

VII-143 都市部での水資源開発としての下水処理水の再利用計画

建設企画コンサルタント 正会員 松本佳之
 芝浦工業大学大学院 丸井英一
 (建設企画コンサルタント)
 芝浦工業大学工学部 正会員 菅 和利

1. はじめに

生活水準の向上や経済社会の高度化に伴い、国民生活や経済社会活動と水利用のかかわりが深まり、渇水による経済的、社会的な影響が増大している。特に大都市地域においては、人口・諸機能の集積、経済社会活動の高度化、相互依存の増大等により、ひとたび渇水により給水停止が行われた場合には、広範な影響を被りかねない。このように、水への依存度の高い社会になってきたにもかかわらず、厳しい渇水時には、取水・給水制限を行なわざるを得ない。

従来は、新たに水資源を開発する場合にはダム建設によるものがほとんどであった。しかし近年のダム建設は、適地不足、補償費の増大等の理由からコストが非常に大きくなってきている。またダム建設による、水没者への大きな犠牲、自然環境に与える影響はとても大きなものである。水資源に対する視点を変えると、一年を通して渇水の影響を受けることなく安定的に供給できる下水は、有効な水資源といえる。

そこで本研究は下水処理水を河川上流へ送水することによって新たな水資源を開発することを目的とした。また、下水と外気温との温度差(一年を通じ、外気温に比べて夏季は低く、冬季は高い)をヒートポンプによって熱エネルギーとして取り出し、地域冷暖房に還元することにより、送水電力の代替エネルギーとすることに着目し、循環型都市のあり方についても検討を行った。

2. 研究方法

図-1に示すシステムを考え、以下の手順で検討を行なった。

- ①上水道とエネルギー消費の現状の把握 ②未利用エネルギーとしての下水排熱賦存量の試算 ③下水処理水再利用計画の検討 ④板橋区、和光市、朝霞市を計画地域とした下水道熱利用計画の検討 ⑤代替エネルギーを利用した、下水処理水の上流への送水の際のエネルギーバランスについての検討

3. 結果と考察

(1) 下水処理水再利用計画の検討

東京都の近年の水需要は、およそ日量600万 m^3 である。しかし、今後の水需要はかつてのような急激な増加はないものの、過去の実績、核家族化の進行や多摩地区の都市化の進展等から推測すると、長期見通しとしては、緩やかな増加基調で推移し、一日最大配水量は、四半世紀の間には、おおむね650万 m^3 程度になるものと見込まれる。そのうえ、温暖化等の地球規模による気候変動のためか、ここ数年少雨化傾向にあり毎年のように取水・給水制限が行われている。

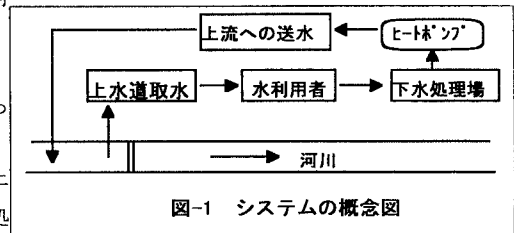


図-1 システムの概念図

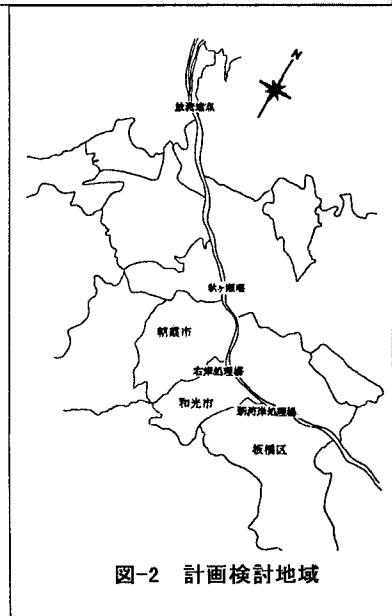


図-2 計画検討地域

キーワード 水資源開発 下水処理水 再利用 都市化 渇水対策
 〒108-0023 東京都港区3-9-14 芝浦工業大学工学部土木工学科

TEL 03-5476-3055 FAX 03-5476-3166

本研究は、現在、都が全体の39%を取水している荒川（秋ヶ瀬取水堰）に注目した。

図-3より水資源面から安定供給を考慮し、図-2のような送水ルートを策定した。各処理場の処理量から5m³/Sを送水すると仮定する。この量は約90万人分の1日当たりの配水量に等しい。送水にかかる電力量は次式により試算した。

$$f = \frac{133.4}{C_H^{1.85} D^{0.17} V^{0.15}}, \quad h_f = f \frac{LV^2}{R^2 g}, \quad S = \frac{0.89 Q H_p}{\eta_p}$$

その結果、送水電力量は158.46GWH/年となる。

また水質面を考慮した場合、次式により河川の自然浄化作用による効果を試算した結果、処理水は十分に浄化されており、問題はないと思われる。

（2）下水熱利用計画の検討

下水熱を効果的、効率的に利用するためには、熱の供給量及び需要を把握する必要がある。そのためまず、図-4を引用することにより新河岸処理場、右岸処理場の下水熱賦存量を調査し、また処理場の周辺である、板橋区、和光市、朝霞市を710のメッシュに分割し、土地利用調査を行うことにより、図-5の用途別エネルギー原単位から地域別冷暖房熱需要を算出した。各用途別に比較した場合、需要のおよそ70%が住宅施設と業務施設である。

その結果、全体の熱需要の 表-1 送水量と可能日数

12%を、下水熱賦存量（熱効率=60%）で賄えることが分かる。その時の熱需要と下水熱賦存量の月変動を図5に示す。熱需要と下水熱賦存量は反比例の関係であり冷暖房供給率が低くなることが分かる。その結果、全体の熱需要の12%を、下水熱賦存

送水量 (m³/s)	送水電力量 (GWh/年)	送水可能日数
9	910.82	64
8	644.16	94
7	435.09	138
6	276.98	218
5	162.78	365
4	87.99	365
3	37.95	365

量（熱効率=60%）で賄えることが分かる。その時の熱需要と下水熱賦存量の月変動を図-6に示す。熱需要と下水熱賦存量は反比例の関係であり冷暖房供給率が低くなることが分かる。その熱供給量を熱量から電力量に換算すると、165.09GWhに値する。

3. まとめ

両計画の検討を総括すると、図-7より、年間を通して送水電力は下水熱利用によって賄うことができる。これらのことから、この下水再利用システムは新たな水資源開発として有効に活用できる。また、このシステムを動かすのに既存エネルギーを必要としないことが分かる。よって、この計画は水資源面とエネルギー面において都市の循環機能として有効であると考えられる。

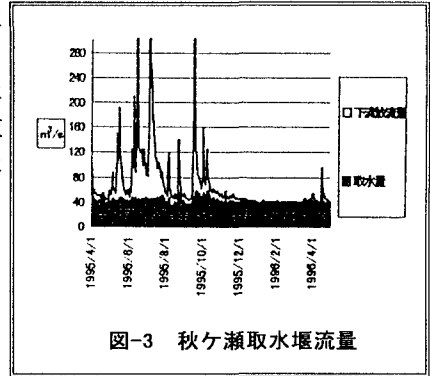


図-3 秋ヶ瀬取水堰流量

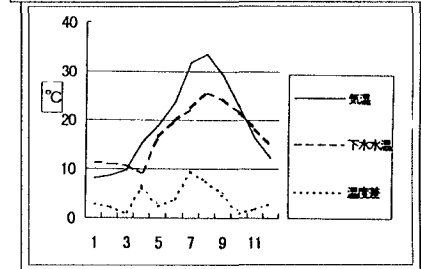


図-4 下水水温と気温変化

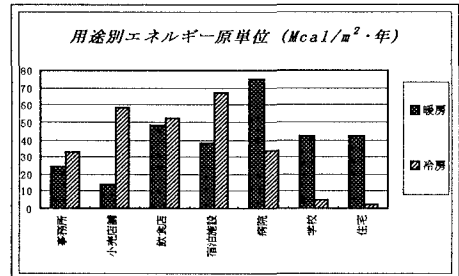


図-5 用途別エネルギー原単位

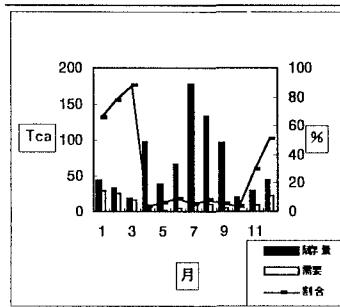


図-6 熱需要と下水熱賦存量

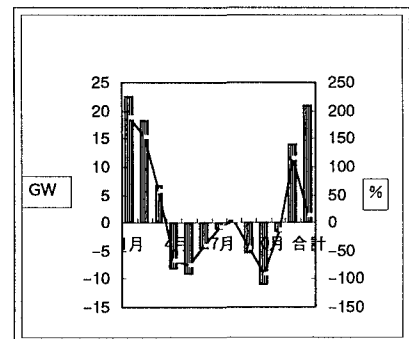


図-7 熱需要と送水電力