

980605

平成10年度

厚生科学研究費生活安全総合研究事業

浄化槽等の汚泥の減量・減容
及び再生技術に関する研究
報告書

平成11年3月

財団法人 日本環境整備教育センター

平成 10 年度
厚生科学研究費生活安全総合研究事業
浄化槽等の汚泥の減量・減容及び再生技術に関する研究
報告書 目次

はじめに

1. 研究の目的	1
2. 研究内容及び実施方法	1
3. 各分担研究の要旨	3

第 1 章 浄化槽汚泥の減量化及び収集運搬の効率化に関する研究

1. 1 はじめに	8
1. 2 し尿・浄化槽汚泥受入れ状況等調査結果	8
1. 2. 1 目的	8
1. 2. 2 調査概要及び結果	8
(1) し尿等の処理実績	9
(2) し尿処理施設等の運転状況	13
(3) 発生汚泥（残渣）について	21
(4) 施設の更新・改良計画	24
1. 2. 3 まとめ	27
別紙 1	28
1. 3 浄化槽の現場における汚泥の濃縮技術	34
(1) 浄化槽の現場において用いられる汚泥濃縮装置	34
(2) 濃縮汚泥の搬出作業への影響	34
1. 4 浄化槽汚泥の分解促進方法	37

第 2 章 汚泥処理過程及び再生物の衛生的安全性の評価に関する検討

2. 1 研究目的	40
2. 2 研究材料	40
2. 2. 1 ウィルスと細胞	40
2. 3 研究方法及び研究結果と考察	40

2.3.1	ウイルス吸着モデル	40
(1)	イオン交換樹脂へのウイルス吸着率測定	40
2.3.2	吸着モデルでの塩濃度上昇によるウイルスの遊離	41
2.3.3	吸着モデルへの pH の影響	42
2.3.4	汚泥での塩濃度上昇によるウイルスの遊離	43
(1)	浄化施設採取汚泥	43
(2)	ウイルスの吸着と放出量の測定	44
2.4	結論	47
2.5	今後の計画	47

第3章 汚水処理及びコンポスト化過程における微生物叢検索及び分離菌の性状解析に関する研究

3.1	はじめに	49
3.2	沈殿池（ラグーン）における微生物動態	49
(1)	ラグーン処理水の化学成分	49
(2)	ラグーン処理水の菌数	50
3.3	コンポスト化過程における悪臭物質分解微生物の検索	52
(1)	コンポスト化過程におけるスカトール及びインドールの消長	52
(2)	スカトール及びインドール好気性分解細菌の消長	52
(3)	スカトール及びインドール好気性分解細菌の構成	53
(4)	分離細菌の酵素活性	54
3.4	まとめ	55

第4章 汚泥と化学肥料による栽培比較及び栽培に用いるための形態に関する研究

4.1	研究目的	56
4.2	浄化槽汚泥を肥料として用いるための条件	56
4.2.1	現在の環境汚染型農業に対する提言	56
4.2.2	有機物資源の偏在	56
4.2.3	食料生産に係る社会的問題	57
4.2.4	汚泥発生・処理問題の根本原因	58
4.2.5	汚泥や有機性廃棄物の行方	59
4.3	苗ポットの製作と課題	60

第5章 建設材料など他の用途への浄化槽汚泥等の再生技術開発に関する研究

5.1	はじめに	65
5.1.1	本研究の背景	65
5.1.2	本研究の目的	66
5.2	浄化槽汚泥からの生分解性プラスチックの直接合成	67
5.2.1	実験	67
5.2.2	結果と考察	67
5.3	PHA共重合体の単量体組成に対する培養条件の影響	68
5.3.1	実験	68
5.3.2	結果と考察	68
5.4	まとめ	72

第6章 浄化槽汚泥ファージに関する研究

6.1	はじめに	74
6.2	浄化槽汚泥からのファージの検出	74
6.3	バチルスファージからの新規溶菌酵素の探索	78
6.4	今後の予定	83

はじめに

1. 研究の目的

生活環境の保全及び公衆衛生の向上を目的とした生活排水対策に、合併処理浄化槽の設置・整備が推進されている。合併処理浄化槽は、し尿のみを処理する単独処理浄化槽に比べ、雑排水の未処理放流を防止できる点から効果的であるが、その分、発生する汚泥量は増加し、質的にも性状が異なる傾向にある。これら浄化槽汚泥の多くは、既存のし尿処理施設において処理されているが、汚泥の量的、質的な変化がし尿処理施設の処理機能等に様々な影響を及ぼし、浄化槽汚泥の処理を困難にしている例が認められる。

一方、浄化槽汚泥は資源の少ないわが国において、将来的に有望な資源であり、有機質資源として有効利用するための試みも行われつつある。合併処理浄化槽の普及促進を進めるにあたっては、汚泥の減量化や再生利用等の対策を早急に検討し、実用化の目途を立てる必要がある。

さらに、合併処理浄化槽の処理水についても、昨今問題となった病原性大腸菌 O-157 やクリプトスポリジウム等による感染を考慮し、衛生学的な面から安全性を確保することが必要である。また、細菌、原虫及びウイルスは汚泥中に濃縮されることが明らかとなっており、汚泥処理過程における衛生学的安全性の確保は必須の条件となっている。

本研究は、汚水処理過程において発生する汚泥の減量化及び再生利用等を推進するための具体的な方法を検討し、汚泥の的確な処理による生活環境の保全、公衆衛生上の安全の確保及び有機質汚泥の循環利用による資源の有効利用等に貢献しようとするものである。

2. 研究内容及び実施方法

合併処理浄化槽の設置・整備が推進され、それに伴って発生する余剰汚泥対策は合併処理浄化槽の普及・推進に不可欠である。したがって、汚泥の減量化、再生利用等の推進、汚泥処理方法の検討等が急務となっている。

さらに、衛生上の観点、農業利用上の観点及び他分野への応用の観点等、幅広い分野からの視点に立った検討が必要と考えられる。そのため、本研究を実施するにあたっては「浄化槽等の汚泥の減量・減容及び再生技術に関する研究委員会」を財団法人日本環境整備教育センターに設け、推進することとした。

委員会の構成は、以下に示すとおりである。

委員長 : 大森英昭 ((財) 日本環境整備教育センター理事兼調査研究部長)

委員 : 井上義夫 (東京工業大学生命理工学部教授)

: 小川人士 (玉川大学農学部講師)

: 丹治保典 (東京工業大学生命理工学部助教授)

：中井 裕（東北大学農学部助教授）

：中嶋睦安（日本大学生物資源科学部教授）

本研究内容を整理し、項目別に分類すると次のとおりとなる。

①浄化槽汚泥の減量化及び収集運搬の効率化に関する研究

浄化槽汚泥減量化のため、オゾン酸化・化学処理・生物発酵に関する検討、及び中小規模用の簡易な濃縮技術の開発の資料収集、基礎実験及び実証実験を行う。また、収集運搬効率化のため、バキューム車の改良、濃縮・脱水車の試験及び評価を行う。

②汚泥処理過程及び再生物の衛生的安全性の評価に関する研究

病原微生物として注意すべき細菌、ウイルスの特定及び検出方法の検討、及び水処理、汚泥処理過程の病原微生物の消長に関する検討を行う。また、病原微生物の不活化処理方法に関する検討の基礎実験及び実規模実験を行い、汚泥処理に係る衛生学的ガイドライン策定に向けた検討を行う。

③汚水処理及びコンポスト化過程における微生物叢検索及び分離菌の性状解析

臭気物質分解菌等の微生物叢の検索、有用微生物の単離、微生物の特性解析、有用微生物の培養と活用、及び高品質コンポストの条件と微生物の役割を検討する。

④汚泥と化学肥料による栽培比較及び栽培に用いるための形態に関する研究

汚泥による肥料効果の検討、汚泥からの苗ポット作製及び必要条件の検討を行う。また、作物及び農業従事者の要求する肥料形態を模索するため、化学肥料混合による肥料成分調整方法の検討、汚泥肥料、苗ポットの流通の課題を検討する。

⑤建設材料など他の用途への浄化槽汚泥等の再生技術開発に関する研究

浄化槽汚泥の性状解析、調質方法の基礎的検討を行い、その基礎研究の成果を踏まえたピーカー実験及びベンチスケールの実験を行い、プラスチック生産の実用化を試みる。

⑥浄化槽汚泥ファージに関する研究

汚泥中の特定の種に感染するファージを用いた、種の増殖抑制やファージを介した遺伝子伝播による難分解性物質の効率的分解促進の可能性について、ファージの検索、難分解性物質分解促進の検討を行い、さらに、ファージの溶菌酵素からの抗菌剤作製等の検討を行う。

3. 各分担研究の要旨

① 第1章 浄化槽汚泥の減量化及び収集運搬の効率化に関する研究

浄化槽汚泥の大部分を処理しているし尿処理等施設に対し、し尿・浄化槽汚泥受入れ状況等調査を実施し、浄化槽汚泥の処理状況を検討した。日最大受入れ量を超過する施設数は約60%存在し、超過が頻繁に発生するのは全体の1/4を占め、その超過率が極めて大きい特徴が認められた。超過の原因は、合併処理浄化槽の普及、簡易水洗トイレの普及、下水道進展の遅れ等が多く、海洋投入禁止の影響は小さかった。一方、その対策として受入れ制限の実施が多く、その他、下水道施設への投入、海洋投入等が示され、積極的対策としては、汚泥濃縮車の活用、し尿処理施設能力の部分的な増強等が行われていた。また、最終残渣の形態は焼却灰、脱水汚泥、乾燥汚泥、コンポストの順に多く、多種類で処分している施設も多く認められた。その最終残渣を肥料等へ有効利用しようとする傾向が示された。5ヵ年以内にし尿処理施設の更新または改良予定が26%に対し、再生センターを併置予定は6%程度であった。

次に、浄化槽汚泥量の増加に対し、減容を目的として汚泥濃縮装置が導入されつつあり、その型式、特徴を整理するとともに、濃縮された汚泥の性状を調査した。濃縮汚泥の濃度は3~4%程度で、濃縮によって汚泥量は1/4程度に減少した。濃縮汚泥は、濃度の上昇とともに粘度が上昇するため、汚泥貯留槽からバキューム車による搬出作業に大きく影響することが明らかとなった。したがって、汚泥濃縮装置の導入に際しては、濃縮汚泥の搬出の容易性を向上させるため、汚泥貯留槽の有効水深を浅くする、ポンプ設備を設置する等の装置構造に対する工夫が必要であった。

さらに、汚泥の発生量を減少させるために、処理過程において汚泥の分解を促進するオゾン処理、生物発酵等の導入による効果等を文献調査した。研究段階から実際の処理施設へ適用している事例が認められ、汚泥発生量0として設計される例が認められた。しかし、汚泥の分解に伴い残存CODや微細SSの増加が示される例もあることから、物質収支を十分に検討する必要があるとともに、あわせてエネルギー収支も検討する必要性が示唆された。

② 第2章 汚泥処理過程及び再生物の衛生的安全性の評価に関する検討

ウイルスの汚泥吸着モデルとしてイオン交換樹脂について検討し、ポリオウイルスを指標ウイルスとしてウイルス吸着能を測定した。陽イオンカラムは添加ウイルスの98.9%を吸着し、汚泥のモデルとして有用と考えられた。陽イオンカラムに塩濃度0.8%で吸着したウイルスは、塩濃度1.7%で急激に遊離し、この塩濃度変化によるウイルスの遊離は塩濃度10.5%まで認められ、その溶出率は溶出液温が上昇すると増加した。またウイルス吸着への

pHの影響について検討し、pH7.5以上でウイルスの吸着抑制がみられ、この吸着抑制は pH 8.9まで認められた。

吸着モデルでの実験から、汚泥での塩濃度上昇及び pH 上昇によるウイルスの遊離が予想されたので、実際の浄化施設汚泥 5 検体について塩濃度上昇及び pH 上昇によるウイルスの遊離性を検討した。その結果、いずれの汚泥からも塩濃度上昇及び pH 上昇によるウイルスの遊離が認められ、さらにこのうちウイルス結合量の多い 3 検体について積算溶出率を測定したところ、陽イオンカラムと同じ傾向の溶出曲線が得られた。

以上より、実際の汚泥にも塩濃度上昇または pH 変動によるウイルスの遊離現象が確認され、かつ、陽イオンカラムが汚泥のウイルス吸着モデルとして極めて有効であることが判った。その結果、浄化施設流入水の塩濃度上昇、液温上昇、pH 上昇した場合などにウイルスの遊離が起き得ることが考えられた。

③ 第 3 章 汚水処理及びコンポスト化過程における微生物叢検索及び分離菌の性状解析に関する研究

汚水処理過程における微生物叢の変化、特に汚水中の窒素循環に関わる微生物群の消長を解析するとともに、汚泥などのコンポスト化で問題となる、悪臭物質の消長及び悪臭物質分解微生物の検索を行った。

畜産農家の汚水処理を目的としたラグーンを対象に水質と微生物の検索を行った。ラグーン処理によって BOD、SS 及び全窒素は減少し、処理水の水質はほぼ水質汚濁防止法の許容限度以下となった。アンモニア態窒素に減少が認められたが、ラグーン内の亜硝酸及び硝酸濃度はすべて低値であった。好気及び嫌気条件での総菌数は処理によって減少する傾向があったが、各処理池の菌数は年間を通じて安定していた。*bacilli* 及び *clostridia* などの芽胞菌が比較的多数検出された。*enterobacteriaceae* 及び *streptococci* に減少が認められ、糞便由来菌がラグーン処理で排除されることが示唆された。真菌及び放線菌は少数であった。アンモニア酸化細菌及び亜硝酸酸化細菌は検出限界値付近またはそれ以下であった。処理過程の汚水に亜硝酸及び硝酸がほとんど検出されなかったことを考え合わせると、本ラグーン中のアンモニア硝化はわずかで、汚水中のアンモニアの多くは硝化ではなく微生物の同化によって除去されていることが示唆された。アンモニアを同化した微生物の一部は沈殿するものと思われ、このような微生物が汚泥の重要な構成要素となると考えられた。

コンポスト化過程の悪臭物質の中でも特にスカトール及びインドールに注目して、これらの悪臭物質を好氣的に分解する微生物の検索を行った。鶏糞及び豚糞のコンポスト化過程を対象に検索を行った。スカトールはコンポスト化によって減少が認められた。インドールは豚糞コンポストでは大きく減少したが、鶏糞コンポストではほとんど変化がなかった。スカトール及びインドール好気分解菌数は総好気性細菌数と同様にコンポスト化過程

の発酵期に減少し、発酵終了後に再び増加した。鶏糞コンポスト処理の発酵前及び発酵期では、通性嫌気性グラム陽性球菌が多く、発酵終了後では好気性グラム陽性球菌が多かった。豚糞コンポスト処理では、全ステージを通じて通性嫌気性グラム陽性球菌が優勢であった。スカトール分解細菌及びインドール分解細菌の培養液から調製した粗酵素液をスカトール及びインドールに作用させたところ、明らかな分解活性を示した。これらの結果から、コンポスト化過程の悪臭物質であるスカトール及びインドールの分解には微生物が関与すること、特に通性嫌気性細菌が重要な役割を果たすことが明らかとなった。以前の研究において、コンポスト中の偏性嫌気性細菌がスカトール及びインドール分解能を有することを観察しており、これらの偏性嫌気性細菌及び今回の研究で明らかにされた通性嫌気性細菌がコンポストの団粒構造の粒子内微小環境の嫌気条件下においてスカトールやインドールの分解を行っているものと考えられた。

④ 第4章 汚泥と化学肥料による栽培比較及び栽培に用いるための形態に関する研究

汚泥や畜糞堆肥を組み合わせることで化学肥料の使用量を減少させることが可能となった。可搬性の面において汚泥や堆肥は化学肥料の10倍から20倍程度の重量と容積の運搬が必要であることが従来の研究から示されてきた。汚泥や堆肥の肥効の調節は形状によるところが大きく、耕種に適用する場合の肥効の調節は汚泥や堆肥を成形することで、調節型の化学肥料に相当できる可能性が示されてきた。育苗における苗ポットを製作し適用したところ、根圏域局所施肥法が可能となり、育苗時の節水効果や苗床として培土に利用できる可能性が見いだされた。さらに、ブロック型の育苗パネルを考えるに至り、この製作を行った。平成10年9月における台風の影響で実験場（福島県西白河郡東村）が水没したため実証データを得ることが出来なかったため、平成11年3月より静岡県三島市の専業農家にて育苗した結果を示すと共に平成11年度の実用化への協力を東村と共に要請した。白菜、ブロッコリーの栽培試験を開始した。また、濃縮汚泥の直接利用ができる作物もあり、ポンプを利用し栽培に必要な部分にのみ施肥を行う筋撒き形態での試験を開始した。

⑤ 第5章 建設材料など他の用途への浄化槽汚泥等の再生技術開発に関する研究

浄化槽汚泥等を有用物質に変換、再生利用するための基礎的研究として、本年度は微生物プロセスによる浄化槽汚泥からの生分解性プラスチック、ポリ(ヒドロシキアルカン酸)(PHA)、の直接生産と、共重合PHAの単量体単位組成に対する培養条件の影響を検討した。

一般に、微生物によるPHAの生産では、微生物の増殖を制限する条件、例えば窒素制限を設定しないと高効率でのPHA生産を達成できない。しかし、浄化槽汚泥からPHAを生産しようとする場合、窒素源化合物を除去することは非現実的である。本研究では、

窒素源存在下で増殖しながらPHAを高効率で産生することが知られている *Alcaligenes latus* を使用して、浄化槽汚泥から直接PHAを生産することを試みた。本年度は、特に *A. latus* の培養により、浄化槽汚泥に含まれる水溶性有機物から生分解性プラスチックを直接生産することの可能性を検討した。3種の汚泥を使用したか、いずれの場合も水溶性有機物の濃度が低いためか、PHAの合成を確認することはできなかった。

微生物により生合成した共重合PHAは広い単量体組成分布を持つことが従来の研究で明らかになっている。共重合体の固体構造と物性は単量体組成に大きく依存するので、PHAに組成分布が生じる原因を検討することは重要である。

水素細菌 *A. latus* による、スクロース/3-ヒドロキシプロピオン酸 (HP) 混合炭素源からの3-ヒドロキシ酪酸 (HB) /HP 共重合プラスチック、P(HB-co-HP)、の生合成過程で培地のpHと溶存酸素濃度が大きく変化した。P(HB-co-HP)のHP単位組成に対する溶存酸素濃度の影響は極めて小さいが、pHの影響は大きいことがわかった。培地のpH値が7.0から6.5に低下すると、生成するP(HB-co-HP)のHP単位組成は大きく増加し、また組成分布は大きくなること、培養中の培地のpH値を制御しない場合に比べてpHを制御した場合の方が組成分布の狭い、したがって物性値の均一度の高いP(HB-co-HP)を生合成できることがわかった。

⑥ 第6章 浄化槽汚泥ファージに関する研究

浄化槽汚泥の中には腸内細菌を始め様々な細菌が存在し、それらに感染する多種多様なファージが共存している。これらファージは浄化槽汚泥を形成する微生物生態系において、各菌体のポピュレーションのコントロールや、遺伝子の伝播などを通じ、汚泥を形成する微生物叢のダイナミックな変動に深く関わっているものと考えられている。

本年度は衛生指標細菌として大腸菌2種、シュードモナス2種、バチルス2種、マイクロコッカス2種及びスタヒロコッカス2種を用い、各菌種に感染するファージをプラークアッセイ法により検出した。使用した浄化槽汚泥は濃縮槽汚泥と貯留槽汚泥の2種である。大腸菌に感染するファージは、数千～数万/mLの濃度で検出された。大腸菌はヒト及び多数の動物回腸下部と結腸全体に生息し、ヒト糞便中での菌数は1億～10億CFU/gと考えられている。従って、今回検出された大腸菌ファージはこれらヒト由来大腸菌が浄化槽汚泥中に多数存在することを示すものである。浄化槽汚泥中にも比較的高濃度でシュードモナスに感染するファージが存在することが確認された。また、バチルスやスタヒロコッカス特異的ファージが数個～数十個/mLの頻度で検出された。今回検出された各種ファージは濃縮槽汚泥と貯留槽汚泥ではその存在形態が異なっていた。濃縮槽汚泥に存在するファージのほとんどは固形懸濁物の中に見られ、貯留槽汚泥中のファージは浮遊状態で存在していた。各汚泥を顕微鏡で観察すると、濃縮槽汚泥には多くのフロックが存在していた。おそらくこれらフロックに吸着された形でファージが存在しているものと考えられた。一方、

貯留槽汚泥には濃縮槽で見られたようなフロックは存在せず、主に浮遊状態の細菌から構成されていた。また貯留槽のファージは遠心上清から検出されたことから、ファージは単独で浮遊状態で存在していることが示唆された。

両汚泥を遮光・嫌気下、室温でさらに8日間（試料採取後11日間）放置したところ、濃縮槽汚泥のファージ濃度は大腸菌ファージ、シュードモナス共に激減していた。顕微鏡観察により、濃縮槽汚泥にはフロックに混じり多くの原生動物の存在が確認された。これら原生動物は微生物叢のポピュレーションダイナミクスに深く関わっていることが知られており、ファージの宿主となる大腸菌及びシュードモナスが原生動物により捕食され、結果として両ファージの濃度が減少したものと考えられる。このことは、濃縮槽汚泥を遮光・嫌気下で放置することにより、腸内細菌である大腸菌や緑膿菌などの病原細菌を減らすことが出来ることを示唆している。一方、医学細菌学上重要である *Micrococcus* と *Staphylococcus* に感染するファージは多く存在しないことが示された。通年にわたる分析を行うことにより、特に食中毒が発生する夏期におけるこれら病原菌特異的ファージの出現を今後調査する予定である。

平行して浄化槽汚泥から検出されたファージが有する溶菌酵素の探索を実施した。一般にグラム陽性細菌はグラム陰性細菌より厚い細胞壁（ペプチドグリカン層）を有する。従って、バチルスに感染するファージはグラム陰性細菌に感染するファージよりも強力な溶菌酵素を保有している可能性がある。そこで、バチルスを宿主とするファージから溶菌酵素をコードする遺伝子のクローニングを行ったところ、13kDaの大きさを持つ溶菌酵素をコードする遺伝子がクローニングされた。この酵素を精製し大腸菌及びバチルスに添加したところ、菌体が即座に溶菌することはなかったが、両者ともにその生育が阻害されることが示された。特にグラム陽性のバチルスに対する抗菌活性が強く示された。今後は特に病原菌特異的ファージからの溶菌酵素探索を進め、より抗菌活性の高い酵素の探索を行う予定である。

第1章 浄化槽汚泥の減量化及び収集運搬の効率化に関する研究

1.1 はじめに

単独処理浄化槽から合併処理浄化槽への転換事業が推進されることによって、生活環境がさらに改善されるものと考えられる。浄化槽の処理水質が向上することは、浄化槽内に汚泥が蓄積することを意味するが、蓄積した汚泥を効率的に処理しなければ、処理水質を維持することが困難となる。そのため、生活排水全般を処理するため除去BOD量が多くなる合併処理浄化槽では、その分、汚泥発生量も増加することになる。

これらの浄化槽汚泥の大部分は、し尿処理施設等において処理されているが、汚泥量の増加に苦慮している地域も認められる。そこで、し尿処理施設等における浄化槽汚泥等の処理の現状を把握するため、本研究では、し尿・浄化槽汚泥受入れ状況等調査を実施した。

また、一般的な浄化槽汚泥は、含水率が99%前後であり、し尿処理施設等に対する水量負荷が増大している点を考慮し、浄化槽汚泥の減量化を行うため、浄化槽の設置現場に常設される濃縮装置、バキューム車を改良した浄化槽汚泥濃縮車等の導入について、その効果を検討した。

さらに、汚泥の分解を促進するための化学処理、生物処理技術の開発状況及びその効果を検討した。

1.2 し尿・浄化槽汚泥受入れ状況等調査結果

1.2.1 目的

生活環境の保全等を目的として、合併処理浄化槽が急速に普及し、それに伴い発生汚泥量も増加している。これらの汚泥を受け入れるし尿処理施設では、将来、し尿、浄化槽汚泥及びその他の有機性廃棄物等を併せて、処理・資源化する方向性が示されている。

本研究では、浄化槽汚泥等の再生利用を促進するため、「し尿・浄化槽汚泥受入れ状況等調査」を実施し、浄化槽汚泥等の受入れ状況を検討することとした。これは、平成5年度に最終残渣を肥料として利用しているし尿処理施設に対して実施した「し尿及び浄化槽汚泥の処理・資源化についてのアンケート調査」のその後の変化を追跡するものでもある。

1.2.2 調査概要及び結果

標記調査結果は、各都道府県ごとに管下市町村分が取りまとめられた。回収率は100%で、47都道府県1,060施設分の回答が得られた。都道府県別の回収数を表1-1に示す。また、調査票を別紙1に示す。

平成5年度の調査では、最終残渣を肥料として利用しているし尿処理施設527施設を抽出し、調査対象としたのに対し、今回の調査ではし尿及び浄化槽汚泥を受入れている1,060施設に対して調査を実施した。なお、この中には、下水道投入施設や海洋投棄中継施設等

も含まれている。

表 1-1 都道府県別アンケート回収数

	回収数	割合(%)		回収数	割合(%)
1 北海道	77	7.3	25 滋賀県	12	1.1
2 青森県	14	1.3	26 京都府	15	1.4
3 岩手県	15	1.4	27 大阪府	29	2.7
4 宮城県	20	1.9	28 兵庫県	37	3.5
5 秋田県	16	1.5	29 奈良県	13	1.2
6 山形県	14	1.3	30 和歌山県	13	1.2
7 福島県	23	2.2	31 鳥取県	6	0.6
8 茨城県	29	2.7	32 島根県	12	1.1
9 栃木県	17	1.6	33 岡山県	22	2.1
10 群馬県	23	2.2	34 広島県	34	3.2
11 埼玉県	42	4.0	35 山口県	23	2.2
12 千葉県	33	3.1	36 徳島県	14	1.3
13 東京都	13	1.2	37 香川県	9	0.8
14 神奈川県	25	2.4	38 愛媛県	24	2.3
15 新潟県	32	3.0	39 高知県	21	2.0
16 富山県	11	1.0	40 福岡県	39	3.7
17 石川県	13	1.2	41 佐賀県	10	0.9
18 福井県	11	1.0	42 長崎県	38	3.6
19 山梨県	14	1.3	43 熊本県	21	2.0
20 長野県	32	3.0	44 大分県	20	1.9
21 岐阜県	26	2.5	45 宮崎県	20	1.9
22 静岡県	35	3.3	46 鹿児島県	29	2.7
23 愛知県	33	3.1	47 沖縄県	14	1.3
24 三重県	17	1.6	合計	1,060	100.0

(1) し尿等の処理実績

問 2. (1) し尿等の処理実績 (過去 5 カ年度:平成 5~9 年度) について

1) 処理実績の経年変化

各施設ごとのし尿等の処理実績について、平成 5 年度のし尿等処理実績量を 100 とした場合の各年度の処理実績量を算出した。これは、施設規模あるいは処理能力がそれぞれ施設ごとに異なること及び処理実績量の単位として kL/年度で回答を求めたが異なる単位で回答した施設があったことから、し尿等の処理実績に回答された全施設の処理実績の経年変化を求める場合、それぞれ年度ごとの処理実績を単純に加算できないと考えたためである。その上で各施設ごと、各年度ごとに求めた処理実績量の平均を図 1-1 に示した。

し尿は、経年的に緩やかな減少傾向を示し、浄化槽汚泥は増加傾向を示した。これは、汲取り便所から水洗便所への移行に伴う汲取りし尿の減少及び新設浄化槽の増加に伴う浄

化槽汚泥の増加が原因と考えられる。

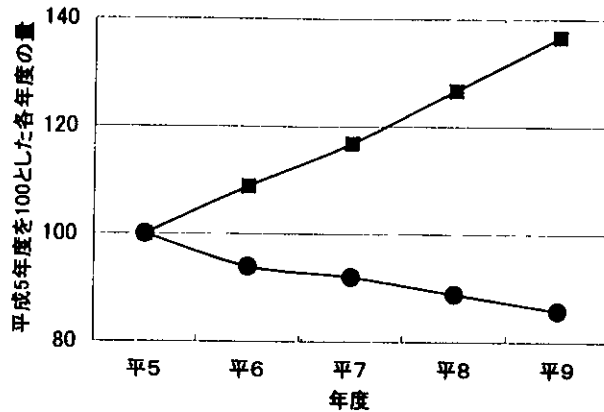


図1-1 し尿及び浄化槽汚泥の処理実績

●：し尿 ■：浄化槽汚泥

2) し尿及び浄化槽汚泥の処理実績

年度ごとのし尿及び浄化槽汚泥の処理実績を施設数で整理し、表1-2～表1-5に示した。

し尿は経年度的に、平成5年度を100とした際、80以下の施設数が増加する傾向が認められ、処理実績の平均値が低下する要因と考えられる。一方、浄化槽汚泥は130を超過し200以下の施設数が増加し、90を超過し110以下の施設が減少しており、平均値が経年的に引き上げられた要因と考えられる。

表1-2 し尿の処理実績の度数分布

平成5年度 を100とし た量の階級	平6		平7		平8		平9	
	施設数	割合(%)	施設数	割合(%)	施設数	割合(%)	施設数	割合(%)
～50	2	0.2	6	0.6	10	1.0	22	2.2
～60	1	0.1	4	0.4	18	1.8	44	4.4
～70	4	0.4	23	2.3	61	6.1	106	10.6
～80	19	1.9	85	8.5	156	15.6	192	19.3
～90	202	20.3	272	27.3	271	27.2	231	23.2
～100	633	63.5	396	39.7	280	28.1	206	20.7
～110	118	11.8	173	17.4	153	15.3	141	14.1
～120	12	1.2	23	2.3	33	3.3	34	3.4
～130	4	0.4	8	0.8	7	0.7	8	0.8
～150	2	0.2	7	0.7	6	0.6	9	0.9
～200	0	0.0	0	0.0	2	0.2	3	0.3
>200	0	0.0	0	0.0	0	0.0	1	0.1
計	997	100	997	100	997	100	997	100

表 1 - 3 浄化槽汚泥の処理実績の度数分布

平成 5 年度 を 100 とし た 量 の 階 級	平 6		平 7		平 8		平 9	
	施設数	割合(%)	施設数	割合(%)	施設数	割合(%)	施設数	割合(%)
～50	3	0.3	6	0.6	14	1.4	18	1.9
～60	1	0.1	9	0.9	5	0.5	8	0.8
～70	6	0.6	15	1.6	13	1.3	20	2.1
～80	16	1.7	16	1.7	19	2.0	19	2.0
～90	48	5.0	45	4.7	48	5.0	41	4.2
～100	186	19.3	130	13.5	96	9.9	84	8.7
～110	405	41.9	237	24.5	145	15.0	138	14.3
～120	171	17.7	224	23.2	176	18.2	129	13.4
～130	57	5.9	114	11.8	150	15.5	127	13.1
～140	29	3.0	66	6.8	89	9.2	101	10.5
～150	15	1.6	31	3.2	62	6.4	65	6.7
～200	19	2.0	52	5.4	109	11.3	142	14.7
～300	4	0.4	11	1.1	26	2.7	55	5.7
～500	6	0.6	8	0.8	8	0.8	10	1.0
～1000	0	0.0	2	0.2	6	0.6	7	0.7
～1600	0	0.0	0	0.0	0	0.0	1	0.1
>1600	0	0.0	0	0.0	0	0.0	1	0.1
計	966	100	966	100	966	100	966	100

表 1 - 4 平成 5 年度を 100 とした
し尿の処理実績の経年変化

	平 6	平 7	平 8	平 9
最大値	147.3	145.6	161.3	239.7
最小値	36.6	8.5	9.1	21.1
平均値	93.9	92.0	88.8	85.7
施設数	997	997	997	997

表 1 - 5 平成 5 年度を 100 とした浄化槽
汚泥の処理実績の経年変化

	平 6	平 7	平 8	平 9
最大値	433.3	722.2	727.9	1616.7
最小値	35.4	6.8	3.7	28.7
平均値	108.8	116.9	126.7	136.7
施設数	966	966	966	966

3) 単独処理浄化槽汚泥及び合併処理浄化槽汚泥の処理実績

単独処理浄化槽汚泥（単独汚泥）及び合併処理浄化槽汚泥（合併汚泥）の処理実績が分けられて回答されている 93 施設について、1)と同様に整理し、図1-2に示した。

単独汚泥は経年度的に緩やかに増加しているが、合併汚泥は急激な増加を示し、平成9年度では5年度のほぼ2倍増となっている。これは、合併処理浄化槽設置整備事業等によって合併処理浄化槽が急速に普及したためと考えられる。

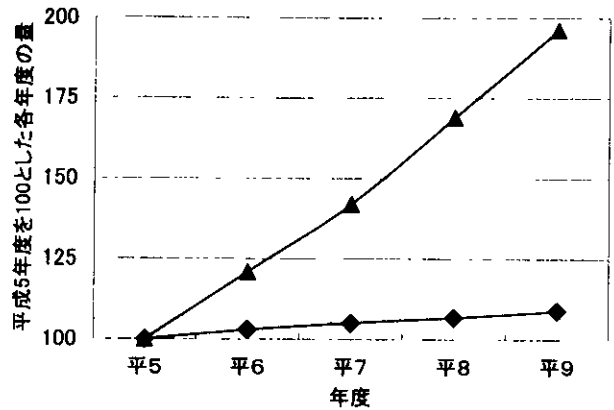


図1-2 浄化槽汚泥の処理実績

◆：単独汚泥 ▲：合併汚泥

4) 浄化槽汚泥の処理実績の増減

平成9年度の単独及び合併汚泥の処理実績が平成5年度と比較し増加または同程度の施設(100以上)と減少している施設(100未満)に区分し、図1-3に示した。

単独及び合併汚泥ともに増加している施設が54施設(58.1%)、合併汚泥が増加し、単独汚泥が減少している施設が25施設(26.9%)、単独汚泥が増加し、合併汚泥が減少している施設が4施設(4.3%)、両方とも減少している施設が10施設(10.7%)であった。

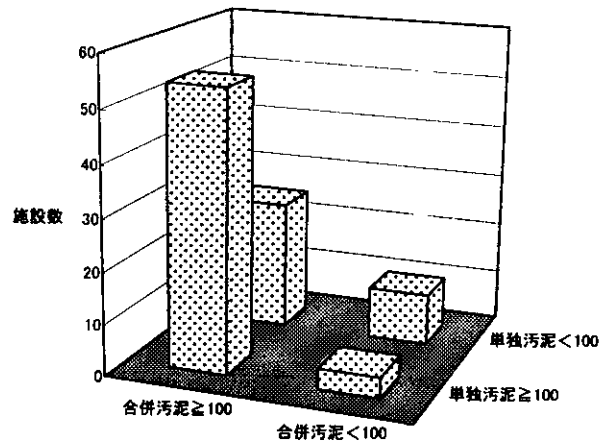


図1-3 浄化槽汚泥の処理実績の増減

5) 収集日数

平成9年度における各施設の収集日数を整理し、表1-6に示した。なお、年間の収集日数が365日を超えた日数を回答をした施設は除いている。

収集日数は240日を超過し260日以下の施設が最も多く、399施設40.2%を占めた。収集日数を週5日で計算し、年末年始及び盆の時期を差し引くと、250日前後となり、アンケート結果と一致する。

一方、300日を超える施設も77施設7.8%認められ、中には365日という施設も認められた。

表1-6 平成9年度における
収集日数の度数分布

階級 (日)	施設数	割合 (%)
~100	15	1.5
~200	19	1.9
~220	8	0.8
~240	46	4.6
~260	399	40.2
~280	198	20.0
~300	229	23.1
~320	59	5.9
~340	9	0.9
~360	2	0.2
~365	7	0.7
計	991	99.9

※365日を超えた施設数 : 15
記入なし(0日も含む) : 54

(2) し尿処理施設等の運転状況

1) 精密機能検査の受検状況

問3.(1)廃棄物の処理及び清掃に関する法律施行規則第5条に基づいて、し尿処理施設の精密機能検査を受検したことがありますか？

①ある ②ない

回答施設1,019

精密機能検査の受検状況を図1-4に示した。これより、全体の61%の施設において受検している現状が示された。精密機能検査の目的の一部に施設の機能診断と改造や更新の必要性を判断することが含まれることから、受検していない35%の施設において、新しい施設等はその時期に達していないために検査を受検する必要がなかったものと考えられる。

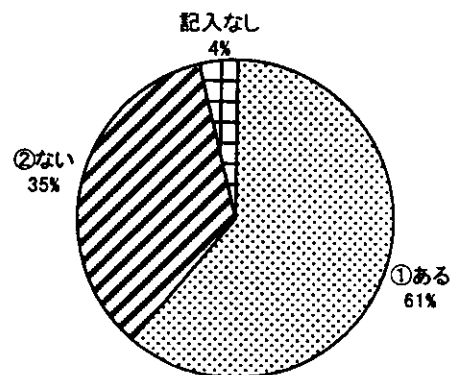


図1-4 精密機能検査の受検状況

2) 日最大受入れ量の超過状況

問3.(2)日最大受入れ量を超える受入れを行ったことがありますか？

①頻繁にある ②時々ある ③ない

回答施設 1,015

日最大受入れ量の超過状況を図1-5に示した。これより、日最大受入れ量を超える施設は約60%存在し、1/4の施設では頻繁に超過が発生している現状が明らかとなった。

記載された受入れ超過量を現有能力で除し、超過の割合で示したのが表1-7である。時々超過する場合でも、その超過率が40~60%に最頻値があり、それを超過する例も多数認められた。一方、頻繁に超過する場合、最頻値は超過率が60%にあったが、その分布はより大きな超過率へ偏る傾向を示した。いずれの場合も、その超過率が極めて大きいことが特徴的であった。

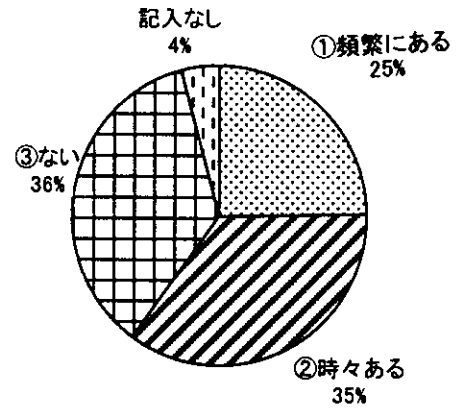


図1-5 日最大受入れ量の超過状況

表 1-7 日最大受入れ量を超過した施設における超過率の度数分布

超過率 (%)	受入れ超過量/現有能力	
	①頻繁にある	②時々ある
～20	15	58
～40	35	91
～60	39	63
～80	27	44
～100	31	35
～120	32	16
～140	14	14
～160	17	17
～180	13	5
～200	10	5
～220	4	3
～240	3	2
～260	2	3
>260	8	5
最大値	403.5%	600.0%
最小値	5.5%	1.9%
平均値	98.9%	68.9%
施設数	250	361

3) 日最大受入れ量の超過を起こす原因

問 3.(3) 前記 2) の①または②に該当する場合、日最大受入れ量を超える受入れを行う等といった処理能力不足が生じている原因は何ですか？(複数回答可)

- ①海洋投棄中止のため
- ②下水道事業の進捗の影響
- ③合併処理浄化槽等の設置増による汚泥量の増加
- ④その他

回答数 890 (複数回答含む)

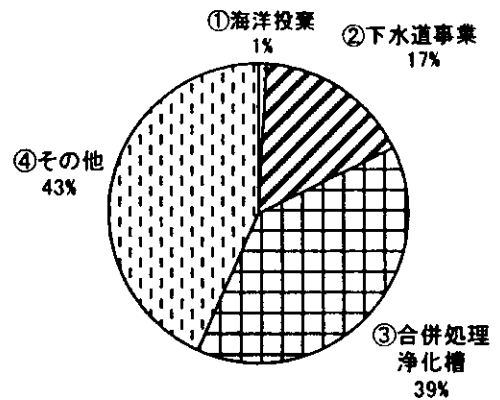


図 1-6 日最大受入れ量の超過を起こす原因

浄化槽汚泥の受入れ量が増大していると判断された施設において、その原因に関して回答のあった施設数は 639 施設(回答率: 60.3%)であった。これらの中には複数回答のあった施設が存在し、それらについて個々の回答を集計した総回答数は 890 件であった。この集計結果を図 1-6 に示した。このうち、合併処理浄化槽の普及に伴う汚泥量の増加が 39%、下水道事業の進捗の遅れ等による影響が 17%と示された。一方、海洋投棄中止の影響は、1%と少なかったが、一部の地域では大きな影響であるといわれており、今後、海洋

投棄中止の影響は益々大きくなるものと考えられる。

なお、重複回答の状況を表1-8に示した。

表1-8 日最大受入れ量を超える受入れが生じる原因(重複状況)

処理能力不足の原因	1種類				2種類				3種類		4種類	記載なし
	○				○				○		○	
①海洋投棄中止	○				○				○		○	
②下水道事業の進捗の影響		○				○	○			○	○	
③合併処理浄化槽等の設置増による汚泥量の増加			○		○	○		○	○	○	○	
④その他				○			○	○	○	○	○	
施設数	1	33	145	237	3	72	20	101	3	23	1	421

また、「④その他」に回答のあった390施設(43%;複数回答あり)について、その原因を分類したものを表1-9に示した。

表1-9 日最大受入れ量を超える受入れが生じるその他の原因

その他の原因		施設数
搬入量の増加	搬入汚泥の集中	110
	簡易水洗トイレの普及	102
	大型浄化槽からの汚泥の搬入	41
	農業集落排水施設からの汚泥の搬入	9
人口増加	地域人口の増加	13
	観光地等の一時的な人口流入	8
上記以外の原因	平日搬入のみの影響	25
	天候(融雪、積雪、大雨等)	21
	搬入計画の不徹底	19
	自家処理人口の減少	10
	処理計画・能力の問題	8
	搬入業者の問題	5
	施設の老朽化	3
	他施設の廃止	2
	収集範囲の拡大	2
	その他	8
記入なし(チェックのみ)		16
処理能力の不足なし		27

その他43%の原因のうち、汚泥搬入量の増加等を原因とする施設が最も多く、247施設存在した。これらの中には、盆前、年末等、浄化槽の清掃時期の集中による搬入汚泥の集中が原因であったり、あるいは簡易水洗トイレの普及による汲取りし尿量の増加が原因で