

GISを用いた下水および生活系廃棄物の収集処分システムのモデリング

東京大学先端科学技術研究センター 正会員 荒巻 俊也
東京大学大学院工学系研究科 正会員 花木 啓祐
東洋大学工学部 フェロー会員 松尾 友矩

1. はじめに

都市において家庭や事業所などから排出された不要物質について、尿尿や廃水などは下水道システムにより、固形廃棄物は各自治体の収集処分システムにより収集処分されている。近年、これらの収集処分システムにおいて、今までは廃棄されていた有価物やエネルギーをできるだけ回収、再利用しようとする動きが強まっており、さまざまな回収、再利用システムのライフサイクルにわたる環境負荷が検討されている。この場合に、各収集処分システムについて環境負荷を最小化するように検討している例が多いが、たとえばディスポーザーのように両方のシステムに影響を及ぼしうる施策では、実際には各個別システムの最適解にはならないが、両方のシステムを総合して考えると環境負荷を最小化しているような場合も考えられる。

このようなことから、下水道システム、生活系廃棄物の収集処分システムの両方を同時にシミュレートし、これらのシステムに関わる施策についてその環境影響を総合的に評価するモデルを構築していく必要がある。また、このような環境負荷の評価を行ううえで、収集拠点の位置とそのエリアや熱の回収場所と需要地の関係などの地理的な情報は重要であり、地理情報システム（GIS）は有用なツールとなりうる。

本研究は、GISを用いて東京都区部を対象として、下水道システムと生活系廃棄物の収集処分システムにおける物質フローを解析し、環境影響を評価するシステムを構築することを目的としている。本報では、このモデルの概要について説明する。

2. モデルの概要

モデルの概要を図1に示す。まず、都区部の各250mメッシュにおける種類別の生活系廃棄物、廃水の発生量と廃水水質を建物用途ごとの延床面積と原単位により推定する。下水道システムにより収集されるものについては、下水処理場ごとに下水水量と水質を算出して収集時の環境負荷を評価するとともに、下水水質から、処理時のエネルギー使用量やエネルギーや有価物としての回収可能量を推定する。また、処理場で発生する焼却灰などの最終処分時についても環境負荷を評価する。一方、生活系廃棄物として収集処分されるものについては、清掃事業所ごとに合算して収集時の環境負荷を評価するとともに、清掃事業所ごとの収集ゴミ量を実績値を用いて各清掃工場に配分して、搬入ゴミ量と発熱量を算出し、エネルギーとしての回収可能量を推定する。また、処理場や清掃工場周辺での熱需要量を算出し、回収した熱の供給可能性についても検討する。評価指標としては、エネルギー収支、CO₂排出量、埋立処分量、水系への放流負荷量を考慮する予定である。

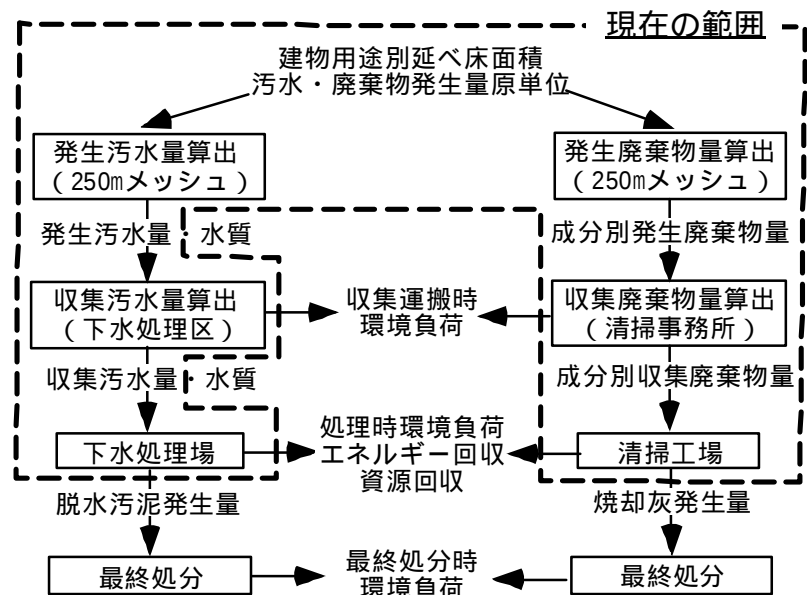


図1 モデルのフロー

表1 発生下水水量に関する原単位（L/m²/d）

	水洗便所	厨房	空調	洗面・風呂	洗濯・他
官公庁施設	1.28	1.15	1.20	0.64	0.00
教育文化施設	2.93	2.64	2.74	1.47	0.00
厚生医療施設	2.75	2.98	1.83	2.87	1.03
事務所建築物	1.70	1.53	1.59	0.85	0.00
専用商業施設	4.53	4.99	0.57	0.79	0.45
住商併用施設	3.51	3.97	0.23	2.04	1.59
宿泊遊興施設	5.45	6.81	5.18	8.99	0.82
スポーツ興行	5.24	5.76	0.66	0.92	0.52
専用独立住宅	2.27	2.81	0.00	3.13	2.59
集合住宅	2.06	2.55	0.00	2.84	2.35

表2 廃棄物に関するパラメータ

	発生量原単位 (g/m ² /day)	低位発熱量 (kJ/kg)
厨芥	7.94	4,000
紙類	11.33	12,600
プラスチック	1.68	37,800
草木・繊維類	2.24	6,000
その他	0.87	4,000

キーワード：生活系廃棄物、都市下水、収集処分システム、環境影響評価、GIS

連絡先（〒153-8904 東京都目黒区駒場4-6-1 電話・03-5452-5172 FAX・03-5452-5170）

現時点で図1の点線の枠内の部分が完成しており、下水道システムについては種類ごとの処理場への流入汚水量が、生活系廃棄物の収集処分システムについては構成成分ごとの清掃工場への搬入量と発熱量が推定できるようになっている。

3. 現状のシミュレーション結果

表1、2に示すパラメータと、都市計画局作成の建物データ(1993年)をメッシュ単位に加工したデータを用いて現状のシミュレーションを行った。表1および表2の発熱量については過去の研究例¹⁾²⁾³⁾⁴⁾⁵⁾を参考にして設定した。廃棄物の発生量原単位については、都区部の廃棄物量とその成分比の実績値と住居系建物の延床面積から、住居系建物からの発生原単位として表2のように設定した。

下水処理場ごとの、晴天日下水量平均値(1997年実測値)との比較を図2に、構成成分の比率を図3に示す。実測値との比較では概ねよい結果が得られている。また、構成成分比では、芝浦、三河島などの都心地域において空調廃水が多いなど、他の処理場との違いが見られる。今後、構成成分ごとの水質原単位を導入することにより、各処理場への流入水質も算出することとなり、ディスポーザー導入や雑用水利用などが、処理場における消費エネルギーや有価物回収量にどのように影響するかを推定できるであろう。

各清掃工場ごとの局収集ゴミの搬入量(1996年実測値)との比較を図4に示す。用いた原単位は都区部全体の実績値から算出したもので各用途について一律の原単位を採用しているが、個々の清掃工場について実測値と計算値を比較すると、それほど差はなく比較的良好に一致していると言える。表2に示したパラメータから発熱量は10,600kcal/kgと推定できるが、今後発生原単位を用途ごとに整備していくことにより、プラスチック分別の徹底や紙の別回収、ディスポーザーや家庭用コンポスト器の導入などが清掃工場への搬入ゴミ量とゴミ質に、あるいはエネルギー回収プロセスにどのように影響するかが推定できるであろう。

図5はモデルの結果表示の一例で、清掃工場(■)の搬入ゴミ量と下水処理場(○)の流入水量がマークの大きさに示されている。

4. まとめ

ここで示したシミュレーション結果は本モデルの利用例を示すための暫定的なものであり、結果の精度には問題がある。しかし、人間活動からの排出される不要物質の環境影響を総合的に取り扱う視点は重要であり、本モデルの発展とともに精度の向上が望まれている。一方で、精度の向上は用いているパラメータの質に大きく左右されており、廃棄物の発生量やさまざまな再利用プロセスにおける物質収支などについて基礎的な情報の蓄積が必要であろう。なお、本モデルの構築にあたっては、富士通FIP(株)にご協力を頂いた。ここに記して謝意を表したい。

参考文献: 1)尾島研究室: 建築の光熱水原単位、早大出版会、1995、2)空調・衛生工学会: 空気調和衛生工学便覧、1996、3)空調・衛生工学会: 雨水利用システム設計と実務、1997、4)大塚ら: 家庭ごみ中の容器包装廃棄物排出実態について(第4報)、第10回廃棄物学会研究発表会講演論文集、7-9、1999、5)新エネルギー・産業技術総合開発機構ら: 高効率メタンガス製造技術開発成果報告書、1996

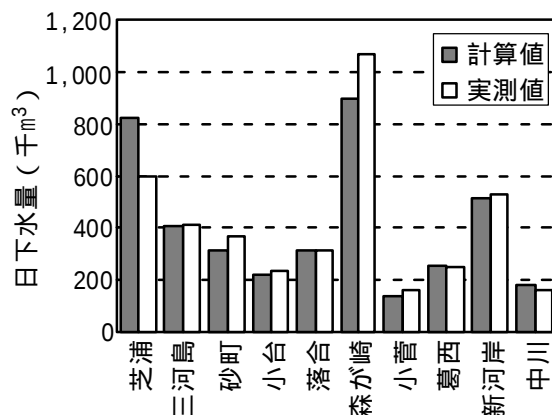


図2 各下水処理場における下水量の比較

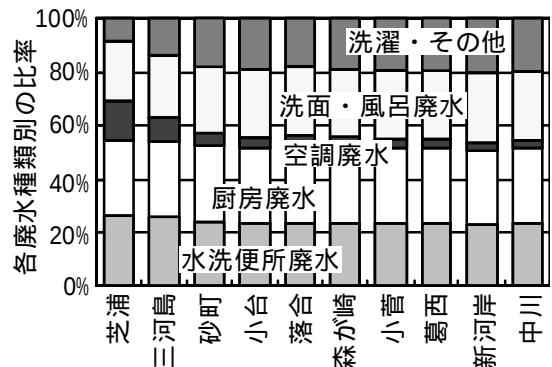


図3 各処理場における廃水種類別構成比

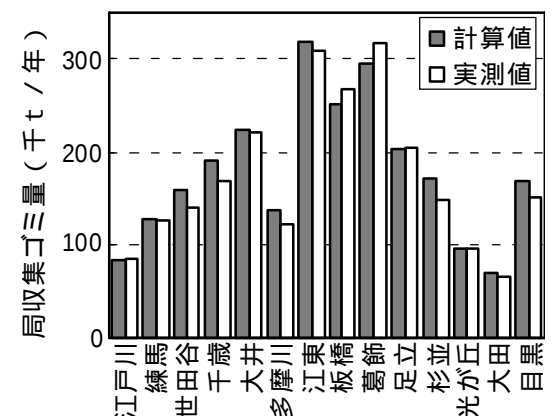


図4 各清掃工場における収集ゴミ量の比較



図5 清掃工場(■)と下水処理場(○)の位置と処理量(マークの大きさが処理量を表している)