

1. はじめに

水資源循環利用を本論では便宜的に、対象流域における開放循環系と閉鎖循環系とに分類した上で議論を進めたい。閉鎖循環系とは下水処理水の工業用水やビル雑用水への転用がすでに実施されているよう、利用した水が自然の水系とはまったく分離したかたちで再利用されるものを示す。開放循環系とは利用した水が再び自然の水循環系のなかに融合した後、自然水として利用されるものを示す。在来の水利用は河川の自然浄化能力とのバランスの上に展開されており、本質的に開放循環系の水利用であるとみることができよう。ここで一例にあげた東京都多摩川流域における資源循環利用計画の一試論は、河川を自然物と認識することから、その水系に固有な自浄能力とのバランスを考えた水資源計画、流域下水道計画の接点を見い出すことにある。この計画理論の具体的な一手法として下水道整備にともなって発生する大量の下水処理水（高次処理水）をどのようなかたちで流域の水循環系のなかにくみ入れるか、またどのような利用形態が可能になるか、その考え方、方法、可能性について検討を加えその概略をここに紹介する。

2. 流域の水資源分布特性と流出循環機構。

水利権上の制約から上流羽村地点で夏の灌漑期に $2.0 \text{ m}^3/\text{sec}$ 放流する以外は、平常時のほとんど（最大 $2.2 \text{ m}^3/\text{sec}$ ）を都内 23 区の上水としてカットされるため、農業用水以外の水利用はその大部分を地下水に依存している。現在の地下水揚水量は $8.9 \text{ 万 m}^3/\text{日}$ に達し、年々地下水位を大きく低下させ、所沢では洪積台地であるにもかかわらず年間 20 cm の地盤沈下が進行しているが、さらにこの $8.9 \text{ 万 m}^3/\text{日}$ の地下水の大部分が一度使用された後下水となって河川に流入する。図-1 は東京都多摩地区の水資源分布を図示したが、地下水揚水量は下流調布堰地点での低水流量観測値 $5.3 \text{ 万 m}^3/\text{日}$ をはるかにうわまわっている。このことは現在の多摩川の低水流量に占める下水の割合がいかに大きいかを物語っている。多摩川の流出循環は、自然の低水涵養量をうわまわる人為的な地下水揚水に大きく支配されていることになり、地下水系を含めた三次元的な流域の水循環系のなかで、地下水→下水→中小都市河川→多摩川→取水（下流調布堰では水質悪化のため昭和 45 年取水停止）という複雑かつダイナミックな下水のはたしている役割を評価する必要がある。大量の下水が流入して現在の流れをつくっている多摩川の将来に、流域下水道が整備され、終末処理場に下水が集中した場合、大量の処理水をいずれかのかたちで多摩川に還元しないかぎり、現在の水準での取水量どころか、維持流量に

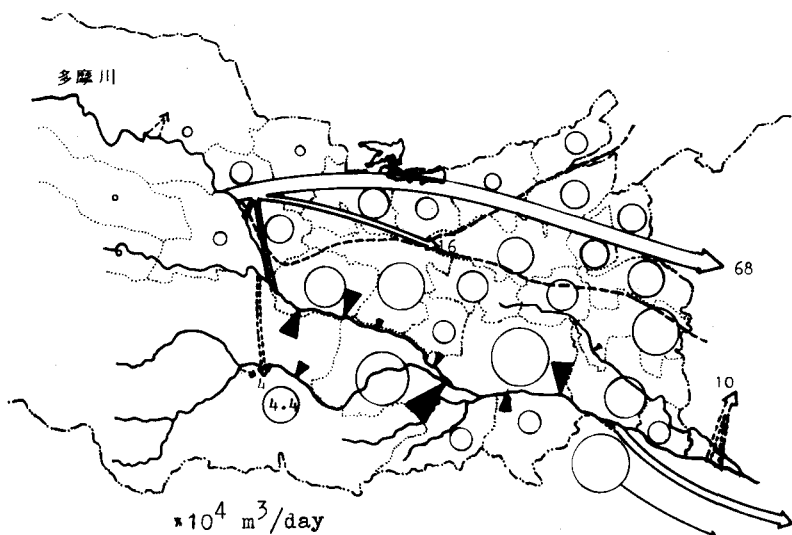


図-1 東京都多摩地区の水資源分布 (○地下水, ⇐河川表流水, ⇐⇐伏流水)

もこと欠く状態になる。このように多摩川の特殊な低水時の流況を考えると高次処理の必要はいうまでもないが、ここでその詳細は省略する。

3. 開放循環系における高次処理水のとらえ方

水質汚濁による自然破壊の防止、水域環境の保護・管理、都市環境の整備、という環境のとらえ方、現在および将来にわたる都市用水の不足に対する一方策としての下水処理水の有効利用という資源のとらえ方、この2つの基本的な考え方をもとに処理水の再利用、放流方法について検討を進める。その一例として、自然流量を上回る大量の処理水を、直接多摩川に放流することを抑制する意味を含めて、水源の枯渇する中小都市河川や用水路、又は公園の水源として、さらには地下水の涵養源として、高度処理水の多面的な活用とその可能性について総合的な検討を試みよう。

A：中小都市河川の源頭水源として補給。 B：農業用水路へ環境維持用水（景観用水）として放流。 C：現在枯渇している自由地下水帯水層（武蔵野礫層）への涵養原水。 Bに関しては処理場が用水路に接近して配置され、高次処理の程度でその可能性が決定するものと考えられる。その循環システムを図-3に示した。 A、Cに関しては処理場の配置上ポンプアップの必要がある。その具体的方法としては現在使用されていない玉川上水までポンプアップし、江戸～昭和初期に成立していた上水の水配分システムにそって、再び残堀川、野川、仙川の源頭に補給する。しかし単なる環境維持用のためのみにとい

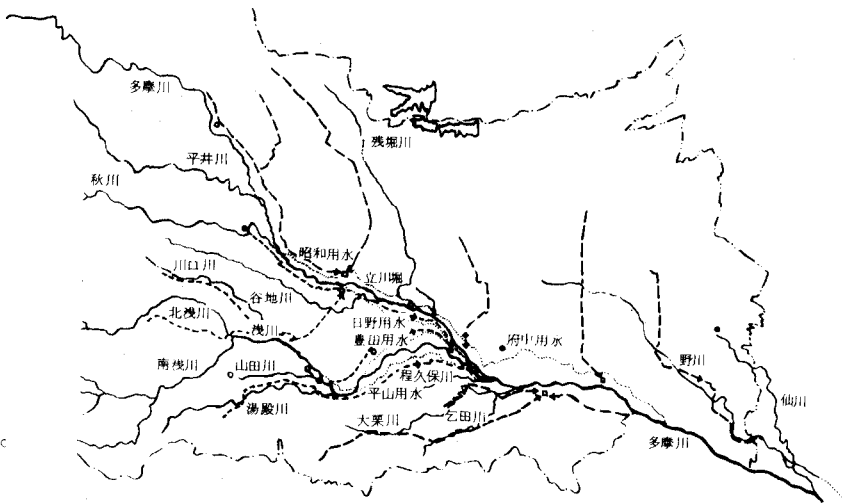


図-2 多摩川の水系と下水道の配置（□、○ 処理場、--- 幹線排水路）

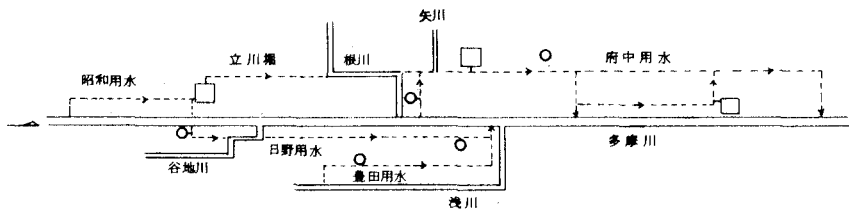


図-3 農業用水路の放流還元システム

うことではポンプアップの施設や管理に問題が出る。図-4は玉川上水の底面の武蔵野ローム層をさらに2～3m素堀りで掘り抜き、現在は枯渇しているが、自由地下水層である武蔵野礫層まで、砂礫で置き換え、この浸透水路の自然浄化能力と減水深に応じた処理水を導入するシステムを示したが、一種の地下ダムを利用した開放循環系と考えて良い。この研究は東京大学高橋 裕教授から多くの示唆をいただいている。記して感謝の意を表します。

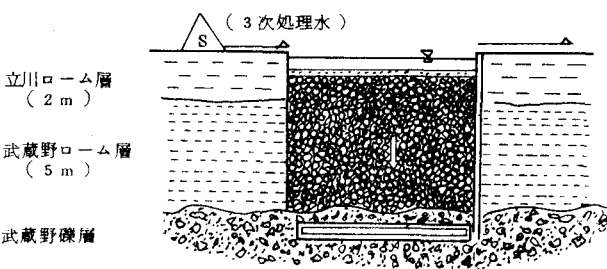


図-4 玉川上水を利用した浸透水路、地下ダム