

多摩川水系の流域環境と水資源に関する一考察

——東京都多摩地区浅川の水質・流量解析事例として——

東京大学 ○ 村上 雅博
前田 諭
安川 歩
東京文化女子高 前川 満記子

1. はじめに

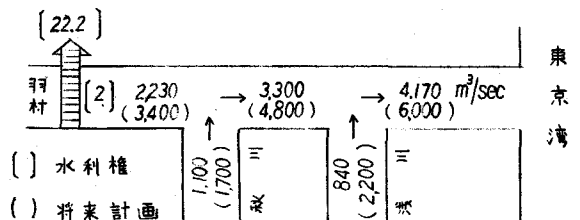
東京の西郊に位置し、自然にもめぐまれていた多摩地区は、昭和30年以降の高度経済成長とともに大都市東京のベッドタウンとしての性格を強くし、中小河川も含めた多摩川流域の都市開発は教化の一途をたどっている。その自然をかえりみず、主に機能面に集約したかたちでの開発が、すべてにおいてよいほど河川におしつけられてきたといっても過言ではない。自然は弱いものから破壊され抹殺されていく。その過程はまず中小都市河川が汚染され、都市化にともなう極端な流出の変化により川は拡張されコンクリートでかためられ、これをドブ川とした中小河川が多摩川に流入し、多摩の自然の、水系の動脈にもおきた多摩川の深刻な水質汚濁、環境破壊へと急ぐ。その様相はまさに「危機に瀕した川」として我々の目に映っている。

多摩川の水利権上の制約から、夏の灌漑期(8~9月)にあずか $20 \text{ m}^3/\text{sec}$ 以下に放流される以外は、湯水時にあつた羽村地区流量の7割以上 $22.2 \text{ m}^3/\text{sec}$ が市内23区の上水として取水され、羽村より下流の多摩川は、羽村地区の伏流水、流域の武蔵野台地、多摩丘陵からの地下水流出、秋川、浅川、清瀬川、大栗川、野川、など支流からの流入量、がそれぞれに加わって流れていく。湯水時に羽村で流量の大部分がカットされるという特殊な事情から、洪水時のみならず、多摩川の源流とも考えられる秋川と浅川が多摩川の湯水量増強、水質浄化と量・質両面において重要な役割を担っている。浅川は多摩最大の都市ハ王子の市街地中心部を東西に貫流し、さらに流域の丘陵地が大規模な都市開発に代表される都市開発により大きくその自然の姿を変えてしまっている。近い将来には浅川が大きな変貌を遂げるであろうことは多摩川の計画流量配分(図-1)から、秋川が現在の $1,100 \text{ m}^3/\text{sec}$ → $1,700 \text{ m}^3/\text{sec}$ に増し、浅川が $40 \text{ m}^3/\text{sec}$ → $2,200 \text{ m}^3/\text{sec}$ と逆に秋川を上まわす流出の増大が計画されていることをみただけでも明らかである。浅川のもつ多くの問題が、多摩川の問題と強く共通性と関連性を有していること、現実には浅川の水質汚濁がさらに進むとすれば浅川流域のみならず多摩川にも直接大きな影響を与えかねないことが明白である。多摩地区全体のなかで多摩川を取りあつかう前に、浅川とハ王子を主な研究の対象に選んだ理由は、浅川が多摩川流域にみえない自然条件と社会条件に強い共通性と関連性を持つ、河川延長 30.15 km 、流域面積 156 km^2 と適当な範囲にあり比較的詳細な調査が可能であるためである。

2. 浅川とハ王子

浅川は陣馬山麓に源を発し、山入川、小津川を合流した北浅川と、高尾山麓に源を発し、小仏川、案内川を合流させた南浅川とがハ王子市のほぼ中央で合流した後の浅川となり、市街地の中心を東西に貫流する多摩川水系では最も規模の大きな河川に属する。浅川とその流域の特徴を概観すると、

- (1) 東京南部中生層の逕養林地帯を水源として、つかえ山地と平野部の接点で扇状地を形成し、第三紀の丘陵、第四紀洪積世の段丘の間をめぐってほぼ東



(図-1) 多摩川計画流量配分と羽村地区の水利用

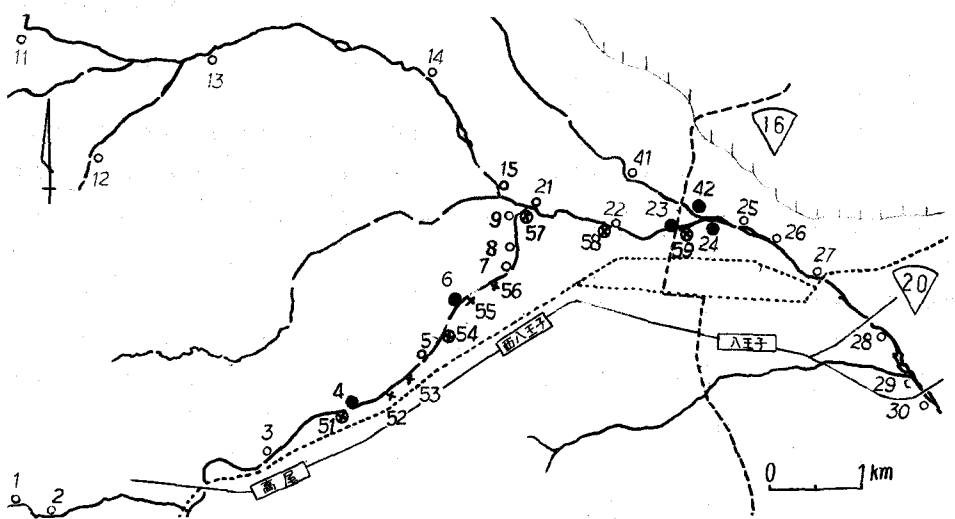
面に流れる。(2) 河床勾配が大きな急流河川がある。南浅川(1/100) 北浅川(1/125) 浅川上流(1/150) 浅川下流(1/225) (3) 流域の宅地開発に伴って大規模な都市開発が進みつつある。(4) 河川の水質汚濁が著しい。(5) 都市化による流出の変化。

ここにあげた(1)～(5)の特色はいずれも多摩地区における多摩川とその流域に共通している。

5. 浅川の水質汚濁

図-2は測定点の位置、記号はno1～9(南浅川) no11～15(北浅川) no21～30(浅川)を示す。浅川 no22

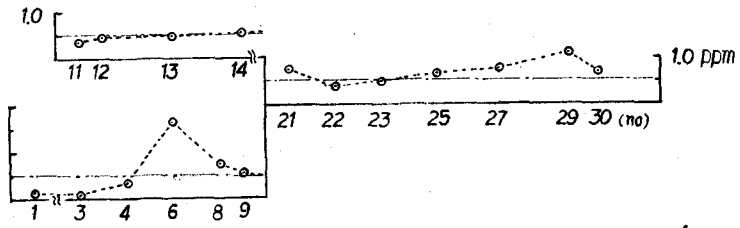
～23の市街地中北部を流れるときに水質が良くなり「ハヤハナ」など多数の魚が生息している。no24～28にかけては左岸側からの下水を集めるため順次汚濁が進むが、no29で急激に悪化するのは上流のno28で下水処理場の処理



(図-2) 水質分析、流量観測地点

水が流入するた
 〇 水質分析 ● 水質分析(24時間) × 流量測定 ⊗ 流量測定(24時間)
 めて、水は褐色に 1)小仏川 2)高尾 4)南浅川橋 5)長房団地 6)富士森下 7)水無瀬橋 57)浅川浄水場
 に強い臭気と発 11)山入川 12)恩方 13)空生寺 21)南北浅川合流点 22)萩原橋 23)浅川橋 25)曉橋
 (ている。 24)大和田橋 28)北野処理場 29)山田川合流点 30)中央線下

北浅川 全般に水質は良く大きな変化はない。no11, 12はアユの宝庫でもある。しかし流域は大規模な土地の買い占めがほぼ完了し、すなわち一部では大規模な宅地開発が進み、山の一面は切り取られ、北浅川は今後大きな変化を及ぼすようになっている。



COD(ppm) 1973.7.14 12:40 (very fine)

(図-3) 浅川、北浅川、南浅川の水質変化

南浅川 水質汚濁が最も著しい。長房団地は代表される流域の大規模な都市化はno5～9の間でBOD・100ppmがしばしば観測されるほどに強烈な汚濁を生じせしめ、水は黄緑褐色に染まり、悪臭をはき出し、魚類の生息も認められず。汚濁はno6で最大に達し、no7とむけ流下するにつれ水質は次第に良くなる。no1～4はカジカが鳴き、「ハヤ」とマダマの音に聞こえる。no4とno6との間で水質が急激に悪化し清流は突如として濁流に変化する。図-3はCODを汚濁の指標に選り上流から下流にかけての変化と汚濁のほぼ一ヶ月に当たる1973年7月14日12時40分の一斉観測の結果である。

4. 水質の時間変化

昼間にはけたたましいほどに汚れていた川も、夜が深まるにつれまとの清流を取りもどす。昼間は安を消して、ハヤでも早朝には輝く朝日の下に飛びかう。川は生命を取りもどした。しかし、砂を過ぎたころから水質は急激に悪化し、ハヤの姿も同時にどこかに消え去り、再び臭気を発する川に変貌する。この時間変化を追うとほぼ1日周期の変化を示し、南浅川、川口川、浅川ではそれぞれ異なる変化のパターンを示す。特徴的な変化を示す代表的4地帯（no.4, 6, 42, 23）を選び汚濁の指標とCOD、 Cl^- により24時間の変化を調べた結果を図-4, 5に示した。

no.4 南浅川では流量の最も豊富なところ、上流域の市街化の程度が小さいため、変化もわずかに認められるのみである。

no.6 団地の下水を一挙に集めるため変化の程度も最大であるが、その変化には規則性が認められる。8～12時にかけ急激に汚濁が進みこの時CODは100

ppmを越えることがある。その後漸減しながら0時を過ぎると清流にもどり、その1日周期の変化は我々の日常生活は多くの場合朝8～9時の間に起き、昼はトイレに行くことが多い、そして朝の事は事が始まる。この時の下水の濃度はBOD 200 ppm以上になることが予想されるが、一度一次処理の汚泥槽にたまる。家族がそれぞれ食卓を出た後に、天気快晴とすれば主婦は一角に洗濯を始めた。この時、時間当りの給水量はピークに達するが、この大量の洗濯排水がいつかまた次汚濁に流れ込めば、前者のものと複雑にまざり、すぐさま南浅川に放流される。このタイプの汚濁を“生活・団地型”とよぶことにしよう。

no.42 川口川は第三紀の丘陵地を流れる川で浅川とは自然条件が異なり、湯水量は少ない。中流から下流にかけてはハヤ子繊維工業の中に地味繊維関係の中小工場が集中している。汚濁の程度も著しく、川は染料のためか、黒色に、黄色にとヒンガシに不規則に変化する。このタイプの汚濁を“工場型”とよぶことにするが工場も人間と同じく夜には寝静まったことから水質変化から想定される。

no.23 浅川では伏流水を集め流量が最も豊富な地帯で、上流での汚染は地下水流出や伏流水などの自然の浄化によって緩和され時間変化もわかき昼間が高度平均化される。浅川で水質汚濁が一番問題となったのは、南浅川の中下流にかけての極度の汚濁が、南浅川の自然環境を質的に破壊するのみならず、悪臭までもはなち周辺の生活環境にも影響を与えている。南浅川最下流で伏流水をとっていた浅川浄水場は水質悪化のため浄水場としての機能を失い、現在は受水を受け配水場として機能している。高層住宅の急増は同時に大量の水需要を生み出している。今年の4月年湯水ではハヤ子市の散田配水方式となり、2ヶ月にも渉り給水制限と年儀なくされた。浅川の環境と水資源計画をもう一度検討する時期に来ている。

COD

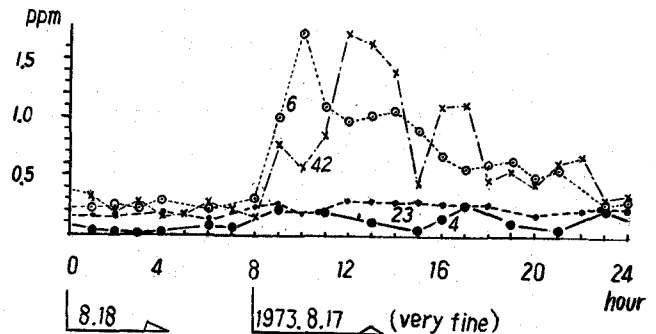


図-4 COD 24時間変化

Cl^-

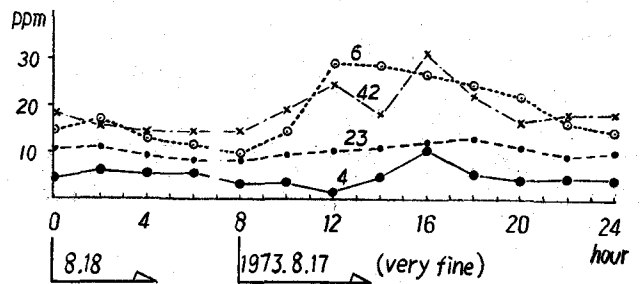
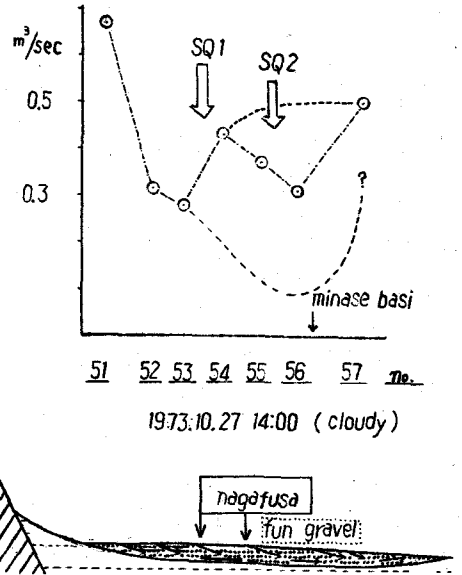


図-5 Cl^- 24時間変化

5. 基底流量変化と扇状地河川の特徴

水質分析を並行して行うに $no.5 \sim 9$ の間には下水を集めながら流れるが、強い自然の浄化を受けわずか 2 km で 2 倍以上の浄化を行う。つぎに $no.6$ で 24 時間の水質測定をしてみたとき、 1 時を過ぎると、川幅が半分にちぢまり、清流にもどった。さらに $no.7$ 水無瀬橋が最近です夏の湯水期に木がほとんど伏流していたが、 98 年湯水どおかえた 8 月の昼間は相当な流量があった。これらの現象をつなぎ合わせると、南浅川の扇状地河川としての特徴がうかび上がってくるが流域の自然条件と社会条件とをまぎらして考えるとより理解しやすい。南浅川は $no.3 \sim 4$ から扇状地が始まり $no.52 \sim 7$ の間が扇央にあたり伏流水が最も著しい区間である。 $no.8$ から扇端(側)に属し伏流水が湧出してくる。水無瀬橋の流量は $no.5 \sim 7$ の間から流入した下水が河床面付近で局所的流動と伏流をくり返しながら自然に浄化を受けて $no.7$ に達したものであろう。 $no.51 \sim 57$ はコンクリートと石の堰で測定した



51 52 53 54 55 56 57 No.

1973.10.27 14:00 (cloudy)

(図-6) 南浅川の基底流量変化

流量。その結果を図-6 に示した。最上流 $no.51$ の流量が $0.67\text{ m}^3/\text{sec}$ と最も大きく、 $no.52, 53$ の中流部で $0.28\text{ m}^3/\text{sec}$ と 60% も流量が減少したのは扇状地のため伏流が始めたことによる。 $no.54$ は長房団地の下水が大量に流入する区間で、 $0.28\text{ m}^3/\text{sec}$ から $0.43\text{ m}^3/\text{sec}$ と急激に $0.15\text{ m}^3/\text{sec}$ と増加したのは大部分下水の流入量と差を正して少くなる。長房の人口が $17,000$ 人、配水量が 1 人平均 $270\text{ L}/\text{日}$ と算定されたので約 $0.05\text{ m}^3/\text{sec}$ の下水が流入することになった。この $0.05\text{ m}^3/\text{sec}$ は 1 秒間の平均値だが昼間のピーク時給水量は変動比で数倍に達するので、 $0.15\text{ m}^3/\text{sec}$ が下水による増加分と差を正せば妥当な数値にあろう。 $no.54 \sim 56$ で流入した下水は伏流をくり返し水無瀬橋をすぎた $no.8$ 扇状地から集まるため河川に湧出してくるが、伏流した地下で自然の強い浄化を受けた流量は $0.2\text{ m}^3/\text{sec}$ に達する。浅川浄水場はこのように南浅川の伏流効果という自然特性を利用してつくられ 1 カ所あつた。最近の $\text{BOD} \cdot 100\text{ ppm}$ にも達する強烈な水質汚濁には立ちまわすやむを得ず 7 にその生命を絶ててしまった。

6. 基底流量の時間変化と収支

一般に流域が都市化されると降雨の地表浸透が減少し、基底流量も比例して減少するものと考えられていたが、都市化が進むと逆に基底流量が増加するという現象が水無瀬橋で顕著に認められた。この基底流量の増加が都市下水に結びつき、水質の時間変化が基底流量変化と大きな相関を持つことが予想されたため、基底流量の 24 時間変化を調べた。 $no.51$ は下水の影響の最も小さい南浅川上流、 $no.54$ は長房団地からの下水を集める中流、 $no.57$ は伏流水が湧出してくる最下流、と代表的な点を選んでその結果を図-7 に示した。

no.51 時間変化は小さく、わずか昼間に $0.02 \sim 0.03\text{ m}^3/\text{sec}$ の増加が認められた。**no.54** 昼と夜の最大変化が $0.17\text{ m}^3/\text{sec}$ に達する。この $0.17\text{ m}^3/\text{sec}$ の差が長房から直接南浅川に放流された下水であらうことは、前章で述べた伏流水と水収支からの結果とほぼ一致をみている。10月26日の12時から測定を開始したが、この日はまれにみられる晴天で気温も高く、一斉に洗濯がされた絶好の条件がそろっていた。27日は曇天に近く雨まで予報されたため洗濯をひかえたとこが多かったものと考えられた。そのため前日の同じ12時に比べると流量が減少し、 $no.51$ では $0.03\text{ m}^3/\text{sec}$ 、 $no.57$ では $0.1\text{ m}^3/\text{sec}$ と大きな差がでた。**no.57** 上流での伏流水を集めたが、 $no.51$ にすら流量が及ばないのは、水無瀬橋が北方($no.57$)に向かう伏流水と、東北($no.54$)に向かう伏流水とにわかれたためで、その量計はそれぞれ $0.5\text{ m}^3/\text{sec}$ 、 $0.5\text{ m}^3/\text{sec}$ と半々である。図-8に伏流水、地下水の流動方向と範囲を示した。その方向は旧浅川の河道、範囲は氾濫原である。

7. 浅川の河川環境と水資源

環境問題といフモ漠然として大さすぎ、どこから手をフケてよいのか、やたらにPPMを振り回して、どうもサッパリしないのが河川環境問題である。浅川には独特の河相がある。浅川の自然特性はきあめて使われざるべし。多量の汚濁は一層地下に伏流水とシテ浸透すると自然の強い浄化を受け再び地上に湧き出す。環境汚染の第1策は、南浅川は、そのめぐりまわ自然特性を十分に評価し、コントロールとすれば自然のみならず水資源をも生み出す豊かな川によりかえる可能性をもっている。

長房から一次処理で放流している8000 m^3 /日の下水に2次処理を加えるだけでも上流から0.3 m^3/sec の流入量があるため、BOD10 ppm程度には落ち、伏流をくり返し流下する過程でさらに浄化を受け浅川浄水場では5 ppm以下になるだろう。さらに南浅川を「アユとヤマメの天国」になるまで浄化することがまったくの不可能とも言えない。ここまできるとクロズドシステム内で下水を処理するか相模川流域下水道のように本流に処理水を一滴たりとも放流しないか以外は2次処理の問題がでてくる。図-9は浅川の自然特性をふまえた上

で、堤防と河川敷を利用した自然のシステム内での3次処理システムである。①堤防の土を河原にあるこぶし木の碎アおきかえ、2次処理水を上から散布する。散水濾床法の原理そのものだが、高負荷散水濾床では効率が5倍に下って発生する汚泥の処理に苦慮する。一方、この方法では効率が落ちて汚泥の分解まで濾床内であつたため副次的な公害をおこさずにすむ。

2次処理水と散布するのだから発生する汚泥は相当に少ない。高負荷と同じときではいかに効率はそれほど落ちず最低濾床1があたり10人の処理は可能だろう。図-9の堤防濾床を考へると3万人/日の処理に必要な堤防延長は200mと計算される。都市内での処理場用地という難問は解決された。3次処理といふことも多少の臭気問題もあるが、コンクリートの漏水側壁と上面のサイクリングロードや遊歩道はそれを解決しよう。②処理できなかったN、Pは富栄養化の原因となりさらに二次汚濁を造めるため直接放流する前に堤防にマッタ素堀りの沈みかたで藻類による植物吸収をはかる。

③伏流効果や川底の微生物膜による自然浄化が加われば「アユとヤマメの天国」も夢ではない。化学的な処理システムから発想を転換して、微生物や川の自然特性を利用した完全な自然のシステム内での3次処理の方向性を提案したい。自然のシステムを最大限に生かし、旧式といエども簡潔な処理技術の原理を適用し、適切なコントロールとすれば我々の日常生活から排出される下水が自然のなかで浄化され濁水流量を増強し、川の環境をより豊かなものとした上に、さらに水資源として再び我々の前に帰って来よう。

この調査研究に当って、東京大学高橋裕教授から多くの示唆をいただいた。記して感謝の意を表します。

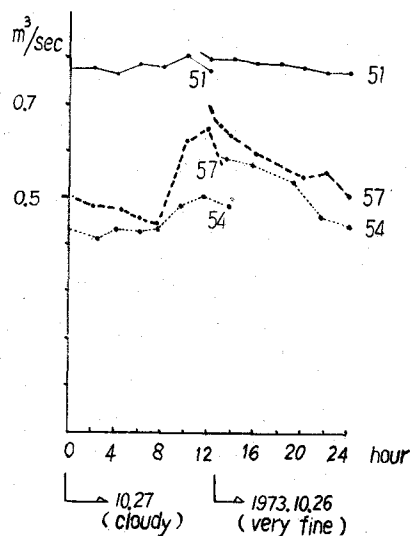


図-7 基底流量の24時間変化

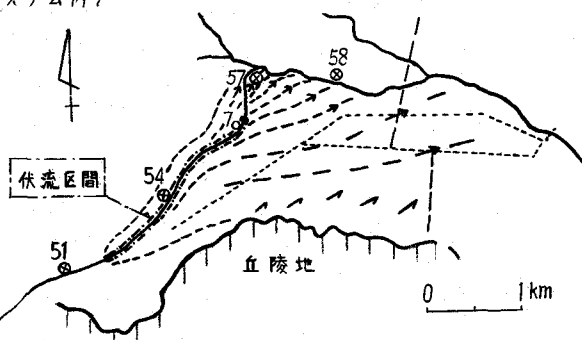


図-8 旧浅川の氾濫源と地下水の流動方向

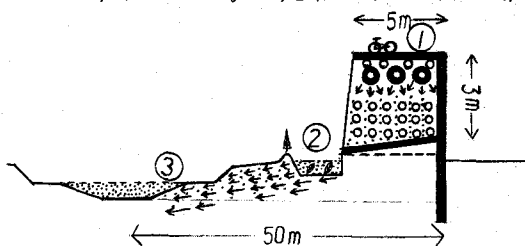


図-9 自然システム内での3次処理