

# 乾燥汚泥肥料等の品質 に関する調査

## 1. 調査の目的

わが国においては、下水道事業の普及に伴って中小規模の下水処理場の数が増加してゆくものと予想されるが、これらの処理場から発生する汚泥をコンポスト化あるいは乾燥処理して緑農地に利用することが以前より検討されている。例えば、表-1に示すように、有効利用されている汚泥の大部分が緑農地利用されている。これらの緑農地利用は、自治体によるものが3分の1程度、残りが肥料会社等への引渡しにより有効利用されている。コンポストや乾燥汚泥を緑農地利用するにあたっては、その市場の将来性や品質等について十分に調査しておく必要がある。しかし、これらの点について十分な調査・検討がなされていない状況である。

表-1 下水汚泥の有効利用実施状況

下水汚泥の有効利用実施状況（平成3年4月1日～4年3月31日）  
（単位：千 $\text{m}^3$ /年）

区分	処理性状	脱水ケーキ	焼却灰	乾燥汚泥	コンポスト	消化汚泥	計
緑農地	自治体で実施	113	3	12	54	8	190
	肥料会社等引渡し	285	12	3	44	0	344
	小計	398	15	15	98	8	534
建設資材利用		0	43	0	0	0	43
合計		398	58	15	98	8	577

（注）肥料会社等へ引き渡された脱水ケーキの大部分がコンポスト化され緑農地へ有効利用されている。

このような状況から、本調査は、下水汚泥から製造されるコンポストや乾燥汚泥肥料を含む有機質肥料の使用状況、流通機構及び将来の市場予測に関する調査と、現在生産されている下水汚泥製品（コンポスト、乾燥汚泥肥料）の品質についてのデータのとりまとめをすることを目的として行った。ここでは、有機質肥料に関する部分について紹介する。

なお、本調査は、建設省土木研究所が（財）下水道新技術推進機構に委託し、調査を行った内容の報告である。

## 2. 有機質肥料の分類と解説

肥料は、普通肥料と特殊肥料に大別されており、農林水産大臣が指定した特殊肥料以外の肥料は全て普通肥料とされている。普通肥料は窒素、りん酸、加里等の主成分量によって評価される性格の肥料であるのに対して、特殊肥料は米ぬか、魚かすのような農家の経験と五感によって識別できる単純な肥料や、堆肥のような肥料の価値または施肥基準が必ずしも含有主成分量のみ依存しない肥料である。最近では、生活・産業廃棄物の肥料化の要請が多く、特殊肥料として指定されるものが多くなった。これらの肥料の分類を表-2に示す。

普通肥料の種類としては、硫酸アンモニア等を含む窒素質肥料、化成肥料等を含む複合肥料、炭酸カルシウム肥料等を含む石灰質肥料、なたね油かす及びその粉末や魚かす粉末を含む有機質肥料などに分

表一2 肥料の種類

普通肥料	特殊肥料
<p>窒素質肥料 硫酸アモニア 塩化アモニア 硝酸アモニア 硝酸石灰 尿素 アセトアルデヒド結合尿素 イソプロパルアルデヒド結合尿素 硫酸グアニル尿素 オキサミド 石灰窒素 腐植酸アモニア肥料 被覆窒素肥料 ホルムアルデヒド加工尿素肥料 副産窒素肥料 液体副産窒素肥料 液体窒素肥料 混合窒素肥料</p>	<p>有機質肥料 魚かす粉末 干魚肥料粉末 魚節煮かす 甲殻類肥料粉末 蒸製魚鱗及びその粉末 肉かす粉末 肉骨粉 蒸製てい角粉 蒸製てい角骨粉 蒸製毛粉 乾血及びその粉末 生骨粉 蒸製骨粉 蒸製皮革粉 干蚕蛹粉末 干蚕蛹油かす及びその粉末 絹蚕蛹くず 大豆油かす及びその粉末 なたね油かす及びその粉末 わたみ油かす及びその粉末 落花生油かす及びその粉末 あまに油かす及びその粉末 ごま油かす及びその粉末 ひまし油かす及びその粉末 米ぬか油かす及びその粉末 その他の草本性植物油かす及びその粉末 とうもろこしはいし芽油かす及びその粉末</p>
<p>複合肥料 化成肥料 成形複合肥料 吸着複合肥料 被覆複合肥料 副産複合肥料 配合肥料 液状複合肥料 家庭園芸用複合肥料 石灰質肥料 生石灰 消石灰 炭酸カルシウム肥料 貝化石肥料 副産石灰肥料 混合石灰肥料 けい酸質肥料 けい石灰肥料 鉍さいけい酸質肥料 苦土肥料 硫酸苦土肥料 水酸化苦土肥料 加工苦土肥料 腐植酸苦土肥料 副産苦土肥料 混合苦土肥料 マンガン質肥料 硫酸マンガン肥料 加工マンガン肥料 鉍さいマンガン肥料 混合マンガン肥料 ほう素質肥料 ほう酸塩肥料 熔成ほう素肥料 加工ほう素肥料 微量要素複合肥料 熔成微量要素複合肥料 混合微量要素複合肥料 液体微量要素複合肥料 仮登録肥料 指定配合肥料</p>	<p>魚かす 干蚕蛹 甲殻類質肥料 蒸製骨 蒸製てい角 肉かす 羊毛くず 粗砕石灰石 米ぬか はっこう米ぬか アミノ酸かす くず植物油かす (粉末) 草本性植物油種子皮殻油かす (粉末) 木の実油かす (粉末) コーヒーかす くず大豆 (粉末) たばこくず肥料 (粉末) 乾燥薬 (粉末) 落綿分離かす肥料 よもぎかす 草木灰 くん灰肥料 骨灰粉末 骨灰 セラックかす にかわかす 魚鱗 家きん加工くず肥料 はっこう乾ふん肥料 人ふん尿 家畜及び家きんのふん 家畜及び家きんのふんの焼却灰 グアノ たい積肥料 きう肥 発泡消化剤製造かす 貝がら粉末 貝灰 貝化石粉末 製糖副産石灰</p>
<p>りん酸質肥料 過りん酸石灰 重過りん酸石灰 熔成りん酸 焼成りん酸 加工りん酸肥料 腐植酸りん酸肥料 副産りん酸肥料 混合りん酸肥料</p>	<p>含鉄物 微粉炭燃焼灰 カルシウム肥料 リン酸液精製かす じんかい灰 おでい肥料 焼成おでい 人ふん尿処理物 家畜及び家きんのふんの処理物 家畜及び家きんのふんの焼却灰 たい肥 石灰処理肥料</p>
<p>加里質肥料 硫酸加里 塩化加里 重炭酸加里 粗製加里塩 加工苦汁加里肥料 腐植酸加里肥料 けい酸加里肥料 液体けい酸加里肥料 副産加里肥料 混合加里肥料</p>	<p>魚かす 干蚕蛹 甲殻類質肥料 蒸製骨 蒸製てい角 肉かす 羊毛くず 粗砕石灰石 米ぬか はっこう米ぬか アミノ酸かす くず植物油かす (粉末) 草本性植物油種子皮殻油かす (粉末) 木の実油かす (粉末) コーヒーかす くず大豆 (粉末) たばこくず肥料 (粉末) 乾燥薬 (粉末) 落綿分離かす肥料 よもぎかす 草木灰 くん灰肥料 骨灰粉末 骨灰 セラックかす にかわかす 魚鱗 家きん加工くず肥料 はっこう乾ふん肥料 人ふん尿 家畜及び家きんのふん 家畜及び家きんのふんの焼却灰 グアノ たい積肥料 きう肥 発泡消化剤製造かす 貝がら粉末 貝灰 貝化石粉末 製糖副産石灰</p>

「ボケット肥料要覧」(肥料統計協会)より

類されている。この普通肥料に含まれる有機質肥料は、肥料取締法における魚肥類、骨粉類、草木性植物油かす類等の動植物質を示している。一方、特殊肥料の種類としては、堆肥をはじめ汚泥肥料、家畜及び家きんのふんなどがあり、特殊肥料の大部分は広義の有機質肥料に含まれる。

下水汚泥を使った肥料としては、特殊肥料の「たい肥」の一部として下水汚泥コンポストが含まれている。また、「おでい肥料」の一部には乾燥汚泥肥料等が含まれている。

### 3. 有機質肥料の使用状況

本調査は、一般の市場で市販されている広義の有機質肥料を対象とし、その中でも、主として①下水汚泥コンポスト、②下水汚泥乾燥肥料、③パーク

(樹皮)堆肥、④たい肥、⑤おでい肥料の有機質肥料に焦点をあてて行った。有機質肥料の使用状況としては、実際の使用量を正確に把握した資料がないため、代わりに肥料の生産量をみることにした。

肥料の生産量は、「ポケット肥料要覧」(農林統計協会)のデータをもとにした。肥料の生産量別割合をみると、平成3年度版では表-3に示すとおりとなった。普通肥料の中で有機質肥料の占める割合は8%、特殊肥料の中で有機質肥料の占める割合は93%であり、広義の有機質肥料の占める割合は全肥料の約30%となる。この中ではたい肥の生産量が最も多く、おでい肥料の生産量も多い。この2種類の肥料には、下水汚泥製品も含まれているので、もう少し詳しくみてみることにした。

たい肥は、主原料別に分類するとパークたい肥、家畜及び家きんのふんを利用したたい肥、おでいた

表-3 肥料の種類別生産量の割合(平成3年)

普通肥料		生産量 (トン)	割合 (%)	特殊肥料		生産量 (トン)	割合 (%)
普通肥料		12,015,511	100	特殊肥料		3,879,134	100
窒素質肥料	代表的肥料			有機質肥料と考えられる肥料			
	硫酸アンモニア	2,363,515	20		たい肥	2,336,561	60
りん酸質肥料		1,710,483	14	おでい肥料		614,087	16
		1,127,171	9		家畜及び家きんのふん	358,179	9
有機質肥料		933,327	8	その他		310,638	8
	なたね油かす及びその粉末	478,427	4				
複合肥料		3,103,992	26				
	化成肥料	2,860,057	24				
石灰質肥料		2,068,106	17				
	炭酸カルシウム肥料	1,188,352	10				
その他		2,419,400	20				

注) ・生産量は、「ポケット肥料要覧」による。  
 ・特殊肥料の内、無機物と思われるものを除いたものを有機質肥料とした。

(単位:万t)

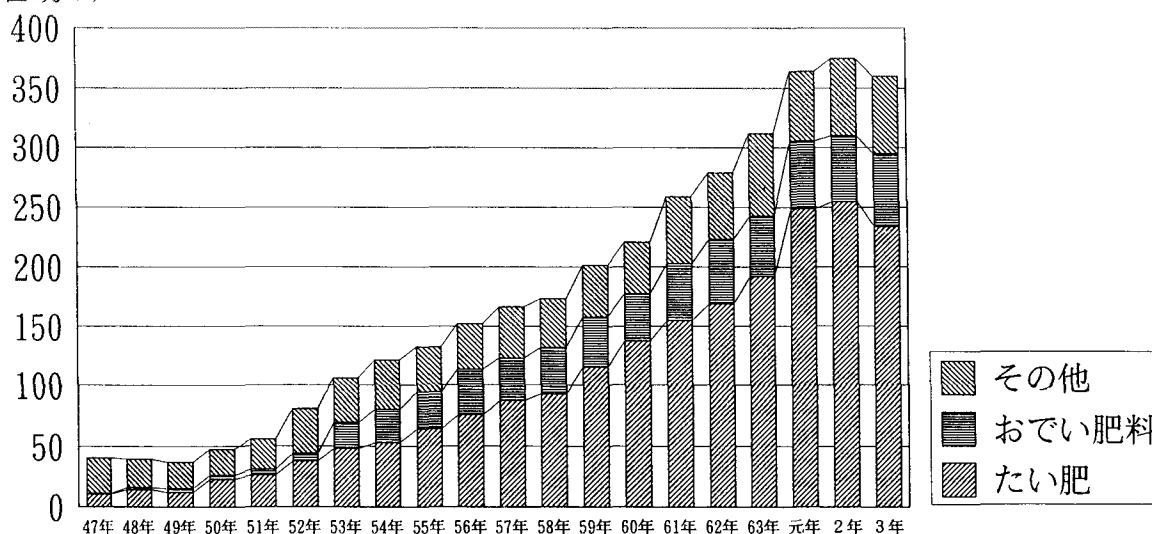


図-1 有機質肥料(特殊肥料)の生産量の推移

い肥，その他に分けられる。この内汚泥たい肥は，さらに主原料別に下水汚泥，し尿汚泥，食品工業汚泥，その他を利用したたい肥に分類される。また，おでい肥料は，主原料別に分類すると下水汚泥，し尿汚泥，食品工業汚泥，その他を利用したものに分けられる。

たい肥及びおでい肥料の生産量の推移をみると図-1に示すとおりとなる。生産量は順調な増加を示していることがわかる。たい肥の中では，家畜及び家きんのふんを主原料としたものが最も多く，次いでパークたい肥，おでいたい肥の順になっている。

#### 4. 有機質肥料の流通機構について

一般に，肥料や土壌改良材の流通は農協系と非農協系の2系統に分けられる。非農協系は，元売り(商社)→卸売→小売またはメーカー直販のような流通機構のことである。肥料全般の流通についてみれば，農協系の流通が多数を占めている。

下水汚泥製品も含まれるたい肥やおでい肥料の一般的な流通経路を示すと図-2のようになり，これらの肥料の大半は地域内の流通と考えられる。

次に，「下水汚泥有効利用状況調査報告」(平成3年度，建設省都市局下水道部)の資料をもとに下水汚泥コンポスト，乾燥汚泥肥料，脱水ケーキの流

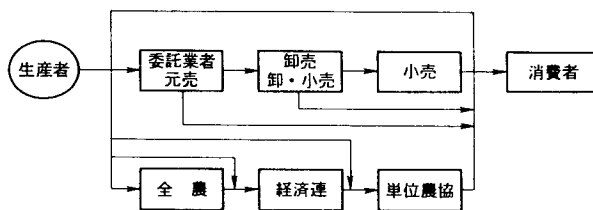


図-2 たい肥及びおでい肥料の流通経路

通状況をもてみると，表-4に示すとおりとなる。これより以下のことがいえる。

- ①およそ半分近くのケースが，原料汚泥を民間会社・業者に引き渡し，そこで製品に加工されてから流通している。これは，民間会社・業者に引き渡した方が経済性や維持管理の面で有利と判断されているためではないかと考えられる。
- ②およそ1/3のケースが，脱水ケーキを民間会社・業者に引き渡し，そこでコンポスト化されて流通する形態となっている。また，下水道事業として設置されたコンポスト化施設で生産された製品は，農協または市民・農家に引き渡されるケースが多い。
- ③乾燥汚泥肥料の場合は，処理場で乾燥汚泥肥料に加工されてから市民・農家に直接引き渡されるケースが多い。

表-4 下水汚泥肥料の流通状況(平成3年度)

単位：事例数

引き渡し性状	製品汚泥	引 き 渡 し 先							計
		農 協	公社・組合	民間会社	市民・農家	場内利用	その他・不明		
コンポスト	コンポスト	8	4	8	22	3	3	48	
	その他							0	
	小計	8	4	8	22	3	3	48	
乾燥汚泥	コンポスト			3	2		1	6	
	乾燥汚泥	1	4	4	8		1	18	
	脱水ケーキ				3			3	
	その他							0	
	小計	1	4	7	13	0	2	27	
脱水ケーキ	コンポスト		4	83			2	89	
	乾燥汚泥			9	25		1	35	
	脱水ケーキ		18	1	1		4	24	
	その他							2	
	小計	0	22	93	26	0	7	148	
その他・不明	コンポスト	1	1	3	1	3	1	10	
	乾燥汚泥		1		2	2	3	8	
	脱水ケーキ	1			3	10	1	15	
	その他						2	2	
	小計	2	2	3	6	15	7	35	
計	コンポスト	9	9	97	25	6	7	153	
	乾燥汚泥	1	5	4	10	2	5	27	
	脱水ケーキ	1	18	9	31	10	5	74	
	その他	0	0	1	1	0	2	4	
	計	11	32	111	67	18	19	258	

注) ・焼却灰や溶融スラグ利用は除いた。  
 ・1箇で複数の形態の有効利用を行っている場合は複数で数えた。  
 ・引き渡し性状のうち、堆肥はコンポストに含めた。

## 5. 有機質肥料の市場予測

本調査における生産量等の調査に基づいて、代表的な有機質肥料の将来の市場予測についての見解を以下に示す。

- ①普通肥料に含まれる有機質肥料の中で生産量の多い「なたね油かす及びその粉末」は、その肥効が施肥の回数の少なくて済む緩効性である点及びコストの点で好まれており、この状況は当面かわらないものと予想される。したがって、需要量は今後も現状程度で推移するものと推測される。
- ②特殊肥料に含まれる有機質肥料は、廃棄物利用のものが多く、今後、廃棄物の処分がますます困難になることや環境面からリサイクルの要請が高まることなどが予想されるため、今後も有機質肥料の生産量は伸びるものと推測される。しかし、農業人口の減少や後継者不足の農業の実状を考え合わせると、いずれは生産量も頭打ちとなるであろう。
- ③たい肥の中で生産量の多い「パークたい肥」は、3つの大きな団体を中心に企業的な規模の生産が行われており、近年、飛躍的に生産量が増大した。パークたい肥には、一部に作物の種子の発芽や生育を阻害する物質を含むことがあるという短所があるものの、他のたい肥に比べて施用効果が約3年と長く、また、肥料成分の吸着保持力が強く、その流亡を防ぐという長所を持っている。パークたい肥は、原料が豊富にあること、大量生産の体制が整っていること、業界により品質基準が定められていることなどから、生産量が伸びることはあっても、落ちることは今のところ考えにくい。
- ④たい肥の中で最も生産量の多い「家畜及び家きんのふん」を利用したたい肥は、パークたい肥と同様に生産量が増加している。家畜及び家きんのふんの発生地は農地と密着しているとみられ、また、あまり手を加えることなく施用できることから、使用量が減少することは考えにくい。
- ⑤下水汚泥コンポストは、下水汚泥を利用した肥料としては現在最も多く生産されている。その生産量は次第に増えてきており、小規模下水道の増加に伴い、今後もこの傾向は続くものと考えられる。他の肥料との競合という問題はあるものの、下水汚泥を利用した肥料としては、今後も最も使用量が期待できる。

- ⑥乾燥汚泥肥料については、汚泥の集約処理のできない非常に小規模の処理場などでは可能性が考えられる。現状での生産量の伸びは横ばい傾向であるが、小規模処理場に適した乾燥方法の確立や肥料の成分のバランスの良くなる添加物の工夫等によっては、使用量増加の可能性を潜在的に有していると考えられる。

## 6. 下水汚泥を利用した肥料の課題について

下水汚泥を利用した肥料について、今後の課題や将来に向けた方向性等についての所見を以下に列記する。

- ①一口に下水汚泥コンポストといっても製品の品質にばらつきが大きい。腐熟をどのような条件でどの程度行ったか、また、添加物や成分の比率がどのくらいか等、基準を設ける必要がある。
- ②下水汚泥は、肥料の成分として窒素、リンに比べてカリの比率が小さく、肥料の成分のバランスのよくなる添加物等について研究してゆく必要がある。また、添加物として粗大有機物を加える場合、C/N比が高くなり過ぎないように注意する必要がある。
- ③生産される場所、時期に応じた肥料の施用方法を案内したり、成分分析表を袋に表示し、重金属・病原菌等についての消費者の不安を取り除くなどのPRが必要である。
- ④果樹類、野菜類への施用も大切であるが、現在あまり利用されていない耕作面積の広い水稲への施用ができる肥料ができれば、需要の拡大の可能性がでてくると思われる。
- ⑤農用地での利用では、肥料の施用時期が春先と秋口にどうしても偏ってしまうので、その間の利用先や保管方法についての検討・研究が必要である。
- ⑥農業の現状を考えると、今後、肥料全体の使用量が伸びてゆくとは考えにくく、下水汚泥を利用した肥料の使用量を増加させてゆくためには、既存の肥料の市場と競合が生じると考えられる。このため、下水汚泥製品のコストダウンや高付加価値化等を進めてゆくことが必要であろう。
- ⑦乾燥汚泥肥料については、小規模処理場での汚泥の有効利用として生産されることが多いことから、地域に密着した生産・流通体制を整えてゆくとともに、小規模処理場に適した経済的で簡易であり、かつ、製品の臭気や安全性をも考

慮した乾燥方法を確立してゆく必要がある。

- ⑧有機農業への関心の高まりから、緩効性の有機性肥料が見直されている。この点では、下水汚泥を利用した肥料は緩効性の部類に入り、将来の需要増の可能性を秘めていると言えよう。
- ⑨機械化された現代農業の中では、施肥もほとんど機械化されている。製品の性状を施肥しやすいように粒状化したものも製造されるようになってきたが、今後、さらに機械化に対応した製品の改良が望まれる。(最近、機械で直接地中に肥料を練り込むことのできる練り状の「ペースト肥料」と呼ばれる肥料の売上が伸びている。)
- ⑩下水汚泥を利用した肥料の需要を伸ばすためには、農業利用の他に自治体等での緑地への利用はもちろん、一般家庭での園芸用など様々な利用先を開拓してゆく必要がある。

#### <参考> 用語の解説

##### ・有機質肥料

肥料取締法では、魚肥類、骨粉類、草本性植物油かす類等の動植物質の普通肥料をいう。土壤中での有機物の分解過程に応じて、窒素、りん酸等の肥料成分に無機化されるため、肥効は一般に緩効性である。また、窒素、りん酸、加里以外の微量元素を含有する。肥料の種類ごとに公定規格が定められている。なお、一般には生わらたい肥等のような土壌改良が主目的の粗大有機物も広義に

有機質肥料に含めることもある。

##### ・たい肥

わら、もみがら、生草、海藻または動物質の廃棄物などの有機物を主体とし、たい積腐熟させたものをいう。窒素0.30～0.65%、りん酸0.04～0.28%、加里0.38～1.38%、その他けい酸、石灰、苦土及び微量元素を含む。たい肥中の有機物は土壤中で分解されて腐植となるので、土壌の理化学的性質を良好にする。たい肥の効果は総合的で、施用年の効果よりも累積効果が大きいので、毎年施用する必要がある。積み肥(つみごえ)ともいう。最近樹皮、汚泥等の余剰有機物を原料としたものの流通量が増大している。また、乾物1kgにつきひ素50mg以下、カドミウム5mg以下、及び水銀2mg以下であり、かつ、金属等を含む産業廃棄物に係わる判定基準を定める総理府令の別表第八の基準に適合するものと規定されている。

##### ・おでい肥料

①工場もしくは事業所から排出される排水、②下水道終末処理場における下水、③し尿、④家畜排せつ物、これらをばっ気処理または発酵処理して得られるおでい及びその処理物をいう。当該肥料については乾物1kgにつきひ素50mg以下、カドミウム5mg以下及び水銀2mg以下であり、かつ、金属等を含む産業廃棄物に係わる判定基準を定める総理府令の別表第八に適合するものと規定されている。

「ポケット肥料要覧」(肥料統計協会)の肥料関係用語の解説より

#### ● この調査に関する問い合わせは

建設省土木研究所下水道部

汚泥研究室長 渡部 春樹

研究員 平山 孝浩

(財)下水道新技術推進機構

研究第一部長 佐藤 和明

技術部長 村上 忠弘

技術部技術課長 村上 孝雄

研究第一部研究員 深尾 忠司