

◆特集：新しい時代に向けた下水道技術◆

デスポーザー導入時の環境評価に関する試算事例

吉田綾子* 山縣弘樹**

1. はじめに

家庭での厨芥処理にデスポーザーを利用した場合、厨芥は各家庭の台所（流し台）で粉碎、配水管に掃流され、生活排水と同様に水処理されることとなる。つまり、デスポーザーの利用により、家庭内で厨芥を保管する必要がなく衛生的であるばかりか、ごみ収集場の環境問題やごみ出しの労力が軽減されるなど、これまで家庭系厨芥が抱えていた諸問題が解決できる可能性がある。さらに、デスポーザーの導入を生ごみリサイクルの視点から捉えると、台所に設置したデスポーザーで厨芥を粉碎、既存の下水管渠で収集し、下水処理場でメタンガスや有機肥料として回収することにより、有機性廃棄物の有効利用に寄与できると考えられる。

しかし、我が国では、デスポーザーの導入による下水道施設への過剰負荷が懸念され、多くの自治体でデスポーザーの設置は、制限あるいは自粛要請されている。そのため、デスポーザー導入により増加する負荷量、地域の下水道およびごみ処理システムへの影響評価は十分なされていないのが現状であった。そこで、国土交通省では、北海道歌登町をモデルケースとして、デスポーザーの導入が下水道システムおよびごみ処理システムに与える影響を評価するとともに、地域全体の環境、経済等の総合的な評価を行う社会実験¹⁾に取り組んできた。

本稿は、デスポーザー導入時の環境への影響として、ごみの発生量の減少に着目し、デスポーザー導入後の厨芥減少量を北海道歌登町での調査結果から提示するとともに、下水道に流入するデスポーザー排水による汚濁負荷量の推定を行った。さらに、地域全体での環境への影響については、家庭、下水道システムおよびごみ処理システムを対象にCO₂排出量、エネルギー消費量（LC-CO₂およびLCE）から評価するLCA（ライフサイク

ルアセスメント）の手法を用いて評価した。なお、LCAの評価については、人口17万人の仮想都市A市をモデル都市に設定し試算した。

2. デスポーザー排水の負荷量原単位に関する調査

2.1 北海道歌登町の概要

北海道枝幸郡歌登町は、旭川より約150km北方のオホーツク海寄りの北緯45°に位置し、人口は約2,500人である。下水道の処理区域内の人口は約2,000人、下水道処理人口普及率は約80%である。下水の排除方式は雨水管と汚水管が分かれている分流式であるため、雨天時に粉碎された厨芥が公共用水域へ流出し、水質汚濁を招く恐れはない。デスポーザーは、平成12年度から町営団地を中心に段階的に設置され、平成14年度末のデスポーザー設置世帯は301戸（639人）、デスポーザー普及率は36%（/人）である。

ごみ処理システムについて、歌登町では町内で収集された可燃ごみを周辺町村と共同で焼却処理する広域処理（組合）を利用している。この広域のごみ処理組合では、生ごみ等の有機系廃棄物の有効利用を目指し、下水汚泥、し尿、生ごみをメタン発酵とコンポスト製造を組み合わせ再生処理する汚泥再生処理施設を完成させ、現在運転を開始している。

2.2 デスポーザー導入後の厨芥量の変化

デスポーザー導入後の厨芥発生量の変化について把握するために、デスポーザー設置地区のごみ集積場にてごみ量およびごみ質調査を実施した。調査は、デスポーザーを設置している集合住宅（町営団地：A、B、C地区）、デスポーザー未設置の一般住宅（一戸建て：D地区）で行った。地区概要を表-1に示す。

厨芥は、平成14年3月までは可燃ごみとして毎週火曜日と金曜日の2回、収集されていたため、調査では1週間（2回）分の可燃ごみを全量回収し重量を測定後、10kg分取し、混入している厨芥を分別して重量を測定した。平成15年度からは、

Study on Influence on Environment by Food Waste Disposer
Introduction

表-1 調査地区概要

調査地区	地区の特性	デスポーザー 設置時期	ごみステーション 利用者数 (世帯数)	平均世帯人数	単身世帯数
A地区 (若葉団地)	町営団地	平成11年 8月	79人 (35戸)	2.3人	13戸 (37%)
B地区 (光南団地)	町営団地	平成12年10月	118人 (63戸)	1.9人	30戸 (48%)
C地区 (新栄団地)	町営団地	平成13年 8月	112人 (58戸)	1.9人	20戸 (34.5%)
D-1地区	一般住宅	未設置	18人 (9戸)	2.0人	4戸 (44%)
D-2地区	一般住宅	未設置	22人 (10戸)	2.2人	4戸 (40%)
D-3地区	一般住宅	未設置	20人 (8戸)	2.2人	1戸 (11%)

注1) 人数および世帯数の調査は、A, B地区は2003年10月、C地区は2003年7月に行った。

注2) ごみステーションとは、各家庭がごみを決められた曜日に持ち込む場所のこと。

2.1で述べたように、厨芥は汚泥再生処理センターで処理することとなったため、厨芥を可燃ごみと分別して収集する「生ごみの分別収集」が開始された。そこで、調査では、分別収集された厨芥(以下、分別生ごみ)量と可燃ごみ中の厨芥量をそれぞれ測定することとした。

平成12年7月～平成16年1月の各地区のごみ集積場に排出された厨芥量をデスポーザー設置前、デスポーザー設置後(厨芥の分別収集開始前後)で比較した結果、デスポーザー導入後、厨芥発生量は、半量程度に減少していることがわかった。

厨芥の分別収集では、専用のごみ袋に厨芥を分けて保存、廃棄しなければならず、従来のごみ処

理に比べ家庭内での手間がかかると予想されるが、厨芥分別収集の開始後厨芥量に減少はみられず、生ごみの分別収集によるデスポーザー使用頻度への影響は、現段階では明らかにできなかった(図-1)。

つぎに、平成12年7月～平成16年1月までの計30回の調査結果を表-2に整理した。可燃ごみの原単位についてみると、集合住宅のA, B, C地区と戸建て住宅のD地区では200g程度の差があるものの、デスポーザー設置前の可燃ごみ量の原単位をB, C地区とD地区の平均(加重平均)から求めると486g/人・日であった。デスポーザー設置前の厨芥量の原単位についても可燃ごみと同様にB, C地区とD地区の平均(加重平均)から算出すると228g/人・日であった。

デスポーザーに投入される厨芥量は、厨芥の分別収集開始前後で厨芥減少量に特定の傾向がみられなかったため、平成12年7月～平成16年1月までの計30回の調査結果をまとめて評価した。その結果、デスポーザー設置前の厨芥量(B, C地区の平均値220g)と設置後の厨芥量(A, B, C地区の平均値121g)から、デスポーザーに投

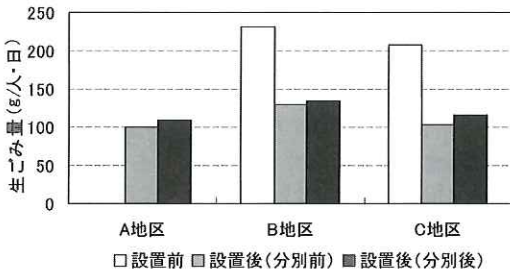


図-1 デスポーザー設置前後での生ごみ量の変化

表-2 ごみ量調査結果 (可燃ごみ量および生ごみ量)

調査地区	ごみステーション 利用者数 (人)	可燃ごみ量 (g/人・日)	生ごみ混合率 (%)	生ごみ含水率 (%)	生ごみ量 (g/人・日)
A	79	354	31	74	109
B	118	442 [524]	30 [44]	72 [72]	134 [231]
C	112	401 [379]	29 [55]	73 [77]	116 [208]
平均	-	404 [453]	30 [49]	73 [74]	121 [220]
D-1	18	596	37	75	218
D-2	22	652	37	69	242
D-3	20	713	47	66	335
平均	-	655	40	70	266

注) [] 内は、デスポーザー設置前の数値を示す。

D地区の可燃ごみ量は分別生ごみを加えた値である。

表-3 歌登町におけるデスポーザー排水の水質転換率 (g/生ごみ100g)

水質項目	SS	TS	IL [※]	BOD	DBOD	COD _{Mn}	DCOD _{Mn}	TN	DTN	TP	DTP	Cl ⁻	n-Hex
歌登町	8.23	14.6	89.9	11.3	5.7	5.47	2.24	0.73	0.23	0.11	0.08	0.33	1.75
A (標準生ごみ) ^{※※}	15.0	-	-	11.4	-	10.2	-	0.52	-	0.10	-	-	1.59
B (家庭生ごみ) ^{※※}	8.10	-	-	9.2	-	5.7	-	0.51	-	0.08	-	-	1.20

注) ※ TSに対する強熱減量の割合 (%) を示した。

※※竹崎義則・清水康利・稲森悠平・山海敏弘、デスポーザー排水の原単位設定、廃棄物学会誌、21 (5) : 312-321 (2001)

表-4 歌登町におけるデスポーザー排水による負荷量増加率の推定 (g/人・日)

水質項目	SS	BOD	COD _{Mn}	TN	TP	Cl ⁻	n-Hex
デスポーザー排水	8.1	11.2	5.4	0.7	0.1	0.3	1.7
実測負荷量 (2000年6月歌登町)	34.0	42.0	31.0	12.5	1.2	25.8	3.7
負荷量の増加率 (%)	24	27	17	6	9	1	47
流総指針 [※]	45.0	58.0	27.0	11.0	1.3	-	-
負荷量の増加率 (%)	18	19	20	7	8	-	-

注) 歌登町におけるデスポーザー投入生ごみ量を99gとして増加負荷量を算出した。

実測負荷量は、歌登町下水処理場流入水のコンポジットサンプルの水質データである。

なお、この時のデスポーザー普及率は、4.5% (人) であった。

※ (社) 日本下水道協会、第3章汚濁負荷量と汚濁解析、下水道施設計画・設計指針と解説 平成11年度版 : 31-33 (1999)

入される厨芥量は99g/人・日と算出された (表-2)。さらに、デスポーザー設置により減少する厨芥の種類を把握するため、デスポーザー設置前後 (厨芥の分別収集開始以前) で可燃ごみに混入している厨芥の種類を調べた結果、野菜類と果実類が大幅に減少していることがわかり、主にこの2種類がデスポーザーによって処理されていることが示唆された。

2.3 デスポーザー排水の水質調査

歌登町におけるデスポーザー使用に係わる汚濁負荷原単位を推定するために、デスポーザー排水の水質分析を行った。デスポーザー排水は、町内のデスポーザー設置済み世帯に協力を依頼し、デスポーザー投入予定の厨芥を回収、人工的に作成した。

デスポーザー排水の水質について、厨芥100g当たりの負荷量に換算した結果、SS、COD_{Mn}について歌登町で回収した厨芥は標準的な厨芥 (標準生ごみ) より低かったが、BOD、TN、TP、n-Hexについては、同等かやや高い値を示した (表-3)。本調査で回収された厨芥には魚の内臓や皮などの調理残渣が比較的多く含まれており、高BOD、高TNの要因の一つと考えられた。つぎに、2.2で推定されたデスポーザーに投入される厨芥量原単位 (99g/人・日) から増加する負荷量を算出した結果、処理場への流入負荷はSS、BOD、COD_{Mn}は2~3割、TN、TPは1割程度増加する

可能性が示唆された (表-4)。

3. デスポーザー導入による環境影響等の総合評価に関する研究

モデル都市A市 (標準活性汚泥法、人口17万人) において、デスポーザー導入による下水道システム、ごみ処理システム、家庭への影響をLC-CO₂およびLCEにより総合的に評価する手法 (ライフサイクルアセスメント) を用いて検討した。図-2に対象システムおよび影響範囲を示す。

検討対象年次は、モデル都市A市での下水道全体計画年次 (平成25年) とし下水道の処理水量、流入水質も計画年次の計画値を用いた。

厨芥量の原単位は、平成12年度の実測値から算出し、デスポーザー投入厨芥量は、歌登町にて推定した99g/人・日とした。

家庭での環境負荷量について、デスポーザーの導入による1人1日当りの使用水量および電力消費量については、歌登町の調査よりそれぞれ0.7ℓ/人・日、0.001KWh/人・日とした²⁾。

各段階・プロセスにおける収支 (素材、電力使用量、燃料使用量) における環境負荷量 (CO₂排出量、エネルギー消費量) 原単位は、文献値^{3)~8)}を用いた。

デスポーザー普及なし、普及率50%、普及率100%のケース毎にケーススタディーで対象とした影響項目を計算した結果を表-5に示す。

表-5 デイスポーター導入による環境負荷量 (LC-CO₂、LCE) の変化

		CO ₂ (t-CO ₂ /年)			エネルギー (GJ/年)		
		普及なし	普及50%	普及100%	普及なし	普及50%	普及100%
使用者	上水使用	0	43	86	0	659	1,317
	電力使用	0	16	33	0	358	715
	小計	0	60	119	0	1,016	2,033
下水道	管渠建設	648	648	648	8,356	8,356	8,356
	管渠清掃	2	2	2	30	30	30
	処理場建設	1885	1885	1885	21862	21862	21862
	処理場電力	8,798	8,871	8,978	192,029	193,605	195,941
	塩素剤	104	104	104	1,528	1,529	1,530
	高分子凝集剤	612	621	629	9,586	9,712	9,839
	重油	582	582	582	10,586	10,586	10,586
	処理及び焼却炉メタン	804	804	805	0	0	0
	焼却炉亜酸化窒素	6,928	7,019	7,110	0	0	0
	消化ガス発電回収	-2,472	-2,623	-2,774	-53,954	-57,248	-60,542
	小計	17,892	17,913	17,969	190,024	188,433	187,602
	ごみ処理	ごみ収集	274	272	270	4,036	4,011
ごみ焼却施設建設		538	538	538	8,964	8,964	8,964
ごみ焼却炉電力		2,242	2,230	2,218	48,942	48,672	48,403
助燃料 (重油)		459	459	459	6,658	6,658	6,658
上水		84	83	82	1,278	1,261	1,244
ごみ発電回収		-7,822	-7,719	-7,616	-170,729	-168,474	-166,219
焼却炉メタン		0	0	0	0	0	0
焼却炉亜酸化窒素		1,097	1,051	1,004	0	0	0
最終処分場		1,724	1,698	1,673	20,853	20,546	20,239
小計		-1,405	-1,388	-1,372	-79,998	-78,362	-76,726
合計		16,487	16,584	16,716	110,026	111,087	112,909

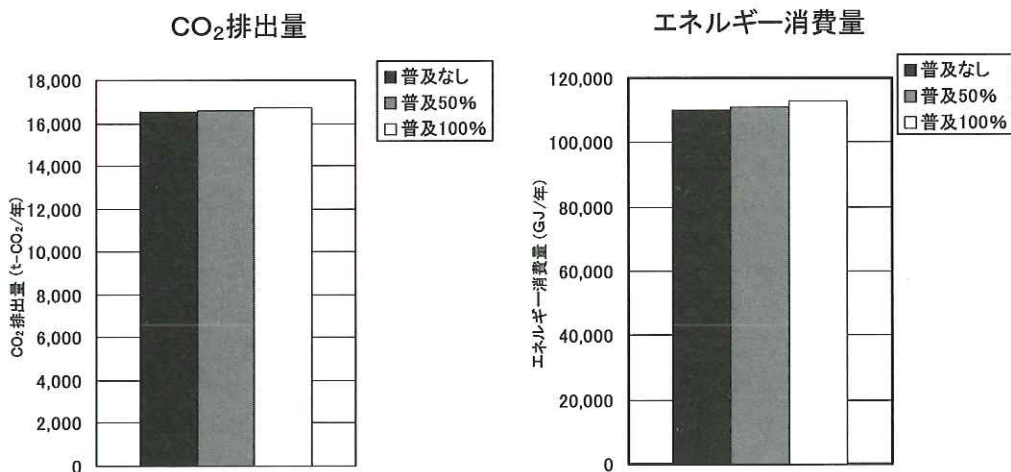


図-3 デイスポーター導入による環境負荷量 (LC-CO₂、LCE) の変化

3) デイスポーターの導入により下水処理場の汚泥の嫌気性消化によるエネルギー回収量が増加するものの、下水処理場の電力および汚泥

焼却時の亜酸化窒素排出量は増加し、ごみ処理システムではごみの発電量が減少するため、CO₂ベースでの環境負荷は若干増加する結果

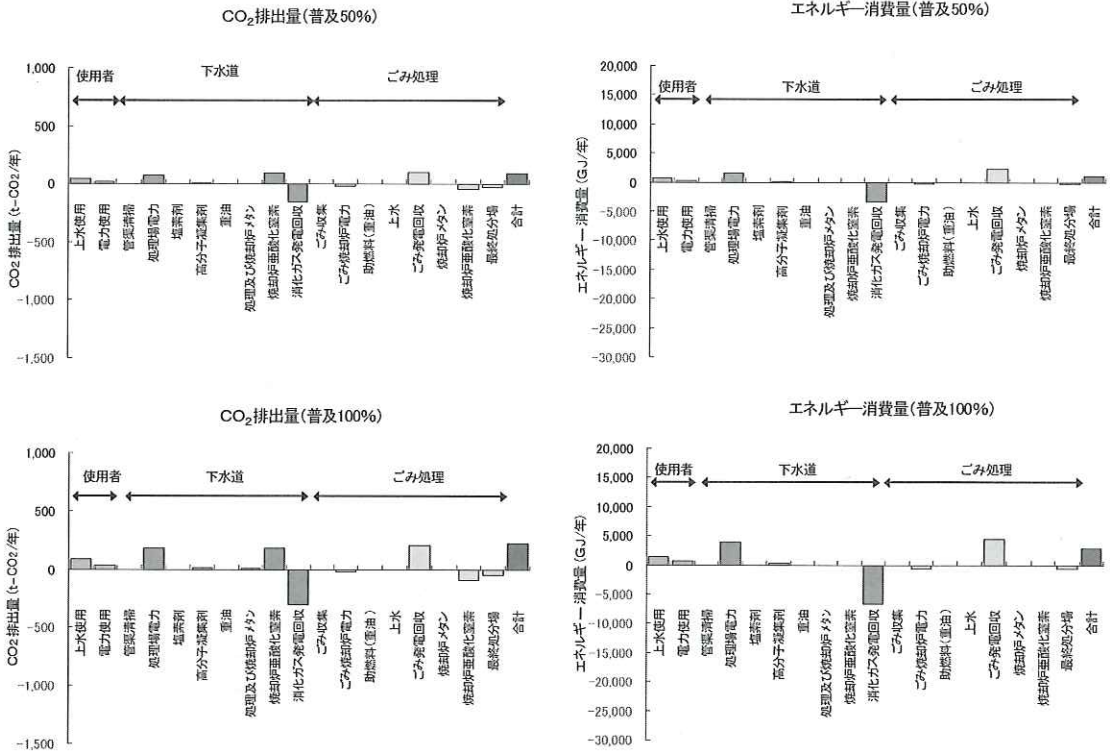


図-4 ディスポーザー導入による環境負荷量 (LC-CO₂, LCE) の変化 (内訳)

- になった。
- 4) 家庭でのディスポーザー使用時の電力・上水使用増加、下水汚泥高分子凝集剤の増加、ごみ収集車の走行距離減少、最終処分場の残余年数の延長にともなう環境負荷の減少は、相対的に小さかった。
 - 5) ディスポーザー導入に伴う環境負荷を削減するためには、下水道システムにおける処理場電力、汚泥焼却時のN₂O排出量の抑制、嫌気性消化によるエネルギー回収の促進が重要であると考えられた。

参考文献

- 1) 建設省都市局下水道部下水道企画課、建設省土木研究所下水道部、北海道建設部公園下水道課、歌登町水道課、歌登町下水道ディスポーザー社会実験について、平成12年7月10日記者発表資料
- 2) 吉田綾子、山縣弘樹、斎野幸幸、森田弘昭：北海道歌登町におけるディスポーザー排水の負荷原単位に関する調査、下水道協会誌、Vol.501, No.41, pp.134-146, 2004
- 3) 山縣弘樹、吉田綾子、高橋正宏、森田弘昭、LCAを用いたディスポーザー導入の影響評価に関する考察、下水道協会誌、投稿中

- 4) 土木研究所、日本下水道事業団、(社)日本下水道施設業協会、(社)全国上下水道コンサルタント協会：下水道システムのLCAに用いる原単位算出手法に関する研究、2000
- 5) 山縣弘樹、吉田綾子、高橋正宏、森田弘昭：北海道歌登町における下水管渠清掃時の環境負荷量に関する研究、下水道協会誌、投稿中
- 6) 井村秀文編著：建設のLCA、オーム社、2001
- 7) 環境省：温室効果ガス排出算定に関する検討結果、平成14年8月
- 8) (社)日本建築学会：建物のLCA指針(案)、平成10年11月

吉田綾子*



国土技術政策総合研究所
下水道研究部下水道研究
室研究官
Ayako YOSHIDA

山縣弘樹**



国土技術政策総合研究所
下水道研究部下水処理研
究室研究官
Hiroki YAMAGATA