

玉川上水における再通水の環境科学的評価 —— 流水の水質 ——

Evaluation of Re-Flowing in Tamagawa Jousui Channel by Secondary Treated Waste Water — Water Quality —

田瀬 則雄*・秋山 聡**・細野義純***

Norio TASE, Satoshi AKIYAMA and Yosizumi HOSONO

I はじめに

近年、水辺空間、親水（公園）などの用語が流行し、人々の関心も集まってきている。この様な中、1986年8月、野火止用水に続いて玉川上水に流水が復活した。日量2万トン程度と流量は少ないが、新しい清流復活事業として注目を集めている。この東京都の清流復活事業は、その全量を下水の2次処理（+砂ろ過）水で賄われているところに大きな特徴があるが、同時にいくつかの問題をも内蔵していると思われる。

筆者らは、玉川上水の再通水が周辺に及ぼす影響を、流水の量および質の変化、地下水への影響、さらには住民の意識などに焦点をあてて調査を開始した。調査は現在も継続中であるが、観測データがある程度集積したので、今回は流水の水質について中間報告を行ない、この事業の問題点などに触れてみたい。

玉川上水は、多摩川の水を羽村で取水し、江戸市中に供給するため、江戸時代に開削された用水路である。1965年に淀橋浄水場が廃止され、玉川上水はその機能を羽村取水口より小平監視（水衛）所まで

にとどめられ、これより下流では用水路としての機能を停止することとなった（東京都、1985）。

1985年に支線の野火止用水が、1986年8月には玉川上水にも流水が復活した。さらに1988年には支線の千川上水にも分水される予定である。

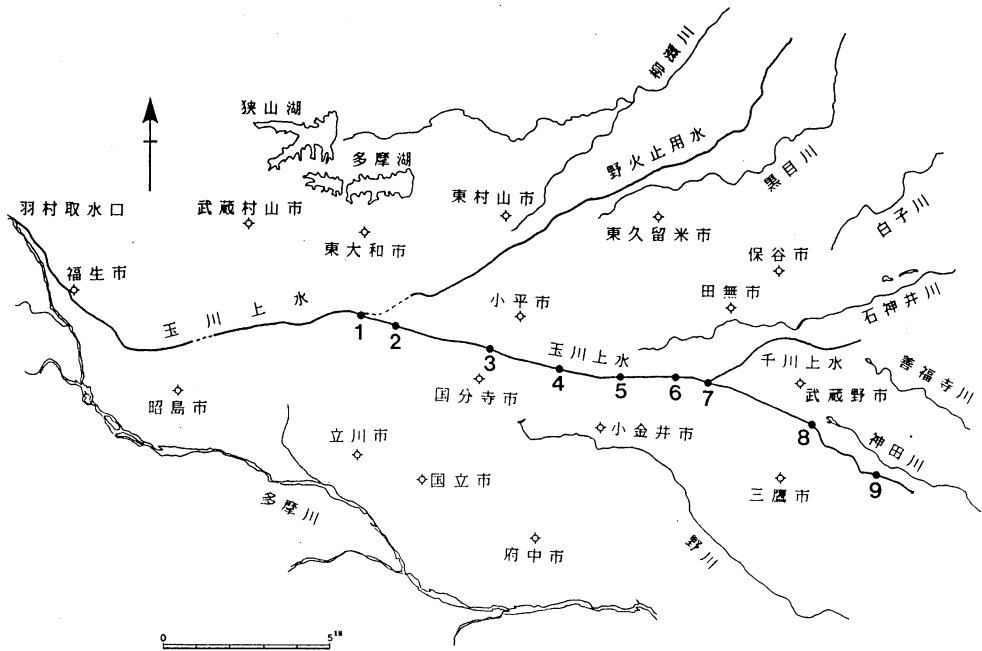
玉川上水は、一部を除き河岸・河床ともにコンクリートなどによる補強工事は施されておらず、素堀の水路である。また、堤防のような構造物も有していないが、堀が深いこともあり金網が張り巡らされているところがある。水路沿いにはケヤキ・クヌギ・コナラなどの落葉樹が繁茂し、古きよき武蔵野の面影を残し、散策など住民に貴重な場所を提供している。

II 調査地域と観測の概要

調査地域は、清流復活区間の小平監視所（放流口）から牟礼橋までの約17kmとその周辺である（第1図）。調査地域は、武蔵野面上に位置し、ここでの玉川上水はほぼ台地の分水界上を走る形となっている。玉川上水が走っている地域は、ローム層が厚く堆積しており、その厚さは8m以上である（細野、1978）。地下水水面も非常に深く、水路へ地下水が流

*筑波大学地球科学系 **筑波大学・院・環境科学研究科（現・那須工業高等学校）

***（財）消防科学総合センター



第1図 調査地域 (観測点1~9)

入することは考えられない (消防研究所, 1968, 1970).

流水の水量と水質を観測するため9点の定点を設けた (第1図)。すなわち、放流口直下 (St.1)、小川橋 (St.2)、久衛門橋 (St.3)、喜平橋 (St.4)、小金井橋 (St.5)、梶野橋 (St.6)、境橋 (St.7)、万助橋 (St.8)、牟礼橋 (St.9) である。

流水についての観測項目は、流量、水温、電気伝導度 (EC)、pH、DO、大腸菌、およびカリウム、ナトリウム、カルシウム、マグネシウム、塩化物、硫酸、硝酸の各イオンである。なお、分析は陽イオンについてはICP法で、陰イオンについてはIC法で行なった。

流水の観測は1987年3月1日、6月13日、8月8日、10月22日、12月11日、および1988年3月21日の6回行ない、1987年8月28日には、St.4とSt.6において終日 (9:20~17:15) 測定を行なった。

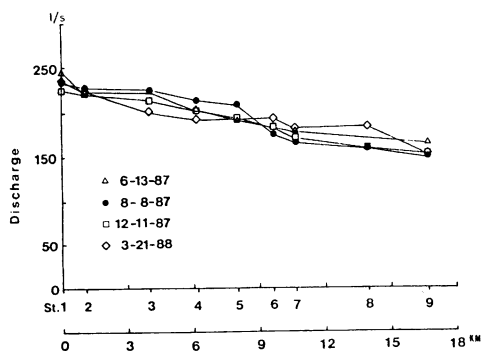
Ⅲ 観測結果と考察

1) 流水の流量観測結果

観測時の水路の状態は、いずれの地点においても川幅は2~3m、中央部における水深が50cm前後である。また中心の流速は0.4~0.7m/sと比較的速く、特に川幅の狭いSt.8では1.0m/s以上に達した。したがって、流速の点からは、一応「清流」と見なせるが、水音はほとんど聞こえない状況である。小平監視所 (St.1) からSt.9までの流下時間は10~15時間程度と推定される。

第2図に流量観測の結果を示す。流量は、観測日によって若干のばらつきはあるが、平均流量は放流口で235l/s、最下流のSt.9で155l/sとなり、平均勾配1/400の流路17kmを流下する間に、その約34%が失われていることになる。この原因として、水面からの蒸発、水路を覆っている植物による吸収 (蒸散)、そして地下への浸透が考えられるが、素堀の水路を流下する過程で地下に浸透するものが大部分であると考えている。

流量は制御されているためかなり安定したものと考えられる。8月26日の終日測定 (約2時間おき5回) においても、St.4では202~211l/s、St.6では



第2図 流下に伴う流量 (l/s) の変化

175~185 l/s で、変動幅は5%前後である。流量観測におけるばらつきは、測定誤差、水路の状況、特に倒木や落葉によるせき止め、あるいは流下時間による差異などが考えられる。

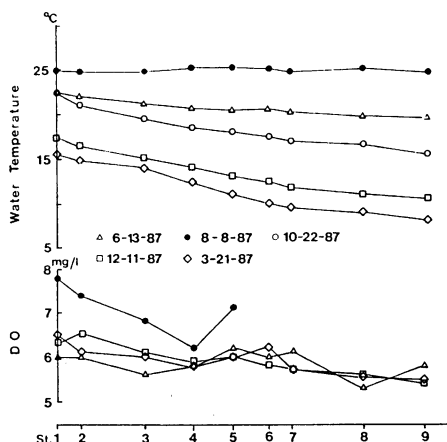
2) 流水の水質調査結果と特徴

流水の水質を検討する際、次の点に注目した。まず、放流口 (St.1) での水質の変動、すなわち流入する処理水の水質が大きく変化するのだろうか。そして、流下に伴いその水質がどのように変化するのか、その変化に季節的特徴があるのかである。

放流処理水については、測定項目が異なるが、津久井ほか (1986)、津久井・菊池 (1987)、川原ほか (1987) などの報告と同様に観測日よりかなりの変動が認められる。最も変動が大きいのは塩化物イオンの61.3~87.0 mg/l である。EC (18℃換算) も397~547 μ /cm と大きく変動する。陽イオンの合計は4.653~5.078 me/l で、陰イオンの合計は3.117~3.995 me/l の範囲である。両者の差はほぼ重碳酸イオンと考えられる。

観測日による変動は大きい、終日測定の結果では観測日内での変動は、DO が若干変化する以外はほとんど認められない。この点も津久井・菊池 (1987) の報告と同様である。

第3図と第4図に流水の流下に伴う水質の変化を示した。全体にみると、流下に伴う水質の変化パターンにおいて、1987年3月1日の観測値がやや特異である。この原因について今後の観測を併せて考察したいと考えているが、再通水後の流路・河床の不安



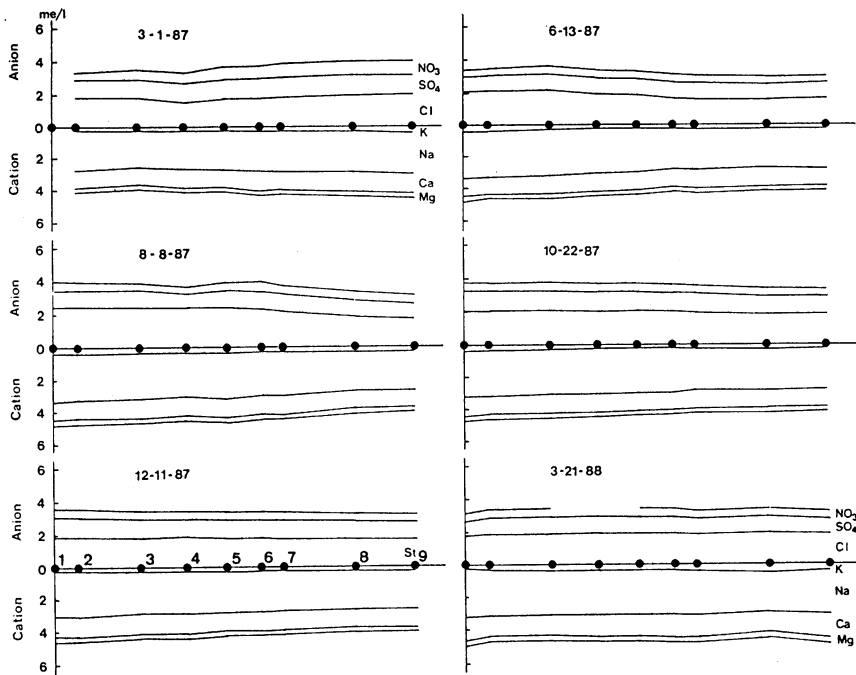
第3図 流下に伴う水温 (°C) と DO (mg/l) の変化

定性や当日流路の整備・清掃が行われていたことなどが関係しているかも知れない。なお、この特異性は陽イオン、陰イオンの合計 (EC も基本的に類似) に顕著に現れており、3月1日以外は流下とともに減少する傾向を示している。

流下に伴い最も顕著に変化を示したものは水温である。下水処理水であるため冬季の水温は相対的に高く (10℃程)、流下とともに直線あるいは指数曲線的に低下している。温暖期ほどその差は小さくなり、夏季にはほとんど変化しない。

年間の観測を通して時期に関係なく同じ傾向を示すのは、pH、DO、そして硫酸イオンとマグネシウムイオンである。pHは流下する過程で上昇する傾向があり、測定値は7.0~7.8の範囲にある。DOは逆に流下とともに低下する傾向があり、4.2~7.8 mg/l の範囲である (第3図)。硫酸とマグネシウムイオンは流下による変化はほとんどない。

他の測定項目も1987年3月1日の測定値を除くと、ほぼ同じ傾向を示す。すなわち、塩化物イオンとナトリウムイオンは流下とともに減少する傾向を示す。塩化物イオンは一般に流下中に土壌などに吸着されることはほとんどないと言われており、その原因は興味のあることであるが、今のところ不明である。表流水の流入による希釈は、先の流量観測結果、水路への排水流入がないということから除外



第4図 流下に伴う陰イオンと陽イオン (me/l) の変化 (黒丸は観測点)

できるものと考えられる。

硝酸イオンは、3月1日の測定では大幅に増加したが、その後は流下とともに若干の増加傾向を示した。この原因は、野火止用水における報告(津久井・菊池, 1987)で指摘されているように、アンモニア態窒素が流下する過程で、主に底泥表面の硝化菌の作用で酸化されて、硝酸態窒素に変化するためと考えられる。ただし、12月11日の測定は例外で、僅かに減少する傾向を示した。

大腸菌群数の最大値は、3,000 MPN/100 mlである。一般的傾向として玉川上水の下流部、特に市街化の最も進んでいる三鷹駅付近 (St. 7~St. 8) で多くなることが多い。排水の流入の可能性はないと思われるが、ゴミの投棄などは考えられる。季節変化では、夏季にピークを示すパターンとなる。これは夏季には水温の上昇、水中の栄養塩類の増加など大腸菌の繁殖を促す条件が揃うためだと考えられる。

水質の測定項目に限りがあるが、全体として流下によって水質 (特に無機イオン) が大きく改善され

る傾向はみられないようである。玉川上水は流出入がない水路であり、ここでみられる傾向が下水あるいは下水処理水の本来の姿ではないかと考えられる。すなわち、無機イオンに関しては希釈以外の自然の浄化作用はほとんど期待できないということになる。なお、有機物についても川原ほか (1987) が野火止用水での調査結果から否定的な結論を出している。ただし、海老瀬 (1988) はつくば市の流出入のない農業用水での観測から自浄作用の存在を示している。自浄作用の評価は今後の大きな課題である。

IV 再通水における問題と若干の提言

玉川上水が通水されたことに関してはほとんどの住民が認識しており、住民の関心度は高いといえる(秋山, 1988)。通水された水が処理水であるということに関してもほとんどの住民が認識しており、悪臭などの不安を訴える住民が3割程存在した。実際、時々ではあるが、わずかに下水臭が感じられたり、流路をゴミが流れているなど、清流にふさわしくな

い状況も観察された。

また、放流口など数カ所を除くと水際へのアクセスが困難なため、あるいは沿道から流水を観察するのが容易でないためか、通水による直接のメリットよりも、沿道の整備などのような間接的なメリットをあげる住民が多く、通水そのものによる効果はあまり感じていない面もある。

しかし、通水の有無を問わず、自然の豊かな空間である玉川上水が多くて多くの住民から親しまれていることは事実であり、清流復活事業が真に生きたものとなるためには今後の工夫が必要と考えられる。ここで若干の要望、改善案を提示してみたい。

できれば下水処理水でなく、自然の多摩川の水を流せばよいが、水事情から難しい面があるようである。しかし、1日2万トンの水は沿道の住民が一人あたり程度節水すれば生み出せるものと考えられるので、住民の運動としては可能性のあるものであろう。全量が無理ならば、半分くらいは自然の水をブレンドして水量を増加して欲しいものである。

自然の水が基本となるが、もう少し流水あるいは水際へアクセスできる空間が欲しい。親緑だけでなく親水機能も、せっかく流水を復活させたのであるから発揮させて頂きたい。

水量の増加は、やはり流れているという実感を与えるし、水音の発生が快感をもたらす可能性もあると考えられる。水車などを設置するのも一案である。

水質については、改善の余地があると思われる。特に流下とともに水質が改善するような方策を試みて欲しい。流出入のない水路はほとんどないので、研究としても意義があるのではないかと思われる。

水とは直接関係しないが、自然探索路としての整備を加えて頂ければと思う。

V おわりに

中間報告であるため十分な考察を加えることができなかった面もあるが、流水の水量と水質の観測から若干の提言を試みた。流水の30%程度が浸透していることもあり、地下水への影響については別報で検討する。

流域下水道については問題点も指摘されている

が、処理した水を単に河川へ戻すだけでなく、流水を蘇生、復活させることにはそれなりの意義はあると思われる。野火止用水を含め玉川上水はこの種の事業のための基礎的で、貴重なデータを提供してくれるものと考えられる。

謝 辞

本論はとうきゅう環境浄化財団の助成により行なった研究の成果の一部である。筑波大学農林学系糸賀 黎助教授には貴重なご意見を頂いた。東京都環境保全局からは資料を提供していただいた。観測機器については筑波大学水理実験センターにお世話になった。また、現地調査においては筑波大学環境科学研究科及び地球科学研究科の院生の方々にお手伝いいただいた。記して感謝いたします。

文 献

- 秋山 聡 (1988)：玉川上水における再通水の環境科学的評価。昭和62年度筑波大学環境科学研究科修士論文, 85p.
- 海老瀬潜一 (1988)：流下過程の水質変化量の物質収支法による評価。水質汚濁研究, 11, 513-519.
- 川原 浩・岡田光正・福嶋 悟・武藤敦彦 (1987)：小水路維持用水としての下水処理水の利用—野火止用水水質の評価—。水質汚濁研究, 10, 624-630.
- 消防研究所 (1968)：武蔵野台地における地表水および地下水の測水資料。消防研究所技術資料, 1, 261p.
- 消防研究所 (1970)：武蔵野台地における帯水層の性状に関する調査資料。消防研究所技術資料, 3, 240p.
- 東京都 (1985)：玉川上水の歴史と現況。311p.
- 津久井公昭・菊池幹夫・紺野良子 (1986)：清流の復活に関する研究 (その1) 昭和59年度野火止用水水質調査結果。東京都環境科学研究所年報, 114-119.
- 津久井公昭・菊池幹夫 (1987)：清流の復活に関する研究 (その2) 昭和60年度野火止用水水質調査結果。東京都環境科学研究所年報, 126-133.
- 細野義純 (1978)：武蔵野台地の不圧地下水。市川正巳・榎根 勇編著：『日本の水収支』 古今書院, 174-188.