第32回環境システム研究論文発表会講演集　2004年10月

東京湾流域圏における有機物循環の適応による環境改善効果

藤田　壮[1]・鈴木　陽太[2]・石井　良明[3]

[1] 博士（工学）　東洋大学教授　工学部　環境建設学科　（〒350-8585　埼玉県川越市鯨井2100）
[2] 東洋大学大学院　工学研究科　土木工学専攻　（〒350-8585　埼玉県川越市鯨井2100）
[3] 東洋大学　工学部　環境建設学科　（〒350-8585　埼玉県川越市鯨井2100）

本稿では，東京湾流域圏を対象に，都市活動から発生する廃棄物の空間特性をGISデータとして取り扱うプラットフォームを構築した上で，都市活動量をもとに有機物発生分布量を算定して，有機物循環システムの導入を支援する方法を提案している．その上で，バイオマス技術の一つであるメタン発酵施設の導入適地選定を行ない，有機物のバイオガス化によるエネルギー資源化にもとづいた地域エネルギー需給割合の算定を行なった．またこのプロセスでは，地域スケール及び有機循環技術について異なるパラメータが選択でき，様々な有機循環技術導入シナリオの評価が可能である．

Key Word: *GIS, Organic Waste, Biomass, Methane Fermentation, Tokyo Bay Basin*

1　研究目的

高度経済成長期からバブル経済期を通じて首都圏では鉄道沿線での宅地開発が進行した．さらに近年でも自動車道路の建設に伴ない，拠点的な工業地区や商業地域の立地が郊外に展開する傾向が依然として続いている．郊外化した都市圏域は過剰な有機資源の消費や廃棄を伴ない，そして河川の汚濁負荷の増加や，流達する河口部や閉鎖的海域の底質での深刻な悪化を招いている．

本稿では，筆者らによるこれまでの研究報告で構築した有機物算定システムを用いて，関東地方の首都圏にまたがる東京流域圏において都市域での有機廃棄物の発生分布を算定する．その上で，有機物の循環利用システムのうち小規模のバイオマスエネルギー利用の適用可能性を議論している．

東京湾流域圏における都市圏域の拡大に伴う有機性廃棄物の発生の空間分布を3次メッシュ統計と市区町村単位の社会経済産業データを用いて構築する．その上で，活動量当たりの有機廃棄物発生量の原単位を作成して有機廃棄物の循環技術システムと都市基盤整備システムを組み合わせた循環政策の環境改善効果を算定した．

第1に家計と食品製造業と食品流通業を主とした地理情報システムのデータベースを構築して，その3部門から発生する廃棄物量と下水汚泥の発生量を乾燥重量換算で1kmメッシュデータとして集計するシステムを構築した．流域圏における商工業の産業活動と，人口の地域分布を明確にできた．第2に対象地域の有機廃棄物の発生の空間分布においては，固形廃棄物と下水汚泥の含む有機物の統合的に利用するエネルギー転換拠点を導入する場合の環境負荷削減効果を試算した．

2　有機物循環データベース構築の既存研究の類型

有機廃棄物の循環とそのエネルギーに関する研究を，対象地域や処理対象となるエネルギー転換物質，再利用エネルギー導入の評価方法，エネルギーの需給指標などの項目により整理した(表-1)．

盛岡・藤田ら（2003）[1]は，武庫川流域圏を対象にして有機循環の2時点比較と，人口増加，家計からの排出強度の変化，インフラ整備，産業の生産増加，産業からの排出強度の変化をもとに，林業，農業，畜産業，食品製造業，食品流通業，家計，都市緑地の7つのセクターの活動による有機物の変化を評価している．

ついで，盛岡・藤田ら（2003）[2),3)]は武庫川流域圏において有機物資源リサイクルシステムの構築を支援する方法の提案として，エリア内の廃棄物を特定の地区に集約するプロセスを採用して，地域特性に適合する有機物資源の再資源化技術の

表-1 地域自給エネルギー関連の既存研究の整理

研究者	対象地域	再利用エネルギー導入の評価方法	施設整備の検討	エネルギー転換物質	エネルギーの需給指標	エネルギー需給関		GISデータベース
						需要	供給	
盛岡ら(2003)	武庫川流域圏	量的指標・質的指標・熱需給指標により、有機循環施設の適地選定	メタン発酵、ガス化溶融炉、(コンポスト)	食品厨芥・下水汚泥・木質系の有機性廃棄物等	温熱、(堆肥)	住居系	有機性廃棄物分類	1kmメッシュ
荒巻ら(2000)	東京区部	エネルギー需要をもとにシステム構築	CGプラント	清掃工場廃熱	温熱、電力	建物用途	下水熱	250mメッシュ
藤田ら(2004)	荒川流域圏	総電力需給関係による有機循環施設の導入効果	メタン発酵	食品厨芥・下水汚泥の有機性廃棄物等	電力	総電力供給量	有機性廃棄物分類	1kmメッシュ

指標として有機物による量的指標と質的指標，温熱エネルギーの需給指標の3点をあげ，それらのオーバーレイにより資源循環区に対して再資源化技術の導入による CO_2 排出量の削減効果を評価している．

また，荒巻ら（2003）[4]はCGSと清掃工場廃熱を利用した地域冷房システム（DHC）を東京都区部の各250mメッシュで評価し，そのシステムを導入した場合の CO_2 排出削減効果を推定している．

バイオマス技術の地域導入では，盛岡・藤田ら[2)・3)]は，小規模な有機循環を支えるメタン発酵を取り上げ，メタン発酵とガス化エンジンを組合せたシステムの評価している．

また，藤田ら[5]は，構築されている有機循環制御を計画する基盤適合度指標による循環システムの一部を用いて，荒川流域圏において家計・食品製造業，流通業，農業，畜産業の5部門を対象とした，有機物発生の地域特性を明らかにした．ついで実際の流域を対象として算定された電力需給関係にもとづいて既存の複数の有機循環技術のうちメタン発酵施設を選択して，そのバイオガス発生量や発電量を算定して，有機循環システム導入の環境負荷の削減効果を定量的に評価している．

3 東京湾流域圏でのデータベース構築

(1)データベースの構築プロセス

2000年時点の東京湾流域圏のGISデータベースは，都道府県別では国勢調査，工業統計，商業統計，1kmメッシュでは地域メッシュ統計，工業メッシュ統計，商業メッシュ統計を用いて構築した．

本研究では有機物発生量を，盛岡，藤田ら(2003)[1)・2)・3)]の方法に基づき，その算定システムに異なる地域スケールの有機物発生量原単位と有機循環技術のパラメータを選択可能にしている(図-1，表-2，表-3)．

固形有機廃棄物発生量については，各セクターの活動量に圏域単位の廃棄物排出原単位を乗じた値に有機成分比を乗じて算定した．具体的には家計部門では地域メッシュ統計の人口に一般廃棄物発生量原単位[6]と有機ごみ成分比[1]，食品製造業では，工業メッシュ統計の製造品出荷額に産業系廃棄物発生量原単位[6]と食品ロス率[7]，食品流通業では，商業メッシュ統計の年間商品販売額事業系一般廃棄物発生量原単位[6]と有機ごみ成分比[1]を用いた．

下水汚泥については，下水処理場ごとに施設情報[8]として帰属させた．下水汚泥の乾燥重量は下水汚泥にその含水比を乗じて算定した．

エネルギー需給関係は，各セクターの有機廃棄物排出量に炭素含有率を乗じて，炭素量を算定した．具体的には炭素含有率は家計部門と食品流通業部門の食品残渣[9]を同質として，食品製造業部門の食品加工残渣を動植物性残渣[10]と設定した．また，下水汚泥については湿ベースの生汚泥の値を用いた[11]．これらを総和した総炭素量にエネルギー発生係数を乗じてエネルギー賄存量を算定して，エネルギー供給可能量とした．

全国における各セクターの活動量と最終エネルギー消費量[12]をもとに，全国平均のエネルギー消費量原単位を算定した．1kmメッシュの各セクターの活動量とエネルギー消費量原単位を乗じて，それらを統合したものをエネルギー需要量とした．以上の2点から，エネルギー需給率を算定した．

有機転換技術の導入地区の検討では，メタン発酵施設の事業可能性の基準を，有機廃棄物を日量20t確保することが施設導入の条件として，これを年間量に換算して用いた[13]．

(2) 有機循環熱利用ポテンシャルについてのケーススタディ

家計，食品製造業，食品流通業，下水処理場の4部門から発生している有機廃棄物の発生分布のうち，食品製造業部門と4部門を総和した有機廃棄物発生量を示した(図-2，図-3)．

有機物集計範囲を1km四方とした場合，メタン発酵施設の事業性のある導入が可能な地区は46箇所であった(図-4)．有機物集計範囲を5km四方へ拡大した場合では，96箇所へ増加した(図-5)．この際に有機循環利用により，都市活動エネルギー需要量の3.9%が供給できることがわかった．

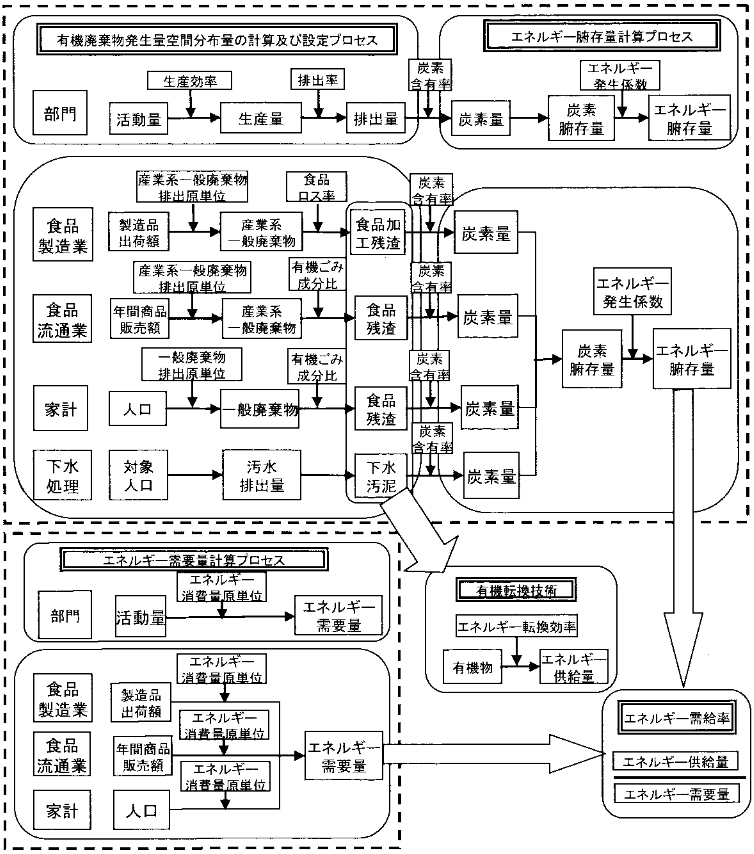

図-1　圏域における有機循環施設導入の算定プロセス

表-2　有機物廃棄物発生量及びエネルギー需要量の算定における操作変数の設定

	生産効率	排出率	エネルギー消費量原単位
家計	①全国一律 ②圏域別 ③都道府県別	－	①全国一律 ②圏域別 ③都道府県別
食品製造業		①全国一律 ②圏域別 ③都道府県別	
食品流通業		－	

表-3　有機循環施設の導入パターン

	有機廃棄物収集範囲	エネルギー転換効率	エネルギー集計範囲
パラメータ設定	①1km四方 ②5km四方	①既存技術の値 ②新規開発された技術の値	①1km四方 ②5km四方

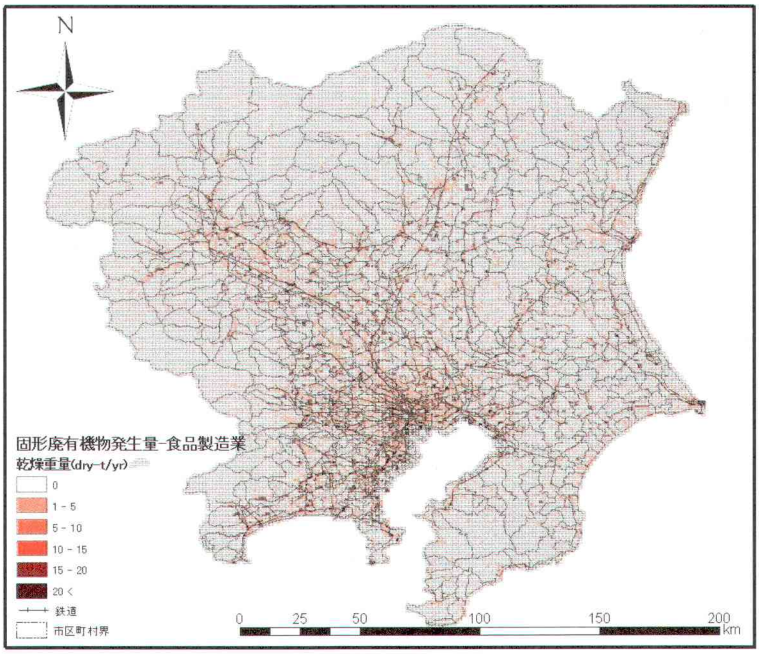

図-2　食品製造セクター　食品加工残渣

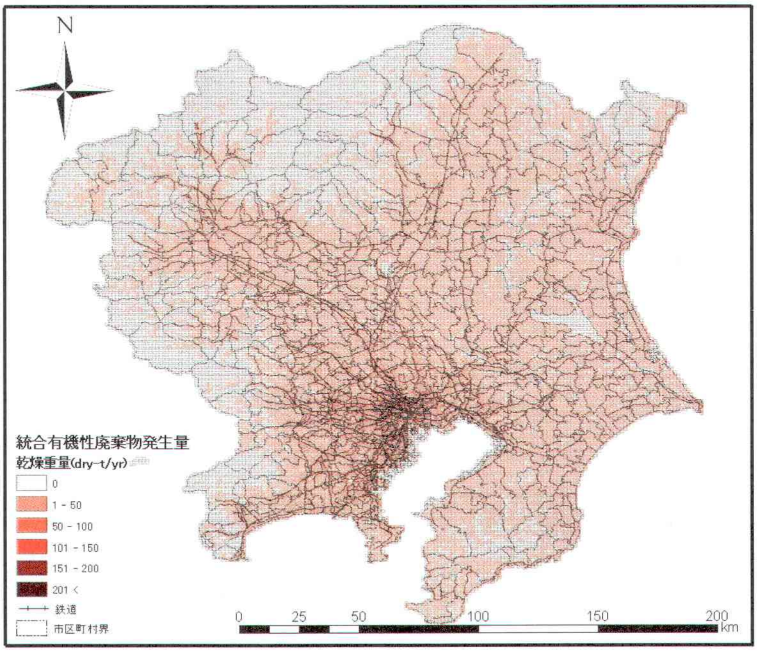

図-3　有機廃棄物の発生量

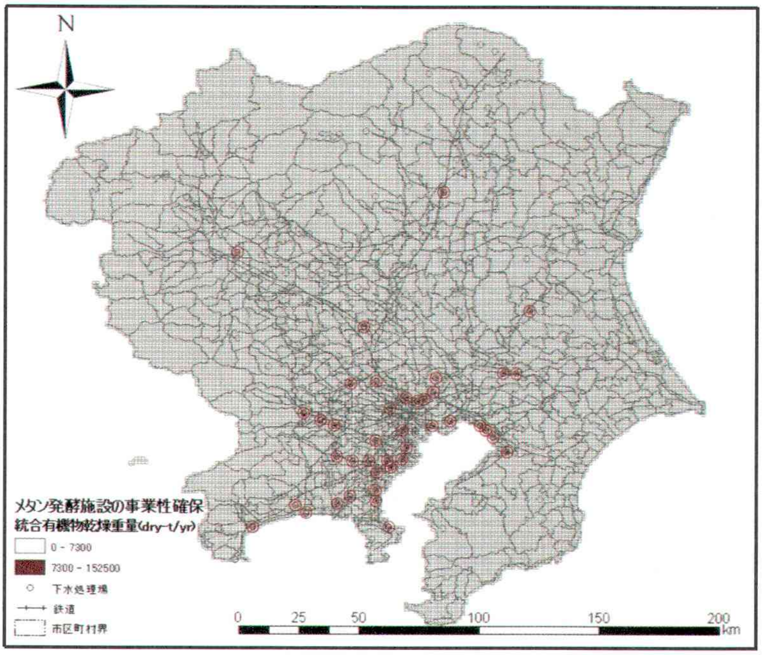

図-4　1km 四方での有機廃棄物収集における有機物の確保によるメタン発酵施設導入の検討

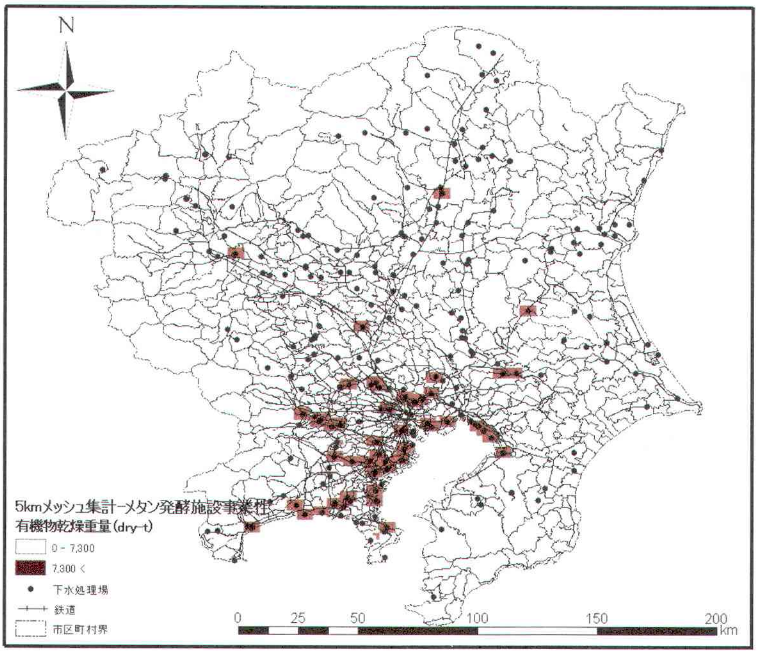

図-5　5km 四方での有機廃棄物収集における有機物の確保によるメタン発酵施設導入の検討

4 結論

GIS を用いた地域の有機物発生量の算定システムの統合的利活用方法として，第1に有機循環技術であるメタン発酵施設の事業性のある地区の抽出，第2に有機物分布に基づいたエネルギー賦存量がエネルギー需要量を上回る地区の抽出をすることができた．

謝辞：本研究は平成15年度自然共生型流域圏・都市再生技術研究（代表　独立行政法人国立環境研究所渡辺正孝水土壌領域長）の一環として行われた．国立環境研究所岡寺智大研究員からはデータ提供および直接的なご指導を頂いた．ここに記して深く感謝する．

参考文献

1) 盛岡通・藤田壮・岡寺智大：流域圏での都市活動に起因する有機循環にかかる負荷発生の変化分析 - 武庫川流域圏におけるケーススタディ - 環境システム研究論文集 Vol. 31, pp. 257-266, 2003
2) 丹治三則，盛岡通，藤田壮：流域圏でのシナリオ誘導型の施策立案と評価を支援する地理情報システムに関する研究，環境システム研究論文集 Vol. 31, pp. 367-377, 2003
3) 栗栖雅宣，藤田壮，盛岡通：武庫川流域における有機物資源リサイクルシステムの構築と評価，環境システム研究論文集 Vol. 31, pp. 333-342, 2003
4) 荒巻俊也・飯濱美夏・花木啓祐：東京都区部における民生用エネルギー供給由来の CO_2 排出削減可能性の検討～コジェネレーションシステムと清掃工場排熱利用の地域冷暖房システムの導入による～，環境システム研究論文集 Vol. 28, pp. 85-93, 2000
5) 藤田壮，小瀬博之，鈴木陽太：地域からの有機物の統合的な循環利用についての検討，地球環境シンポジウム論文集 Vol. 12, pp. 207-212, 2004
6) 国立環境研究所提供：廃棄物統計，2000
7) 農林水産省：食品ロス統計調査結果，2002
8) 社団法人日本下水道協会，下水道統計行政編，2002
9) 東京都清掃研究所：東京都清掃研究所研究報告
10) 有機質資源化推進会議：有機廃棄物資源化大辞典，（社）農村漁村文化協会，pp. 511, 1997
11) 川崎市入江崎総合スラッジセンター：汚泥等精密試験調査，2002
12) 経済産業省資源エネルギー庁：総合エネルギー統計エネルギーバランス表，2000
13) 株式会社 EX 都市研究所：バイオマス利活用事業導入モデル検討調査報告書，2003

ENVIRONMENTAL IMPROVEMENT BY ADAPTATION OF ORGANIC MATTER CYCLE IN TOKYO BAY BASIN

Tsuyoshi FUJITA, Youta SUZUKI, Fumiharu ISHII

In this paper we propose the system to support the introduction of organic cycle system. GIS platform is constructed to calculate the distribution of organic waste and energy demand from area. Then, areas that methane fermentation, one of biomass techniques, is adaptable are selected by comparing energy supply calculated from existing organic matter with energy demand. In the system the parameters of area scale and organic cycle techniques are selectable in order to evaluate the effect of various introduction scenarios..