といえる。

(10) 電気伝導率

電気伝導率は、概ね $0.5 \sim 0.6 \text{ mS}/\text{cm}$ で大きく変動することはなかった。

(11) LAS

LASは、殆どの場合検出されなかった。検出された例はSt. 5のみであり、かつLASの同族体・異性体組成が市販洗剤の組成と良く一致することから、野火止用水の途中でLASが流入したことが判明した。

(12) AGP

AGPは、殆どの場合数百 mg/ℓ と高い値で、これはN、Pの濃度が高いことを反映している。

(13) 水・温

野火止用水の水温は、下水処理水を水源としているため、上流では冬でもかなり高いことが特徴である。しかし、下流になると気温に大きく依存するようになってく

る。

(14) 有害物質

有害物質については、分析結果から見て、問題はないが、引き続きモニタリングしてゆくことが必要である。

4. おわりに

通水後間もなく、付近の住民が放流したと見られる魚の姿がところどころで見られ、また水質調査時の住民との雑談からも、野火止用水の通水が好感をもって迎えられている様子がうかがわれた。

最後に、調査にあたって御協力いただいた多摩川上流処理場の方々に謝意を表します。