

再生と利用



下水汚泥資源利用協議会誌 2010 Vol. 34

No. 128

主要目次

- 口絵** リサイクル認定品
- 巻頭言** 下水道資源有効利用の今後に思う前田 邦典
- 論説** 有機性廃棄物の利用促進に向けて服部 浩之
- 特集** 平成22年度下水汚泥資源利用等に関する予算及び研究内容と今後の方針の解説
- 解説** 平成22年度下水道事業予算の概要について山口 裕司
バイオマス活用推進基本計画の策定状況について谷村 篤
日本下水道事業団における汚泥の処理・有効利用に関する調査研究の概要島田 正夫
(財)下水道新技術推進機構における技術開発について石田 貴
- 研究紹介** CO₂分離膜による簡素な消化ガス精製と利活用技術の開発姫野 修司/藤田 昌一/澤本 英治
- Q&A** 下水汚泥の発生量・性状と有効利用法島田 正夫
- 現場からの声** 横浜市汚泥集約処理施設における汚泥エネルギーの有効活用状況及川 孝仁
- 文献紹介** 汚泥コンポストの粒径別の炭素および窒素の無機化後藤 茂子
大都市の下水処理場においてガドリニウムおよび他の希土類元素の挙動を評価する川崎 晃
微好気プロセスによる嫌気性消化汚泥中硫化水素除去に関する実証実験水田 健太郎
- 講座** 「農地・緑地利用について」～「汚泥コンポスト」普及促進への取組～奥出 晃一
- 投稿報告** 木チップを主燃料とした地球環境にやさしい下水汚泥固形燃料化(造粒乾燥)システム技術による事業スキームとJ-VER取得の紹介結城 正剛/光山 昌浩/小坂 慎
- コラム** 地域資源を生かしたコンポスト製造事業者への要望古畑 哲
- 報告** グリーン購入法における平成22年度調達方針について山口 裕司
下水道におけるリン資源化検討会報告ー下水道におけるリン資源化の手引きー落 修一
し尿、下水汚泥およびバイオソリッドのマネジメント世界アトラスについて高岡 昌輝/佐藤 和明
- 特別報告** 下水と汚泥のイメージアップを考える座談会～コンポスト利用の促進に向けて～島田 正夫/仲谷 紀男/島田 雅行/小田 節政
ニツ家辰身/岩倉 国助/中屋敦義美
- 資料** リサイクルスポット
おしらせ(投稿のご案内、広告掲載依頼)、汚泥再資源化活動、日誌・次号予告、会員消息・編集委員会委員名簿、編集後記

リサイクル認定品

北海道リサイクル製品認定制度



北海道認定リサイクル製品



汚水処理用微生物種付け剤（イグアス-EX）

下水汚泥と家畜糞尿を用い、好気性発酵により製造された汚水処理用の微生物資材です。主に浄化槽のシーディング剤として使われています。

(写真提供：(株)静内衛生社)

栃木県リサイクル製品認定制度（とちの環エコ製品）



粗粒品



造粒品



法面基盤材吹付け

高分子系下水汚泥を堆積型強制通気発酵により製造したコンポストであり、肥料効果を持つ土壌改良剤です。

(写真提供：(株)ピラミッド)

宮城県グリーン製品認定制度



宮城県グリーン製品



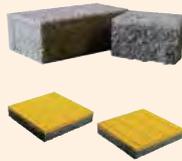
吹き付け施工後3ヶ月の法面緑化状況

下水脱水汚泥と伐採材や抜根、竹等未利用森林資源の粉碎チップ及び浄水ケーキを原料とし、脱臭や発酵促進の添加材として粉碎チップの炭化生成物（木炭、木酢液）を混合、発酵・熟成した堆肥です。

(写真提供：国土緑化(株))

石川県エコ・リサイクル製品認定制度

石川県エコ・リサイクル製品認定制度



インターロッキング
ブロック
(アッシュストーン石川)



下水処理場布設状況



汚泥焼却灰



汚泥溶融スラグ

下水汚泥焼却灰と下水汚泥溶融スラグをセメントと混練り、成形、養生したインターロッキングブロックです。
(配合率は下水汚泥焼却灰が5%、下水汚泥溶融スラグが45%)

(写真提供：(株)豊商)

山形県リサイクル製品認定制度



山形県リサイクル製品



公園内施肥現場

原料が下水汚泥100%のコンポストであり、地域の農業や公園緑地で広く使われています。

(写真提供：山形市浄化センター)

富山県リサイクル製品認定制度



富山県認定リサイクル製品



土壌改良材施肥作業状況

下水汚泥を発酵させた顆粒状のコンポストであり、植栽工事における土壌改良材および緑地帯の肥料として使用されています。

(写真提供：(株)立山エンジニアリング)

口絵

リサイクル認定品

巻頭言

下水道資源有効利用の今後に思う …………… 前田 邦典……(5)

論説

有機性廃棄物の利用促進に向けて …………… 服部 浩之……(6)

特集 平成22年度下水汚泥資源利用等に関する予算及び研究内容と今後の方針の解説

解説

平成22年度下水道事業予算の概要について …………… 山口 裕司……(9)

バイオマス活用推進基本計画の策定状況について …………… 谷村 篤……(13)

日本下水道事業団における汚泥の処理・有効利用に関する調査研究の概要 …… 島田 正夫……(16)

(財)下水道新技術推進機構における技術開発について …………… 石田 貴……(21)

研究紹介

CO₂分離膜による簡素な消化ガス精製と利活用技術の開発
…………… 姫野 修司／藤田 昌一／澤本 英治……(25)

Q & A

下水汚泥の発生量・性状と有効利用法 …………… 島田 正夫……(30)

現場からの声

横浜市汚泥集約処理施設における汚泥エネルギーの有効活用状況 …………… 及川 孝仁……(32)

文献紹介

汚泥コンポストの粒径別の炭素および窒素の無機化 …………… 後藤 茂子……(36)

大都市の下水処理場においてガドリニウムおよび他の希土類元素の挙動を評価する
…………… 川崎 晃……(37)

微好気プロセスによる嫌気性消化汚泥中硫化水素除去に係る実証実験 …………… 水田健太郎……(38)

講座

「農地・緑地利用について」～「汚泥コンポスト」普及促進への取組～ ……奥出 晃一……(39)

投稿報告

木チップを主燃料とした地球環境にやさしい下水汚泥固形燃料化（造粒乾燥）システム技術による事業スキームとJ-VER取得の紹介 ……結城 正剛／光山 昌浩／小坂 慎……(42)

コラム

地域資源を生かしたコンポスト製造事業者への要望 ……古畑 哲……(53)

報告

グリーン購入法における平成22年度調達方針について ……山口 裕司……(54)

下水道におけるリン資源化検討会報告ー下水道におけるリン資源化の手引きー ……落 修一……(64)

し尿、下水汚泥およびバイオソリッドのマネジメント世界アトラスについて ……高岡 昌輝／佐藤 和明……(69)

特別報告

下水と汚泥のイメージアップを考える座談会～コンポスト利用の促進に向けて～ ……島田 正夫／仲谷 紀男／島田 雅行／小田 節政／ニッ家辰身／岩倉 国助／中屋敷義美……(75)

リサイクルスポット ……(86)

お知らせ（投稿のご案内、広告掲載依頼） ……(87)

汚泥再資源化活動 ……(91)

日誌・次号予告 ……(92)

会員消息・編集委員会委員名簿 ……(93)

編集後記 ……(95)

シンボルマーク ……(31)

巻 頭 言

下水道資源有効利用の今後に思う

大阪市建設局理事

前 田 邦 典



先日、NHKの報道番組『NHKスペシャル「自動車革命」』を見た。

番組の内容は、これまで100年間、「自動車」界を制してきた「ガソリン車」が、早晚、リチウムイオン電池を電源とする「電気自動車」に取って替われ、その「次世代カー」の開発に向けて、日本、アメリカ、中国の自動車メーカーや電池メーカーが鎬を削っているというものであった。

元々、リチウムイオン電池は日本が最初に製品化に成功、世界を圧倒してきたが、今、アメリカや中国などの猛烈な追い上げに遭っており、しかも、最近、米中は急速に連携も深め、技術的内容としては、高効率の太陽光パネルで発電した電気をリチウムイオン電池に充電するといった研究も進めているとのことであった。

自動車は、ガソリンで走るのが当たり前、電気自動車などは、まだまだ研究の域を出ず、「実用化は先の先」と考えていた私は、強い衝撃を受けたものである。

と同時に、日本の下水道界も、今、さまざまな面で大きな転換点に遭遇しようとしていること、そして、そのことを、我々下水道事業に携わる者がきっちり認識し、機に臨んで適切に対応していくことが何よりも大事であることを思い知らされたのである。

昨年の政権移行後、事業仕分けが実施され、下水道事業推進の枠組みが大きく変化しようとしており、そのような状況の下、下水道資源の有効利用に関しても、既に「資源のみち委員会」において提唱されているように、下水道事業におけるエネルギー自立の実現、更には地域の視点から、新エネルギー等活用のトップランナーとして、また、持続可能性の観点から、下水汚泥処理の規範の転換や、社会システムへの組み込みを実現していくことが、取り分け重要なこととなって来ている。

その為には、まずは我々自身が、「下水」が有するエネルギーの収支実態を把握することが肝要であり、本市においても、ひとつの下水処理場をケーススタディーとして取り上げ、エネルギーの収支バランスを数値化・ビジュアル化して、更に省資源化が可能な維持管理手法を追求する一方、より効率的・効果的にエネルギー回収を行い、エネルギーの自立化を目指すための実効的な方策を探っていくことを検討している。

また、これまで様々な委員会において提言されてきた「下水道資源の有効利用策」を推進し、新エネルギー活用についての地域のトップランナーとして活動を進めて行く為には、下水道の殻を破って出て縦割りを廃し、他分野とコラボレートした革新的な取り組みを一層進めて行く必要があると考えている。

特に、我々下水道事業者は、従来よりPRが苦手で「宣伝下手」と言われており、今後の事業展開を図る上では、地域住民が親しみやすいイメージ戦略が重要となって来ることから、下水道資源有効利用策についても新しいネーミングを考え、より身近に存在する事業として、云わば「市民権」を得られるように、鋭意努力することが不可欠となってくる。

そして、何よりも大事なものは、我々が「下水道資源の有効利用策」を推進して行くときには、その必要性がきちっと裏打ちされており、説明責任を果たせる状況が整備されていることである。

しかしながら、現行の下水道法では、その第21条の2第2項において「発生汚泥等の処理に当たっては、脱水、焼却、再生利用等によりその減量に努めなければならない。」と記されており、飽くまでも「下水道資源の有効利用策」即ち「再生利用等」は発生汚泥等の減量手段の一例として示されているに過ぎないのである。

私は、もっと積極的な位置付け、即ち、「有効利用策」を下水道事業の一環として明確に位置付けると共に、処理水やエネルギー等の所有権とあわせて、下水道法にきっちり規定すべきであると思っている。

そうすることが、「下水道事業の重要性」と「有効利用策の必要性」をより明確化することが出来、新たな推進体制の中においても事業費の確保に繋がることとなり、今後の下水道事業の推進に、より一層の拍車が掛かるものと大いに期待するところである。

論 説

有機性廃棄物の利用促進に向けて

秋田県立大学生物資源科学部 服部 浩之

キーワード：堆肥化、アンモニア揮散、病原菌、腐熟度

1. はじめに

近年、化石燃料などの地下資源を利用し続けてきたことによって、地球温暖化など様々な問題が顕在化してきている。これらの問題を解決するために、地下資源に頼らない循環型社会の形成が求められている。政府は平成14年に「バイオマス・ニッポン総合戦略」を策定し、バイオマス利用促進に向けて、国家プロジェクトとして取り組みを開始した。バイオマスの中には、下水汚泥などの廃棄系バイオマス、林地残材など未利用バイオマス、資源作物があるが、このうち、窒素、リン、カリウムなどの肥料成分を多く含む下水汚泥、畜産廃棄物、食品廃棄物などの有機性廃棄物は、肥料として農地へ還元し、循環利用することが期待されている。平成17年度の下水汚泥、畜産廃棄物、食品廃棄物の年間発生量は、それぞれ、約8,000万トン、約8,700万トン、約2,000万トンにのぼる。しかし、現状では、これらの有機性廃棄物の肥料としての利用が順調に進んでいるとはいいがたい。本稿では、有機性廃棄物の堆肥化や堆肥を肥料として利用する上での課題を整理し、利用促進に向けて何が必要かについて考えてみる。

2. 有機性廃棄物の堆肥化における課題

2.1 堆肥化の目的と課題

有機性廃棄物を肥料として利用する場合、直接土壌に添加して利用する方法もあるが、堆肥化（コンポス

ト化）して利用するのが一般的である。堆肥化とは、分解されやすい有機物（易分解性有機物）を微生物に分解させ、安定で取り扱い易い有機物にすることである。堆肥化の過程で、発酵熱によって温度が70℃前後まで上昇するが、この温度上昇によって、病原細菌、病虫卵、ウイルス、雑草種子などの大部分が死滅し、衛生的な堆肥ができる。このように、作物に害がなく、安定で、衛生的な有機物にするため、堆肥化が行なわれる。堆肥化における課題として、悪臭の発生抑制、病原菌の生残、腐熟度の評価がある。

2.2 堆肥化過程でのアンモニアの発生と抑制

堆肥化で最も問題となるのは悪臭の発生である。悪臭の原因物質はアンモニア、アミン類、硫化水素など、窒素化合物、硫黄化合物が主である。通気が十分行なわれている好気的な条件下では、硫化水素等の硫黄化合物はほとんど発生せず、アンモニア等の窒素化合物が主である。大気中に揮散したアンモニアが地表に降下し、周辺環境の富栄養化をもたらす。さらに、降下したアンモニアは土壌中で硝酸に変化し、土壌を酸性化する要因になる。また、アンモニアは肥料として有効な成分であり、その揮散は肥料分の損失になる。このように、アンモニアの揮散は、悪臭の原因になるだけでなく、周辺環境への悪影響、肥料分の損失につながるため、揮散量を抑制するなどの対策が必要である。

溶液中でアンモニア（NH₃）はアンモニウムイオン（NH₄⁺）と次の平衡関係にある。



pHが上昇し、溶液中の H^+ が減少すると、平衡が左に移動し、アンモニアが増加する。溶液中のアンモニアが増加すると、揮散するアンモニアが増加するので、溶液のpHが高くなるほどアンモニアの揮散量は増加することになる。堆肥化の初期に、特に窒素含量の多い汚泥や畜産廃棄物では、有機態窒素が急激に分解して多量のアンモニアが生成し、pHが上昇する。家畜ふん尿の堆肥化で揮散するアンモニアの量を調べた例では、搾乳牛で全窒素の4.4~9.1%、肥育牛で1.1~3.6%、豚で23.6~25.4%、鶏で26.8~36.6%と、窒素含量の多い鶏ふんでは全窒素の約30%がアンモニアとして揮散することが報告されている¹⁾。

アンモニアの生成を抑えるには、微生物のエネルギー源となる易分解性の炭素化合物を添加し、微生物を増殖させ、微生物菌体内に窒素を取り込ませる方法が考えられる。実際に、活性汚泥、消化汚泥に食用廃油を添加して堆肥化を行なうと、アンモニアの揮散量が大きく低下した²⁾。微生物に取り込まれた窒素は土壤中で比較的速やかに無機化してくるので、植物にも利用されやすい。

揮散したアンモニアを回収し、肥料として利用する方法も検討されている。例えば、脱臭装置（硫酸スクラバー）でアンモニア吸収し、吸収したアンモニアを水で希釈し液体肥料として利用する方法³⁾、揮散したアンモニアを堆肥に再吸着させて回収する方法⁴⁾などが検討されている。後者の方法では、9週間堆肥にアンモニアを吸着させて、窒素濃度が吸着前の 19.2g kg^{-1} から 61.0g kg^{-1} に大幅に増加した堆肥を得ている。さらに、発酵ガスを堆肥発酵槽の底面から吸引ブローで吸引し、回収装置に搬入させる吸引通気式堆肥発酵槽も開発され、この方法でアンモニアの揮散量を従来法の10分の1程度に低減することに成功している¹⁾。このように、悪臭成分であるアンモニアを回収するだけでなく、回収したアンモニアを肥料として利用する方法が開発されつつある。

2.3 病原菌の生残

安全で衛生的な堆肥であるには、病原菌が存在していないことが望ましい。一般に、 65°C 、1時間程度の加熱で病原菌は死滅すると考えられている。しかし、コンポストなどの不均一な固体環境下では、液体条件下での死滅条件よりも高温あるいは長時間処理する必要がある。大腸菌が死滅する条件ではほとんどの病原菌も死滅するので⁵⁾、大腸菌が死滅していれば、衛生的に安全な堆肥と考えられる。大腸菌の生残を調べた実験では、発酵温度 72°C でも生残した例が報告されているので⁶⁾、温度が十分にあがらなかった場合も含めて、発酵温度と大腸菌の生残との関係については詳細

に検討しておく必要があると思う。近年、遺伝子解析の手法が進展し、大腸菌についてもその特異的プライマーを用いることで、少数の菌でも検出も可能になってきている。これらの手法を、堆肥中での大腸菌の生残解析に活用することが期待される。

2.4 堆肥の腐熟度の判定

安全な堆肥であるには、病原菌が生残していないだけでなく、易分解性有機物が分解されて腐熟化の進んだ堆肥である必要がある。この腐熟度を判定するために多くの指標が提案されている。例えば、外観による評点法、BOD、COD、C/N比、還元糖割合などの化学的評価法、幼植物試験法などの植物を用いる方法などがある⁷⁾、多様な堆肥の腐熟度を判定する統一の基準は今のところない。下水汚泥、畜産廃棄物、食品廃棄物など、易分解性有機物を多く含む有機物の場合、これらの易分解有機物の急激な分解が進んだあと、緩慢な分解が持続する。したがって、これらの有機物の腐熟度の判定には、有機物の分解速度を用いるのが有効と思われる。すなわち、分解速度が緩やかになってきたところでもって腐熟化が進んだ堆肥と判定する方法である。有機物の分解量は二酸化炭素発生量で測定できる。松田ら⁸⁾は、牛糞堆肥、汚泥堆肥など11種類の堆肥の腐熟度の判定を二酸化炭素の発生速度とコマツナ栽培試験で行ない、堆肥乾物1gあたりの 25°C での二酸化炭素発生量が 2mg/日 以下であれば、腐熟の進んだ安全な堆肥としている。筆者らも同様の結果を得ており、オガクズなど難分解性の有機物を多量に含む堆肥でない限り、二酸化炭素発生量で腐熟度を判断するのが、最良に思う。

3. 堆肥の農業利用上の課題

3.1 堆肥の肥効評価

堆肥を肥料として用いる場合の問題は、堆肥の種類によって肥効がさまざまであり、それにより、適正な施用量も堆肥によって異なることである。堆肥によって、肥料成分量が異なるためと考えられるが、筆者らが40種類の堆肥を窒素の添加量が同じになるように土壤に添加してコマツナを栽培した結果、窒素の添加量が同じなのにコマツナの生育は堆肥によって大きく異なった。その要因を解析したところ、窒素の無機化率の影響が最も大きかった。すなわち、栽培期間中に無機化する窒素が多ければ、植物が利用できる窒素量が増加し生育も良くなる。このことは、堆肥中の可給態窒素量が植物の生育に最も影響することを示唆している。したがって、堆肥中の可給態窒素量を測定し、その値を考慮して施用量を決めるのが望ましい。堆肥の

可給態窒素量を測定する方法はいくつか提案されている。筆者らは、0.02M 硫酸液で120℃、20分の処理で溶出する全窒素量を無機化窒素量とする方法を用いているが、1M 塩酸溶液⁹⁾、酸性デタージェント液¹⁰⁾で抽出する方法などが提案されている。これらの方法で、それぞれの堆肥の可給態窒素量を測定し、それに基づいて適正な施肥量を求めることができると考える。

3.2 有害物質

堆肥中の有害物質で問題となるのは、重金属である。特に、下水汚泥は亜鉛の濃度が高く、土壌中の亜鉛濃度120mg kg⁻¹の管理基準（環境庁通達）が足かせになって、利用が進まない面がある。しかし、亜鉛は植物にも動物にも必須元素であり、日本人は不足がみで亜鉛のサプリメントも市販されているくらいである。植物でも茎等部の濃度が300~1000mg kg⁻¹以上にならないと生育障害は生じない¹¹⁾。作物の茎葉部の亜鉛濃度は100mg kg⁻¹以下のことが多く、亜鉛で生育障害が生じることは稀である。したがって、堆肥中の亜鉛で作物生育や人体に影響が生じる可能性は低い。むしろ、問題となるのはカドミウムであろう。今年4月に玄米中のカドミウムの基準値が1.0mg kg⁻¹から0.4mg kg⁻¹に改正され、今後、他の作物に対してもカドミウムの基準値が設定されることが予想される。カドミウムは他の重金属に比べて土壌粒子への吸着が弱い¹²⁾、植物への移行率も高く、土壌中の濃度が1.0mg kg⁻¹未満でも玄米中の濃度が1.0mg kg⁻¹以上になることもある。安全な作物の生産のためには、カドミウム濃度の低い堆肥を用いるのはもとより、施用後の土壌中の濃度や作物中の濃度も注視する必要がある。

4. 堆肥の利用を促進するために

有機性廃棄物の堆肥化、堆肥の利用上の課題を述べてきたが、これらの課題をすべて解決できたとしても、堆肥の利用が促進されるとは限らない。堆肥は、化学肥料に比べて肥料分が少ないために、化学肥料と同じ収量を得ようとすれば、施肥量を多くする必要がある。その分、運搬、施肥に労力がかかることになる。収量が同じであれば、労力が少なくてすむ化学肥料のほうが優位になる。堆肥の施用で土壌有機物が増加し、土壌の性質が改善される効果はあるが、その効果は目に見える形であらわれにくい。堆肥と化学肥料で作物の品質が異なると言われているが、今のところ科学的な知見に乏しい。しかし、水耕栽培では、植物がアミノ酸などの有機物を直接吸収することが示されており、筆者らも堆肥の施用で野菜中の遊離アミノ酸量が化学肥料に比べて数倍高くなる結果を得ている。このよう

に、作物中の有機成分、無機成分の濃度は化学肥料と堆肥で異なり、それにより品質（味覚、食感、有用物質など）も異なってくる。今後、堆肥の施用を促進するには、化学肥料との作物の品質面での違いを明確にし、堆肥を用いることの優位性を示すことが必要と考える。堆肥を用いて高品質の作物を生産することで、作物の商品価値が高まれば、堆肥の利用も進むと考えられる。作物の単なる生産でなく、その品質向上を目指した有機性廃棄物の堆肥化、利用が望まれる。

参考文献

- 1) 林健太郎、神山和則、寶示戸雅之、波田野隆介、長田隆、本田喜文、阿部佳之：農業起源のアンモニアの発生・沈着実態と環境影響評価、日本土壤肥料学雑誌、81、174-180 (2010)
- 2) 服部浩之、沼尾享彦、茅野充男：食用廃油を利用した堆肥の製造、秘本土壤肥料学会講演要旨集、53、p.147 (2007)
- 3) 長縄寿信、伊藤元：堆肥脱臭装置廃液の肥料としての利用と散布機の開発、Grassland Science、49、495-500 (2003)
- 4) Tanaka K, Yakushido K, Shimaya C: Odor emission control and nitrogen recycling by using adsorption treatment at the pilot scale composting facility, J. Agric. Meteorol., 60, 633-636 (2004)
- 5) 下水汚泥資源利用協議会：下水汚泥の農地・緑地利用マニュアル、p.50 (1996)
- 6) 矢部修平、吉田直人、進藤齊、角田潔和、葉坂勝、小泉武夫：高温コンポストにおける発酵初期の品温変化とマイクロフローラの変動、土と微生物、60、109-115 (2006)
- 7) 金澤晋二郎：肥効の高い堆肥の製造と新しい腐熟検定法、土と微生物、56、45-54 (2002)
- 8) 松田晃、渡邊亮、落合久美子、間藤徹：京都市近郊で市販されている堆肥・有機質資材の二酸化炭素発生速度に基づく品質評価の試み、日本土壤肥料学会誌、77、387-393 (2006)
- 9) 小宮山鉄兵、新妻成一、日高秀俊、森國博全：塩酸抽出-吸光度法による家畜ふん堆肥可給態窒素の迅速測定法、日本土壤肥料額雑誌、81、48-52 (2010)
- 10) 小柳渉、棚橋寿彦、酸性デタージェント可溶性窒素による牛ふん堆肥および豚ふん堆肥の窒素肥効評価、日本土壤肥料学雑誌、81、144-147 (2010)
- 11) 茅野充男、齊藤寛（編）：重金属と生物、81-142、博友社 (1988)
- 12) 和田光史：土壌粘土によるイオンの交換・吸着反応、土壌の吸着現象、5-57、博友社 (2001)

特集：平成22年度下水汚泥資源利用等に関する予算及び研究内容と今後の方針の解説

解 説

平成22年度下水道事業予算の概要について

国土交通省都市・地域整備局下水道部下水道企画課資源利用係長

山口 裕 司

キーワード：安全、環境、地域活性化、地球温暖化、循環型社会

1. はじめに

平成22年度予算においては、与党の「平成22年度予算重要要点」及び先のマニフェストを踏まえ、地方公共団体が行う社会資本整備について、これまでの個別補助金を原則廃止し、活力創出、安全・安心、地域住宅などの政策目的実現のため基幹的な事業（基幹事業）のほか、関連する社会資本整備や基幹事業の効果を一層高める社会資本整備以外の幅広い事業を一体的に支援する社会資本整備総合交付金（22年度予算額2,200,000百万円（皆増））を創設し、地方公共団体が行う下水道事業の補助金についても原則として同交付金としたところである。

ただし、過年度国庫債務負担行為の歳出化、補助率

差額、下水道事業調査費等については、以下の通り、必要額を確保したところである。

下水道の役割を、大きく「安全」、「環境」、「地域活性化」に分けて考えてみると、安全面では、都市を浸水から守り、地震に対して強いまちづくりを進めることが急務である。平成22年度予算においても、この安全対策は最重要分野としている。また、環境は下水道の最も基本的な役割である。良好な水環境を創出するため、高度処理や合流式下水道の改善を計画的かつ時間的な概念をもって進める必要がある。地域活性化の観点からは、未だ下水道未普及地域に住まれている方々への普及を早急に進めなければならない。これらの多様な下水道の役割に対応することを、平成22年度下水道事業予算の基本方針としている。

平成22年度下水道事業予算総括表

区 分	22年度 (A)	前年度 (B)	倍率 (A/B)
補助対象事業費	909億円	1兆2,461億円	0.07
国 費	546億円	6,328億円	0.09

注) 本表のほかに内閣府一括計上の地域再生基盤強化交付金（22年度予算額103,389百万円（前年度144,608百万円：0.71倍））がある。

2. 基本方針

平成22年度下水道関係予算においては、国民の安全・安心の確保、低炭素社会の実現、地域の活性化等を重視し、「安全」、「環境」、「地域活性化」に資する下水道事業として以下の施策を推進する。

(1) 安全

近年、集中豪雨の多発や都市化の進展に伴い、短時間に大量の雨水が流出し、内水氾濫リスクが増大していることを踏まえ、浸水対策を推進すると共に、下水管渠の老朽化等に起因した道路陥没が多発（年間4,100箇所）していることを踏まえ、耐震化の機能向上も考慮した改築を推進する。

(2) 環境

閉鎖性水域等の水質保全のため、窒素・リン等の除去のための高度処理などの下水道整備を推進すると共に、雨天時における未処理下水の放流による水質汚染リスクを軽減するため、合流式下水道の改善を推進する。また、省エネルギー対策、新エネルギー対策、下水汚泥等の有効利用等を推進する。

(3) 地域活性化

生活環境の改善、地域の活性化を図るため、人口が集中した地区において重点的に污水管の整備を行う一方、その他の地域においては、他の污水处理施設との連携強化や地域の実状に応じた低コストの整備手法の導入により、効率的な整備を推進する。

3. 重点事項

(1) 浸水被害の軽減

○浸水しやすい地域への都市の拡大など都市化の進展、近年の下水道の計画規模を大きく上回る集中豪雨の多発、地下街・地下室の設置といった土地利用の高度化などにより都市部における内水氾濫の被害リスクが増大。

○IPCC（気候変動に関する政府間パネル）第4次評価報告書統合報告書（平成19年11月）において、気候変動により、大雨の頻度増加、台風の激化等の懸念を指摘。

○浸水被害を最小化すべく、地方公共団体・関係住民等が一体となって、効率的なハード対策の着実な整備に加え、ソフト対策、自助の取り組みを組み合わせた総合的な浸水対策の推進。

(2) 地震対策の推進

○下水道施設が被災した場合、公衆衛生問題や交通障害の発生ばかりか、トイレの使用が不可能となるなど、住民の健康や社会活動に重大な影響。

○下水道施設は他のライフラインと異なり、地震時に同等の機能を代替する手段がないにもかかわらず、膨大な施設の耐震化が未了。

○重要な施設の耐震化を図る「防災」、被災を想定して被害の最小化を図る「減災」を組み合わせた総合的な地震対策を推進。

(3) 合流式下水道の改善

○合流式下水道において、降雨時にし尿を含む未処理下水が放流されることによる水域汚染等が社会問題化。

○平成15年度には下水道法施行令を改正し、中小都市（170都市）25年度、大都市（21都市）では平成35年度までに緊急改善対策の完了を義務付け。

○「効率的な合流式下水道緊急改善計画の手引き（案）」を活用し、改善対策の低コスト化、スピリット21などの新技術の導入を図り、効率的・効果的に改善対策を推進し、法令で定められた期限内に確実に対策を完了。

(4) 公共用水域の水質改善

○三大湾や指定湖沼などの閉鎖性水域では、富栄養化による赤潮・青潮、アオコ等の発生により、水産業、生態系、景観へ深刻な影響。

○閉鎖性水域の水質改善には、過去から蓄積された汚濁負荷への対策とともに、流入負荷の早期削減が重要。

○富栄養化の原因である窒素・リンの流入を削減するため、高度処理の導入を推進するとともに、標準活性汚泥法として供用中の処理場においても、部分的な施設・設備の改造等により、高度処理を段階的に導入し、処理水質の向上を推進。

○下水道管理者をはじめ、河川、環境、農林等の関連部局が連携して、汚濁負荷削減のための役割分担を明確にするための協議を行う仕組みを構築し、流域内の関係者が一体となった水質改善対策の推進が必要。

(5) 健全な水循環系の構築

○気候変動により浸水リスクのみならず渇水リスクも増大する一方、都市化の進展により水辺空間が減少

○浸透による湧水復活や貯留した雨水の有効活用など、多面的効果を持つ雨水貯留浸透施設の設置促進を図ることにより、雨水の貯留・浸透及び利用を推進

○雨水渠、下水処理水等を活用し、計画から維持管理段階での住民参画に配慮した水辺空間を再生・創出することにより、うるおいのあるまちづくりを推進。

○地域における水資源の需要と供給可能な下水処理水の水量・水質等を把握し、適切に組み合わせる仕組みを構築することで、円滑な下水処理水の利用を推進

○わが国の企業が世界屈指のノウハウを有し、下水道施設の効率化・高度化等が期待できる技術である膜分離活性汚泥法（MBR）について、日本版次世代MBR技術展開プロジェクト（通称A-JUMP）を実施。

○気候変動により浸水リスクのみならず渇水リスクも増大する一方、都市化の進展により水辺空間が減少。

○浸透による湧水復活や貯留した雨水の有効利用など、多面的効果を持つ雨水貯留浸透施設の設置促進を図ることにより、雨水の貯留・浸透及び利用を推進。

○下水道施設（公共下水道雨水渠、都市下水路）や下水再生水等を活用し、計画から維持管理段階での住民参画に配慮した水辺空間を再生・創出することにより、うるおいのあるまちづくりを推進。

○地域における水資源の需要と供給可能な下水再生水の水量・水質等を把握し、適切に組み合わせる仕組みを構築することにより、円滑な下水再生水の利用を推進。

(6) 未普及地域の解消

○厳しい財政状況や人口減少等の社会情勢の変化を踏まえ、下水道計画をより効率的なものへと見直しを促進。

○整備にあたっては、人口が集中した地区において概ね10年以内に未普及を解消。

○地域の実情に応じ、農業集落排水施設や浄化槽等との連携をより一層強化するとともに低コストの下水道整備手法を導入。

(7) 活力ある暮らしの実現

○人口減少や少子高齢化の進行による地域の活力の低下が懸念。

○定住促進、観光振興、産業振興、都市の再生等の観点から、未普及地域の下水道整備や処理場の上部空間等の多目的活用、下水道資源の活用を推進。

(8) 計画的な改築の推進

○下水道整備の進展にともない、管路延長は約40万km、処理場数は約2,000箇所など下水道ストックが増大。

○管路施設の老朽化等に起因した道路陥没も増加傾向にあり、平成20年度の発生件数は、約4,100箇所。

○日常生活や社会活動に重大な影響を及ぼす事故発生や機能停止を未然に防止するため、ライフサイクルコストの最小化、予算の平準化の観点も踏まえ、長寿命化対策を含めた計画的な改築を推進。

(9) 経営基盤の強化

○公共下水道事業の建設費については、国庫補助金、下水道事業債等。

○下水道事業債の元利償還金については、

・雨水分については、合流式・分流式いずれも、全額公費負担（交付税対象経費）

・汚水分については、

①合流式については、私費負担（使用料対象経費）

②分流式については、水質保全効果がより高いことから、公費負担（交付税対象経費）及び私費負担（使用料対象経費）

○下水道事業債の現在高は、平成13年度の33兆4,072億円をピークに減少傾向にあるものの、元利償還金の返済が経営上大きな課題。

○下水道事業は、終末処理場の設置等一定の先行投資を伴う事業である一方、使用料収入は供用開始後年数に伴い徐々に拡大する特性を有し、使用料対象経費（汚水処理に係る元利償還金及び維持管理費から公費負担経費を除いたもの）の使用料による回収については、耐用年数（管渠は50年）を考慮した長期的視点で見ることが必要。

○国土交通省としては、総務省との連携のもと「下水道経営健全化のための手引き」（平成20年8月）等に基づき、建設計画の見直し等による事業債の起債額や残高の縮減、使用料の収入増等経営健全化に向けた具体的な取組内容を記載した中期経営計画の策定等について、各自治体に対し要請しているところ。

○「地方公共団体の財政の健全化に関する法律」の全面施行（平成21年4月）により、各自治体は経営健全化基準以上（資金不足比率20%以上）に陥らないよう、経営健全化努力が、より強く求められるようになった。

引き続き、各自治体の取組状況の検証等も踏まえ、経営健全化に向けたサポートを充実強化。

(10) 資源・エネルギー循環の形成

○地球温暖化の顕在化や世界的な資源・エネルギー需給の逼迫が懸念され、循環型社会への転換、低炭素社会の構築が求められており、従来の下水を排除・処理する一過性のシステムへと転換することが必要。

○下水道は、下水や汚泥の処理に伴い大量の温室効果ガスを排出している一方、大きなエネルギーポテンシャルを有しており、京都議定書目標達成計画（平成20年3月閣議決定）に、対策を行った場合と行わなかった場合とを比較し、2010年度で216万トン（約3割）の温室効果ガスの削減を位置付け（省エネ・新エネ対策90万トン、下水汚泥の高温焼却126万トン）

○下水汚泥の高温焼却、下水道施設における省エネ

対策、汚泥の燃料化や太陽光・小水力発電の導入等の新エネルギー対策に関し、新技術の普及・促進を含めた具体的な取組を支援。

○また、下水に含まれる貴重な資源であるリンについては、世界的なリン資源のひっ迫等を背景に国内の肥料価格が上昇していることから、下水や下水汚泥からのリン等の回収、活用が求められており、農水省等関係省庁と連携し、下水汚泥等からリンを回収し、活用する取組を推進。

(11) 下水道分野における国際協力活動の推進

○「水の衛生」への関心が高まる中、ミレニアム開発目標（MDGs）の達成に向けた一層の対応が必要。

○地球温暖化による気候変動は水不足や水害リスクの増大など深刻な影響を与えるものと懸念されており、世界的に緩和策と適応策を総合的に強化すること

が必要。

4. 制度改正等

(1) 浸水被害軽減対策に関する事業の統合

「下水道浸水被害軽減総合事業」に「雨に強い都市づくり支援事業」を統合し、雨水貯留浸透施設を取り入れたハード対策、降雨情報の提供等のソフト対策、住民自らの取組（自助）を含めた総合的な浸水対策を推進する。

(2) 都道府県代行制度の継続

従来通りの都道府県代行制度を継続し、財政力・技術力等が十分でなく下水道の整備がなかなか進まない状況にある過疎地域における下水道整備を促進する。

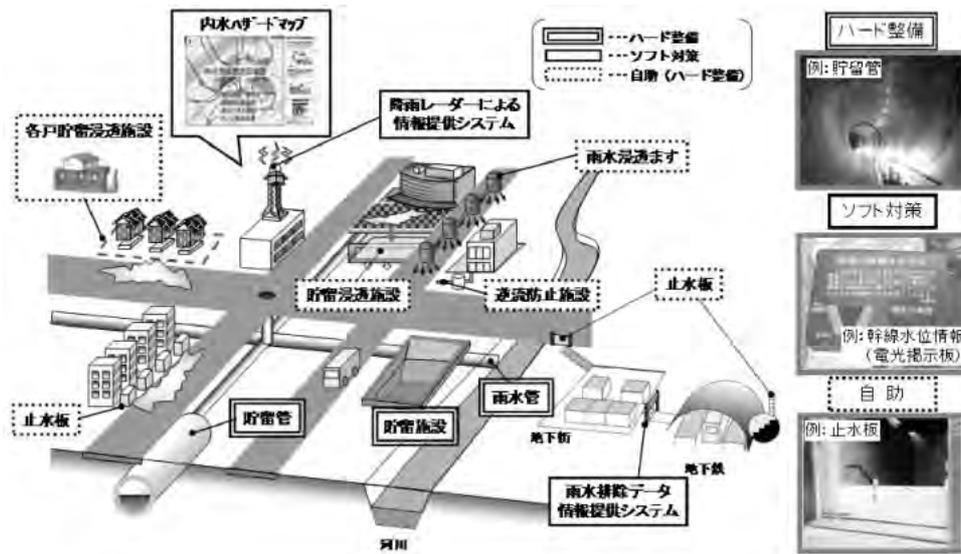


図 1



図 2

特集：平成22年度下水汚泥資源利用等に関する予算及び研究内容と今後の方針の解説

解 説

バイオマス活用推進基本計画の
策定状況について

農林水産省大臣官房環境バイオマス政策課係長

谷 村 篤

1. はじめに

バイオマス活用推進基本法は、バイオマスの活用の推進に関し、基本理念や政府のバイオマス活用推進基本計画を定めること等により、バイオマスの活用の推進に関する施策を総合的かつ計画的に推進し、もって持続的に発展することができる経済社会の実現に寄与することを目的として、平成21年9月12日に施行されました。

バイオマス活用推進基本計画は、バイオマス活用推進基本法に掲げられている基本理念にのっとり、バイオマス活用の推進に関する施策を計画的に進めるため、バイオマスの活用の推進に関する施策についての基本的な方針や、国が達成すべき目標、技術の研究開発に関する事項等について定める計画であり、バイオマスの活用を進める上で指針となるものです。

このため、バイオマス活用推進基本計画の策定にむけ、21年12月に関係7府省（内閣府、総務省、文部科学省、農林水産省、経済産業省、国土交通省、環境省）の大臣政務官からなる第1回バイオマス活用推進会議が開催され、策定に向けた検討が開始されました。当該会議以降には、バイオマス活用推進基本計画等に関

する専門的な検討を行うバイオマス活用推進専門家会議が、22年4月末までに計6回（分科会を含む）開催されてきたところです。

2. バイオマス活用推進専門家会議における検討状況

バイオマス活用推進専門家会議では、主に基本計画のフレーム、技術開発の方向性等について検討が進められ、以下のような主な意見が出されています。

(1) 基本計画のフレームについて

基本計画のフレームとしては、序章にバイオマス・ニッポン総合戦略に基づく取り組みの総括を設け、序章以降には、バイオマスの活用の推進に関する施策についての基本的な方針や、バイオマスの活用の推進に関し国が達成すべき目標、バイオマスの活用に関する技術の研究開発に関する事項等を記載する。

(2) 技術の研究開発の方向性について

技術開発の方向性を検討する場合、タイムスケジュールが重要であることから、時間軸毎に方向性を示す必要があり、短期的には国内のバイオマス利用の観点から方向性を示すとともに中・長期的には、国内・国外に限らず、バイオマス利用の高度化の観点か

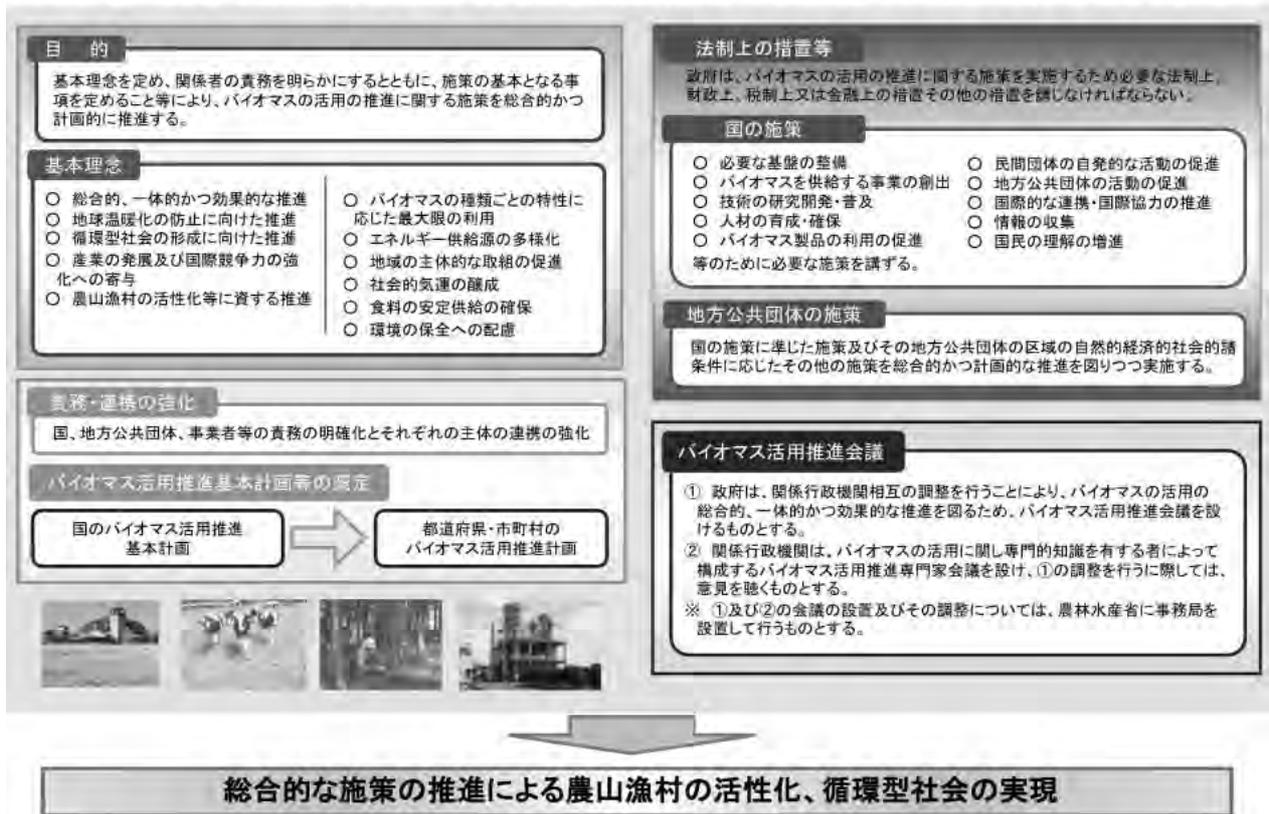


図1 バイオマス活用推進基本法（平成21年法律第52号）の概要

ら方向性をしめすことが必要。また、バイオマスの収集・運搬から変換・加工、利用に至るまでの技術体系の中でボトルネックとなっている技術課題を整理しながら、優先的に解決すべき課題について重点的に記述することが必要。

また、基本計画の目標については、

- ① バイオマスについては、地球温暖化の防止、循環型社会の形成、産業の発展及び国際競争力の強化、農山漁村の活性化等に寄与することが期待されている、
- ② 我が国は、すべての主要な国が、公平かつ実効性が確保された地球温暖化の防止のための国際的な枠組みを構築するとともに、温室効果ガスの排出量に関する意欲的な目標について合意をしたと認められる場合との留保付きながら、2020年における温室効果ガスの排出削減量を、1990年比でマイナス25%とすることを表明している

ことから、このようなことを踏まえ、引き続き検討が進められているところです。

3. 策定に向けた今後の流れについて

策定に向けた今後の流れとしては、バイオマス活用

推進専門家会議で目標等の検討が引き続き進められます。その検討結果を踏まえて、バイオマス活用推進会議で目標や技術の研究開発の方向性等について議論・取りまとめが行われ、バイオマス活用推進基本計画が策定されることとなります。

4. おわりに

バイオマス活用推進基本法において、都道府県や市町村は、バイオマス活用推進基本計画を勘案して、都道府県バイオマス活用推進計画や市町村バイオマス活用推進計画を策定するよう努めることとなっています。現在でも、関係者の連携のもと、地域内において食品残さの飼料化や家畜排せつ物のたい肥化など、市町村が中心となってバイオマス資源の循環利用の促進を図るためにバイオマスタウン構想が策定されており、平成22年4月末現在で279地区においてバイオマスタウン構想が策定されています。

バイオマス活用推進基本計画が策定されれば、本計画に基づきバイオマスの活用がさらに推進されるべく施策を計画的に進めるとともに、市町村や民間企業等関係者の皆様にも更なるバイオマスの活用に取り組んでいただき、地域の創意工夫を生かした取組の推進をお願いします。

特集：平成22年度下水汚泥資源利用等に関する予算及び研究内容と今後の方針の解説

解 説

日本下水道事業団における 汚泥の処理・有効利用に関する 調査研究の概要

日本下水道事業団技術開発部主任研究員

島 田 正 夫

キーワード：担体充填、熱可溶化、ロータリーエンジンガス発電、多層燃焼焼却システム、低含水率遠心脱水機

1. はじめに

わが国の下水道処理人口普及率は平成19年度末時点で概ね77%に達し、下水処理によって発生する汚泥の量も年々増加し225万t/年となっている。従来、下水汚泥は処理処分に面倒な廃棄物と位置づけられ、なるべく低コストで処理処分できる方法の開発が研究の中心課題であった。

近年、地球温暖化問題がクローズアップされ、温室効果ガス削減と資源の有効利用の観点から、バイオマス活用推進基本法が施行（平成21年9月）されるなど、下水汚泥は化石資源に替わる貴重なバイオマス資源のひとつとしてみなされるようになってきた。

また、国土交通省においても今後の下水道の方向性を見据えた「下水道ビジョン2100」のなかで、持続可能な循環型社会を構築するために、これまでの「普及拡大」中心の20世紀型下水道から、「健全な水環境と資源循環」を創出する21世紀型下水道への転換をめざすべきとして「循環のみち」を基本コンセプトに掲げて事業を展開していこうとしている。さらに、昨今世界的な肥料需要の増大に起因してりん酸肥料やその原料となるりん鉱石の価格高騰により、JA全農や肥料

メーカー等から下水および下水汚泥中のりんが注目を浴びるようになってきた。

これらの背景のもと、日本下水道事業団（以下JSという）技術開発部では下水汚泥のエネルギー資源としての有効利用やりんをはじめとする希少資源の回収を中心に様々な課題に取り組んでいる。ここでは平成22年度に予定しているこれら汚泥の処理・有効利用に関する研究課題の概要について報告する。

2. 固有テーマ

JSが独自に課題を定めて実施する調査研究業務で、平成22年度における汚泥の処理・有効利用関係については、以下の3テーマを予定している。

(1) 下水道における新しいエネルギー転換・回収技術の開発

下水汚泥は成分組成の約8割が有機物からなっており、その集約性と質および量の安定性から最も優れたバイオマス資源の一つと云われているものの、わが国においては必ずしも十分に利活用されていない状況にある。

現在、下水処理場におけるエネルギー回収利用法としては嫌気性消化によるメタン回収と脱水汚泥の乾燥

や炭化による固形燃料化技術等があるが、嫌気性消化では処理に20~30日を要し、汚泥中有機物の約半分しかエネルギーとして回収できないこと、固形燃料化では汚泥の水分を除くための投入エネルギーが大きく、また燃料の受け入れ先の確保の問題等があり、十分に普及していない理由の一つになっている。

最近燃料電池の燃料など、化石燃料の代替エネルギーとして水素が有望視されている。現在、水素の生産手法としては水の電気分解や炭化水素燃料の改質などが主として採用されているが、微生物反応を利用するバイオマスから直接水素を生産する水素発酵技術が注目を集めている。

また、生物化学分野において、微生物内の酵素による触媒作用を利用して有機物の持つ化学エネルギーを電気エネルギーに直接変換するバイオ電池の研究開発が進んでいる。微生物が成長に用いるエネルギーの一部を電気エネルギーとして回収するというメカニズムから微生物の増殖が抑制され、下水処理系における余剰汚泥生成量が減少し、処理コストの削減も期待される。

わが国における早急な温室効果削減を図る上で、既存のエネルギー回収システムとこれら新しい技術を適切に組み合わせた、効率的なバイオマスエネルギー転換・回収システムの開発が急がれていることから、昨年度に引き続いて研究開発を進めることにしている。

(2) 高温炭化システムの事後評価

下水汚泥炭化システムは、従来の脱水汚泥、焼却灰、溶融スラグ等の下水汚泥処理処分形態に加わる新しい汚泥資源化技術として、日本下水道事業団が民間企業と共同研究により開発したもので、第1号機が平成13

年3月、滋賀県琵琶湖湖南中部浄化センターに導入されたのを皮切りに、平成21年度末時点で8箇所の下水処理場に導入され稼働している。図1に炭化処理システムの処理フローの例を示した。

下水汚泥から造られる炭化製品は焼却灰と異なり木炭と同じ多孔質性状の特性より吸着材や脱臭剤、土壤改良材、消雪材、肥料、燃料といった幅広い用途が期待されていることから、平成15年に当時の技術的知見をもとに技術評価を行った。その後採用箇所も増え運転実績も積み重ねられてきたことから、これら新しい運転実績データ等をベースに、21年度から2ヵ年にわたり評価内容の検証を行うものである。ただし、最近固形燃料化に特化した低温炭化システムの導入も一部行われているが、運転実績も少ないことから今回の評価対象からは除くことにしている。

(3) エネルギー回収を目的とした嫌気性消化プロセスに関する評価

わが国では約300箇所の下水処理場で汚泥の嫌気性消化処理が採用されているが、その目的は大部分が減量化と安定化であり、消化ガスの外部供給や消化ガス発電といった積極的なエネルギー回収を行っている処理場はわずか30箇所程度に過ぎない。

湿潤バイオマスからのエネルギー転換回収システムとしてメタン発酵は環境先進国では積極的な導入が進められていることから、わが国の下水道分野においてもエネルギー回収システムとしての嫌気性消化プロセスの導入が期待されている。

以上のような背景から、特にエネルギー回収システムとしての嫌気性消化プロセス（最適前処理、メタン発酵条件、ガス精製法など）について、今年度から

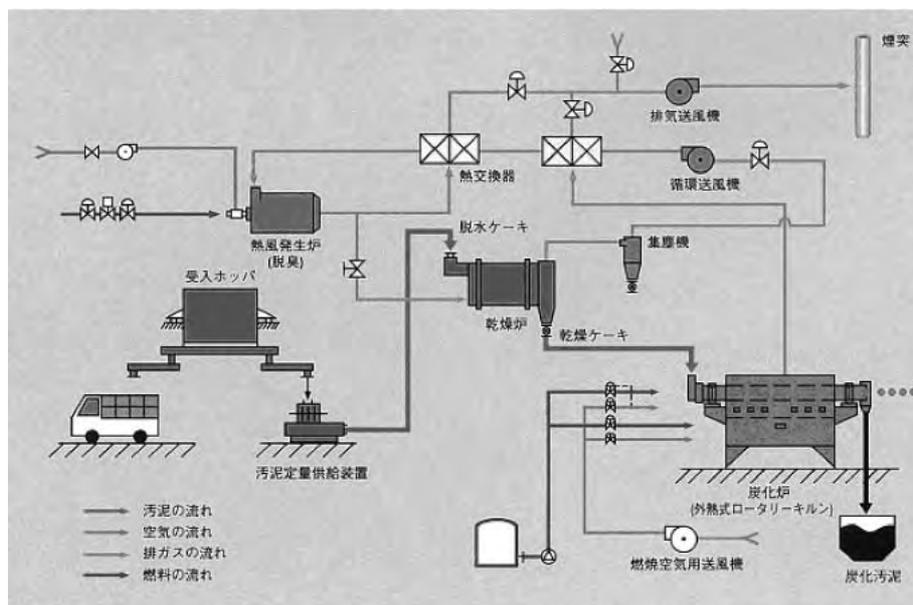


図1 下水汚泥炭化システム処理フローの一例

2 ヶ年をかけて評価を行う予定にしている。

3. 受託テーマ

国や地方自治体等からの委託要請により実施する研究調査業務で、汚泥の処理・有効利用に関するテーマのみでも毎年5～10件程度実施している。本年度の受託箇所及び実施内容については調整中であるが、概ね次の内容が予定されている。

(1) エネルギー利用関係

大きく分けると汚泥の固形燃料化導入検討に関する調査テーマと嫌気性消化及び消化ガス有効利用に関するテーマに大別される。

固形燃料化については、下水処理場汚泥を石炭ボイラーの代替燃料として利用するための調査検討業務で、比較的規模の大きい処理場を有する自治体等からの要請により毎年数件実施している。

また、地球温暖化対策や資源有効利用の観点から、下水汚泥嫌気性消化の効率化や消化ガス有効利用法、新規の嫌気性消化システム導入効果検討、処理場全体の省エネ対策検討業務等の受託を予定している。

(2) 建設資材利用及び緑農地利用関係

下水汚泥のマテリアル利用法としては従来からセメント原料化を含む建設資材利用と緑農地利用があり、これからも循環型社会構築における汚泥資源有効利用法の中心をなすものと考えられている。

セメント原料化は、現在下水汚泥利活用全量の約50%を占める最も中心的なリサイクル方法であるが、近年セメント需要量の大幅な減少傾向が続いていることから、セメント生産量の縮減に応じてリサイクル材の受け入れ量も減少傾向にある。現在セメント原料化に頼っている自治体においても、汚泥の更なる減量・

減容化と新たな有効利用法についての検討にせまられている。これらに関する検討業務を昨年度に引き続いて、数箇所の自治体からの受託を予定している。

4. 共同研究テーマ

JSと民間企業が共同で実施する研究調査業務で、JSが公募した研究課題について行う公募型共同研究と、民間企業が提案してきた研究課題について行う提案型共同研究がある。平成22年度実施予定の共同研究テーマを表1に示した。

4.1 高効率嫌気性消化関係

(1) 熱可溶化による高効率嫌気性消化法

消化ガス発電排熱等を利用して、消化槽の加温と汚泥の熱可溶化処理を同時に行う高効率嫌気性消化システムの実用化を目的に、平成18年度から実施している。ベンチスケールの連続消化実験の結果ではメタンガス発生量が従来方式に比較して約10%増、有機物分解率は70～80%という良好な結果が得られている。今年度は、猪名川流域下水道原田処理場に消化タンク容量15m³の実証プラントを設け、実用化に向けた処理性能確認の調査を1年間にわたり実施することとしている(写真1)。

(2) 担体充填による超高速嫌気性消化法

下水汚泥の嫌気性消化では、通常消化日数を20～30日、投入有機物容積負荷量として1.2～1.7kg/日m³で行われている。本研究ではよりコンパクトな装置で効率的にメタンガス回収を行うことを目的に、メタン発酵細菌の高濃度維持と反応速度の増大を図るために、担体充填と高温嫌気性消化法を併用し、消化日数4～7日で処理する超高速消化処理システムの開発を目指

表1 平成22年度に予定している汚泥有効利用関係の共同研究 (H22年5月時点)

テーマ区分	共同研究企業	期間(予定)	研究内容の概要
高効率嫌気性消化技術	三菱化工機(株)	H18～H22	消化ガス発電排熱等を利用した汚泥の熱可溶化高効率嫌気性消化技術の開発
	メタウオター(株)	H19～H22	担体充填高温消化による超高速嫌気性消化技術の開発
消化ガス利用技術	メタウオター(株) 寿工業(株)	H20～H22	生物脱硫装置と自動車用ロータリーエンジンを組み合わせた効率的な消化ガス発電システムの開発
りん資源回収技術	(株)荏原環境エンジニアリング	H21～H22	消化汚泥からりんをMAPとして効率的に回収する技術の開発
焼却処理技術	メタウオター(株)	H21～H22	温室効果ガス排出削減と省エネを目的とする循環式多層燃焼炉の開発
低含水率遠心脱水機の実用化	(株)西原環境テク (株)IHI環境	H22	2液高効率低動力型汚泥脱水機の開発
	巴工業(株)	H22	2液高効率低動力型汚泥脱水機の開発



写真1 熱可溶化高効率嫌気性消化の実証プラント
(猪名川流域下水道原田処理場)



写真2 超高速嫌気性消化の実証プラント
(熊本県八代北部流域処理場)

している。

平成20年度春から熊本県八代北部流域下水道処理場
に実証プラントを設置し、下水汚泥と生ごみの混合メ
タン発酵を含めた実用化のための各種調査を進めてい
る(写真2)。

4.2 自動車用ロータリーエンジンを用いた小型消化 ガス発電システムの開発

ロータリーエンジンは回転運動が主体のため低振動
でかつ構造がシンプル、同出力の従来レシプロエンジ
ンに比べ極めて小型軽量で整備点検が容易という特徴
を有している。そこで自動車用ロータリーエンジンを用
いた中小規模処理場に適した維持管理性の優れたガ
ス発電システム(発電出力:40kW)の開発を平成19
年度より進めている。平成23年度商品化を目指し、昨
年度に引き続いて北九州市日明浄化センターにて、系
統連携も含めたシステムの性能・安定性の確認を目的
とする長期連続試験を行っている。写真3に、ロータ



写真3 ロータリーエンジンガス発電システム実証試
験機(北九州市日明浄化センター)

リーエンジンガス発電システムの実証試験機を示した。

4.3 嫌気性消化システムにおけるリン資源の回収技術

嫌気性消化は下水汚泥の減量化、安定化を目的に古
くから採用されているシステムであるが、バイオマス
エネルギー回収システムとしても注目され、今後さら
に普及導入が予想されている。嫌気性消化システム運
転管理上の課題の一つとして、消化汚泥中のりん、ア
ンモニア、マグネシウム分が反応して生成するMAP
(りん酸マグネシウム・アンモニウム)による後続の
配管閉塞トラブルが指摘されている。

そこで、あらかじめ嫌気性消化汚泥からMAPを効
率的に生成回収することで配管閉塞トラブルの解消と
貴重なりん資源回収が図れるシステムの開発を昨年度
に引き続いて行う予定にしている(図2)。

4.4 循環型多層燃焼法による省エネ・N₂O抑制焼却 システムの開発

流動焼却炉は焼却効率が高いため未燃焼分が少な
く、臭気対策が不要で維持管理も容易などの特徴から

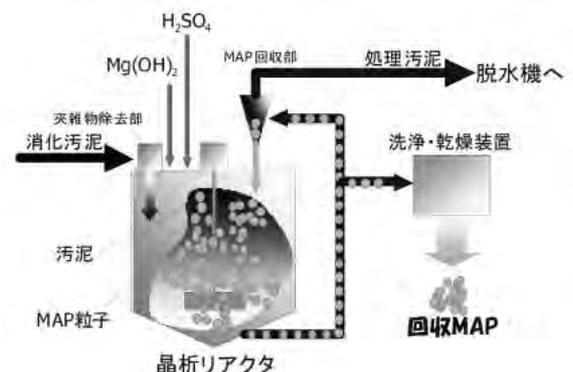


図2 消化汚泥からのりん回収リアクタ

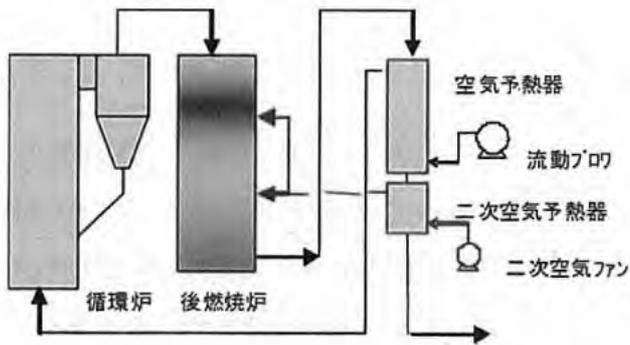


図3 循環型多層燃焼システムの概略フロー図

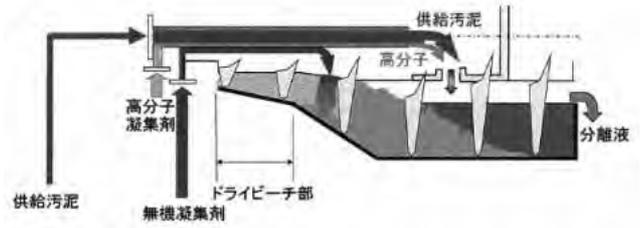


図4 低含水率遠心脱水機のシステム構造図

近年最も多く採用されている汚泥焼却方式であるが、他の焼却方式に比べ N_2O 排出量が大きくなるという課題を有している。現在 N_2O 対策として実施されている $850^{\circ}C$ 以上の高温焼却方式は、従来運転（ $800^{\circ}C$ 焼却）に対し約6割の N_2O 削減効果があるものの、一方で補助燃料使用量増に伴い、ランニングコストが増加するという問題を有している。

そこで省エネルギー型温室効果ガス排出抑制技術として図3に示す抑制型循環流動部と後燃焼部からなる「循環型多層燃焼システム」の実用化に向けた共同研究を実施している。本システムは、循環流動部では低空気比で管理することで還元雰囲気であるため汚泥中窒素の酸化が抑制（ N_2O 生成抑制）、後燃焼部では燃焼用空気を複数箇所から供給することで余剰空気率を抑制、発熱反応に寄与しない余剰空気による冷却効果を抑えて高温場を形成し N_2O を分解するものである。

昨年度に引き続いて、省エネルギー性と温室効果ガス抑制効果について調査することとしている。

4.5 低含水率・低動力型遠心脱水機の実用化研究

下水汚泥の処理処分や有効利用を図る上で、脱水汚泥の低含水率化は最も重要な課題となる。特に、嫌気性消化は下水汚泥からのエネルギー転換プロセスとして今後更に導入が見込まれているものの、消化汚泥は生汚泥に比べ脱水性が劣ることが課題の一つにもなっている。

今回共同研究の対象とする遠心脱水機は、図4に示すように脱水機内に無機凝集材を直接投入することで、嫌気性消化汚泥においても含水率を75%以下まで（従来機種では80%前後）処理が期待できるとともに、遠心効果の見直し等で従来機に比べ30%以上の動力削減を目標としている。

5. おわりに

ポスト京都議定書の国際的な枠組み制定を目的に、昨年12月にコペンハーゲンで開催された温室効果ガス削減条約締約国会議（COP15）は、残念ながら先進国と途上国の間の溝が埋まらず具体的な成果が得られずに終了したが、わが国の鳩山首相は2020年を目標とする新たな温室効果ガス削減中期目標について「1990年比で25%減」という高い数値目標を表明し、開発途上国を含めた世界各国から高い評価を博した。これに関連してわが国においては、エネルギー供給構造高度化法（2009年7月）や、バイオマス活用推進基本法（2009年6月）が制定され、さらに地球温暖化対策基本法案が平成22年3月閣議決定され、第174通常国会に法案提出となった。また、この4月から東京都の「温室効果ガス排出総量削減義務と排出量取引制度」もスタートした。

わが国の下水道からの温室効果ガス（ CO_2 換算）排出量は2006年度で約700万tであり、1990年比54%も増加している。改正省エネ法（2009年度から適用）により温室効果ガス排出量等の報告対象が事業所単位から事業者単位に変更された。下水道事業は一般廃棄物処理事業とならんで地方公共団体の事務事業の中でも温室効果ガスを多量に排出する事業の一つであることから、各自治体においては下水道部門での温室効果ガス削減努力や下水汚泥バイオマスからの創エネが極めて重要になってくると考えられる。

JS技術開発部では、これら温暖化対策や循環型社会を念頭に置いた下水汚泥の有効利用法に関する様々な研究課題に、今後も積極的に取り組んでいくこととしている。

特集：平成22年度下水汚泥資源利用等に関する予算及び研究内容と今後の方針の解説

解説

(財)下水道新技術推進機構における 技術開発について

(財)下水道新技術推進機構

資源循環研究部長 石田 貴

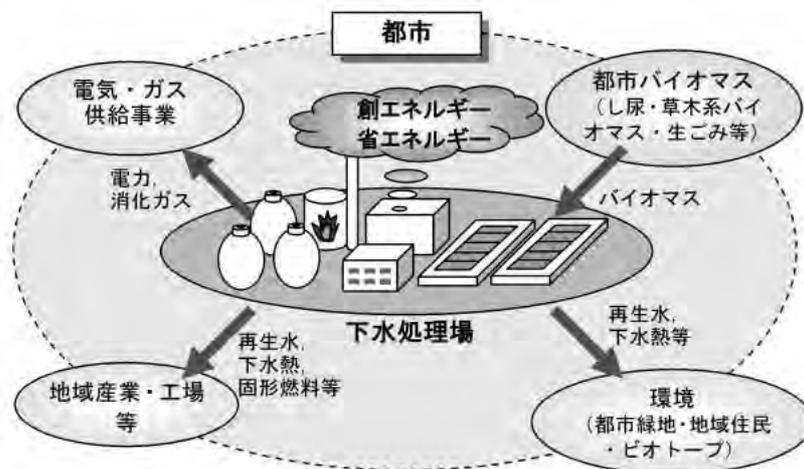
キーワード：バイオマス、亜臨界水処理、高速メタン発酵、補助燃料ゼロ、汚泥ガス化炉、小規模燃料化システム

1. はじめに

温室効果ガス排出量を2020年までに1990年比25%削減する中期目標を掲げた「地球温暖化対策基本法」が5月18日衆議院を通過した。この法案では、下水汚泥を含むバイオマスなどによる新エネルギー等の供給量の割合を2020年には10%にすることや下水道事業者

も関係すると思われる地球温暖化対策税の創設などが盛り込まれている。

このような社会的背景を踏まえると、下水道における未利用資源・エネルギーの有効利用の促進を図ることはもちろんであるが、社会全体の効率化を図る観点から、他事業との連携により、下水処理場が都市全体における低炭素化の推進の中核としての役割を担う必要がある（図－1参照）。都市で発生するバイオマス



図－1 都市における下水処理場の役割

には、し尿、浄化槽汚泥、生ごみなどに加えて、公園から発生する剪定枝や河川堤防の刈草などの草木系バイオマスがある。これらのバイオマスは下水汚泥とともにメタン発酵を行う嫌気性汚泥消化タンクに投入し、バイオガスとしてエネルギーを取り出すことが可能である。また、これにより、し尿処理施設の廃止や都市ごみ焼却施設の規模の縮小等が可能となり、都市全体で見た場合、維持管理コストや温暖化ガス排出量の削減を図ることが可能となる。

下水処理場に生ごみ等の複合バイオマスを受け入れることにより増大した利用可能エネルギーは、ガス発電によるグリーン電力や都市ガスの導管注入によるグリーンエネルギーとして効率的な活用が可能となる。また、炭化炉等の固形燃料化技術においても、システムに必要なエネルギーを消化ガスにより賄うことで温室効果ガス排出量を抑制することができる。

2. 今年度取り組みを予定している技術

① 民間との共同研究

今年度新規案件については、まだ調整中であるため、ここでは継続案件について紹介する。

・下水処理場へのバイオマス（生ごみ等）受入れに関する共同研究

民間9社との共同研究として、生ごみ等のバイオマスを下水処理場に受け入れた場合の全体としてのメリット及び下水処理場側の処理コストや水処理への影響等について、下水道事業者の理解を助けるための「下水処理場へのバイオマス（生ごみ等）受入れの手引き」を平成21年度の成果として作成した。今夏を目

処に各市町村に配布する予定である。今年度は、他のバイオマスを受け入れる場合の法的手続き等も含めて、実務者向けのマニュアルを作成する予定である。

・補助燃料ゼロを目指した脱水・焼却システムに関する共同研究

管理者参加型共同研究として、岐阜市、メタウォーター(株)、月島機械(株)と実施している。焼却処理における脱水汚泥の低含水率化は、自然により補助燃料の削減が可能な技術として知られているが、実際には汚泥性状の変動等により自然域での安定燃焼を継続することは困難である。本研究は、既存の脱水・焼却設備を、安定した低含水率域の脱水ケーキが得られる脱水設備から安定した自然域での燃焼が可能な焼却設備までを一体のシステムとして再構築し、維持管理費の削減と温室効果ガス排出量の削減に加え、有効な廃熱利用を図ることを目的としている。研究期間は平成24年までを予定している。

・亜臨界水処理を用いた下水汚泥のエネルギー転換及び減容化に関する共同研究

三菱長崎機工(株)及び鹿島建設(株)との共同研究として、長崎市西部下水処理場に実証施設を設置して実施している。亜臨界水処理と高速メタン発酵との組み合わせにより汚泥量を3分の1から5分の1に減量化するとともに、反応器の加温に要するエネルギーを全て消化ガスで賄うことを目的としている。図-2に本システムの設備フローを示す。

② 機能高度化促進事業新技術活用型関連の技術

・汚泥ガス化炉施設の性能評価研究

清瀬水再生センターで本年7月に供用開始を予定し

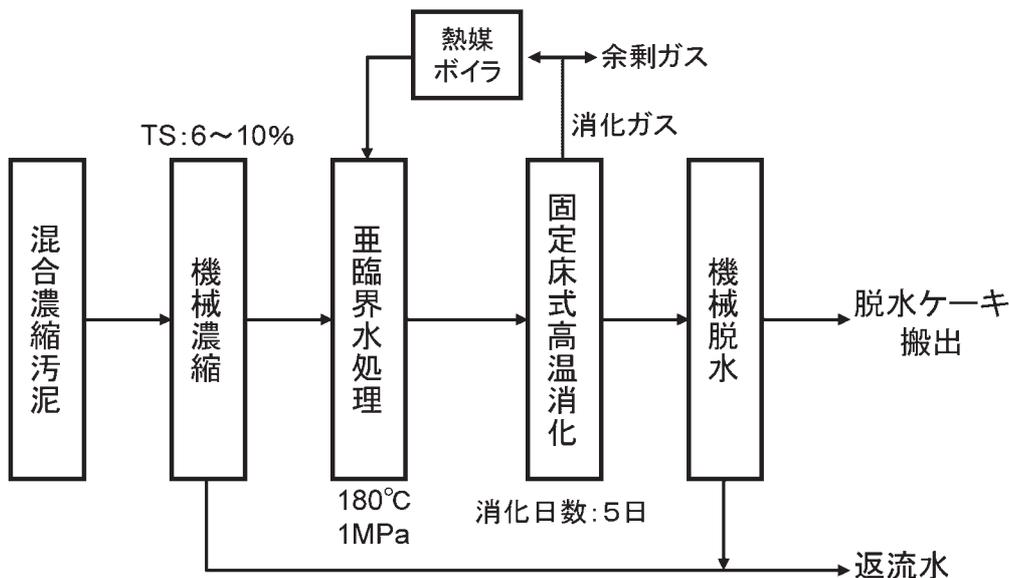


図-2 亜臨界水処理システムの設備フロー

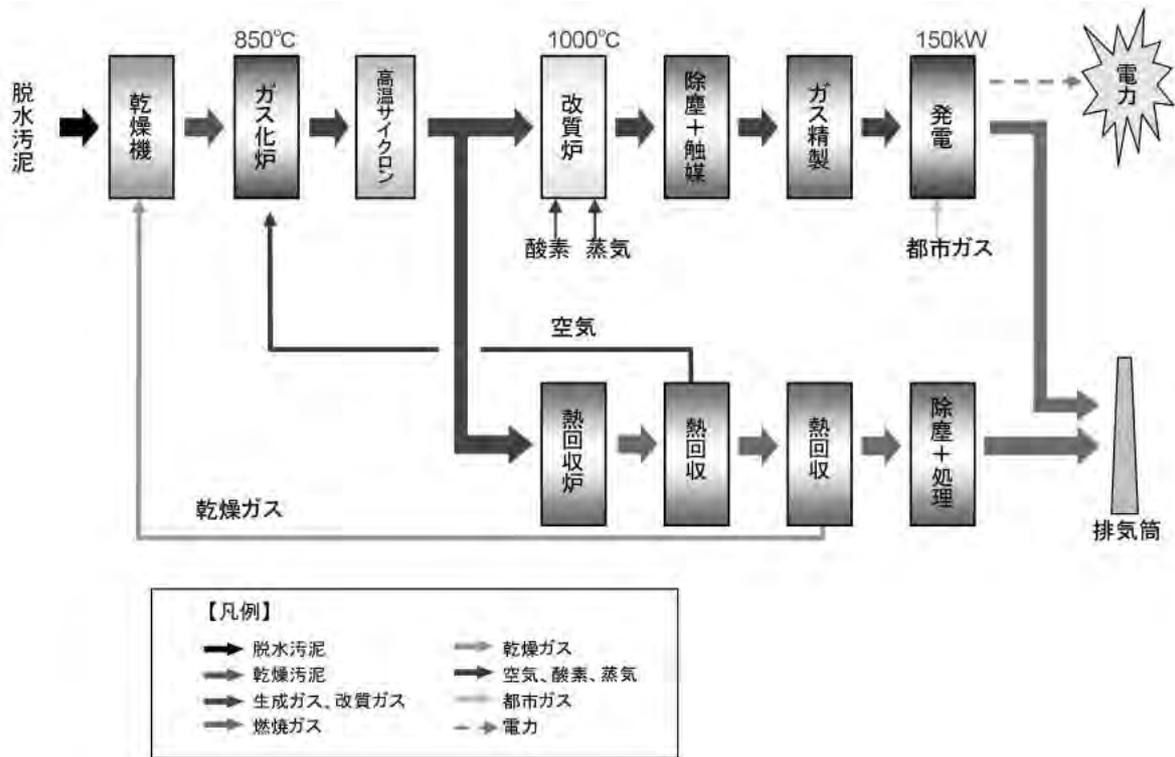


図-3 汚泥ガス化炉の設備フロー

ている、下水汚泥を低酸素状態で熱分解・ガス化し、分解ガスの一部を改質してガス発電を行う施設について、東京都との共同研究として性能評価研究を行う予定である。温室効果ガス排出量の削減効果やガス発電量を検証するとともに運転・維持管理性や環境性を確認していく予定である。本システムの設備フローを図-3に示す。

・小規模下水汚泥の燃料化システムの実用化評価研究
 本研究は美濃加茂市との共同研究であり、蜂屋川クリーンセンターのようなオキシデーショントイッチ法の施設から発生する汚泥を、ツインドラム型乾燥機で乾燥し、乾燥汚泥をペレット化後、木質ペレットとともに蒸気ボイラーで燃焼させ、回収した水蒸気で下水汚泥を乾燥させようというものである。蜂屋川クリーンセンターに設置された本システムの主要設備の概要を表-1に示す。

③ 固有研究

・汚泥処理システムにおけるエネルギー効率に関する検討

本研究は財団の固有研究として実施するもので、汚泥処理システムの各プロセス、すなわち、濃縮、消化、脱水、焼却や炭化等の資源化技術の各段階で消費されるエネルギーや温室効果ガス排出量が、汚泥性状等の影響でシステムにどのような影響を与えるかを定量的に把握し、これにより最も効果的なプロセスの技術開

発や再構築の優先順位などを明らかにしようとするものである。

3. 今後の展望

生ごみ等のバイオマスを下水処理場に受入れ、下水汚泥と共に嫌気性汚泥消化タンクに投入することにより、消化ガスとして大きな非化石エネルギーを取り出すことができる。従来、し尿、生ごみ、下水は別々の事業として個別に処理されていた。しかし、これら都市の公共部門の効率化を図り、温室効果ガス排出量の削減を目指した場合、これらバイオマスを下水処理場に集約しエネルギーとして取り出し、ガス発電等により有効利用することが求められている。都市で発生するバイオマスとしては、草本系バイオマスやシュレッダー紙ごみなどもあり、これらを対象としたメタン発酵技術の開発に取組む必要がある。

また、エネルギーを取り出すことのできる嫌気性汚泥消化タンクを有する下水処理場は全国で約300箇所程度であり、今後、新しく設置を検討する市町村の増加が想定される。しかし、嫌気性汚泥消化タンクは比較的用地面積を必要とすることから、消化日数の短縮を目指す複合バイオマスを対象としたメタン発酵技術の開発が必要である。さらに、建設費が安く耐久性の高い汚泥消化タンクの材質等についても技術開発が必要と考えられる。

表-1 主要設備の概要

設備容量	2.4t/日-脱水汚泥×1系列	
主要な設備構成	ツインドラム型乾燥機	処理能力 100kg/h
	ペレタイザー	処理能力 30~80kg/h
	ペレット燃焼用蒸気ボイラー	発生蒸気量 150kg/h 最大熱出力 102,000kcal/h
投入脱水汚泥量	脱水汚泥含水率83% 100kg/h	
製造乾燥物量	汚泥ペレット含水率12% 19.32kg/h	

焼却に比べて亜酸化窒素の発生が少なく、石炭の代替エネルギーとなる固形燃料化技術の開発が盛んに行われているが、石炭火力発電所を除くと受け入れ先の確保が普及のネックとなっている。民間で保有するボイラー等での利用促進を図るためには、燃料化物のJIS化等の取り組みが必要である。

個別機器の省エネルギー化技術、消化ガスの有効利用技術、低温熱利用技術など今後とも更なる技術開発が必要な技術が多くあり、資源循環研究部としてはこれらの技術開発とその普及に少しでもお手伝いできればと考えています。

研究紹介

CO₂分離膜による簡素な消化ガス精製と利活用技術の開発

長岡技術科学大学 環境・建設系

姫野 修司・藤田 昌一・澤本 英治

キーワード：消化ガス精製、膜分離法

1. はじめに

現在、地球温暖化や地下資源の枯渇を背景に未利用エネルギーの有効活用、再生可能エネルギーの利活用推進が求められる中、バイオマスエネルギーが注目されている。下水道分野においては、全国約300か所で行われている下水汚泥の消化工程で発生する消化ガスがメタンを約60%含み有効なエネルギー源として注目されている。消化ガスの利活用状況を図1に示す¹⁾。

これまで下水処理場で発生した消化ガスは、消化槽加温用ボイラーの燃料としての利用や、大規模な下水処理場ではガスエンジン発電機の燃料として利用する事で消化ガス発電を行い処理場内の電力を補うことも行われている。しかし、消化ガス発電施設の導入にはコストを要するため、中小規模下水処理場を中心に全国で発生する消化ガス（年間約3億m³）のうち約3割が余剰ガスとして焼却処分されており、未利用エネルギー有効活用の観点から中小規模下水処理場での利活用推進が求められている。

これらの未利用消化ガスの利活用方法として消化ガス中のCO₂ガスとメタンガスを分離し、メタンガスを高純度化させ、燃料ガスとして利便性を高める方法がある。長岡市、金沢市においてメタンガスとそれ以外の不純物であるCO₂ガスや硫化水素などの水への溶けやすさの違いを利用した水吸収法で消化ガスを精製

し、メタン濃度を90%程度まで高純度化することで都市ガスの原料として利用している^{2) 3)}。神戸市においては、水と消化ガスを高圧下で接触させることで水への溶解度の差がさらに大きくなることを利用して、メタン濃度を97%以上に高純度化した後に除湿し、天然ガス自動車の燃料として供給する事業⁴⁾や、微量成分を除去し、熱量調整、付臭後に都市ガス導管へ注入する事業が行われている⁵⁾。

消化ガスの精製技術としては、メタンガスとCO₂ガスの水への溶解度の差を利用した方法以外にも、CO₂を吸着する吸着剤を用いた吸着法（PSA法）、CO₂ガスとメタンガスを気体の状態で分離できる気体分離膜を用いた膜分離法などがあるが、中小規模処理場でも導入可能な簡素な精製技術が求められている。

本研究では、CO₂分離膜を用いた膜分離法について、実下水処理場内で実証プラントを設け消化ガス精製の

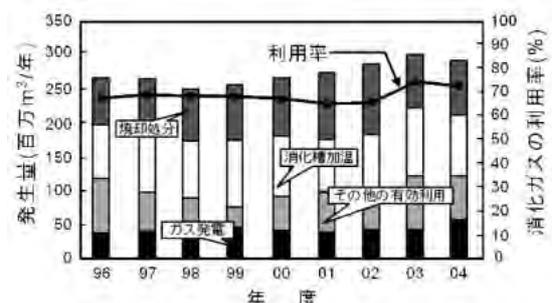


図1 消化ガスの利活用状況¹⁾

実証実験を行ってきたので紹介する。

2. 消化ガス精製技術の概要

2.1 消化ガスの精製純度の考え方

消化ガスを精製しメタン濃度を向上させるには、メタン富化の精製ガス中のCO₂濃度やCO₂富化ガス中のメタン濃度に加えて、エネルギーであるメタンガスの回収率に注目する必要がある。特に、精製ガス中のCO₂濃度は後段の利用用途に適した熱量を確保するための濃度を設定する必要がある。また、CO₂富化ガスは大気放散される事がほとんどであり、CO₂富化ガス中のメタン濃度は環境負荷削減の観点から、最小限まで低くする必要がある。そのためにも、理想的には消化ガス中のメタンガスはほぼ全量を回収する必要がある、消化ガス精製を行うためにはメタンガスの回収率を高める必要がある。

2.2 膜分離法とは

膜分離法とは、水吸収法や吸着法のようにガス分離の途中において、気体から液体、気体から固体などの相変化を伴わず気体のままで分離が可能な唯一の方法であり、省エネルギー化が可能である。分離の原理としては、膜の透過側と非透過側の各気体成分の濃度差、圧力差を分離の駆動エネルギーとしている。そのため他のガス分離方法と比較すると、設備の簡素化や操作が容易であり、コンパクト、省エネルギーな精製装置の構築が可能となる。

一般的に気体分離膜の分離性能は、透過速度と分離係数によって評価される。透過速度とは各気体成分が膜を透過する速度のことである。また、分離係数は各気体成分の透過速度の比で、各気体成分の透過速度の差が大きいほど分離係数は高くなる。CO₂分離膜ではCO₂が膜を透過し透過側に、メタンが膜を透過しづらく非透過側に濃縮されるため、CO₂の透過速度はできるだけ早く、メタンの透過速度は遅い膜が分離性能が高いとされ、分離係数は高くなる。この分離性能は精製プロセスを構築する際に大きく関わり、分離性能が高い分離膜を用いる事でより簡素なシステムの構築が可能である。図2に膜分離法を用いた消化ガス精製プロセスとして考えられる主なフローを示す。

まず、最も簡素な①1段分離プロセス(図2-①)では昇圧された消化ガスが分離膜に供給され、透過速度の速いCO₂ガスが膜を透過してCO₂富化ガスとなり、透過速度の遅いメタンガスが膜を透過せず非透過側に濃縮されメタン富化の精製ガスとなる。

この1段分離プロセスのように分離膜1段で消化ガス中のメタンガスを高い回収率で高純度化するには、

分離係数の高い分離膜が必要となる。しかし、②非透過側2段分離プロセス(図2-②)のように分離膜を2段に配置する方法や、③透過側2段分離プロセス(図2-③)のように分離膜を2段に配置し、圧縮機を追加する事で分離性能が若干低い分離膜でも回収率を高める方法もある。

②非透過側2段分離プロセスでは、1段目の分離膜で濃縮されたメタン富化ガスを2段目の供給ガスとすることでさらに濃縮し、2段目の透過ガスが1段目の供給ガスに混合させる。2段目の非透過ガスがメタン富化の精製ガスとして、また1段目の透過ガスがCO₂富化ガスとなる。

③透過側2段分離プロセスでは、1段目の分離膜の透過ガスを2つ目の圧縮機で再圧縮し、2段目の分離膜に供給する。2段目の非透過メタン富化ガスが1段目の供給ガスに混合され、2段目の透過ガスがCO₂富化ガスとなる。

①、②、③を比較すると、メタンガス回収率は③が最も高く、次いで②、①となるが、③は循環箇所が1箇所と圧縮箇所が2箇所あるため複雑となり、①がもっとも簡素となる。

我々は、後述するCO₂分離膜を用いて①、②のプロセスについて検討を行った。

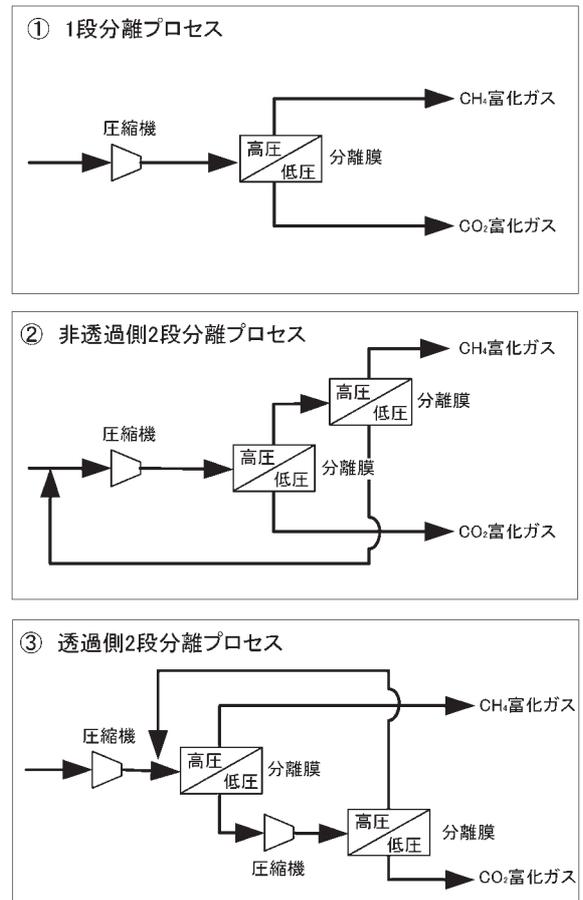


図2 分離膜を用いた消化ガス精製のフロー



図3 DDR型ゼオライト膜の外観

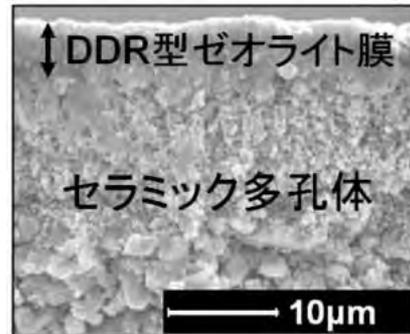


図5 DDR型ゼオライト膜の断面画像

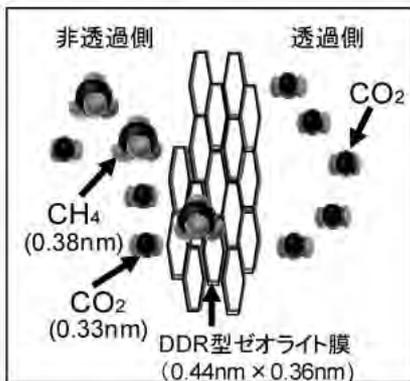


図4 分離原理の概要図

2.3 気体分離膜について

現在、CO₂分離用として実用化されている気体分離膜としては、中空糸状の高分子有機膜がある。高分子有機膜は、圧力差を推進力とし、ポリイミド等の高分子の膜素材への各気体成分の溶解性、透過性の差を利用して分離する。

この高分子有機膜を消化ガス精製に適用した報告例では、消化ガス中のメタンガスを濃度95%まで高純度化する際に、①1段分離プロセスでメタンガス回収率が76%、②非透過側2段分離プロセスでは81%、③透過側2段分離プロセスでは97%であり、メタンガス回収率を高めるには複雑なシステムが必要となる⁶⁾。

これに対して、簡素なシステムを実現するためには、さらに分離性能を向上させる必要がある。本研究ではこのような高分子有機膜に比べ高い分離性能を有するセラミック製のCO₂分離膜を開発し、消化ガス精製に用いる事により、高いメタンガス回収率で消化ガス中のメタンを高純度化するより簡素なシステムを開発することを目的とした。

3. DDR膜による消化ガス精製システム

3.1 DDR型ゼオライト膜について

CO₂分離膜には前述の高分子有機膜に対して、セラミック製や金属製の無機膜があり、その中でもCO₂分

離に高い性能を有するゼオライト膜が注目されている。ゼオライトは無機構造物で、規則的な細孔を有し、その細孔径の大きさより大きい気体分子は透過せず、小さい気体分子は透過する『分子ふるい』や、気体分子を『吸着する性質』を有する分離剤である。中でもゼオライト細孔がCO₂分子に近く、CO₂分離に適したゼオライトとして、DDR型ゼオライトをセラミック多孔体上に薄膜化させるDDR型ゼオライト膜がありCO₂分離に高い性能を発現する。図3にDDR型ゼオライト膜の外観を、図4に分離原理の概要図を示す。膜を形成するDDR型ゼオライト結晶が0.44nm×0.36nmの細孔径を有する事から、細孔径より小さいCO₂(0.33nm)は膜を透過し、大きいメタン(0.38nm)は膜をほとんど透過しない。このDDR型ゼオライト膜は、日本ガイシ株式会社によって初めて膜化されたもので⁷⁾、セラミック多孔体上に形成されるため機械的強度が強く、また化学的安定性に優れている事から不純物が多く混入している消化ガスの精製にも適していると考えられる。図5にDDR型ゼオライト膜の断面の電子顕微鏡画像を示す。

3.2 精製システムの概要

DDR型ゼオライト膜を用いて図2の①1段分離プロセスや②非透過側2段分離プロセスにおいて、それぞれ90%以上の高いメタンガス回収率でメタン濃度90%、あるいはメタン濃度95%に高純度化するプロセスの検討を行った。本稿ではその中でも、他の気体分離膜では困難であると考えられていた最も簡素な図2の①の1段分離精製システムについて紹介する。

3.3 DDR型ゼオライト膜1段分離システムによる消化ガス精製実験

長岡技術科学大学では、これまで横浜市環境創造局の協力により、日本ガイシ株式会社と共同で横浜市南部汚泥資源化センターにおいてDDR型ゼオライト膜による消化ガス精製実験を行い、メタン回収率95%で精製ガスのメタン濃度、CO₂富化ガス中のCO₂濃度と

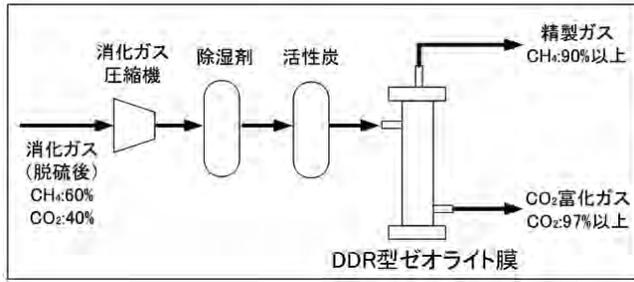


図6 DDR膜1段階分離システムのフロー

もに95%に精製する事に成功にした。ここで、過度の消化ガス精製は精製の高コスト化を招くため、後段の有効利用用途に適した精製濃度を設定する必要がある。新潟県土木部都市局下水道課の協力により、新潟県信濃川下流域下水道長岡浄化センター内で現在行っている実証実験では、精製ガスのメタン濃度は後段の有効利用用途を考慮し、メタン濃度90%とし、またCO₂富化ガスは大気放散する事によるメタンガスの環境負荷を考慮して、CO₂濃度97%以上を目標精製濃度と設定した。構築した精製のフローを図6に示す。実証実験は、脱硫後の消化ガスを用いた。実験の入口ガスの代表組成はCO₂濃度37.8%，メタン濃度61.7%，窒素濃度0.5%，水分は相対湿度14%（室温20℃，2.5mg・L⁻¹），硫化水素は0.1ppm以下であった。前処理として、除湿剤により水分、活性炭によりシロキサンを除去したのち圧縮機で0.98MPaGまで昇圧し、DDR型ゼオライト膜に供給を行った。図7に実験結果を示す。結果、精製ガスのメタン濃度90%、CO₂富化ガス中のCO₂濃度97%とする事が可能であった。また、メタンガス回収率は96.7%となり、最も簡素なシステムでも高い回収率を達成した。以上より、分離性能の高いDDR膜を用いることで、これまでは困難と考えられていた図2の①1段階分離プロセスの構築が可能となった。理論的には、消化ガスを1段階分離プロセスにより精製ガスのメタン濃度を90%以上、CO₂富化ガス中のCO₂濃度を97%以上に精製するためには、分離係数250以上の分離膜が必要であり、DDR型ゼオライト膜の性能で達成可能となる。

4. 消化ガス利活用技術

4.1 低コスト消化ガス発電システムの開発

これまでに精製ガスの利用用途として、土木研究所が開発を行った低コスト消化ガスエンジン発電機の燃料としての適用性の検討を土木研究所と共同で実施した。開発された消化ガスエンジン発電機は、市販のディーゼル発電機をガスで稼働するように改造を施し

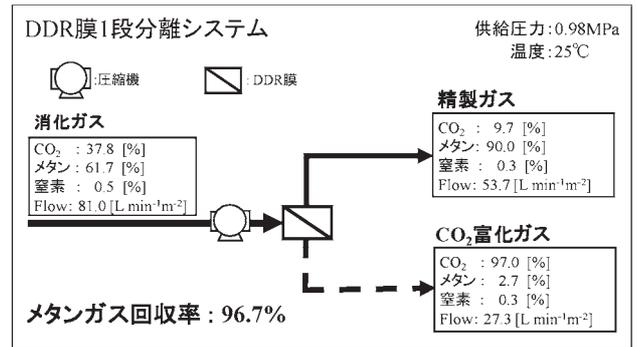


図7 消化ガス分離実験結果

た発電出力25kW程度の廉価な小型ガスエンジン発電機である⁸⁾。このガスエンジン発電機と前述の消化ガス精製システムを組み合わせ、メタン富化ガスを供給し、消化ガスでそのまま発電するより発電効率を向上させる発電システムについて平成19~20年度国土交通省建設技術研究開発助成制度の助成を受け検討を行った。実験で使用したガスエンジン発電機の外観を図8に示す。実験では、消化ガス（メタン濃度60%）、精製したメタン濃度70、80、90%のメタン富化ガスによりそれぞれ発電実験を行った。図9に発電実験結果の一例を示す。供給ガス圧が0.3MPaG、17.3kWの出力においてメタン濃度90%の精製ガスを供給することで、発電効率が消化ガス（メタン濃度60%）に比べ約4%向上した。また、供給ガス圧が0.2MPa以下ではエンジンの運転のための燃料ガスの供給が追いつかず、25kWの高負荷運転のためには吸気速度を高める必要がある事が明らかとなった。現在は、ガスエンジン発電機の市販化を目指し、新潟県土木部都市局下水道課、土木研究所、株式会社大原鉄工所、長岡技術科学大学で改良型のガスエンジン発電機を共同開発中であり、新潟県魚野川流域下水道堀之内浄化センター内で実証実験を行っている。改良型のガスエンジン発電機は、燃料供給方法を改造する事で昇圧の必要がなく出力25kWの高負荷運転が可能であり、発電効率30%以上を達成し、現在は、長期連続運転を実施している。図10に改良型の小型ガスエンジン発電機を示す。

4.2 バイオガス車両用燃料の開発

新エネルギーである消化ガスの利便性を拡大させるため、自動車用燃料化技術の開発が行われている。これまでに消化ガスから天然ガス車両用の燃料を製造する技術が開発されている。しかし、消化ガスを天然ガスレベルまで精製、除湿（大気圧露点-70℃）し、充填は200気圧（高压ガス保安法の準拠が必要）で行うため、高コストとなる事が課題となっている。そこで、我々はヤマハ発動機株式会社と共同で、場内利用を目的として低濃度メタン（メタン濃度90%程度）で従来



図8 土木研究所が開発した消化ガスエンジン発電機



図10 低コスト・小型消化ガスエンジン発電機

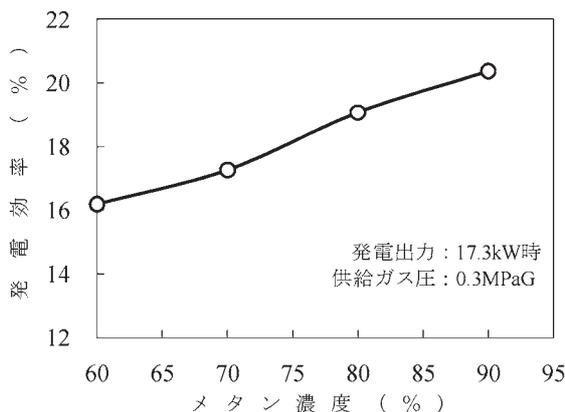


図9 精製ガス中メタン濃度による発電効率の違い

の天然ガス車両と同等の走行が可能なる車両（バイオガスカート）を開発し、バイオガスからメタン濃度90%程度に精製、除湿（大気圧露点-30℃）したガスを用いた実証試験を実施している。図11にバイオガスカートの外観を示す。燃料タンクには、吸着貯蔵方式を採用する事で、10気圧での充填でも約50気圧相当のガス量の充填を可能にしている。また、充填時にはDDR型ゼオライト膜による精製と貯蔵時に昇圧した圧力を利用する事で新たな昇圧を不要としている。

これらのことにより、これまでの天然ガス車両用途に比べ、大幅なコスト削減となる事が想定される。

5. おわりに

本稿ではガス発生量が少ないため既存の利用技術では利活用が進まない中小規模の下水処理場への導入が期待される、省スペース・省エネルギーの消化ガス精製技術とそれらを用いた消化ガスの利活用技術について紹介した。

地球温暖化防止や下水処理場内のエネルギー自給率の向上のため、消化ガス利用率の向上へ寄与する技術の開発は急務となっており、消化ガスの精製など個々の技術開発を行うだけでなく、消化ガス発電機やバイオガス車両などシステム全体を通じた検討が必要と



図11 低濃度メタンで走行可能なバイオガスカート

なっている。さらに、今後下水処理場で発生する消化ガスは、地域の重要な新エネルギーの生産拠点となる可能性があり、地域の地産新エネルギー政策も含めた消化ガスの増産や利活用技術の開発を進める事が重要である。

6. 参考文献

- 1) 日本下水道協会：下水道統計
- 2) 宇崎一将：長岡市における消化ガスの都市ガス原料化のとりくみについて、再生と利用、25 (94)、55-63 (2002)
- 3) 金沢市HP:
http://www4.city.kanazawa.lg.jp/25001/seisaku/ondanka_boushi/n_ene_dounyu/gesuigas_riyou.jsp
- 4) 神戸市HP:
<http://www.city.kobe.lg.jp/life/town/water-works/sewage/img/bio.pdf>
- 5) 国土交通省都市・地域整備局 下水道部HP:
<http://www.mlit.go.jp/common/000050860.pdf>
- 6) 谷原望：ポリイミド中空糸膜を利用したバイオメタンの濃縮、製品&技術、35 (1)、37-39 (2010)
- 7) Tomita, T., Nakayama, K., Sakai, H., Micropor. and Mesopor. Mater., 68, 71-75 (2004)
- 8) 宮本豊尚, 岡本誠一郎, 落修一, 大内公安, 茅洪新：廉価な消化ガスエンジン発電システムの開発、土木技術資料、52-5、10-13 (2010)

Q & A

下水汚泥の発生量・性状と有効利用法

キーワード：汚泥発生量、汚泥の成分組成、メタン発酵特性

Q1 下水処理により発生する汚泥の量は一般的にどの程度でしょうか？

A1 汚泥（脱水ケーキ）の発生量は、流入水量、流入水質、水処理・汚泥処理システム、ケーキ含水率等の違いによって異なります。処理水量1万m³当り、通常の活性汚泥法の場合で7～8t程度ですが、嫌気性消化を行っている処理場では約半分の4t程度です。OD法処理場では最終沈澱池（余剰）汚泥のみとなりますが、処理水量1万m³当り5～6t程度です。回転円板法のような接触酸化法における汚泥の発生率は少ない傾向にあります。

なお、乾燥固形物量ベースでの発生量は、脱水汚泥量の1/5程度となります。

Q2 初沈汚泥と余剰汚泥の発生割合はどの程度でしょうか？

A2 一般的な活性汚泥法の処理場における初沈汚泥と余剰汚泥の発生割合は6：4（乾燥固形物量比）程度で初沈汚泥がやや多めです。窒素除去を目的とする高度処理採用の処理場等では、最初沈澱池の水面積負荷を大きく（沈澱時間が短い）設計していることから、初沈汚泥の発生量はやや少なくなり、その比率は5：5程度のところもあります。

初沈汚泥は比較的沈澱濃縮性が良いため重力濃縮法により、余剰汚泥は濃縮性が良くないため浮上濃縮や遠心濃縮等の機械濃縮法により、それぞれ3～5%程度に濃縮されて後段の嫌気性消化又は脱水処理プロセスに送られるのが一般的です。

Q3 初沈汚泥と余剰汚泥の成分組成の違いは？

A3 図1は、分流式活性汚泥法処理場における初沈汚泥と余剰汚泥の成分組成の例を示したものです。初沈汚泥は生ごみの組成に比較的近く、炭水化物系が50～60%を占めるのに対し、余剰汚泥は微生物細胞を主体とするため、たんぱく質系、粗繊維系の有機分が高い割合を示しています。

余剰汚泥の濃縮・脱水性が低いのは、主体となす微

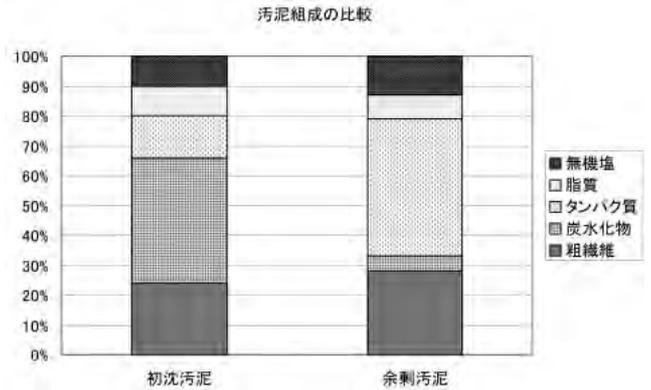


図1 初沈汚泥と余剰汚泥の成分組成の一例

生物細胞が頑丈な細胞壁で保護された高含水のゾル又はゲル状の原形質（有機物）であるためです。細胞壁をオゾン処理や熱処理等によって破壊することで、余剰汚泥の脱水性や生物分解性を改善するシステムの開発が行われています。

Q4 汚泥性状に適した有効利用法とはどのようなものでしょうか？

A4 初沈汚泥は悪臭が強いのに対し余剰汚泥は比較的臭気が弱いのが一般的です。これは初沈汚泥の主成分である炭水化物が微生物によって分解されやすい（腐敗し易い）のに対し、余剰汚泥の主成分

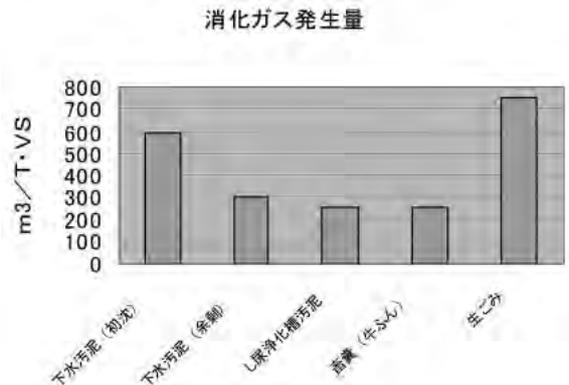


図2 各種バイオマスのメタン発酵特性

である微生物細胞（たんぱく質及びセルロース）が比較的生物分解を受けにくいからです。汚泥が腐敗しやすいということは、メタン発酵によるエネルギー回収を行う場合は有利となります。

図2は、各種バイオマスのメタン発酵特性（ガス発生量）を比較して示したものです。微生物分解の受けやすい初沈汚泥は、生ごみに次いでメタン発酵特性に優れていることが分かります。

余剰汚泥のメタン発酵性はあまり高くありませんが、たんぱく質主体であることから窒素やリンの含有

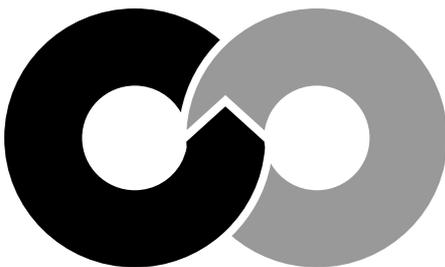
量が多く、相対的に重金属濃度も低いいためコンポスト等の肥料原料に適しています。

したがって、初沈汚泥はメタン発酵用エネルギー回収原料に、余剰汚泥は肥料原料に有効利用を図るのが望ましいという意見もあります。初沈汚泥のみを対象にメタン発酵する場合、消化日数5日程度でバイオガス化するシステムが開発されています。

（日本下水道事業団技術開発部 島田正夫）

「シンボルマーク」

～広くご利用ください～



本協議会では、下水汚泥の資源利用をより一層促進するため左図のマークを「シンボルマーク」としてしています。会員各位でも広くご利用ください。

この「シンボルマーク」は、下水汚泥の資源利用における物質環境のサイクルをデザイン化したもので、左側の輪（青色）は水から下水・汚泥の流れを示し、右側の輪（緑色）は汚泥が緑農地等へ還元されることを意図しています。色彩は本誌・表紙および裏表紙をご参照ください。

下水汚泥資源利用協議会

現場からの

声

横浜市汚泥集約処理施設における 汚泥エネルギーの有効活用状況

キーワード：汚泥集約処理、消化タンク、消化ガス発電、循環式流動焼却炉、汚泥エネルギー有効活用

1. はじめに

横浜市では市内11か所の水再生センターから発生する汚泥をパイプラインにより送泥し南北2か所の汚泥資源化センターで汚泥集約処理を行っている。今回、北部汚泥資源化センターでの汚泥エネルギーの有効活用状況を報告する。

2. 施設概要

北部汚泥資源化センターの汚泥集約処理については、1987年7月に運転がはじまり、1990年には、北部方面の行政区域の水洗化人口が157万人（処理人口普及率89.2%）、面積普及率は57%であったものが、その

横浜市環境創造局北部下水道センター

資源化管理担当係長 及川孝仁

後の面整備や人口増により、2008年には、水洗化人口が203万人（同比率99.8%）、面積普及率は77%とほぼ最終形に達している。北部汚泥資源化センターの施設概要は表-1に示す。

3. 運転実績

汚泥集約処理が開始されてから22年が経過し、その間に設備の更新などによる汚泥エネルギーの活用状況

表-1 施設概要

施設名	容量	形式・仕様	1990年	2008年
			台数	
受泥槽	1,500m ³	矩形	1槽	2槽
機械濃縮	100m ³ /時	遠心式	3台	6台
消化タンク	6,800m ³	卵形	9槽	12槽
脱水機	50m ³ /時	遠心式	4台	4台
焼却炉	1・2号	流動炉	2基	1基
	3・4号	乾燥機付流動炉	2基	2基
	5号	循環式流動焼却炉	-	1基
ガス貯留	8,000m ³	低圧ガスホルダー	2基	2基
	16,000m ³	中圧タンクφ16.2m	-	2基
消化ガス発電	920kW	三相交流同期式発電機	4台	4台
	1,100kW	沸騰冷却式エンジン	-	1台

表一 2 北部汚泥資源化センターの運転実績

年度 項目	1990年			2008年		
	処理量 (m ³ /日)	TS (%)	VTS (%)	処理量 (m ³ /日)	TS (%)	VTS (%)
受泥量	5,600	2.1	75	8,000	1.76	81.8
機械濃縮投入量	5,600	2.0	73	8,600	1.7	78.2
消化タンク投入量	1,700	5.6	74	2,380	5.1	82.4
消化汚泥量	1,700	3.4	57	2,380	2.9	68.1
脱水ケーキ量	253	22	57	346	19.1	67.3
焼却量	253	単位：トン/日		346	単位：トン/日	
焼却灰	29	単位：トン/日		25	単位：トン/日	
消化ガス発生量	33,000	単位：Nm ³ /日		46,500	単位：Nm ³ /日	
発電電力量	44,730	単位：kWh/日		64,089	単位：kWh/日	

に変化が出てきたので1990年当初と2008年度実績を検証した。

北部汚泥資源化センターの運転実績は表一 2 に示す。

2008年度の受泥量は固形物あたり、1990年度と比較すると21%増加した。VTSは受泥で8%、脱水ケーキでも15%高く、消化ガスの発生量については、消化タンク投入量増により29%増加した。

3-1 消化タンク

北部汚泥資源化センターの汚泥濃縮は、遠心濃縮機を導入し、濃度5%以上による高濃度消化による消化タンクを中心とした汚泥の減量化と消化ガス発電コージェネレーションシステムによる消化ガス等の有効利用を進めている。1990年の処理実績は、1日あたり濃度2.1%の汚泥5,600m³を受け入れ、焼却灰29トンを生産し、全量埋め立て処分を行っていたが、2008年では、1日あたり濃度1.76%の汚泥8,000m³を受け入れ、焼却灰25トンを生産し、100%を改良土とセメント原料としている。

発生した消化ガス利用は、1990年においては、年間1,200万Nm³発生させ、約25%を焼却炉で補助燃料として使い、残りは全量を消化ガス発電に供給し有効利用した。

一方、2008年度は、年間1,700万Nm³発生させ、

30%を焼却炉に、68%を消化ガス発電に使い、残りの2%を安全燃焼で燃やしていた。いずれの年度も消化ガスを概ね全量、有効利用している。

3-2 消化ガス発電

表一 3 にガス発電実績を示す。1990年に比べ、2008年はガス発電設備への消化ガス供給量、発電電力量は各々約30%、43%増加し、センターでの利用電力量のうちガス発電電力量の占める割合を示す発電比率は2008年で77%となり、1990年に比べ8%も消化ガス発電電力の有効利用が拡大したことになる。

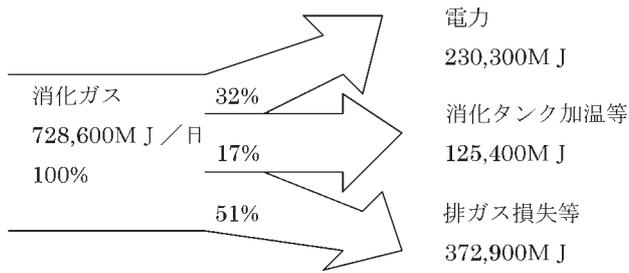
一方、図一 1 にガス発電熱収支（2008年）を示す。ガス発電で発生した排熱で消化タンク等の加温に利用しているが、2008年実績では、利用可能な41%の内17%しか利用していない。電力回収32%と合わせても総合効率が49%と少なく、約半分を排熱として大気に放出しており、熱エネルギーの有効利用の余地がかなり残っている。

3-3 循環式流動焼却炉

北部汚泥センターでは1981年に焼却1号炉が稼働して、1987年には本格的な汚泥の集約処理が開始した。その後計画的に焼却炉が建設され、2007年には老朽化の著しい1・2号炉の更新設備として、国内初の大型

表一 3 ガス発電実績

	1990年	2008年
消化ガス供給量 Nm ³ /日	24,564	31,684
発電電力量 kWh/日	44,730	64,089
使用電力量 kWh/日	64,477	83,700
発電比率 %	69	77
発電原単位 kWh/Nm ³	1.82	2.02



図一 1 ガス発電熱収支 (2008年)

循環式流動焼却炉 (5号炉) が建設され運転がはじまった。5号炉の特長は、循環式焼却炉の採用であり、消化ガスのみでの運転を可能としたことと脱水ケーキ (含水率80%) のみの運転から乾燥機を通った乾燥汚泥 (含水率40%) のブレンド焼却まで、4種類の運転方法により日量100トンから200トンまでの可変運転ができる。また、図一2に示すとおり燃焼効率が良く、脱水ケーキ1トンあたりの電力及び消化ガス原単位は、他の焼却炉に比較しても優れている。2008年の運転実績では、全体焼却量のおよそ半分を焼却している。ちなみに、北部汚泥資源化センターの全電力量の4割が焼却で使用していることから、循環式流動焼却炉は、省エネルギーに貢献している。

4. 汚泥エネルギー有効活用状況

2008年の北部汚泥資源化センターの消化ガスによる発生熱量及びユニットプロセス毎の使用電力量、燃料使用量を表一4に示す。消化ガス発電によって電力は64,089kWh/日、熱量としては125,400MJが得られた。電力は所内動力とし、発生熱量は消化タンクの加温、空調等に有効利用している。

エネルギーの自給率は、当センターでの使用量のそれぞれ電力77%、熱エネルギー93%となっており、エネルギー全体として87%となっている。エネルギーの使用量の最も多い焼却炉は、外部燃料を必要としてい

る2号炉を停止すれば、焼却炉の補助燃料は99%消化ガスで賄うことができる。

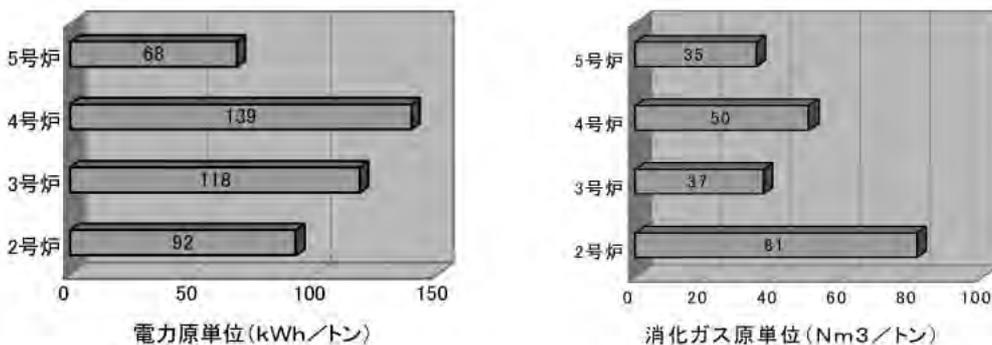
5. さらなる活用に向けた課題

当センターは汚泥集約処理を開始して23年目を向かえる。その間、送泥管の詰り・漏洩、消化タンク攪拌機支持金具の破断やガスエンジンの不調・焼却炉乾燥機のトラブルによる休止などの汚泥処理設備の技術面の課題や運営面では改良土及び消化ガス発電PFI事業や包括的管理委託の実施などの多くの課題に対応してきた。日本に類をみない巨大な卵形消化タンクから生み出されるエネルギーは自然界の恵みであり、これを有効に活用することは、横浜市にとって大きな誇りであると共に、後世にその技術を伝え、発展させていくことが我々に課せられた使命である。

特に消化ガスのさらなる活用について検討を始めている。その理由は2つある。

一つ目は、消化ガス発電設備は老朽化が進んだため、2010年1月PFI消化ガス発電事業により、更新され本格運転がはじまった。消化ガスエンジンは従来の沸騰冷却式から温水回収式に変更となり、能力が900kW、5台の消化ガス発電が設置された。今日まで4ヶ月の運転実績から、計画発電量を発電するための消化ガス消費量を試算すると当初、年間1,200万Nm³を消費する計画であったが、実際は1,050万Nm³で賄ってしまい150万Nm³が余る。これは、ガスエンジン熱効率が従来の35%から39% (実績41%) と性能が向上したことによる。

2つ目は、循環式流動焼却炉の導入で補助燃料 (消化ガス) の低消費運転が可能となり、汚泥処理システム全体としての消化ガス収支は、消化ガス発生量1,700万Nm³に対し消費量1,500万Nm³ (消化ガス1,050万Nm³、焼却450万Nm³) となり収支バランスが崩れ、余剰消化ガスが出てしまう。結果としてせっかくのエネルギーを有効利用できなくなるばかりか、焼却3号



図一 2 脱水ケーキ1トンあたりの電力、消化ガス原単位 (2008年)

表一 4 ガス発電による発生エネルギー等とユニットプロセスのエネルギー使用量 (2008年)

		電力使用量 kWh/日	燃料使用量 MJ/日	エネルギー使用量計 MJ/日
使用 エネルギー	受泥設備	2,520		9,060
	機械濃縮	12,530		45,040
	消化タンク	12,820		46,080
	脱水設備	9,870		35,480
	焼却設備	34,815	349,670	474,830
	消化タンク加温等		125,400	125,400
	管理本館等	11,145		40,070
	合 計	83,700	475,070	775,960
発生 エネルギー	発電	64,089		230,390
	補助燃料		317,000	317,000
	タンク加温		100,320	100,320
	空調源等		25,080	25,080
	合 計	64,089	442,400	670,790
自 給 率		77%	93%	87%

運転（通常2炉）や5号炉の減量運転（乾燥系停止）が必要になるなど、汚泥集約処理の運転管理に支障がでることもある。このことから、消化ガス100%活用を目指し、新たなエネルギーの有効利用として6台目の消化ガス発電の導入や新技術である都市ガス化への試みも模索している。

6. おわりに

北部汚泥資源化センターの汚泥集約処理の『現在』と『過去』についてまとめると、

- ①下水の面整備や普及率が進み大雨による砂分の影響が緩和されたことで、汚泥濃度が安定化し、汚泥の輸送や濃縮機運転が改善した。
- ②消化ガス発電設備更新により、ガスエンジンの熱効率が35%から39%へと向上し、少ない消化ガスで同じ発電量を確保できるようになった。

③循環式流動焼却炉更新により外部燃料として、年間に使用していた微粉炭（1,920→0トン）、灯油（2,490→92kℓ）、都市ガス（118→43kNm³）が大幅に減少した。

④汚泥処理使用エネルギーの自給率は58%から87%と向上した。

現在、北部汚泥資源化センターの施設、設備は、老朽化が進み、更新時期を迎えている。すでに一部更新が終わっているものの更新にあたっては、省エネルギー、省力化を図って行くと同時に、新たなエネルギーの創造の視点からも汚泥資源の活用を図っていきたい。

最後に、本年11月には2010日本APEC横浜が開催される。21の国・地域の首脳が参加する機会をとらえ、下水道分野での循環型社会を目指す取り組みとして、下水道資源の有効利用や環境対策などを積極的にPRしていきたいと考えている。

文献紹介

汚泥コンポストの粒径別の炭素および窒素の無機化

Distribution of C and N mineralization of a sludge compost within particle-size fractions
J. Doublet, C. Francou, J.P. Pétraud, M.F. Dignac, M. Poitrenaud and S. Houot
Bioresource Technology 101, 1254-1262, 2010

汚泥コンポストの粒径別の炭素 (C) および窒素 (N) の無機化に関する報告である。乾式、湿式の2つの方法を用いてコンポストを粒径により分別し、土壌培養してそれぞれの粒径のCおよびN無機化を測定した。

好気性消化下水汚泥 (13%) に、草本コンポスト (47%)、庭の刈草 (20%) および木材チップペレット (21%) の廃物を加え12週間堆肥化して供試した。乾式分別は、乾燥試料を3つの粒径 [0-200 μm]、[200 μm -5 mm]、[5-20 mm] にふるい分けた。湿式分別は、20個のガラスビーズとともに脱イオン水中で16時間振って、5 mm、200 μm および50 μm で濾過したのち、それぞれを再び10個のガラスビーズとともに同様に振って [5-20 mm]、[200 μm -5 mm]、[50-200 μm] および [0-50 μm] の4つの粒径グループにまとめた。大きい3つの粒径のグループはそれぞれ水に懸濁し、浮遊により軽い成分 (有機屑) とより重い成分 (無機物) の2成分にふるい分けた。<50 μm の粒径部分は遠心分離した。下水汚泥、混合材料、コンポストおよび [0-50 μm] の有機物 (OM) 特性はGC/MSを用いて識別した。CおよびN無機化を調べるため、下水汚泥、混合材料、コンポストおよびすべての粒径グループを好気条件下、暗所 $28 \pm 1^\circ\text{C}$ で91日間培養した。また、より軽い成分のみを、5 mmのふるいにかけた粘土質ローム土壌 (有機態C: 1.3%、全N: 0.12%) を用いて91日間培養した。水分は27.7% (w/w) に調整し、全培養期間中維持した。また、対照として土壌のCおよびN無機化も測定した。C無機化測定のため、試料を密閉容器で培養し、無機化したCとして1MのNaOH 20 mL中にCO₂を閉じ込めた。なお、CO₂トラップの交換時に容器は開放された。無機態Nは、1MのKCl 100 mLで1時間振って抽出し濾過した。分析はいずれも比色分析法を用いた。培養土壌C無機化は、対照のC-CO₂との差として、また、有機態Nの無機化は、対照の無機態N量との差から混合時の無機態Nを引いて求め、全有機炭素 (TOC) あるいは有機態Nの割合として示した。

コンポストの乾式分別の結果、[5-20 mm] にコンポスト重量の26%、[200 μm -5 mm] に64%、[0-200 μm] に10%が存在した。それに対してTOCは粒径にともなって増加しNは減少した。大多数のCおよびNは [200 μm -5 mm] から回収 (59%および68%) され、[0-200 μm] からは約10%のみであった。一方、湿式分別の結果は、乾式分別と異なり、重量では [0-200 μm] に56% ([0-50 μm] に45%)、[200 μm -5 mm] に26%、[5-20 mm] に13%が存在した。また軽い成分のC含有量は粒径につれて増加し、N含有量は減少した。TOCは粗い粒径 (>200 μm) に48%、細かな粒径 (0-200 μm) に44%存在したが、Nは [0-50 μm] に59%が存在していた。著者らは、乾式分別はコンポストの実際の粒度分布を正確には評価できなかったと結論した。

GC/MSによりOMは窒素化合物、多糖由来化合物、リグニン由来生成物、脂質由来化合物および由来不明化合物に識別された。下水汚泥には窒素化合物33%、脂質由来化合物44%が多かったが、コンポストの [0-50 μm] は窒素化合物39%、脂質由来化合物13%と脂質由来化合物が減少した。

コンポストの湿式分別粒径の中で、[0-50 μm] は最も重要な粒径であった。湿式分別のC無機化は粒径によって著しく異なった。[0-50 μm] は、培養当初21日目までは他の粒径に比べ明らかに早くC無機化が見られたが、その後は速度が落ちた。粗い粒径ほど、C無機化はゆっくりコンスタントに継続し、91日目にはすべての粒径が [0-50 μm] を超えた。また、[0-50 μm] は、ただひとつN無機化を誘導する粒径で、91日目にはN有機物の4.3%に達し、土壌中のコンポストNの無機化に最大寄与した。

以上、湿式分別は乾式分別に比べより現実的な粒径分布を示した。コンポスト化により下水汚泥OMは変化し、ほとんどは細かなフラクション [0-50 μm] に存在した。このフラクションには、コンポスト施用後の土壌中のC貯蔵およびN有効性に寄与すると考えられる最も腐植化された汚泥有機物があつたことが示唆された。粗い粒径 (>200 μm) フラクションは、より易生物分解性で、N有機化 (固定化) を引き起こした。

(東京大学大学院農学生命科学研究科 後藤茂子)

文献紹介

大都市の下水処理場においてガドリニウムおよび他の希土類元素の挙動を評価する

Evaluating the Behavior of Gadolinium and Other Rare Earth Elements through Large Metropolitan Sewage Treatment Plants

P. L. Verplanck, E. T. Furlong, J. L. Gray,
P. J. Phillips, R. E. Wolf, K. Esposito
Environ. Sci. Technol., 44, 3876–3882 (2010)

水系への汚染物質（医薬品、ステロイド類、ホルモンなどを含む）の主要な経路は、下水処理場からの排水である。処理施設における汚染物質の挙動は、pH、溶存酸素、温度、圧力などの要因に依存する。施設内での汚染物質の収支、固相と液相間の分配については、定量的な評価が難しい。本論文の著者らは、大都市下水処理場におけるガドリニウム（Gd）と他の希土類元素の挙動を評価した。汚染物質の定量化は、汚染物質の濃度と適切なトレーサーとの比較によって可能になる。トレーサーには、水処理の各段階において液相に留まる成分が適している。Gdは画像診断（MRI）の造影剤として利用されており、下水中での濃縮が認められること、水環境中で安定であることから、研究対象として選択した。

処理水量34~1710 MLD（100万リットル/日）の4カ所の下水処理場を調査対象とした。固体試料は、初沈汚泥、脱水汚泥、消化汚泥、メタン発酵汚泥、ペレット化汚泥、コンポストなどをサンプリングした。固体試料は風乾、粉碎の後、灰化（500℃で13時間）して灰分を測定し、硝酸、過塩素酸、ふっ化水素酸により分解した。2カ所の処理場においては、流入水、最初沈殿池からの流出水（一次流出水）、活性汚泥法等の処理槽からの流出水（二次流出水）も収集した。液体試料は0.45 μmのフィルターでろ過した後、硝酸を添加してpHを2以下に調整した。サンプリングは、処理場内を詳細に行うのではなく、処理場全体を広くカバーすることを目的とした。液相と固相のマスフローは、1カ所の処理場で測定した。試料中の希土類元素の定量は、ICP質量分析装置で行った。重希土（ホルミウムからルテチウム）濃度は検出限界値に近かったため、希土類総量以外の計算には使用しなかった。希土類元素の測定値は、北米の頁岩の希土類元素濃度との比（normalize、規格化）による希土類パ

ターンで検討した。Gdの濃縮率は、規格化したGdの実測値と、規格化したサマリウムとテルビウムの実測値から内挿して求めたGdのバックグラウンド値との比とした。

流入水の希土類パターンは顕著なGdの濃縮を示し、その起源はMRI施設と考えられた。処理場2の流入水中の全希土とGd濃度は、それぞれ3820、2090 pmol/Lであり、Gdの濃縮率は19であった。一方、汚泥試料についてはGdの濃縮は認められなかった（Gdの濃縮率1.0~1.2）。汚泥中の希土類元素濃度は、初沈汚泥よりも最終段階の汚泥、たとえばペレット化汚泥やコンポストの方が高濃度であった。

一次流出水と二次流出水の希土類パターンは、どちらも顕著なGdの濃縮を示した。処理場2において、一次流出水中の全希土濃度とGd濃度は、それぞれ2680、1830 pmol/Lであり、流入水中濃度と比較して、全希土濃度は顕著に減少したがGd濃度の減少はわずかであり、Gdの濃縮率は34に高まった。二次流出水中の全希土濃度とGd濃度は、それぞれ1290、1010 pmol/Lであり、どちらも一次流出水の濃度より低くなったが、Gdの濃縮率は54にまで高まった。

処理場2の流入水、一次流出水、二次流出水のマスフロー（それぞれ586,675、571,535、575,320 m³/日）を元に物質移動を推算すると、Gdはそれぞれ1.2、1.0、0.6 mol/日となり、0.6 mol/日が除去されて汚泥へ移行すると推算された。0.6 mol/日のGdが汚泥に移行すると、汚泥中のGdの濃縮率は2を超えると推算されたが、実際には1.2以下であった。その理由としては、処理水から汚泥に移行するにはタイムラグがあることから、Gd濃度の低い週末（MRI検査があまり行われていない）の流入水の影響により汚泥中のGd濃縮が認められなかったと推定している。

以上より著者らは、下水処理場での処理が進むにつれて液相中のGdの濃縮率が高まることは、Gdをトレーサー利用する上で有利であるとしながらも、Gdは、下水処理場において必ずしも液相中のみに存在するわけではないことに留意し、Gdをトレーサーとして利用するには、時系列的なサンプリングが必要であるとしている。

（農業環境技術研究所 川崎 晃）

文献紹介

微好気プロセスによる嫌気性消化汚泥中硫化水素除去に係る実証実験

Hydrogen sulphide removal in the anaerobic digestion of sludge by micro-aerobic processes: pilot plant experience

M. Fdz. -polanco, I. Diaz, S. I. Pérez, A. C. Lopes and F. Fdz. -Polanco

Water Science & Technology, Volume 60 Number 12, 2009, 3045-3050

消化ガスのエネルギーポテンシャルは下水処理施設における汚泥減量化を目的とした嫌気性処理の優位性を示す事項の一つである。しかしながら、硫黄化合物処理の過程で発生する硫化水素は構造物の腐食、有毒性、臭気発生の原因となるだけでなく、消化ガス利用の面で阻害要因となる。嫌気性消化槽における酸素添加は、エネルギー消費量が高いガス精製手法、多量の薬品添加及び硫化物の処理が必要となる脱硫方法に代わる手法として注目されている。硫黄酸化は化学的・生物学的な反応を利用しており、酸素制限条件化で硫黄が酸化されることにより、多硫化物を形成されることが最近の研究で分かっている。しかしながら、生物脱硫手法は実スケールで導入されているものの、微好気プロセスに係る実証実験はなされていない。筆者らは微好気プロセスによる嫌気性消化汚泥中の硫化水素除去メカニズムの解明及びその可能性について調査するため、酸素注入手法及び混合方法の違いによる硫化水素除去効果について実証実験を行った。

実験は200Lの連続投入式消化実験装置を用い、35℃の中温消化、消化日数20日の条件下で、S1：循環消化汚泥中への酸素注入、S2：循環消化ガス中への酸素注入の2ケースについてそれぞれ約240日間連続実施した。投入汚泥は実処理場から発生する汚泥を使用し、有機物負荷は37-90mg/Lとした。また硫化水素の除去率を明確にするため Na_2SO_4 を投入汚泥に添加した。実験開始から18日までにおいて消化日数を40日から20日に徐々に減少させた。また実験開始後30日目から消化ガス中の硫化水素濃度を増加させるため Na_2SO_4 (硫酸イオン換算735ppm)を添加した。また、汚泥馴致のために酸素注入はそれぞれ実験開始後、S1：71日、S2：146日とした。酸素注入量は、S1において、実験開始後0~70日(A)：0ml/min、71~96日(B)：3.3ml/min、97~148日(C)：1.8 ml/min、149~167日(D)：3.3ml/min、168日~(E)：2.8±0.1 ml/minとし、S2においては、実験開始後0~145日(A)：0ml/min、146~194日(B)：2.0ml/min (循環消化汚泥中への注入)、97~148日(C)：3.18±0.02 ml/min

(循環消化ガス中への注入)とした。

実験の結果、S1：期間Aにおける平均硫化水素濃度は9,318±2,418ppmであった。期間Bにおいては消化ガス中硫化水素濃度は51±46ppm、除去率99%以上であった。しかしながら、酸素注入量を1.8 ml/minに減少させた期間Cにおいては硫化水素濃度が303±126ppmまで上昇したため、酸素注入量を3.3ml/minに戻した(期間D)結果、硫化水素濃度は50±34ppmに改善された。その後酸素注入量を2.8±0.1 ml/minとした結果、硫化水素濃度は114±88ppmとなった。一方で、S2：期間Aにおける平均硫化水素濃度は10,361±1,918ppmであった。期間B(循環消化汚泥中への酸素注入：2.0ml/min)における消化ガス中の硫化水素濃度は218±159ppm、期間C(循環消化ガス中への酸素注入：3.18±0.02 ml/min)においては320±177ppmであった。

また、実験期間中の消化ガス発生量、メタン濃度は大きく変化していない(投入有機物量当り消化ガス発生量500~600mL/g-VS)ことから、酸素注入による影響は受けていないことが明らかとなった。つまり、本実験における微好気条件では、有機物の好氣的酸化等よりも硫化物の酸化の方が進みやすいといえる。さらに消化汚泥中のCOD濃度は、投入濃度の季節変動があったにもかかわらず、S1、S2ともに実験期間中ほぼ一定であり、上限値は23gCODT/Lであった。このことから、COD除去については投入基質から30~50%の除去性能があることが確認された。

消化汚泥中の溶存硫黄濃度について測定した結果、S1においては消化汚泥中の溶存硫黄濃度が実験期間中において100~150ppmと安定していた。一方でS2においては循環消化汚泥中へ酸素注入した期間における消化汚泥中の溶存硫黄濃度が100~150ppm、循環消化ガス中に酸素注入した期間においては16ppmであった。

循環消化汚泥中への酸素注入よりも循環消化ガス中への酸素注入により消化ガス中の硫化水素濃度が低減されたこと、消化汚泥中の溶存硫黄濃度が安定的且つ大幅に低減されていることから、循環消化汚泥中へ酸素が注入されたことにより、消化汚泥中の溶存態硫黄の酸化が酸素と溶存態硫黄の気液接触により促進されたものと考えられる。

本実験結果より、硫化水素の除去効率は酸素接触効率が律速になっているものと考えられるが、このメカニズムを明らかにするためにも更なる検証が必要である。

(日本下水道事業団 技術開発部 水田 健太郎)

講 座

「農地・緑地利用について」 ～「汚泥コンポスト」普及促進への取組～

山形市上下水道部浄化センター

所長 奥出 晃一

キーワード：汚泥コンポスト

「下水汚泥」何と言う響きの言葉だろう。この言葉を耳にした人の多くは臭いまでも思い浮かべたのではないだろうか。これを原料とした肥料「下水汚泥コンポスト」はまさにここからのスタートでした。

私が勤務する山形市浄化センターで下水汚泥コンポストを製造してから今年で30年、これまでの体験を基に下水汚泥の緑農地利用促進についてご紹介させていただきます。

1. 汚泥の山が

下水処理場通水後間もなく水処理によって発生した汚泥が目につくようになってきた。当市の処理場は当初から汚泥の嫌気消化を行っていたため、脱水汚泥の臭いはさほど気にならず、まだ処理場敷地に余裕がある間は汚泥を場内の敷地内にそのまま野積みしている状態であった。しかし、時間の経過とともに場内の汚泥はどんどん増えていき、徐々に小山を形成するようになる。このままでは敷地内が汚泥で埋まってしまうことは時間の問題となり、汚泥の処分先を探すこととなるが、当時、汚泥の処分を行ってもらえるところが近くに無く、あちこちの市有地に仮置きすることになる。その間も場内の汚泥の山は大きくなり、外部の人からは「汚泥のピラミッド」などと揶揄されるようになりました。

2. コンポスト化への取組

汚泥を嫌気消化したものとはいえ、脱水した汚泥に

は、まだ半分以上の有機分が含まれています。これを堆肥を作る要領で発酵させれば肥料となるということで、昭和55年から汚泥のコンポスト化事業に取り組みました。コンポスト化の方法はバークやもみ殻等の副資材を混入させない下水汚泥のみを原料とする方式を採用する。副資材を使用することになれば、年間を通して副資材を確保しなければならなくなるとともに、製品コンポストの嵩が増してしまう。副資材を使わないで発酵させるためには発酵槽に水分を50%程度に調整したものを入れる必要があります。それ以上の水分を含むとなかなか発酵が立ち上がりません。脱水汚泥に発酵済みの種コンポストを混ぜることで水分を50%程度にするためには、脱水汚泥の含水率を65%程度にする必要があります。これを満足させるには当時稼働していた真空脱水機では対応できないため脱水機をフィルタープレス方式に更新しました。こうして出来上がったコンポストは当時、特殊肥料としての届け出を行い肥料として市場に出ることになりました。（平成12年から普通肥料として登録）

3. 「汚泥コンポスト」て何

出来上がった汚泥コンポストは肥料として利用してもらわなければなりません、そうでなければ新たな産業廃棄物となってしまいます。ところが当時「下水汚泥は肥やし気があるんだぞな」と言ってくれるのは一部の家庭菜園やガーデニングをやっている方だけ、大方の農家や農協の方々は「下水汚泥などは何が入っているか分からない、そんなものは使えない」とけんも

ほろろでありました。毎日トン単位で発生する下水汚泥です。何としてもこの汚泥コンポストを捌かなくてはなりません。これは他の多くの事業者が直面した課題でもあります。

当市でも当初、汚泥肥料をPRすべく試供品として各方面に提供するなど色々試みましたがなかなか販売とまではいきません。とかく公務員は商売が出来ません。物を作ることは出来ますが、それを売るということは難しいものです。当時、汚泥の有効利用ということで、ほかの自治体でも汚泥のコンポスト化に取り組んだところが多くありますが、売り捌くことが出来ないため、または経費がかかりすぎること撤退を余儀なくされたことを耳にします。当市の場合も当初は農協に相手にしてもらえず販売についてはコンポストの製造も含め一括して民間会社に委託しました。受託会社は自社の販売ルートを使い県内はもとより県外でも販売を行いました。その結果、県内よりも県外での消費量が多く、地元の人が汚泥コンポストの存在をあまり知らないという状況になりました。しかし、製造したコンポストが全量捌けているうちはそれでも構わないものです。

4. コンポストの成分、重金属はどこから

汚泥コンポストは原料が下水汚泥です。この中には下水道に流され分解されない重金属などが含まれることは避けられません。下水道に流された重金属などは処理場で取り除くことはできません。そのため処理区域内の事業場の監視などは汚泥コンポストを行っていないところよりも一層、気を使わねばなりません。脱水汚泥はコンポストの原料です。常に汚泥の品質管理が求められます。

下水に流された重金属などの多くは汚泥中に取り込まれます。流入下水では検出されないような低い値のものでも汚泥中ではかなり高い値となって表れてきます。

水銀はどこから来るのか。コンポスト事業を始めた時、脱水汚泥（ケーキ）中にかなりの値で検出された水銀はいったいどこから来るのか疑問でした。目立った工場などのない当市で水銀を使用する事業場は見当たりません。いろいろと調査を行ううちに水銀を使用するものとして上げられたものは体温計と歯科医でした。具体的に調査を行うと体温計については処理区域内で年間かなりの数量が破損され、その際下水に流されていること。又、歯科医については水銀含有のアマルガムが使用され研磨カスが下水に流入していることが分かりました。そこで、体温計については破損の際、水銀を回収すること、また、水銀体温計にビニールの袋をかぶせて使用すること、水銀部分がコーティング

されているものを使用することなどを各病院に要請しました。歯科医については診察系の排水にトラップ櫛を設置すること水銀アマルガム以外のものを使用すること等を要請しました。その結果、現在では水銀体温計や歯科医でのアマルガム使用も少なくなりケーキ中の水銀濃度は全く問題なくなりました。

当市の処理場では汚泥を嫌気消化し脱水には消石灰と塩化第二鉄という無機の凝集剤を使用しています。従って相対的にケーキ中の有機分の割合が減少します。コンポストを有機肥料として取り扱うにはコンポストの段階で有機分を35%以上確保しなければなりません。そのため汚泥の消化状態も管理しなければなりません。（消化し過ぎるとコンポストの有機分が不足してしまうため）

5. 製品が売れない、在庫の山

下水汚泥の有効利用法としてのコンポスト化は昔から行われていた堆肥化です。難しい技術や複雑な設備はいりません。従って各地で有機質汚泥や有機性廃棄物のコンポスト化が行われるようになりました。さらに「家畜排せつ物の管理に関する法律」が制定されたのを機に各地で家畜排せつ物を利用した堆肥化施設が建設され、そこから大量に堆肥が市場に出てきました。堆肥を使うのは農家、畜産堆肥を作るのも農家、となると下水汚泥コンポストの入る余地はなくなります。それまで順調に販売されていた「山形コンポスト」が売れ残り、徐々に在庫となってきました。その量たるや年間製造量を上回るまでになりました。こうなっはせっかくコンポストを作っても新たな廃棄物になりかねないため、今まで浄化センターから発生する脱水ケーキの全量をコンポスト化していたものを製品として売れる量だけコンポスト化し、それ以上分（発生量の約3分の1）については脱水ケーキの段階で産業廃棄物として処分することとしました。当時、コンポスト



写真1 コンポスト野積み状態



写真2 コンポストのPR

製品の1トン袋は製品倉庫からはみ出し場内を覆い尽くさんばかりでした(写真1)が、品質では他のコンポストに負けない自信があったため、改めて、いろいろな所にPRに赴きつつも、ここ2、3年の辛抱とと思っていました。議会などからは「在庫を大量に抱えているなら無償で配布してはどうか」とも言われましたが、いったん無償にしたら有償には戻せません。PR用は無償としつつもあくまで有償販売に心掛けました。コンポストの製造販売は民間に委託しているものですが、当市の下水処理場から発生する汚泥の処理処分として、受託業者と一緒にあって販路の拡大に努めました。(写真2)

6. 在庫、再びゼロへ

当市のコンポスト化事業は製造から販売まで一括して民間委託です。そのため製品がどこで消費されているかは問いませんでした。しかし、このたび改めて市内での知名度がないことに気がきました。長年汚泥のコンポスト化事業を行ってはいらぬもの市民の方からあまり認識されていなかったのです。そこで平成13年にコンポストモニター制度というものを設け、コンポストのみならず下水道について勉強して頂くことにしました。(写真3)定員は15名、期間は1年。コンポストを無償で提供し、使用方法などを学んで頂きアンケートなどに答えてもらう制度です。報酬はありませんが毎年多くの方に応募して頂いております。(平成22年度は63名応募)これらの方々の口コミもあり山形コンポストの評価は着実に定着しています。地元のJAでも農家に配布する注文票の中に「山形コンポスト」の名称を入れていただくようになりました。また、当市の一大イベントである「日本一のいも煮会」には材料となる里芋の栽培にコンポストを提供し大きな成果と評価を頂いております。

「資源の有効利用」「もったいない」など最近の状



写真3 モニター研修会

況は汚泥コンポストについて若干の追い風とも受け止められますが、製品に対し絶対の自信があれば少々に向かい風でも耐えられるものです。敷地内に山と積まれたコンポスト製品の在庫を目の前にし、これらが一掃されることを確信しつつ願っていました。その結果、倉庫から溢れ、外にブルーシートで保管していたコンポストが徐々に少なくなり、平成22年の春は製品の不足が予想される状況となりました。(写真4)そこで産業廃棄物として処分する予定のケーキについてもコンポストの原料へ振り分け増産することとしました。製品は売れてなんぼのものです。売り物を作っている以上、常に市場の動向を睨みながらコンポストの製造を行う必要があります。

下水汚泥を肥料として農地に還元することは物質循環の観点からも非常に良いことだと考えております。昨今、下水汚泥は流入下水に対する重金属などの排除規制や監視の強化により、安定した資源となっております。下水汚泥肥料について十分理解して頂けるようになれば汚泥肥料の需要はさらに増加するものと思います。下水道関係者は利用者の方々に下水汚泥さらには下水道について今以上の説明をすることが大切ではないでしょうか。



写真4 在庫一掃

投稿報告

木チップを主燃料とした地球環境にやさしい 下水汚泥固形燃料化(造粒乾燥)システム技術による 事業スキームとJ-VER取得の紹介

(株)エイト日本技術開発 下水汚泥資源化推進プロジェクトチーム
 チームリーダー 結城 正剛 (技術士：上下水道部門)
 バイオソリッドエナジー(株) 主任研究員 光山 昌浩
 (株)EJビジネス・パートナーズ 事業部 主任
 小坂 慎 (技術士：建設部門)

1. はじめに

国内の下水汚泥の処理施設では、減量化、減容化、無害化、安定化を目的として、焼却処理を行い、その後埋め立て処分を行うかセメント工場等へ処分委託する例が多かったが、昨今の埋立処分場の残容量の逼迫や化石燃料の使用による地球環境問題、カーボンニュートラルな燃料としての観点から、下水汚泥の資源化が注目されてきている。特に、固形燃料化技術といった新たな技術は、焼却と並行しあるいはそれに変わる施設として注目されてきている。

ここで紹介する下水汚泥固形燃料化システムは、山形県新庄市におけるバイオソリッドエナジー社（以下「BE社」という）の固形燃料化施設において実証したものの報告である。(株)エイト日本技術開発（以下「EJEC社」という）は、本固形燃料化施設の設計・施工監理を担当し、また、EJEC社の関連会社である(株)EJビジネスパートナーズ（以下「EJBP社」という）は環境省のJ-VER制度への申請を担当している。

本稿では、地球環境にやさしい固形燃料化（造粒乾燥）システム技術と、造粒乾燥させたペレットを製紙工場の自家発電用石炭ボイラーの補助燃料として利用する事業スキームを紹介すると共に、本スキームで削減できる温室効果ガスの量を環境省オフセット・クレジット（J-VER）制度の中で定量化した結果を合わ

せて紹介する。

2. 固形燃料化技術と本システムの特徴について

2.1 概要

固形燃料化技術は、炭化燃料化システムと乾燥燃料化システムに大きく分類できる。乾燥燃料化システムは、造粒乾燥技術、油温減圧乾燥等が挙げられ、造粒乾燥方式では直接熱風による方式と熱媒油による間接加熱方式の2種類に大きく分類される。ここでは、このうち、主燃料を木チップとする直接熱風による造粒乾燥方式についてその技術を紹介する。固形燃料化施設の基本諸元は表2-1のとおりで、本格的な稼働開始は平成20年4月である。

表2-1 基本諸元

	諸元	備考
設備能力	30t (Ws-t) / 日	
年間稼働日数	330日	
脱水汚泥発熱量	1,700kJ / kg	湿潤、低位 含水率80%
原料	下水汚泥及びし尿汚泥	
燃料	木チップ (コントロール燃料：A重油)	
木チップ投入量	7.416t / 日 (設計)	湿潤、低位
生成品	約6.51t / 日	
消費エネルギー (投入エネルギー)	12.6MJ / kg	湿潤、低位
乾燥造粒物発熱量 (回収エネルギー)	17.6MJ / kg	湿潤、低位
生成品含水率	10%以下 (平均 8%)	

2.2 固形燃料化システム技術について

BE社で採用している造粒乾燥システムの基本原理は次のとおりである。

- ①乾燥污泥（含水率約8%）と脱水污泥（含水率約8%）を二軸ミキサーで混合、混練、切り崩しにより、造粒污泥を形成させる。
- ②造粒污泥は続く乾燥ドラムで並行する乾燥ガスと直接接触することにより乾燥される。乾燥ドラムには、形状の異なるバッフルリングとかきあげ板があり、これにより、かき上げ、落下が生じ、造粒污泥は乾燥されて、ペレットとなり、乾燥ガスにより排出口側に移送される。
 (ア) 乾燥ペレットは、2枚のスクリーンにより3種類の粒度に分級される。
 (イ) 中間のペレットは、製品として貯留槽へ送られ、細粒は直接、粗粒は粉碎機へ送られその後粉碎してリサイクルサイロへ送られる。
- ③乾燥ドラムに移送される乾燥ガスは「木チップを燃料とする木チップ燃焼炉」から熱交換器を経て、この乾燥ドラムに移送される。この木チップ燃焼炉の炉内温度の均一性を保持するため、一部A重油を使

用する。

- ④乾燥したペレットと蒸気を含んだ混合ガスは、続くバグフィルタで分離される。乾燥ペレットの一部は、二軸ミキサーへ循環され、他は製品として排出される。
- ⑤一方、乾燥ドラムで生成した混合ガスは、熱交換器で加熱され、再び乾燥ガスとして乾燥ドラムへ循環される。混合ガスの一部は、コンデンサで水分を分離したのち、燃焼炉で焼却される。
- ⑥本システムでは、乾燥ガスが閉鎖系で循環されていることから、污泥の乾燥時に発生する臭気成分を含むガスは、システム系外へ漏洩することなく、最終的には燃焼によって分解処理（燃焼脱臭）される。
- ⑦さらに、発生する粉じんは、バグフィルタにより分離され、二軸ミキサーへ循環されるため、粉じんが系外に排出されることがないことと、循環ガス系では、常に蒸気が含まれるため、酸素濃度が8%以下となっており、粉じん爆発などに対し安全性が保たれている。

以上のシステムフローを図2-1に、污泥が混合、混練され、乾燥する模式図を図2-2、図2-3に示す。また、本システムの大きな特徴である木チップの搬

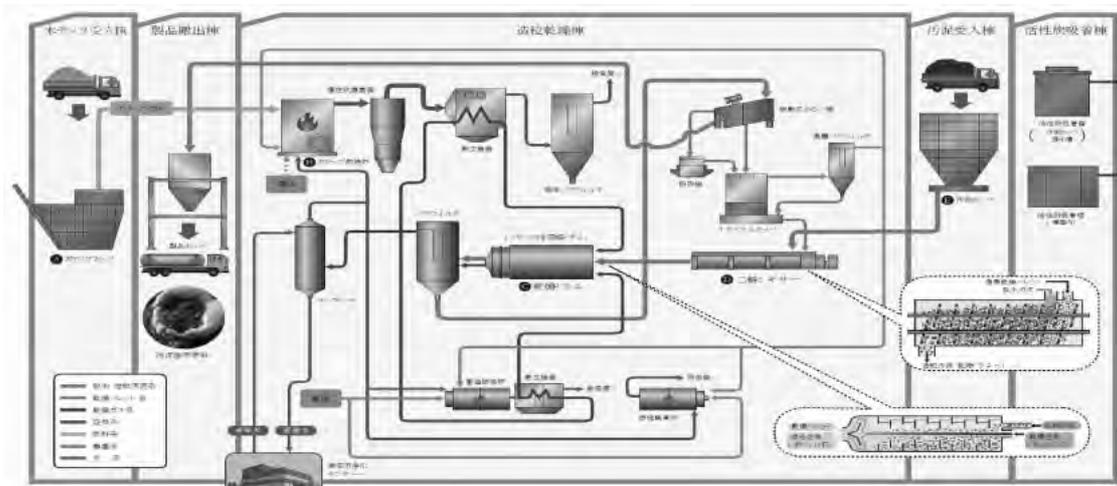


図2-1 システムフロー

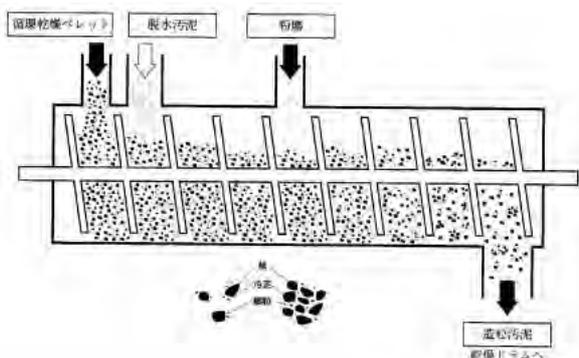


図2-2 二軸ミキサーによる混合、混練模式図

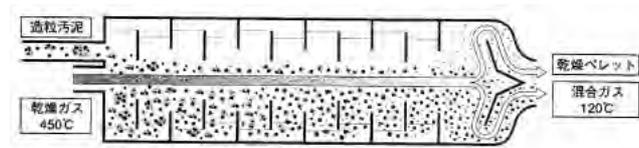


図2-3 乾燥ドラムによる乾燥模式図



供給エネルギーを木チップに変更

図2-4 木チップの搬入状況



木チップ燃焼炉

図2-5 木チップ燃焼炉

入状況を図2-4に、木チップ燃焼炉を図2-5に示す。

2.3 乾燥ペレットの性状について

(1) 乾燥ペレット自体の成分分析結果

乾燥ペレットの成分分析結果は、表2-2に示すとおりである。真発熱量は、3,900kcal/kg以上と高い値を示している。これは、乾燥ペレットの全水分(含水率)が8%未満と小さかったことが要因の一つと考えられる。さらに図2-6に乾燥ペレットの粒径分布図を示す。この結果から、平均粒径は1.7mm程度である。

(2) 乾燥ペレットの灰分

乾燥ペレットについて灰化を行い、燃焼後の灰分の分析を行った。その結果を表2-3、表2-4に示す。

(3) 脱水汚泥燃料品質基準との比較

燃料消費者(石炭ボイラー使用者)と事前に脱水汚泥の燃料品質基準を定め、その比較を行っている。

表2-2 乾燥ペレットの成分分析結果

分析項目	単位	分析値		
		平成21年度		
		7月31日	8月11日	12月18日
全水分	wt%,wet	7.1	7.3	6.4
揮発分	wt%,dry	70.6	71.8	70.3
固定炭素	wt%,dry	11.6	12.1	12.0
灰分	wt%,dry	17.8	16.1	17.8
総発熱量	kcal/kg,dry	4,600	4,800	4,500
真発熱量	kcal/kg	3,900	4,000	3,900
炭素	wt%,dry	41.1	43.2	41.0
水素	wt%,dry	5.8	6.4	5.8
窒素	wt%,dry	5.6	5.6	5.6
酸素	wt%,dry	27.4	27.1	27.2
燃焼性硫黄	wt%,dry	0.9	0.8	0.8
灰中硫黄	wt%,Ash	0.30	0.20	0.3
全硫黄	wt%,dry	0.90	0.83	0.89
全塩素	wt%,dry	0.14	0.13	0.11
疎(高密度)	g/cm ³	0.69	0.71	0.69
密(高密度)	g/cm ³	0.70	0.72	0.73
HGI	-	22.29	25.01	25.48
平均粒径	mm	1.8	2.7	1.7

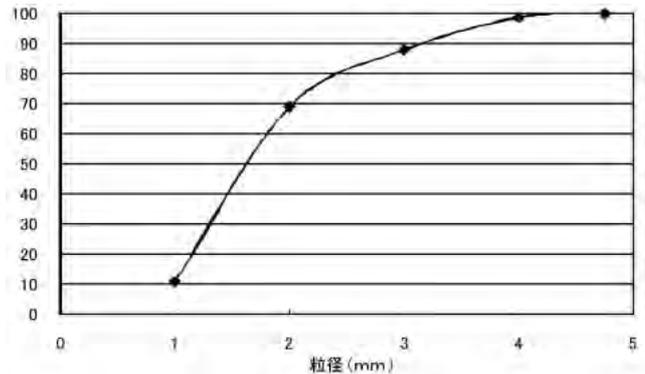


図2-6 乾燥ペレットの粒径の分布図(12月)

しかしながら、石炭との混焼率が0.9%と非常に小さいことから、全体に与える影響はないと判断されている。

1) 乾燥ペレット

乾燥ペレットについて、脱水汚泥燃料品質基準と比較すると、塩素については、わずかながら基準を上回っていたが、塩素以外の項目は、品質基準を満たしていた。

2) 乾燥ペレット灰分

乾燥ペレット灰分の分析結果について、脱水汚泥燃料品質基準との比較を行った結果を表2-6に示す。その結果、溶出分析では、全ての項目で基準内であった。

一方、成分分析では、リンについて品質基準を超過した。しかしながら、前述のとおり、石炭との混焼率が0.9%と非常に少ないことから影響はないと判断されている。

表2-3 乾燥ペレット灰分の溶出分析結果

分析項目	基準	測定値	
		乾燥ペレット灰	
	埋立て判定基準	平成21年度	
		8月11日	12月18日
カドミウム及びその化合物	0.3	<0.002	<0.002
六価クロム化合物	1.5	<0.04	<0.04
シアン化合物	1	<0.01	<0.01
水銀及びその化合物	0.005	<0.0005	<0.0005
アルキル水銀	検出されないこと	<0.0005	<0.0005
セレン及びその化合物	0.3	<0.002	0.009
鉛及びその化合物	0.3	<0.01	<0.01
砒素及びその化合物	0.3	<0.005	0.037
ふっ素及びその化合物	-	<0.1	0.3
ほう素及びその化合物	-	0.09	2.8
シマジン	0.03	<0.0003	<0.0003
チオベンカルブ	0.2	<0.002	<0.002
チラウム	0.06	<0.0006	<0.0006
ポリ塩化ビフェニル (PCB)	0.003	<0.0005	<0.0005
有機りん化合物	1	<0.01	<0.01
四塩化炭素	0.02	<0.0002	<0.0002
1,2-ジクロロエタン	0.04	<0.0004	<0.0004
1,1-ジクロロエチレン	0.2	<0.001	<0.001
シス-1,2-ジクロロエチレン	0.4	<0.001	<0.001
1,3-ジクロロプロペン	0.02	<0.0002	<0.0002
ジクロロメタン	0.2	<0.001	<0.001
テトラクロロエチレン	0.1	<0.001	<0.001
1,1,1-トリクロロエタン	3	<0.001	<0.001
1,1,2-トリクロロエタン	0.06	<0.0006	<0.0006
トリクロロエチレン	0.3	<0.001	<0.001
ベンゼン	0.1	<0.001	<0.001

表2-4 乾燥ペレット灰分の金属等成分分析結果

分析項目	測定値	
	乾燥ペレット灰	
	平成21年度	
	8月11日	12月18日
塩素 (Cl)	1,500	200
鉄 (Fe)	56,600	80,200
リン (P)	125,000	123,000
銅 (Cu)	2,200	1,800
亜鉛 (Zn)	3,200	2,500
総クロム (Cr)	140	100
ニッケル (Ni)	85	76
アルミニウム (Al)	63,500	59,800

的に導入が図られている。もともこのシステムは、下水汚泥に含まれる窒素 (N)、リン (P) が含まれることに着目し、土壌改良材として有効利用されていたものであり、ペレットは、土中に3年間放置していてもその形状はほとんど変形しない性質を持っている。したがって、窒素含有の特徴から土壌改良材としても活用できることと、リンの枯渇という課題から、土壌改良材としての潜在価値もある。

本システム導入の大きな要因として、投入エネルギーよりも回収エネルギーの方が大きいといった特徴を有すること（第4項に詳細）、汚泥処理「経済性」の有利が上げられる。上述したとおり、システムそのものとして非常にシンプルであるため、処理コスト（建設費＋維持・運営費＋減価償却費含む）としては表2-8に示すとおり、焼却施設に対し約60%程度、

2.4 本システム導入の経緯

当システムは、平成8年5月に日本下水道事業団の技術審査証明が発行されていると共に、平成16年～20年には下水道事業団と新日鉄エンジニアリングが共同研究を行った燃料化システムを導入している。

なお、それ以前に欧州では、ドイツ等を中心に積極

表2-5 脱水汚泥燃料品質基準との比較

分析項目	単位	脱水汚泥燃料品質基準	分析値		
			平成21年度		
			7月31日	8月11日	12月18日
全水分	wt%,wet	8以下	7.1	7.3	6.4
灰分	wt%,dry	20以下	17.8	16.1	17.8
総発熱量	kcal/kg,dry	-	4,600	4,800	4,500
真発熱量	kcal/kg	3,500以上	3,900	4,000	3,900
炭素	wt%,dry	35～50	41.1	43.2	41.0
水素	wt%,dry	4.0～8.0	5.8	6.4	5.8
窒素	wt%,dry	3.0～7.0	5.6	5.6	5.6
酸素	wt%,dry	20～40	27.4	27.1	27.2
全硫黄	wt%,dry	1.5以下	0.90	0.83	0.89
全塩素	wt%,dry	0.1以下	0.14	0.13	0.11
HGI	-	18～40	22.29	25.01	25.48
粒径	mm	1.1～5.8	1.8*	2.1*	1.6*

表2-6 乾燥ペレット灰分溶出分析と搬出基準との比較

(単位：mg/l)

分析項目	品質基準 基準値	各基準 (参考)		測定値	
		埋立て 判定基準	土壌 環境基準	乾燥ペレット灰	
				平成21年度	
8月11日	12月18日				
カドミウム及びその化合物	0.3	0.3	0.01	<0.002	<0.002
六価クロム化合物	1.5	1.5	0.05	<0.04	<0.04
シアン化合物	1	1	検出されないこと	<0.01	<0.01
水銀及びその化合物	0.005	0.005	0.0005	<0.0005	<0.0005
アルキル水銀	不検出	検出されないこと	検出されないこと	<0.0005	<0.0005
セレン及びその化合物	0.3	0.3	0.01	<0.002	0.009
鉛及びその化合物	0.3	0.3	0.01	<0.01	<0.01
砒素及びその化合物	0.3	0.3	0.01	<0.005	0.037
ふっ素及びその化合物	0.8	—	0.8	<0.1	0.3
ほう素及びその化合物	10	—	1	0.09	2.8
シマジン	0.03	0.03	0.003	<0.0003	<0.0003
チオベンカルブ	0.2	0.2	0.02	<0.002	<0.002
チラウム	0.06	0.06	0.006	<0.0006	<0.0006
ポリ塩化ビフェニル (PCB)	0.003	0.003	検出されないこと	<0.0005	<0.0005
有機りん化合物	1	1	検出されないこと	<0.01	<0.01
四塩化炭素	0.02	0.02	0.002	<0.0002	<0.0002
1,2-ジクロロエタン	0.04	0.04	0.004	<0.0004	<0.0004
1,1-ジクロロエチレン	0.2	0.2	0.002	<0.001	<0.001
シス-1,2-ジクロロエチレン	0.4	0.4	0.04	<0.001	<0.001
1,3-ジクロロプロペン	0.02	0.02	0.002	<0.0002	<0.0002
ジクロロメタン	0.2	0.2	0.02	<0.001	<0.001
テトラクロロエチレン	0.1	0.1	0.01	<0.001	<0.001
1,1,1-トリクロロエタン	3	3	1	<0.001	<0.001
1,1,2-トリクロロエタン	0.06	0.06	0.006	<0.0006	<0.0006
トリクロロエチレン	0.3	0.3	0.03	<0.001	<0.001
ベンゼン	0.1	0.1	0.01	<0.001	<0.001

表2-7 乾燥ペレット灰分金属等成分分析と品質基準との比較

(単位：mg/kg)

分析項目	品質基準 基準値	乾燥ペレット灰 測定値	
		平成21年度	
		8月11日	12月18日
塩素 (Cl)	2,000以下	1,500	200
鉄 (Fe)	90,000以下	56,600	80,200
リン (P)	100,000以下	125,000	123,000
銅 (Cu)	3,000以下	2,200	1,800
亜鉛 (Zn)	4,000以下	3,200	2,500
総クロム (Cr)	600以下	140	100
ニッケル (Ni)	250以下	85	76

固形燃料の炭化施設よりも約70%程度と経済的である。

さらに、主燃料に木チップを使用することから、地球環境にやさしいシステムであることと、木チップを使用することで、林業における地域産業の活性化を促し、ひいては雇用の創出にもつながることも主要因である。

3. 事業スキームの紹介

3.1 NEDO委託事業

本事業は、産業技術総合開発機構（以下「NEDO」という）から「平成18年度地域バイオマス熱利用フィールドテスト事業」の共同調査委託を受けたものであり、バイオマスの熱利用に関わる熱利用システムを実際に設置し、長期運用データの収集・蓄積・分析を行い、今後の本格的な導入促進、ひいては国が掲げるバイオマスの導入目標達成に資することを達成目標としている。

当委託調査では、熱風発生主燃料を木チップに変更することによる、固形燃料製造時に発生する温室効果ガスの排出削減量、及び燃料生成コストの削減効果についても検証した。

3.2 事業スキーム

本事業は、バイオソリッドエナジー(株)と山形県新庄市、日本製紙岩沼工場の三者と、NEDOとの間で締結された共同研究契約（造粒乾燥法による脱水汚泥燃料化システムを活用した熱利用フィールドテスト事業）である。

また、概略の事業スキームは図3-1に示すとおりで、当該事業のスキームを整理すると以下のとおりである。

- ①当該事業の大きな特徴として、スケールメリットを活かすため、概ね30t (Ws-t) を確保することとし、山形県新庄市のほか地域周辺計17か所の汚泥を収集する。
- ②収集した汚泥を造粒乾燥させ、3～4 mmのペレットを形成し、固形燃料として資源化する。

- ③その後、約130kmの運搬距離を経て、隣県である宮城県岩沼市の日本製紙の石炭ボイラーで燃焼することにより、CO₂の削減を行うとともに、補助燃料とするものである。

4. CO₂削減効果と付加価値の活用（J-VER制度）について

4.1 J-VER制度の概要

これまで我が国は、カーボン・オフセットには主に京都メカニズムクレジットが用いられていたが、国内の排出削減・吸収活動によるクレジットを用いたいというニーズの高まりを受けて、環境省では、一定の基準を満たした信頼性の高いクレジットを認証する「オフセット・クレジット（J-VER：Japan-Verified Emission Reduction）制度」を創設した。本制度は、国内のプロジェクトにより実現された温室効果ガス排出削減・吸収量をカーボン・オフセットに用いることのできるオフセット・クレジット（J-VER）として認証する制度であり、これにより、個人、企業、自治体等による主体的なカーボン・オフセットの取組を促進するとともに、国内の企業や自治体等における自主的な排出削減努力が促進されることが期待されている。本制度の活用によって、これまで海外に投資されていた資金が国内の温室効果ガス排出削減・吸収活動に還流することとなるため、地球温暖化対策と地域経済の

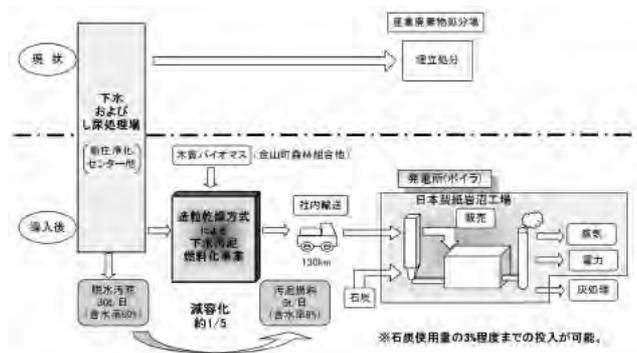


図3-1 事業スキーム

表2-8 概略費用比較 (30t-(Ws-t))/日

(単位：百万円)

	建設費		維持管理費 (百万円/年)	年価 (百万円/年)	備考
	価格	年価(百万円/年)			
造粒乾燥	1,400	149	100	249	
焼却	2,520	244	160	404	
炭化	1,700	204	160	364	高温炭化

※割引率を4.0%考慮

活性化が一体的に推進されることが期待されている。

興等に貢献するものである。

4.2 J-VER申請の目的とその概要

J-VER制度の設立趣旨を踏まえ当社グループでは、平成20年度J-VERモデル事業への申請を行い、平成21年1月にモデル事業に採択された。本プロジェクトのGHG（Greenhouse Gas：温室効果ガス）排出削減の考え方は以下のとおりである。

- 本事業は、カーボンニュートラルな地域のバイオマスエネルギーである下水汚泥を造粒乾燥させてペレット状の固形燃料を生成し、その固形燃料を製紙工場で消費されていた石炭の一部を代替する燃料として利用するため、化石燃料の消費により発生していた温室効果ガスの排出を削減する。
- また、従来埋立処分されていた脱水汚泥からは、嫌気分解したCH₄（メタンガス（二酸化炭素の21倍の温室効果））が発生していたため、脱水汚泥の有効利用により、このCH₄の発生も回避できる。
- 加えて、汚泥焼却の際に発生していたN₂O（一酸化二窒素）やコンポスト時に発生するCO₂やCH₄についても回避することが可能であるが、現時点ではこれらの温室効果ガスについては方法論化されていない。
- なお、本事業で採用する造粒乾燥過程では、熱風発生燃料のうち80～95%を山形県金山町の木質バイオマスを用いることにより、追加的なCO₂排出削減を図る。
- 事業の範囲は、下水処理場から発生する下水汚泥の運搬、燃料化施設でのA重油使用、電力使用、LPG使用、固形燃料の運搬、固形燃料による石炭代替を含むものとする。
- 本プロジェクトは、地域バイオマス資源の有効活用を行うことで、化石燃料使用の抑制、エネルギー多様化、地域雇用の創出、最終処分量の削減、林業振

4.3 温室効果ガス排出削減量の試算

温室効果ガス排出量の算定にあたっては、当社が提案した前述のモデル事業の成果として平成21年12月8日に登録されたポジティブリストE005、及び算定方法論JEAM005「下水汚泥由来バイオマス固形燃料による化石燃料代替」（以下「方法論JEAM005」という）を使用した。この方法論JEAM005は、国連CDM 理事会が承認している方法論を国内事情に照合させ、簡略化したものである。

4.3.1 ベースラインシナリオとプロジェクトシナリオ

方法論JEAM005における排出削減量の算定には、本プロジェクトが実施されなかった場合に温室効果ガスがどれだけ排出されていたかを示す「ベースラインシナリオ」と、本プロジェクトが実施されることによりどの程度温室効果ガスを削減できるかを示す「プロジェクトシナリオ」により構成される（図4-2）。

【ベースラインシナリオ】

- ・ 燃焼施設で化石燃料が消費され、CO₂が排出される。
- ・ 下水処理施設、し尿処理施設から発生する脱水汚泥は、産業廃棄物処分場へ運搬、埋立処分されており、処分場からメタンが発生している。

【プロジェクトシナリオ】

- ・ 燃料化施設を新設し、埋立処分されていた脱水汚泥を造粒乾燥方式で固形燃料化する。
- ・ 生成された固形燃料を燃焼施設で使用することで、従来使用されていた石炭消費量を削減する。

4.3.2 温室効果ガス排出削減量の試算

- (1) 燃料化施設に搬入される脱水汚泥（下水・し尿等）の処分履歴

方法論JEAM005の適格性基準では、固形燃料

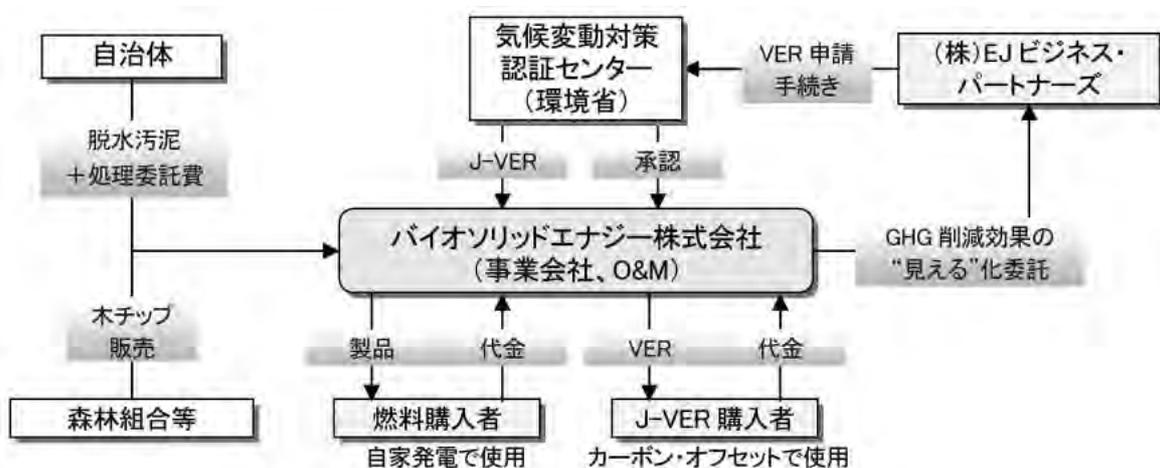


図4-1 プロジェクト実施体制

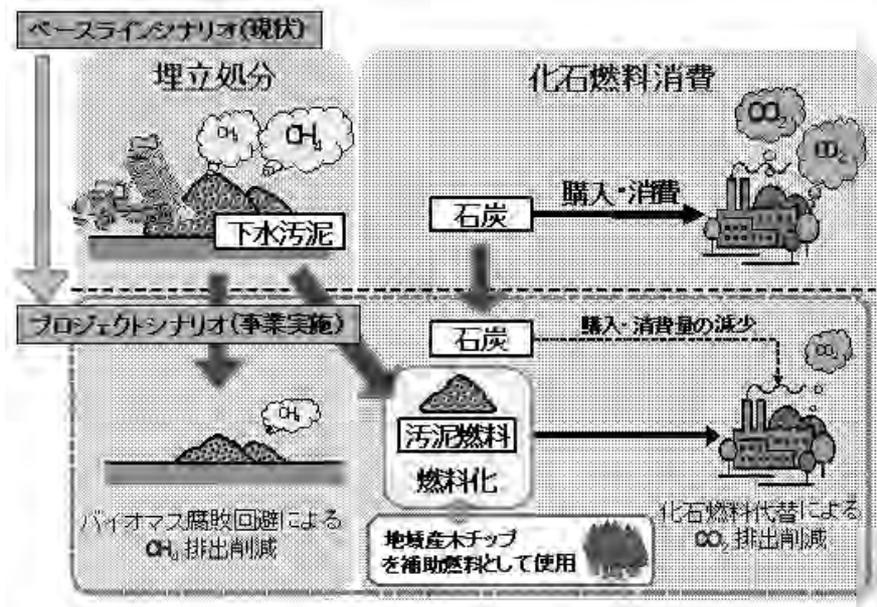


図4-2 燃料化による温室効果ガス削減量の考え方

の原料は「未利用の下水汚泥であること」に限定されており、「未利用」の現時点での解釈は、従前、エネルギー利用及びマテリアル利用されていない汚泥が対象とされている。なお、焼却後埋立てられる焼却灰も対象となる。

本プロジェクトでは、平成20年度を通じて6,570Ws-tの脱水汚泥を受け入れ、燃料化を行っているが、これらの汚泥は前年度（平成19年度）には、エネルギー利用（炭化）、マテリアル利用（セメント原料、堆肥化等）、埋立（焼却含む）等の方法で処分されていた。

表4-1に、平成20年度受入汚泥の前年度処分履歴を示す。ここで示す「未利用汚泥」だけが汚泥燃料として化石燃料を代替することができ、「未利用汚泥（直接埋立）」だけが埋立処分場メタン回避の対象とすることができる。

(2) ベースライン排出量

①化石燃料（一般炭）の使用によるCO₂排出

化石燃料（一般炭）の使用によるCO₂排出量は以下のとおり計算される（詳細はE005参照）。

■未利用汚泥比率

= 16.9 + 65.4 = 82.3%

■年間固形燃料生産量

= 6.51t/日 × 300日/年¹ = 1,953.0t/年

ここから、

■未利用汚泥由来の年間固形燃料生産量

= 1,953.0t/日 × 82.3% = 1,607.3t/年

■固形燃料の高位発熱量

= 17.6GJ/t

■代替される化石燃料の高位発熱量

= 26.6GJ/t（一般炭、デフォルト値を使用）

■固形燃料の含有水分

= 8%（実測値）

■代替される化石燃料の含有水分

= 15%

（一般炭の推定値：15～30%の幅のうち、最も高品質の値を使用）

■代替される化石燃料重量

= 1,607.3 × (17.6/26.6) × {(1-0.08)/(1-0.15)}
= 1,151.1 (t/年)

■化石燃料の温室効果ガス排出係数

= 0.0906tCO₂/GJ（一般炭、デフォルト値を使用）
従って、化石燃料（一般炭）の使用によるCO₂排出量

= 1,151.1 × (1 - 0.15) × 26.6 × 0.0906
= 2,358.0 (tCO₂/年)

②下水汚泥埋立によるメタン放出

プロジェクトが無ければ、埋立されメタンを放出していたはずの汚泥を回避（有効利用）することで、メタンの放出を回避することを定量

表4-1 本プロジェクト受入汚泥の履歴（平成20年度実績）

項目	汚泥重量 (Ws-t/年)	比率	
有効利用汚泥	1,166	17.7%	
未利用汚泥	焼却後埋立	1,108	16.9%
	直接埋立	4,296	65.4%
受入総重量	6,570	100.0%	

1 基本諸元では330日/年稼働としているが、本検討では保守的の見地から300日/年で試算している。

表4-2 下水汚泥埋立に伴うメタン放出によるGHG排出量

年度	埋立量 (w-t/年)	含水率 (%)	埋立量 w (d-t/年)	残存汚泥量 W (d-t/年)	分解汚泥量 A (d-t/年)	ベースライン 排出量 BE 埋立汚泥 (tCO ₂ /年)
2007	0	0	0	0.0	0.0	0.0
2008	4,296	80	859	859.0	146.9	411.2
2009	4,296	80	859	1,571.1	268.7	752.2
2010	4,296	80	859	2,161.4	369.6	1,034.6
2011	4,296	80	859	2,650.8	453.3	1,268.9
2012	4,296	80	859	3,056.5	522.7	1,463.2

表4-3 ベースライン排出量

	BE 燃焼化 _y (tCO ₂ e/年)	BE 埋立汚泥 _y (tCO ₂ e/年)	BE _y (tCO ₂ e/年)	備考
2009年度	2,358.00	752.17	3,110.17	
2010年度	2,358.00	1,034.62	3,392.62	
2011年度	2,358.00	1,268.92	3,626.92	
2012年度	2,358.00	1,463.19	3,821.19	
計	9,432.00	4,518.91	13,950.91	

BE_y：ベースライン排出量 (tCO₂e)

BE_{CH₄,SWDS,y}：プロジェクトが無かった場合のある年yの埋立処分場で発生するメタンの量 (tCO₂e)

MD_{reg,y}：プロジェクトが無かった場合の規制・契約条件によるメタン焼却/燃焼量 (tCH₄)→日本の最終処分場ではメタン回収に関する規制が無いことから、0とする。

GWP_{CH₄}：メタンの地球温暖化係数

y：メタン排出量算定対象年

化する。

方法論JEAM005では、対象年度の前年度末までに回避された埋立汚泥量について、対象年度でのメタン発生回避を算定できる。本プロジェクトは2008年4月より開始しているため、メタン回避にかかる排出削減量の算定は2009年度から可能となる。

下水汚泥埋立に伴うメタン放出によるCO₂換算後の排出量を表4-2に示す。(詳細は方法論JEAM005参照)。

④ベースライン排出量の合計

ベースライン排出量の合計を表4-3に示す。

(4) プロジェクト排出量の試算

プロジェクトの実施により、以下の活動が生じ、温室効果ガスの排出源となるため、これらを定量化し、プロジェクトの排出削減量から控除する必要がある。

- ・バイオマス固形燃料化処理における化石燃料の消費
- ・バイオマス固形燃料化処理における電力の消費
- ・脱水汚泥の運搬(発生地から燃料化施設まで)

における化石燃料の消費

- ・バイオマス固形燃料の運搬における化石燃料の消費

①バイオマス固形燃料化処理における化石燃料の消費

燃料化施設では、主燃料を木チップ(5~6t/日)としており、補助燃料としてA重油(2.5~2.7kl/日)、LPG(0.8~1.0kl/日)を用いている。

1) A重油消費に伴う排出量

■燃料化施設で消費されるA重油の量
= 2.7kl/日 × 30% × 300日/年 = 243.0kl/年

■A重油の低位発熱量
= 39.1GJ/kl

■A重油の温室効果ガス排出係数
= 0.0693tCO₂/GJ

■A重油消費に伴う排出量
= 243.0 × 39.1 × 0.0693 = 658.4tCO₂/年

2) LPG消費に伴う排出量

■燃料化施設で消費されるLPGの量
= 1.0m³/日 × 30% × 300日/年 = 90.0m³/年

■LPGの低位発熱量

表4-4 本プロジェクトの排出削減量

	BEy (tCO ₂ /yr)	PEy (tCO ₂ /yr)	ERy (tCO ₂ /yr)	備考
2009年度	3,110.17	1,595.50	1,514.67	
2010年度	3,392.62	1,595.50	1,797.12	
2011年度	3,626.92	1,595.50	2,031.42	
2012年度	3,821.19	1,595.50	2,225.69	
合計	13,950.91	6,382.00	7,568.91	

= 91.1GJ/Nm³（プロパンの場合）

■LPGの温室効果ガス排出係数

= 0.0598tCO₂/GJ

■LPG消費に伴う排出量

= 90.0 × 91.1 × 0.0598 = 490.3tCO₂/年

3) 化石燃料消費に伴う排出量（合計）

PE処理,化,y = 658.4 + 490.3 = 1,148.7tCO₂/年

②バイオマス固形燃料化処理における電力の消費

東北電力Webによると、2008年度のCO₂排出係数はCER調整前で0.469kg-CO₂/kwh、CER調整後で0.340kg-CO₂/kwhとされている。

■燃料化処理に伴う電力消費

= 3,000kwh/日 × 300日/年 = 900,000kwh/年

■東北電力の調整後排出係数

= 0.469kgCO₂/kwh

電力消費に伴う温室効果ガス排出量

= 900,000 × 0.469 × 0.001 = 422.1tCO₂/年

③脱水汚泥の運搬（発生地から燃料化施設まで）における化石燃料の消費

方法論JEAM005ではバイオマスの県内移動に関しては影響が小さいことから算出対象外としている。

本プロジェクトでは全て県内の下水終末処理場、し尿処理施設から当該施設へ搬入しているため、脱水汚泥の運搬に伴うCO₂排出量はゼロである。

④バイオマス固形燃料の運搬における化石燃料の消費

本プロジェクトでは、宮城県岩沼市の製紙工場へバイオマス固形燃料を運搬しているため、トンキロ法によるCO₂排出量を以下のとおり算出する。

■固形燃料運搬に伴う年間軽油消費量

= 9.4kl/年

■軽油の低位発熱量

= 38.2GJ/kl

■軽油の温室効果ガス排出係数

= 0.0686tCO₂/GJ

固形燃料の運搬における温室効果ガス排出量

= 24.7t-CO₂/年

(5) 排出削減量

表4-4に示すとおり、上述のベースライン排出量からプロジェクト排出量を差し引いたものが排出削減量である。本事業の排出削減量は、2012年度までの4年間で、7,568.9tCO₂、年平均値として1,892.3tCO₂/年のCO₂削減が図られる結果となった。また、プロジェクト実施期間中は、これらの数値を検証するために、モニタリングが実施される。

(6) 成果と課題

現在の方法論JEAM005を適用すると、本施設の設置・稼働により、年間1,500~2,000tの二酸化炭素排出削減が可能であることが定量化される。これは、従来の処分方法から転換することで得られる付加価値として、発行されるオフセット・クレジットを介して有価で取引が可能となる。

また、本施設の汚泥受入量は平成20年度実績で6,570t/年であり、山形県で発生する脱水汚泥総量の約15%に相当する。既にエネルギー利用、マテリアル利用等を進めている自治体もあるが、依然埋立処分に依存している自治体分を加味すると、2倍程度のCO₂削減効果を見込むことができる。

5. 本技術の活用について提案（あしがき）

以下に、需給バランスの観点、燃料価値の向上の観点、J-VER制度の活用の観点から述べる。

■需給バランス

生成される固形燃料は、主に石炭ボイラで混焼されることから、ユーザ側との燃料需給調整が必須である。汚泥処理の方法を検討する早期段階にて十分な調査が必要とされる。

汚泥由来であるため、固形燃料にはリンが多く含有されており、土壌改良材としての用途も持っている。周囲の燃料・土壌改良材ニーズを的確にとらえ、リバーシブルな材料として活用できることも提案してい

きたい。

■燃料価値の向上

現在、汚泥燃料そのものの流通量が乏しく、燃料としての適正な価値評価がなされていない。これは、運搬コストを含めた場合に逆有償性を引き起こす懸念があり、今後は、例えば熱量ベースで石炭の2/3の価格とする等、適正な価格で取引されるよう、情報提供を行っていく必要がある。

単に燃料としての価値だけでなく、J-VER等で定量化された温室効果ガス削減への寄与度、ならびに廃棄物量の削減といったコベネフィット性を社会的に評価され、燃料の付加価値を押し上げることが望まれる。

■J-VER制度

本システムが低炭素化社会構築に寄与する事業であることを証明するため、今後J-VERのプロジェクト申請、発行申請を行う予定である。

現在の方法論JEAM005の問題点として、焼却時に発生する N_2O 、コンポスト化過程で発生する CH_4 等の温室効果ガスが対象にされていないため、今後行う申請の折には、これら方法論JEAM005適格性基準の拡大を提案する考えである。

日本が、真に地球温暖化対策にむけて積極的なかじ取りをするためにも、下水汚泥は貴重なバイオマス資源という観点から、上述の課題の解決に積極的に取り組む必要がある。

今後、当社グループとしては、時代のニーズに適合した新しい汚泥処理のプロセスである本システムの有用性を、コンサルタントして客観的に評価し、各地方自治体での導入支援を行っていく考えである。

<参考文献>

- 1) 日本下水道事業団：民間開発技術審査証明報告書（平成8年5月）
- 2) 光山昌浩：稼働1年目を迎えた、国内初の民間汚泥燃料化施設（月刊下水道VOL.32 No.6 2009年5月号）
- 3) 下水汚泥および乾燥設備環境調査業務に係る乾燥ペレット・乾燥ペレット灰分（12月分）報告書
- 4) 下水汚泥とし尿汚泥の混合物の脱水汚泥燃料化における試験研究成果報告
- 5) 環境省：オフセット・クレジット（J-VER）制度実施規則（案）

コ ラ ム

地域資源を生かしたコンポスト製造事業者への要望

コンポストは地域内で排出された生物系有機性廃棄物を環境保全とその維持に貢献するために、有効に利用して製造され、これを地域内の農地へ施用し、生産された旬の新鮮な農産物を顔の見える範囲の消費者に届けようとするものであり、その目指す目的については地域住民にも納得されるであろう。しかし、現在、全国の自治体数は1800ほどあり、コンポストの製造プラント数は下水汚泥コンポスト製造事業者数が180（H20年度）、あるいは登録再生利用事業者の中の肥料化事業者数が116（H21年度）であり、総じて自治体の8割以上ではコンポストの製造プラントを有していないと推定され、全国的にはまだ普及・浸透しているとは看做され難い。このことはコンポストの製造プラントが建設されて円滑に運営され、かつ利用促進を図るには、肥料製造事業者自身で克服すべき課題がある。

一つは品質の安定性である。近年、野菜類などでは集約的な栽培が実施され、これに伴い土壤養分が過剰蓄積した圃場が目立つようになった。コンポストの肥料成分は化学肥料に比べて低含有率であっても施用量が多いので無視できず、施肥量を設定するに際しては化学肥料と同様に成分量を考慮する必要がある。しかしながら、化学肥料ではほとんどあり得ないことであるが、コンポストでは同一銘柄であっても、成分量が製造時期によって大きく異なり、品質管理のルーズな例を私共は昨年度2種類のコンポストで体験をした。一つは下水汚泥融合コンポストで、窒素－リン酸－カリの含有率（現物当り）が前年1.8－1.8－1.1%、当年0.7－0.4－0.3%であり、他の一つは生ごみ堆肥で前年1.2－1.4－1.1%、当年2.1－1.3－0.3であった。コンポストの品質が安定していることは望ましいが、成分組成の変動した場合には顧客に正確な情報を伝えなければ信頼を損ねることになる。

二番目は施用効果をPRすることである。コンポストの販売は概して組織化されていない。化学肥料の販売経路は大きく系統と商系に分けられるが、系統は全国農業協同組合を頂点として県経済連、市町村のJAを通してのルート、商系はJAルートに乗らない肥料を販売するルートであるが、いずれも扱い量がまとまって多いので販売を専門とする人材を揃えており、販路の拡大を常に意識して活動している。しかし、コンポストの製造事業者は一般に規模が小さく、良質なコンポストを製造してもPRには手が回らず、一部JAルートを通してのものもあるが、大部分が顧客に知られるまでにはかなりの年数を要するとみられる。まずはY市やS市の下水処理施設で実施しているように、コンポスト関係の職員達が率先してプラント内の空き地などを活用したコンポストの展示圃を試験研究機関などの指導・助言を受けて設置して、化学肥料と対比してコンポストの施用効果の明白な作物を確かめ、行政関係者や市民等来訪者に実物に触れてもらい理解を得ることが重要である。

地域のコンポストの販売を軌道に乗せるには、法令の順守、輸送・散布の組織、販売マーケットなど当然、行政機関の指導と支援が不可欠であり、特に自治体首長の理念、熱意、決断力に掛かるところ大きいことは言うまでもない。

（財）日本土壌協会参与 古畑 哲

報 告

グリーン購入法における 平成22年度調達方針について

国土交通省都市・地域整備局下水道部下水道企画課

資源利用係長 山口 裕 司

キーワード：循環型社会、建設資材利用、再リサイクル性、緑農地利用

1. はじめに

20世紀に入って高度に展開させてきた活動様式である「大量生産・大量消費型」の社会経済システムは、我が国に飛躍的な経済成長という大きな恩恵をもたらしてきましたが、同時に様々な環境問題と大量の廃棄物等を産み出す大量廃棄型の社会を生み出していました。そのため、21世紀は「大量生産・大量消費・大量廃棄」型社会から脱却し、環境への負荷が少ない「循環型社会」システムを構築することが急務となっています。

こうした背景を受けて平成12年5月には「循環型社会形成推進基本法」が成立し、この基本法に基づいて一体的に整備された法律の一つが「国等による環境物品等の調達等の推進に関する法律（グリーン購入法）」です。このグリーン購入法に基づき、国は、「国及び独立行政法人等における環境物品等の調達を総合的かつ計画的に推進するため、環境物品等の調達の推進に関する基本方針を定めなければならない。」とされており、各省庁の長及び独立行政法人等の長は、「毎年度、基本方針に即して、物品等の調達に関し、当該年度の予算及び事務又は事業の予定等を勘案して、環境物品等の調達の推進を図るための方針を作成しなければならない。」とされています。

これにより、国は平成22年2月に特定調達品目（国

等の各機関が重点的に調達を推進する環境物品等の種類）及びその判断の基準等を定めた「環境物品等の調達の推進に関する基本方針」（以下「基本方針」という）を閣議決定し、各省庁及び独立行政法人等は、「基本方針」に即して環境物品等の「調達方針」を作成・公表し、当該方針に基づき物品等の調達を行っています（<http://www.env.go.jp/policy/hozen/green/g-law/index.html>）。

2. 特定調達品目を検討する際の基本的考え方と手順

基本方針に定める特定調達品目及びその判断の基準等については、特定調達品目等の開発・普及の状況、科学的知見の充実等に応じて適宜見直しを行っていくこととしており、国は毎年度、提案募集を実施し、頂いた提案を参考にしながら検討を行い、年度毎に品目の追加等に伴う基本方針の変更を閣議決定しています。

公共工事に係る特定調達品目の検討においては、資材、建設機械、工法及び目的物のそれぞれについて提出いただいた提案に対し環境負荷低減効果を中心に検討を行い、特定調達品目の対象としてさらに検討を進めるものとそれ以外のものの判断を行った後、前者を特定調達品目候補群（ロングリスト）として整理しています。

なお、ロングリストとして整理を行った39提案（提

案者の了解を得られなかったものを除く。) については、平成22年5月にホームページ上において公表されています (http://www.mlit.go.jp/report/press/kanbo08_hh_000083.html)。

●公共工事に係る特定調達品目の分類

資材：工事への投入物（インプット）のうち、資材について環境負荷低減効果が認められる場合…（例）エコセメント

建設機械：工事への投入物（インプット）のうち、建設機械について環境負荷低減効果が認められる場合…（例）排出ガス対策型建設機械

工法：施工段階（プロセス）において環境負荷低減効果が認められる場合…（例）建設汚泥再生処理工法

目的物：維持管理段階（アウトプット）で環境負荷低減効果が認められる場合…（例）屋上緑化

特定調査品目の選定については、毎年度ホームページ上などで提案品目の募集を行っており、その提案について、

- ・国及び独立行政法人等による調達がない、または極めて少ないもの
- ・既に十分に普及しているもの
- ・明らかに品質が確保できないもの

を除き、特定調達品目候補としてロングリストに記載を行います（1次スクリーニング）。

このロングリストに記載されたものの中から、更にスクリーニング（2次スクリーニング）を行い、次年度の特定調達品目追加の原案が策定されます。2次スクリーニングは、以下の観点から行われ、すべてに該当するものを「特定調達品目の追加原案」として選定することとなります。またこの段階で、環境負荷低減効果が認められないもの等については、ロングリストから除外されます。

- 環境負荷低減効果が客観的に認められるもの
 - ・データ等により客観的に効果が示されたものを原則とする。
- 普及の促進が見込まれるもの
 - ・十分に普及し、それ自体が既に通常品になっているものは除く。
 - ・普及が可能な地域が限定されるものであっても、通常品の代替として普及が見込まれるもの。
- 品質確保（安全性、耐久性等）が確実なもの

- ・ JIS、JAS等の公的基準を満足または準拠すること。
- ・ 公共工事における使用実績が十分にあること等、実際と同等の条件下での検証及び評価が十分になされていること。
- コストが適正と判断されるもの
 - ・ コストが通常品に比べ著しく高いものは除く。
 - ・ 現在、割高なものは、普及とともに比較対象品と同程度になる見込みを確認。

こうして策定された「特定調達品目の追加原案」を基に広く国民の皆様のご意見を募集し（パブリックコメント）、その意見を反映して最終的に「環境物品等の調達の推進に関する基本方針」の変更が閣議決定されることとなります。

なお、特定調達品目候補群（ロングリスト）に掲載された提案のうち、環境負荷低減効果が認められるものの品質等に課題があり、特定調達品目として位置付けられないと判断された提案については、その課題ごとに4グループに分類し、次年度以降も継続的に検討を行うこととしています。

3. 下水道関係の調達品目

公共工事に係る調達品目のうち下水汚泥を利用した調達品目としては、「下水汚泥を利用した汚泥発酵肥料（下水汚泥コンポスト）」、「下水汚泥を有効利用した陶磁器質タイル」「エコセメント（都市ごみ焼却灰等を主原料とするセメント）」、「再生材料を用いた舗装用ブロック（焼成）」、「再生材料を用いた舗装用ブロック類（プレキャスト無筋コンクリート製品）」が選定されています。平成22年度の「基本方針」では、これらのうち、「下水汚泥を有効利用した陶磁器質タイル」及び「再生材料を用いた舗装用ブロック（焼成）」について、再リサイクル性の確保の観点から、製品レベルで重金属等有害物質の溶出及び含有に関する記述が、判断基準、配慮事項に追加されています。これは、従来からの施工時及び使用時に加えて、廃棄後の他の用途への再利用時等も想定したライフサイクル的な視点で環境安全性を確認するためです。具体的には、有害物質の溶出として特定有害物質が含まれる汚染土壌からの溶出に起因する汚染地下水等の摂取によるリスクに対して、有害物質の含有として特定有害物質が含まれる汚染土壌を直接摂取することによるリスクに対して、安全か否かの観点から基本方針の見直しが行われました。その結果、溶出については人の健康の保護の観点から調達に当たって注意を喚起すべき重要な事項として判断基準に、含有については直接摂取する

リスクが地下水等の摂取リスク程高くないことから配慮事項に位置づけられています。

下水汚泥を利用した調達品目及び下水道工事に関係する主な調達品目の判断基準等は以下のとおりです。

各品目の判断基準等

(平成22年度「基本方針」より抜粋。平成21年度からの変更箇所は**太字**で記載)

※1 平成22年度の基本方針より新たに追加。

※2 平成22年度の基本方針において「配慮事項」が修正され、一部「判断基準」に変更。

品目分類	品目名	判断の基準等
盛土材等	建設汚泥から再生した処理土	<p>【判断の基準】</p> <p>② 設汚泥から再生された処理土であること。</p> <p>② 重金属等有害物質の含有及び溶出については、土壤汚染対策法（平成14年5月29日法律第53号）及び土壤の汚染に係る環境基準（平成3年8月23日環境庁告示第46号）を満たすこと。</p>
	土工用水砕スラグ	<p>【判断の基準】</p> <p>○天然砂（海砂、山砂）、天然砂利、砕砂若しくは碎石の一部又は全部を代替して使用できる高炉水砕スラグが使用された土工用材料であること。</p> <p>【配慮事項】</p> <p>○鉄鋼スラグの製造元及び販売元を把握できるものであること。</p>
	銅スラグを用いたケーソン中詰め材	<p>【判断の基準】</p> <p>○ケーソン中詰め材として、天然砂（海砂、山砂）、天然砂利、砕砂若しくは碎石の一部又は全部を代替して使用することができる銅スラグであること。</p>
	フェロニッケルスラグを用いたケーソン中詰め材	<p>【判断の基準】</p> <p>○ケーソン中詰め材として、天然砂（海砂、山砂）、天然砂利、砕砂若しくは碎石の一部又は全部を代替して使用することができるフェロニッケルスラグであること。</p>
地盤改良材	地盤改良用製鋼スラグ	<p>【判断の基準】</p> <p>○サンドコンパクションパイル工法において、天然砂（海砂、山砂）の全部を代替して使用することができる製鋼スラグであること。</p> <p>【配慮事項】</p> <p>○鉄鋼スラグの製造元及び販売元を把握できるものであること。</p>
コンクリート用スラグ骨材	高炉スラグ骨材	<p>【判断の基準】</p> <p>○天然砂（海砂、山砂）、天然砂利、砕砂若しくは碎石の一部又は全部を代替して使用できる高炉スラグが使用された骨材であること。</p> <p>【配慮事項】</p> <p>○鉄鋼スラグの製造元及び販売元を把握できるものであること。</p>
	フェロニッケルスラグ骨材	<p>【判断の基準】</p> <p>○天然砂（海砂、山砂）、天然砂利、砕砂若しくは碎石の一部又は全部を代替して使用できるフェロニッケルスラグが使用された骨材であること。</p>
	銅スラグ骨材	<p>【判断の基準】</p> <p>○天然砂（海砂、山砂）、天然砂利、砕砂若しくは碎石の一部又は全部を代替して使用できる銅スラグ骨材が使用された骨材であること。</p>

品目分類	品目名	判断の基準等
	電気炉酸化スラグ骨材	<p>【判断の基準】</p> <p>○天然砂（海砂、山砂）、天然砂利、砕砂若しくは碎石の一部又は全部を代替して使用できる電気炉酸化スラグ骨材が使用された骨材であること。</p> <p>【配慮事項】</p> <p>○鉄鋼スラグの製造元及び販売元を把握できるものであること。</p>
アスファルト混合物	再生加熱アスファルト混合物	<p>【判断の基準】</p> <p>○アスファルト・コンクリート塊から製造した骨材が含まれること。</p>
	鉄鋼スラグ混入アスファルト混合物	<p>【判断の基準】</p> <p>○加熱アスファルト混合物の骨材として、道路用鉄鋼スラグが使用されていること。</p> <p>【配慮事項】</p> <p>○鉄鋼スラグの製造元及び販売元を把握できるものであること。</p>
	中温化アスファルト混合物 ※1	<p>【判断の基準】</p> <p>○加熱アスファルト混合物において、調整剤を添加することにより必要な品質を確保しつつ製造時の加熱温度を30℃程度低減させて製造されるアスファルト混合物であること。</p>
路盤材	鉄鋼スラグ混入路盤材	<p>【判断の基準】</p> <p>○路盤材として、道路用鉄鋼スラグが使用されていること。</p> <p>【配慮事項】</p> <p>○鉄鋼スラグの製造元及び販売元を把握できるものであること。</p>
	再生骨材等	<p>【判断の基準】</p> <p>○コンクリート塊又はアスファルト・コンクリート塊から製造した骨材が含まれること。</p>
小径丸太材	間伐材	<p>【判断の基準】</p> <p>○間伐材であって、有害な腐れ又は割れ等の欠陥がないこと。</p>
混合セメント	高炉セメント	<p>【判断の基準】</p> <p>○高炉セメントであって、原料に30%を超える分量の高炉スラグが使用されていること。</p>
	フライアッシュセメント	<p>【判断の基準】</p> <p>○フライアッシュセメントであって、原料に10%を超える分量のフライアッシュが使用されていること。</p>
セメント	エコセメント	<p>【判断の基準】</p> <p>○都市ごみ焼却灰等を主原料とするセメントであって、製品1トンにつきこれらの廃棄物が乾燥ベースで500kg以上使用されていること。</p>

備考)「エコセメント」は、高強度を必要としないコンクリート構造物又はコンクリート製品において使用するものとする。

品目分類	品目名	判断の基準等
コンクリート及びコンクリート製品	透水性コンクリート	【判断の基準】 ○透水係数 $1 \times 10^{-2} \text{cm/sec}$ 以上であること。

備考) 「透水性コンクリート」は、雨水を浸透させる必要がある場合に、高強度を必要としない部分において使用するものとする。

品目分類	品目名	判断の基準等			
鉄鋼スラグ水和固化体	鉄鋼スラグブロック	【判断の基準】 ○骨材のうち別表に示された製鋼スラグを重量比で50%以上使用していること。かつ、結合材に高炉スラグ微粉末を使用していること。 別表 <table border="1" style="margin-left: 40px;"> <thead> <tr> <th>種 類</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>転炉スラグ（銑鉄予備処理スラグを含む）</td> </tr> <tr> <td>電気炉酸化スラグ</td> </tr> </tbody> </table> 【配慮事項】 ○鉄鋼スラグの製造元及び販売元を把握できるものであること。	種 類	転炉スラグ（銑鉄予備処理スラグを含む）	電気炉酸化スラグ
種 類					
転炉スラグ（銑鉄予備処理スラグを含む）					
電気炉酸化スラグ					
吹付けコンクリート	フライアッシュを用いた吹付けコンクリート	【判断の基準】 ○吹付けコンクリートであって、 1 m^3 当たり100kg以上のフライアッシュが混和材として使用されていること。			
塗料	下塗用塗料（重防食）	【判断の基準】 ○鉛又はクロムを含む顔料が配合されていないこと。			
	低揮発性有機溶剤型の路面標示用水性塗料	【判断の基準】 ○水性型の路面標示用塗料であって、揮発性有機溶剤（VOC）の含有率（塗料総質量に対する揮発性溶剤の質量の割合）が5%以下であること。			
	高日射反射率塗料 ※1	【判断の基準】 ○明度L*値が40.0以下の場合は、近赤外域における日射反射率が40.0%以上であること。明度L*値が40.0を越す場合は、近赤外域における日射反射率(%)が明度L*値の値以上であること。			

- 備考) 1 本項の判断の基準の対象とする高日射反射率塗料は、日射反射率の高い顔料を含有する塗料であり、建物の屋上・屋根等において、金属面等に塗装を施す工事に使用されるものとする。
- 2 日射反射率の求め方は、JIS K 5602による。

品目分類	品目名	判断の基準等
防水	高日射反射率防水 ※1	【判断の基準】 ○近赤外域における日射反射率が50.0%以上であること。

- 備考) 1 本項の判断の基準の対象とする高日射反射率防水は、日射反射率の高い顔料が防水層の素材に含有されているもの又は日射反射率の高い顔料を有した塗料を防水層の仕上げとして施すものであり、建築の屋上・屋根等において使用されるものとする。
- 2 日射反射率の求め方は、JIS K 5602に準じる。

品目分類	品目名	判断の基準等																							
舗装材	再生材料を用いた舗装用ブロック（焼成）	<p>【判断の基準】</p> <p>①原料に再生材料（別表の左欄に掲げるものを原料として、同表の右欄に掲げる前処理方法に従って処理されたもの等）を用い、焼成されたものであること。</p> <p>②再生材料が原材料の重量比で20%以上（複数の材料が使用されている場合は、それらの材料の合計）使用されていること。ただし、再生材料の重量の算定において、通常利用している同一工場からの廃材の重量は除かれるものとする。</p> <p>③土壤の汚染に係る環境基準（平成3年8月23日環境庁告示第46号）の規定に従い、製品を2mm以下に粉碎したものにおいて、重金属等有害物質の溶出について問題のないこと。</p> <p>【配慮事項】</p> <p>○土壤汚染対策法（平成14年5月29日法律第53号）に関する規定に従い、製品を2mm以下に粉碎したものにおいて、重金属等有害物質の含有について問題のないこと。※2</p> <p>別表</p> <table border="1" data-bbox="611 987 1433 1742"> <thead> <tr> <th>再生材料の原料となるものの分類区分</th> <th>前処理方法</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>採石及び窯業廃土</td> <td rowspan="14">前処理方法によらず対象</td> </tr> <tr> <td>無機珪砂（キラ）</td> </tr> <tr> <td>鉄鋼スラグ</td> </tr> <tr> <td>非鉄スラグ</td> </tr> <tr> <td>鋳物砂</td> </tr> <tr> <td>陶磁器屑</td> </tr> <tr> <td>石炭灰</td> </tr> <tr> <td>建材廃材</td> </tr> <tr> <td>廃ガラス（無色及び茶色の廃ガラスびんを除く）</td> </tr> <tr> <td>製紙スラッジ</td> </tr> <tr> <td>アルミスラッジ</td> </tr> <tr> <td>磨き砂汚泥</td> </tr> <tr> <td>石材屑</td> </tr> <tr> <td>都市ごみ焼却灰</td> <td>溶融スラグ化</td> </tr> <tr> <td>下水道汚泥</td> <td>焼却灰化又は溶融スラグ化</td> </tr> <tr> <td>上水道汚泥</td> <td rowspan="2">前処理方法によらず対象</td> </tr> <tr> <td>湖沼等の汚泥</td> </tr> </tbody> </table>	再生材料の原料となるものの分類区分	前処理方法	採石及び窯業廃土	前処理方法によらず対象	無機珪砂（キラ）	鉄鋼スラグ	非鉄スラグ	鋳物砂	陶磁器屑	石炭灰	建材廃材	廃ガラス（無色及び茶色の廃ガラスびんを除く）	製紙スラッジ	アルミスラッジ	磨き砂汚泥	石材屑	都市ごみ焼却灰	溶融スラグ化	下水道汚泥	焼却灰化又は溶融スラグ化	上水道汚泥	前処理方法によらず対象	湖沼等の汚泥
再生材料の原料となるものの分類区分	前処理方法																								
採石及び窯業廃土	前処理方法によらず対象																								
無機珪砂（キラ）																									
鉄鋼スラグ																									
非鉄スラグ																									
鋳物砂																									
陶磁器屑																									
石炭灰																									
建材廃材																									
廃ガラス（無色及び茶色の廃ガラスびんを除く）																									
製紙スラッジ																									
アルミスラッジ																									
磨き砂汚泥																									
石材屑																									
都市ごみ焼却灰		溶融スラグ化																							
下水道汚泥	焼却灰化又は溶融スラグ化																								
上水道汚泥	前処理方法によらず対象																								
湖沼等の汚泥																									
	再生材料を用いた舗装用ブロック類（プレキャスト無筋コンクリート製品）	<p>【判断の基準】</p> <p>①原料に再生材料（別表の左欄に掲げるものを原料として、同表の右欄に掲げる前処理方法に従って処理されたもの）が用いられたものであること。</p> <p>②再生材料が原材料の重量比で20%以上（複数の材料が使用されている場合は、それらの材料の合計）使用されていること。なお、透水性確保のために、粗骨材の混入率を上げる必要がある場合は、再生材料が原材</p>																							

品目分類	品目名	判断の基準等						
		<p>料の重量比15%以上使用されていること。ただし、再生材料の重量の算定において、通常利用している同一工場からの廃材の重量は除かれるものとする。</p> <p>③再生材料における重金属等有害物質の含有及び溶出について問題がないこと。</p> <p>別表</p> <table border="1"> <tr> <td>再生材料の原料となるものの分類区分</td> <td>前処理方法</td> </tr> <tr> <td>都市ごみ焼却灰</td> <td>溶融スラグ化</td> </tr> <tr> <td>下水道汚泥</td> <td></td> </tr> </table>	再生材料の原料となるものの分類区分	前処理方法	都市ごみ焼却灰	溶融スラグ化	下水道汚泥	
再生材料の原料となるものの分類区分	前処理方法							
都市ごみ焼却灰	溶融スラグ化							
下水道汚泥								

備考) 判断の基準③については、JIS A 5031（一般廃棄物，下水汚泥又はそれらの焼却灰を溶融固化したコンクリート用溶融スラグ骨材）に定める基準による。

品目分類	品目名	判断の基準等
園芸資材	パークたい肥	<p>【判断の基準】</p> <p>○以下の基準を満たし、木質部より剥離された樹皮を原材料として乾燥重量比50%以上を使用し、かつ、発酵補助材を除くその他の原材料には畜ふん、動植物性残さ又は木質系廃棄物等の有機性資源を使用していること。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・有機物の含有率（乾物） 70%以上 ・炭素窒素比〔C/N比〕 35以下 ・陽イオン交換容量〔CEC〕（乾物） 70meq/100g以上 ・pH 5.5～7.5 ・水分 55～65% ・幼植物試験の結果 生育阻害その他異常が認められない ・窒素全量〔N〕（現物） 0.5%以上 ・りん酸全量〔P₂O₅〕（現物） 0.2%以上 ・加里全量〔K₂O〕（現物） 0.1%以上
	下水汚泥を用いた汚泥発酵肥料（下水汚泥コンポスト）	<p>【判断の基準】</p> <p>○以下の基準を満たし、下水汚泥を主原材料として重量比（脱水汚泥ベース）25%以上使用し、かつ、無機質の土壤改良材を除くその他の原材料には畜ふん、動植物性残さ又は木質系廃棄物等の有機性資源を使用していること。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・有機物の含有率（乾物） 35%以上 ・炭素窒素比〔C/N比〕 20以下 ・pH 8.5以下 ・水分 50%以下 ・窒素全量〔N〕（現物） 0.8%以上 ・りん酸全量〔P₂O₅〕（現物） 1.0%以上 ・アルカリ分（現物） 15%以下（ただし、土壤の酸度を矯正する目的で使用する場合はこの限りでない。）

備考) 1 「下水汚泥を用いた汚泥発酵肥料」には、土壤改良資材として使用される場合も含む。
 2 肥料取締法第3条及び第25条ただし書の規定に基づく普通肥料の公定規格（昭和61年2月22日 農林水産省告示第284号）に適合するもの。

品目分類	品目名	判断の基準等
道路照明	環境配慮型道路照明	<p>【判断の基準】</p> <p>○高圧ナトリウムランプ又はセラミックメタルハライドランプを用いた道路照明施設であって、水銀ランプを用いた照明施設と比較して電力消費量が45%以上削減されているものであること。</p> <p>【配慮事項】</p> <p>○設置箇所に求められている光色や演色性にも配慮しつつ、適切な光源を選択すること。</p>
中央分離帯ブロック	再生プラスチック製中央分離帯ブロック	<p>【判断の基準】</p> <p>○再生プラスチックが原材料の重量比で70%以上使用されていること。</p> <p>【配慮事項】</p> <p>○撤去後に回収して再生利用するシステムがあること。</p>

備考)「再生プラスチック」とは、使用された後に廃棄されたプラスチック製品の全部若しくは一部又は製品の製造工程の廃棄ルートから発生するプラスチック端材若しくは不良品を再生利用したものをいう(ただし、原料として同一工程内で再生利用されるものは除く。)

品目分類	品目名	判断の基準等										
タイル	陶磁器質タイル	<p>【判断の基準】</p> <p>①原料に再生材料(別表の左欄に掲げるものを原料として、同表の右欄に掲げる前処理方法に従って処理されたもの等)が用いられているものであること。</p> <p>②再生材料が原材料の重量比で20%以上(複数の材料が使用されている場合は、それらの材料の合計)使用されていること。ただし、再生材料の重量の算定において、通常利用している同一工場からの廃材の重量は除かれるものとする。</p> <p>③土壌の汚染に係る環境基準(平成3年8月23日環境庁告示第46号)の規定に従い、製品を2mm以下に粉碎したものにおいて、重金属等有害物質の溶出について問題のないこと。</p> <p>【配慮事項】</p> <p>○土壌汚染対策法(平成14年5月29日法律第53号)に関する規定に従い、製品を2mm以下に粉碎したものにおいて、重金属等有害物質の含有について問題のないこと。※2</p> <p>別表</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 70%;">再生材料の原料となるものの分類区分</th> <th style="width: 30%;">前処理方法</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>採石及び窯業廃土</td> <td rowspan="8">前処理方法によらず対象</td> </tr> <tr> <td>無機珪砂(キラ)</td> </tr> <tr> <td>鉄鋼スラグ</td> </tr> <tr> <td>非鉄スラグ</td> </tr> <tr> <td>鋳物砂</td> </tr> <tr> <td>陶磁器屑</td> </tr> <tr> <td>石炭灰</td> </tr> </tbody> </table>	再生材料の原料となるものの分類区分	前処理方法	採石及び窯業廃土	前処理方法によらず対象	無機珪砂(キラ)	鉄鋼スラグ	非鉄スラグ	鋳物砂	陶磁器屑	石炭灰
再生材料の原料となるものの分類区分	前処理方法											
採石及び窯業廃土	前処理方法によらず対象											
無機珪砂(キラ)												
鉄鋼スラグ												
非鉄スラグ												
鋳物砂												
陶磁器屑												
石炭灰												

品目分類	品目名	判断の基準等	
		廃プラスチック	
		建材廃材	
		廃ゴム	
		廃ガラス（無色及び茶色の廃ガラスびんを除く）	
		製紙スラッジ	
		アルミスラッジ	
		磨き砂汚泥	
		石材屑	
		都市ごみ焼却灰	
		下水道汚泥	焼却灰化又は溶融スラ グ化
		上水道汚泥	前処理方法によらず 対象
		湖沼等の汚泥	

この「基本方針」については、毎年度見直される予定であり、特定調達品目として指定されることは、下水汚泥の有効利用推進の更なる促進の引き金となることから、今後「特定調達品目」に多種多様な下水汚泥関連製品が記載されるように努力していく必要があると考えています。

4. 今後の取り組み

「特定調達品目」に選ばれるためには、各段階のスクリーニングの要件を満たす必要がありますが、下水汚泥関係の調達品目候補群で重要となるのが「公共事業における使用実績」です。グリーン購入法は国等の各機関を対象としていることから、国等の直轄事業における使用実績が特に重要な選定要件となっています。今回ロングリストして整理された品目を含め、今年度以降の特定調達品目として選定されるよう関係各方面における製品の品質調査、試験施工等の実績蓄積に向けた取り組みが必要です。

このため、下水汚泥を利用した資材にどのようなものがあるかを積極的にPRしていく必要があります。下水汚泥資源利用協議会において「下水汚泥リサイクル資材一覧」を作成し、関係部局へ配布しています。

下水汚泥の資源利用を推進するためには、使用実績

を着実に積み重ねていく必要がありますが、国等の直轄事業のない下水道事業においては、まずは各下水道管理者において下水道建設事業に積極的に下水汚泥を利用した資材を使用していくことが必要です。また、各都道府県においては独自のリサイクル認定制度を策定している場合もあることから、地方公共団体内部の連絡を密にして環境部局や農政部局、他の建設部局との連携を図ることも重要となると考えられます。

また、グリーン購入に関連する動向として、今回の基本方針の改正において、再リサイクル性確保の観点（製品の施工時及び使用時に加えて、廃棄後の他の用途への再利用時等も想定したライフサイクル的な視点での環境安全性の確認）から基本方針が見直されたことは重要なポイントであり、今後、下水汚泥の資源利用を推進する際に留意する必要があります。

5. おわりに

環境への負荷が少ない「循環型社会」の構築は喫緊の課題であり、下水道事業に伴い必然的に発生する下水汚泥リサイクル資材の活用はますます社会的な重要性を帯びてまいります。引き続き関係各位の御支援・御協力をお願いいたします。

報 告

下水道におけるリン資源化検討会報告

— 下水道におけるリン資源化の手引き —

財団法人下水道新技術推進機構

落 修 一

キーワード：リン資源化、HAP法、MAP法、灰アルカリ抽出法、部分還元溶融法

1. はじめに

リン資源の全量を海外に依存している我が国にとって、昨今の国際的な肥料原料の高騰は国内産業基盤の脆弱さを再認識させる機会となった。下水処理場に集約されてくるリンは不要な処理対象物と捉えられていたが、処理の過程から得られるMAPやHAPの資源的価値はもとより、灰（焼却灰）中にも高い濃度で存在しており、それがリン鉱石に匹敵すると理解している下水道関係者の存在もあったはずである。岐阜市はいち早く灰からのリン資源化に取り組み、事業化に至った。国土交通省は、このような取組みがより円滑に、且つ効果的に行えるよう下水道管理者がリン資源化事業を検討する際に手引きとなるようなものを整備することとし、「下水道におけるリン資源化検討会」を設置して検討を進めた。検討会の活動状況とその成果は当省のホームページ（http://www.mlit.go.jp/crd/crd_sewerage_tk_000036.html）に見ることができる。財団法人下水道新技術推進機構は本検討会の事務局を務めた。ここに検討会活動の概要を報告する。

2. 検討会活動概要

検討会は、下水道からリン肥料またはその原料を効果的に生産し、需用者に円滑に繋げるための手引き書

を準備することを目的に、津野洋京都大学教授を座長に表-1に示す委員ならびにオブザーバで構成された。検討会は3回開催され、そこでの主要な論点は次のようなものであった。

(1) リン資源化技術

下水道を介して集約されるリンの回収技術や資源化利用方法については既に多くの研究開発が行われ、報告されてきている。しかし、実用化されているものは少なく、資源化に取り組む立場からはある程度実績認知されている必要があるとの観点から、得られる資源化リンが「肥料取締法」上の肥料登録の実績があるHAP法、MAP法、灰アルカリ抽出法および部分還元溶融法の4つの資源化技術を対象とすることとした。

(2) 地産地消型と広域循環型

下水処理場の規模によりリン資源化量は決まる。また処理場が立地する地勢により需用の量や方法は異なり、資源化では需用先に合致する資源化方法とする必要がある。このために、地産地消型と広域循環型に分けて検討することとした。前者は、主に下水処理場の処理区において資源化した生産物を、地元や地域のJAや肥料販売店、営農者等へ製品として流通させることを、後者は、主に下水処理場で資源化した生産物を、処理区や自治体界を超えて広く広域的に肥料メーカーや商社等を通じて流通させることとした。

(3) フィージビリティスタディ (FS)

事業化を検討する際には具体の事例が大いに参考と

表一 下水道におけるリン資源化検討会の委員等構成

下水道におけるリン資源化検討会名簿		
(順不同・敬称略、平成21年11月4日現在)		
座長	津野 洋	京都大学大学院工学研究科都市環境工学専攻教授
委員	後藤 逸男	東京農業大学応用生物科学部生物応用化学科教授
〃	松本 明人	信州大学工学部土木工学科准教授
	原田 順平	大阪湾広域臨海環境整備センター参事
	小田垣 正則	大阪府都市整備部下水道室事業課長
	後藤 幸造	岐阜市上下水道事業部水道事業及び下水道管理者
	間瀬 弘幸	社団法人日本下水道協会技術部資源利用促進課長
	小林 一朗	社団法人日本下水道施設業協会専務理事
	照沼 誠	日本下水道事業団技術開発部総括主任
	末原 宗紀	全国農業協同組合連合会肥料農薬部肥料海外原料課長
	用山 徳美	日本肥料アンモニア協会
<p>＜オブザーバー＞</p> <p>農林水産省生産局農業生産支援課資材効率利用推進班 農業安全管理課肥料企画班 経済産業省製造産業局化学課機能性化学品室 環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部企画課 廃棄物対策課 国土交通省港湾局国際・環境課港湾環境政策室 新エネルギー・産業技術総合開発機構環境技術開発部 日本無機薬品協会 日本肥料アンモニア協会</p>		

なる。地産地消型では岐阜市のリン資源化事業が最も相応しい事例として存在した。しかし、広域循環型では具体の検討事例がないことから、近畿圏の多くの自治体から下水汚泥焼却灰が集積する大阪湾フェニックス計画に注目し、ここをフィールドに事業性の調査検討を行った。

(4) 品質管理

リン資源化に際しては製品の品質と安全性が十分に確保されている必要がある。このために、品質や安全性が確保できる条件や資源化工程における原料管理か

ら生産・製品管理までの在り方が議論され、その手法、要点が示された。

(5) 製品と需要者・流通

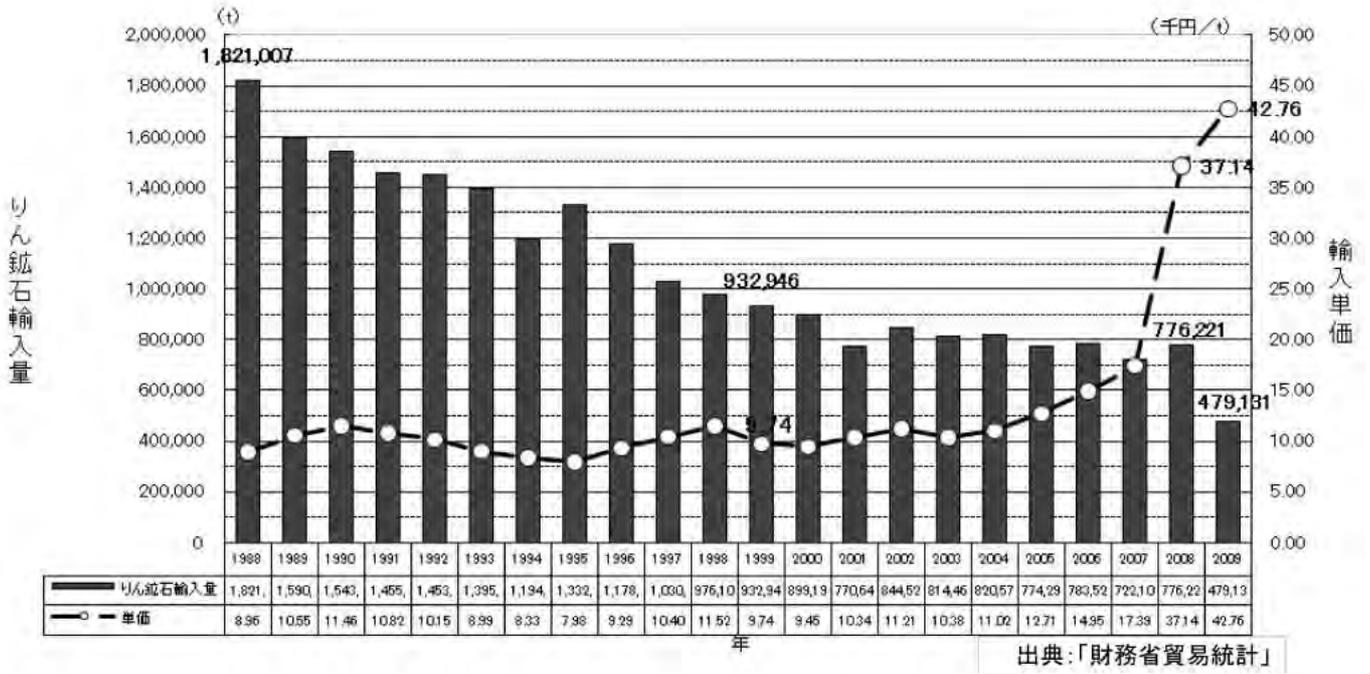
得られる製品の特徴と需用者の要望との関係や、生産者と需用者を安定的に結び付けるための流通形態の在り方等について議論され、その大要が示された。

3. 「手引き」の構成と特徴

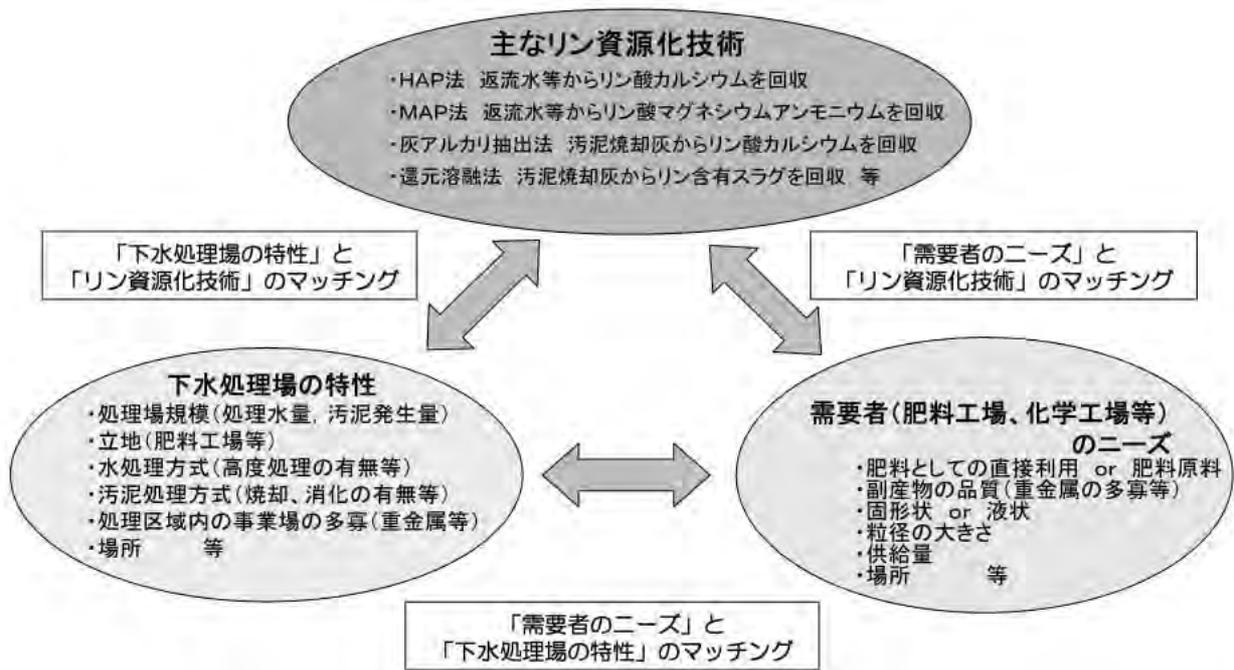
とりまとめられた「手引き」の構成を表一 2 に示す。

表一 2 “手引き”の構成

第1章 総 則	第4章 品質管理
第1節 目的	第1節 品質管理
第2節 手引きの構成	第5章 検討事例
第3節 対象とする資源化技術	第1節 広域循環型検討例
第4節 用語の定義	第2節 地産地消型実施事例
第2章 リン資源の現状と課題	資料編
第1節 リン資源化の重要性	1. 関連法令等 (抜粋)
第2節 下水中のリン賦存量	2. 下水中のリン資源化技術の概要
第3章 リン資源化の検討	3. 肥料の製造工程と流通
第1節 リン資源化の視点	4. 費用関数
第2節 リン資源化検討手順	
第3節 資源化可能性の検討	
第4節 事業化の検討	



図一 リン鉱石の輸入量と価格の推移



図二 リン資源化に関する現状調査のイメージ

「手引き」は5つの章建てと資料編からなり、各章、各節には述べ24の§が設けられ、個々における要点と解説が記述されている。本手引きの特徴的な事項を以下に紹介する。

(1) 背景

下水道におけるリン資源化の必要性について、その背景を交えて丁寧に説明している。例えば、我が国はリン資源の全量を輸入に依存しているわけであるが、

図一に示すようなリン鉱石輸入の実績の推移等と、下水道に集約されるリン量等を交えた解説が加えられている。

(2) 資源化の視点

リン資源化を検討するに際しては、図二に示すとおり、「下水処理場の特性」、「リン資源化技術」および「需要者のニーズ」の3つの要素のマッチングが重要となることを示し、これを達成していくための手引

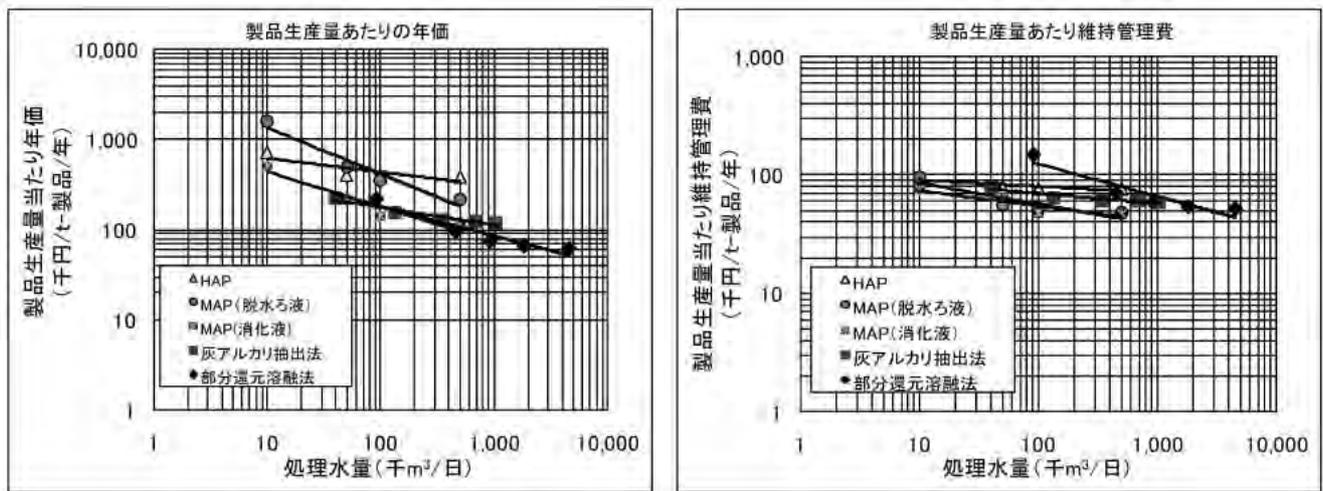


図-3 下水道処理場の処理水量規模と製品生産量当たりの建設費と維持管理費の試算結果

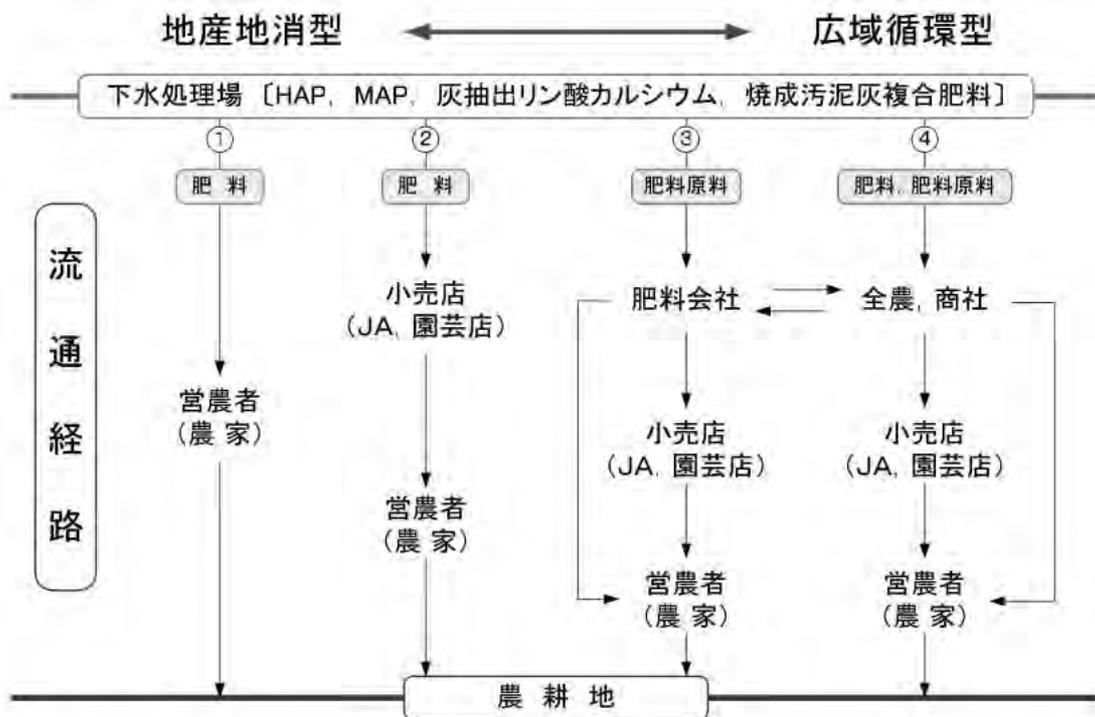


図-4 販売・流通経路体系の模式図

き書となっている。

(3) 費用関数

事業化の検討に際しては事業費の見積もりが欠かせない。対象とするリン資源化技術に関してはその情報が無かったことから、専門のメーカーにアンケート・ヒヤリング調査を行い、各種費用を解析して費用関数を求めた。その試算結果の一例を図-3に示す。

(4) 販売・流通経路

下水道資源の有効利用を検討する際に、最も不安材料とされているのが安定した販売・流通の確保であり、リン資源化事業においても変わるものではない。このために、図-4に示すような模式図等を活用して

具体の流通経路を示すことにより、より円滑な検討の手助けとなることに努めている。

(5) 検討事例

1) 広域循環型 (大阪湾フェニックス計画)

大阪湾フェニックス計画には近畿圏から発生する廃棄物が集約され、写真-1および写真-2に示す例のように海面埋立てされている。下水汚泥に関しても図-5に示すように多くの自治体から焼却灰の形で集約されて、他の廃棄物と混合・埋立てされている。

ここでは、年間30,000トンの焼却灰を原料に、部分還元溶融法により「熔成汚泥灰複合肥料」を生産



写真-1 尼崎沖埋立処分場（埋立完了）

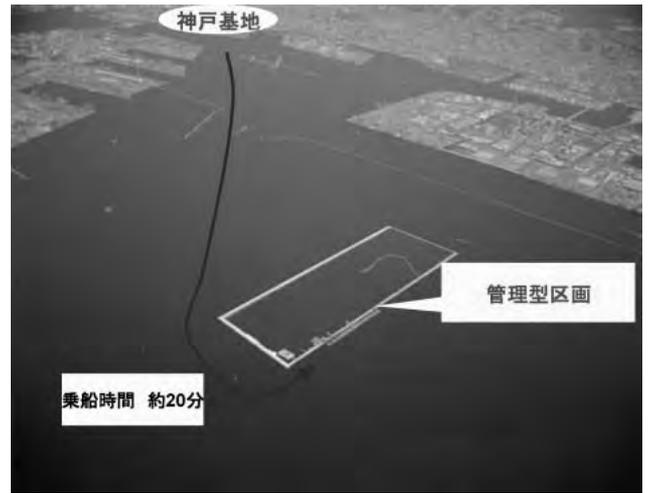


写真-2 神戸沖埋立処分場（埋立中）

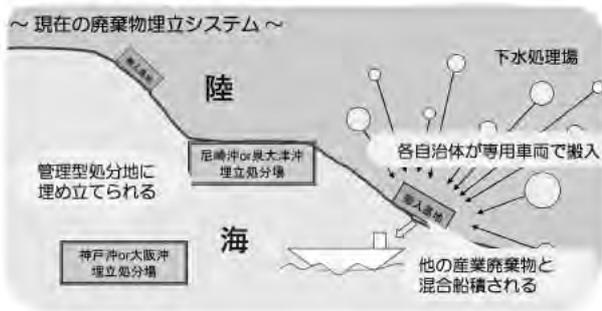


図-5 大阪湾フェニックス計画の事業イメージ図

することを想定した事業性を検討した。その結果、事業採算性が高いことが示された。また、肥料メーカーからも高い興味と評価が得られた。

2) 地産地消型（岐阜市）

岐阜市は、市内下水処理場から産する焼却灰からのリン資源化を検討、技術開発を重ねながら図-6に示すような灰アルカリ抽出法を民間企業と共同開発した。市は、リン酸カルシウムを主成分とする「灰抽出リン酸カルシウム（副産りん酸肥料）」と、土壤環境基準および土壤含有量基準を満足する灰の処理残渣（本手引きでは、「処理灰」という）の2種

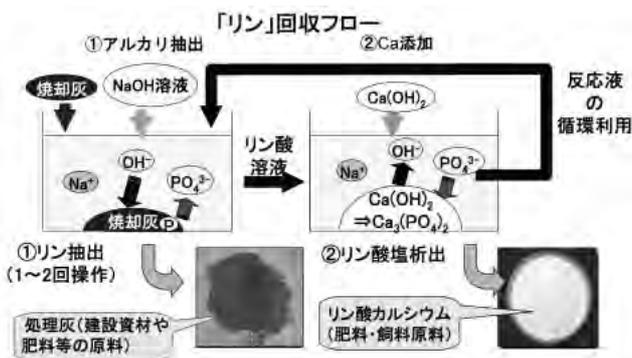


図-6 灰アルカリ抽出法の説明図

類を同時製造する施設を建設し、平成22年3月2日に供用開始したものである。

ここでは、市の協力により、これまでに検討されてきた過程や事象、内容等の詳細を提供頂き、その全文を掲載している。

4. むすび

リンを取り巻く状況は変わっていない。自治体や関係団体にとっては本手引き等を活用され、下水道におけるリン資源化を具体的なものとされていくことを強く期待するものである。当機構においてもそれを支援する活動に積極的に取り組んでいきたい。

おわりに、

「下水道におけるリン資源化検討会」の委員の方々ならびにオブザーバの皆様には多くの意見、指摘を頂き手引きとなっていった。また、岐阜市や大阪湾広域臨海環境整備センターはじめ島根県や福岡市、北塩原村、下呂市ならびに大阪市、さらには幾つかのプラントメーカーや肥料メーカーには貴重な情報、資料等を提供頂いた。津野洋座長には検討会はもとより、とりまとめのために多くの時間を割いて頂き、完成をみる事ができた。ここに記して関係下さいました皆様に心より感謝の意を表します。

なお、国土交通省においては都市・地域整備局下水道部下水道企画課の田辺義貴、石井宏幸ならびに山口裕司が、当機構においては資源循環研究部の石田貴、内田賢治、松村洋史と浦部幹夫それに筆者が担当した。

報 告

し尿、下水汚泥およびバイオソリッドの
マネジメント世界アトラスについて

京都大学大学院工学研究科都市環境工学専攻 准教授 高岡 昌輝
日本上下水道設計(株)技術本部 技術顧問 佐藤 和明

1. はじめに

下水汚泥は2つの側面がある。産業廃棄物とバイオマス資源といった2つの側面がある。産業廃棄物としては湿ベースでは畜産廃棄物と並び、日本では最大量の廃棄物といえ、その処理処分について適正さが求められる。一方で、現在の下水汚泥のリサイクル率は70%に達しているが、資源制約および地球温暖化制約が社会システムを規定していくことが予想される中バイオマス資源としてみた場合、集約型バイオマスであり、かつカーボンニュートラルなエネルギー資源であることからより一層の有効利用が望まれている。

この課題については、下水道システムが導入されている地域では世界中で共通の課題である。今回紹介する「世界アトラス」では、将来的な汚泥発生量が試算されている。将来的に途上国の衛生環境レベルが先進国と同等水準まで向上した際は、ブラジル、中国、メキシコ、ナイジェリア、ロシアなどが日本と同等以上の汚泥を生み出すことになるが試算されている。また、下水処理のトータルコストに対する汚泥処理のコストについては、調査回答国あるいは市（17件）の平均が37%（3～57%）であり、日本だけでなく、海外においてもトータルコストに比べて汚泥処理の比重が高くなっている。

このように「世界アトラス」では、まさに世界、各

地域での下水汚泥の処理・処分の状況がまとめられている。これらの情報は水ビジネスを展開する上でも、海外の事例を国内の汚泥対策の参考にする上でも極めて有益であると考え、発行されてからやや時間が経過するが今回紹介させていただくこととなった。

2. 作成の経緯

1997年に英国のアングリアン水会社の社長であった、Peter Matthews氏が中心になって、「Global Atlas of Wastewater Sludge and Biosolids Use and Disposal」という本をIAWQ（IWAの前身）から発刊している。この本は世界中の汚泥の有効利用を紹介しており、そのデータおよび各国での有効利用上の基準などについて掲載されている。この世界アトラスの改訂を2008年のIWA World Congressまでに行うことが、2007年6月カナダ、モンクトン市で開催されたIWAのspecialist groupの国際汚泥会議にて決定された。この事業は別名MONCTON Projectと名付けられ、著者の一人（高岡）はこのspecialist groupのboard memberでもあり推進していく立場にあった。欧米はともに汚泥の農業利用が多い中、日本は熱処理を取り入れ、焼却灰やスラグとして有効利用がさかんであり、その汚泥処理技術を紹介する絶好の機会であると考え、本会議に出席されていた南山瑞彦氏（当時、国土交通省国土技術政策総合研究所）と尾崎正明氏（当時、（独）土木

研究所)に相談し、我が国の取り組み方を検討した。ちょうど、その前年に日本下水道協会から発行された「Sewage Works in Japan 2007」の中で日本の汚泥の先進的な取り組みが紹介された経緯もあったことから、今回の世界アトラスについては日本下水道協会に事務局的作用を担っていただいた。1997年版では、東京都、横浜市、札幌市の3都市が協力し、各都市の取り組みが紹介されていたことから、前回のアトラスとの整合性もはかるため、東京都、横浜市、札幌市には引き続きお願いすることとし、他に大阪市、神戸市、珠洲市での先進的な下水汚泥の有効利用例および日本全体の下水汚泥の処理処分の状況を紹介することとした。

本アトラスは予定通り、2008年9月に開催されたIWA World Congressでお披露目され、UN-HABITAT(国際連合人間居住計画)から出版されている。

3. 世界アトラスの内容

本書は総計610ページの英文資料で、その構成内容は表-1に示す目次の通りである。

前半の83ページまでがいわゆる総論の部分で、序(Introduction)と総覧(Overview)で構成されている。序ではこの世界アトラスの作成の目的、目標についてかなり力を入れた解説がなされている。そして、最後の結論では、「私たちの願うことは、このアトラスが、環境の責務に対し“総括的展望”の取り組みの導入を図り、また、世界レベルのし尿、下水汚泥およびバイオソリッドの管理と有効利用に関し標準化および最良実施方法の継続的発展に貢献することである。」と記述されている。この序は編者3名による著述であるので、いわばこのアトラスのエッセンスとも言える

部分である。この部分の日本語訳を添付したので、このアトラスのイントロダクションとして目を通していただければと思う。

総覧の方は、今回世界から集められた情報を基に、し尿、汚泥およびバイオソリッドのマネジメントの世界動向について解説している。発展途上国、先進国間の比較、この十数年来の動向も示されるが、こうしたデータの総覧だけではなく、この本の“世界の資源の持続的および歓迎すべき利用に向けて”の副題にも沿うように、汚泥の資源利用とくに緑農地利用の現況、課題に関し、その技術形態、法規制、市民の受け入れについてかなり詳しい解説、分析がなされている。また、地球環境保全の観点から、汚泥成分の有効利用と温暖化ガス発生抑制との関連についても解説がなされている。そして後半部分ではバイオソリッドの土壌への還元リサイクルが、前述の持続的および歓迎すべき利用に叶うものであるとし、世界のバイオソリッドの基本方針(アジェンダ)に関する宣言・勧告文がまとめられている。これは序に示された、共有すべき世界の“総括的展望”の必要性に対応する試論であると理解される。

後半の各論では、37の国および機関の状況がそれぞれ示されている。この内、カナダ、日本、米国についてはいくつかの事業実施団体の事例も合わせて紹介され、それぞれ60ページ程度のボリュームが割かれている。

以上、世界アトラスの内容を簡単に紹介したが、本アトラスは、UN-HABITAT(国際連合人間居住計画)のホームページwww.unhabitat.orgのPublicationsからPDFファイルが無料でダウンロードできる。積極的な活用を期待したい。

序(Introduction)の日本語訳

私たちの地球の幸福のため、きれいな空気と合わせて、水、排水ならびにそれに起因するバイオソリッド(汚泥)がより注意深くそして集中、整合、協同的な手法で管理される必要があることは明らかである。

この「し尿、下水汚泥およびバイオソリッドのマネジメント世界アトラス(Global Atlas of Excreta, Wastewater Sludge, and Biosolids Management)」をつくるのが、2007年6月カナダ、New Brunswick州、Moncton市で開催されたIWA汚泥会議“下水バイオソリッドの持続性の推進：技術と管理と市民の共助”で提案された。この会議で、国際水協会(IWA)、米

国水環境連盟(WEF)、および欧州水協会(EWA)の代表は、1996年にPeter Matthews氏を最初の編集者として出版された「下水汚泥およびバイオソリッドの利用と処分に関する世界アトラス(Global Atlas of Wastewater Sludge and Biosolids Use and Disposal)」の最新版をつくるのが大変有用であると合意した。

国際衛生年であるとの理解の下で、UN-HABITAT(国際連合人間居住計画)は、Moncton会議の主催者である広域モンクトン下水道組合と共同で、世界中の都市や事業体からの情報をまとめるこのアトラスを出版することとした。このアトラスの目的は、下水バイオソリッド/汚泥の処分と再利用に関する情報と機会の現状について、これは最初の出版以来の傾向と地域比較を含むが、世界の概観を用意すること

表一 1 し尿、下水汚泥およびバイオソリッドのマネジメント世界アトラス：目次

項目	頁	項目	頁
はじめに	XV	ヨルダン	403
謝辞	XVI	マリ	413
序	1	メキシコ	421
総覧	15	モザンビーク	431
オーストラリア	85	ナミビア	439
オーストリア	113	オランダ	443
オーストリア：総覧		ニュージーランド	447
汚泥処理処分法の生態学的、経済的關係		ナイジェリア	457
ブラジル	131	ノルウェイ	463
ブルガリア	149	ポルトガル	471
ブルキナファソ	155	ロシア	479
カメルーン	169	セネガル	487
カナダ	181	スロバキア	497
バイオソリッドーカナダの総覧		スロベニア	503
大モンクトン下水道理事会 (GMSC)		南アフリカ	513
オンタリオ州		し尿汚泥管理	
オタワ州		下水汚泥管理	
ケベック州		トルコ	527
西部カナダ		米国	541
中国	245	米国における下水汚泥管理の概要	
都市部の下水汚泥管理		米国EPA	
香港特別行政府		カリフォルニア州ーロスアンジェルス市衛生局	
コロンビア	261	コロラド州	
コートジヴォアール	269	デラウェア州ーケント郡広域下水道組合	
チェコ共和国	277	(KCRWTF)	
イギリス	283	イリノイ州ー大シカゴ都市圏水再生区	
エチオピア	297	カンサス州ーローレンス公益企業組合	
欧州連合	303	：よりよい環境とより安全な職場のために	
フィンランド	309	ミシガン州ーグランドラピッズ市下水処理場	
ドイツ	315	オハイオ州ー北東オハイオ広域下水道組合	
ハンガリー	323	ウィスコンシン州ーミルウォーキー都市圏下水道区	
イラン	331	：ユナイテッドウォーター社による運転	
イタリア	335		
日本	349		
日本：全体			
神戸市の下水処理			
大阪市の汚泥処分・利用			
札幌市の下水道			
珠洲市のプロジェクト			
東京都の下水道			
横浜市の下水道			

である。このアトラスはまた、世界の発展への挑戦というより大きな枠組みにおいて、バイオソリッド管理の状況を説明することを意図している。

下水汚泥とバイオソリッドの発生と管理に関する背景と歴史レビュー

下水の処理とこれに伴って発生する汚泥の管理は、解決すべき世界的な課題であり、施設管理者、運転者、監視当局、政治家、科学者、下水発生者、納税者そして一般市民を含む全ての利害関係者の関与が要請されることとなる。

これまでの集中下水道システムは、大量の下水を運搬するため精緻なインフラを必要とする。この方法は

ある場所ではうまくいくが、多くの他の場所では実施不可能である。先進工業国ではSSやBOD、その他の汚濁物質を除去するため沈殿プロセスや生物プロセス（一次処理、二次処理そしてあるケースでは三次処理）が用いられてきた。下水処理は、単純なシステムで収集された下水を単にスクリーンをするだけの無処理で水域に放流するものから高級な三次処理のレベルの処理場まで範囲がある。下水処理の生成物は、第一に清澄な処理水と汚泥という形態の固形物である。処理のレベルが高いほど、生成する下水固形物の量は大きくなる。

基本的な衛生設備が殆どないあるいは全くない国々に対しては、各家庭におけるし尿管理の実効を上げることが、一番大きな健康上の課題であり、努力すべき点であると思われる。衛生設備に関して世界中でかな

り大きなかつ年々増大する投資が行われているが、世界のほぼ41%の人口（±26億人）が適切な衛生設備がない状態で生活している。

下水汚泥および下水処分の最終的な解決方法については、それが世界のどこで発生したものであるかによって随分と違って来る。汚泥（固形物）は埋立処分されるか、エネルギー源として利用されるか、処理した上で肥料あるいは土壌改良剤として利用されるか、あるいは有価物を抽出するための原料として用いられるかもしれない。汚泥が適正に処理され、良質でかつ土壌に利用されるとき、現在これは、市民に受け容れられるバイオソリッドの用語として知られ、他の汚泥とは区別している。バイオソリッドをリサイクルする効用はよく知られているにもかかわらず、これは全世界的に実施されているわけではない。これはパラドックスとも言えるもので、何故なら多くの社会では人のし尿を肥料として直接用いてきたし、また現在でもそのようにしている箇所がある。

疾病、気候変動、環境汚染そして資源の枯渇という問題がますます世界の注目を集めているとき、下水汚泥をバイオソリッドとして有効利用していくことを受け容れていく必然性があり、廃棄物である副産物と考へてはいけない。

下水を手掛けるに当たって、下水道システムを建設することは易しい部分でありほんの出発点に過ぎない。下水処理システムを運転し、処理プロセスから発生する汚泥を管理するときに、挑戦と本当の仕事の始まりである。よってバイオソリッドのリサイクルあるいは処分の方法について、下水処理場が運転開始するかなり前に計画を立てておくことが必要である。

市民の受け入れ

下水汚泥が土壌を肥沃にするのに有効な有機物や栄養塩を含有するとしても、汚染から守られなければならないし、リスクを回避するために処理をし、良好な実施方法に従って安全に用いられなければならない。一般市民の懸念も含めた全ての利害関係者の懸念を十分に考慮することをしなければ、いくつかの国で生じている科学的に受容しうるバイオソリッドリサイクル選択肢の禁止も含む、予想しうるしかし回避することもできる問題を引き起こすことになる。

多くの利害関係者にとって、新しく建設された下水処理施設はパラドックスを提示することになる。一方では、無処理の下水は、汚染や環境破壊そして公衆衛生に対するリスクになるという執拗なメッセージがあるが、他方では、処理場の運転員は下水汚泥を環境に戻して処分せざるを得ない。それ故、そのような処分

に対する市民の受け入れというのが重要なファクターとなる。現場の経験では、ある人々の心の中では、下水の十分な処理あるいは浄化計画というのは問題を消し去ってくれることを意味するというを示している。彼等にとって、最も徹底した浄化計画が一番多く汚泥を生じるということを理解するのは大変難しい。それ故、下水処理の開発の方向の一つとして発生汚泥の低減というものがある。コンパクトな下水処理プロセスからかさのある固形物が発生するので、これを処理する必要がある。従って、汚泥濃縮、脱水、処分方法の改良が強調される。

市民の受け入れの論点に関して、バイオソリッドについてはこれを単に埋立処分するのではなく、有効利用が図られるべきであるという見解が持ち上がりつつある。これは、全ての廃棄物を非生産的な投棄に回すよりむしろ利用する努力をするという地球環境保全の観点と相通ずるものがある。実にこの問題に関する、汚染制御から汚染防止、そして環境管理、資源回収へという原理の発展がなされてきている。

しかし、そんな夢見がちな政策、あるいは個人の願望とも言えるものは、こと下水汚泥のことになると、現実の障害にぶつかることとなる。ここに感情の困惑が存在する。排泄物について何かをすることは、公衆衛生のいかなる理由からも潜在的に危険であると、多くの人は言い聞かされている。私たちは、トイレに行った後手を洗うこと、適切な衛生設備を用いること、服を泥で汚さないようにすること、等々について教えられてきている。これらは、野卑なユーモアから嫌悪感に到る幅広い応答となる排泄物に対する嫌悪障壁をつくりだす。

集中下水道施設のサービスを受けている人々の多くにとって、トイレの使用と流し去った汚物の行方との関係は存在しない。それ故、下水道管理者と地元の農業者がバイオソリッドに対し農業利用の計画を明らかにしたときに、NIMBY (Not In My Back Yard 私のところだけはやらないで!) の地元反応が起きるのは驚くに当たらない。政治的、学術的、新聞雑誌的な世評は、これらの尤もな事柄に由って立つため、利害関係者が困惑し心配するというは無理からぬことである。その上、バイオソリッドの使用について市民の討論会があれば、安全の名の下、バイオソリッドを切って棄てることを忠告する論者が必ずいるものである。それ故、市民討論会を見越して、討論で用いられる言葉は重要である。「農業に用いられる適切に処理されたバイオソリッド」というのは「土地に投棄される下水汚泥」に比べ、随分と違ったメッセージを送ることとなる。

世界の衛生プログラムが進捗すれば、バイオソリッ

ドを使用する機会が増えることとなる。それぞれの世代は、その前の世代がなした仕事を改良しなければならない。一挙の解決策（One Big Fix）というものは存在しない。下水道管理者は、今後は利害関係者と共に働くということをいつも念頭に置く必要がある。

それ故、成功に繋がるそして持続性のある下水処理およびバイオソリッドリサイクル計画は、全ての利害関係者の係わりを考慮した総括的展望（Big Picture）と持続性のある働きかけを持っている必要がある。利害関係者はバイオソリッドの利用を望んでいるし、汚泥処理処分の全ての方法が安全で持続性がありそして快く受け入れられるものであることも望んでいる。

比較的大きな地域社会からの汚れた排水の収集は、数千年の歴史を持っているが、村落や都市が成長するに従い、下水は殆どの箇所でも河川や他の水域に直接排水されることとなった。下水道システムのない小さな地域社会ではし尿の利用ということに親近感を持ち続けた。世界の最も貧しい地域では、下水の排水は開渠のトレンチで行われる場合がある。世界の富める地域では、汚水は基本的に隠される。それはこの地域では下水を河川、湖沼、湾や大洋に直接輸送できる地下収集システムを建設するに十分な資産を持っていたからである。

その結果、世界の富める地域では、家庭下水と排水に関わる環境上の事柄は隠され、一般市民には見えなくなった。下水の処理は放流先水域の流れによって行われると期待されていたので、市民はその処理機能に対してお金を払う必要はなかった。不幸にも放流先水域に対する影響ということについて殆ど知識がなかった。

結局、科学、常識そして環境と健康への関心が、もはや排水を処理することなしに水域環境に放流することは許されないとする結論と法律整備に到った。その結果、市民は現在、下水処理機能に対してお金を払うことを要請されている。

下水処理機能の結果として、汚泥の生成は自然であり避けられない。そして、多くの場所において、し尿を利用するのと同様な方法で汚泥を利用した。しかし、どのように汚泥を適切な方法で取り扱うかについて、持続性のある長期の“総括的展望”を長い間欠いたままであった。最近の50年間でもう一度、科学はリスク管理について多くの答えを用意したが、市民の理解に関しては多くのやるべきことが残されている。

適切に処理されたバイオソリッドは、有効利用の用途があり、廃棄物というよりは製品として扱われるべきということは明白である。しかしながら、バイオソリッドを持続的に有効利用していくことへの理解には、一般市民の信頼と信用の雰囲気を作り出され保持されることが必要である。この信用が、成功するために下

水道事業体の能力の基本的要素となる。

それ故、成功に繋がりそして持続性のある下水処理およびバイオソリッドリサイクル計画は、全ての利害関係者の係わりを考慮した総括的展望（Big Picture）と持続性のある働きかけを持っている必要がある。このような管理計画をつくり実施していくのに必要となるものは、処理場運転者、一般市民、行政管理者、政治家、科学者団体、下水排出者間の協議、協働、調整である。

この信用に必要な一つの要素は、透明でしかも下水道事業に関する世界のレベルで全ての利害関係者を対象とする、適切な下水処理とバイオソリッド管理計画である。要するにその目的は、安全で、持続性があり、信用されそして好まれるということについての理解を共有することであるが、世界的な実現に到るまでには遠い道程がある。

開発途上国にいる多くの人々は下水道や下水処理の利便性を未だ享受していないということを理解しておく必要がある。彼らは日々排泄物あるいはし尿を直接、投棄あるいは利用するといったことに直面している。彼等はそのことが集落の健康被害とはならないということを保証してくれる支援を必要としている。これを考慮して、このアトラスにこれらの事項も付け加えるということを決めた。

世界の総括的展望

世界が狭くなっていることはいつも言われることである。人々はこれまでの歴史上如何なる時よりもより多く旅行をし、移住している。世界的な会社、取引そして統治というのは今日の現実である。それ故、人々はどこに住み、旅をし、働こうが、同レベルの高水準の生活の質を望んでいる。願望が一致してくることがある。なおのこと、情報や経験がこの中で共有できる“世界の総括的展望”が必要である。

このアトラスは、世界中の下水汚泥管理を改良したり、バイオソリッドの有効利用を促進したりすることができるよう、できれば現在の動向、解決法、代替法をそれぞれ示すことができるような現在の下水処理、処分そして再利用の実施に関する情報源として用いられることを意図し、その世界的な総括を提供している。

やせた土壌を肥沃にする栄養塩類源あるいはエネルギー源であることに加えて、下水汚泥やバイオソリッドは他の種々の有効利用に用いられる。例を挙げれば、今日最前線で議論されている気候変動あるいは大気への影響である。バイオソリッドの有効利用は、温暖化ガスの低減あるいは大気中の炭素の隔離に対し大きな可能性を有している。

このアトラスの目的

2007年モンクトン会議で採択したこのアトラスの目的は以下のようである。

1. 初版（1996年）に掲載された情報の更新と、掲載国ならびに機関の数の増加。
2. 環境の責務に対し、“総括的展望”の取り組みの導入を図り、また、世界レベルの下水汚泥、し尿排泄物およびバイオソリッドの管理と有効利用に関し標準化および最良実施方法の継続的發展に貢献する。
3. “基準下水汚泥”に対して、異国間あるいは国内地域間でどのように規制あるいは管理が異なるかの比較を用意する。
4. 集中処理のサービスのない発展途上国も含めた世界を対象として、それぞれの国あるいは国の中でもそれぞれの地区における、し尿排泄物、下水汚泥ならびにバイオソリッドの規制に関する情報を整理する。
5. 2008年8月までに最新版を出版し、ウーンにおけるIWA世界水大会で公式発表する。

1996年の初版と同じ様式が合意されたが、し尿の処分も含めたこの12年の経験ならびに最新のニーズと興味を反映して修正された。中心の考え方は初版のアトラスと同様である。即ち、十分に規制されたシステムから発生する典型的な都市汚泥を取り上げ、これに処分や有効利用の基準を適用して、その結果が異なる状況下でどう出てくるのかを検討するものである。これにより、世界の地区間での比較が可能となり、また初版のアトラスの当初の記録とも比較できる。同じ基準汚泥と土壌条件が用いられた。集中処理施設がない開発途上国からは修正された回答が求められた。

多くの参加団体にはこの基準のやり方に従っても

らったが、他はできないか、またはしなかった。しかし、それぞれの貢献は、非常に高い品質のレベルの情報を提供していただき非常に有用な比較を可能とした。そしてより重要なことは現在の状況のまとめを提供いただいたことである。

まとめ

このアトラスの目標は、私たちの地球で適切な持続性のある下水処理およびバイオソリッド管理を創り上げるために、知識と基準に照らした情報を用意し、他者に伝えることである。

私たちの願うことは、このアトラスが、環境の責務に対し“総括的展望”の取り組みの導入を図り、また、世界レベルのし尿、下水汚泥およびバイオソリッドの管理と有効利用に関し標準化および最良実施方法の継続的發展に貢献することである。

今日におけるバイオソリッド管理の妥当性ならびに時間的、地域的比較を伴った主要な世界の動向に関する簡潔な全体像が、世界のバイオソリッドの基本方針（アジェンダ）に対する勧告も含めて、次章で述べられている。

それぞれの記述の貢献をお願いした内容は、Appendix A（略）、Appendix B（略）に付記した。

編集者

- | | |
|-------------------|---------------------------|
| Ronald J. LeBlanc | 議長、広域モンクトン下水道委員会、カナダ |
| Peter Matthews | 議長、持続可能な有機資源組合、イギリス |
| Roland P. Richard | 特別事業管理者 広域モンクトン下水道委員会、カナダ |

2008年8月

特別報告

下水と汚泥のイメージアップを 考える座談会

～コンポスト利用の促進に向けて～

(平成21年12月18日)

(座長)

「再生と利用」編集委員

(日本下水道事業団技術開発部主任研究員)

島田正夫

「再生と利用」編集委員

(日本土壌協会 参与)

仲谷紀男

長崎三共有機(株) 相談役

島田雅行

山陽三共有機(株) 代表取締役

小田節政

岩手コンポスト(株) 常務

二ツ家辰身

(株)立山エンジニアリング 取締役会長

岩倉国助

(株)中屋敷建設 代表取締役

中屋敷義美

○座長(島田) 今回の下水と汚泥のイメージアップを考える座談会で座長を務めます日本下水道事業団技術開発部の島田です。よろしくお願ひいたします。イメージアップ座談会も4回目になるわけですが、今回は下水汚泥肥料製造事業者の方々にお集まりいただき、コンポスト製造者の視点から幅広くご意見を賜りたいと思いますのでよろしくお願ひします。まず、参加の皆様から一言ずつ経歴や抱えている課題などについてお願ひします。

自己紹介

○小田 当社は昭和56年の4月から工場が稼働しています。きっかけは汚泥の処分に困って、将来的に一番安く、半永久的にできる処分は何だろう、肥料化だろう、というヒントをいただき、始めたのがこの事業です。

製造の変遷ですが、56年から下水汚泥で始めました。1つの工場でしたが、今は2つの会社で3つの工場を動かしています。3工場合わせて現在は1日約100トン、年間約3万トン処理していますが、下水汚泥の割合は減ってきました、50%弱です。山口県はセメント会社は何社もありますので、そちらに処分が回ったというのがあります。あとの50%は工場汚泥とし尿汚泥。それと、食品残渣関係が入っています。工業用汚泥の肥料登録と下水汚泥の肥料登録をとっています。

○島田(雅) 当社が事業を始めたのは、長崎市が下水道を整備しだした1970年頃です。市から要請を受けてこの仕事に入りました。当初は埋め立てでした。しかし、埋め立てについては、最初から問題だと思っていました。公的には許可をとっているから問題は無いのですが、コンポスト化すべきだと考え、埋め立てをしながら自家用農地に使うことにしました。こうして徐々に土地を広げていきました。土地を広げていっ

た理由は、埋め立て処分を
すると、将来問題が起きた
ときに大変と思ひまして、
埋め立て処分場の周辺の土
地を自社のものにすればい
いのではないかと考えまし
た。私のところで作ったも
のは、この農場に供給して
おり、現在も続けています。



島田正夫氏

日量は約100トンですが、出口が大変です。農家に
持っていくにしても、遠いところまで経費をかけて
持っていかないといけないという難があり、効率の良
い範囲を考え、100トンぐらいが適当な量ではないか
と考えました。

搬出先は市内と県南部に絞っています。年間約1万
トン程度のコンポストを農地に当社から持ち込んでい
ます。粒状にすることも考えて袋詰めする機械も備え
ていますが、ダンプで運んでいます。袋詰めに手間暇
かけるのを止めて農家の理解を得ています。

問題提起になると思いますが、農家の方は大量に使
いたい。使う時期に肥料が無いのは困るので、中間製
品でいいから持ってきて欲しい、あとは自分のところ
で熟成するからというようなこともあって、若干トラ
ブルが起こることもあります。量の規制について将来
どうあるべきなのか頭を痛めているのが現状です。

このままで国内において全量が有効利用できるのか
心配があります。これは家畜ふん尿から出る有機肥料
との競合です。中国に向けて市場を広げる試みも行い
ましたが、中国は日本の商売ベースとはなかなか合わ

ないところがあります。将来どのように私たちの市場
を広げていくかが今後の問題だと思います。日本の農
業を振興し食料自給率を高めることで肥料を国内にお
いて消費してもらおう。この分野を拡大してほしいと思
います。

輸入している食料の量から考えると、日本の国の何
倍もの農地を日本が外国に持っているようなもので
す。そこから食料の輸入を行っているわけですが、せ
めてその3割ぐらいの量を日本国内で賄うことにす
れば、今の肥料需要は2倍に増えるだろうと思ひます。
そうすれば、別に家畜ふん尿の有機肥料と競合するこ
ともないのではないかと思います。成分的にも補完し
ながら連携がとれるのではないかと考えます。

○岩倉 当社は、汚泥の受け入れ規模は年間約
22,000トンで、そこから9,000トンの肥料を生産して
います。汚泥の原料については、大部分が含水率60%前
後に搾った加圧脱水機ケーキです。

製品は9,000トンのうち、約60%が緑化関係、30%
が農業関係で残り10%は緑化の法面吹きつけ資材の一
部として提供しています。コンポストを使っていただ
く人の数は増えてきました。形状は造粒を基本にして
います。公園とか緑化用の場合は6ないし7ミリぐら
いの、粒形に近いようなものを標準にしています。ゴ
ルフ場にも1,000カ所ぐらい出して、仁丹の玉ぐら
いに造粒し機械まきが可能になるようにしています。農
業の方も粒々のほうが欲しいというような要求が多
くなっています。あとは対価、お金との問題になります
が、できるだけお客様のニーズに合うようにして出荷
したいと考えています。



○ニツ家 当社は、平成元年の創立以来、下水道汚泥の堆肥化とゆうことで創業してまいりました。初めは畑作用の肥料製造販売として営業してまいりましたが、岩手県内の下水道汚泥が増加するに伴い工場の増築を行い、一般廃棄物（し尿汚泥等）引取り、公共事業並びにダム事業等から出てくる伐根を破碎して汚泥等と混合して法面に吹付ける資材（緑化基盤材）を製造するようになり、汚泥については地産地消、木くずに関しては排出現場の法面等に使用して頂き資源循環型社会に微力ながら貢献してまいりました。

年間の汚泥等の受入れ量は約20,000トン堆肥生産量は約9,000トンありましたが、現状はかなり厳しくなってきました。岩手県には大きなセメント会社が2社有り岩手県内の汚泥がセメント会社で焼却処分されるようになってきており県内汚泥の7割ぐらいの受入れとなっております。

最近では微生物を使って土壌に対していい物を作ろうとゆうことで、微生物（EM菌）入りの、水田、畑用の、色々な肥料を製造しております。岩手県では製造全体量の6割、残り秋田3割、その他1割の販売量となっております。秋田県の場合JA秋田中央で肥料効果を認めてまとめて引き受けてくれています。一方岩手県はJAさんに使用してもらえず個人農家さんへの直売となっております。

○中屋敷 私は、三沢市の下水汚泥を年間1,500トンぐらい受け、ペレットと粉状合わせて約800トン製品化しています。日経、読売、東奥日報等の新聞記事にもなりましたが、リンゴやニンニクの栽培において甘さと粒の大きさ、日持ちがいいということがデータで出ていて、評価いただいています。ゴルフ場でも使っています。

困っているのは、地元で鶏、豚、牛の酪農家があり、その方々が、畑に秋になると生の糞尿を無料でまいて、夜中にロータリーをかけて役所が来たときにはもう跡形も無い。臭いだけしかしてない。それが我々の販売に対して大きな障害になっています。農家としては安くして手間がかからないし、つつい安いほうを使うということで、製品が売れなくなっている1つの要因だと思っています。住民から悪臭で大変苦情が出ているけども、取り締まり、指導というところまで至っていない状況です。何とか改善できればと思っています。

○仲谷 日本土壌協会の仲谷です。下水汚泥を直接扱ったのはタイに3年間行ったときに有機物資材の1つとして使った経験があります。プロジェクトはその後どうなったか分かりませんが、続いていることは聞いています。

タイ語で何とっているか知りませんが、彼らは英語ではシティコンポストと言っていました。シティコ

ンポストというと下水汚泥とはイメージが違うのですよね。シティコンポストにはダーティーなイメージが無いのです。コンポストになるとダーティーなイメージが無くなる。普通使うのは、今日の集まりでも下水汚泥という言葉で使っていますが、まず我々から括弧書きでもいいから何かしないと、人に改めろ、意識を高めろといっても、まず自分のほうで何か名前を変えないといけないのではないかと思います。

下水汚泥を直接的にいいますと、「牛のふん」といっているような言葉です。下水汚泥は科学用語ですけど、人間の出すものを示す言葉としては「大便」ということになるのですかね。そんな名前をつけておいたら、だれも買わないですね。

基本的に自分の名称を逆提案、逆ではないですね。正当提案ですけど、何かしないといけないのではないかな。日本語だと、シティコンポストは都市ごみかな。報告書は全部英語ですから、そのままシティコンポストとやっていたのですが、ほかに稲わら起源の堆肥とか、牛ふん起源の堆肥というのを入れているわけです。シティコンポストはダーティーなイメージが無いのです。私が申し上げたいのは、自分から改めなくてはいけないのではないかということです。

○座長 ありがとうございます。自己紹介を兼ねて現状と課題等についてお話いただきましたが、セメント原料化への転換や家畜糞尿コンポストとの競合、下水汚泥肥料に対する理解不足などで大変ご苦労されている状況が良くわかりました。

ユーザーの評価

○座長 それでは、下水汚泥肥料を実際に利用していただいている農家等ユーザーの方の評価について話題を進めて行きたいと思います。先ほどのお話の中でも実際使っている方の評判は非常に良いということでしたが、再度、これについて具体的な事例があったらご紹介いただけないでしょうか。島田さんのところでは自前の畑を持って汚泥肥料による農作物を作っているということでしたが、評判はいかがでしょうか。

○島田（雅） 成分が云々ではないのですが、自分たちで作った農作物について「おいしいぞ」という評価をいただいています。

いろいろ自分のところは自分なりに配合しながら、また時間をかけて我が家独特の野菜を作るということ



仲谷氏

です。他に私どもの汚泥肥料を利用している身近な例についてお話しますと、雲仙のふもとのレタス専業の農家ですが親子4人で年商2,000万です。大きな立派なレタスができることから、その商品は東京に行こうと、どこに行こうと、待っていましたという感じで売れてしまいます。その要因は肥料づくりにあることは周知のことです。そのノウハウを共有されることが重要だと考えます。その際の下水汚泥肥料は貴重な存在です。そのためには、下水汚泥肥料という表現を変える必要があります。そうすれば多くの農家の方から大変な評価を受けてくれるようになると思います。

かつて、下水汚泥肥料は無償で供給した時期がありました。口コミで出荷量も増え肥料の効果が認められ、良い評価をいただいて参りました。しかし、数年前から制度上有料化に踏み切りました。料金は格安でも、こと販売となると予想外の抵抗があります。

一方、わが社の肥料を使っていたらいている農家の一軒一軒に履歴書を作っています。10数年の分のデータがあります。葉物にいいということは事実ですね。

○座長 下水汚泥は窒素が豊富ですから、葉物には特に効果が大きいということですね。

○岩倉 東京花壇で圃場テストをやっていますが、顕著な出来ばえがキャベツに出ています。コンポストを使ったキャベツは全然虫がつかないそうです。一般的にキャベツは虫が付きやすいので、全部網をかぶせて育てるそうですが、コンポストを使ったところ、網が無くても葉っぱに虫がつかないそうです。白菜にしても味よく、水の回りもよいようです。果物では糖度が3度から5度上がっているのも事実です。

また富山県立大学の研究で、コンポスト施用土壌中には有用微生物が多く、農業に対して非常にいい効果が出るということで、独立行政法人科学技術振興機構から研究費が出ました。そういうデータは全国的に通用すると思います。

○座長 有機質肥料は農薬の量を減らせると一般的にいられていますが、化学肥料ですと農薬を使用しないと虫がつくのですか。

○仲谷 まだ科学的に立証はできないですが、経験則ではそうです。

○中屋敷 うちでもそうになっています。

津軽のある農場では化学肥料を一切使っていません。サヤインゲンを作っているのですが、生でそのまま食べられます。とても甘いです。また、虫が寄ってこないという評価を得ています。

○座長 有機栽培は徐々に増えて、化学肥料の需要量は明らかに減少傾向にあるわけですが、下水汚泥肥料を使うと有機栽培、有機野菜という表現ができなくなっているのですね。これは日本だけではなく、世界

的なルールでそうしているらしいのですが、下水汚泥というのは野菜に確実に効果あるし、農薬の量も減らせるということから、有機野菜に積極的な農家の人も下水汚泥に非常に魅力を感じています。しかし、一たん下水汚泥を使うと、有機栽培野菜と表現できないということになって矛盾を感じますね。

○岩倉 有機JASの規格に使用禁止資材というのがあって、別表1に掲げるものを除くと書いてあります。私達の製品にはぜひ有機農産物と名前をつけたいのですが、この別表1の中に下水汚泥を原料としたものが書かれていません。有機農産物に下水汚泥不採用の理由というのがあります。

「汚泥に化学的に合成された物質が一切含まれていないことを証明できなければなりません」と書いてある。汚泥の脱水処理時には高分子凝集剤や無機系の凝集剤が一般に用いられていますが、これが「化学的に合成されたもの」に該当するというわけですね。

○座長 家畜ふん尿肥料は有機栽培肥料に認められているようですが、外国からの輸入飼料中には各種の抗生物質や遺伝子組み換え穀物類が含まれているものも多いと聞いていますから、汚泥肥料を特別扱いするのは疑問に感じますね。

○岩倉 肥料取締法には汚泥中の重金属の規制値がありますし、また原料の段階で確認すべき溶出量の項目が規定されています。これ以外に化学的に作られた物質とは何かあるのかを農水省に聞いて明らかになれば、それに対して対策を考えたいと考えています。

○座長 実際に使う方からは非常に評判が良いというのが一般論だという話ですが、下水汚泥のイメージに関しては先ほど仲谷さんからも話がありましたように、「下水」とか「汚泥」という名称のイメージがやはり問題があるということでしょうかね。処理場についても今は〇〇下水処理場なんて呼んでいる処理場はほとんどなく、〇〇水循環センターとか、〇〇浄水センターなどとなっています。そういう話題になると、「下水道協会」とか国土交通省「下水道部」という名前なども再検討が必要ということでしょうかね。

○仲谷 そういう意味で申し上げたわけではありません。下水道協会はいわば必需品ですね。だけでも、今、商品としての話ですから、組織の名前とはちょっと分けて考えてください。

○座長 前のイメージアップの座談会でも出てきたのですが、そもそも下水道とか上水道について、水を



島田雅行氏

きれいにして、また循環利用して頭に持って行って、まさしく汚泥もリサイクルの時代であり、上も下もないはずで、下水という言葉にこだわるのはおかしいのではないか、という話がありました。あともう1つ、汚泥ということば自体が「汚れた泥」とか「汚染された泥」という表現であることですね。資源として有効利用してもらうときに、一般の人からみると相当抵抗があるのだろうなということで、下水汚泥を「バイオソリッド」と名前を変えて、「バイオソリッド利活用マニュアル」というのは、七、八年前から一部で用いています。しかし肥料取締法とかには「下水汚泥」という語が形を変えずに残っています。

○小田 肥料取締法を変えていかないといけない。肥料の袋に汚泥肥料という表示をしなければいけないとなっていますから。

○島田(雅) それは中国で挫折した原因の1つです。名称が悪く、このようなものを日本から持ち込むのはどうか、ということがありました。

○座長 有害廃棄物を持ち込んでいるのではないかと、バーゼル条約ですか。日本で要らなくなったごみとか廃棄物を輸入することに抵抗があるのでしょうか。日本にあれば中国野菜が輸入されているのでしたら、下水汚泥肥料を中国へ持って行って使ってもらうのは本来の循環型社会だと思いますが。

○島田(雅) 北朝鮮ものどから手が出るほどコンポスト肥料を欲しがっていると思います。北朝鮮側から持ってきてくれないかというような引き合いもあります。

○仲谷 途上国からみますと、日本は猛烈にいろいろな製品を輸出しているわけで、汚れたものまで輸出するのかという反発があるのです。だから、やっぱりイメージだと思います。日本はいいものをいっぱい輸出していますね。農産物だって、コシヒカリはそれなりに輸出して、いいものを輸出している。輸出攻勢で時々非難を受けますが、汚いものまで輸出するのかと。それで市民運動に火がつく危険性を懸念します。汚泥とか、古紙とか、いうものですね。古いバイクだって何だって、みんな日本では使えないようなものを輸出して、向こうで使っているわけでしょう。そのときに、自分たちが使わない、汚いものまで輸出するのか。輸出ってすごいんだなというような皮肉をいわれることもあります。

○座長 下水汚泥ではないコンポスト、食品工場などから出たものは輸出している事例はあるのでしょうか。

○岩倉 少ないと思います。食品コンポストの場合は。

○仲谷 経済的に成り立たないですね。

○座長 トン当たり数百円のを船で運搬しても採算は合わないということですね。

以上、ユーザーの評価についてご意見をいただきましたが、下水汚泥肥料を実際に使っていただいている農家の方の施用効果等に対する評価は極めて良好であるが、「汚泥肥料で栽培した野菜」ということに対する一般の方のイメージは必ずしも良くないということで、表現方法について何らかの対応が望まれるということでしょうか。



小田氏

安全性について

○座長 次は安全性の話についてですが、下水道に携わっている人の中にも、7割、8割の方は下水汚泥中の重金属は工場排水由来だろうと思っている人がいます。工場排水を全く受け入れてない浄化槽汚泥と比べても、下水汚泥のほうがはるかに重金属濃度は低いのが一般的です。汚泥中重金属類の発生源は主として水道水や食料起源だからです。重金属というのは大量に摂ると体に有害ですが、植物とか生物にとってはそれが無いと野菜が育たないし、生物も生きていけない、亜鉛や銅、鉄などもそうですが、生命維持活動ができないぐらい非常に重要な必須ミネラルです。畑の野菜中にも魚や肉の中にもいろんな重金属が入っています。したがって、下水中にも入っていますが重金属イコール有害物ではないのです。ビタミンなどの栄養剤も取りすぎれば体に悪いのは当たり前で、ある基準の中で適正に摂るということが重要なわけです。例えば亜鉛などは下水汚泥中に数100ppmのオーダーで含まれているため、ある県の農政部局では「下水汚泥肥料の畑地への施用を原則禁止」をうたっているところもあります。亜鉛というのは非常に貴重なミネラル分として、病院では妊婦や赤ちゃんへの栄養補給剤として亜鉛が投与されていますし、健康医学分野でも、成人病対策として亜鉛や銅、鉄などの積極的な摂取を呼びかけています。

下水汚泥には重金属が含まれているから肥料として使わない方がよいという指導をしているというのは矛盾しています。この問題について皆さんのご意見を伺いたいと思います。

○小田 売れなくて困っているわけでは売れるようにするには、下水汚泥コンポストを使って生産された野菜からは、ミネラルであるとかそういうものが補充されて、健康のためには非常にいいものです、と、むしろ下水汚泥コンポストを使った食料を食べるように

しましょう、というようなコマーシャルをしていく方が私はいいと思います。我々がコマーシャルをやるよりも、やはり土壌協会とか微生物学会、マスコミなどが大々的に報じてくれないとなかなか難しいですね。

○座長 「再生と利用」でも特集を組んで下水汚泥肥料の安全性や有効性についてPRに努めていますが、一般農家の方や消費者にまでは行き渡らないですね。もっと幅広く知っていただくよう工夫が必要だと思います。

○小田 使用者の意見を聞き、法律改正の場合にはJAの話を聞くわけですが、それだとどうもならないですね。また、汚泥肥料を扱ってもらえるJAとそうでないJAがあるのです。

○座長 県によっては、県のJAか農政の指導かわかりませんが、下水汚泥は基本的に使ってはいけないという指導をしている。岩手もそうですか。

○ニツ家 岩手県の場合も全くその通りです。JAさんが各個人農家さんに自社製造の化学肥料の使用強制の状態にして、もし使用しなければできた米及び野菜は買いませんというシステムを行っております。

○中屋敷 三沢（青森県）の場合はそうでないですが、何でこんなに消極的なのだと役所は怒っているけども、農協がなかなか腰を上げてくれない。

○島田（雅） 農協は扱い高の何%という基準みたいなものがあるそうです。

○座長 欧米では下水汚泥有効利用の6～7割は緑農地利用が占めているのに対し、日本ではわずか15%程度に過ぎません。この要因の一つとして、昭和59年に環境庁から出された「農用地における土壤中の重金属等の蓄積防止に係る管理基準」があると考えています。農用地土壤中の亜鉛濃度が120mg/kg以下という暫定基準ですが、この値は植物の生育障害や健康への影響という観点から定めたものではなく、全国の畑地土壤の亜鉛含有濃度を調べた結果90数パーセントが120mg/kg以下であったということからとりあえず暫定的に決められたものだそうです。EUの亜鉛含有量基準では土壌pHによって200～400mg/kg、米国では1400mg/kgとなっているのに比べると、わが国の暫定基準は極めて厳しい値といえます。

りん酸質肥料原料のりん鉱石は全て海外からの輸入に頼っていますが、近年このりん鉱石の枯渇や資源ナショナリズムの面から輸入単価は高騰しています。下水汚泥はそれを補う貴重な国産資源と考えられることから、この暫定基準を見直して、欧米並みに下水汚泥肥料の有効活用を進める必要があると考えていますが、皆さんいかがでしょうか。

○仲谷 先ほど言われたように根拠が根拠ですから、変えるべきと思うのですが、低く抑えているほう

が無難だからというような話でしょう。

○島田（雅） それに比して、家畜ふん尿を原料にする有機肥料は何もいわない。餌として食べさせているのは外国から来ている原料で、その中身の方が心配です。

○小田 私どもは、肥料は沖縄を除く全県に出していますが、下水汚泥を使われた人は非常に喜ばれます。虫がつかないとかありましたけど、確かに野菜が強いのです。数年前、冷夏で東北地方は多くの水稲がだめになりましたけど、私どもの肥料を使っていたところは助かったのです。非常に腰が強いのです。

○座長 最近、肥料価格の高騰があり、下水汚泥中のリンに注目されたのはいいタイミングと思います。下水汚泥からリンだけを抽出するというのはコストがかかり過ぎるのですね。下水汚泥は別にリンだけではなくて、窒素も入っているし、微量なミネラル分が豊富に入っている貴重な有機質肥料です。別にリン価格が高騰して農家が困っているのであれば、下水汚泥のコンポストをそのまま使ってもらえれば、トータルで化学肥料を減らせるし、そういう方向でもぜひ農林省サイドに、リンだけに注目するのではなくて、下水汚泥そのものについて注目してほしい、理解してほしいと思いますね。

○小田 最終的には有機栽培の肥料、オーガニックとして認めてもらうというのが最終目標です。

○座長 農林省関係の方と話すと、それはもう世界ルール、国際ルールでやっているから、日本だけ下水汚泥を例外にすることはできないという回答をもらったことがあります。

しかし、下水汚泥肥料は間違いなく高い施用効果が期待でき、化学肥料や農薬の量を大幅に減らせる環境にやさしい素晴らしい有機質肥料であることは間違いありません。

○小田 私は、肥料を全国で販売していますが売れなくなってきており、どうしたらいいかと考え、自分のところで農事組合法人を作って農業をやることにしました。七、八年前に作り20町歩（20ha）ぐらい畑を作っています。

○座長 どういう野菜を作っていますか。

○小田 36種類作っています。

野菜はでき上がったものは売っています。農協に出したり、スーパーに出したり、給食センターに納めたり、地産地消の中でやっています。そのときに、エコファームの認定をとろうとすると、下水汚泥はだめだ



ニツ家氏

ということになり、それではどうやったらいいだろうというので、主な資材としては馬ふん堆肥とか牛ふん堆肥を使って、汚泥を副資材で使うといったらオーケーが出て、エコファームの認定をとりました。

○座長 下水汚泥肥料を副資材として用いる場合だったら、認定OKということですか。

○小田 非常に良い野菜ができる。糖度がみな増すものですから、おいしいのです。物が違うということでも値段が高いのですが、高くても売れる。JAがまたよそに卸されるようなことまで起きています。この肥料で作ったものは非常に高い評価をいただいています。

○中屋敷 汚泥処理の受け入れはトンいくらですか。

○小田 処理費は12,000円前後です。

○中屋敷 岩手も12,000円。

○ニッ家 毎年入札で処理単価が決まります。最近できた浄化センターは当社設定した処理単価で頂けませんが何十年とお付き合い願ってる浄化センター等は入札するために思うような処理単価では落札できない状況です。8,500円ぐらいから12,000円ぐらいまでの幅があります。冒頭でお話したとおりセメント会社さんが入って処理単価が7,000円ぐらいまで下がった時期もあり、とても厳しい状況です。

○座長 下水汚泥の安全性を中心に話を進めてまいりましたが、30年前の下水汚泥に比べ最近の汚泥の安全性は格段に改善されているという報告があります。現在の下水汚泥中重金属類の起源は工場排水ではなくその多くは食料起源であり、下水汚泥は植物の成長に欠かせないミネラル分等の栄養分を豊富に含んでいる貴重な有機質肥料である。汚泥肥料で作られた野菜は非常に高い評価を得ているという事実を農業サイド、一般の方々に広く認識していただくことが重要であるというご意見でした。

品質管理・処理費用について

○座長 次は品質管理についての話題に入りたいと思います。コンポスト製品の信頼性確保、イメージアップのためには品質管理が重要と考えられますが、その実施状況等についてお話をお聞きしたいとおもいます。

○小田 発酵が完了したという状況で袋詰めし、市場に出したら、また袋の中が熱くなっていたということがありました。完熟ではないとの理由で送り返されてしまった。こういうことは何回かありました。

○座長 2ヵ月以上発酵させないと完熟にならないのでしょうか。

○小田 夏と冬で違います。工場では冬は7次発酵ぐ

らいまでさせます。1段階で1週間程度です。7次発酵ぐらいまでさせないと、含水率が下がらないのです。

夏は4次発酵ぐらいまでしたら下がります。冬は7次発酵ぐらいまでいきます。

そのぐらいのところで発酵しなくなります。工場で発酵させたものを別の工場へ持って行って、製品倉庫で

少なくとも1ヵ月、2ヵ月ぐらいは寝かせます。そうしないと放線菌が増えてきませんので。寝かせて製品として出すのですが、それでも今のようなことが起きます。ここで発酵しなくなって温度も上がらなくなり含水率も下がったのでトラックに積んで運んでいったら、もう発酵していた。不思議です。

そういうことの中で2ヵ月近く堆積して熟成したものを製品として出すのですが、苦情が返ってくる場合があります。

○座長 通常、皆さんのところで製品とか原料の品質管理というのはどういう内容で、どの程度の頻度で行っておられるのでしょうか。

○岩倉 成分からは重金属から始まって、肥料取締法に準ずる内容は毎月やっています。

○座長 これは各社さんともそのような感じなのですか。

○小田 含水率は常に測ります。

○岩倉 原料を出す役所（処理場）側でも月1回、環境省の規制値に合っているかどうか全部やっています。お互いに月1回ですね。

○座長 原料として受けるときにやるのではなくて、役所（下水処理場）のデータで確認するということですね。

○小田 年に二、三回しか肥料の分析はしません。入るほうのチェックは排出者（下水処理場等）がやってくれます。水銀濃度が高くなったという例は今まで30年の間に何回かありました。それは排出者がみつけた例と、私どものほうで測定して何で水銀が上がってきたのかな。徐々に上がっていくのですね。高いのが入ってきたという、全体が徐々に上がっていく。これは何かあるぞというので、特定しなければいけないので、入ってくる汚泥をみんなやって特定したことも1回ありますけど、ほとんどは排出者が毎月の分析の中で出してくれます。下水処理場に消化槽があるところは良いのです。

○座長 嫌気性消化を採用しているところは良いというのはどういう意味ですか。

○小田 消化槽の滞留日数は30日とか50日とかあり



岩倉氏

ますから、完全混合されて品質の変動が少ないということと、事前に分析をしてもし基準を超えるようなことがあればその消化槽の汚泥をコンポスト対象から除くことが可能です。

○座長 昭和40年代から下水道は一斉に整備を始めて、あの頃の下水汚泥というと、とにかく水質改善が目的で、工場排水でも何でもとにかく下水道へつなげなさいという時代があって、昭和50年代の下水汚泥というのは割と重金属が高い処理場があったのは事実ですね。今は相当改善されているということをアピールするもとも必要ですね。

○岩倉 私のところは、例えば富山県や富山市に対して、重金属5年間連続でデータをとってくださいとお願いしました。原料の段階で肥料取締法以下の、例えば2ppmとか、以下の原料であれば引き受けることにしました。千葉県も同じです。ですから、医療機関、それから周辺の工場に場内での処理を徹底させて、下水道の管に流すなというようなこともお願いしました。

○座長 除害施設の管理を徹底しなさいということですね。

○岩倉 そうです。徹底してやってもらった結果、心配無いようになりました。ですから、どこの首長さんもコンポストはよく理解してくれています。

○座長 水銀については、昔は水銀体温計とか、歯医者ですとアマルガムというものを使っていましたが、現在はほとんど使われていません。しかし、自然界に水銀というのは結構広く存在しています。先ほどいった食べ物の中とか魚介類の中にも入っていますから、ゼロにすることは難しいと思うのですが、水銀が増えたりすることは無いですか。

○小田 ここ5年ぐらいいは無いですね。

○岩倉 水銀Gメン隊というようなものを下水道部課の中に作ってもらって、抜き打ちで回っています。富山県、富山市は。事業主のほうへ行って、有効利用するので協力してもらいたいとお願いしてくれているので水銀は全然心配ありません。重金属はもう全然心配なくなりました。官と事業排出者の両方の協力を得れば、その点は問題無い。ハワイに当社の製品を輸出してくれという話も来ています。

○中屋敷 ペレットですか。

○岩倉 当社は全部顆粒になっています。船代が必要で、ハワイほどの程度のコストがかかるのかわかりませんが、仲介はハワイ大学農学部の先生です。火山島だから、コンポストでないのだめというのです。作物も花も何もかも。いろいろ調べたそうです。下水道先進国といわれるフランスやドイツなど全部調べたそうです。そうしたら、日本のコンポスト以上のものは他国には無いというのです。だから、自信を持ってや

るべきだと思います。

○座長 素晴らしいですね。下水汚泥肥料は廃棄物ではなく貴重な資源であるということで、そういうよい実績をアピールしていただく必要がありますね。

○岩倉 ついでに、ハワイでコンポスト製造をやっ

てくれという話もあります。観光で一千数百万の人が来て、膨大な下水汚泥が発生し、その処理に困っているそうです。

アメリカの環境保護庁の基準でコンポスト発酵温度が70度以上をクリアしないと衛生面からみて問題があるため、それをクリアするようと言われていました。

○座長 日本でもコンポストでは65℃以上、48時間クリアしなさいという管理基準がありますね。

○岩倉 どのメーカーもそうなっています。

○座長 外国に輸出するのに国によって規制値が違うのですか。

○小田 違います。たとえば、タイの規制値は厳し過ぎて、こちらの肥料を直接輸出できないです。

海外の別の国から肥料工場を作ってほしいという要望がきたこともあります。現在、こちらからコンポスト肥料を輸出していますが、相手国の正式な肥料登録をとって輸出をしていますから、何の問題もありません。

○岩倉 ハワイで工場を作るのですが、臭いの問題があり、臭いは絶対だめだと言われていました。環境を害するので。

○座長 それは製造工程、生産過程のアンモニアの問題ということですか。

○岩倉 そうです。ほとんど九分九厘アンモニアが出ますので、これはメーカーのほうの責任で、周辺に迷惑をかけてはいけないということですね。

○座長 コンポストというと、どうしても好気性発酵ですからアンモニア臭気の問題で一番苦労しているのではないかと思います。皆さんのところでの臭気対策の費用も含めての肥料製造コスト、具体的にコンポストをトン当たり作るのに現実的にどれくらいお金がかかるのでしょうか。

○小田 トン当たり10,500円から12,000円前後は原価計算でかかります。処理というか、製品として出すまでにそのくらいはかかります。運搬費は別にして。

○中屋敷 経験が浅いので、損益分岐点に達してないです。赤字です。

○小田 それはまた処理する量や工場の大きさとの関係があるから、いちがいにはいえません。そのぐらいいはかかって、肥料の営業経費やら何やらが別にか



中屋敷氏

かってきますから、いわゆる処理コストとしてはそんなものです。販売コストは別です。

○座長 コンポスト工場としての電気代とか人件費とかそういうコストですね。

脱臭なんかのコストというのはどれぐらいの割合ですか。やはり人件費あたりが一番大きいですか。

○小田 それもありますが、電気代が意外に大きいのです。工場によって脱臭形態が違います。私どもは空気を抜いて脱臭をしますから二重にかかっていますね。

○座長 脱臭も生物脱臭みたいなチップか何か積んだところの、そういうものを使って余りお金がかからないような脱臭方法が民間の工場へ行くと多いという気はしているのですが、大体そんな感じですか。

○小田 そうです。土壌脱臭というのがありますが、普通の土壌脱臭ではなくて、バークに菌を宿らせてやってみたら、非常に効果が高い。ただども、抜くのは一気に抜くものですから大変ですね。

○座長 一種の生物脱臭だと思いますが、そこでアンモニアはどうなるのですか。

○小田 自分のところの肥料に菌がいるものですから、バークにそれを混ぜて入れるのです。そうすると、ちょっと1週間か10日ぐらいは臭いが出ますが、なじんできたら効果が非常に高いです。

○岩倉 脱臭装置を作りかえました。主力は軽石です。軽石に微生物を付着させ脱臭する生物脱臭法です。軽石独特の微生物が3日から1週間で生育しますので、アンモニアが200ppmから300ppmぐらいの臭いが発酵槽から立ち上がりますね。それを全部引き取って脱臭装置へ入れて、脱臭装置から地上に出るときは何と2ppmぐらいになっています。

○小田 そこまでやるから、処理費が7,000円やそ

こらではできません。

○島田(雅) 当社の場合は1万円かけたらだめなのです。9,500円ぐらいで抑えなければいけない。農家のところまで持っていかなければいけない。その費用をどこかで捻出しなければいけないですから。当然法に基づく臭気測定は行っています。

○岩倉 山林は悪臭防止法の網がかからないのです。工場もそういう場所にあるのですが、周りに迷惑をかけてはいけないということで、脱臭装置を作りました。臭いなんか何もありません。

○座長 どんなに良い製品を造っても、周りに迷惑をかけているようでは汚泥肥料のイメージダウンになりますから、品質管理と同じくらい肥料工場の臭気対策も大切ですね。限られた製造コストのなかで品質管理、環境対策を講じなければならぬわけですから、皆様のご苦労が理解できます。

市場拡大について

○座長 最後に市場拡大について何か障害となっている課題は無いでしょうか。

○小田 山口県のリサイクル製品としての認定とか、工場もエコファクトリーとか、そういう認定はとっています。ところが、これをとったからといって、たくさん売れることはないのです。グリーン購入法がありますけど、その効果も出ているのだろうかと思議なぐらい無いです。

○座長 国道の事務所あたりは使ってくれないですか。

○小田 国道維持のほうで法面緑化などに使えると思いますが、下水汚泥は重金属があるからだめですといわれています。



○座長 やはり下水汚泥＝工場排水＝重金属といった誤解があるのでしょうか。

○小田 国交省ではもっと率先して使ってほしいのですが。

市の公園部局とかは、市民の汚泥で作っているのだからということで、量はわずかですが協力的です。学校の花壇とか、ああいうのはありがたいです。安く提供していますが。

○座長 国に限らず、道路部局ではコンポスト以外にも下水汚泥製品というのはあまり積極的には使ってくれない場合が多いですね。

○小田 その辺をぜひ変えていただく必要があると思いますが、やっぱり基本は有機栽培肥料として認めてもらえるような方向に持っていかなければ一般には受け入れられない。それと、下水汚泥という言葉が悪い。汚泥肥料という表現そのものを法律改正からしなければならぬ。

○座長 島根県内のある町の環境問題に熱心な町長さんですけども、集落排水汚泥を全量緑農地還元しようということで、下水汚泥肥料という言葉を使わず、「浄化工程から出た副産物で作られた肥料」ですというタイトルのチラシを作ってやっていました。やはり下水とか汚泥とかという名前では、一般の人には受け入れがたいイメージがあるのでしょうか。

○小田 肥料取締法では原料を表示をしなければいけないのです。

○座長 市場拡大について私の個人的見解では、多くの県の農政サイドが下水汚泥は基本的に使わないほうがいいですよとか、使うなという行政指導をしているのが一番の大きい阻害要因だろうと思います。

○小田 このコンポストを使って作られた肥料は健康のためによい、という言い方のほうがいいのではないかと思います。有機栽培肥料の中に入れてほしいということですね。エコファームの認定がとれる肥料に成れば、市場の拡大につながるのではないのでしょうか。

○座長 下水汚泥肥料を使った野菜の甘みが全然違うという話ですが、下水汚泥で作った野菜はおいしいとか、絶対うまいんだとかいう抽象的な表現は多いのですが、スーパーでよく果物の糖度が表示されていますが、数値的に下水汚泥肥料を使ったものと、使っていない化学肥料だけの野菜でこんなに違うということは示せないですか。

○中屋敷 一部出しています。

大学の先生、また農協などの資料に出ています。ニンニクなんか非常に辛い。辛味が多いということで、普通のニンニクよりいいとか、一部出ています。

○仲谷 今、座長がいわれたのは、数値を出せということだろうと思うのです。消費者は何も知らない

言っでは誤解がありますが、知らないから数字を出すとすぐ、すぐ納得するのです。例えばニンニクで糖度というのは難しいかもしれませんが、物によっては糖度であらわせるものもあるし、例えばビタミンCであらわせるものもあるし、低硝酸というのも硝酸含量をはかれば数字が出ますから、こっちが硝酸は少ないのですよとか、そういう表現ができる。

○岩倉 よくわかります。そのとおりです。

○座長 知恵を出し合って、積極的に下水汚泥のよさを数値的に表現する方法考えてみましょうかね。下水道協会でも2年ほどまえ、北海道で下水汚泥を使ったトマトとそうでないトマトを100人ぐらいで食べ比べをしたら、下水汚泥を使ったトマトをおいしいと感じた人がかなり多かった。あれなんか1つの数値的な表現の方法だと思いますが、何か数字で下水汚泥肥料の良さをアピールできればいいですね。

○仲谷 日持ち性だって、これより一段進んで、何日はもとの状態だったと言えればよい。優劣をいうときに。何か数字で示さないと、よかった、おいしかったでは、物足りない。

○座長 市場拡大については、「下水汚泥」というマイナーなイメージから脱却するため表現自体を見直すとともに、汚泥肥料の良さを数値的に第三者にアピールする方法を検討することが必要ではないかというご意見でした。

PR、広報について

○座長 最後に「汚泥肥料」のPR、広報の方法について何か良いご提案等があれば伺いたいとおもいます。

○小田 土壌協会さんであるとか、農工大の後藤先生などにぜひ下水汚泥コンポストを後押ししてくれるようなのをやっていただきたい。

○座長 確かに、汚泥肥料を作っているサイドあるいは下水道サイドが幾ら良いといっても届かない場合がありますよね。第三者的立場の人や実際汚泥肥料を使っている農家の方の生の声で、汚泥肥料の良さを伝えていただいた方が効果が大きいですね。

○中屋敷 うちのネットに農家のそういうコメントが載っているのがあります。

化学肥料を使わないで、全部汚泥肥料ばかりでやって、コストダウンにもつながるということで、非常に喜んでいところがあります。

○座長 特に化学肥料が高騰しているときでしたらね。

○中屋敷 津軽の農家の方ですけどもね。もう何年も化学肥料を使ってないといっていましたね。

○小田 それから、10年もたったら農業をやる人が年をとって、いなくなるというようなことがしょ

ちゅうテレビで流れますよね。

○座長 この前、ある岡山の町に行ったら、みんなコンポストを使いたいのだけども、年配の人たちばかりで、重くて使うのが大変だと。まくのをコンポスト工場で一緒にやってくれたら喜んでみんな使うのに、という生の声がありました。化学肥料だと少量だけで済ませられるので。そのあたりも何か少し工夫のしどころなのかなという気がしますね。

○小田 食料の自給率を上げるとか、国は言うけれど、これは難しいと思っています。根拠があるわけではないのですが、作る者がいなくなっている。私はよく地元の会議でも言うのですが、自給率を上げるなら家庭菜園をやれ、そんなに難しいものは作るなということ。キュウリとかナスとかトマトとか易しいものを作って、それは家の中へ10平米あったら、家庭では多過ぎるぐらいですよ。そして下水汚泥コンポスト、これだけやればあとは何もしなくてよいと。家庭菜園が一番、各戸がやったら一番自給率は上がりますよ。

○岩倉 JA、農家を頼りにせず、関東、東京を中心に、家庭菜園、ガーデニングをやっている世帯を何百万件に増やす。民家、普通の家をターゲットにする。

○座長 そういう家庭菜園をやっている一般の方に

下水汚泥を抵抗感なく使ってもらうためには名前も変えないといけないでしょうね。家庭菜園というと自分の台所でできた生ごみを自分の家でコンポストして使うというのは多いと思うのですが。

○岩倉 日本のコンポストは世界一だということを言われたことを、消費者の皆さんには知ってほしいです。

○座長 誤解をしているところは認識を改めてもらって、下水汚泥肥料の効果をもっと広めていかないとけないと思いますね。

予定している時間も相当過ぎましたので、今回の座談会はこの辺で終わりにしたいと思います。今後とも、今日ご出席の皆様方と力を合わせ汚泥肥料のイメージアップ、利用促進のために頑張りたいと考えています。

下水道協会も汚泥の緑農地利用促進について活動しています。汚泥コンポストの正しい理解をしてもらうために作成したパンフレットについても、ご要望があればいつでもお分けしているそうですから、これを積極的に活用していただきたいと思います。また、ホームページも活用して、できるだけ情報を発信するようにしたいとのことです。

本日は長時間に亘り、ありがとうございました。

——了——



(写真提供：環境新聞社)

リサイクルスポット

数十年前、我が家は専業農家で、その食生活は、ほとんど自給自足であった。米、野菜は農産物はもちろんであるが、ため池の浚い時に、鯉、フナなどが手に入るし、海岸では春5月、アサリなどがバケツに何杯も採れた。

庭には梅、柿、桃、みかんや茶の木などが植えられ、その下にはヤギや鶏が放し飼いで、ミルク、肉など蛋白源となっていた。

また、水田の畦で作られた大豆によって、味噌、醤油、豆腐まで製造していた。味噌は今でも、祖母から母、我が女房殿と何代にもわたって製法が伝えられており、市販品など及びもつかない美味を保っており、知人に差し上げて喜ばれている。

豆腐作りは年末恒例で、家族総出で大豆を煮て、石臼で磨り潰し、サラシで絞って豆乳をとり、そこにニガリを混ぜて木枠に流し、固めていく。こうして半日がかりで豆腐を作っていくが、大豆10kg使っても50丁程度でしかできない。

女性の入山禁止で有名な修験僧の山、奈良県大峰山の麓の洞川温泉には有名な豆腐屋丸亀商店があるが、その豆腐は、最近の甘さを強調したブランドものとは違い、豆腐のもつ甘みを逃がさず、全体的な旨みのバランスを上品に仕上げている。醤油などなくともそれだけで美味しく食べられる。

彼らの豆腐は地元産の大豆10kgで、80丁程度が限界らしい。これでは、一丁当たり300円以上で売らなければ、採算ベースにのらないという。

スーパーなどで安売りされている豆腐の中には、10kgで150丁前後も作られているものもあるらしい。もちろん、大豆は安価な輸入品で、増量剤を多量に入れるため、天然のニガリでは凝固しない。そのため、凝固力の強い薬品を使用するらしい。これでも、一丁数十円が限界で、これ以上安くしようとするならば、遺伝子組み換え作物（GMO）を使用するしか仕方がないらしい。

遺伝子組み換え技術はもともと、収穫量を増加し、病気や除草剤への耐性を強くする目的で

開発されたものである。つまり、生産者にとって非常に作りやすいのがGMOなのである。実際、アメリカでは遺伝子組み換えをしていない（Non-GMO）大豆の作付け割合は少なくなっている。

一方、バイオ燃料の出現によってコーンの需要が増えるため、アメリカでは大豆を作付けする農家は減少している。また、今や中国も大豆輸入国になっているので、大豆価格が高騰することは間違いないらしい。

今後、日本国内での大豆生産を広範囲で行わなければ、Non-GMOの大豆の豆腐は食べられなくなるかもしれない。

日本の消費者が「遺伝子組み換え作物はイヤだ!」というならば、プレミアム価格を上乘せした大豆を買わざるを得ないだろう。

その場合、一丁300円以上する豆腐は当たり前になるかもしれない。真面目に豆腐を作ったら、そのくらいの価格になると考えるのは、果たしておかしいことだろうか。

食料品に関しては、今以上に、安くて安全で美味しいものを生産するのは不可能に近いし、今まで通り、消費者が安価、安全、美味を追い求めるならば、生産者のなかには生き残るため食品偽装のような犯罪に手を染めざるを得ないだろう。

社会を構成する人や企業にとってまず大切なことは、自分の働きに応じた報酬を得ることができ、それを使って自立した生活を営むことだろう。では自立するのに足りる報酬を得ることができない場合、その人はいかなる行為に走るであろうか？

翻って、食品問題については、現在の食品価格は、製造業者が不正を働く必要を感じない価格レベルを大きく乖離している。

筆者も庶民のひとりであり、食品価格の上昇自体を望んではないが、不正食品が横行すれば、その危険は私たちの身に降りかかってくる。そのため、自分自身の投資のために、食品購入に金を払ってもよいのではないかと考えている。【玉葱子】

お知らせ

民間企業の投稿のご案内

下水汚泥資源利用協議会誌「再生と利用」(社団法人 日本下水道協会 発行)は協議会会員並びに関連団体に向けて、下水汚泥の有効利用に関する技術や事例等幅広い情報を発信し、一層の利用促進に寄与することを目的に発行しています。

近年、民間企業による調査研究等が積極的に行われ、先進的かつ有用な成果が多数見受けられます。そこで、それらの情報を掲載するため、投稿要領を次のとおり決めましたので、積極的な投稿をお待ちします。

投稿要領

(資格)

1. 本誌への投稿は、原則として下水汚泥の有効利用に携わる民間企業のうち社団法人 日本下水道協会の会員に限ります。ただし、共同執筆(4企業以内)の場合は、同上会員以外の団体を含むことができますが、主たる執筆者は会員団体でなければなりません。

(原稿掲載の取扱い)

2. 原稿掲載の適否は、「再生と利用」編集委員会が決定します。

(掲載可否の判断基準)

3. 掲載適否の主な判断基準は、次の3.1、3.2、3.3、3.4によります。
 - 3.1 単に汚泥処理に関する投稿文でなく、下水汚泥の有効利用の促進に資するものであること。
 - 3.2 特定の団体、製品、工法、新技術等を宣伝することを目的とした投稿文(客観的、合理的な根拠を示すことなく、優秀性、優位性、有効性等について具体名を挙げて記述)でないこと。
ただし、次の場合は除く。
 - ①特定の団体、製品、工法、新技術等の紹介が目的であっても、優秀性、優位性、有効性等の客観性かつ合理的な根拠を明確にし、下水汚泥の有効利用の促進に資すると認められるもの。
 - ②特定の団体、製品、工法、新技術等の名称を記述しているが、単に論文の主旨をわかりやすく伝えるために用いており、投稿文の趣旨とは直接関係のない場合。
 - 3.3 特定の団体、製品、工法、新技術等を誹謗中傷する内容を含む投稿文でないこと。
 - 3.4 その他編集委員会が適当と考える事項について適合していること。

(原稿の作成、部数、送付先等)

4. 原稿の作成は、次のとおりとします。
 - 4.1 査読用 複写原稿2部(図表、写真を含みます)
 - 4.2 事務用 複写原稿1部(図表、写真を含みます)

5. 原稿の送付先は、下記の担当に送付して下さい。

(校正)

6. 印刷時の著者校正は、1回とし、著者校正時の大幅な原稿の変更は認めません。

(著作権等)

7. 掲載した原稿の著作権は著者が保有し、編集著作権は、本会が所有します。

原稿登載区分

登載区分	原稿量(刷上り頁)	内容
研究紹介	8頁程度(原稿制限頁数はA4版により1頁2,300文字(1行24文字横2段))	独創性があり、かつ理論的または実証的な研究の成果
報告	6頁程度(原稿制限頁数は、同上)	技術導入や経営等に関する検討・実施

担当：下水汚泥資源利用協議会事務局(社団法人 日本下水道協会 技術部資源利用促進課)

住所 100-0004 東京都千代田区大手町2-6-2(日本ビル1階 私書箱74号)

電話 03-5200-0918(直) FAX 03-5200-0847

おしらせ

「再生と利用」への広告掲載方依頼について

日本下水道協会では、下水汚泥発生量の増加、埋立処分地の確保、循環型社会の構築等の課題に対して、地方自治体における下水汚泥の効率的な処理、有効利用を推進する観点から、「再生と利用」を発行しており、下水汚泥の有効利用に関する専門情報誌として、各方面から高い評価を得ています。本誌は地方公共団体を始めとする多くの下水道関係者のみならず、緑農地関係者にも愛読されていることから、広告掲載は情報発信として非常に効果的であると思われます。

つきましては、本誌に広告を掲載して頂きたい、下記のとおり広告掲載の募集を行います。

記

1 発行誌の概要

発行誌名	再生と利用
仕 様	A4判、本文・広告オフセット印刷
総 頁 数	本文 約100頁
発行形態	年4回発行（創刊 昭和53年）
発行部数	1,400部
配布対象	地方自治体 関係官庁（国交省、農水省等） 研究機関 関連団体（下水道、農業等）

2 広告掲載料・広告寸法等

掲載場所	サイズ	刷色	広告寸法	紙質	広告掲載料 (1回当り)
表3	1頁	4色	縦255×横180	アート紙	150,000円
後付	1頁	1色	縦255×横180	金マリ菊/46.5kg	40,000円
後付	1/2頁	1色	縦120×横180	金マリ菊/46.5kg	25,000円

※ 表3は指定頁になります。原則として2回以上の継続掲載とします。

※ 広告掲載料は、消費税込みの金額です。

3 広告申込方法及び留意事項

- (1) 広告掲載は、本誌の内容に沿った広告に限り行います。
- (2) 広告掲載のお申込みは、掲載月の40日前（10月末発行号に掲載希望の場合は、9月20日）までに別紙「広告掲載申込書」に広告原稿又は流用広告原稿の写しを添付して、次の5に表示の申込先宛にお申し込み下さい。
- (3) 原稿をデータで提出する場合は、データ制作環境（使用OS、アプリケーション、フォント等）を明記のうえ、出力見本を必ず添付して下さい。
- (4) 広告原稿の新規作成又は流用広告原稿の一部修正を依頼する場合は、別紙「広告掲載申込書」にレイアウト案、又は修正指示（流用広告原稿の写しに修正箇所等を明記）をそれぞれ添付して下さい。その際、書体、文字の大

きを指定する等、原稿作成又は修正に必要な事項を明記して下さい。

- (5) 広告原稿の新規作成及び流用広告原稿の一部修正費（デザイン、修正料等）は、広告掲載料とは別に実費をご負担いただきます。
- (6) 本会発行の図書等に掲載した広告に限り、その原稿を流用して掲載することができます。その場合は、別紙「広告掲載申込書」に当該図書名、掲載年月、掲載号等を明記のうえ、原稿の写しを必ず添付して下さい。
- (7) 広告掲載場所は、指定頁以外は原則として申し込み順とさせていただきます。
- (8) 広告申込掲載期間終了後は、その旨通知いたしますが、それ以降の掲載についてご連絡ない場合、または広告申込掲載期間中でも広告掲載料の支払いが滞った場合には、掲載を中止させていただきます。

4 お支払方法等

本誌発行後、広告掲載誌をお送りするとともに、「広告掲載料」及び「広告原稿作成費（広告原稿新規作成及び修正等の場合）」を請求させていただきますので、請求後、1箇月以内にお支払い願います。

なお、送金（振込）手数料は、貴社負担にてお願いします。

5 申込み先及び問合わせ先

広告掲載のお申込み及びお問合わせ先は、下記の広告業務委託先までお願い致します。

広告業務委託先 株LSプランニング（担当：「再生と利用」広告係）
〒135-0046 東京都江東区牡丹2-2-3-105
TEL. 03-5621-7850（代） FAX. 03-5621-7851
Mail : info@lsweb.co.jp

（参考）

「再生と利用」特集企画予定

- 129号（平成22年9月末発行）
「下水汚泥リサイクル製品の利用促進と安全性確保の取組みについて」
- 130号（平成22年12月末発行）
「地球温暖化対策としての有効利用」（予定）
- 131号（平成23年3月末発行）
「第23回下水汚泥の有効利用に関するセミナー」特集

「再生と利用」 (平成22年度) 広告掲載申込書

社団法人 日本下水道協会 御中

(該当箇所に御記入及び○印を付けて下さい。)

掲 載 希 望 号	129号・130号・131号
掲載場所・サイズ	表3・後付1頁・後付1/2頁
掲 載 料 金	円/回 (消費税込み)
広 告 原 稿	完全原稿 (データ、版下、フィルム) ・ 新規作成依頼・流用 (一部修正含む)
	※広告原稿を流用 (一部修正含む) できる媒体は、次の本会発行の図書等に限ります。 「下水道協会誌」 (年 月号) 「下水道協会会員名簿」 (年度) 「下水道展ガイドブック」 (年度) 「下水道研究発表会講演集」 (回 年度)
掲載料納入方法	該当月納入 ・ 一括前納
備 考	

上記のとおり申し込みます。

平成 年 月 日

会 社 (団 体) 名	Ⓜ
住 所 〒	
担当者所属・職・氏名	Ⓜ
TEL FAX	

[広告代理店経由の場合に記入]

広 告 代 理 店 名	Ⓜ
住 所 〒	
担当者所属・職・氏名	Ⓜ
TEL FAX	

汚泥再資源化活動

(社)日本下水道協会

下水汚泥資源利用協議会
(汚泥協)

第33回下水汚泥建設資材利用促進連絡会

日時：平成22年3月9日（火）

場所：本会第1会議室

出席者：落委員長他11名

議題：

- ①下水汚泥の建設資材利用マニュアル（案）2001年版の改定原案について
- ②今後の対応及びスケジュールについて

議事内容：

- ①改定原案について審議し、来年度実施予定の下水汚泥建設資材利用に係るアンケート調査の結果を同マニュアル案に反映していくことが了承された。
- ②次回は改定原案の最終審議とし、その後は3つの分科会（焼却灰、溶融スラグ、利用促進）にて改定案を審議していく方向で了承された。

第24回下水汚泥緑農地利用促進連絡会

日時：平成22年3月10日（水）

場所：本会第1会議室

出席者：伊達委員長他10名

議題：

- ①下水汚泥を原料とした汚泥肥料に関するアンケート調査について
- ②汚泥肥料中の有害物質のサンプリング手法の開発事業について
- ③自治体におけるリン回収事業
- ④リンに関する検討会の動向について
- ⑤委員からの情報提供など

議事内容：

- ①下水汚泥を原料とした汚泥肥料に関するアンケート調査の集計内容及びリサイクル資材一覧の様式案について、事務局より説明をおこない了承された。
- ②汚泥肥料中の有害物質のサンプリング手法の開発事業（H20～H21年度）の概要を事務局から説明した。
- ③自治体におけるリン回収事業について、概要の説明をおこなった。
- ④リンに関する検討会の動向について、下水・下水汚泥からのリン回収・活用に関する検討会や下水道におけるリン資源化検討会の概要を事務局から

説明した。

- ⑤ポジティブキャンペーンについて話題提供がなされた。

第129号「再生と利用」編集担当者会議

日時：平成22年4月28日（水）

場所：本会第2会議室

出席者：川崎委員他6名

議題：

- ①第128号の編集内容について
- ②第129号の編集方針（案）について
- ③平成22年度編集企画（案）について

議事内容：

- ①第128号の編集内容について、報告し了承された。
- ②第129号の編集方針（案）について、特集のテーマを「下水汚泥リサイクル製品の利用促進と安全性確保の取組み」とすることが了承され、以下の項目について関係機関に執筆依頼することが提案された。
 - ・JIS A 5031（コンクリート用溶融スラグ骨材）の改正について
 - ・汚泥肥料成分の分析値について
 - ・下水汚泥・生ごみ堆肥の特性について
- ③平成22年度編集企画（案）について意見交換を行い、第130号の特集のテーマ「地球温暖化対策としての有効利用」の確認をするとともに、第130号から始まる講座のテーマについて意見交換を行った。

第122回「再生と利用」編集委員会

日時：平成22年5月27日（木）

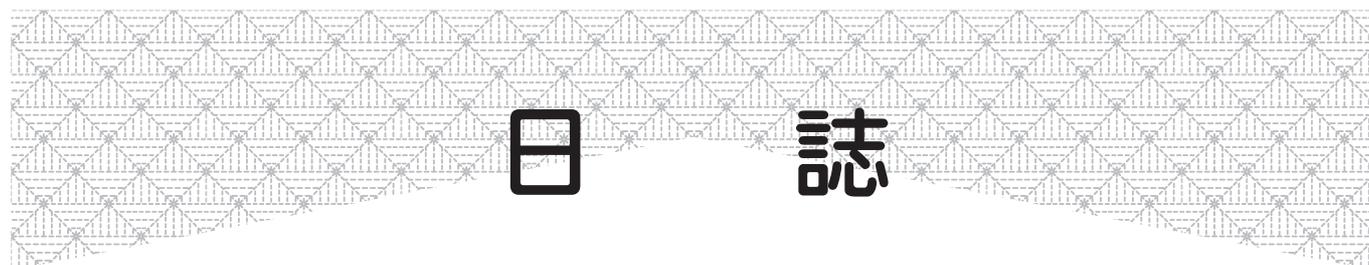
場所：本会第1会議室

出席者：野池委員長外11名

議題：第129号編集方針について

概要：

特集テーマを「下水汚泥リサイクル製品の利用促進と安全性確保の取組みについて」とし、リサイクル製品認定制度の成功事例等を紹介する。また、再生資材の安全性評価についての適切な考え方についても紹介する。



平成22年 3 月 9 日	第33回下水汚泥建設資材利用促進連絡会	本会第 1 会議室
平成22年 3 月10日	第24回下水汚泥緑農地利用促進連絡会	本会第 1 会議室
平成22年 4 月28日	第129号「再生と利用」編集担当者会議	本会第 2 会議室
平成22年 5 月27日	第122回「再生と利用」編集委員会	本会第 1 会議室

次号予告

(題名は執筆依頼の標題ですので
変更が生じることもあります)

特 集：下水汚泥リサイクル製品の利用促進と安全性
確保の取組みについて

文献紹介：3 編

講 座：農地・緑地利用について (まとめ)

論 説：下水汚泥のエネルギー利用システムの比較評
価に関する研究

特別寄稿：下水汚泥コンポスト連用圃場における下水汚

泥由来窒素の行方－窒素安定同位体自然存在
比による解析－

報 告：下水汚泥利用旬間報告 (各都市からの活動報告)
下水汚泥由来肥料等の窒素肥効試験に関する
調査について

資 料：第33回定例理事会概要

そ の 他：会報、行事報告、次号予告、関係団体の動き

会員消息

会員数

(平成22年6月30日現在)

会 員	264
都 道 府 県	47
市 町 村	194
法 人	20
学 識 経 験 者	3
計	264

「再生と利用」編集委員会委員名簿

(順不同・敬称略)

(22.6.30現在)

委 員 長	日本大学大学院教授・東北大学名誉教授	野 池 達 也
委 員	秋田県立大学生物資源学部教授	尾 崎 保 夫
委 員	三重大学名誉教授	小 畑 仁
委 員	国土交通省都市・地域整備局下水道部下水道企画課資源利用係長	山 口 裕 司
委 員	独立行政法人土木研究所材料地盤研究グループ上席研究員 (リサイクルチーム)	岡 本 誠一郎
委 員	日本下水道事業団技術開発部主任研究員	島 田 正 夫
委 員	独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構 東北農業研究センター研究管理監	田 村 有希博
委 員	独立行政法人農業環境技術研究所土壌環境研究領域主任研究員	川 崎 晃
委 員	財団法人 日本土壌協会参与土壌部長兼広報部長	仲 谷 紀 男
委 員	東京都下水道局計画調整部技術開発課技術開発主査 (課長補佐)	粕 谷 誠
委 員	札幌市建設局下水道施設部新川水処理センター管理係長	相 澤 邦 洋
委 員	山形市上下水道部浄化センター所長	奥 出 晃 一
委 員	横浜市環境創造局施設管理部南部下水道センター長	高 橋 義 吉
委 員	名古屋市上下水道局計画部技術管理課主査 (技術支援)	伊 藤 亜 子
委 員	大阪市建設局下水道河川部担当係長	安 田 冬 時
委 員	広島市下水道局管理部旭町水資源再生センター所長	下 久 英 二
委 員	福岡市道路下水道局下水道施設部施設管理課長	鈴 木 幸 夫

図書案内

下水汚泥分析方法—2007年版—

—下水汚泥の緑農地利用における良質な製品の提供・円滑な流通を図るため—

2008.1 発行 A 4 版 (270頁) 価格5,500円 会員価格4,500円

本書は、下水汚泥を緑農地利用するに際し、品質管理のための分析方法をまとめた1996年版を改訂したものです。関連する肥料取締法、廃棄物の処理および清掃に関する法律および下水道法等の法改正や分析装置を含む分析方法の進歩等をふまえ、分析項目および分析方法の見直しや充実を図っています。

主な改訂を目次（追加項目を下線）にて示すと、以下のとおりです。

目 次

1. 通則	8.1 バックグラウンド	9.25.2 水素化合物発生
1.1 適用範囲	8.2 干渉	ICP発光分光分析法
1.2 原子量	8.3 ICP発光分光分析法準備操作	9.26 セレン
1.3 質量及び体積	8.4 ICP発光分光分析法測定操作	9.26.3 水素化合物発生ICP発
1.4 温度	付 ICP質量分析法	光分光分析法
1.5 試薬	9. 各成分定量法	9.27 ケイ素
1.6 機器分析法	9.1 アルミニウム	9.28 スズ
1.7 試料	9.2 ヒ素	9.28.1 原子吸光法
1.8 結果の表示	9.2.3 水素化合物発生	9.28.2 ICP発光分光分析法
1.9 用語	ICP発光分光分析法	9.29 バナジウム
2. 試料の採取と調製	9.3 ホウ素	9.30 亜鉛
2.1 試料の採取	9.4 炭素	10. 人為起源物質
2.2 調製法	9.5 カルシウム	10.1 PCB
3. 水分	9.6 カドミウム	10.1.1 ガスクロマトグラフ法
3.1 加熱減量法	9.7 塩素（塩化物）	10.2 アルキル水銀化合物
4. 灰分	9.8 コバルト	10.2.1 ガスクロマトグラフ法
4.1 強熱灰化法	9.9 クロム	10.3 揮発性有機化合物
5. 強熱減量	9.10 六価クロム	10.3.1 ガスクロマトグラフ質
5.1 強熱灰化法	9.10.1 原子吸光法	量分析法
6. 原子吸光法及びICP（誘導結	9.10.2 ICP発光分光分析法	10.4 農薬類
合プラズマ）発光分光分析法に	9.11 銅	10.4.1 有機リン農薬（EPN,
よる定量方法通則	9.12 フッ素	パラチオン, メチルパラチオン）
6.1 要旨	9.13 鉄	ガスクロマトグラフ法
6.2 金属等の測定	9.14 水銀	10.4.2 農薬類 ガスクロマト
6.3 試薬の調製	9.15 カリウム	グラフ質量分析法
6.4 前処理操作	9.16 マグネシウム	11. その他の試験
7. 原子吸光法による測定時の干渉	9.17 マンガン	11.1 pH
7.1 要旨	9.18 モリブデン	11.2 酸素消費量
7.2 物理的干渉	9.19 窒素	11.3 炭素・窒素比
7.3 分光学的干渉	9.20 ナトリウム	11.4 電気伝導率
7.4 イオン化干渉	9.21 ニッケル	11.5 植物に対する害に関する栽
7.5 化学的干渉	9.22 リン	培試験の方法
7.6 バックグラウンド吸収	9.23 鉛	【参考資料】
7.7 準備操作	9.24 硫黄	1. 幼植物試験とは
7.8 測定操作	9.25 アンチモン	2. 融合コンポスト
8. ICP発光分光分析法による測	9.25.1 水素化合物発生	付録. 原子量表
定時の干渉	原子吸光法	巻末資料

編 集 後 記

今回の口絵では、各都道府県のリサイクル認定製品を取り上げました。下水汚泥資材の有効利用の拡大は永遠のテーマであり、グリーン購入制度やリサイクル製品認定制度が、その一助となっていますが、まだまだ制度がうまく機能していないケースも見られます。

現在、グリーン購入法における公共工事に係わる下水汚泥由来の調達品目は、下水汚泥コンポストやエコセメントなどの5品目であり、下水汚泥溶融スラグや焼却灰を利用したアスファルト混合物など3品目が「継続検討品目（ロングリスト）」に挙がっています。下水汚泥資材の有効利用拡大のためには、調達品目に追加される製品を増やす必要がありますが、現実的には非常に高いハードルであると言わざるを得ません。例えば、兵庫県で広く有効利用されている溶融スラグを利用したアスファルト混合物は、公共工事仕様において、ある程度の交通量以下の路線に限定されていますが、グリーン購入調達品目に追加されるには、重交通路線における長期耐久性の確認が必要であると判定されています。循環型社会の実現という究極目標のために、国、地方の両方で、道路管理者等のリサイクル資材を使用する立場の方々により一層の意見交換が必要であると考えます。

下水汚泥を利用した肥料についても、同じことが言えると思います。汚泥由来肥料を使った農作物には「JAS有機マーク」が使えず、販売に少なからず影響があるとのこと。下水汚泥は、有用な有機資材ですが、処理過程で高分子凝集剤を利用しており、JAS有機認定が得られない理由の一つとされています。通常、脱水行程における高分子凝集剤添加量は重量比で乾固形物の2%程度なので、なかなか納得い

かない関係者も多いと思います。ここでも、下水汚泥資材を提供する立場と利用する立場の違いが見られます。

下水汚泥有効利用率が着実に伸びており、平成19年度には約77%に達しています。「再生と利用」の第1号が発刊された昭和50年代前半では、有効利用率は約8%であり、よくここまで伸びたと言えると思います。反面、緑農地利用量は、長年、横ばい状態が続き、嫌気性消化を導入している下水処理場数は、日本全国で300程度であり、これも横ばい状態で推移しています。有効利用率の伸びは、セメント原料としての有効利用が支えてきた面があり、昨今の公共工事削減傾向から見ると、その需要が右肩上がりに増加していくとは考えられず、下水汚泥有効利用を促進する立場として将来的な不安を禁じ得ません。

したがって、下水汚泥有効利用に関する技術開発の継続とリンの資源化などの新しい有効利用用途の開発が非常に重要であり、本号の特集でそれらをご紹介できたと思います。

下水道事業予算の大部分が、社会資本整備総合交付金に取り込まれ、下水道事業における国と地方の関わりが一つの節目を迎えています。また、当協会でも、昨年度末から協会改革プロジェクトを発足させ、会費の値下げをはじめ、徐々に改革を実行しようとしています。このように、社会情勢や我々の置かれる立場の変化の中でも、「下水汚泥有効利用の拡大」という究極目標は変化することはなく、関連分野における調査研究や情報発信に努めていきたいと思っています。

(YO)

下水汚泥資源利用協議会誌

「再生と利用」

Vol. 34 No. 128 (2010)

平成22年6月30日 発行

発行所 社団法人 日本下水道協会

〒100-0004 東京都千代田区大手町2丁目6番2号
日本ビル（私書箱74号）
電話 (03) 5200-0810
FAX (03) 5200-0839



再生と利用

下水汚泥資源利用協議会誌



社団法人 日本下水道協会

〒100-0004 東京都千代田区大手町2-6-2 (日本ビル1階)
TEL03-5200-0810 (代表) FAX03-5200-0839 (代表)