

ウィスコンシン大学の報告

『食品廃棄物処理の5システムのライフサイクルコストに関する比較研究』
における重要事項、調査結果、結論の概要及び解説

WILLIAM F. STRUTZ

IN-SINK-ERATOR 社技術者

1998年4月

様々な食品廃棄物処理システムの実際のメリット及び懸念に関するデータベースを構築するため、全米冷暖房配管設備業協会がウィスコンシン大学マディソン校に『食品廃棄物処理の5システムのライフサイクルコストに関する比較研究』を委託した。この研究は、必要となる土地の広さ、全システムのエネルギー、全システムの材料、環境への総排出量、全システムのコストを、各手法につき比較するものである。

土木工学部の Robert Ham 博士は埋立の専門家として全米で知られる存在であり、選ばれて今回の研究をリードし監督する任に就いた。また、ウィスコンシン大学土木環境工学部の大学院生 Carol Diggelman と、ミルウォーキー工科大学（ウィスコンシン州ミルウォーキー）の環境工学の教授1人が選ばれて調査実施の任に就いた。4年間に及ぶ今回の調査の結果は、『食品廃棄物処理の5システムのライフサイクルコストに関する比較研究 (LIFE-CYCLE COMPARISON OF FIVE ENGINEERED SYSTEMS FOR MANAGING FOOD WASTE)』と題された571ページの報告書にまとめられた。この研究では、100kgの食品廃棄物の処理ベースで、5システムを比較している。

検討される5システムは、以下の通りである。

1. ディスポーザー+公営処理場
2. 都市ごみ収集+埋立
3. 都市ごみ収集+コンポスト化
4. 都市ごみ収集+廃棄物熱源転換（焼却）
5. ディスポーザー+戸別腐敗システム

1～4のシステムは、最新技術を用いた使用可能な特定のシステムに基づいている。戸別腐敗システムの設計は、単に腐敗槽及びドレンの場所を25%大きくすることによりディスポーザーを収容することに基づいている。この要件は、先行研究によるとシステムへの固体負荷において通常25%増が不可避であることに基づく。

最も信頼性の高いデータに基づく本研究の条件は、以下の通りである。

1. 100kgの食品廃棄物を、5システムの比較に適切な基準として選択した。人は平均1日当たり0.29ポンド（約131.5g）の食品廃棄物を出す。この内、75%すなわち0.21ポンド（約95.3g）がディスポーザーで処理される。従って、100kgの食品廃棄物は、家族が2.63人いる「平均的な」アメリカ人家庭が、382日間（1年をわずかに上回る）にディスポーザー処理する量である。
2. 通常の食品廃棄物は、70%の水分、30%の固体から成る。

3. 通常の食品廃棄物・尿尿における固体の組成は、以下の通りである。

	C (%)	H (%)	O (%)	N (%)	S (%)
尿尿 (固体)	59.7	9.5	23.8	7.0	0
$C_{10}H_{19}O_3N$					
食品廃棄物 (固体)	50.5	6.72	39.6	2.74	0.44
$C_{21.53}H_{34.21}O_{12.66}N_{1.00}S_{0.07}$					

4. アメリカにおける食品廃棄物の処分方法の割合

- a. 都市ごみ収集+埋立41%
- b. ディスポーザー+公営処理場.....37%*
- c. ディスポーザー+戸別腐敗システム12%*
- d. 都市ごみ収集+廃棄物熱源転換 (焼却)10%
- e. 都市ごみ収集+コンポスト化.....0%

* 排水食品廃棄物 (wastewater food waste) には、食器洗い機からのものとキッチンシンクからのものが含まれる。

結論

調査対象とした5システム中、下水処理場へ送るディスポーザー (ディスポーザー+公営処理場) が、自治体にとって最も低コストであり、大気放出 (特に温室効果ガス) も最も少ないものである。廃棄物をリサイクル可能な資源に転換することができ、全体的に見て、非食用の食品資源をリサイクルする上で最も環境に優しくかつ持続可能な選択肢と言える。ディスポーザーはまた、食品廃棄物を捨てる上で最も便利な方法である。なおかつ、固形廃棄物処理の流れに食品廃棄物が入らないようにするための発生源分別の手段として最も有望なものである。

ライフサイクルコスト

ライフサイクルコストの観点から5システムをランク付けすると、以下のようになる (1が最も低額、5が最も高額)。

1. 都市ごみ収集+埋立
2. 都市ごみ収集+コンポスト化
3. ディスポーザー+公営処理場
4. 都市ごみ収集+廃棄物熱源転換 (焼却)
5. ディスポーザー+戸別腐敗システム

この結果は、しかし、自治体に直接かかるコストという観点からランク付けし直すと以下のようになり、デスポーザー＋公営処理場の組合せが群を抜いて低額という結果になる。

1. デスポーザー＋公営処理場..... 0.49 ドル
2. 都市ごみ収集＋埋立 13.65 ドル
3. 都市ごみ収集＋コンポスト化..... 16.60 ドル
4. 都市ごみ収集＋廃棄物熱源転換（焼却） 20.30 ドル
5. デスポーザー＋戸別腐敗システム
このシステムは、67.20 ドルというコスト最高額を要するが、その全額を住宅所有者が直接負担するため、自治体にかかるコストは0となる。

デスポーザー＋公営処理場の組合せにおける利点として、上記以外に以下のものがある。

環境上の利点

環境のことを考えれば、デスポーザーは最も都合がよく、また、腐敗しやすい廃棄物が固形廃棄物処理の流れに混じらないよう発生源分別を行う方法として最も有望なものである。通常、非食用の食品廃棄物の75%が、デスポーザー処理されると思われる。現在、アメリカの家庭から出る食品廃棄物の37%が公営処理場へ行っている。食品廃棄物は、通常70%が水分なので、水を集めて残りを「固体廃棄物」の処理施設へ無理やり送るという方法よりは、下水処理場を利用する方がより自然な処理方法である。また、キッチンシンクの中の腐敗しやすい食品廃棄物を無くし、それらを固形廃棄物処理の流れに混入しないことによって、食品廃棄物にたかるハエやネズミ、ゴキブリといった、病気の媒介動物の発生を抑えることができる。

食品の栄養分のリサイクル

下水処理システムへの尿尿の流入は炭素制限されている（フード・カーボンは、二酸化炭素として人体から排出され、下水中の窒素及びリンを増加させる）ため、食品廃棄物が増えると炭素も増え、バイオソリッドの生成が進む。下水処理場で生成されるバイオソリッド量が増えれば、栄養分、窒素及びリンの量も増える。これらはシステムによる処理過程でバイオマスと同化し、汚泥として排液から取り除かれる。

下水処理場からのバイオソリッドすなわち下水処理場で処理された汚物が土に撒かれるならば、これは有望なリサイクル法となる。このプロセスは、食品廃棄物の栄養分をリサイクル可能な状態に保持する上で最も有益なものである。

埋立における利点

埋立は、アメリカの全自治体で必要とされている固形廃棄物処理方法である。現在、アメリカの食品廃棄物の41%が埋め立てられている。70%が水分から成る食品廃棄物を「固形廃棄物」処理施設に送ることでコストが発生するが、これは資源ごみ化可能な廃棄物の処理にかかるライフサイクルコストの72%超を占める。また、このことを考慮して設計された埋立地にこういった水分を加えれば、浸出液の量が増える。食品廃棄物から出る浸出液は通常は酸性であり、この浸出液には、埋立以外で生じるものよりも多くの金属が含まれる。この浸出液はその後、土や地下水を浸出液の汚染から守るため、通常は下水処理場に送られ（つまり水は2度も処理場へ送られる）処理されることになる。

食品廃棄物中のほぼすべての栄養分が、埋立により失われてしまう。リサイクルできるのは下水処理場で処理される浸出液のみとなる。埋立において食品廃棄物内の炭素のほぼすべてが、最終的にはメタンに転換される。このことを考慮して設計された埋立地では、メタンの約66%が回収され、燃料として有効に再利用される。しかし、同時にこれは、残り34%のメタンが大気中に逃げているということでもある。メタンガスの温室効果は、二酸化炭素の最大25倍に達するとされる。

また、腐敗しやすい食品廃棄物が通常の固形廃棄物に混じると、収集までの間に集まるハエやネズミ、ゴキブリといった、病気の媒介動物の問題が深刻化することになる。すでにディスポーザーの設置を義務付けている都市では、週2回あった固形廃棄物の収集が、週に1回、あるいは隔週といった頻度にまで減らされている。

コンポスト化に勝る利点

自治体のコンポスト化施設は、埋立ほど一般に広まっていはいない。コンポスト化施設は追加機能システムとみなされており、埋立がいまだ不可欠のものとなっている。70%が水分から成る食品廃棄物をコンポスト化施設に送ることでコストが発生するが、これはコンポスト化の運転にかかるライフサイクルコストの59%超を占める。

大方について、現在利用されている原料の含有水分量は、自治体がコンポスト化に要する水分量を下回っている。このため、食品廃棄物を加えることでコンポスト化のプロセスの質が高まる。定期的に水分の多いこの原料の切り返し作業を行い、プロセスにおいて好気性が保たれるようにすることが必要となる。嫌気下でプロセスが進むと、ひどい臭気が発生し周辺住民のコンポスト化施設反対運動に至る可能性もある。アメリカでも、臭気問題で閉鎖に至ったコンポスト化施設は数多い。このような事情により、コンポスト化施設は通常、生活区域から遠く離れた場所に立地を求めざるをえず、水分の多い食品廃棄物を遠距離移送することを余儀なくされる。

また、コンポスト化によって、食品廃棄物中の栄養分がほとんど失われてしまう。できあがったコンポストは非常に栄養分が乏しく、通常、土の上までわざわざ運んできて撒く価値もないほどのものになる。価値があまりに低いので埋立地の覆いに使っているという国々もある。公営下水処理場ならば、食品廃棄物の処理において、自治体のコスト負担をはるかに軽くでき、栄養分を保ったままリサイクルすることも、大気放出を減らすこともできる。

戸別コンポストシステムの限界

通常の裏庭設置用コンポストシステム（本調査では扱っていない）は、多くの場合、自治体所有のシステムほどには行き届いたメンテナンスがなされない。そのため、嫌気状態が進み、臭気がひどくなる。さらなるメタンが生成・大気放出され、浸出液が地下水へしみだしやすくなる。栄養分が貧しくなり、できあがったコンポストの品質も低くなる。また、この種のコンポストシステムには、病気を引き起こす媒介動物がたかってくる。こういった欠点にもかかわらず、多くの住宅保有者が、コンポスト化こそ食品廃棄物のリサイクルにおいて「理想的」な方法であると考えている。こういった考え方に対して、本調査の情報に基づく添付のファクトシートで反論が呈されている。

廃棄物熱源転換（焼却）の限界

70%が水分から成る食品廃棄物を廃棄物熱源転換（焼却）施設に送ることで発生するコストが、運転にかかるライフサイクルコストの48%超を占める。食品廃棄物中の水分を蒸発させるにはエネルギーが必要となるので、食品廃棄物を焼却しても、得られる正味エネルギーはわずかなものになる。栄養分は再利用されることなく、その多くは酸性ガスや温室効果ガスとして大気放出されてしまう。こういった放出の抑制を考慮して設計したシステムにおいてはスクラバーが必須のものとなっている。この要件が、廃棄物熱源転換システムを最もコスト高なものにしている大きな要因である。各システムが生成する放出物の比較を示した添付のファクトシートを参照されたい。

戸別腐敗システム

戸別腐敗システム（OSS）は、都市ごみ収集システムのない農村部において排水処理に必須のものである。本調査では、前述したように、ディスポーザー併用時に25%のスペース拡大を要するシステムとなる。最新技術によるものでないため、結果的にライフサイクルコストが最も高いシステムとなっている。

しかしながら、ディスポーザー・適切な土壌型・「標準」サイズのシステムを備えたシステムは、寒冷地で10年以上もトラブルなく動いている。戸別システムに関する最新技術とは、有機添加物で、食品廃棄物によって生じる負荷を緩和するというものである。この技術ならば、「標準」サイズのシステムが使用できる。よってシステムのための追加コストもかからず、ディスポーザー＋戸別腐敗システムの併用におけるライフサイクルコストは著しく下がる。Bio-Charge™を用いたIn-Sink-Erator社製ディスポーザーなど、最新技術を用いて構成されたシステムは、戸別腐敗システムのサイズを小さくし、システムのコストを下げられると思われる。

5種の廃棄物管理システムに関するライフサイクルコスト分析
100kg (220.5 ポンド) の食品廃棄物について

廃棄物処理の方法

	(ディスポーザー + 公営処理場)	(都市ごみ収集 + 埋立)	(都市ごみ収集 + コンポスト化)	(都市ごみ収集 + 廃棄物熱源転換 (焼却))	(ディスポーザー + 戸別腐敗システム)
指標					
必要な土地 (平方フィート)	0.003	0.202	0.814	0.020	20.432
ランク	1	3	4	2	5
必要なエネルギー (Btu)	45,744	80,112	143,299	286,433	925,824
(計-取り出し可能な食品廃棄物エネルギー)					
ランク	1	2	3	4	5
必要な材料 (ポンド)	287.4	338.2	89.6	116.1	4881
ランク	3	4	1	2	5
必要な酸素 (ポンド)	25	0	67	95	0
ランク	3	1	4	5	1
ライフサイクル排出量 (ポンド)					
二酸化炭素	97	81	100	140	130
ランク	2	1	3	5	4
メタン	0.00028	5	0.00028	0.00037	15
ランク	1	4	1	3	5
合計温室効果ガス (二酸化炭素+4*メタン) ランク	97	101	100	140	190
ランク	1	3	2	4	5
酸性ガス (ポンド)	0.1	<0.05	0.2	2.9	1.0
窒素酸化物・硫黄酸化物	2	1	3	5	4
水蒸気 (ポンド)	24	24	160	200	0
ランク	3	3	4	5	1
合計大気排出量	120	110	260	343	140
ランク	2	1	4	5	3
必要な水の合計 (ポンド)	2547	83	64	75	3994
ディスポーザー用水 (ポンド)	2273	0	0	0	2273
ランク	4	3	1	2	5
排水及び汚泥	2800	370	370	420	4800
ランク	3	1	1	2	5
固形廃棄物	4.4	6	2.7	1.3	480
ランク	4	3	2	1	5
その他	(汚泥) 340	(残留物) 25	(コンポスト) 39	(灰) 3.3	(汚物) 310
ランク	5	2	3	1	4
ライフサイクルコスト ディスポーザー (発生源分別と便利さのための 住宅所有者のコスト)					
低い場合	\$8.83	0	0	0	\$8.83
高い場合	\$17.45				\$17.45
合計システムコスト					
低い場合	\$9.32	\$13.65	\$16.60	\$20.30	\$58.58
ランク	1	2	3	4	5
高い場合	\$17.94	\$13.65	\$16.60	\$20.30	\$67.20
ランク	3	1	2	4	5
自治体のコスト (家庭負担のコスト以外)	\$0.49	\$13.65	\$16.60	\$20.30	\$67.20
ランク	1	2	3	4	5

『食品廃棄物処理の5システムのライフサイクルコストに関する分析 (LIFE CYCLE ANALYSIS OF FIVE FOOD WASTE MANAGEMENT SYSTEMS)』と題された、5システムについて土地、エネルギー、材料、排出量及びコストを比較する1ページのファクトシートが、上に挿入されている。このファクトシートは、各システムの主要指標を示し、更に各指標について5システムをランク付けするものである。

Carol Diggelman による結論、提言、そして2ページにわたる詳細な比較表が報告書本文から一語違わずコピーされ、参照のために添付されている。118 ページの概要と、571 ページの報告書本文が、請求に応じ入手可能である。

1. 11 ページに示されている通り、概して、環境への総放出量が増えるに従い、総システムコストも増えている (すべて 100kg の食品廃棄物当たりの値である)。計 12 個の厳選された指標 (総土地、総システム材料 [から食品廃棄物及び carrier water を引く]、総システムエネルギー [から食物及び carrier water のエネルギーを引く]、水、総システムコスト、大気排出量、酸化ガス [窒素酸化物及び硫黄酸化物]、温室効果ガス、排水、水に運ばれた不要物、固形廃棄物、食品廃棄物の副産物) 全体でのランク付けにおいて、総システムコストによるランク付けが、信頼性の高い予測材料になっている。
2. 排水システムから環境への総放出量は、自治体廃棄物収集システムからのその約 10 倍に達する。これは主に、ディスポーザーで使用された排水のためである。
3. ディスポーザー+戸別腐敗システムは、農村部にとっては唯一選択可能なシステムであり、多くの指標で1番か2番にランクされている。総ディスポーザー+戸別腐敗システムの多くの部分が、100kg の食品廃棄物によるものとされたので、100kg に起因する土地、材料、エネルギー及び環境への放出は、廃棄物処理の自治体サービスが及ぶ地域での他の4つのシステムよりも、この農村部でのシステムの方が高い値を示した。
4. ディスポーザー+戸別腐敗システムは、5システムの中で、環境への放出量が最も多かった。その多くは、水及び水に運ばれた不要物であり、地下での浸出を最小限しかコントロールできない状態で放出されている。流出した BOD₅ の約半分が吸着床に直接放出されるが、それはバイオマス同化及び吸着床の詰まりに起因する可能性がある。食品廃棄物の炭素がバイオマスに同化するときに排水からアンモニア態窒素をいくらか除去する。しかしながらシステムにおけるアンモニア態窒素の過剰は、化学量論的には地下へと放出されつづけ、植物の根が張る層をくぐりぬけて地下水を汚染する可能性をはらむこととなる。
5. 都市ごみ収集+廃棄物熱源転換 (焼却) は、全体で、またシステムコスト総額面で、2番目に高額なシステムとしてランク付けされた。このシステムで食品廃棄物の焼却を行ってもエネルギーはほとんど取り出せないで、食品廃棄物の持ち込み先をディスポーザー+公営処理場システムにした方が、リサイクルになり奨励されるべきであることが明確にされねばならない。また、金属やガラスといった発熱量をもたない他の資源ごみの行き先を

変えることもまた、奨励されるべきである。

6. ディスポーザー＋公営処理場システムは、全体で、またシステムコスト総額面で、3番目に高額なシステムとしてランク付けされた。コストの大半はディスポーザーによるものであり、住宅所有者の負担となる（食品廃棄物を公営処理場で処理するのにかかるコストは、食品廃棄物 100kg 当たり 0.50 ドルに満たない）。ディスポーザー＋公営処理場の組合せは、最も狭い土地と最も低い総システムエネルギーしか要しないが、食品廃棄物の副産物及び汚泥が最も多く、管理の必要性も最も高い。
7. 排水回収・処理システム、都市ごみ収集システム及び埋立は、基本的な公衆衛生上の理由から、都市部と農村部双方の住人にとって必要なシステムである。ディスポーザーが家庭の排水回収システムに組み込まれるならば、食品廃棄物管理に冗長性が生じ、食品廃棄物の大半をいずれかのシステムで処理できることとなる。ディスポーザー＋公営処理場システム（その中から排水及び／または汚泥が連邦政府及び州の規制に従って農耕土に返され、またその中でメタンが回収され焼却されて電気を生み出す）へ送られる食品廃棄物は、高効率でリサイクルされている。
8. 炭素制限された排水システムに食品廃棄物の炭素を流入させることで有益な結果が生じる。排液から、栄養物（窒素及びリン）が除去ネットでとらえられ、それが炭素と同化してバイオマスとなり、汚泥としてシステムから除去されるからである。
9. 各システムの必要とする土地は、システムの純一次生産量（エリアあるいは入射エネルギーのジュール当たりの、生産されるバイオマスの質量）の第一近似値及び縮小補正值である。純一次生産量への影響がこのプロジェクトの目的範囲から外れているにしても、必要とする土地が最も狭いディスポーザー＋公営処理場システムは、100kg の食品廃棄物からの純一次生産量において最も負荷が低い。排水及び汚泥の中の栄養物からの純一次生産量における増加の可能性と考え併せれば、このシステムは、5システム中最も持続可能なシステムである可能性がある。
10. 都市ごみ収集＋コンポスト化システムは、5システム中最低にランク付けされている。総システム資材及び所要水量、排水量及び水性廃棄物の項目で最も少なかった。食品の栄養分は、コンポスト化システムから土に返される。
11. コンポスト化は、食品廃棄物管理に冗長性を生むことができる選択肢だが、排水回収＋処理、都市ごみ収集＋埋立システムは、いまだ不可欠のものである。
12. 都市ごみ収集＋埋立システムは、デフォルトの食品廃棄物管理システムである。全体で、2番目に低くランク付けされており、コストは最小となる。また、所要水量、排水量、総大気排出量、食品廃棄物の副産物の各項目で低くランクされている。
13. 12 ページに示されているように、都市ごみシステムにおいて、総システムコストの 1/2～3/4 が都市ごみ収集システムに起因する。水分の多く腐敗しやすいごみの捨て先を、ディス

ポーターへと計画的に変えていくことにより、都市ごみが、より乾いた、より長時間の放置に耐えるものになる可能性がある。またごみ収集を毎週行う必要性や収集コストが低減される可能性もある。

14. 都市ごみ収集システムは、ディスポーザーの約 17 倍の土地、約 18%の総材料、88%の総システムエネルギーを要し、高い見積もりの場合約半分、低い見積もりの場合ほぼ同じのコストである。都市ごみ収集システム的环境への総放出量は、専用排水がないため、ディスポーザーの約 18%である。
15. 家庭の配管設備において、非飲料水がごみ（尿尿をトイレに、また食品廃棄物をディスポーザーに）を流すよう設計のし直しがなされていたら、食品廃棄物を自治体の排水処理システムに送ることは、より持続可能性の高い選択となる。

最終提言

1. 食品廃棄物をディスポーザーから公営処理場へ送り処理する方法は、固体廃棄物の処理システムが適正で、メタン焼却によりエネルギーが生成し、排水及び／または汚泥が土へ返される（食品廃棄物が高効率でリサイクルされ、連邦政府及び州の規制にきちんと則って設計されている）場合において、奨励されるべきである。
2. ディスポーザーの計画的な使用が都市ごみ管理システムに与える良影響を、数値化すべきである。なぜなら、腐敗しやすい食品廃棄物を、固体廃棄物から区別して排水管理システムへ送ることにより、都市ごみ収集システムの収集回数（週 1 回）、埋立システム（即日覆土要件）、コンポスト化システム（より厳しい管理要件）の規制が軽減され、また廃棄物熱源転換（焼却）システムへ送られる固体廃棄物が減ったためである。
3. ディスポーザーの使用状況に応じて異なる設計要件を各公営処理場に課す、個別の規制が設けられるべきである。
4. ライフサイクルコストの一覧表を費用効果の高いプロセスにするため、排水及び汚泥量、大気排出量、材料化及び燃料化可能な固体廃棄物という単位係数で一般人が簡単に入手できる形の、正確かつ最新のデータベースにする必要がある。

食品廃棄物管理に用いられる5システムに関する必要な土地、材料、エネルギー及びコストの比較												
(Neg.=無視できる) (NI =情報なし) (NA =該当なし)	デイスポーザー	戸別腐敗システム	デイスポーザー+戸別腐敗システム	公営処理場	公営処理業+デイスポーザー	都市ごみ収集	コンポスト化	コンポスト化+都市ごみ収集	廃棄物熱源転換(焼却)	廃棄物熱源転換(焼却)+都市ごみ収集	埋立	埋立+都市ごみ収集
	表 4.17	表 5.19		表 6.103		表 7.18	表 8.17		表 9.27		表 7.43	
土地 (平方フィート)	ft ² /100kg	ft ² /100kg	ft ² /100kg	ft ² /100kg	ft ² /100kg	ft ² /100kg	ft ² /100kg	ft ² /100kg	ft ² /100kg	ft ² /100kg	ft ² /100kg	ft ² /100kg
	0.0006	20.43	20.43	0.003	0.003	0.01	0.8	0.81	0.01	0.02	0.19	0.20
資材	lb/100kg	lb/100kg	lb/100kg	lb/100kg	lb/100kg	lb/100kg	lb/100kg	lb/100kg	lb/100kg	lb/100kg	lb/100kg	lb/100kg
建設及び埋立材料	0.1	3143.2	3143.3	7.9	8.0	2.7	5.9	8.6	5.0	7.7	243.7	246.4
設備及び車両	0.1	Neg.	0.1	0.1	0.1	0.2	0.4	0.5	0.1	0.3	0.1	0.3
電気	1.4	Neg.	1.4	1.4	2.8	5.4	9.5	14.9	22.1	27.4	0.0	5.4
天然ガス	0.5	Neg.	0.5	0.0	0.5	NI	0.0	0.0	2.4	2.4	0.6	0.6
ディーゼル燃料	0.1	12.9	13	0.1	0.2	1.4	0.2	1.6	1.9	3.3	1.4	2.8
ガソリン	0.7	Neg.	0.7	0.0	0.7	NI	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
デイスポーザー資材	1.5	0	1.5	0.0	1.5	NA	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
水	260.4	3733.4	3993.8	2286.3	2546.7	38.5	25.5	64	36.5	75	44.3	82.8
食品廃棄物	0.0	220.5	220.5	220.5	220.5	0.0	220.5	220.5	220.5	220.5	220.5	220.5
計	264.9	7109.9	7374.8	2516.2	2781.1	48.2	261.9	310.1	288.4	336.6	510.5	558.7
総真水・塩素処理水	264.9	4616.2	4881.1	22.5	287.4	48.2	41.4	89.6	67.9	116.1	290.0	338.2
エネルギー	Btu/100kg	Btu/100kg	Btu/100kg	Btu/100kg	Btu/100kg	Btu/100kg	Btu/100kg	Btu/100kg	Btu/100kg	Btu/100kg	Btu/100kg	Btu/100kg
統合された材料	308	526506	526814	5707	6014	18983	13351	32334	2289	21272	6628	25611
統合されたプロセスの設備及び車両	1477	Neg.	1477	1021	2498	2027	6975	9002	2068	4095	1635	3662
電気	6177	Neg.	6177	6056	12233	23373	41061	64434	99225	122598	NI	23373
天然ガス	13126	Neg.	13126	416	13542	NI	NI	NI	61347	61347	15299	15299
ディーゼル燃料	3717	302149	305866	1659	5376	33856	3549	37405	43108	76963	31877	65733
ガソリン	16780	NI	16780	52	16832	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI
デイスポーザー資材	47197	0.0	47197	0.0	47197	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
水	547	7840	8387	4798	5345	81	43	124	77	158	93	174
計	89329	836495	925824	19708	109037	78320	64979	143299	208113	286433	55531	133851
取り出し可能なFW(食品廃棄物)エネルギー総量*	89329	836495	925824	-43585	45744	78320	64979	143299	208113	286433	1792	80112
コスト(ドル)	\$17.45	\$49.75	\$67.20	\$0.49	\$17.94	\$9.90	\$6.70	\$16.60	\$10.39	\$20.30	\$3.75	\$13.65
取り出し可能な電気** kWh	0	0	0	19	19	0	0	0	0	0	16	16

* 取り出し可能なエネルギー (公営処理場へ) 63293 Btu/100kg FW、同 (埋立へ) 53739 Btu/100kg FW

食品廃棄物管理の高度な5システムに関する取得、使用及び廃棄において発生するライフサイクル排出量の概要

	デイスポージャー	戸別腐敗システム	デイスポージャー + 戸別腐敗システム	公営 処理場	公営処理業 + デイスポージャー	都市 ごみ収集	コンポスト 化	コンポスト化 + 都市 ごみ収集	廃棄物熱 源転換 (焼却)	廃棄物熱源転換 (焼却) + 都市ご み収集	埋立	埋立 + 都市ごみ収 集
	lb/100kg	lb/100kg	lb/100kg	lb/100kg	lb/100kg	lb/100kg	lb/100kg	lb/100kg	lb/100kg	lb/100kg	lb/100kg	lb/100kg
大気排出量												
粒子状物質	2.8e-02	2.4e-1	2.7e-01	1.8e-03	3.0e-02	1.6e-02	1.4e-02	3.0e-02	9.4e-03	2.5e-02	-1.2e-02	3.8e-03
窒素酸化物	4.5e-02	6.2e-01	6.6e-01	5.1e-02	5.0e-02	6.6e-02	3.6e-02	1.0e-01	2.8e+00	2.8e+00	7.8e-03	7.4e-02
炭化水素 (非メタン)	4.7e-02	2.1e-01	2.5e-01	2.6e-03	4.9e-02	2.7e-02	1.5e-02	4.3e-02	1.1e-01	1.4e-01	1.8e-01	2.1e-01
硫黄酸化物	6.4e-02	2.9e-01	3.6e-01	5.7e-03	7.0e-02	5.9e-02	6.1e-02	1.2e-01	1.9e-02	7.8e-02	-8.9e-02	-3.0e-02
一酸化炭素	1.3e-01	4.9e-01	6.2e-01	5.8e-03	1.4e-01	5.5e-02	3.1e-02	8.6e-02	6.5e-02	1.2e-01	3.3e-02	8.8e-02
二酸化炭素	1.4e+01	1.1e+02	1.3e+02	8.4e+01	9.7e+01	9.6e+00	9.4e+01	1.0e+02	1.3e+02	1.4e+02	7.1e+01	8.1e+01
アルデヒド類	1.6e-04	1.1e-02	1.1e-02	5.4e-05	2.1e-03	1.2e-03	1.3e-04	1.3e-03	1.5e-03	2.7e-03	1.1e-03	2.3e-03
他の有機物	2.1e-02	2.1e-01	2.3e-01	1.1e-03	2.2e-02	2.3e-02	2.5e-03	2.6e-02	3.0e-02	5.4e-02	2.2e-02	4.5e-02
アンモニア	4.7e-06	6.9e-05	7.4e-05	3.9e-07	5.1e-06	8.0e-06	1.3e-06	9.3e-06	1.0e-05	1.8e-05	6.5e-06	1.5e-05
鉛	3.5e-06	2.0e-08	3.5e-06	1.1e-08	3.5e-06	2.3e-09	3.5e-10	2.6e-09	2.9e-09	5.1e-09	1.8e-09	4.1e-09
メタン	2.5e-04	1.5e+01	1.5e+01	2.9e-05	2.8e-04	1.5e-04	1.3e-04	2.8e-04	2.2e-04	3.7e-04	5.0e+00	5.0e+00
クロシン	1.0e-06	2.5e-07	1.3e-06	1.3e-07	1.2e-06	1.1e-06	1.9e-06	3.1e-06	7.4e-08	1.2e-06	-4.1e-06	-2.9e-06
塩化水素	1.4e-07	2.1e-05	2.3e-06	1.2e-08	1.5e-07	2.5e-07	3.8e-08	2.8e-07	3.1e-07	5.6e-07	2.0e-07	4.5e-07
水蒸気-真水	0.0e+00	0.0e+00	0.0e+00	2.4e+01	2.4e+01	0.0e+00	1.6e+02	1.6e+02	2.0e+02	2.0e+02	2.4e+01	2.4e+01
総大気排出量	1.4e+01	1.3e+02	1.4e+02	1.1e+02	1.2e+02	9.9e+00	2.6e+02	2.7e+02	3.4e+02	3.5e+02	1.0e+02	1.1e+02
塩水・塩素処理水	1.6e+00	4.7e+02	4.8e+02	2.8e+00	4.4e+00	9.7e-01	1.7e+00	2.7e+00	3.4e-01	1.3e+00	5.0e+00	6.0e+00
* その他	0.0e+00	3.1e+02	3.1e+02	3.4e+02	3.4e+02	0.0e+00	3.9e+01	3.9e+1	3.3e+00	3.3e+00	2.5e+01	2.5e+01
排水及び汚泥量												
水	2.6e+02	3.6e+03	3.8e+03	2.1e+03	2.3e+03	3.9e+01	2.1e+01	5.9e+01	2.9e+01	6.7e+01	1.9e+02	2.3e+02
酸	1.0e-09	6.6e-02	6.6e-02	6.6e-02	6.6e-02	1.7e-09	2.7e-10	2.0e-09	2.2e-09	4.0e-09	1.4e-09	3.2e-09
金属イオン	2.1e-05	3.2e-04	3.4e-04	1.8e-06	2.3e-05	3.7e-05	5.8e-06	4.3e-05	4.7e-05	8.4e-05	3.0e-05	6.7e-05
溶解物質	1.3e-02	1.8e-01	1.9e-01	2.5e+00	2.5e+00	2.1e-02	3.4e-03	2.4e-02	2.7e-02	4.8e-02	1.8e-02	3.9e-02
浮遊物質	7.1e-03	1.2e-01	1.2e-01	2.0e-01	2.1e-01	1.2e-03	1.3e-03	2.4e-03	3.8e-04	1.5e-03	2.5e-02	2.7e-02
BOD (生物化学的酸素要求量)	1.1e-03	3.5e-03	4.6e-03	1.3e-04	1.2e-03	4.5e-03	3.9e-04	4.9e-03	3.2e-05	4.5e-03	1.3e-02	1.8e-02
COD (化学的酸素要求量)	4.0e-03	8.7e-04	4.8e-03	1.3e-05	4.0e-03	1.3e-04	1.1e-04	2.4e-04	1.3e-04	2.6e-04	2.5e-02	2.5e-02
フェノール	7.0e-08	1.0e-06	1.1e-06	5.8e-09	7.6e-08	1.2e-07	1.9e-08	1.4e-07	1.5e-07	2.7e-07	9.7e-08	2.2e-07
油	1.4e-03	2.5e-03	3.9e-03	3.3e-05	1.5e-03	3.1e-04	1.8e-04	4.8e-04	4.6e-04	7.7e-04	4.2e-04	7.3e-04
硫酸	2.4e-03	5.5e-04	3.0e-03	3.1e-04	2.7e-03	2.6e-03	4.6e-03	7.2e-03	1.7e-04	2.8e-03	-9.6e-03	-6.9e-03
イオン	6.1e-04	1.4e-04	7.5e-04	7.6e-05	6.8e-04	6.6e-04	1.1e-03	1.8e-03	4.3e-05	7.0e-04	1.0e-02	1.1e-02
アンモニア+三酸化窒素	1.7e-06	2.5e-05	2.7e-05	1.4e-07	1.8e-06	2.9e-06	4.5e-07	3.3e-06	3.7e-06	6.5e-06	2.5e-03	2.5e-03
クロム	4.1e-09	6.0e-08	6.5e-08	3.4e-10	4.4e-09	7.0e-09	1.1e-09	8.1e-09	8.9e-09	1.6e-08	5.7e-09	1.3e-08
鉛	1.8e-09	2.7e-08	2.8e-08	1.5e-10	2.0e-09	3.1e-09	4.8e-10	3.6e-09	3.9e-09	7.0e-09	2.5e-09	5.6e-09
亜鉛	2.7e-08	3.9e-07	4.2e-07	2.2e-09	2.9e-08	4.5e-08	7.1e-09	5.2e-08	5.7e-08	1.0e-07	3.7e-08	8.2e-08
総排水量	3.0e-02	1.3e+01	1.3e+01	2.8e+00	2.8e+00	3.0e-02	1.1e-02	4.1e-02	2.8e-02	5.9e-02	8.5e-02	1.2e-01
合計	2.8e+02	4.5e+03	4.8e+03	2.5e+03	2.8e+03	4.9e+01	3.2e+02	3.7e+02	3.7e+02	4.2e+02	3.2e+02	3.7e+02