

東京都の経済活動による河川環境負荷の定量化とその軽減策の検討

Estimation of impact on river environment by human activity in Tokyo metropolis

白川 直樹¹ 吉田 昌平² 玉井 信行¹
Naoki Shirakawa¹ Shouhei Yoshida² Nobuyuki Tamai¹

ABSTRACT: Human activities give large impact on river environment. Water intake for houses and industry makes river flow thin and poor, and water drainage from cities and farmlands makes river flow dirty and risky. Countermeasures for water quantity impact may conflict with that for water quality impact.

In this paper impact on water quantity and water quality by human activities in Tokyo metropolis is estimated. Water quantity impact is described by the amount of water used and the length between water intake and outlet. Water used in Tokyo metropolis comes from various sources and it is drained to various rivers including Tokyo Bay. We examined the flow of water from intake to outlet quantitatively in order to find out the ratio of water source in each city. Using that ratio, the impact on river flow by human activity in each city is estimated. The impact on water quality (BOD) is estimated in the similar way.

KEYWORDS: Instream flow, Tama river, Sewage works, Water resources

1 はじめに

人間活動は河川環境にさまざまな影響を与えている。中でも、河川の水そのものに与える影響として水量の使用と水質の汚染は重要である。水量も水質も都市河川における重大な社会問題になっており、水資源需給の観点からは節水や排水再利用、水質保全の観点からは排水の高度浄化が対策としてうたわれている。水量の対策と水質の対策が両立しないこともあり、両者は一体として扱う必要がある。たとえば、下流で取水する者にとって、水質面を考えると上流で使った水は自分の取水口より下流で放流してもらいたいから水量面を考えると上流で放流してほしい。また、二つの川を水源にもつ都市では、水量の豊富な川（取水コストが安い）と水質の良い川（処理コストが安い）のどちらから主に取水すべきか迷うだろう。工業用水や生活用水の水使用形態は、簡単にいえば取水した水になんらかの汚染を加えて排出する、という形になっている。取水－使用－（再利用）－排水というサイクルを考えると、水量と水質を同時に視野にいれた計画立案が必要である。

本研究では、東京都の経済活動が水量および水質に与える影響を定量化し、その軽減策について検討する。水量指標として取水量と減水区間長（取水点から放流点までの長さ）の積（これを環境流量ポテンシャル消費量と呼ぶ）、水質指標として BOD 負荷量を取りあげる。主たる水源である多摩川と利根川に与える影響量を分離し、とくに多摩川に関連する物質収支を抽出して把握する。

¹ 東京大学大学院工学系研究科 Graduate School of Engineering, University of Tokyo

² 東日本旅客鉄道株式会社 East Japan Railway Company

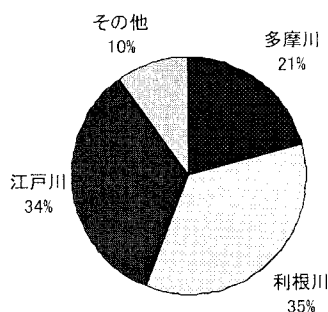


図1 東京都の水源

表1 東京都の下水処理人口

	人口	割合
公共下水道	10,888,761	93.8%
浄化槽	550,667	4.7%
屎尿汲取	169,809	1.5%
自家処理	722	0.0%
合計	11,609,959	100.0%

(1997年10月1日現在、東京都環境白書より)

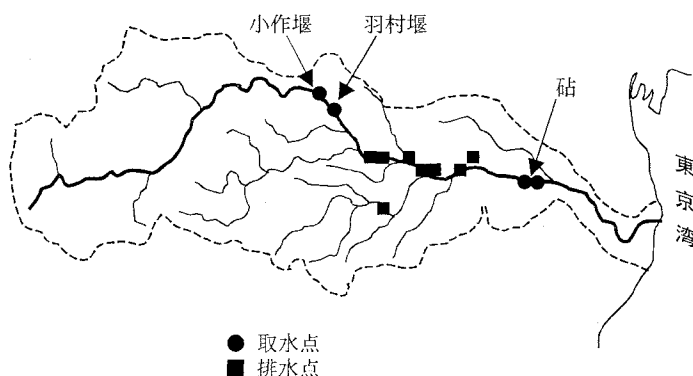


図2 多摩川の取水点と排水点

2 東京都の経済活動の水利用

東京都は、多摩川と利根川の2つを主たる水源にしている。東京都全体では、多摩川から取水された水が約2割、利根川（江戸川含む）から取水された水が約7割を占める（図1は1997年と98年の平均値）。多摩地区では地下水を水源としているところも多い（図1の「その他」）。多摩地区では多摩川の水、23区部では利根川の水を主体に使っているが、両者は給水系の中で複雑に入り混じっていて、単純には分けることができない。そこで次章において、取水点－浄水場－使用地－下水処理場－排水点、の流れに沿って多摩川の水と利根川の水の割合を追う。

多摩川的主要取水点および排水点を図2に示す。多摩川からの取水で最も大きいのは羽村堰で、小作堰がこれに次ぐ。砧では伏流水を取水している。このほか、稲田における川崎市の工業用水など小規模な取水もある。利根川からは利根大堰－武蔵水路－荒川を經由して秋ヶ瀬で取水されているほか、江戸川にも取水点がある。これらの点から取水された水は東京都水道局の浄水場（朝霞、東村山、金町など）に送られるが、多摩地区には独自の水道を持っている市もある（武蔵野、昭島など）。一方、排水は下水道のほか公共屎尿処理場や屎尿浄化槽から、そして事業所や工場からの直接排出がある。下水道には多摩地区の流域下水道、23区部の区部下水道、市単独の下水道があり、区部下水道は多摩川でなく隅田川や東京湾などに排水している。下水道普及率は1999年度末で多摩地区は91%、23区部は99.5%以上となっており、水量は大部分が下水道で占められているものの水質に関しては下水処理場で処理されない部分の寄与が無視できない（表1）。

3 各市区町村による多摩川の水量負荷

取水点での実績取水量、各浄水場の実績配水量と給水区域、そして各市区町村の使用水量を照合して市区町村ごとにどの川からどれくらいの割合で水が来ているのか調べた（1997 年度を対象）。複数の浄水場から水を受けている市区町村では、全体の水量に矛盾が生じないように配分して推算している。年間使用水量のうち多摩川由来の水が占める割合を多摩川取水率、利根川由来の水が占める割合を利根川取水率と名づけた。多摩地区での推算結果を図3に示す。合計が100%にならない市町村は地下水利用の割合が大きい。多摩地区全体では、多摩川取水率が39.1%、利根川取水率が28.1%である。23区部では利根川と多摩川の水が複雑に混合されており正確な比率が出せないが、浄水場の給水区域表や配水系統図から多摩川取水率を推定した。

排出についても同様に多摩川排出率を計算した。多摩地区の流域下水道のうち野川と荒川右岸を除いた処理場、それに多摩地区の市単独処理場が多摩川に処理水を排出している。これらの処理量を各市区町村に配分して市町村ごとの多摩川排出率を求めた。結果を図4に示す。23区部では多摩川に戻される水はないものとした。

多摩川に与える水量負荷は、使用水量（多摩川取水率に全使用水量をかけたもの）と減水區間長（取水点と放流点の間の長さ）で表される。多摩川からの取水点は小作堰、羽村堰など5ヶ所ある。これらの点からの取水量割合を考慮して取水による環境流量ポテンシャル消費量を求め、同様にして求めた排出による回復量を差し引いて市町村ごとに実質消費量を算出した。結果を図5に示す。町田市で大きくなっているのは、多摩川から取った水を別河川（鶴見川）に排出しているからである。東村山や東大和等も同様である。八王子や府中、小平などは使用水量そのものが大きい。23区部は東京湾に排出しているため減水區間長が長くなっている。

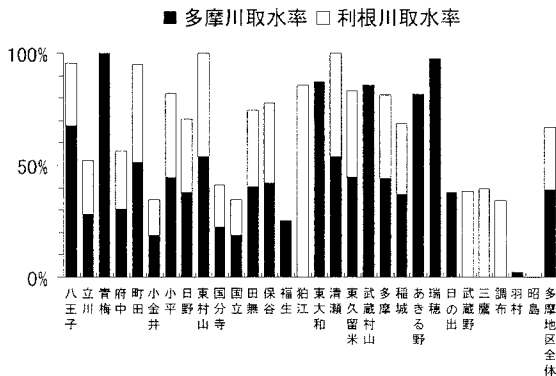


図3 多摩地区の使用水の由来

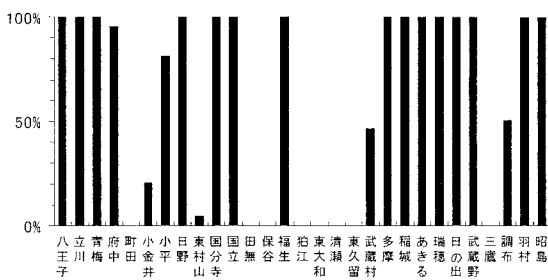


図4 多摩川への排出率（多摩地区）

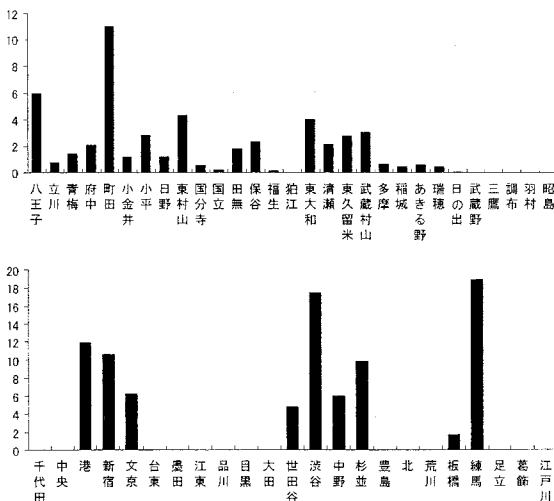


図5 各市区町村の環境流量ポテンシャル消費量
（上段：多摩地区、下段：23区部）

4 多摩川へのBOD 負荷量

水質項目の代表として BOD 負荷量を見積もった。下水処理場からの排出は統計データから計算できる。6つの流域下水道（北多摩1号、北多摩2号、浅川、多摩川上流、八王子、南多摩）に流入する下水の BOD 負荷量が年間 37,590t（平均 BOD180.0mg/l）、処理場でその 96.9%（36,423t）を削減し 1,167t が排出されている（処理水の平均 BOD5.59）。単独下水処理場は 9,132t（BOD180.0 として）の流入のうち 97.7%（8,919t）を削減し 214t を排出している（処理水の平均 BOD4.22）。

下水処理場を通さない排出には、公共屎尿処理場からの排出、屎尿浄化槽からの排出、事業場からの排出、家庭からの直接排出がある。公共屎尿処理場からの排出 BOD 負荷量は年間 4.6t（平均 BOD5.00）と小さい。屎尿浄化槽や工場などからの排出は実測データや原単位などを用いて計算した結果、家庭からは 490t、工場からは 35t、事務所からは 76t となった。

水量も含めてまとめると表2のようになる。下水処理によって発生負荷量の 96%が除去されている計算になる。

図6は、市区町村単位で多摩川取水率と多摩川排出率を比較したものである。取水率には多摩川流域での地下水水源も含めた。多摩川以外から取水して多摩川に排出している市町村もあるが、多摩川から取水して多摩川以外に排出しているところがそれ以上に多いことがわかる。多摩川への水量負荷はこれによって大きくなっているが、水質負荷は軽くなっている。逆にいえば、多摩川以外（東京湾を含む）の水域が相対的に重い水質負荷を引き受けている。

なお、取水点の BOD（1989～1998 年の平均）をみると、羽村堰で 1.0、金町（江戸川）で 2.35、秋ヶ瀬で 2.0（いずれも mg/l）となっており多摩川は利根川より値が小さい。アンモニア性窒素など他の水質項目も同じ傾向で、多摩川の水（羽村堰地点）は利根川から引いてくる水よりも水質が良い。

表2 多摩川をめぐる水量・水質収支

	水量 (百万 m ³)	BOD 負荷量 (t)
多摩川から取水	309.7	—
利根川から取水	1,262.2	—
その他から取水	169.2	—
発生する負荷量		46,417
下水処理場での処理		45,037
下水処理場を通して排出	238.7	1,380
家庭からの排出	38.7	490
工場からの排出	12.8	21
事務所からの排出	27.7	76
多摩川以外へ	1,423.2	—



図6 多摩川取水率（上）と多摩川排出率（下）

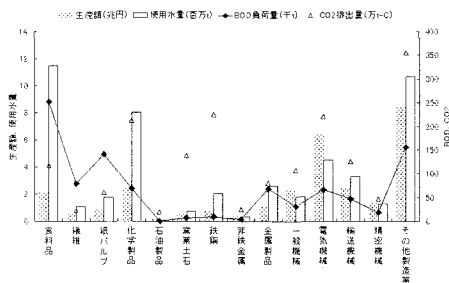


図7 東京都の製造業の環境負荷量

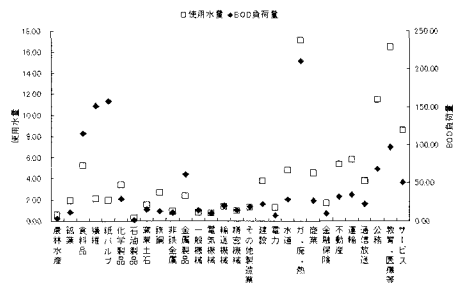


図8 生産額あたりの環境負荷量

5 産業部門別の特徴

東京都の産業を28部門に分類し、その環境負荷を整理した。ここでは多摩川と利根川とに分類せず、水量負荷の指標として使用水量をそのまま使った。水質はBOD負荷量を用い、大気への影響として二酸化炭素排出量もととりあげた。BOD負荷量は大阪府の原単位、二酸化炭素排出量は国立環境研究所の原単位から求めた。

図7には製造業の環境負荷を生産額とともに示す。水量負荷と水質負荷がともに大きいのは食料品、化学製品、電気機械といったところである。水量負荷は小さいが水質負荷が大きいのは紙パルプ、繊維などである。水量負荷が大きい水質負荷が小さいのは、あえていうなら鉄鋼である。これを生産額との比でみると図8になる。ただし、製造業以外の使用水量は水道業への投入額から推算し、製造業以外のBOD負荷量原単位はガス・廃棄物(12.3)を除いて一定値(5.9)として計算している。水量負荷は第三次産業で大きく出ている。東京都ではこれらの部門が占める割合も大きいので全体量としても多い。水質負荷は紙パルプ、繊維、食料品といった製造業で大きくなっている。二酸化炭素排出量は、総量では運輸、サービス、建設といった部門が飛びぬけて大きい。

6 環境負荷軽減策について

河川の水量負荷(すなわち取水による減水区間)を軽減するには、取水量を減少させるか減水区間長を短縮する必要がある。取水量の減少は、節水か水源変更なしには実現できない。多摩川の負荷を減少させるには利根川からの取水比率を増やせばよいが、そうすると利根川の負荷が増加する。このとき、多摩川の減水区間と利根川の減水区間を比較して、前者が後者より深刻であれば比率の変更は検討に値する。

ただし、利根川の減水区間は定義が難しい。単純に言えば利根大堰から利根川河口までとなるが、栗橋地点まで、江戸川分派点まで、あるいは江戸川河口までとすることも考えられる。東遷以前には下流の河道は小さい流域しか背負っていなかったのであるから、河道の「格」からいってそこに現在の流域の水を大量に流す必然性はない。江戸川は人工掘削水路の意味合いが強いから、減水区間とみなさなくてもよいだろう。そう考えると、最も妥当なのは栗橋地点までをとる案である。減水区間長は約25kmとなる。現在23区部に引かれている多摩川の水は、羽村堰から東村山浄水場や境浄水場を経由して導水されており、東京湾に直接排出されている。この場合、減水区間長は約53kmである。また、河川流量と取水量の比をみると、利根大堰地点ではおおそ河川流量の3割ほどを取水しているのに対して羽村堰では8割ほどを取水している。これらの数値だけから判断すれば、多摩川からの取水を減らして利根川からの取水を増やすことによって合計でみた河川環境負荷が小さくなるといえるだろう。とくに、環境流量ポテンシャル消費量が大きく出た練馬区や渋谷区への配水を利用系の浄水場から行えば効果が大きい。

しかし、利根川からの取水を増やすことは容易にできる手段ではない。利根川には東京都以外の利害関係者が多く、下流の農地や住民、水源地帯の人々、そして取水した水が経由する荒川流域のことまでよく配慮して権利を尊重しなくてはならない。そもそも利根川流域に立地していない東京都がこれ以上利根川の水への依存度を高めることは大局的にみて望ましくない。そうすると、減水区間の軽減には排水点の移動による区間長削減が有力手段になる。そのひとつとして、排水をできるだけ上流で行い、場合によってはポンプアップしてでも上流に運ぶ。この意味では大規模な流域下水道より小規模分散型の下水処理システムに利がある。流域下水道であっても下水処理水を取水地点まで運び堰直下で放流すれば減水区間をほとんど生じさせずにすむ。下水排水のポンプアップは水資源の渇水対策として構想されてきたが、環境対策として平常時に実施することも検討されてよい。もうひとつは、取水点をできるだけ下流に持ってくることである。狛江市や大田区など多摩川沿川にもかかわらず利根川取水率の高いところでは、この対策によって利根川への影響を減らすことができる。これも、水道供給システムの小規模分散化が有利ということになる。

下水排水点の移動にせよ下流取水にせよ、水質面の対策なしでは実現できない。水源変更も同様で、水質が相対的に悪い場所から取る水を増やすと浄水費用がかさむ。水量対策を実施した場合、現在下水処理場で行われている処理で十分かどうか、もしさらなる高度処理が必要ならばその費用を織り込んだ事業コストを評価する必要がある。

産業別の負荷量をみると、第三次産業の単位負荷量（生産額あたり）が相対的に高めの値を示した。病院などを別にすれば、節水の余地がまだ大きいのではないかと考えられる。第二次産業がコスト削減努力の一環として極めて高度な水の再使用システムを作り上げたように、第三次産業にも何らかの動機付けをすれば使用水量が大幅に減る可能性がある。最終消費部門も対象に含めた水量税や水質税の有効性を示唆しているとみることができよう。

参考資料

- 1) 東京都水道局：事業年報。
- 2) 東京都下水道局：事業年報。
- 3) 東京都環境保全局：東京都環境白書。
- 4) 環境庁国立環境研究所：産業連関表による二酸化炭素排出原単位。
- 5) 大阪府：大阪府における汚染・汚濁物質の将来排出量算定基礎調査報告書。