

取水地点の上流化に伴う水道施設のエネルギー消費量の定量評価

東京都市大学 学生会員 ○村松 勇希
東京都市大学 正会員 長岡 裕

1. はじめに

水道施設のエネルギー消費量対策の1つとして、取水地点の上流化がある。これは、既存の取水地点を、河川の上流地域に移設することで、地形的な高低差を利用し、ポンプによる揚水を削減し電力消費を削減することが目的である。しかし、取水地点を上流に移設することは、新たに管路が必要となる。

本研究では、水道施設のエネルギー対策である取水地点の上流化に伴う、エネルギー消費量の変動をLCA(Life Cycle Assessment)手法を用いることで、定量的に評価することで、取水地点の上流化が地球環境に与える影響について評価することを目的とする。

2. 研究概要

2.1. 調査対象

本研究では、取水地点の上流化を神奈川県において行う。神奈川県を対象とした理由として、関東地方の中でも人口集中地域であり、需要地の標高が低いところにあり、水源の標高が高い地域にあるため対象とした。調査期間は、『水道統計（平成24年度版）』¹⁾より記される平成24年4月1日から平成25年3月31日までとした。また本研究では、エネルギー消費の指標としてCO₂排出量に着目し、関連する施設のCO₂算出を行った。CO₂は、温暖化の代表的な指標であると考えられているため、エネルギー消費の指標として扱う。

2.2. 研究方針

取水地点の上流化に伴う、エネルギー消費量の変動を調査するために、現状の神奈川県における水道施設のエネルギー消費量を算出する必要がある。調査方法については、水技術研究センターによる「管路施設のLCAに関する研究」に基づき算出を行う²⁾。算出後に取水地点の上流化を行う。取水地点の上流化については、極力ポンプによる揚水が削減できる

ような位置を想定し、取水地点、浄水場、配水池を設定する。そこで削減できるCO₂排出量と新たに発生してしまうCO₂排出量を反映させて再度エネルギー消費量を算出し、取水地点の上流化が環境に与える影響について考察する。

3. 研究結果

本研究では、神奈川県内において水道統計に記されている給水人口20万人以上の市町村を対象とした。神奈川県において給水人口20万人以上の市町村の給水人口は、県の全給水人口の87.1%を占めており、またこれらの市町村のほとんどが臨海部にあることから、対象を給水人口20万人以上の市町村とした。県の対象とした市町村と平均標高について表1に示す。ここで平均標高については、財城³⁾のGISを利用した市区町村単位の検討における平均標高のデータを用いた。

表1 神奈川県の給水人口と平均標高

	平成24年度給水人口(人)	平均標高(m)
横浜市	3,693,788	37.1
川崎市	1,440,210	32.3
相模原市	718,140	101.4
藤沢市	416,796	26.0
横須賀市	410,246	41.6
平塚市	258,265	24.5
茅ヶ崎市	236,284	13.5
大和市	230,936	62.9
厚木市	223,414	72.8
20万人以上都市人口計	7,628,079	
神奈川県人口計	8,751,171	

表1にある浄水場について取水地点の上流化を検討する。現状の浄水場の位置について図1に示す。

図1の浄水場において、上流化の検討した。上流化については、相模川の上流部分とした。これは相模川の上流に城山ダム（津久井湖）があり、ダムから直接取水することが、効率的と考えたためである。浄水場については、城山ダムから直接取水しやすい地点とした。ここで上流化した際の新しい管路について、図2に示す。

キーワード 上水道 LCA 上流化

連絡先 〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1 東京都市大学 TEL03-5707-0104(内線 3257) E-mail g1118084@tcu.ac.jp

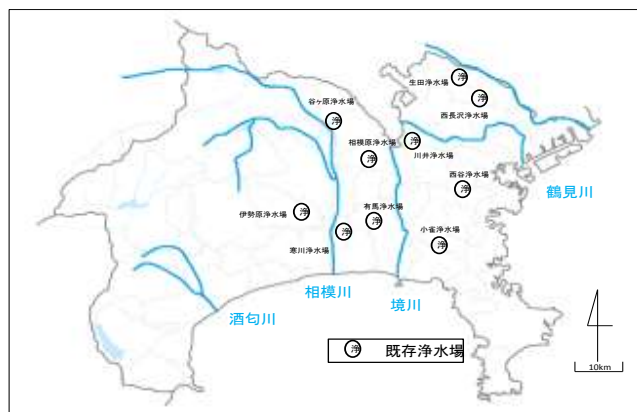


図1 既存の浄水場の位置

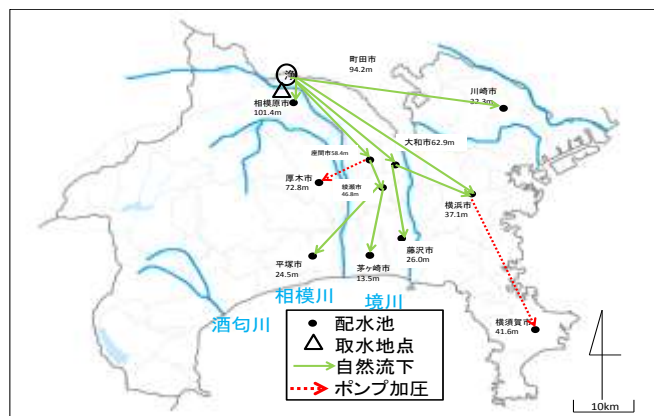


図2 上流化後の管路の流れ

図2において、実線については自然流下による送水、点線についてはポンプの加圧を用いた送水を示している。ここでポンプ加圧をする際、日本水道工業団体連合会の「首都圏における低炭素化を目標とした水循環システム実証モデル事業」に基づき⁴⁾、上流化後のエネルギー削減量を算出する。ここで上流化後の送水管のデータを表2に示す。算出する際に、加圧ポンプを必要とした場合のCO₂排出量と管路新設にかかるCO₂排出量についてそれぞれ式(1)、式(2)に示す。ここで、Sは電力原単位(kwh/m³)、Hは実高低差(m)、Tはポンプ効率、Uは原機動効率、Dは管口径(mm)、Lは管路敷設延長(m)である。またポンプ効率Tは85%、原機動効率Uは95%として算出した。

表2 上流化後の送水管路データ

ルート	管路延長(m)	管口径(mm)	流量(m ³ /s)	送水ロス(m)
新設浄水場→相模原市	1,920	1,900	2.63	0.7
新設浄水場→大和市	19,272	2,100	3.29	6.2
新設浄水場→座間市	15,449	2,000	2.86	4.8
新設浄水場→川崎市	28,715	2,300	4.04	8.6
新設浄水場→横浜市	27,641	2,800	6.24	7.1
座間市→厚木市	6,861	1,100	0.94	5.0
座間市→綾瀬市	5,441	1,600	1.92	2.4
綾瀬市→平塚市	13,423	1,200	1.06	8.1
綾瀬市→茅ヶ崎市	10,224	1,100	0.86	6.3
大和市→藤沢市	13,719	1,500	1.64	6.2
横浜市→横須賀市	31,567	1,100	0.81	17.8

$$S = 0.00272 \frac{H}{T \times U} \quad (1)^4$$

$$\text{PipeCO}_2 = 5 \times 10^{-5} \times D^{1.4226} \times L \quad (2)^2$$

3.1. 取水地点の上流化前後のLCA評価

取水地点上流化前のLCA手法を用いたエネルギー評価を表3に、取水地点の上流化後のLCA手法を用いたエネルギー評価を表4に示す。表3より表4のほうが、二酸化炭素排出量が削減されており、取水地点の上流化を行うことで、16.8%ほど削減できることがわかった。

表3 取水地点の上流化前の環境評価

	建設		運転		合計 合計 (t-CO ₂ /年)	施設別の LC構成比 (%)
	CO ₂ 排出量(t-CO ₂)	耐用年数 (年)	CO ₂ 排出量(t-CO ₂ /年)	CO ₂ 排出量(t-CO ₂ /年)		
浄水場	827,934	50	16,558.6749	127,014	143,572	44.62%
配水池	1498985.023	50	29,979.7005	0	29,980	9.32%
取水導水ポンプ	18,877,989.589	15	1,258,526	22,747.11758	22,748	7.07%
送水ポンプ	12,194,057.21	15	0,812,937	41,471.8725	41,473	12.89%
配水ポンプ	41,708,175.91	15	2,780,545	46,076.58629	46,079	14.32%
管路	1,515,137	40	37,878	0	37,878	11.77%
計			84,421.6638	237,309	321,731	100.00%
ライフサイクル 構成比(%)			26%	74%	100%	

表4 取水地点の上流化後の環境評価

	建設		運転		合計 合計 (t-CO ₂ /年)	施設別の LC構成比 (%)
	CO ₂ 排出量(t-CO ₂)	耐用年数 (年)	CO ₂ 排出量(t-CO ₂ /年)	CO ₂ 排出量(t-CO ₂ /年)		
浄水場	827,934	50	16,558.6749	127,014	143,572	53.66%
配水池	1,498,985.023	50	29,979.7005	0	29,980	11.21%
取水導水ポンプ	11,360,909	15	0,757,393	9,057.7	9,058	3.39%
送水ポンプ	0,217,311	15	0,014,488	739,083	739,10	0.28%
配水ポンプ	41,708,181	15	2,780,545	46,077	46,079	17.22%
管路	1,525,058	40	38,126	0	38,126	14.25%
計			84,668.3718	182,887	267,556	100.00%
ライフサイクル 構成比(%)			32%	68%	100%	

4. まとめ

水道施設に置いて取水地点の上流化を神奈川県において行ったところ、削減効果は取水地点の上流化を行うことで16.8%、CO₂排出量が削減され、従来に比べ環境に優しい水道設備となることが示された。

5. 参考文献

- 1) 社団法人日本水道協会 『水道統計』 (平成24年4月1日～平成25年3月31日)
- 2) 財団法人水技術研究センター 『持続可能な水道サービスのための管路技術に関する研究』平成23年3月 P5-1-P5-28
- 3) 財城真寿美, 小口高, 日本における居住地の分布と地形との関係 2015/1/12 閲覧
[http://www.csis.u-tokyo.ac.jp/dp/dp68/68.pdf#search=csi s+ %E5%B9%B3%E5%9D%87%E6%A8%99%E9%AB %98'](http://www.csis.u-tokyo.ac.jp/dp/dp68/68.pdf#search=csi%20s%20%E5%B9%B3%E5%9D%87%E6%A8%99%E9%AB%98)
- 4) 日本水道工業団体連合会 HP 2015/1/12 閲覧
http://www.suidanren.or.jp/committee/sp_metro_w.html