

LCAを含めた水資源開発の評価

九州大学大学院 学生員○石川和也

九州大学工学部 正会員 楠田哲也

1.はじめに

水資源は限りあるものであり、水不足に陥る都市も数多く見受けられる。そのために、下水処理水を雑用水に再利用する再生水利用施設、海水淡水化施設など、いくつかのこのような施設が整備されており、今後もこのような状況は進展していくものと思われる。

つい最近までインフラ整備を行う場合、第一に考慮されてきたのはコストであった。しかし、インフラ整備は人間生活を快適にする一方、多量の資材を必要とし、また解体するときの廃棄物も多量に出るため、地球環境への影響が大きくなる。最近では、このように人間活動が地球環境に与える影響を評価するために、LCA（ライフサイクルアセスメント）が土木施設についても用いられるようになってきている。

省エネルギー対策については、水道でも従来より経済性の観点等から実施されてきており、特にオイルショック等においては大きな関心が払われた。しかし、現在、地球環境問題という新しい視点から、より真剣に継続的に考えなければならないときにきている¹⁾。現在、地球温暖化などのようなグローバルな環境問題が叫ばれている中、いかにコストが小さくても、地球環境に与える影響が大きくなるようなインフラ整備は採用しがたい。

土木構造物や建築物等が一般の製品と異なる大きな特徴は、建設のために鉄、セメント等の基礎資材が大量に必要となり、それらの資材の製造、運搬等にもまた大量のエネルギーが消費されることである。さらに、施設によっては、その維持・運用のためにも大量のエネルギーが必要である²⁾。そして、エネルギーの消費によって地球環境に影響を与える二酸化炭素（CO₂）の発生をもたらしている。

本研究では以上のような状況を踏まえて、上水道、再生水利用施設、海水淡水化施設などのような施設が環境にどのくらいの負荷を与えているのか、LCEを評価指標にインベントリ分析を行う。そして、それらの結果を用いて各施設の比較を行い、どの施設がエネルギー的な観点から見ても最適なのかを評価する。

2.分析対象

本研究の対象は水資源開発に関わる、再生水利用施設（個別循環、広域循環）、海水淡水化施設、ダム、井戸などである。それらの関係を表したのが図1である。それぞれの施設についてLCEを計算して、それらを比較、検討する。

まず、各施設の建設、運用、廃棄の各ステージについて、消費されたエネルギーを計算し、その結果を用いて考察を行う。

3.分析手法

LCEを計算する場合において、大きく分けて積み上げ法と産業連関表を用いる方法の二通りがある。

積み上げ法とは、例えば施設を建設する場合に、セメ

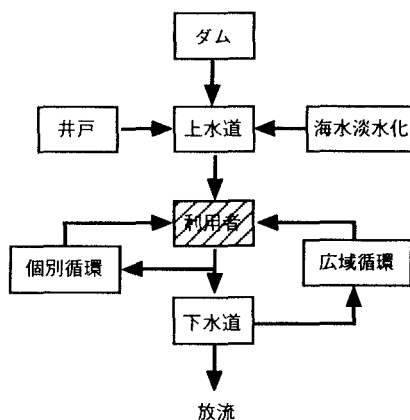


図1 各施設の関係

ントを何kg、鉄を何kg、建設機械の運転時間が何時間というようにどんどん分解していき、それぞれのエネルギー原単位(kcal/kgなど)をそれぞれの量に乗じて、今度は逆に積み上げていくという方法である。この方法は各製品の製造について個別具体的であるので精度は高いが、製品ができあがるまでの物量関係がすべて把握されなければならないので大変な作業になる。

産業連関表を用いる方法は、産業分野毎に価格とエネルギーの間の平均的な換算係数(エネルギー集中度)を予め求めておき、価格から一挙に換算してしまう方法である³⁾。しかしこの方法は一つの産業分野についての計算になるので、個別の製品との大きな誤差を生む恐れがある。

本研究では、できるだけ積み上げ法を利用して計算を行うこととする。しかし積み上げ法に必要な全データを得るのは事実上困難であるため、把握できない部分は産業連関表を用いる方法を利用する。単位については水道水1m³当たりの生産に消費された熱量(kcal/m³)で統一して表記し比較、検討を行う。

4. 評価

(1) 再生水利用施設のLCE

ある都市で実際に利用されている再生水利用施設(現有能力4500m³/日)の整備、運用実績を参考にして、LCEを算出した。

a) 施設の建設

再生水利用施設および管渠についての工事実績データにより建設エネルギーを推定した。1979年から1996年までの各工事で実際に投入された資材を詳細に算出することは困難であったため、全工事を土木工事、建築工事、機械設備、電気設備、管渠の5つの工事に分類し産業連関表(1985年)を用いて求められた各工事の原単位を利用することによって工事全体に要するエネルギーを推定した(表1)。実際に供給した水量で計算した場合2594.8kcal/m³、計画供給量で計算した場合986.3kcal/m³という結果が得られた。

表1 工事分類毎のエネルギー

工事分類	エネルギー (×10 ⁶ kcal)
管渠敷設工事	487091.4
機械設備工事	90623.1
重電気設備工事	47337.8
建築工事	17578.1
土木工事	5390.0

b) 施設の運転

施設の運転に要するエネルギーを、運転実績データから計算した。その結果、2675.1kcal/m³という結果が得られた。

(2) 水道事業との比較

上水道施設のLCEは、既存の研究報告書⁴⁾によると2600~3600kcal/m³(ランニングエネルギーとイニシャルエネルギーの和)である。本研究で求めた再生水利用施設のLCEは3661.4kcal/m³(計画供給量で計算した場合)であり、わずかに高い値となった。

また、再生水利用施設のイニシャル費用の原単位は167円/m³であったのに対し、上水道施設の原単位は52.1円/m³(5万m³/日未満の規模)である⁵⁾。しかし、今回分析した再生水利用施設は規模が小さいため、大規模な施設になればもう少し安価で水を供給できる可能性があると思われる。

再生水利用施設は一般的な上水道に比べてエネルギー消費が大きいため、LCEの観点から見た場合、積極的に整備できないかもしれない。コストの面からみても再生水利用施設の方が不利である。しかし水不足の深刻な都市では、再生水は貴重な水資源であり、安易に切り捨てるというわけにはいかない。他の指標も含めた総合的な評価が必要であると思われる。

今後は他の施設についてもLCE計算を行い、それらについても比較、検討を行う予定である。

参考文献

- 1) 今井茂樹、池田庄司、伊藤義一、清塚雅彦、山本和夫：水道事業におけるエネルギー消費の分析、水道協会雑誌(第62巻), pp.40~pp.49, 1993
- 2) 井村秀文、銭谷賢治、中島芳紀、森下兼年、池田秀昭：下水道システムのライフサイクルアセスメント：LCE及びLC-CO₂による評価, 土木学会論文集No.552, pp.75~84, 1996