

玉川上水復活に向けた

現場調査及び数値解析による流下能力の評価

山田 真衣^{1*}・新妻 友太¹・小石 一字¹・柿沼 太貴¹・山田 正²

¹中央大学大学院 理工学部研究科 都市環境学専攻 (〒112-8551東京都文京区春日1-13-27)

²中央大学 理工学部 都市人間環境学科 (〒112-8551東京都文京区春日1-13-27)

* E-mail: a12.c5fn@g.chuo-u.ac.jp

東京を流れる玉川上水は江戸の成長を支えた歴史がある。しかし、現在はかつてのような上水の役目はほとんどない。玉川上水による東京の水循環の保全・再生に向け、産・民・官・学でさまざまな取り組みがされている。本稿では測量結果を基に玉川上水の流下能力の検討を行った。その結果、 $2.0\text{m}^3/\text{s}$ を上流端に与えると、下流端に $1.27\text{ m}^3/\text{s}$ 行き届くことがわかった。つまり、現在羽村取水堰から玉川上水に流している流量を四谷大木戸まで流した場合、下流まで行き届くことが可能であることが分かった。

Key Words : 1-D unsteady flow, Tamagawa Jousui Channel, man-made channel

1. はじめに

図-1 に示した玉川上水は江戸の発展に大きく貢献した人工水路である。例えば、経済や工業、農業、交通の面で多岐にわたり江戸を支えてきた歴史を持つ。その歴史的背景が認められ、2003年には国の史跡に、2016年には未来遺産プロジェクトに登録された。これらを契機とし現在、玉川上水・分水網の世界遺産登録に向けた運動が行われている。現在は小平監視所から18km下流の高井戸にある浅間橋まで下水処理水を流下しており、そこから神田川に処理水を流している。また、千川上水を流れている水は善福寺川に通水している。一方で、かつては渋谷川や江戸城外濠を玉川上水の余水吐として利用されていた。つまりは、玉川上水は今も昔も東京都全域の貴重な水源の一つであるということである。しかし、多摩川の水を流しているのは玉川上水本水路の上流12kmのみで、上水としての役割は一部区間に留まっている。また、堤防の管理がなされていないところが多く、植生が繁茂していることから歩道から水路を見ることが出来なく親水性に欠ける。そのうえ、下流から13kmは暗渠が続き、水は流れていない。これらのように東京都の重要な水源にもかかわらず多くの問題を抱えている。

そこで河川水が玉川上水・分水網全域に行き渡らせようとする運動が産・民・官・学でなされている。その1つに水循環都市東京シンポジウムがある。この目的は世

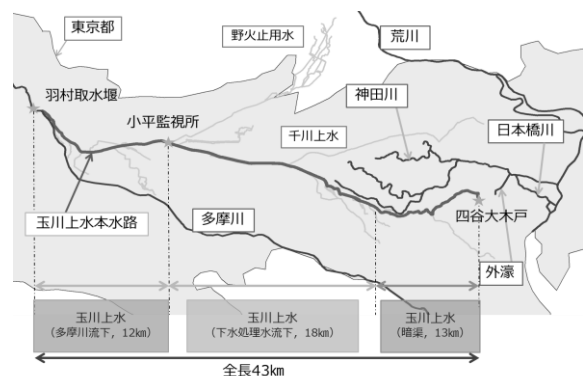


図-1 玉川上水およびその周辺河川的位置

界一の水循環システムを誇った「水都江戸」の遺産である玉川上水を現代に活かすことにより、2020年オリンピックに向け世界一の歴史と品格のある「水都東京」にし、美しく安心安全な東京をつくることである。5大学(中央大学、法政大学、日本大学、東京理科大学、東京大学)でリレー方式によりシンポジウムが行われ、これらの議論を踏まえて「水循環都市東京に関する要望書」を東京都知事と国土交通・水循環政策担当大臣に提出した。また、平成28年10月9日、「水と緑の回廊・玉川上水と分水網 多摩から江戸・東京をつなぐ水循環の保全 ～東京オリンピック・パラリンピックを契機として～」、平成29年5月14日「玉川上水・分水網の保全再生をめざして」では玉川上水が周辺の都市河川の貴重な

水源となっていることやかつては江戸市中の貴重な飲み水として使われていたといった内容の講演が開催された。その他にも、玉川上水・分水網を対象として活動する市民団体の活動の報告も行われた。

以上のように、玉川上水全域に水を流し、かつてのような玉川上水復活に向けた取り組みが行われている。しかし、下流端の四谷大木戸や善福寺川に繋がっている千川上水に水を流すための流量計算、具体的な流量の提案を行う必要があるが、これらの研究がなされていない。そこで本稿では玉川上水の水深や流量を測量した結果を用いて行った数値計算の結果を示す。

2. 玉川上水の概要

江戸時代、2代将軍・徳川秀忠の1609年の江戸の人口は約15万人であったと言われている。1635年、3代将軍・徳川家光のときに参勤交代の制度が確立し、大名やその家族が江戸に移り住むようになった結果、人口が急激に増加し、江戸の人口は100万人にまで至ったと考えられている。急激に江戸の人口が増加したために、既存の上水だけでは当時の水需要量を賄うことができなくなった。そこで江戸の南西部を流れる多摩川の水を引き、江戸の町の上水として利用する計画が持ち上がり、これが玉川上水となった。昭和時代に入ると都市部の飲み水の確保が多摩川の水だけでは、賄えなくなった。そこで、代わりに利根川の水を引くようになり、玉川上水の役目はほぼなくなり、下流約30kmには水が流れなくなったが、1986年、清流復活事業により玉川上水(上流12kmの小平監視所から約18km区間)、千川分水、野火止用水に24,800m³/日は下水処理水が流下し、水の流れが一部区間のみ復活した。この下水処理水は多摩川上流水センターから流している。また、33カ所の分水は現在は16カ所に減少した。羽村取水堰での平成26年度平均取水量は13.59m³/s、最大流量114.67m³/s、最小流量6.53m³/sであった¹。そこから玉川上水、山口貯水池、村山貯水池に送水されている。

2003年には江戸、東京の発展を支えた歴史的価値を有する土木施設・遺構として国の史跡に指定された。

3. 現地調査

玉川上水・分水網の測量は平成29年5月4日に田村分水、熊川分水、拝島分水、柴崎分水、砂川分水、野火止分水、小川分水、千川上水の各分水口から最も近い本水路に架かる橋の川幅、及び水深、流速を測定した。分水に関しては、分水口から近い分水の開渠部分の川幅、水深、流速を測定した。更に、これらの値をもとにマニ

表-1 測量結果

		田村分水	熊川分水	拝島分水	関ヶ谷分水	柴崎分水	砂川分水	澤五箇門分水	野火止分水	小川分水	千川上水
本川	川中央の水深(m)	0.47	0.4	0.52	-	0.44	0.44	0.25	0.22	0.17	0.25
	川幅	11	9	8.9	-	6.86	6.86	11.7	6.9	3.5	5.8
	流量(m³/s)	1.98	1.95	1.74	-	0.975	0.975	1.43	0.902	0.30675	0.292
分水	川中央の水深(m)	0.12	0.2	0.27	-	0.11	0.35	-	-	0.37	0.28
	川幅	1.3	0.35	0.9	-	1.8	1	-	-	2.14	1.3
	流量(m³/s)	0.039	0.015	0.028	-	0.0828	0.09292	-	0.03171365	0.133	0.123744

ングの粗度係数、流量を算出した。

4. 現地調査結果

測量結果を表-1に示す。今回の測量でわかったことを以下にまとめる。

1. 本川の流量の減少量は分水を流れている流量よりも多い結果となった。
2. 野火止分水の上流端から約2km下流で流速が早くなっていた。
3. 分水口の構造は千川上水のみ越流堰になっていた。

5. 計算条件

表-1の結果を基に、最も上流にある田村分水周辺の流量を四谷大木戸まで流した場合の下流端の流量、及び玉川上水の下流端まで0.5m³/sの水を行き届かせるために必要な上流端から流す流量と治水機能を持たせる場合を想定して越水し始める流量を算出した。計算条件として本水路の川幅、堤防高、標高は渡辺一二による文献²を参考にした。またMIKE 11を用いて1次元不定流の基礎式を使い計算した。

6. 計算結果

現在田村分水付近の本水路を流れている2019m³/sを羽村取水堰から四谷大木戸まで流した場合、下流端には1.27m³/s流れることがわかった。

次に下流端に0.5m³/sの水を流すために、上流で流す必要のある流量の計算について説明する。この0.5m³/sは四谷から接続されていた外濠を浄化するために必要な流量が0.5m³/s³と報告されている。上流端から1.3m³/s以上の水を流すと下流端に0.60m³/s行き届く結果となった。

最後に玉川上水に治水機能を持たせた場合を想定して堤防高を超えない最大流量を求めた。その結果を図-2に示す。但し、千川上水のみ分水の構造が越流堰となっ

ており、堰の高さよりも水深が高い場合に水が流れる仕組みになっている。少ない流量のときや治水機能を持たせるために今流している以上の水を流す場合、千川上水の堰の高さを調整して現実的な計算を行う必要がある。

上流に与える流量と下流端に届く流量の関係を図-3に示す。上流端から流す流量を下流端に届く流量で除した率（流量の保存率）を表-2に示す。この結果によると流量が少ない場合、下流に届く水が少ないことが考えられるため、最適な分水口の高さを与えることが必要である。

7. 考察・まとめ

本稿では測量の結果を用いて計算を行った。測量や現地調査でわかった知見を以下に示す。

1. 羽村取水堰に最も近い分水の田村分水の流量と田村分水に近い橋である宿橋での流量を足した流量が $2019 \text{ m}^3/\text{s}$ であった。このことから羽村取水堰から玉川上水に流している流量は $2019 \text{ m}^3/\text{s}$ 程度であることが考えられる。さらに、羽村取水堰の取水量は年平均 $13.59 \text{ m}^3/\text{s}$ であることから、そのうち 15% 程度の水が玉川上水に流れていることが推測される。
2. から現在、玉川上水に流れている流量を $2019 \text{ m}^3/\text{s}$ であるとする、この流量を羽村取水堰に与え、四谷大木戸まで流すと、下流端に $1.27 \text{ m}^3/\text{s}$ 行き届くことがわかった。
3. 野火止分水の上流端から約 2km 下流で流速が早くなっていた。そのことから野火止分水の途中で水が流入していることが考えられ、その流入水を考慮して計算する必要がある。
4. 本川の流量の減少量は分水に流れていた流量よりも大きいことから、分水以外に違う河川に流れていることや地下に浸透していることも考えられる。
5. 下流端に $0.5 \text{ m}^3/\text{s}$ の水を行き届かせるためには上流から $1.3 \text{ m}^3/\text{s}$ 以上の水を流す必要があることが分かった。
6. 堤防から越水し始める流量は $30 \text{ m}^3/\text{s}$ で、その地点は拝島分水周辺であった。

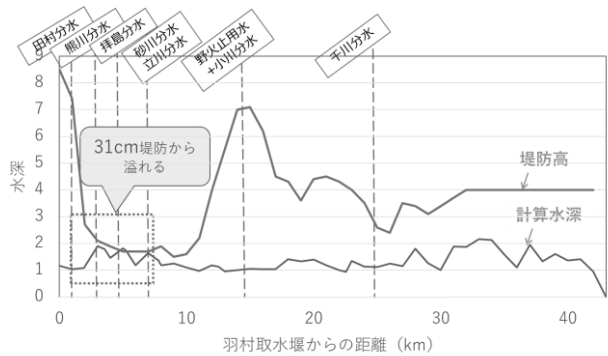


図-2 上流端で流量 $30 \text{ m}^3/\text{s}$ を流した場合の水深の縦断分布

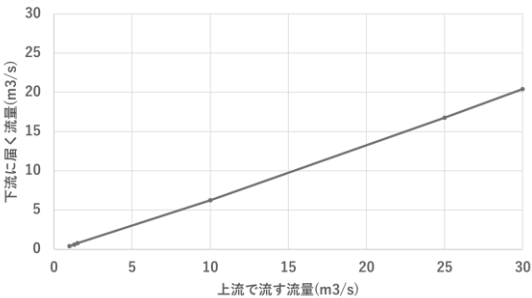


図-3 上流端で与える流量と下流端に届く流量の関係

表-2 上流端で与える流量と保存率の関係

上流から流す流量(m^3/s)	1	1.3	1.5	10	25	30
保存率(%)	38.1	46.0	52.5	62.4	67.2	68.0

保存率…流端から流す流量を下流端に届く流量で除した率

参考文献

1. 東京都水道局：水道事業紹介 事業年報平成 26 年度、<https://www.waterworks.metro.tokyo.jp/> (2017 年 6 月 5 日参照)
2. 渡部一二：図解 武蔵野の水路～玉川上水とその分水路の造形を明かす～、東海大学出版会、p44、2004.
3. 玉川上水・分水網を生かした水循環都市東京連絡会：多摩から江戸・東京をつなぐ水循環の保全・再生展示・講演の記録、p81、2017