

高度処理水導入前後の目黒川の大型底生動物群集

大野正彦

要 旨

清流復活事業の一環として、1995年3月、城南河川の一つで、水量の枯渇しがちな目黒川に落合処理場の高度処理水（砂ろ過処理後、紫外線を照射したもの）が導入された。処理水導入後、大型底生動物の種類（分類群数）が導入前に比べ増加し、ユスリカ類も様々な種が出現した。処理水導入が底生動物の多様化に効果があったことが確認できた。流量は約十倍になったが、平常時の水質は処理水導入後に著しい良化はみられなかった。流量の増加が底生動物種の増加に関与していると推測された。

Benthic Macroinvertebrate Communities of the Meguro River before and after Discharge of Advanced Treatment Wastewater

Masahiko Ohno

Summary

In order to restore a comfortable water environment, advanced treatment wastewater from Ochiai Sewage Treatment Plant was introduced into the Meguro River which had been short of water in Jonan area, southeast of Tokyo, in March 1995. Taxa of benthic macroinvertebrates and chironomids increased after the discharge. The flow rate of the river increased about tenfold, but the water quality in the normal condition did not improve after the discharge. It seems that the increased flow rate affected the diversity of the benthic communities.

1 はじめに

目黒川は、北沢川と烏山川の合流する世田谷区池尻三丁目を上流端とし、世田谷区、目黒区を流れ、品川区東品川一丁目まで東京湾に注ぐ全長7.8km、流域面積13.0km²の二級河川である。流域は住宅地と商業地の混在する市街地で、順流部ではコンクリート三面張りになっている典型的な都市河川である。流域の下水道普及率は99.9%（1994年）と完備され¹⁾、晴天（平水）時には目黒川への排水の流入はほとんどなく、護岸からしみ出す水や湧水に水源を頼ることになり、流量が0.1m³/秒程度²⁾と少なく順流部では水が枯渇しがちであった。

そこで、東京都は、多摩地域の野火止用水、玉川上水、千川上水の清流復活事業に続き、区部の城南河川にも処

理水の導入を図った。1995年3月、目黒川、渋谷川（古川）、呑川に都下水道局落合処理場の高度処理水を導入（放流）し、安定した水量と良好な水質を確保しようとした³⁾。

目黒川において、処理水導入により大型底生動物（以下「底生動物」と言う。）群集がどのように変化するかを知るため、導入前後に調査を実施した。その結果を報告する。

2 高度処理水の導入

落合処理場の二次処理水は砂ろ過処理後、送水管で減勢槽（世田谷区池尻四丁目、開渠部から約1km上流、図1）に送られる（到達時間約3時間）。減勢槽では併設

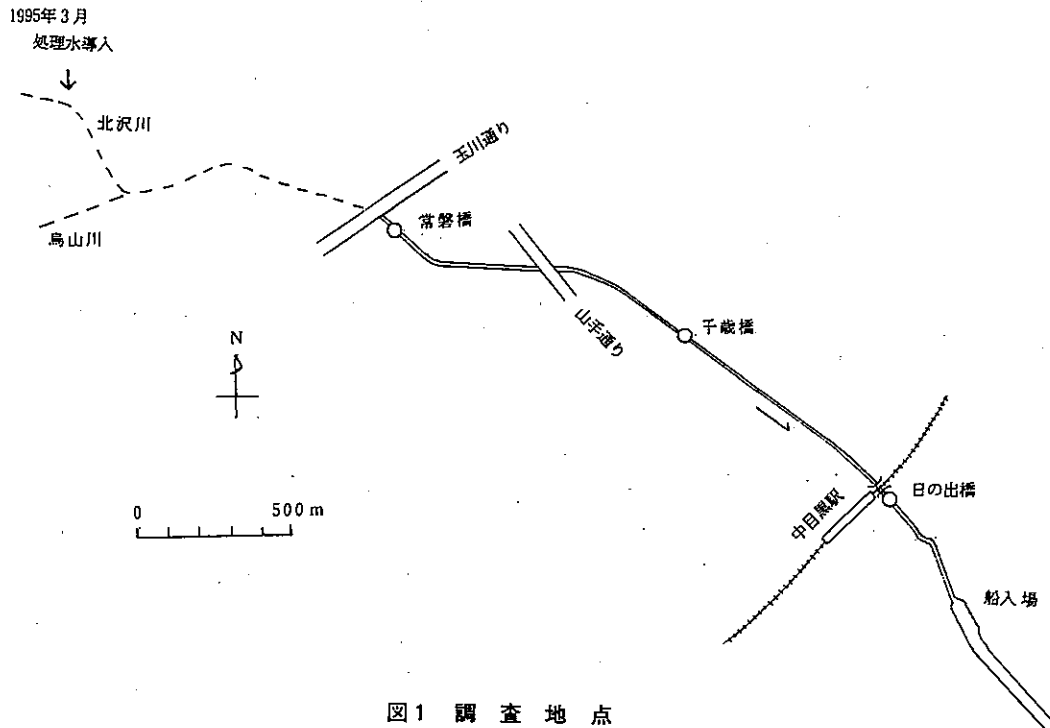


図1 調査地点
破線：暗渠部

された紫外線消毒装置で大腸菌等の殺菌のため紫外線を照射され⁹⁾、その後、高度処理水は暗渠となった北沢川を経て、目黒川に導入されている。

3 調査時期、地点

処理水導入前の1994年8月25日、1995年2月22日、導入後の1995年9月11日、1996年2月16日に、大橋直下の開渠部から感潮域の船入場までの約2kmの間の常磐橋、千歳橋、日の出橋付近の各3地点(図1)で調査した。

この流域はユスリカ成虫が多量に発生するため、脱皮阻害剤ジフルベンズロン(商品名デミリン)を毎年3月から11月にかけて月1ないし2回、河川に約1時間散布していた(各散布時の薬剤濃度0.5~2mg/l)。各調査時のすぐ前の散布日はそれぞれ1994年7月14日、12月8日、1995年9月6日、11月30日であった⁹⁾。

1995年12月31日から1996年1月8日まで処理水の放流が止まった。そのため目黒川順流部の河床は、冬期の濁水期と重なり干上がった状態になった。

4 調査方法

各調査地点で底質等の異なる2カ所(表1)を選び(処理水導入前の千歳橋では1カ所)、網目0.35mmのサ

ーバーネットを用いて25cm×25cm枠内の石礫、砂、付着物を採集した。試料をポリエチレン瓶に入れ、ホルマリンを全量の5%になるように加え固定し、実験室に持ち帰った。

試料を1mm、0.25mmの網目の篩に入れ、水道水でホルマリンを洗い流した。各篩の試料をシャーレにとり、実体顕微鏡下で底生動物を拾い、各種の個体数や湿重量を測定した。底生動物の一つであるユスリカ幼虫は、湿重量測定後、アルカリ処理してスライド標本を作成し、生物顕微鏡下で頭部等の形態から種の同定を行った。

水温、透視度、pH、DO、EC、CODの測定は「公用水域の水質測定結果」¹⁾の方法に準拠した。窒素、リ

表1 各調査地点の河床

調査地点	底質
常磐橋	
平面	コンクリート平面
斜面	コンクリート平面
千歳橋	
ブロックの間	礫(こぶし大)、砂
ブロック上面	コンクリートブロック(0.3m×1m)上面
日の出橋	
本流	コンクリート平面
湧水	礫(こぶし大)、砂

ん化合物はオートアナライザーにより分析した。

5 結果と考察

各調査時の水質⁶⁾と流量⁷⁾等を表2に示す。処理水導入前に比べ導入後は、水の臭気は改善されたが、窒素、りん濃度は増加した。特に、アンモニア態窒素が1996年2月に約8 mg/lと高かった。CODも導入により減少することなく逆に増加する傾向にあった。また、冬期の水温が上昇し、水位や川幅も増して流量が約10倍に増加した。

底生動物とユスリカ幼虫の種類、個体数、湿重量を表3に示す。導入前はミミズ類、ユスリカ、サカマキガイ、チョウバエ、カがみられるだけのきわめて貧弱な底生動物群集であった。特に、1994年8月調査では生息密度(個体数/25cm×25cm)、現存量(湿重量mg/25cm×25cm)はそれぞれ0~43、0~27と少なく、ユスリカ幼虫も

Chironomus yoshimatsui(セスジユスリカ) だけであった。

1995年2月の調査では *Paratrichocladius rufiventris* が優占し、*C. yoshimatsui* や *Orthocladius* sp. がみられた。

この種組成は、多摩川二子橋付近の汚濁水域の冬期のユスリカ相に似ていた^{8,9)}。*P. rufiventris* は冬から春にかけて多くなる種⁹⁾で、目黒川でも同様のことがいえた。

処理水導入後、底生動物は前述の種に加えてヒル、コカゲロウ等が出現し、多様になった。生物学的水質判定ではβ-中腐水性水域¹⁰⁾に相当すると思われる。

1996年2月の調査では1995年9月に比べミミズ類個体数が多かった。この原因として、①アンモニア態窒素濃度が高かったこと^{11,12)}、②調査の約50日前に一週間程度(1995年12月31日から1996年1月8日)、河床が干上がり、乾燥に対して耐性のあるミミズ類に有利に働いたこと等が推測される。

表2 目黒川各調査地点の環境要因

常盤橋平面

項目	1994. 8. 25	1995. 2. 22	1995. 9. 11	1996. 2. 16
水温 °C	23.5	10.4	27.5	16.2
透視度 cm	>50	>50	>30	>50
臭気	微カビ臭	どぶ臭	下水	微下水臭
			処理水臭	
pH	7.6	8.2	7.0	7.2
DO mg/l	6.2	10	5.5	5.7
EC μS/cm	519	465	490	310
COD mg/l	3.6	4.4	7.7	10
NH ₄ -N mg/l	0.11	0.28	0.18	8.50
NO ₂ -N mg/l	0.16	0.04	0.42	0.60
NO ₃ -N mg/l	1.20	0.30	7.69	5.19
PO ₄ -P mg/l	0.02	0.08	0.63	1.07
水深 cm	3.0	2.0	9.6	9.3
流速 m/秒	0.06	0.06	0.39	0.47
川幅 m	4.9	4.9	7.5	8.0
流量 m ³ /秒	0.009	0.006	0.273	0.352

日の出橋本流

項目	1994. 8. 25	1995. 2. 22	1995. 9. 11	1996. 2. 16
水温 °C	25.0	12.7	28.1	14.5
透視度 cm	>50	>50	>30	>50
臭気	藻臭	微どぶ臭	下水	ほとんど
			処理水臭	無し
pH	8.1	8.5	7.9	7.4
DO mg/l	6.2	18	8.0	—
EC μS/cm	467	483	490	810
COD mg/l	3.3	3.2	6.6	13
NH ₄ -N mg/l	0.13	0.11	0.01	7.42
NO ₂ -N mg/l	0.05	0.02	0.00	0.45
NO ₃ -N mg/l	0.45	0.13	8.05	6.47
PO ₄ -P mg/l	0.01	0.01	0.58	0.99
水深 cm	3.7	2.5	11.9	13.3
流速 m/秒	0.33	0.56	0.33	0.56
川幅 m	3.4	2.3	10.4	9.3
流量 m ³ /秒	0.047	0.032	0.407	0.694

千歳橋ブロック上面

項目	1994. 8. 25	1995. 2. 22	1995. 9. 11	1996. 2. 16
水温 °C	24.0	8.5	27.3	15.2
透視度 cm	46	>50	>30	>50
臭気	藻臭	弱どぶ臭	下水	ほとんど
			処理水臭	無し
pH	7.5	8.0	7.6	7.2
DO mg/l	4.1	13	7.0	5.5
EC μS/cm	483	500	490	790
COD mg/l	3.6	3.3	7.0	11
NH ₄ -N mg/l	0.46	0.41	0.04	8.16
NO ₂ -N mg/l	0.05	0.02	0.12	0.59
NO ₃ -N mg/l	0.33	0.06	7.87	5.47
PO ₄ -P mg/l	0.01	0.01	0.58	1.05
水深 cm	2.1	—	7.6	12.8
流速 m/秒	0.30	—	0.38	0.39
川幅 m	6.1	—	11.8	11.8
流量 m ³ /秒	0.038	—	0.342	0.585

日の出橋湧水

項目	1994. 8. 25	1995. 2. 22
水温 °C	18.6	16.9
透視度 cm	>50	>50
臭気	硫化	硫化
	水素臭	水素臭
pH	6.8	7.2
DO mg/l	0.1	1.5
EC μS/cm	495	582
COD mg/l	—	2.9
NH ₄ -N mg/l	0.97	0.94
NO ₂ -N mg/l	0.00	0.00
NO ₃ -N mg/l	0.01	0.00
PO ₄ -P mg/l	0.00	0.00

水質：水質保全部水質監視課測定
 流量：建設局河川部計画課測定

ユスリカも処理水導入後、多様になり、広い生息域を持ち都市河川で多い *Cricotopus bicinctus*^{8,9,13)} が優占し、*Cricotopus* spp.、*Rheocricotopus* sp.等が出現した。また、少数ながら *Cricotopus* (I.) sp.や *Thienemanniella* sp.も採集された。今回の調査の *Rheocricotopus* 属等ユスリカ幼虫は成虫が採れていないため種を同定できなかった。多摩川下流部(二子橋)や、前述の野火止用水等の清流復活水路では *Cricotopus triannulatus*、*Cricotopus* (I.) *sylvestris*、*Rheocricotopus chalybeatus* や *Thienemanniella majuscula*等の成虫幼虫が多数採集されている¹⁴⁻¹⁶⁾。目黒川の処理水導入後の未同定のユスリカ幼虫の多くは、これらの可能性が高いと思われる。野火止用水等で処理水導入直後、大量に発生したナガ

レユスリカ(ナガスネユスリカ)の一種 *Rheotanytarsus kyotoensis*¹⁶⁾は今回の調査では採集されなかった。野火止用水等は素堀の水路で河床が土で、*R. kyotoensis*は泥を用いて巣を造っていた。一方、目黒川では、藻類の繁茂した平面的なコンクリートや、コンクリートブロックが河床の大部分を占め、*R. kyotoensis*が必要な泥が少なかった。そのことが今回、この種が採集されなかった原因と推測される。

付着藻類の調査でも同様な傾向がみられた。処理水導入前は有機汚濁河川に特徴的な珪藻で構成され、導入後に種の変遷と種数の増加が認められたと Fukushima¹⁷⁾は報じている。処理水導入が目黒川の水生生物群集に大きな影響を及ぼしたことは確かであろう。

表3 目黒川の大形底生動物

1994年8月25日

大型底生動物	常盤橋		千歳橋 ア'ロツの間	日の出橋	
	平面	斜面		本流	湧水
ミミズ類	2*		41		9
ユスリカ		2	1		
チョウバエ			1		
カ	1				
総個体数/25cm×25cm	3	2	43		9
総湿重量mg/25cm×25cm	0.2	4.8	27		0.2

*:各種個体数

1995年2月22日

大型底生動物	常盤橋		千歳橋 ア'ロツの間	日の出橋	
	平面	斜面		本流	湧水
サカマキガイ			1		
ミミズ類	26	13	268	1160	40
ユスリカ	26	43	491	252	1
チョウバエ	14	3	1		
総個体数/25cm×25cm	66	59	761	1412	41
総湿重量mg/25cm×25cm	31	57	863	347	6

ユスリカ幼虫	常盤橋		千歳橋 ア'ロツの間	日の出橋	
	平面	斜面		本流	湧水
Chironominae(スジシヤ科)					
<i>Chironomus yoshimatsui</i>		2	1		
総個体数/25cm×25cm		2	1		
総湿重量mg/25cm×25cm		4.8	21		

ユスリカ幼虫	常盤橋		千歳橋 ア'ロツの間	日の出橋	
	平面	斜面		本流	湧水
Orthocladinae(スジシヤ科)					
<i>Cricotopus bicinctus</i>					4
<i>Limnophyes</i> sp.	1				
<i>Orthocladus</i> sp.		13			
<i>Paratrichocladus rufiventris</i>	15	25	449	228	
Chironominae(スジシヤ科)					
<i>Chironomus yoshimatsui</i>	7	1	32	9	
<i>Glyptotendipes</i> sp.(tokunagai?)					1
総個体数/25cm×25cm	23	39	481	241	1
総湿重量mg/25cm×25cm	16	35	550	246	0.8

1995年9月11日

大型底生動物	常盤橋		千歳橋 ア'ロツの間	日の出橋	
	平面	斜面		ア'ロツ上面	本流
サカマキガイ	12		2	6	3
ミミズ類	296	21	486	400	170
ヒル	4		143	10	6
コカゲロウ	45	4	1		
トンボ					1
ヒメトビケラ				1	
ユスリカ	2136	143	334	829	886
ヌカカ	1				2
総個体数/25cm×25cm	2494	168	963	1242	1149
総湿重量mg/25cm×25cm	442	70	274	554	213

ユスリカ幼虫	常盤橋		千歳橋 ア'ロツの間	日の出橋	
	平面	斜面		ア'ロツ上面	本流
Orthocladinae(スジシヤ科)					
<i>Cricotopus bicinctus</i>	2055	109	297	788	858
<i>Cricotopus</i> spp.		3			
<i>Cricotopus</i> (<i>Isocladus</i>) sp.			1		
<i>Paratrichocladus rufiventris</i>	4	3			
<i>Rheocricotopus</i> sp.	20		3	1	1
<i>Thienemanniella</i> sp.	1				
Chironominae(スジシヤ科)					
<i>Chironomus yoshimatsui</i>	2				88
<i>Chironomus</i> sp.					1
<i>Polypedilum</i> spp.	6				1
総個体数/25cm×25cm	2088	115	301	789	858
総湿重量mg/25cm×25cm	345	45	57	122	157

1996年2月16日

大型底生動物	常盤橋		千歳橋 ア'ロツの間	日の出橋	
	平面	斜面		ア'ロツ上面	本流
ウズムシ	3				
カワコザラガイ	2			1	
サカマキガイ	2			1	
ミミズ類	2920	4492	1136	1024	3952
ヒル			66	3	6
ミズムシ		1			
コカゲロウ	1				
ユスリカ	8	1	31	205	60
ヌカカ					1
チョウバエ	2				1
総個体数/25cm×25cm	2938	4494	1233	1233	4014
総湿重量mg/25cm×25cm	275	291	245	463	333

ユスリカ幼虫	常盤橋		千歳橋 ア'ロツの間	日の出橋	
	平面	斜面		ア'ロツ上面	本流
Orthocladinae(スジシヤ科)					
<i>Cricotopus bicinctus</i>			6	20	5
<i>Cricotopus</i> spp.				3	2
<i>Limnophyes</i> spp.	1				1
<i>Paratrichocladus rufiventris</i>	2		20	160	43
<i>Rheocricotopus</i> sp.					1
Chironominae(スジシヤ科)					
<i>Chironomus yoshimatsui</i>	1	1	1		1
<i>Rheotanytarsus</i> spp.					1
総個体数/25cm×25cm	4	1	28	183	51
総湿重量mg/25cm×25cm		5.8	11	109	20

最後に、目黒川の底生動物を多様にさせた原因を考察する。表2からみて処理水導入によって水質が良化したとはいえない。また、水中の重金属類やMBAS濃度に処理水導入前後に大きな違いはみられなかった^{18,19)}。ユスリカ脱皮阻害剤の各散布時の薬剤濃度(標的濃度)も導入前後で大きな違いはなかった⁵⁾。今回の調査からは、多様化の原因を明確にすることはできなかった。しかし、処理水の導入により目黒川の流量が増したことが関与していると推測できる。すなわち、河床の干上がるような状態が少なくなったことが、種の増えた原因かもしれない。また、雨天時に合流式下水道管の余水吐けから目黒川に越流する未処理の汚水の影響が軽減されたことも原因の一つと思われる。雨天時に合流式下水道管から流入する汚水は、小規模の停滞しやすい水域ほど、そこに生息する珪藻や底生動物に大きな影響を及ぼすといわれる²⁰⁾。処理水導入により流量が多くなったため、汚水が入っても水質の変化が以前と比べ小さくなり、汚泥が堆積しにくくなったことが種の増加の原因と推測される。

現在の目黒川の底生動物群集は、処理水導入により多様になったとはいえ、他の河川と比べればまだ貧弱なものである。さらに多くの種の定着が期待される。今後、目黒川の生物の多様性を増すためには、常に水位を確保し、水質をより改善し、ユスリカ駆除の薬剤散布を少なくするように努めることが肝要であろう。

謝 辞

この調査を行う機会を与えていただき、水質、流量の調査結果を引用させていただいた環境保全部水質保全部水質監視課、建設局河川部計画課、目黒区役所都市環境部環境保全課環境調査係、保健衛生部生活衛生課生活環境係の皆様へ深謝いたします。また、様々な御教示を賜った横浜市環境科学研究所福岡悟研究員に深謝いたします。

引用文献

- 1) 東京都環境保全部：平成6年度公共用水域の水質測定結果(総括編)(1996)。
- 2) 土屋十園：目黒川感潮部における水質変動と底泥堆積物の挙動，都土木技研年報1988, p.139-153。
- 3) 東京都：よみがえれ！清流[城南三河川・清流復活]，p.8,(1996)。
- 4) 東京都下水道局施設管理部施設管理課：長距離送水による水質変化実体調査報告書(1996)。
- 5) 目黒区役所保健衛生部：目黒区の保健衛生(平成7年度版、8年度版)，(1995-1996)。
- 6) 東京都環境保全部水質保全部水質監視課：目黒川調査資料，(1994~1996)。
- 7) 東京都建設局河川部計画課：目黒川調査資料，(1994~1996)。
- 8) 大野正彦：東京都内におけるユスリカの生態Ⅳ 多摩川河川敷で採集されたユスリカ成虫、その流程分布、季節的消長について，東京都環境科学研究所年報1991-2, p.246-258。
- 9) 大野正彦：多摩川におけるユスリカ群集の流程変化、全国公害研究会誌，19, p.186-197,(1994)。
- 10) 津田松苗：汚水生物学，北隆館，p.258,(1964)。
- 11) Hynes, H.N. : Biology of polluted water, Liverpool University Press, p.202,(1974)。
- 12) 大野正彦：D型フレームネット・スコア法による都内河川の大型底生動物調査，用水と廃水，38, p.123-130,(1996)。
- 13) 大野正彦：東京都内におけるユスリカの生態Ⅱ 善福寺川におけユスリカ幼虫の分布，日生態会誌，34, p.100-111,(1984)。
- 14) 大野正彦：下水処理水を水源とする2河川(野火止用水、玉川上水)で発生するユスリカ類，東京衛研年報，39, p.251-254,(1988)。
- 15) 大野正彦、若林明子：野火止用水、玉川上水に生息するユスリカ幼虫，東京都環境科学研究所年報1991-2, p.259-264。
- 16) 大野正彦、古明地哲人：清流復活水路のユスリカ群集に及ぼすPAC(ポリ塩化アルミニウム)・オゾンの影響，東京都環境科学研究所年報1993, p.75-82。
- 17) Fukushima, S. : The 14th International Diatom Symposium Reports (1996)。
- 18) 東京都目黒区：平成7年度版公害調査報告書(平成6年度調査のあらまし)，(1995)。
- 19) 東京都目黒区：平成8年度版環境調査報告書(平成7年度調査のあらまし)，(1996)。
- 20) Willemsen, G.D. et al. : Urban storm water discharges : effects upon communities of sessile diatoms and macro-invertebrates, Wat.Sci. Tech., 22, p.147-154,(1990)。