

Ⅶ-128 都市インフラシステムの基本計画段階における簡易版 LCA の活用 ～下水道システムと一般廃棄物処理システムについての試算～

広島県庁 正会員 ○山本 啓文、鳥取大学工学部 正会員 城戸 由能、正会員 細井 由彦

1. はじめに

近年、素材採取から廃棄にいたるライフサイクル全般にわたる環境負荷を定量的に評価しようとするライフサイクルアセスメント(以下 LCA)に関する研究が進められている。製品 LCA においては、個別製品の算定事例のレベルからエコデザインなどの応用事例に研究が進み、一方で単体の製品のみならず複雑なシステム全体の LCA の研究も進められている。特に、都市インフラシステムに関する LCA(ILCA)の研究は活発であり、交通基盤から上下水道・廃棄物処理といった都市代謝システムについての研究成果も積み上げられつつある¹⁾。しかし、LCA を実施するためには、その素材構成や工法などシステムの建設から廃棄に至る詳細な項目についての物量データとともに、それに対応した荷量原単位の整備が必要であり、さまざまな条件下での算定が容易に行えるわけではない。しかし、新たな都市インフラ整備の構想計画段階などで LCA に基づいた代替案比較をおこなったり、選択可能な代替技術を幅広く検討するためには、より簡易な LCA 手法を提案する必要がある。そこで本研究では積み上げ法を基本とした都市代謝システムに関するインベントリー分析の算定項目を集約することで、計算労力を簡素化した簡易版 LCA を提案し、都市インフラシステムの基本構想段階における適応可能性をモデル都市を設定して解析した。

2. 研究方法

算定対象として下水道システムと一般廃棄物処理システムを取り上げ、LCA の中核となるインベントリー分析における積み上げ計算プロセスを簡略化した簡易版 LCA の構築を行った。簡易版 LCA では、対象としたシステムを図1に示すようなサブシステムごとに分類し、サブシステムごとに素材から廃棄の過程に関して積み上げ計算を行った。評価したライフサイクル環境負荷(以下 LC 環境負荷)の項目は CO₂・エネルギー(LCE)・NO_x・SO_x・COD・BOD の6種類である。



図1 対象システムの構成

1) 収集システム(下水道システム[管渠網]、一般廃棄物処理システム[パッカー車によるステーション収集])

- ① 下水道(管渠): 管渠敷設工事にかかる負荷 = 下水管製造にかかる負荷 + 敷設工事にかかる負荷
- ② 廃棄物処理(収集): 収集車の製造および使用段階におけるに負荷原単位をかけて算定する。

収集にかかる負荷 = 車両製造にかかる負荷(素材生産等) + 収集時にかかる負荷(燃料消費量)

2) 処理システム(下水道終末処理場[標準活性汚泥法]および一般廃棄物処理場[破碎・焼却・灰搬出])

- ① 建設時: 建設時にかかる負荷 = 資材製造にかかる負荷 + 資材輸送にかかる負荷 + 施設の施工にかかる負荷
- ② 供用時: 供用時にかかる負荷 = エネルギー・薬品等資源使用量 × 負荷原単位 × 耐用年数
- ③ 保守時: 保守時にかかる負荷 = 保守時のエネルギー・薬品等資源使用量 × 負荷原単位 × 耐用年数
- ④ 廃棄時: 廃棄時にかかる負荷 = 取り壊し工事にかかる負荷 + 廃材運搬にかかる負荷

ただし、保守・廃棄時についてはデータの不足のため両システム全環境負荷について算定できてはいないが、システム全体に対する環境負荷は相対的に小さく、全体の評価に与える影響は小さかった。さらに、下水道システムのポンプ場・一般廃棄物処理システムの最終処分場については、処理場と同様の手法を用いて行った。

モデル都市を次のように設定し、都市インフラを集約型(全城一括)あるいは分散型(2ないし4つに分割した処理・収集区域を設定)で整備するといった、構想段階でのシステム代替案を事例として簡易版 LCA による代替案評価を試みた。

キーワード: ライフサイクルアセスメント、簡易版 LCA、都市インフラシステム、下水道システム、一般廃棄物処理システム
連絡先: 〒680-0945 鳥取市湖山町南 4-101、tel:0857-31-5318, fax:0857-31-0882, Email:kids@sse.tottori-u.ac.jp

(1)都市と施設の基本設定：人口：100万人、面積：約 3,000km²（我が国の人口密度に基づいた）、一人一日排水量：300（L/人・日）、一人一日ごみ量：1.0(kg/人・日)、施設の耐用年数はすべて 30 年（ただしごみ収集車は 5 年）

(2)下水道処理区域および一般廃棄物収集区域に関する代替案

1)施設規模に関する代替案：収集・処理区域の人口密度を一定として収集・処理区域を、① 1 区画 100 万人規模のシステム、② 50 万人規模のシステムを2区画、③ 25 万人規模のシステムを 4 区画、の3つの場合を設定した。

2)人口密度に関する代替案：収集・処理区域を面積が等しい 2 つの収集・処理区域に分割しそれぞれの人口規模について、A：80 万人 + 20 万人、B：70 万人 + 30 万人、C：50 万人 + 50 万人、の3つの場合を設定した。

3. 算定結果

各処理システムにおける施設規模および人口密度の設定に関する代替案評価の結果を図2・図3に示す。それぞれ②および B の場合を1とした相対値で表現している。

下水処理システムについてはスケール・メリットが強く働き大規模施設を小数建設する方が LC 環境負荷が小さくなる結果となった。また、人口密度の違う場合においても、LCE 以外の負荷については規模のメリットが若干ながら現れた。LCE については、他の負荷項目に比べて全体に占める管渠の負荷の割合が大きく、収集人口の増加に伴い収集水量が増えるため大口徑の管路が必要となり、管渠由来の LCE が増加している。つまり、下水管のスケール・デメリットが働いたわけであり、人口の偏りが大きいほど LCE 量が増大する結果になった。

一般廃棄物処理システムについては、NO_x、SO_xを除いた負荷については、下水処理システムと同様に施設のスケール・メリットが働いているが、NO_x、SO_xについては収集車に起因する負荷が全体の 20%～40%と大きいために、施設のスケール・メリットよりも収集によるスケール・デメリットのほうが強く働いたという結果になった。人口密度の違いにおいても、収集時にあまり発生しない水質系の負荷を除いては、同数の施設を建設する場合には収集におけるスケール・デメリットのほうがスケール・メリットを上回るという結果になった。

4. おわりに

本研究では下水道と一般廃棄物処理システムについて、収集区域と施設規模に関する基本計画段階の代替案についてモデル都市を想定した解析を行った。両施設ともスケール・メリットが働き、大規模集約型の処理システムの方が LC 環境負荷を削減できるが、収集・処理区域を拡大することにより収集システムの LC 環境負荷が増大し、スケール・デメリットの影響が現れる。以上のように LCA の観点から、収集・処理区域広域化の限界点が存在することが明らかとなった。

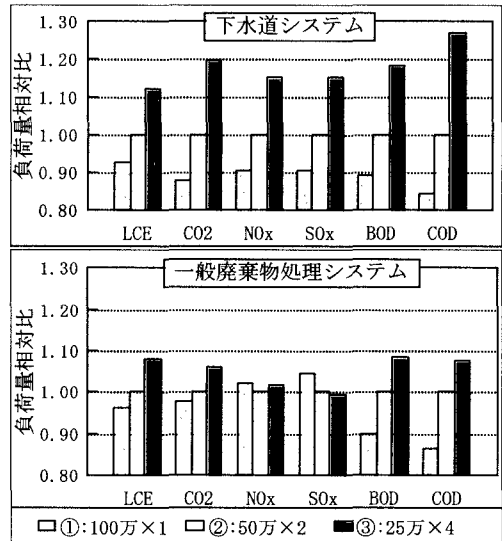


図2 施設規模の設定に関する代替案評価

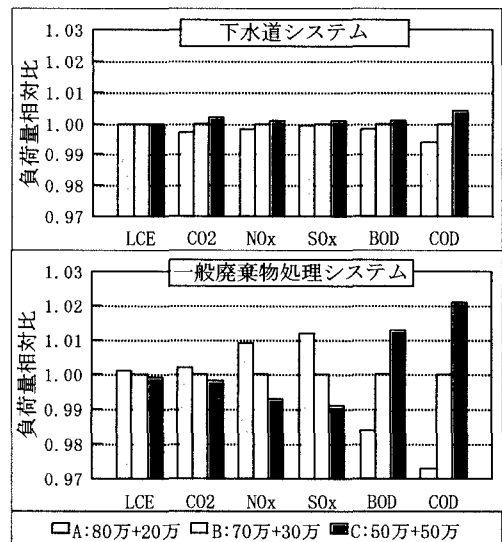


図3 人口密度の設定に関する代替案評価

謝辞：本研究の一部は文部省科学研究費補助金（課題番号 08305021）の補助を受けたことを記して謝意を表す。

参考文献：1)井村他：社会資本整備に関わる LCA 手法の体系化と環境評価の総合化、文部省科学研究費基盤研究(A)(I)、1996～1999。