

下水処理場への バイオマス（生ごみ等）受入 に関する共同研究

1. 研究目的

平成17年9月にとりまとめられた“下水道ビジョン2100～下水道から「循環のみち」へ100年の計”において、これからの下水道は通常の下水道機能に加え、持続可能な循環型社会の構築を図るため、健全な水循環（水のみち）及び資源循環（資源のみち）を基本とした新たな下水道施設への再生（施設再生）を目指すことが提言されている。

このような背景や、石川県珠洲市浄化センターでの複合バイオマス受け入れの最初の事例を受け、下水処理場において処理場で発生するバイオマスを共同処理し、資源化利用する技術が注目されている。現在、北広島市や黒部市などが同様な方式で建設中である。また、市域全ての家庭系、及び事業系生ごみを収集し、市内の下水処理場で共同処理することで、1箇所都市ごみ焼却施設を停止しようと計画している自治体もある。

今後、し尿処理施設の老朽化の進行や都市ごみ焼却施設の改築更新時期の到来により、生ごみ等の下水処理場への受け入れ要請が増大すると考えられる。しかしながら、受け入れ側である下水道事業者は、生ごみ等を受け入れによる処理コストや水処理への影響などについての知見が不足していると思われる。

本研究は、下水処理場で他のバイオマスを受け入れることのメリット、既存処理場への影響や導入手法等を整理し、下水道事業者の理解の助けとなることを目的として行われた。

2. 研究体制

本研究は、荏原エンジニアリングサービス(株)、鹿島建設(株)、カワサキプラントシステムズ(株)、三機工業(株)、JFEエンジニアリング(株)、(株)神鋼環境ソリューション、月島機械(株)、三菱化工機(株)、メタウォーター(株)および(財)下水道新技術推進機構の計10者による共同研究として実施した。（平成22年度も共同研究は継続中）

3. 研究内容

本研究では、下水処理場でのバイオマス受け入れについて、自治体の意識調査を行った。また、技術的な整理として、受け入れ可能量、前処理施設、既存設備への影響等について、メーカーヒアリング、LOTUSプロジェクト報告書や既往文献をもとに整理し、下水道事業者が事業の便益や費用について概略検討する手法を示した。

3.1 バイオマス受け入れの基本フロー

バイオマス受け入れの基本フローを図-1に示す。バイオマスは、受入・前処理設備で必要な前処理（異物除去等）を行った上で、エネルギー取り出し設備（バイオマスエネルギーを有効に取り出すことのできるメタン発酵を活用）でエネルギーを取り出し、発電等でメタンガスを利活用するフローとする。

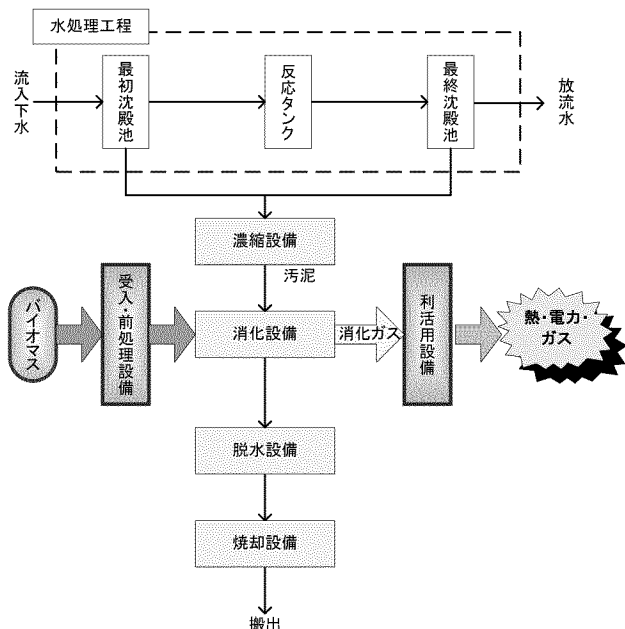


図-1 バイオマス受け入れの基本フロー

3.2 バイオマス受け入れに関する意識調査

人口規模が、2～50万人の自治体の環境部局、および下水道部局を対象にアンケートを行った。(回答率：61%)

図-2は、下水処理場でのバイオマス受け入れ事例があることを知っているか聞いたものである。50%程度が認知していた。

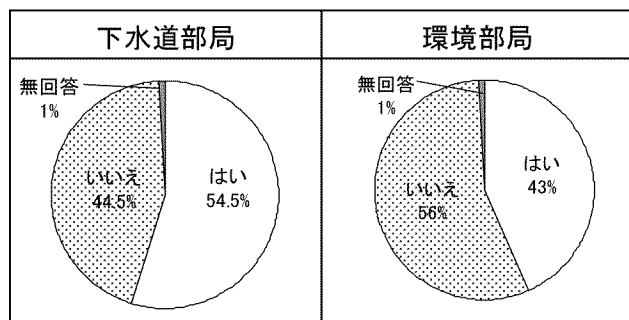


図-2 バイオマス受け入れ事例の認知度

図-3は、今後下水処理場での共同処理を事業化したいと思うか聞いたものである。「是非検討したい」～「興味はあるが適用できそうな処理場がない」まで含めると、60%程度が好意的な回答である。

図-4は、事業化したくないと答えた下水道事業者にその理由について聞いたものである。建設費や維持管理費が高くなることを危惧しており、これらの情報が不足していると思われる。

図-5は、環境部局に、現在ごみ処理事業で困っている点がないか聞いたものである。維持管理費の高騰や、施設老朽化などが挙がっており、今後の下

水道との連携の可能性が伺える。

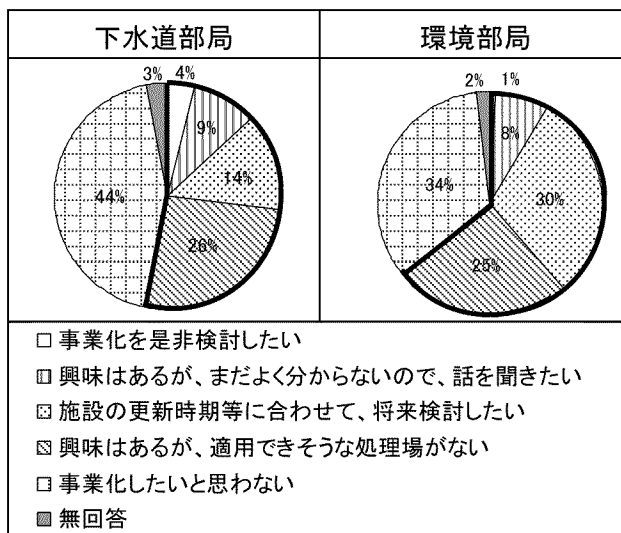


図-3 バイオマス受け入れの事業化について

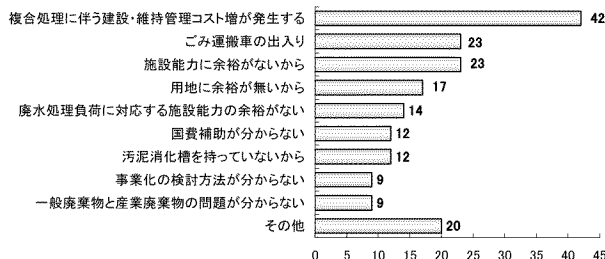


図-4 バイオマス受け入れを事業化したくない理由(下水道部局)

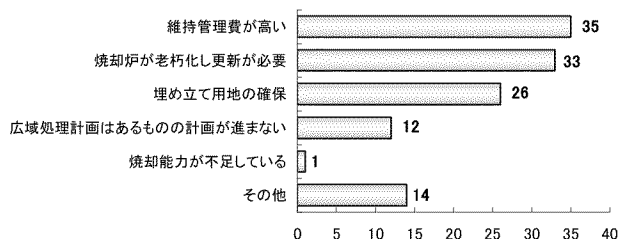


図-5 ごみ処理事業の課題について

3.3 技術的整理

受け入れ事例が少なく、特に知見が不足していると思われる、生ごみの受け入れについて技術的な整理を行った。

3.3.1 前処理施設

生ごみ前処理施設のフロー例を図-6に示す。施設に搬入された生ごみは、ホッパーで受けられ、切り出し装置を介して破碎・分別機に送られる。破碎・分別機では、発酵適合物(生ごみ)と異物に分けられ、異物は場外搬出され、破碎された生ごみは混合槽に送られる。混合槽では生ごみと下水濃縮汚泥とが混合され、必要な場合には加水により濃度調

整される。

なお、このような前処理施設を下水処理場に設けることが困難であったり、ごみ収集車の出入りが障害となる場合には、図-7に示すように、別に生ごみの前処理施設を設け（あるいは既存のリサイクル施設を流用）、生ごみは下水管経由や生ごみ専用管などを設けて処理場へ送るなど、生ごみの収集のシステムはこの他にも考えられる。

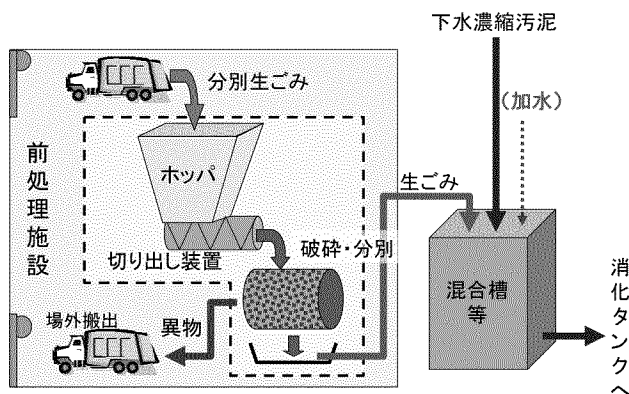
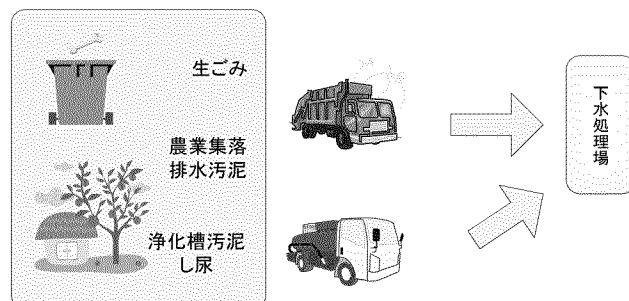


図-6 生ごみ前処理施設フロー例

<下水処理場へ直接搬入>



<中継センターを介した受け入れ>

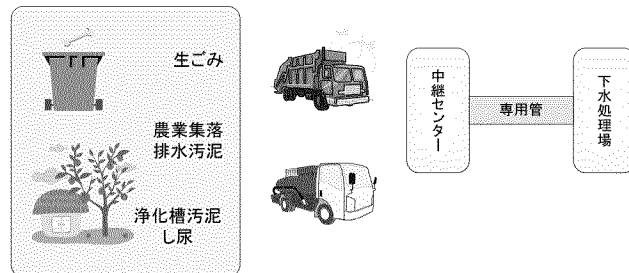


図-7 バイオマス収集方法の概念図

3.3.2 バイオマス受け入れ可能量

既に消化タンクをもつ処理場では、下水汚泥と生ごみ等バイオマスの混合液に対する消化タンク滞留時間と有機物負荷が基準値を超えないように受入量を決定する。ここでは、一般的な下水の基準から次のように設定した。

- ・滞留時間…中温：20日以上，高温：10日以上

- ・有機物負荷…3.0 kgVS/m³・日以下

3.3.3 水処理への影響

生ごみを受け入れることによる返流水負荷増加量について、LOTUS プロジェクトの結果を整理した。返流水負荷増加量原単位は、BOD：0.72，T-N：1.44，T-P：0.11（単位はいずれも kg/t-生ごみ）である。この原単位を元に、流入水量：10,000m³/日の処理場で生ごみを 10t/日受け入れた時の負荷増加量を計算した結果を表-1に示す。生ごみを受け入れることによる負荷の増加割合は、流入負荷比で BOD：約 0.4%，T-N および T-P はそれぞれ約 3.6%の増加であり、水処理への影響は非常に軽微であることがわかる。

表-1 生ごみ由来の返流水負荷

	流入水負荷		生ごみ由来負荷		
	濃度 (mg/l)	負荷量 (kg/日)	負荷量原単位 (kg/t-生ごみ)	負荷量 (kg/日)	流入負荷比 (%)
BOD	200	2,000	0.72	7.16	0.36
T-N	40	400	1.44	14.36	3.59
T-P	3	30	0.11	1.07	3.56

3.3.4 汚泥処理への影響

LOTUS プロジェクトでは、生ごみを混入しても脱水汚泥の含水率に顕著な変化はなかったとの報告があり、既に消化工程がある処理場で生ごみを受け入れる場合には、既存施設の実績脱水ケーキ含水率で設定を行う。

なお、LOTUS プロジェクトでは生ごみ混入に伴い、薬品量が増加するとの報告もあることから、留意が必要である。

3.4 ケーススタディ

自治体への意識調査の中で、共同処理に興味を持たれたA市と仮想の処理場について、ケーススタディを行った。

3.4.1 A市終末処理場

A市は、人口約95,000人、下水処理場の現有処理能力は43,700m³/日（平成20年日平均流入水量：26,028 m³/日）である。汚泥処理には消化タンクを有し、消化ガスは消化タンクの加温のみに利用している。汚泥は脱水汚泥で搬出し、最終的にごみ焼却炉でごみと混焼している。ごみ焼却炉はコークスベッド熔融炉で、燃料費の高騰により近年処理費が上昇している。ここに、市域で発生すると想定される事業系生ごみ9.2t/日を受け入れた場合について検討した。

(1)汚泥処理施設への影響

既設の消化タンク容量，脱水能力が不足しないか検討したが，いずれも基準値以内であり，生ごみを受け入れても増設の必要がないことが確認された。

(2)水処理への影響

BOD, T-N, T-P とも，生ごみ受け入れによる影響は非常に軽微であり，現状の除去率で処理した場合，処理水質にほとんど影響がないことを確認した。

(3)経済効果

下水道とごみ処理事業の経済効果の積算範囲を図-8に，共同処理による経済効果を表-2に示す。なお，建設費は，国土交通省，および環境省の交付金による助成を考慮したものである。生ごみ前処理施設等の建設費やそれらの維持管理費が増加するが，焼却量が減ることによるごみ焼却炉の運転費や焼却炉建設費，および消化ガス発電等による削減により，年間約6,000万円のコストダウンになると試算された。

(4)温室効果ガス排出量

LC-CO₂の解析では，施設運転に係わる排出量が大

部分を占めることから，施設運転に伴い発生する温室効果ガス排出量の削減について検討した。表-3にその結果を示す。

増加する消化ガスを発電し有効利用する効果とごみ焼却炉での補助燃料削減効果が大きく，年間約1,850t-CO₂の削減効果があると試算された。

表-2 経済効果 (単位:百万円/年)

		増加	減少	
下水道	建設費	前処理施設	38.7	
		脱硫塔	0.7	
		発電設備	20.1	
		ガスホルダ	6.9	
		消化タンク		
	補修費	前処理施設	15.4	
		脱硫設備	1.8	
		発電設備	12.7	
		ガスホルダ	2.0	
		消化タンク		
電気料金	消費	2.8		
	発電		28.6	
処分費	脱水汚泥等	14.7		
ごみ処理	焼却施設	建設費		57.54
		運転費		73.88
		燃料費		16.37
合計		115.8	176.3	
差し引き			-60.6	

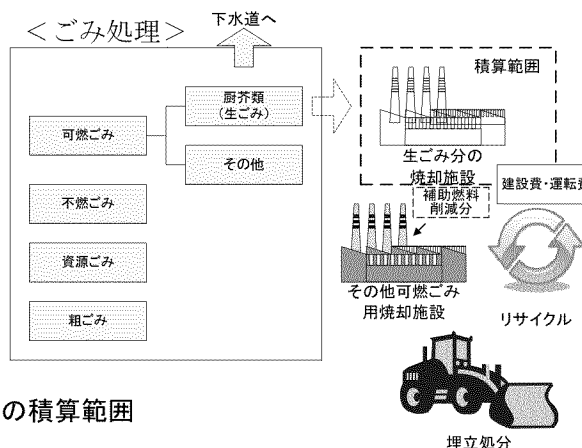
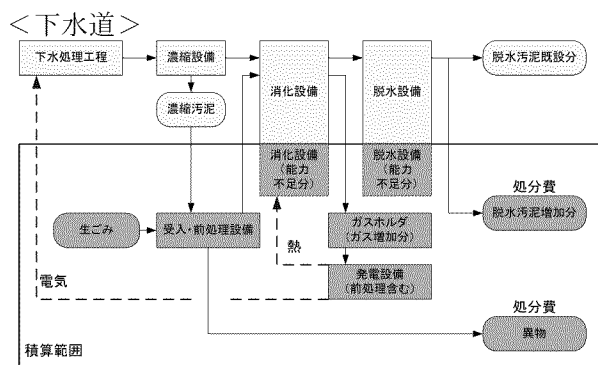


図-8 経済効果の積算範囲

表-3 温室効果ガス排出量

	使用量等				排出係数	地球温暖化係数	CO ₂ 換算排出量 (kgCO ₂ /年)		
	増加	減少	差し引き	単位					
下水道	エネルギー消費に伴う排出	電力	281,763	2,855,602	-2,573,840	kWh/年	CO ₂ 0.425 kg-CO ₂ /kWh	1	-1,093,882
	施設の運転に伴う各処理プロセスからの排出	下水汚泥等焼却 (ごみ焼却炉にて)	548		548	t-wet/年	CH ₄ 0.00096 kg-CH ₄ /t	21	11
							N ₂ O 0.0565 kg-N ₂ O/t	310	9,604
ごみ処理	エネルギー消費に伴う排出	補助燃料 (コークス)		218	-218	t/年	CO ₂ 3.24 kg-CO ₂ /kg	1	-707,195
	施設の運転に伴う各処理プロセスからの排出	一般廃棄物焼却		3,358	-3,358	t-wet/年	CH ₄ 0.00096 kg-CH ₄ /t	21	-68
							N ₂ O 0.0565 kg-N ₂ O/t	310	-58,815
共同処理による増減									-1,850,345

3.4.2 仮想処理場

(1) ケース設定

設定したケースを表-4に示す。ここでは、生ごみの受け入れに係る経済性に、下水道の汚泥処理能力の余裕度がどの程度影響するかを明らかにするため、近年、原単位の減少等によって汚水由来の負荷が減少し汚泥処理系に余裕があるケース1、3（ケース3は消化タンクなし）と水量が減少せず汚泥処理に大きな余裕がないケース2を設定した。

また、各ケースとも、汚泥は脱水汚泥として場外処分（埋め立て）するものとした。

表-4 ケース設定

設定ケース		ケース1	ケース2	ケース3
処理場処理能力 (m ³ /日)		日最大：50,000		
現在流入水量 (m ³ /日)	日最大	40,000	50,000	40,000
	日平均	30,000	37,500	30,000
現状汚泥処理	消化タンク	有り (9,000m ³)		無し
	脱水能力	300m ³ /日		
	脱水能力余裕	有り	無し	有り
人口		150,000人		
受け入れ生ごみ量		家庭系生ごみ：15 t/日		

(2) 汚泥処理への影響

生ごみ受け入れによる、消化設備および脱水設備への影響を検討した。結果は以下の通りである。

ケース1：消化タンクと脱水機は増設することなく生ごみを受け入れることが可能である。

ケース2：消化タンクの増設は不要であるが、脱水機は20m³/日程度を増設することで生ごみを受け入れることができる。

ケース3：消化タンクは新設する。脱水機は増設することなく生ごみを受け入れることができる。

(3) 水処理への影響

各ケースの水処理への影響を図-9に示す。

既に消化工程のあるケース1およびケース2は水処理への影響は軽微であるが、新たに消化工程を加えるケース3は返流水によるT-Nの負荷が高くなるため注意が必要である。

(4) 経済効果

ケース1～ケース3の各ケースを、図-8と同じ積算範囲で試算した経済効果を図-10に示す。

なお、施設建設費については、国土交通省と環境省の交付金による助成を考慮したものである。

消化タンクがあり、汚泥処理に余裕のあるケース1が最も効果が高く、年間約1億円の削減になると

試算された。また、消化工程を増設したケース3においても、消化による汚泥の減量効果により汚泥処分費が削減され、年間約9,800万円の削減になると試算された。

(5) 温室効果ガス排出量

ケース1～ケース3の温室効果ガス削減量を図-11に示す。

いずれのケースでも温室効果ガスは削減される。特に消化工程を新たに設けることで汚泥の最終処分量が少なくなるケース3の削減量が最も多く、年間約3,400 t-CO₂の削減となる。

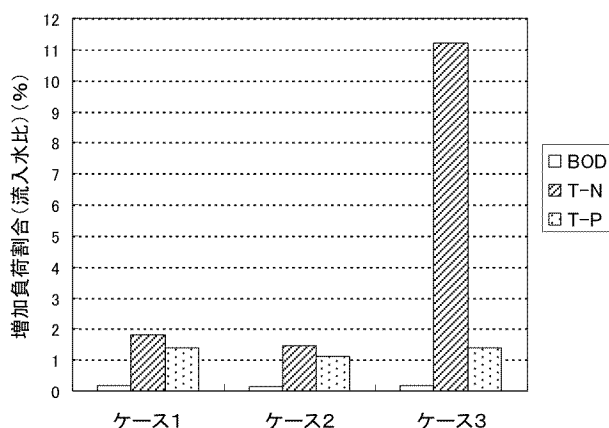


図-9 水処理への影響

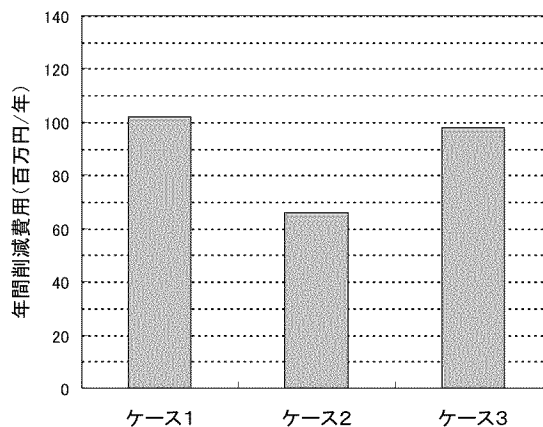


図-10 経済効果

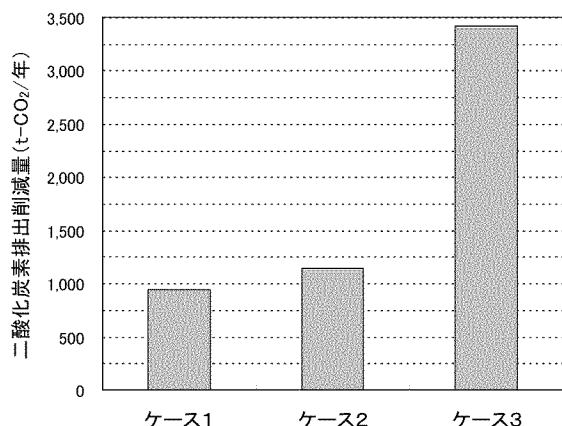


図-11 温室効果ガス (CO₂) 排出削減量

4. 手引きの構成

以上の研究結果を手引きとしてまとめた。

手引きは、本編と資料編からなり、構成は以下のとおりである。

第1章 総則

- 第1節 目的
- 第2節 手引きの構成
- 第3節 留意事項
- 第4節 用語の定義

第2章 バイオマス受け入れの意義

- 第1節 一般廃棄物処理の課題点
- 第2節 下水道が果たすべき役割

第3章 バイオマス受け入れに関する自治体の意識

- 第1節 調査方法
- 第2節 調査結果

第4章 バイオマス有効利用技術

- 第1節 バイオマス受け入れの基本フロー

- 第2節 LOTUS 技術の概要
 - 第3節 その他技術の概要
 - 第4節 エネルギーの有効利用技術
- ### 第5章 バイオマス受け入れのメリット
- 第1節 経済的メリット
 - 第2節 温室効果ガス削減メリット

第6章 バイオマス (生ごみ) 受け入れの検討

- 第1節 受け入れフロー
- 第2節 検討フロー
- 第3節 基礎調査
- 第4節 基本事項の検討
- 第5節 基本検討
- 第6節 基本方針策定

第7章 生ごみ受け入れの検討事例とケーススタディ

- 第1節 B市終末処理場検討例
- 第2節 ケーススタディ

資料編

1. バイオマス受け入れの事例
2. 受入・前処理設備費用関数
3. 生ごみ受け入れ費用の検討事例
4. ケーススタディ
5. 問い合わせ先

5. まとめ

本手引きを通して、下水処理場での共同処理に対する、下水道事業者やごみ処理事業者の理解が深まり、事業化のきっかけになれば幸いである。

なお、本研究は平成22年度も継続して行い、本手引きの内容に法的な整理や補助事業の適用性などを加え、マニュアルとしてとりまとめる予定である。

●この研究を行ったのは

資源循環研究部長
資源循環研究部副部長
資源循環研究部総括主任研究員
資源循環研究部研究員

石田 貴
落 修一
内田 賢治
谷口 智彦

●この研究に関するお問い合わせは

資源循環研究部長
資源循環研究部副部長
資源循環研究部主任研究員
資源循環研究部研究員

石田 貴
落 修一
浦部 幹夫
谷口 智彦