河川の浄化

——多摩川における水質浄化対策*——

木 下 英 俊

1. はじめに

首都圏を流れる多摩川は、その源を山梨県の笠取山に発し、途中秋川、浅川など数多くの支川を合流し、東京湾に注ぐわが国の代表的な都市河川の1つである。

近年、都市の過密化現象が急激に進行し、治水、利用対策はもとより、河川空間のもつ自然環境の重要性が目されるようになった。建設省では、昭和55年に多摩川河川環境管理計画を策定し、河川敷の人工的利用と、自然環境の保全との調和を図っている。その計画において、河川のもつ重要な特性である「豊かできれいな水流の回復」が掲げられている。

しかし、多摩川の水質は、流域の都市化に伴い昭和30年代後半から急激に汚濁が進行し、現在でも環境基準値を超えているところが多い。その主な原因は、中、下流域からの生活雑排水の流入などである。

野川、平瀬川は生活雑排水などを多摩川に注ぎ込む汚濁支川の1つで、多摩川の水質悪化の原因となっている。野川、平瀬川浄化施設は、このような汚濁河川を浄化し、清流として多摩川に合流させ、多摩川の水質浄化の一助としようとするものである。

2. 河川の浄化法

河川の浄化対策としては、大きく2つに分けられる。

①河川に流入する汚濁負荷量の削減

- ・下水道の整備 ・工場排水などの排水規制
- ・生活雑排水に対する啓蒙など

②河川の流水に対する措置

・河川維持用水の確保 ・浄化用水の導入

・堆積汚泥の浚渫 ・浄化施設の設置など

このうち、②の浄化施設については、さまざまな処理方法が考えられるが、選定に当たっては、

- ・治水上の影響が少ないこと ・下水道と異なり低負荷に適すること ・対象流量が大きいこと ・建設費が安価であること ・維持管理が容易で安価であること

などが考えられる。

2.1 礫間接触酸化法

川は、本来自浄作用をもっている。汚濁物質が流入し、河川が汚濁された場合、流下に伴って汚濁物質が河川に沈殿、吸着し、あるいは河床に生息する生物によって取り込まれながら徐々に浄化されていく。特に有機汚濁物質が排水された場合は、浄化の働き手は生物膜（スライム）によることが大きい。この生物膜による浄化能力を利用してさまざまな処理方法が考案されている。①散水汙床法 ②回転円板法 ③浸漬汙床法（接触酸化、接触曝気）などが実用化されている主なものである。これらの装置はいずれも汙材や円板に生物膜が増殖して、汚濁水中の汚濁物質を生物学的に酸化分解するものである。

野川、平瀬川浄化施設は、③に該当し、接触材に礫を使用したことから礫間接触酸化法と呼ばれている。

2.2 礫間接触酸化法の実験結果

多摩川の河川敷に実験装置を設置し、実験を行った。その結果は、流入原水が下水道の二次処理水程度であれば、BOD、SS、大腸菌は浄化効果が大きく、除去率もそれぞれ、60～90%、80～95%、80～95%である。しかしCODは、20～30%で、窒素、リンはほとんど除去されない。なおDOは、礫層内で生物によって消費され0となることもある。一方、浄化後BODで4～5 mg・l⁻¹、SSで2～3 mg・l⁻¹以下になることはほとんどなく、この値が下限と考えられる。

3. 野川浄化施設の概要

野川浄化施設は、礫間接触酸化法による実験結果に基づき、昭和56年に建設に着手、昭和58年に竣工し、野川の浄化を行っている。

3.1 施設の諸元

Hidetoshi Kinoshita

昭和36年 建設省入省

62年 建設省京浜工事事務所河川環境課長

〔趣味〕 ゴルフ

* River Water Purification — The Purification of Tama River Water —, 1989年4月24日受理

野川浄化施設の計画諸元、および施設諸元をまとめると表1となる。

3.2 施設の構造

浄化施設を大きく分けると、野川の流水を取り入れるための取水施設と、汚濁水を浄化するための浄化槽からなっている。

(1) 取水施設

出水時に野川の洪水流の疎通を妨げない構造となっている。取水ぜきは、ゴム引き布製起伏ぜきを採用し、野川の水位を2.45mせき上げて、自然流下によって浄化ができる構造とした。

(2) 浄化槽

取水ぜきでせき上げられた水位との関係、出水時の冠水などの影響を考慮して多摩川の高水敷の地表下1.7mの地中とした。汚濁水は流入管によって浄化槽(槽幅×槽長×槽厚×槽数=92m×148m×1.6m×8槽)へ導かれ、流入枝管(有孔管)を通り礫槽へ送り出される。浄化された流水は集水枝管によって集められ、清流となって野川に放流される。

礫槽は、浄化が行われる浄化槽の部分と、泥の堆積

部分とからなり、ほぼ等容量で計画している。

この施設の平面図を図1に示す。

3.3 浄化施設の効果

野川浄化施設は、野川の低水流量 $1.15\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$ のうち $1.0\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$ の流水をBODで75%、SSで85%を除去する計画になっている。野川の水質がBODで $13\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ であった場合、 $3.25\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ まで改善される。この結果、多摩川本川の水質は、野川の浄化された流水に希釈され5~10%の水質改善が見込まれる。

4. 野川浄化施設稼働後の追跡調査

昭和58年7月の通水開始から、平成元年3月までの野川浄化施設の稼働状況を略述すると次のようになる。

4.1 野川浄化施設の稼働状況

全期間の稼働率は57%であるが、昭和60、61年度は河川工事のため稼働できず、それら2カ年度を除けば約70%程度となりほぼ計画通りである。

4.1 野川の流量

野川の流量は、 $0.12\sim 2.16\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$ 、平均 $0.61\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$ で、この値は計画流量($1.15\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$)の約53%である。

表1 平瀬川浄化施設と野川浄化施設の計画諸元および施設諸元

項 目		平 瀬 川 浄 化 施 設		野 川 浄 化 施 設	
		計 画 諸 元	備 考	計 画 諸 元	備 考
計 画 水 量	対 象 河 川 水 量	2.10m³・s ⁻¹	平瀬川低水流量	1.15m³・s ⁻¹	野川低水流量
	浄 化 水 量	1.80m³・s ⁻¹		1.00m³・s ⁻¹	
	魚 道 水 量	0.30m³・s ⁻¹		0.15m³・s ⁻¹	
計 画 水 質	流入	BOD	平瀬川低水流量時水質	13mg・l ⁻¹	野川低水流量時水質
		SS		16mg・l ⁻¹	
	放流	BOD		3.25mg・l ⁻¹	
		SS		2.40mg・l ⁻¹	
浄 化 方 式		礫間接触酸化法	地下構造式	礫間接触酸化法	地下構造式
目標除去率	BOD	75%	所要滞留時間1.25h	75%	所要滞留時間1.25h
	SS	85%	所要流下距離17.5m	85%	所要流下距離17.5m
取 水 方 式		ゴム引布製起伏ぜきによる自然流下方式	魚道施設の設置	ゴム引布製起伏ぜきによる自然流下方式	魚道施設の設置
せき倒伏(運転休止)河川流量		3.3m³・s ⁻¹ 平瀬川豊水量相当	水位設定によるせき倒伏	野川低水流量の2倍流量	水位設定によるせき倒伏
浄化礫槽施設形状	有 効 水 深	1.5～1.6m (礫槽厚1.6～1.7m)	浄化礫槽施設 6カ所	1.5m (礫槽厚1.6m)槽	浄化礫槽施設 1カ所
	槽 長	18.5m @ 6槽1カ所あたり		18.5m @ 8槽	
	槽 数	N=N _i ×6槽=36槽		N=8槽	
	全 槽 形 状	20～60m×18.5×6槽		92×18.5m×8槽	
	全 槽 面 積	A=28,800m²		A=13,600m²	
	礫 形 状	20～150mm		20～120mm	
	空 隙 率	約35%		約35%	
	礫 容 量	45,800m³		21,600m³	
取水ぜき	せき高	H=1.95m	せき基礎高AP+8.100m せき天端高AP+10.050m	H=2.45m	せき基礎高AP+7.500m せき天端高AP+9.950m
(ゴム引布製起伏ぜき)	材 質	合成ゴム3プライ (t=12.5mm)		合成ゴム3プライ (t=12.5mm)	
せ き 形 状
作 動 シ ス テ ム		水位感知による自動収縮 (エア式)		水位感知による自動収縮 (エア式)

図1 野川浄化施設平面図

このように野川の流量が減少しているのは、降雨量が少なかったこと、下水道の進捗により、森ヶ崎処理場へのバイパス流量が多くなったこと、流域の都市化により保水機能が低下したことが考えられる。

4.3 野川の水質

実測水質をせき湛水部の影響を受けない野川水道橋(取水せき上流部約700m)と、礫槽流入口および放流口の3地点について四半期ごとにまとめると表2となる。

これをみると野川の水質は、BODで4～12月は計画値 $13\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ の前後で推移しているが、1～3月は大幅に超えている。冬期において水質が悪化するの、一般的な傾向であり、水温の低下によって河床生物の活動が低下し、河川のもつ自浄作用が小さくなるのと、河川水量が減少することが考えられる。

4.4 野川浄化施設の水質浄化

野川浄化施設による水質浄化は、①せき湛水部での沈殿、②浄化槽内での吸着、沈殿および生物酸化によるものである。

(1) 取水ぜきの湛水による浄化

野川の水質は、BODで $6.2\sim54.9\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ 、平均 $18.8\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ に対し浄化槽への流入水質は、 $3.8\sim26.5\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ 、

l^{-1} 、平均 $12.7\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ である。また、SSは $4.3\sim352.0\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ 、平均 $21.8\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ の原水に対して浄化槽への流入は、 $2.5\sim43.3\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ 、平均 $9.0\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ となっている。

(2) 浄化槽による浄化

流入水のDOは、 $15.5\sim0.5\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ 、平均 $5.9\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ であり、BODは、ほぼ計画値($13\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$)付近で推移し、 $26.5\sim3.8\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ 、平均 $12.7\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ であった。浄化後のBODは、 $1.0\sim16.8\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ 、平均 $5.2\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ で、野川の水質が悪くなる冬期は、やや高い値で推移している。流入SSは、 $2.5\sim43.3\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ 、平均 $9.0\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ でこの値は計画 $16\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ よりも低めに推移しており、浄化後のSSも平均 $3.3\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ とほぼ計画値で放流されている。

(3) 浄化効果

野川浄化施設が稼働してから約5年間の浄化槽への流入BOD、SSの平均値はそれぞれ、 $12.7\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ 、 $9.0\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ であり、浄化後のBOD、SSも $5.2\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ 、 $3.3\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ となっている。この値を野川の水質BOD $18.8\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ 、SS $21.8\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ と比べると、それぞれの除去率は72.3%、84.9%となり、これは計画除去率75%、85%とほぼ同じ値である。

(4) 多摩川本川水質の改善効果

野川浄化施設が、多摩川本川水質に対する浄化効果を考察するには、野川が多摩川に合流する上流地点(多摩川水道橋)と下流側地点(二子橋)の水質について浄化施設の稼働前と稼働後の数値で比較してみる。

BODでみると、多摩川水道橋と二子橋との水質の差は、稼働前の5カ年平均が $2.7\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ 、稼働後5カ年平均の平均は、 $1.6\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ であり、 $1.1\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ が改善されている。これらを割合で表すと、約9%改善されていることになり、当初の推定値10%とほぼ一致している。

5. 野川浄化施設の維持管理状況

5.1 巡回、点検

当施設は取水ぜき、水位計、記録計の状況点検で機械的な部分がほとんどないため、作業は極めて簡単に短時間で行うことができた。

5.2 取水ぜきの管理

取水ぜきは、水位感知により自動収縮するので作業としては、出水がおさまった時点で現地に行き、起伏操作を行うだけでよい。

5.3 スクリーンの清掃

流入部のスクリーンの清掃は、当施設の維持管理作業として最も手間のかかるものである。清掃は多いときで週に1度の割合で行う。スクリーンに集積したゴミ類は、ビニール、発泡スチロール、空缶などが常時

表2 野川浄化施設水質調査結果(四半期別)

年 月	流量($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)			水温($^{\circ}\text{C}$)			DO($\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$)				SS($\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$)			BOD($\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$)		
	野川	流入	放流	野川	流入	放流	野川	流入	流出	放流	野川	流入	放流	野川	流入	放流
S58. 7	0.48	0.50	0.33	26.2	22.2	21.5	8.0	6.9	1.9	4.3	9.5	8.0	6.1	11.1	10.4	5.3
S58. 7-S58. 9	0.55	0.47	0.36	24.7	24.3	23.7	8.3	8.1	1.6	4.4	12.4	12.1	4.1	12.2	10.9	4.0
S58.10-S58.12	0.86	0.46	0.40	13.2	12.7	12.4	8.7	7.7	1.9	5.7	12.8	8.8	3.1	15.5	10.1	2.9
S59. 1-S59. 3	0.40	0.25	0.27	9.7	6.8	7.6	7.8	6.4	1.3	5.0	27.2	10.5	3.0	37.9	15.6	6.3
S59. 4-S59. 6	0.42	0.39	0.42	22.4	19.5	18.8	7.8	4.0	0.2	3.5	40.0	9.6	3.3	23.1	14.5	8.1
S59. 7-S59. 9	0.53	0.38	0.40	26.8	25.6	25.3	9.6	6.0	0.5	4.1	37.6	15.8	5.1	21.3	12.2	5.7
S59.10-S59.12	0.41	0.34	0.35	15.4	13.7	14.3	7.5	4.9	1.1	5.3	12.6	7.4	1.9	20.6	14.9	4.4
S60. 1-S60. 3	0.38	0.31	0.34	10.7	8.8	8.3	7.9	4.8	1.1	5.3	31.4	9.2	5.0	33.8	16.7	6.9
S60. 4-S60. 6	0.68	0.50	0.37	21.9	20.8	18.1	8.4	8.0	1.0	4.9	12.5	7.1	2.7	13.5	11.2	3.4
S60. 7-S60. 9	1.49	0.65	0.62	23.0	21.5	21.8	7.4	5.4	1.2	4.2	9.6	4.7	1.9	11.6	7.7	3.4
S60.10-S60.12	1.01	0.35	0.33	14.9	13.5	13.9	8.4	6.8	1.7	5.1	11.5	5.4	1.6	13.0	10.3	4.0
S61. 1-S61. 3	0.38	0.37	0.30	10.3	7.4	8.4	7.1	6.9	2.9	6.1	42.0	10.9	2.5	28.8	15.0	5.9
S61. 4-S61. 3	0.50	0.34	0.30	20.4	19.8	18.6	9.6	8.2	0.8	4.7	19.4	10.7	6.3	15.7	12.2	6.2
S61. 7-S61. 9	0.77	0.48	0.49	25.4	26.2	24.4	8.8	8.1	1.2	4.5	13.8	10.7	2.1	12.7	7.8	2.6
S61.10-S61.12	0.40	0.24	0.21	17.2	19.0	18.0	8.5	6.4	1.5	5.0	11.2	5.0	0.6	17.5	9.5	1.8
S62. 1-S62. 3	0.31	0.22	0.19	9.2	9.4	11.0	8.0	3.4	1.4	4.5	12.6	12.1	6.5	30.2	19.8	9.9
S62. 4-S62. 6	0.35	0.29	0.26	23.2	21.9	20.5	7.3	1.5	0.5	3.7	13.1	8.2	4.0	23.2	17.4	9.8
S62. 7-S62. 9	0.51	0.42	0.62	26.5	25.7	24.2	5.7	3.9	0.9	3.5	8.5	4.7	2.8	11.2	10.3	5.1
S62.10-S62.12	0.64	0.48	0.41	19.9	18.8	13.9	7.1	4.2	1.0	4.9	13.9	7.2	2.2	16.4	10.7	3.9
S63. 1-S63. 3	0.20	0.18	0.17	12.8	9.3	9.0	7.2	2.6	0.5	3.6	15.2	13.1	6.2	23.7	21.5	11.9
S63. 4-S63. 6	0.36	0.16	0.15	19.8	19.0	18.0	8.0	2.1	0.6	4.2	8.8	11.5	4.5	11.9	14.8	5.1
S63. 7-S63. 9	2.16	0.81	0.90	24.3	25.4	24.3	7.6	6.1	0.8	4.3	8.5	6.3	2.6	6.2	4.1	2.3
S63.10-S63.12	0.61	0.11	0.09	13.2	12.5	12.6	9.2	9.3	1.5	5.0	10.0	9.8	1.4	11.0	10.8	2.3
H1. 1-H1. 3	0.15	0.15	0.14	13.0	7.5	7.8	8.1	5.9	1.2	5.1	10.5	6.1	6.4	16.7	15.9	5.3
平 均	0.61	0.37	0.36	17.7	16.5	15.8	8.1	5.9	1.2	4.8	21.8	9.0	3.3	18.8	12.7	5.2
最 大	2.16	0.87	0.90	28.7	30.0	27.1	12.7	15.5	6.5	7.8	352.0	43.3	13.0	54.9	26.5	16.8
最 小	0.12	0.03	0.02	6.2	4.4	5.5	3.6	0.5	0.0	2.1	4.3	2.5	0.6	6.2	3.8	1.0

あり、夏は刈草、秋は枯葉など、明らかに故意に捨てられたものが相当含まれており、今後、住民の協力を得るための啓蒙活動も重要である。

6. 平瀬川浄化施設

平瀬川浄化施設は、野川浄化施設の対岸に位置し、昭和59年に着手、昭和62年7月には一部通水し、平成2年度完成をめざして現在鋭意施工中である。平瀬川浄化施設の浄化方法も礫間接触酸化法を採用している。

6.1 平瀬川浄化施設の改善

平瀬川浄化施設は、野川浄化施設での経験を生かし次のような改善を行っている。

(1) 曝気施設の設置

河川水の状態によっては流入水のDOが不足する場合がある。そのため曝気を行うことによってDOを補給する曝気施設を設置した。

(2) スクリーン施設の改善

スクリーンをかご状に立体化することにより、清掃が簡単にできるようにした。

6.2 平瀬川浄化施設の概要

平瀬川浄化施設の概要は、表1に示す。

7. あとがき

野川浄化施設は、河川内浄化施設として礫間接触酸化法により国内で最初に実用化した施設であることもあり、現在、野川、平瀬川浄化施設とも順調に稼働しているものの、経験の浅い施設であることから思わぬ事態の発生する可能性は依然として残されている。今後、適切な維持管理を通じて必要な対策について検討を加えていくものである。

河川の浄化対策の推進に当たり、皆様の御指導と御鞭撻をお願いするとともに、各河川における水質浄化対策の一助となれば幸いである。

文 献

- 1) 季刊、環境研究、NO52(1984)多摩川の浄化事業。
- 2) 日本河川水質年鑑(1985)「多摩川における水質浄化対策」について。