

# 下水道システムを対象とした地域依存型 LCI の開発

## Development of Site Dependent and Site Generic LCI data for Sewage System

大内昂輔<sup>\*1)</sup>、伊坪徳宏<sup>1)2)</sup>

Kousuke OHUCHI, Norihiro ITSUBO

1) 武蔵工業大学, 2) 産業技術総合研究所

\*g0331033@yc.musashi-tech.ac.jp

### 1. はじめに

下水道事業は自治体の事業活動に伴う温室効果ガス排出量の中で、大きな割合を占めていることから、地球温暖化防止対策に率先して取り組まなければならない。<sup>1)</sup>また、下水汚泥は、下水道普及の進展に伴い、発生量は年々増加し、最終処分場の逼迫の一因となっている。他にも、湖沼や内湾といった閉鎖性水域等では、富栄養化が発生している。対策として、窒素やリンといった富栄養化原因物質を大量に除去できる高度処理の整備が急務となっている。

以上のように、下水道システムは様々な環境問題に関与しているが、CO<sub>2</sub>などの温室効果ガスを中心に議論され、他の影響領域を含めて、ライフサイクル影響評価を実施した例はほとんど無い。また、これまでの下水道システムの評価は特定の地域や処理方法を対象としたものであり、全国規模でその結果を用いる事を想定した代表性の検討は十分ではない。以上の事をふまえ、本研究では、下水道システムのライフサイクル影響評価、および代表性の高いインベントリデータ構築のための検討を行う。また、下水道システムのプロセスデータを明確化した、より詳細な評価を行う。

### 2. 研究方法

調査範囲は家庭や工場から排出された下水を下水処理施設に送るポンプ場から、下水処理、汚泥処理までを範囲とする。ポンプ場、下水処理、汚泥処理はフォアグラウンドデータを、投入される電力や薬品等はバックグラウンドデータを用いる。LCIは、『JEMAI-LCA Pro Ver-2.0』を用いる。影響評価にはLIMEを用いる。評価対象物質はN、P、CO<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>O、CH<sub>4</sub>、など45物質を含める。

#### 2.1 地域・季節・処理方法による環境影響の感度

本研究では地域、季節、処理方法の3つの観点から下水道処理システムの環境影響を検討する。

##### 2.1.1 環境影響の地域依存性

自治体が発行している、下水道事業の環境報告書等に記載されているデータをもとに自治体ごとに評価を行い、その結果について比較する。

##### 2.1.2 季節変化による環境影響の感度

関東の1つの下水処理場の実測データをもとに、月ごとに評価し、環境影響の季節変動性について検証する。

##### 2.1.3 処理方法の差異による環境影響の感度

横浜市が公開する、市内の水再生センター（下水処理場）のデータ<sup>2)3)</sup>を用いて、処理方法の異なる処理場を個別に評価することで、高度処理等の導入による環境影響削減効果について評価する。

### 2.2 プロセスの細分化による評価

関東の高度処理を実施している下水処理場の実測データをもとに下水道システムのプロセスデータの細分化により評価を行う。また、通常の下水処理方法である標準活性汚泥処理と、窒素等を効率的に除去する高度処理の差異等による、環境影響および環境影響削減効果の不確実性・感度分析を検討する。

### 3. 結果

#### 3.1 地域による環境負荷および環境負荷削減効果

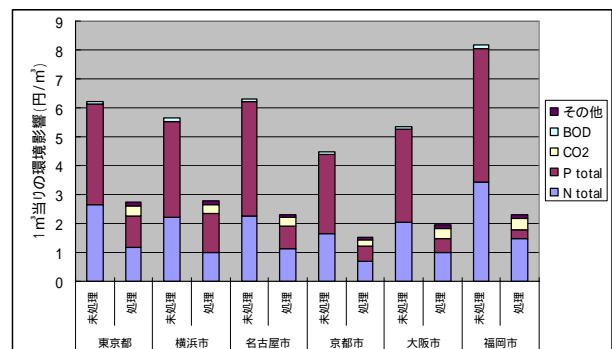


図1 下水処理の有無による影響評価 (LIME)

図1は下水を処理せず環境中に放出した場合と、下水を処理した場合の影響評価である。下水処理で必要となる電力の環境負荷の増分より、下水処理による窒素やリンの削減効果の方が大きく、下水処理の環境影響削減効果を確認することができた。

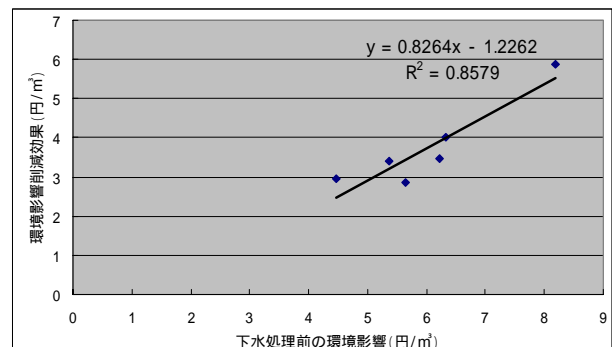


図2 下水処理前と削減効果の関係 (LIME)

図 2 より、下水処理前の環境影響と、下水処理後の環境影響から下水処理後の環境影響を差し引いた環境影響削減効果には相関があることがわかる。これにより、日本国内で、下水道システムによる環境影響削減効果を処理前の下水の水質から推測することがある程度可能といえる。

### 3.2 プロセスの細分化による評価結果

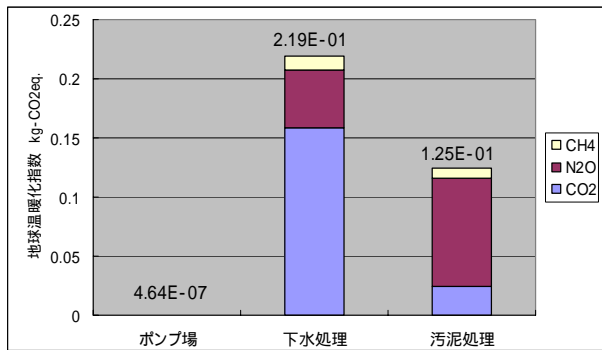


図 3 プロセス別特性化結果 (地球温暖化)

図 3 に地球温暖化への影響をプロセスレベルに細分化した結果を示す。下水処理プロセスによる寄与が最も大きく、その中でもCO<sub>2</sub>の影響が最も大きかった。一方、污泥処理プロセスでは污泥から発生するN<sub>2</sub>Oの寄与が最大であることが分った。このようにプロセスによって、温暖化に大きく寄与する物質は異なるので、これに応じた効果的な影響緩和策を採用することが求められる。

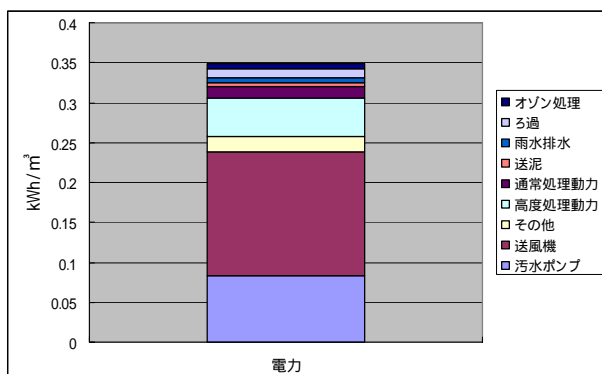


図 4 下水処理プロセスの電力消費内訳

下水処理プロセスにおいて温暖化に最も寄与するCO<sub>2</sub>排出量の約 90%が電力由来であった。図 4 は下水処理プロセスの電力消費の内訳である。プロセスで最も電力を消費するのは、反応タンクに空気を送り込む送風機であり、電力消費量の約 44%、次いで下水を汲み上げる污水ポンプが約 24%、次いで高度処理に関わる動力が 8%となっている。今後、下水処理システムの運用による温暖化への影響をさらに削減するには、これらのプロセスの省電力化が課題として挙げられる。

図 5 は、下水処理前の影響と、下水処理を全量通常の活性汚泥法で行った場合、本研究で対象とした処理場の現状である通常処理 55.3%、高度処理 44.7%を併用した場合、全量を高度処理行った場合の 4 つの影響評価を示

している。高度処理を全量実施した場合、全量通常処理の場合に比べCO<sub>2</sub>による影響が 0.30 円から 0.36 円に増加するが、窒素除去による影響が 1.09 円から 0.65 円、リンによる影響が 1.56 円から 0.38 円に減少するため、トータルで 1.55 円の環境影響削減効果があった。

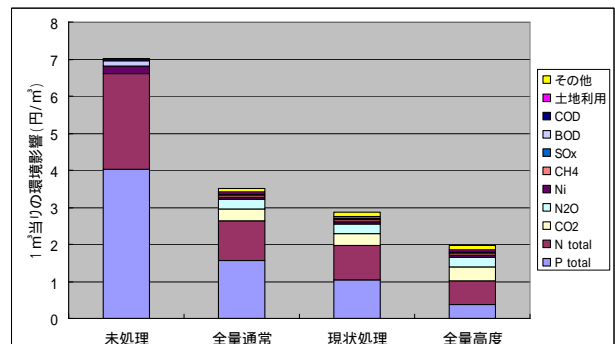


図 5 処理方法の差による環境影響の変化

### 4. まとめ

下水処理前の環境影響と環境影響削減効果は地域によって差があるが、両者には相関があり、下水処理前の水質から下水道システムの環境影響削減効果を一定の精度で推測することができる。

季節の変化による環境影響の変化を検討した結果、降水等による下水の流入量の増加により、下水の水質が良化する傾向が見られた。逆に年間を通じて下水処理による負荷は大きな変化が無く年間を通じて安定していることがわかった。よって、季節変化により環境影響削減効果は変化することがわかった。

プロセスの細分化による下水道システムの評価により、処理水中に含まれるリンおよび窒素による影響が大きかったことが分った。プロセスの中では、下水処理プロセスが最も影響が大きく、次いで污泥処理プロセスとなった。標準活性汚泥法と高度処理では、下水処理後の水質に大きな差があり、トータルで 1.55 円の差が生じ、精度の高い下水処理システムの環境影響の評価を行う際は、高度処理の有無について考慮する必要があることが判明した。

### 5. 参考文献

- 1) 国土交通省：“下水道事業における地球温暖化の防止”，国土交通省，(オンライン)，入手先 < <http://www.mlit.go.jp> >，(参照 2007-1-8)
- 2) 横浜市環境創造局：“平成 16 年度下水処理場等運転管理年報”，(2005)
- 3) 横浜市環境創造局：“水質試験年報(平成 16 年度)”，(2005)