

# 〈研究発表〉

## 浄水発生土の農業利用に関する検討

阪本 博, 青江 洋典

岡山市水道局 (〒700-0802 岡山市北区三野 1-2-1, E-mail: sakamoto@water.okayama.okayama.jp)

### 概要

岡山市水道局では、資源循環型の水道システムの構築を目標に掲げ、浄水発生土の再資源化に取り組んでいる。これまでも緑化基盤材やセメント原料などへの利用を行ってきたが、中間処理業者への処理委託であり、その費用負担が課題であった。浄水発生土の粒状化試験や農業利用のための化学試験を1年間にわたり実施した結果、発生土の理化学的性状を考慮して他の農業資材との混合を行えば、粒状化を行わないでも園芸用土として利用可能であるとの確信を得た。その後、岡山県からエコ製品の認定を受けたのを機会に販売を開始し、大々的な広報活動も行っている。

キーワード: 浄水発生土, 農業利用, 再資源化

### 1. はじめに

岡山市水道局では、資源循環型の水道システムの構築を目標に掲げ、環境マネジメントシステム(ISO14001)による環境改善、水源林事業による水源保全活動、浄水発生土の有効利用による資源リサイクルの推進などの施策に取り組んでいる<sup>1)</sup>。

浄水発生土については、1978年に局管理の最終処分場を建設して埋め立て処分を行ってきたが、廃棄物の減量化や資源の有効利用に対する意識の高まりに加え、現在の処分場を将来にわたって確保しておきたいとの判断から、これまでに中間処理業者を介しての有効利用を中心に資源リサイクルを進めてきた。1991年度からは緑化基盤材や園芸用土への利用、2004年度からはセメント原料への利用を行ってきたが、中間処理業者への費用負担が課題となっていた。

景観材など新たな有効利用を模索する中、まず浄水発生土の性状を明らかにすることが重要であるとの考えから、2005年度に農業利用への可能性を検討するための粒状化試験や土壌化学試験を行った。

### 2. 浄水発生土有効利用の現状

2000年度の浄水発生土の有効利用率は29.7%であったが(Fig.1)、緑化基盤材や園芸用土への有効利用を進めてきた結果、有効利用率は経年的に上昇してきている。2004年度には前年度の52.1%から86.5%へと大きく上昇しているが、これはセメント原料への利用を開始したことによるものである。

2007年度の浄水発生土量は1,542 m<sup>3</sup>で、内訳は加圧脱水発生土(以下、「脱水ケーキ」と記す)810 m<sup>3</sup>、

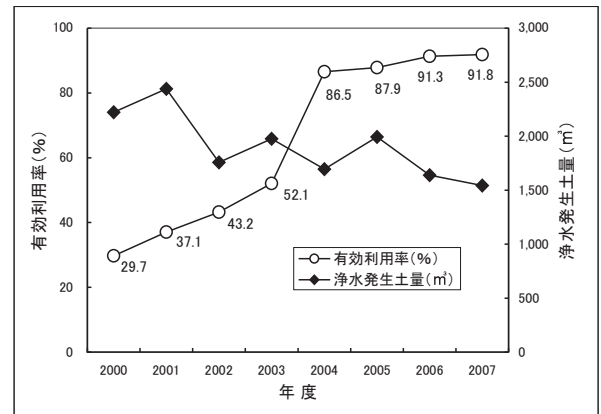


Fig.1: Annual amount of the wasted sludge and rate of its effective utilization, 2000-2007

天日乾燥発生土(以下、「天日ケーキ」と記す)732 m<sup>3</sup>である。脱水ケーキは全量を園芸用土として有効利用できたが、天日ケーキは606 m<sup>3</sup>を接地土やセメント原料として利用し、残りの126 m<sup>3</sup>は埋め立て処分を行った(有効利用率91.8%)。

一方、有効利用(中間処理)に係る経費は、従来の埋め立て処分に比べて割高であることから、1 m<sup>3</sup>当たりの処分コスト(Fig.2)は増加傾向にある。浄水発生土を低コストで有効利用することや有価物として販売することが課題である。

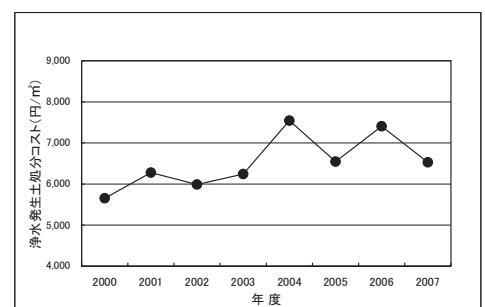


Fig.2: Disposal and recycling cost of the wasted sludge, 2000-2007

### 3. 浄水発生土の農業利用に関する検討

#### 3.1 粒状化試験

浄水発生土を粒状化して有価物として売却している例が多く見られることから、三野浄水場脱水ケーキ(以下、「三野脱水ケーキ」と記す)の粒状化試験を月1回、1年間にわたり実施した。粒状化は、発生土を風乾して破碎し、パン型造粒機で加水しながら造粒し、最後に風乾、加温乾燥する工程で行った。三野脱水ケーキは液性限界と塑性限界の差が小さいために造粒時の水分調整が難しく、造粒も困難であった。また、有効径5mmの造粒を目指して粒状化を行ったが、出来上がったものの有効径は平均で1.3mmと非常に小さく、粒径も不揃いであった。液性限界と塑性限界の差が小さいことに加え、粘土分やシリカ(SiO<sub>2</sub>)が少なく、強熱減量が大きいなどの特徴があり、これらの特徴が重なって粒状化を困難にしたと考えられる(Table 1)。

**Table 1:** Results of the granulation test of the wasted sludge

試験項目	最高	最低	平均
〈浄水発生土性状〉			
含水率(%)	74.7	61.6	69.6
液性限界(%)	80.2	68.5	75.9
塑性限界(%)	74.7	61.5	69.7
粘土分(5μm以下)(%)	19.1	4.8	8.7
シルト分(5~75μm)(%)	95.2	80.9	91.3
強熱減量(%)	33.7	24.9	30.4
SiO <sub>2</sub> (%-DS)	33.3	20.5	27.0
〈造粒化後の粒径〉			
有効径(mm)	2.2	0.4	1.3
均等係数	5.2	1.6	2.4

浄水発生土:三野浄水場脱水ケーキ 試験期間:2005年4月~2006年3月 試験頻度:月1回

#### 3.2 土壌化学試験

三野脱水ケーキを毎月1回採取し、年間を通しての農業利用のための土壌化学試験を行った(Table 2)。また、化学試験はそのままの形状の発生土(板状発生土)と3.1で粒状化した発生土(粒状発生土)の両方について実施したが、すべての試験項目で板状発生土と粒状発生土で違いは見られなかった。

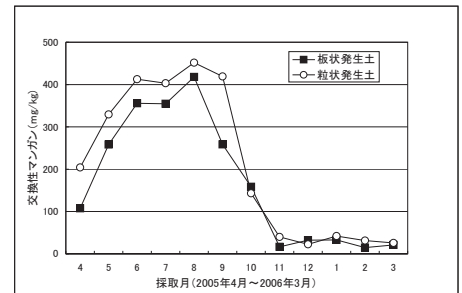
**Table 2:** Results of the chemical analyses for agricultural use of the wasted sludge

試験項目	板状発生土			粒状発生土		
	最高	最低	平均	最高	最低	平均
pH(H <sub>2</sub> O)	6.8	6.1	6.5	6.8	6.1	6.4
EC(mS/cm)	0.3	0.13	0.22	0.27	0.14	0.23
可給態リン酸(mg/100g)	3.8	1.0	2.5	3.6	0.9	2.4
リン酸吸収係数	3190	2680	2940	3080	2680	2900
T-C(%)	9.33	6.65	8.07	9.56	6.64	8.05
T-N(%)	1.13	0.65	0.89	1.15	0.65	0.88
C/N比	10.5	8.3	9.2	10.6	8.3	9.3
腐植(%)	16.1	11.5	13.9	16.5	11.4	13.9
塩基置換容量(meq/100g)	50.5	25.5	36.8	42.5	29.5	36.6
塩基飽和度(%)	22.8	9.6	15.6	21.3	10.3	15.3
交換性マンガン(mg/kg)	418	15	169	452	23	210
易還元性マンガン(mg/kg)	418	95	250	394	66	223
カドミウム(mg/kg)	0.25	0.05	0.12	0.23	0.05	0.11
銅(mg/kg)	1.1	0.1	0.5	1.2	0.2	0.5
ヒ素(mg/kg)	8.8	0.4	4.3	8.6	0.0	3.6

浄水発生土:三野浄水場脱水ケーキ 試験期間:2005年4月~2006年3月 試験頻度:月1回

三野脱水ケーキは腐植含有量が多く、塩基置換容量が大きくて保肥力の高い土壌であるが、凝集剤(ポリ塩化アルミニウム)の影響でリン酸吸収係数が高く、可給態リン酸が少ないため、利用に際してはリン酸肥料を多めに施用する必要があると考えられた。なお、凝集剤の影響はリン酸固定の間接害であり、発生土の利用による作物中のアルミニウム含有量への影響はないことが報告されている<sup>2)</sup>。

「農用地の土壌の汚染防止等に関する法律」に基づいて行った金属類の試験では、カドミウムは非汚染水田土壌の全国平均値(0.265mg/kg)に比べて少なく、銅は一般農耕地土壌の含有量(健全土壌0.8~1.5mg/kg)に比べて少なかった。ヒ素は一般農耕地土壌の含有量と大きな差はなかったが、土壌含有量基準(水田15mg/kg以下)を下回っていた。しかし、交換性及び易還元性マンガン含有量は季節変化が大きく、春から夏にかけての発生土にはマンガンを多く含まれるため(Fig. 3)、マンガンを過剰に敏感な作物では障害が発生する可能性が考え



**Fig.3:** Seasonal trend of exchangeable-manganese of the wasted sludge

られた。このマンガ含有量については、堆肥などの有機資材と混合して一定期間置くことで交換性マンガ含有量が低下することが知られている<sup>2,3)</sup>。

#### 3.3 栽培試験

3.1の粒状化試験で粒状化が困難であったこと、3.2の土壌化学試験で板状発生土と粒状発生土に違いがなかったことから、板状発生土を使用して花卉栽培を行うこととした。板状発生土は他の農業資材と混合する過程で砕かれ、適当な大きさになるため、粉碎等の措置は必要なかった。

浄水発生土は比較的病害虫や雑草種子の混入が少なく、灌水に対しても崩れにくく、透水性、通気性に優れているなど、栽培土壌としての適した性質を持っている。しかし反面において保水性に欠け、乾燥しやすい土であるので、利用にあたっては保水性のある農業資材との混合が必要である<sup>4,5)</sup>。

栽培用土の調製にはこれらの性質を考慮し、発生土を3~5割、保水性資材としてピートモス、堆肥などを2~3割加え、その他の資材としてパーライトを使用した。この栽培用土を使用してポット苗の栽培を行い、プランターへの移植に際しては、リン酸含有量が

比較的多い緩効性化成肥料を加えてプランター用土を調製した。

2007年の秋花壇から栽培を開始し、今までに秋花壇ではパンジーやビオラの栽培を、春花壇ではペチュニアやトレニアの栽培を行ってきたが、問題なく順調に栽培ができています。

## 4. 浄水発生土の販売と広報活動

### 4.1 岡山県エコ製品の認定取得

岡山県は循環型社会形成推進条例に基づき、循環型社会の形成に資する製品を岡山県エコ製品に認定する制度を設けている。栽培試験等による農業利用への可能性の立証に加え、県の公共事業への浄水発生土の販売を契機にエコ製品の認定申請を行うこととし、2008年2月に「岡エコ浄水ケーキ第3号(製品用途:園芸用土)」の認定を取得した。

### 4.2 販売の開始と広報活動

エコ製品の認定取得を機会に、2008年6月から販売を開始した。併せて局ホームページへの掲載、春花壇プランターの局内展示と水道週間でのポット苗の配布等の広報活動を行った。販売にあたっては、これまでの検討結果を踏まえ、「発生土の特徴と利用上の留意点(Fig. 4)」を説明することに心掛けた。一部新聞でも取り上げられ、件数や数量はわずかであったが、販売の継続につなげることができた。

＜特徴と利用上の留意点＞	
①	崩れにくく、透水性や通気性に優れており、軽いのが特徴です。
②	腐植質を多く含み、肥料成分を保持する能力に優れています。
③	リン分が少ないため、リン酸肥料を多めに加える必要があります。
④	春から夏にかけてはマンガンが特に多く含まれます。マンガンは植物に必須の元素ですが、その時期は浄水発生土の割合を少なくし、赤玉土(罫粒)などを混合します。
⑤	主要成分の含有率(年間平均値) pH 6.5 腐植 14% 全窒素 0.9%
＜配合割合例＞	
①	浄水発生土:3 ピートモス:2 パーライト:2 堆肥:2
②	浄水発生土:5 ピートモス:3 パーライト:2 石灰:pH調整
③	浄水発生土:4 ピートモス:1 パーライト:3
④	浄水発生土:2 腐葉土:1 赤玉土:1

Fig.4: Characteristics of the sludge and the points on agricultural utilization

販売量を増加させ、かつ販売を継続させていくためにはより積極的な広報活動が必要であると考え、局広報誌「アクア通信」に掲載することとした。2008年12月に市内全世帯に配布したところ、大きな反響があり、電話による問合せが殺到した。その後の新聞報道やテレビ取材等もあり、販売量も順調に増え、予約販

売を行っている状態である。

さらに、2009年3月開催の全国都市緑化おかやまフェアへの発生土の提供や協賛出展を行うとともに、2009年4月からは検針票の裏面にも発生土販売の広告を掲載するなど、継続的な広報活動に努めている。

## 5. おわりに

浄水発生土を有価物として販売するには粒状化等の加工が必要ではないかとの考えから検討を行ったが、三野脱水ケーキはその土質性状から粒状化が困難であり、造粒後の粒径も小さく不揃いであるとの結果となった。しかし、短時間型加圧脱水機で処理を行っているためにケーキ厚さが薄く、容易に適当な大きさに砕かれるため、発生土の理化学的性状を考慮して他の農業資材と混合すれば、そのままの形状で利用できることが分かった。

2008年6月に販売を開始して以来、11月末までの販売件数は28件、販売数量は77 m<sup>3</sup>であったが、12月の局広報誌に掲載してからは販売件数も順調に伸び、2009年3月末では販売件数246件、販売数量は232 m<sup>3</sup>となっている。浄水発生土を有価物として継続的に販売していくためには、今後も販売先の確保とともに地道な広報活動が重要であると考えている。

また、天日ケーキについても、低コストでの有効利用(中間処理)や有価物としての販売を検討することが今後の課題である。

謝辞:浄水発生土の農業利用に関する検討を行うにあたっては、岡山県農業総合センター農業試験場及び農業大学校に多大のご指導とご助言をいただいた。記して感謝の意を表します。

## 参考文献

- 岡山市水道局企画総務課:アクアプラン 2007 岡山市水道事業総合基本計画,岡山市水道局,pp.108-117(2007)
- 六本木和夫: 糞がら,家畜ふん堆肥を混合した浄水ケーキの園芸培土としての適用性,日本土壌肥料学雑誌,Vol.64, No.4, pp.385-392(1993)
- 角田真一,佐藤裕隆,大志万浩一,丸尾達,小堀英和: パーク堆肥の添加が浄水ケーキの窒素およびマンガンの挙動に及ぼす影響,園芸学研究,Vol.2, No.1, pp.9-13(2003)
- 中野直,西田悦造,山部十三生,児玉幸弘: 浄水ケーキの農業利用に関する研究,第1報花き鉢物培土への利用,三重県農業技術センター研究報告, No.16, pp.11-20(1988)
- 庄下正昭,西岡忠文,藪田信次,児玉幸弘: 浄水ケーキの農業利用に関する研究,第2報野菜育苗培土への利用,三重県農業技術センター研究報告, No.16, pp.21-31(1988)