

(58) し尿処理施設の運転管理者へのアンケートに基づく施設運転に与える浄化槽汚泥の影響調査

原田 英典^{1,2*}・松田 知成¹・松井 三郎¹

¹京都大学大学院地球環境学堂 (〒606-8501京都市左京区吉田本町)

²日本学術振興会特別研究員

* E-mail: harada@eden.env.kyoto-u.ac.jp

し尿処理施設は污水处理システムとして現在も重要な役割を担っているが、近年、受入物の性状変化に直面している。その一因には受入物中の浄化槽汚泥比率の上昇が挙げられる。本研究ではし尿処理施設の適切な運用を探るため、施設の運転管理者へのアンケート調査を実施し、浄化槽汚泥が施設の運転に与える影響を考察した。その結果、運転上の問題の多くは浄化槽汚泥に由来しており、浄化槽汚泥はし尿と比べ投入汚泥の性状変動が大きい、油脂・腐敗汚泥が混入しうるなどの問題点が挙げられた。これに対する主な対策は、し尿との混合による浄化槽汚泥の影響の緩和であった。今後の収集し尿量の減少および浄化槽汚泥比率の増加を鑑みると、より根本的な対策が求められる。

Key Words : night-soil treatment plant, johkasou, plant operation, questionnaire survey, sludge

1. はじめに

平成16年度時点での我が国の污水处理は、下水道(62.7%)、浄化槽(25.3%)、計画収集(11.7%)および自家処理(0.3%)によっている¹⁾。このうち、浄化槽および計画収集に由来するし尿もしくは汚泥の処理は、し尿処理施設(汚泥再生処理センター)に依存している。

下水道の敷設は今なお進められているが、国土の隅々まで下水道を施設することは現実的には困難であり、浄化槽および計画収集による污水处理は今後も続くだろう。さらに、浄化槽はその汚泥処理をし尿処理施設に頼ることによって成り立っている。污水处理システムにおけるし尿処理施設の果たす役割は依然として大きいと考えられる。

ところで、し尿処理施設は元々はし尿の衛生処理を目的として1950~1960年代にかけて急速に普及²⁾、下水道が未整備であった日本において衛生改善に大きく貢献した³⁾。先にも述べたように、現在は収集し尿のほか、浄化槽汚泥、さらには農業集落排水施設汚泥なども処理している。近年ではし尿処理施設におけるこれら以外の有機系廃棄物の受け入れも注目されている^{4,5)}。このように、かつてはし尿だけを処理していたし尿処理施設の

あり方は近年変化しており、污水处理システムの中でいかにし尿処理施設を有効利用していくかは重要な課題であると言える。

し尿処理施設が近年直面している変化の一つに受入物の性状変化が指摘されており^{7,8,9,10)}、その主要な要因の一つとして、浄化槽の普及などに伴う受入物中の浄化槽汚泥比率の上昇が挙げられる。平成16年度においては全国のし尿処理施設における処理量(25,013千KL/年)の54.9%¹⁾は浄化槽汚泥である。現在のような污水处理システムの運用が継続されれば、公共下水道人口の継続的な増加により処理量は減少するものの、処理量に占める浄化槽汚泥比率は今後も増加するものと予測されている¹¹⁾。

し尿処理施設がそもそもし尿の処理を目的としていたことを鑑みると、こうした受入物の性状の変化は施設の運転になんらかの影響を与えるだろう。現在、浄化槽汚泥に対応した処理フローの改良、開発、および利用が始まっているものの、多くのし尿処理施設では運転管理の中で性状の変化に対応しているのが現状だと思われる。今後、ますます浄化槽汚泥の比率が高まると予想される中でし尿処理施設を効果的に利用するためには、下水道、浄化槽およびし尿処理施設等を含む污水处理システムのあり方についての検討、および個々の処理技術について

の検討と同時に、運転管理についての検討も重要であると考えられる。

本研究では、今後浄化槽汚泥比率が上昇するだろうなかで、汚水処理施設の適切な運用を探るため、し尿処理施設の運転管理者に対してアンケート調査を実施することにより、浄化槽汚泥がし尿処理施設の運転管理に与える影響について考察した。

2. 方法

本研究ではし尿処理施設の運転管理者に対してアンケート調査を行った。

(1) 調査対象

主工程が標準脱窒素処理方式（以下、標準脱窒素）、高負荷脱窒素処理方式（以下、高負荷）もしくは膜分離高負荷脱窒素処理方式（以下、膜分離高負荷）¹²⁾であるし尿処理施設（汚泥再生処理センター）を調査対象とした。3処理方式はいずれも生物学的脱窒素処理であるため主反応槽の処理原理は同様である。標準脱窒素では受入物は通常5倍から10倍の希釈率で処理されるのに対し、高負荷では曝気方式の改善などにより高MLSS運転を可能にし、ほぼ無希釈で処理される¹²⁾。膜分離高負荷では高負荷方式の主反応槽の後および凝集沈殿後に膜による固液分離を行う。

上述の3方式のいずれかを有し、大阪府、京都府、滋賀県、兵庫県、鳥取県、奈良県、和歌山県、徳島県および香川県の計9府県内で稼動する77施設を対象にアンケート調査を行った。

なお、近年の浄化槽汚泥比率増大に対応するため、主反応槽の前に凝集分離工程を設置した浄化槽対応型の脱窒素処理方式と呼ばれる方式があるが、上述の3方式の前処理を改良したものと考え、3方式のうち主工程が同じ方式にそれぞれ含めた。嫌気性消化・活性汚泥法処理方式および好気性消化・活性汚泥法処理方式等は稼動年数が比較的長い処理施設が多く、今後上述の3方式に改修される可能性が高いため、本研究の対象には含めなかった。

(2) 調査方法

アンケート実施に先駆けて、1つの処理施設において5日間、日常業務についての研修を受けると共にインタビューを実施した。この研修およびインタビュー結果に基づき、アンケート調査の質問項目を作成した。調査では、処理施設の基本情報に加えて、運転の現状と問題点、および浄化槽汚泥比率の増大が施設の運転管理に与える影

響を検討するために、以下の内容の質問をおこなった。

a) 達成困難な水質指標

各処理施設ごとに、pH、SS、BOD、COD、T-N、T-P、色度および大腸菌群数についての目標水質を記入する。さらに、目標水質を満たす上で最も達成が難しいと考えられる水質項目を一つ選択する。

b) 水質の維持および管理を困難にする原因

水質維持管理を困難にする原因として、「浄化槽汚泥の混入率増大」、「施設稼働率の過大」、「投入物への異物混入」、「投入物の希薄化」、「施設の老朽化」、「施設の性能不足」、「設備の故障」、「運転維持能力の不足」および「その他」の中から選択する（複数選択可）。

c) 受入物中の異物

受入物へ混入されて運転管理を困難にする主な異物を自由記述する。

d) 浄化槽汚泥比率

施設の平成15年度の平均の浄化槽汚泥比率を記入する。

e) 浄化槽汚泥の運転への影響

浄化槽汚泥の混入が原因で施設の運転が困難になっていると感じるかを、「そう感じる」、「ややそう感じる」、「どちらとも感じない」、「あまりそう感じない」および「そう感じない」の中から一つ選択する。

f) 浄化槽汚泥の混入により運転が困難になる原因

前項で「そう感じる」および「ややそう感じる」と答えた施設に対して質問する。浄化槽汚泥の混入により運転が困難になる原因と考えられるものとして、「腐敗汚泥の混入」、「油分の増加」、「薬品類の混入」、「し尿と比べ投入浄化槽汚泥の性状変動が大きいこと」および「その他」の中から選択する（複数選択可）。

g) 対策

浄化槽汚泥比率の増大に対して対策を採っている施設はその対策を自由記述する。

以上に加えて、当該施設における今後の運転上の問題点、改善点およびその他についての自由記述を設けた。すべての質問に対して原則的に平成15年度におけるデータの回答を依頼した。なお、アンケート調査票の配布は郵送により、調査票の回収はFAXによりおこなった。

(3) 検定方法

多群の差の検定はノンパラメトリック検定であるKruskal-Wallis検定にて行い、有意さが認められた場合には、多重比較を行った。多重比較はMann-WhitneyのU検定を繰り返し、Bonferroniの補正により有意水準は比較の組み合わせの数で除したものをを用いた。

3. 結果および考察

(1) アンケート回答施設の基礎情報

調査対象である77施設にアンケート票を送付したところ、38施設からの回答を得た。そのうち1施設はEメールにより回答を得た。本アンケート調査の回収率は49.4%であった。なお、1施設は回答に大幅な不備があったため分析から除外し、本項ではこれ以外の37施設に対して議論を進める。

回答を得た施設の処理方式ごとの特徴を全国平均処理規模²⁾とともに表-1に示す。浄化槽汚泥対応型の施設は高負荷方式に1施設、標準脱窒素方式に2施設、および膜分離高負荷方式に1施設含まれた。3処理方式共に、回答施設の平均処理規模は全国平均の処理規模を上回った。これは、対象施設を有する地域に比較的処理規模の大きい都市域が多く含まれたためと思われる。

膜分離高負荷の稼働年数が7.9年と、他の2処理方式とは大きく異なる。これは、膜分離高負荷が比較的新しい処理方式であり、近年導入が進んでいるためであると考ええる。

平均浄化槽汚泥比率とは、それぞれの処理施設の浄化槽汚泥処理量を全処理量で除した値の百分率である。標準脱窒素方式、高負荷方式および膜分離高負荷方式それぞれの平均浄化槽汚泥混入率は46.9%、58.9%および53.1%であった。前述したように平成13年度の全国平均浄化槽汚泥混入率は49.1%であり²⁾、回答施設の高負荷および膜分離高負荷の混入率は、全国平均よりも高かったが、おおむね50%前後であり、以下の考察において全国的な平均との特別な差異があるとは考えない。なお、浄化槽汚泥の混入率の最大値および最小値はそれぞれ12.6%および91.0%であり、ともに標準脱窒素方式の施設での値であった。

各処理施設の資源化工程については、乾燥汚泥利用および堆肥化があったが、これらの工程からの排水量は限られ水処理過程への影響は少ないものと考え、水処理過程に対する以下の考察では資源化工程の違いは区別しないものとした。

(2) 達成困難な水質指標

各施設は、pH、SS、BOD、COD、T-N、T-P、色度お

よび大腸菌群数についての目標水質を回答した。最も達成が困難であると単一選択した水質項目を、図-1に示す。有効回答数が22と低くなったのは、複数選択および未選択が含まれたことによる。

最も達成が困難である水質項目として挙げられたのは、T-N、CODおよびT-Pが、それぞれ有効回答施設の86%、9%、5%であった。なお、目標水質はそれぞれの処理施設ごとに異なり、その値はT-N、CODおよびT-Pのそれぞれに対して、最頻値10 mg/l (N=18)および平均11.6 mg/l、最頻値20 mg/l (N=17)および平均22.0 mg/l、および最頻値1.0 mg/l (N=17)および平均1.5 mg/lであった。以上より、施設ごとに目標値はいくらか異なるものの、大部分の施設ではT-Nが最も達成困難な水質項目と考えていることがわかった。なお、CODを挙げた2施設のうちの1施設ではT-Nの目標値が30 mg/lと高くその達成が比較的容易と考えられ、もう1施設ではCODの目標値が15 mg/lと低く、その達成が比較的困難と考えられた。T-Pを挙げた1施設は、3項目とも最頻値と同様であった。

本研究では、標準脱窒素方式、高負荷方式および膜分離高負荷方式の施設を調査対象としており、すべての施設は生物学的脱窒素処理に基づく。これらの方式を利用しても、窒素の十分な除去は最も留意すべき水質管理事項であると言えるだろう。

(3) 水質管理を困難にする原因と考えられる項目

水質管理を困難にする原因と考えられる項目の回答結果(複数選択)を図-2に示す。有効回答施設のうち59%の施設は、水質管理を困難にする原因の一つとして、浄化槽汚泥比率の増大を挙げた。浄化槽汚泥比率の増大は、処理施設の運転管理に悪影響を与える可能性が示唆される。

有効回答施設の49%は、受入物への異物混入を水質管理を困難にする原因の一つとして挙げた。異物混入に関する詳細は次項(4)で検討する。

有効回答施設の38%は受入物の希薄化(濃度低下)を水質管理を困難にする原因の一つとして挙げた。受入物が希薄化した原因として、汲み取り便所の簡易水洗化による収集し尿の希薄化が指摘されている¹²⁾。さらに、収集浄化槽汚泥の濃度は収集し尿の濃度と比べ希薄である。日本環境衛生センターの調べ⁷⁾では、収集し尿のBOD、

表-1 回答施設の基礎情報 (括弧外の値は平均値および括弧内の値は標準偏差)

処理方式	施設数	処理規模 (kL/day)	稼働年数 (年)	浄化槽汚泥比率(%)	全国平均処理規模(kL/day) ²⁾
標準脱窒素	17	21.6 (97.1)	16.4 (8.1)	46.9 (21.6)	105.0
高負荷	13	88.1 (90.0)	13.2 (5.0)	58.9 (13.2)	83.0
膜分離高負荷	7	06.3 (53.3)	7.9 (3.9)	57.0 (22.4)	63.3
合計	37	06.9 (87.2)	13.7 (7.1)	53.1 (19.6)	88.6

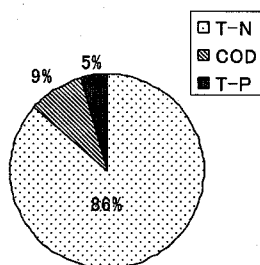


図-1 最も達成困難である水質項目 (N=22)

表-2 投入物中の異物 (複数回答, N=32)

異物種類	回答数
油脂	26
薬品	8
砂	4
生理用品・紙おむつ等	3
腐敗汚泥	2
ビニール・ナイロン等のプラスチック類	2
その他	3

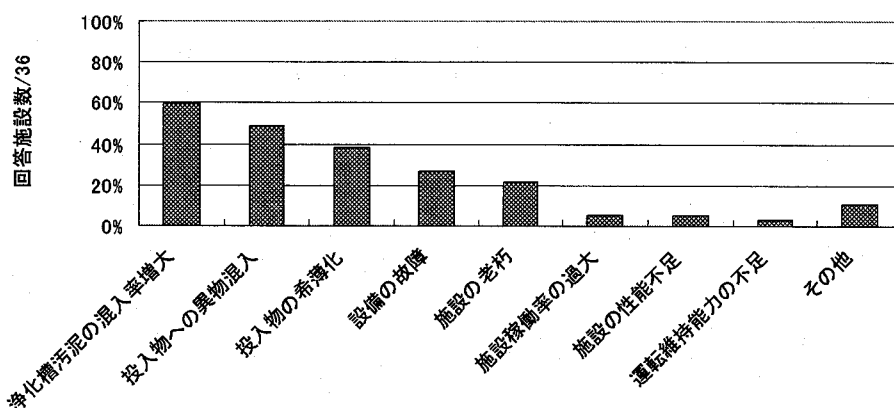


図-2 水質の維持管理を困難にする原因として考えられる項目 (複数回答, N=36)

T-NおよびT-Pの平均値はそれぞれ9500 (mg/l), 2700 (mg/l) および360 (mg/l)であり, 収集浄化槽汚泥のBOD, T-NおよびT-Pの平均値はそれぞれ3900 (mg/l), 580 (mg/l)および130 (mg/l)である。これより受入物の希薄化の一因として, 浄化槽汚泥比率の増大が考えられる。収集し尿量が減少し, 浄化槽汚泥比率が高まっている現状を考えると, 受入物の希薄化と浄化槽汚泥比率の増加は関連性が高いと言える。

水質管理を困難にする原因として考えられる項目の上位3項目である「浄化槽汚泥の混入率増大」, 「受入物への異物混入」および「受入物の希薄化」は, 浄化槽汚泥の混入率増大と極めて関連性が高い。これら3項目のいずれかを選択している施設は36施設中32施設 (84.2 %) であり, 大部分の施設は, 浄化槽汚泥混入率増大の影響で運転管理が困難になったと考えていると言える。

(4) 受入物中の異物

受入物中の異物の記述結果を表-2にまとめた。調査結果によると主要な異物は油脂であった。いくつかの施設

は厨房由来の油脂の懸念を具体的に挙げた。受入物への油脂の混入はし尿処理施設の運転に大きな影響を及ぼすことが示唆される。なお, 油脂および腐敗汚泥は汲み取り便所からのし尿には混入せず, 浄化槽汚泥にのみ混入すると考えられる。つまり, 浄化槽汚泥比率が低い施設では油脂の混入は少ないものと予想される。前項(3)では, 浄化槽汚泥比率の増大が施設の運転管理に悪影響を与えることが指摘された。浄化槽汚泥に伴う油脂の混入は, 浄化槽汚泥比率の増大が運転管理に悪影響を与える原因の一つとして考えられる。

異物として薬品が8施設において指摘された。予備調査では医療機関およびクリーニング店など, 薬品を大量に利用する施設の浄化槽汚泥を施設に搬入した際にしばしば運転が困難になることから, 異物として薬品が施設の運転管理者により指摘されていた。本調査でもこうした背景から異物として薬品が挙げられたと考えられる。なお, 薬品としては, 医療用薬剤, 消毒剤, 洗剤が挙げられた。

生理用品・紙おむつ等が3施設において, ビニール, ナイロン等のプラスチック類が2施設において指摘され

た。これらは汲み取り式便所の便槽へは混入するが、通常水洗トイレを使用する浄化槽への混入は少ないと考えられる。したがって、これらは汲み取り便所からのし尿等に主に混入される異物であると考えられる。

(5) 浄化槽汚泥の運転管理への影響

浄化槽汚泥の混入により施設の運転管理が困難になっていると感じているか、との質問に対する回答結果を図-3に示す。回答者の6割は、「そう（困難になっている）感じる」、もしくは「ややそう感じる」と回答しており（小計60%）、「そう感じない」、もしくは「あまりそう感じない」（小計35%）を大きく上回った。6割の処理施設では浄化槽汚泥の混入により施設の運転管理が困難になっていると感じており、浄化槽汚泥混入による運転管理への悪影響が示唆される。回答結果の「そう感じない」、「あまりそう感じない」、「どちらでもない」、「ややそう感じる」および「そう感じる」に対して、それぞれ、1, 2, 3, 4および5の得点をつけて浄

化槽汚泥比率と困難を感じる程度との間の相関を処理方式を区別せず調べたが、相関は見られなかった。

なお、浄化槽汚泥対応型の4施設の結果は、「そう感じる」が2施設、「そう感じない」が1施設、および「どちらでもない」が1施設であった。浄化槽汚泥対応型の調査施設数が少ないものの、浄化槽汚泥対応型の施設においても浄化槽汚泥比率の増大は運転管理への悪影響を与えていることが示唆された。

続いて処理方式ごとの検討を行うために同じ結果を処理方式によりクロス集計した結果を表-3に示す。3処理方式それぞれにおいて困難さの得点と浄化槽汚泥比率との間の相関を調べたが、相関は見られなかった。

さらに運転管理が困難になる要因を探るため、運転管理への悪影響が大きいグループ（「そう感じる」および「やや感じる」）と小さいグループ（「あまりそう感じない」および「そう感じない」）の2グループの間で、浄化槽汚泥比率、施設の稼働年数および処理規模の差を調べた。標準脱窒素方式に関して、影響が大きいグルー

表-3 浄化槽汚泥混入により運転が困難になったと感じるかとの問いに対するクロス集計結果

	回答数					横計	平均値	中央値
	そう感じない (1)	あまりそう感じない (2)	どちらでもない (3)	ややそう感じる (4)	そう感じる (5)			
標準脱窒素	5	2	1	7	2	17	2.9	4
高負荷	0	2	0	6	5	13	4.1	4
膜分離高負荷	1	3	1	2	0	7	2.6	2
総計	6	7	2	15	7	37	3.3	4

表-4 浄化槽汚泥混入により運転が困難になったと感じる程度に関する処理方式ごとの差異の検定結果（Z値。[†] $P<0.1$, ^{*} $P<0.05$ ）

	標準脱窒素	高負荷	膜分離高負荷
標準脱窒素	-	[†] 2.228	0.562
高負荷	-	-	[*] 2.538
膜分離高負荷	-	-	-

表-5 浄化槽汚泥の混入により運転が困難になる原因
（複数回答、N=22）

浄化槽汚泥混入により施設の運転が困難になる原因	回答数 (N=22)
し尿と比べ投入汚泥の性状変動が大きい	14
油分の増加	10
腐敗汚泥の混入	9
薬品類の混入	5
その他	4

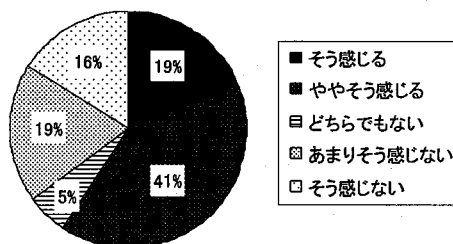


図-3 浄化槽汚泥による運転の困難さの感じ方 (N=37)

プの移動年数は平均16.1年(標準偏差4.7年)および中央値18年であるのに対し、影響が小さいグループは平均11.0年(標準偏差4.9年)および中央値10.5年であった。検定によるとこの差は有意ではなかったものの、影響が大きいグループは小さいグループよりも古い施設である傾向が見られた。比較的新しい施設ではそれ以外になんらかの対策が講じられていることが示唆される。具体的な対策については(7)で述べる。

処理方式間の浄化槽汚泥混入による影響の感じ方の違いを検討するために、困難を感じる程度に対して付与した得点を処理方式に関して多重比較した結果を表-4に示す。高負荷方式はその他の2方式と有意な差(高負荷および標準脱窒の間は $\alpha=10\%$ 、高負荷および膜分離高負荷との間は $\alpha=5\%$)があることがわかった。高負荷方式の施設では他の2方式の施設と比べ、浄化槽汚泥の混入による運転の困難さを強く感じていると言える。しかし、本研究にて得られたデータからはこの原因は明らかにできなかった。

各処理場は主反応槽にし尿・浄化槽汚泥を投入する以前に、いくつかの方法の前処理施設を有している。また浄化槽汚泥比率が同様であっても、地域・時期により浄化槽汚泥の性状が異なることがあると予想される。本調査では検討されなかったが、前処理方法の違いおよび受入汚泥の地域特性などの諸要素が運転の困難さに影響した可能性がある。

(6) 浄化槽汚泥の混入により運転が困難になる原因

前項(5)で「そう感じる」、もしくは「ややそう感じる」と回答した施設に対して、浄化槽汚泥の混入により施設の運転が困難になる原因を質問した結果を表-5に示す。原因としてもっとも多い回答は、「し尿と比べ投入汚泥の性状変動が大きい」であった。日本環境衛生センターの調べ⁷⁾によると、収集し尿のBOD、T-NおよびT-Pの変動係数(標準偏差を平均値で除した値)はそれぞれ0.368、0.332および0.472であり、収集浄化槽汚泥のBOD、T-NおよびT-Pの変動係数は0.615、0.759および0.662である。この結果からも、収集浄化槽汚泥の性状変動は収集し尿と比べ大きいことがわかる。浄化槽汚泥の性状は浄化槽の処理方式および維持管理状況等の違い等により大きく変動すると言われる。収集浄化槽汚泥の性状変動による施設の運転への影響が懸念される。その他の項目については、前述の(4)「受入物中の異物」で考察した結果と同様であるため省略する。

(7) 浄化槽汚泥比率増加の対策

浄化槽汚泥の混入増加に対する対策を記述式で質問した結果をまとめる。浄化槽汚泥対応型の施設以外の主な

対策は、浄化槽汚泥の収集量が一時的に増加した際に浄化槽汚泥比率が高い受入物が反応槽に流入するのを避けるために、浄化槽汚泥を処理反応がより容易なし尿と混ぜ浄化槽汚泥比率をできるだけ下げて処理する方法である。具体的には、貯留槽を大きくする、し尿貯留槽と浄化槽汚泥貯留槽を一定期間ごとに入れ替える、浄化槽汚泥の受入日を調整する等の対策が挙げられた。その他、新たな設備の導入として油分散剤注入装置の設置、アルコールの投入などが挙げられた。

(8) その他

収集し尿の減少および収集浄化槽汚泥の増加が今後進む中で施設の運転が困難になることへの懸念を、いくつかの施設が自由記述の中で記した。また、し尿および浄化槽汚泥を合わせた処理量が減ることにより、処理費単価の増大を懸念する処理場もあった。施設の老朽化などの懸念を示している処理場もいくつかあった。

現状の運転の改善点としてはプロセス用水についての指摘が多く、処理水の再利用およびプロセス用水の安定供給などを指摘する施設があった。さらに、油脂分離機および砂分離装置の設置もしくは改善について指摘する施設があった。

4. 結論

本研究ではアンケート調査により浄化槽汚泥がし尿処理施設の運転に与える影響について検討した。し尿処理施設の受入物における浄化槽汚泥比率の増加は、施設の運転に悪影響を与えることが示唆された。これへの対策として浄化槽汚泥対応型の施設は存在するものの、それ以外の施設が未だ多く、そうした施設での浄化槽汚泥比率の増加に対する主な対策はし尿との混合であった。

浄化槽は汚泥処理を他の施設で行う必要がある設備であり、ここに、現在の浄化槽がし尿処理施設に依存している姿が見える。今後、収集し尿が減少し浄化槽汚泥混入率がさらに増加するであろう中では、し尿との混合は効果的な対策とはなりえない。浄化槽汚泥比率が高い受入物に対応できるようにし尿処理施設の改造・開発などは現状でも行われている。本研究では浄化槽汚泥対応型に関する調査結果が限られ、現在の浄化槽汚泥対応型の施設はこうした問題に対する解決策になるかの十分な議論ができなかったが、浄化槽汚泥対応型の施設においても悪影響が生じることが示唆された。

し尿の処理を主目的に発達してきたし尿処理施設における浄化槽汚泥比率増大による運転管理への悪影響に対する今後の対応としては、浄化槽汚泥対応型によるこうした問題の解決の可能性をより詳細に探ると共に、浄化

槽汚泥比率が極めて高くなった場合を考えると、し尿処理施設を浄化槽汚泥処理施設として適切に利用できるようにし尿処理施設の処理プロセスにおける根本的な技術革新が必要、もしくはし尿処理施設に依存する現在の浄化槽システムのあり方の見直しが必要となるのかもしれない。

謝辞：本研究の一部は（社）土木学会 環境工学委員会 污水处理施設適正整備手法検討小委員会の調査として、また（独）日本学術振興会の「特別研究員奨励費」の支援を受けて行われました。関係各位に感謝します。

参考文献

- 1) 環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部 廃棄物対策課 日本の廃棄物：日本の廃棄物処理 平成16年度版, 2006.
- 2) 井上雄三：し尿処理の歴史と汚泥再生処理センター, 都市清掃, 第57巻, 第261号, pp. 431-437, 2004.
- 3) 眞柄泰基：日本における浄化槽の歴史と現状, 第3回世界水フォーラム浄化槽分科会要旨集, 2003
- 4) 米山豊, 竹野勝彦, 清水紀久夫, 内藤龍雄, 板垣文夫, 安原義光, 中田六雄：し尿系汚泥と生ごみを対象としたメタン発酵実施施設の処理特性, 廃棄物学会論文誌, Vol. 15, No. 3,

- pp. 155-164, 2004.
- 5) 吉野好太郎, 伊藤恵治, 森田昭：有機物資源回収方法としての堆肥化に関する検討（その1）, 日本環境衛生センター所報, No. 24, pp. 58-63, 1997.
 - 6) (株) エックス都市研究所：平成14年度 バイオマス利用事業導入モデル検討調査報告書, 2003.
 - 7) 岡崎貴之, 清水敏秀, 森田昭：し尿処理施設の精密機能検査にみる運転実績の現状について（第4報）, 日本環境衛生センター所報, No. 28, pp. 81-97, 2001.
 - 8) 古賀博昭, 篠原功, 西田強, 印藤彰：し尿処理施設の精密機能検査にみる運転実績の現状について（第3報）, 日本環境衛生センター所報, No. 26, pp. 90-103, 1999.
 - 9) 清水敏秀, 吉野好太郎：し尿処理施設の精密機能検査にみる運転実績の現状について（第2報）, 日本環境衛生センター所報, No. 23, pp. 60-66, 1996.
 - 10) 篠原功, 古賀博昭, 弥永和由, 豊福裕邦, 中村昭彦：し尿処理施設の精密機能検査に見る運転実績の現状について, 日本環境衛生センター所報, No. 23, pp. 60-66, 1996.
 - 11) 雨宮正明：「汚泥再生処理センターの基盤整備と需要量予測」について, 都市清掃, 第57巻, 第261号, pp. 447-450, 2004.
 - 12) (社) 全国都市清掃会議：汚泥再生処理センター等施設整備の計画・設計要領, (社) 全国都市清掃会議, 東京, 2003.

(2007.5.25 受付)

Effects of Johkaso Sludge on the Operation of Night-soil Treatment Plants based on a Questionnaire Survey to Plant Operations Managers

Hiddenori HARADA^{1,2}, Tomonari MATSUDA¹, Saburo MATSUI¹

¹ Graduate School of Global Environmental Studies, Kyoto University

² Research Fellow, Japan Society for the Promotion of Science

Night-soil treatment system has still played the crucial role as a wastewater treatment system in Japan. Recently, the plants are facing the change of treated objectives characteristics. One of the main reason of its change may be the increasing volume ratio of *Johkasou* sludge among total treated objectives. Aiming at the betterment of night-soil treatment system management, we investigated the effects of *Johkasou* sludge on the operation of night-soil treatment plants based on a questionnaire survey to the plant operations managers. The results indicated that a large number of the problems during plant operation were derived from *Johkasou* sludge, of which characteristics varied more widely than excreta and which contained fatty oil and decayed sludge. Also, it was suggested that *Johkasou*-sludge adaptive treatment plants could not give a satisfactory solution for this problem. A primary measure against such problems was to alleviate the negative effect of *Johkasou* sludge by mixing with excreta. Other fundamental measures, however, may be required, considering the increasing volume ratio of *Johkasou* sludge and reducing that of excreta in near future.