

3. ディスポーザー対応型下水道の技術評価に関する研究

下水道研究室 室長 藤生 和也
 研究官 吉田 綾子
 研究官 行方 馨

1 はじめに

直投型ディスポーザー（以下、ディスポーザー）の導入は、厨芥を効率的に回収し、既存の下水道システムで水処理する新たな厨芥の処理方法の一つと考えられる。しかし、直投型ディスポーザーを設置した場合、これまでの生活排水に厨芥が混入することとなるため、下水処理場への負荷増大、下水管渠内の堆積物の増加など排水を受け入れる下水道システムへの影響が懸念される。国土交通省では、このディスポーザーの導入による影響評価について北海道枝幸郡歌登町をモデル地域とした「ディスポーザー導入社会実験」を平成 12 年度から平成 15 年度の 4 年間実施してきた。この社会実験では、ディスポーザー導入による下水道システムやごみ処理システムへの影響を現地にて調査検討するとともに、地域全体の経済、環境への影響を費用効果分析、LCA 等を用いて総合的に評価する手法の確立に取り組んでいる。本研究では、この社会実験で得られた知見を整理し、さらに、ディスポーザー対応型の下水道施設の在り方を検討することを目的に、ディスポーザー排水の流入による下水道施設および維持管理方法への影響評価を行った。

平成 16 年度は、社会実験の追加調査として、歌登町内のホテル厨房におけるディスポーザー排水の汚濁負荷原単位に関する調査、2) 管渠内堆積物の性状調査、3) 管渠内の硫化水素発生に関する調査を実施した。なお、2) 3) については、歌登町以外の地域も対象とし調査を行っている。

2 ホテル厨房からのディスポーザー排水の汚濁負荷原単位に関する調査

歌登町には、市街から 7km 離れた地区に温泉付きホテルがあり、このホテル厨房では、平成 11 年度からディスポーザーの設置はなされていたが、ディスポーザー処理には手間が掛かるとしてこれまでほとんど使用されていなかった。しかし、平成 15 年度より厨芥を可燃ごみから分別して回収する厨芥の分別収集（広域のごみ処理システムでは、平成 15 年度より厨芥は汚泥再生処理センターで資源化されることとなったため）が開始されることが決まったことから、厨芥の分別廃棄の代替としてディスポーザーを使用したいという要望が上がった。厨芥の分別収集では、厨芥の回収に生分解性の専用ビニル袋を使うことが義務づけられており、生分解性のビニル袋は、通常のビニル袋より破れやすく価格が割高であるため、大量に厨芥を廃棄するホテル厨房では、作業効率、コスト面での負担が大きいと予想されたためである。この様な状況から、平成 15 年 4 月よりディスポーザーを厨房での厨芥処理方法として本格的に使用する試みが始まった。なお、設置されているディスポーザーは、業務用ディスポーザー（SS100-441HP 100V50-60Hz）である。

そこで、平成 16 年度はホテル厨房におけるディスポーザー排水の汚濁負荷原単位を把握するために、ディスポーザー投入厨芥量およびディスポーザー排水の水質転換率に関する調査を実施した。

【ディスポーザー投入厨芥量】

ディスポーザー投入厨芥量を把握するために、(1) 厨房の職員を対象としたアンケート調査、(2) 厨房のごみ量・ごみ質調査を実施した。アンケート調査では、ディスポーザー使用時刻、投入厨芥量、分別生ごみ廃棄量を 1 週間記録して頂いた。ごみ量・ごみ質調査では、ディスポーザー投入厨芥量、分別生ごみ、可燃ごみに含まれる厨芥量を実測している。(1) (2) の調査結果とレストラン利用者人数およびホテル宿泊者人数から算出した観光人口、食事回数を用いて、グリーンパークホテルにおける 1 食あたりのディスポーザー投入厨芥量を推定した。

(1) ディスポーザー使用状況に関するアンケート調査

事前調査として、ディスポーザー使用状況について厨房職員より聞き取り調査を行った結果、厨房では調理中にはディスポーザーを使用せず、厨芥を一時シンク内に溜め作業の少ない時間帯にまとめてディスポーザーで処理していることがわかった。そこで、アンケート調査では、ディスポーザー使用開始前にシンク容量の「何割程度まで厨芥が溜まっていたか」を厨房職員に記入してもらい、アンケート回収後、シンクの容量および厨芥のみかけ比重から、投入厨芥量に換算した。厨芥の重量換算は、シンクの大きさ(72L)38cm×70cm×27cm、厨芥のみかけ比重は文献値*から、0.55とし換算した。(シンク1杯の場合、39.6kgと換算)

ディスポーザー投入厨芥量は、平成15年8月は66.1kg/日(16kg/回)、平成16年8月は52kg/日(13.5kg/回)であった。また、利用者数が少ない1月は30.4kg/日(9.0kg/回)であった。なお、ディスポーザーを使用しているにも関わらず、毎日分別厨芥の袋(1.5L容)に1~2袋の厨芥が排出されていることが確認された。

ディスポーザーの使用時刻は、いずれの調査でも午前中：9時~10時、午後：14時~15時、夜：20時~21時であり、使用回数は4回程度であることがわかった。

※矢込堅太郎・大野茂・武藤暢夫・上野武・久保哲治郎、粉碎厨芥の処理(I)、水道協会雑誌、339：82-89(1962)

(2) 厨房のごみ量・ごみ質調査

アンケート調査の結果から、厨房ではディスポーザー使用時にも「分別生ごみ」として厨芥が廃棄されていることが確認されており、厨房から廃棄される厨芥は、ディスポーザーに投入される厨芥、分別生ごみとして廃棄される厨芥、可燃ごみに混入している厨芥の3種類あると考えられる。そこで、本調査では、「ディスポーザー投入厨芥」、「分別生ごみ」、「可燃ごみ混入厨芥」を1週間毎日回収し、重量を測定した。調査は、平成16年11月~平成17年1月までに3回それぞれ1週間実施した。調査結果を表1に示す。

表1 ホテル厨房におけるごみ量・ごみ質調査結果

調査項目		H16年11月	H16年12月	H17年1月	平均
可燃ごみ量		9.8	9.1	7.7	8.8
厨芥量		38.8	30.3	17.8	29.0
可燃ごみ混入厨芥量		0.6	0.6	0.5	0.6
分別生ごみ量		2.8	0.7	0.4	1.3
D P 投入 厨 芥 量	朝	9.4	9.3	7.0	8.6
	昼	15.7	6.2	5.0	9.0
	夜	10.3	13.5	5.2	9.7
	1日	35.4	29.0	17.2	27.2
	投入率	(%)	90.3	94.6	95.9

ディスポーザー投入厨芥量は、11月は16.0~65.9kg/日(平均35.4kg/日)、12月は11.2~58.2kg/日(平均29.0kg/日)、1月は11~37kg/日(平均17.2kg/日)であり、全3回調査の平均27.2kg/日であった。さらに、ディスポーザーへの投入率は、11月は平均90.3%、12月94.5%、1月95.9%であり、平均94%と高い値であった。

(3) ディスポーザー投入厨芥量と食事数との関係

事業所厨房で発生する厨芥は、一般家庭で発生する厨芥と質・量ともに異なると考えられる。また、ホテル内の厨房での厨芥発生量は、顧客数の季節変動による影響が多いことが予想される。一般に、事業系厨芥の原単位は、従業者数や延べ床面積あたりの厨芥量で整理されているが、ここでは、提供される食事数1食あたりの厨芥量を求めることとした。

平成 15 年度の日平均観光人口は 79 人/日（宿泊：41 人/日、日帰り：37 人/日）、食事数は 119 食/日であった。また、月別の観光人口をみると、7～8 月の観光人口は 130 人/日程度、食事数は 180 食/日以上であり、8 月は 132 人/日、199 食/日と最も多かった。一方、冬場の観光人口は少なく、1～4 月は 50 人/日以下、食事数は 80 食以下であった。

アンケート調査における 1 食あたりのディスポーザー投入厨芥量について、調査期間中の平均値を表 2 に示す。観光人口の多い 8 月では 1 日 80～90kg の厨芥がディスポーザーに投入され、1 食あたりの原単位では約 400～600g/食と推定された。また、観光人口の少ない 1 月の場合、ディスポーザー投入厨芥量は 41kg と 8 月の半量程度であるが、1 食あたりの原単位では 1,394g/食と試算され、食事数（観光人口）の少ない場合、1 食あたりの原単位は多くなる傾向がみられた。

表 2 ディスポーザー投入厨芥量の原単位（アンケート調査）

調査時期	観光人口 (人数)	食事 (回数)	ディスポーザー投入厨芥量	
			(kg/日)	(g/食)
H15年8月	140	224	88.1	393
H16年8月	79	131	79.7	610
H17年1月	12	29	41.0	1,394

ごみ量・ごみ質調査における 1 日あたりの観光人口、食事数、1 食あたりのディスポーザー投入厨芥量について、調査期間中の平均値を表 3 に示す。11 月と 1 月では観光人口が 2.5 倍程度異なるものの、ディスポーザー投入厨芥量はいずれも 36kg と同量であった。また、アンケート調査結果と同様、観光人口の少ない場合 1 食あたりの原単位は多くなる傾向がみられ、観光人口 1 日 10 人以下であった 1 月のディスポーザー投入厨芥量は約 1,200g/食と 350～450g 程度であった 11 月、12 月に比べて高い値を示した。平成 15 年度の日平均観光人口 79 人に最も近い 11 月の調査結果では、ディスポーザー投入厨芥量は 35.6kg/日、1 食あたりのディスポーザー投入厨芥量は 338g/人・日であった。

表 3 ディスポーザー投入厨芥量の原単位（ごみ量・ごみ質調査）

調査時期	観光人口 (人数)	食事 (回数)	可燃ごみ量		厨芥量		分別生ごみ量		ディスポーザー投入厨芥量	
			(kg/日)	(g/食)	(kg/日)	(g/食)	(kg/日)	(g/食)	(kg/日)	(g/食)
H16年11月	81	118	9.8	93	38.9	361	2.8	19	35.6	338
H16年12月	49	80	9.1	135	30.3	476	0.7	16	29.0	450
H17年 1月	8	32	7.7	285	38.9	1,372	2.8	109	35.6	1,246

【ディスポーザー排水の水質転換率】

調査は、平成 16 年 11 月～平成 17 年 1 月までに 3 回、それぞれ 1 週間実施した。ディスポーザーは、概ね朝、昼、夜の調理および後かたづけの終了後にまとめて利用していることがアンケート調査の結果から明らかになっている。そこで、厨房職員の協力のもと、1 週間ディスポーザーに投入する予定の厨芥を朝、昼、夜それぞれポリバケツで保管してもらった。ディスポーザー排水は回収した厨芥を 20 kg 取り分け、厨芥と同量の水(20L)を流しながらディスポーザーにて粉碎し、流し台の下に容器を設置して全量回収したものを原液とした。分析には、原液を純水で 50 倍希釈したものをを用い、分析項目は、SS、TS、BOD、溶解性BOD（以下DBOD）、ケルダール窒素（以下KN）、溶解性KN（以下DKN）、NH₄-N、NO₂-N、NO₃-N、全リン（以下TP）、溶解性TP（以下DTP）、Cl⁻、n-Hexとした。分析方法は、下水試験方法に従った。なお、SSは、2mm以上の浮遊物も含み、ガラス繊維ろ紙を用いて 50 倍希釈液をそのまま吸引ろ過したものである。

ホテル厨房から回収した厨芥のディスポーザー排水の水質転換率を表 2 に示す。対照として歌登町の一般家庭から回収した厨芥の水質転換率を示す。

表2 ホテル厨房の厨芥によるディスポーザー排水の水質転換率

	SS	TS	BOD	DBOD	COD _{Mn}	DCOD _{Mn}	TN	DTN	TP	DTP	Cl-	n-Hex
ホテル	5.6	12.5	13.9	6.5	5.6	3.7	0.47	0.13	0.05	0.04	0.43	1.76
一般家庭	8.2	14.6	11.3	5.7	5.5	2.2	0.73	0.23	0.11	0.08	0.33	1.75

ホテル厨房から回収したディスポーザー投入する予定の厨芥について、ディスポーザー排水を作成し、水質分析を行った結果、一般家庭から回収した厨芥の水質転換率と比較して、BOD でやや高い値を示したが、他の項目についてはほぼ同様の値を示した。なお、この結果は、3回の調査の平均値を示したものであるが、一般家庭を対象に実施した調査に比べて厨芥の組成に大きな相違はなかった。

3 下水管渠への影響調査

【管渠内堆積物に関する性状調査】

歌登町におけるこれまでの管渠調査の結果、ディスポーザー設置地区には主に卵殻が堆積していることがわかっており。本調査では、堆積物の性状として、強熱減量 (IL)、油分 (n-Hex 抽出物質：以下 n-Hex) に着目して、ディスポーザー設置地区および未設置地区の比較を行った。ディスポーザー設置地区として A 地区 (若葉団地：72 世帯 (150 人) 中 45 世帯 (91 人) にてディスポーザーを設置) より堆積物を採取したが、未設置地区については、平成 15 年以降、歌登町内ではディスポーザーを設置している住宅が町全体に分散している状況にあったため、ディスポーザーの影響のない管渠を選抜することが困難であった。そのため、町勢が歌登町に類似しており、地理的に近い中頓別町から堆積物を採取し分析に供した。なお、中頓別町で堆積物を採取したマンホールは、歌登町の A 地区と同規模の町営団地内にあり、管渠は口径 200mm の VU 管である。さらに、管渠内の堆積物について n-Hex 含有率と強熱減量の既往の分析データは少ないため、茨城県つくば市内の管渠 (分流式) 内の堆積物についても採取し分析した。表 3 に平成 16 年度の調査結果を示すとともに、これまでの調査結果についても整理した。

表3 管渠内堆積物の強熱減量および n-Hex 含有率

分析項目	ディスポーザー設置地区				ディスポーザー未設置地区					
	A地区				魚津市	E地区	中頓別町	T市事例 ^{b)}		つくば市
	H14.2	H15.3	H16.7	平均	H14.2	H13.8	H16.7	S61.9		H16.8
強熱減量	7.8	8.7	4.7	7.1	6.8	1.70	2.76	1.7	2.2	3.30
n-Hex	0.10	-	0.15	0.1	-	0.00	0.12	-	-	0.37
n-Hex/IL ^{a)}	1.28	-	3.08	2.2	-	0.18	4.38	-	-	11.33

a) ILは強熱減量を示す。

b) 土木研究所資料、第2699号 (1988)

注) 表中の単位は%である。

強熱減量はディスポーザーを設置している歌登町 A 地区では平均 7.1%、魚津市では 6.8%であった。一方、ディスポーザー未設置の E 地区は 1.7%、中頓別町で 2.8%と比較的低い値であった。管渠内で堆積している土砂の強熱減量は測定した事例は少ないものの、分流式管渠内の土砂の強熱減量を 2%程度と報告している事例がある。また、茨城県のつくば市内の管渠より採取した土砂についても 2%程度であった。卵殻・貝殻を主体とする堆積物と土砂との強熱減量の差は、有機成分の付着・吸着等の機構が異なることによるものと考えられるが、明確な要因は特定できなかった。

【硫化水素発生に関する調査】

平成 15 年度までの調査では、ディスポーザー排水の流入している管渠を対象に気相中の硫化水素濃度を測定したが、硫化水素の発生が予想された圧送管吐け口やポンプ場手前よりも卵殻等の堆積箇所で硫化水素が確認された。そこで、平成 16 年度は、社会実験の追加調査として、卵殻等の厨芥由来の堆積物と硫化水素発生の関係を把握する目的で、ディスポーザー導入地区内の厨芥由来堆積物が堆積している箇所とディスポーザー未設置地区で土砂等の堆積物がある箇所を選抜し、硫化水素濃度を比較検討した。

平成 16 年 7 月 15 日から硫化水素濃度の測定を開始したが、硫化水素が観測されたのは A 地区 No. 13、および E 地区 No. 12 の 2 箇所であった。E 地区 No. 12、A 地区 No. 11 の調査結果を図 2 に示す。

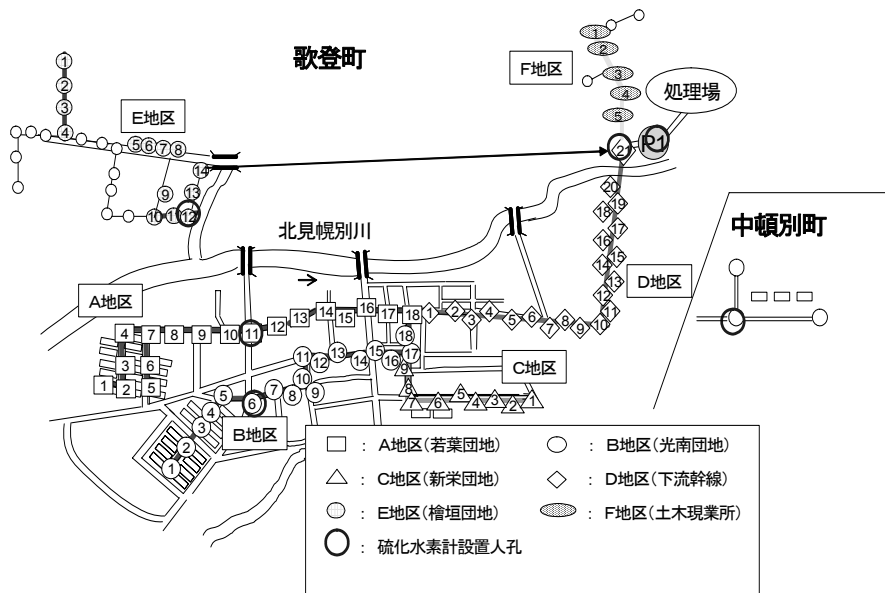
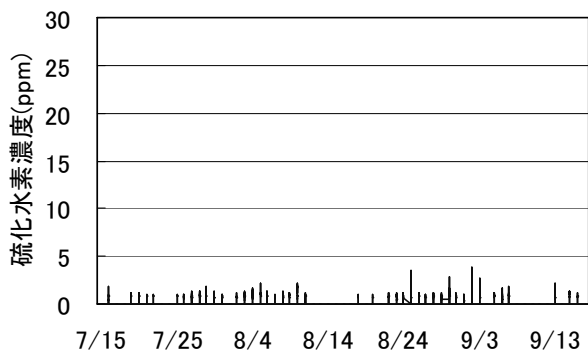
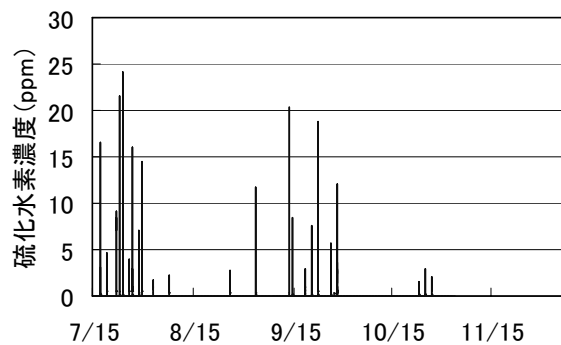


図 1 硫化水素計設置地点（平成 16 年）



ディスポーザー未設置地区（E 地区）



ディスポーザー設置地区（A 地区）

図 2 堆積箇所における硫化水素発生状況

E 地区 No. 12 地点は、ディスポーザーの影響を受けない土砂等の堆積物が確認されており、5ppm 以下の硫化水素が複数回観測された。なお、中頓別町については、土砂が堆積しているものの硫化水素の発生は確認されなかった。また、A 地区 No. 11 地点は、ディスポーザー導入後、卵殻を主体とする堆積物が多く堆積している箇所である。不定期であるが 20ppm 程度の硫化水素が複数回観測された。本調査では、8 月 15 日前後の最も気温が高い時期に硫化水素計の故障によりデータが欠損しているが、比較的気温の高い 7 月～9 月の期間に硫化水素が発生していることが明らかとなった。しかし、気温低下がみられた 11 月以降は、硫化水素発生はみられなくなった。なお、本調査では、管渠内の気温データが得られなかったが、通常、歌登町では 10 月下旬には管渠内の気温が 10℃程度である。

4 まとめ

ディスポーザー対応型下水道の技術評価に関する研究として、平成 16 年度はディスポーザー導入社会実験の追加調査として、歌登町内のホテル厨房におけるディスポーザー排水の汚濁負荷原単位に関する調査、管渠内堆積物の性状調査、管渠内の硫化水素発生に関する調査を実施した。得られた結果を以下に示す。

【ホテル厨房からのディスポーザー排水の汚濁負荷原単位に関する調査】

1) ホテル厨房から廃棄される厨芥は、分別生ごみ・可燃ごみとしても廃棄されているものの、ほとんどはデ

ィスポーザーに投入されており、ディスポーザー投入厨芥率は平均 94%と一般家庭でのディスポーザー投入厨芥率 45%に比べて高いことがわかった。

- 2) 観光人口ピーク時（8 月）に廃棄される厨芥量は、平均時（11 月）の 2 倍量程度であると推定されるが、1 食あたりのごみ量原単位は観光人口の減少時で高くなる傾向があった。
- 3) 平成 15 年度の日平均観光人口 79 人に最も近い 11 月の調査結果では、ディスポーザー投入厨芥量は 35.6kg/日、1 食あたりのディスポーザー投入厨芥量は 338g/人・日であった。

【下水管渠への影響調査】

- 1) 堆積物の強熱減量は、ディスポーザー未設置地区では 2～3%であるのに対し、ディスポーザー設置地区では 5～8%とやや高い値を示した。
- 2) ディスポーザー排水の流入より硫化水素の発生が予想された圧送管吐け口やポンプ場手前のマンホールでは、硫化水素はほとんど観測されなかった。
- 3) ディスポーザー導入後に増加する卵殻主体の堆積物が多く堆積する箇所では、夏季の気温が高い数ヶ月間は、瞬間的に 20ppm 程度、硫化水素が発生することがわかった。しかし、歌登町の管渠はいずれも塩ビ管（マンホールは除く）を採用しており硫化水素発生により腐食に至る条件にないため、管渠の維持管理等に影響しないといえる。

5 今後の予定

本年度検討したディスポーザー排水の負荷量原単位については、ディスポーザー投入厨芥量を中心により入手しやすいデータに基づいた推定方法の確立を目指すとともに、ディスポーザーによる厨芥の分別効率についても検討する予定である。また、管渠への影響については、歌登町では、硫化水素の発生により腐食に至る条件にないため、ディスポーザー導入後、管渠の維持管理に変化なし判断し、環境・経済性の試算を行っている。しかし、現状で腐食の問題深刻な地域では、ディスポーザー導入を検討する場合、硫化水素発生危険箇所におけるディスポーザー排水の影響評価は必要となると考えられ、今後の検討課題といえる。

さらに、本年度作成された「ディスポーザー導入時の影響判定の考え方」に整理された今後の技術的検討課題に準じて検討課題を整理して研究を進める予定である。

【参考文献】

- 1) 国土交通省都市・地域整備局下水道部、国総研下水道研究部、ディスポーザー導入時の影響判定に関する研究-ディスポーザー導入時の影響判定の考え方-、国総研資料 No. 222 (2005)
- 2) 国土交通省都市・地域整備局下水道部、国総研下水道研究部、北海道庁、歌登町、ディスポーザー導入社会実験に関する報告書、国総研資料 No. 226 (2005)
- 3) 吉田綾子・行方馨・高橋正宏・森田弘昭、ディスポーザーの導入による下水管渠への影響調査、下水道協会誌、42 (514) : 153-164 (2005)
- 4) 吉田綾子、北海道歌登町におけるディスポーザー導入の社会実験-ディスポーザーに投入される厨芥に関する調査事例一、都市清掃、59 (266) : 336-340 (2005)
- 5) 吉田綾子・山縣弘樹・吉田敏章・高橋正宏・森田弘昭、歌登町におけるホテル厨房におけるディスポーザー排水の原単位調査、投稿中
- 6) 吉田綾子・山縣弘樹・吉田敏章・森田弘昭、ディスポーザーに投入される厨芥に関する調査、第 5 回環境技術学会研究発表会講演集、2005 年 9 月発表予定