

中華人民共和国  
住宅と都市農村建設部  
農村汚水処理技術北方研究センター

中華人民共和国  
農村部におけるし尿・生活排水処理  
の最適技術・システムに関する検討  
報告書

平成 23 年 3 月  
(2011 年)

独立行政法人  
国際協力機構 (JICA)

財団法人日本環境整備教育センター

環境
JR
11-080

## 目 次

調査結果の概要	1
第1章 はじめに	
1.1 業務の目的	3
1.2 業務の実施体制と調査内容	3
第2章 日本におけるし尿・分散型污水处理に関する技術と制度	
2.1 日本でのし尿処理における経験・技術・制度	7
2.1.1 江戸時代のし尿循環システム	7
2.1.2 し尿の衛生処理	7
2.1.3 日本でのし尿処理技術の変遷	8
2.2 日本での分散型污水处理における経験・技術・制度	10
2.2.1 浄化槽の歴史	10
2.2.2 日本での分散型污水处理における現在の技術・制度及び方向性	11
2.3 日本でのし尿・浄化槽汚泥等の資源化における経験・技術	17
2.3.1 浄化槽汚泥の処理・資源化の現状	17
2.3.2 し尿処理汚泥・浄化槽汚泥等の資源化	17
2.3.3 浄化槽汚泥資源化の課題	20
2.3.4 農村部に適する小型コンポスト・メタン発酵技術	20
2.3.5 これまで浄化槽を途上国で試行的に導入した事例とその教訓	24
2.4 まとめ	26
第3章 中国農村部におけるし尿・分散型污水处理の現状と課題	
3.1 農村部におけるし尿処理の現状と課題	27
3.2 農村部における分散型污水处理の現状と課題	28
3.3 12次5カ年計画から見た中国の農村污水处理事業	30
3.4 日中分散型污水处理ワークショップの開催	32
3.5 中国現地調査結果	34
3.6 まとめ	35
第4章 中国農村部におけるし尿処理の事例分析	
4.1 し尿処理施設の種類と処理性能	37
4.2 し尿処理施設の建設コストと費用負担	41
4.3 し尿処理施設の維持管理体制	42
4.4 し尿処理に適用される技術と産業化	44
4.5 まとめ	44

第5章	中国農村部における分散型汚水処理の事例分析	
5.1	分散型汚水処理施設の種類と処理性能	45
5.2	分散型汚水処理施設の建設コストと費用負担	49
5.3	分散型汚水処理施設の維持管理体制	50
5.4	分散型汚水処理の適用技術と産業化	50
5.5	まとめ	51
第6章	中国農村部におけるし尿・生活排水処理由来汚泥の資源化の検討	
6.1	農業系有機資源の利用状況と課題	53
6.2	農村におけるメタン発酵施設の現状と課題	54
6.3	汚泥肥料の生産状況と課題	57
6.4	まとめ	59
第7章	日本のし尿・分散型汚水処理システムの中国現地技術化の検討	
7.1	検討会の開催	61
7.1.1	TV検討会の開催状況	61
7.1.2	第1回TV検討会	62
7.1.3	第2回TV検討会	63
7.2	日本分散型汚水処理システムの中国現地技術化の検討	67
7.2.1	中国農村部汚水処理にかかる問題点の整理	67
7.2.2	中国農村分散型汚水処理システムの構築にむけての検討課題	68
7.2.3	日本分散型処理システム（浄化槽）の現地技術化に係る課題の検討	71
7.2.4	日本分散型汚水処理システム（浄化槽）の中国への適用条件等の検討	73
7.3	まとめ	77
第8章	中国農村部し尿・分散型汚水処理への技術協力の検討	
8.1	技術協力の必要性	79
8.2	技術協力内容等の検討	79

#### 参考資料

日中分散型汚水処理ワークショップ関連資料  
中国現地調査の結果  
小冊子「日本糞便処理和分散型汚水処理系統」

## 調査結果の概要

本業務は、日本のし尿処理・分散型污水处理技術をシステムとして中国の農村地域に導入した場合を想定し、中国農村地域における社会的経済的状況およびし尿・生活排水処理の現状を分析し把握するとともに、中国の実情にあったし尿・分散型污水处理システムを構築するための技術的行政的課題を整理する。また、日本で蓄積してきた豊富な経験を生かすことを視野に入れながら、適応可能な技術・制度・基準等を評価し、適用にあたって必要となる具体的方策を検討し提言することとしている。

本業務は、有識者専門家および日中両国事務局が、以下に示す1)～8)の調査項目について調査検討を行った。調査結果を取りまとめたので、以下にその概要を示す。

### 1) し尿・生ごみおよび生活排水処理の現状把握

浄化槽は、下水道と同等の処理性能を有する分散型污水处理技術である。浄化槽は、その製造、施工から、保守点検、清掃および法定検査までの各段階においてそれぞれの作業が適切に行われてはじめて、システムとして機能する。日本では、し尿・浄化槽汚泥等を資源化する技術が多く開発・実用化されている。

開発途上国に対して日本政府のODAプロジェクトによる浄化槽技術移転、または日本の浄化槽メーカーによる海外ビジネス展開が数多く行われたが、成功した事例は限られている。その原因また教訓として、①戦略的に浄化槽を展開するビジョンが希薄、②現地の実情にあった維持管理を含む浄化槽技術・システム開発が不十分、現地行政機関による浄化槽導入にかかる支援策や啓発活動が不十分、が挙げられる。

中国の第12次5カ年計画（草案）（2011-2015）では、「新農村建設の計画を策定し、農村部の生産・生活条件を改善させ、農村環境改善の総合対策を講じる。同時に環境保全を強化し、城鎮レベルの汚水やごみ処理施設の建設を加速し、重点流域の水汚染防止対策を強め、汚染物の排出基準や環境影響評価を厳格化させる」としており、農村污水处理事業が今後さらに推進されると思われる。

### 2) し尿処理に関するケーススタディ

中国農村部におけるし尿収集・処理は主に3つのモデルがある。①都市の下水道管路に近い地域では、し尿を都市下水道に投入し、下水処理場で処理する。②都市部と離れた農村地域では、非衛生的な乾式トイレを水洗トイレに改造する。③水洗トイレの排水を化糞池やメタンガス池を通じて処理して放流する。今後、化糞池やメタンガス池からの放流水をさらに処理を行うモデルを普及することは、中国農村部のし尿処理の大きな課題である。

### 3) 分散型污水处理に関するケーススタディ

中国の農村の污水处理は、戸建て住宅向けの個別処理、村落単位の集合処理、および都市下水道への接続による処理の3つの方式で進められている。採用されている污水处理技術は、主に活性汚泥法、生物膜法、膜技術、生態技術、土壌処理とポンド処理技術などである。

農村分散型污水处理施設の規模が比較的小さく、行政上技術上の標準・規定・規範または指針による規制が必要である。また、農村生活排水対策は地域によって内容が少しずつ異なるので、各地域の特徴に適した標準を策定することが必要である。

標準や規範を試行する中で、その効果を見極めながら、また最新の調査研究の成果やプロジェクト実施例および農村の幹部や住民の意見を参考にして、フィードバックを行い、標準や規範を随時に修正し、その実用性を向上させる必要がある。

4) し尿・生活排水処理で発生する汚泥の資源化の検討

中国農村部のし尿・生活排水処理の過程で発生した汚泥の資源化は、主にメタン発酵によるバイオガスの利用と堆肥化による肥料の利用となっている。その市場規模は大きい。近年、国による強力な支援のもと、農村単独農家用メタンガス池の設置が急速に増えているが、施設の維持管理面では、まだ多くの課題が残されている。

5) 日本のし尿・分散型処理技術に関するワークショップの開催

日中分散型污水处理ワークショップは、2011年1月11日と12日の2日間、江蘇省常熟市で開催された。日中両国の農村污水处理に関連する行政、学識者、企業等の方々、約70名が出席された。1日目は日中両国の分散型污水处理に関する発表およびディスカッションが行われ、2日目は常熟市の都市または農村の污水处理施設の現地視察会が実施された。

6) 日本のし尿・分散型処理システムの適用条件の検討

中国の農村污水处理事業の歴史がまだ短く、短期間に様々な処理技術が導入されたために、処理技術に対する評価と基準の制定、持続可能な事業推進に係る管理体制の確立、分散型污水处理事業の産業化など多くの問題が生じている。

浄化槽システムを中国農村部に適用するに当たっては、対象地域を経済的に相対的に豊かで環境規制が厳しい地域に限定し、村落単位の集合処理施設の整備を中心に行うとともに、維持管理体制を構築することが重要である。

浄化槽システムが中国農村部に適用されるには、①対象地域が経済的に豊かで環境規制が厳しい地域であること、②浄化槽システム導入時のトータルコストが現地で受け入れられるレベルに達していること、③維持管理体制が構築可能なこと、④汚泥の適正処理処分・資源化が可能なこと、⑤浄化槽の普及にかかる行政管理体制の整備、などが必要である。

7) 中国への技術協力の必要性および技術協力の内容の提言

中国の農村生活排水処理の歴史がまだ浅く、処理技術に関しても行政管理体制に関してもまだ手探りの段階にある。特に行政管理体制については、行政・企業・住民など多くの利害関係者があるなか、それぞれの役割を明確化し、処理施設整備の各段階（計画、建設、維持管理）に必要な行政的技術的支援システムが必要であるが、中国ではそのようなシステムがなく、早急にそれを構築することが大きな課題である。

今回提案する技術協力プロジェクトは、中国農村部の污水处理事業に浄化槽システムが導入される場合、浄化槽の設置・維持管理等に必要な計画・設置・維持管理に必要な行政的技術的支援システム（行政管理体制）を、浄化槽のモデル試験設置等により実証的に検討することである。

8) 検討会（TV会議）の実施・運営

第1回のTV検討会は平成23年1月6日に、第2回は平成23年3月1日に開催され、上記1)～7)の検討課題について検討を行った。

# 第1章 はじめに

## 1.1 業務の目的

近年、急速な経済発展に相まって、中国の農村地域においてし尿・生活排水の適正処理に対するニーズが高まり、各種処理技術が一部の地域で実証的に導入されている。これら導入された技術は、無動力の嫌気消化と人工湿地を組み合わせたものから、膜分離技術を組み込んだ施設まで多様にわたっている。それら処理技術の設計基準、運転管理および処理性能等を適切に評価し、農村地域に適した汚水処理技術を選定し、さらに普及推進のための方策の策定が今後の課題となっている。一方、2008年5月日中両国政府間で「農村地域等における分散型排水処理モデル事業協力実施に関する覚書」が締結され、日本政府が中国農村地域の水環境改善対策にモデル事業等を実施し積極的に支援している。

本業務は、日本のし尿処理・分散型汚水処理技術をシステムとして中国の農村地域に導入した場合を想定し、中国農村地域における社会的経済的状況およびし尿・生活排水処理の現状を分析し把握するとともに、中国の実情にあったし尿・分散型汚水処理システムを構築するための技術的行政的課題を整理する。また、日本で蓄積してきた豊富な経験を生かすことを視野に入れながら、適応可能な技術・制度・基準等を評価し、適用にあたって必要となる具体的方策を検討し提言することとしている。

## 1.2 業務の実施体制と調査内容

### 1) 業務の実施体制

本業務実施の基本方針として、日本のし尿処理・分散型汚水処理システムの技術と制度の両方を熟知し、中国農村地域のし尿・汚水処理について豊富な知識と経験を有する専門家、また中国の汚水処理・水環境等の分野に幅広くネットワークをもつ分散型汚水処理の専門家、さらに中国国内の農村汚水処理専門機関の専門家などからなるチームを結成して、日本と中国において同時に業務を実施することとする。

本業務は JICA と中国住宅と都市農村建設部との共同研究であり、中国国内での調査業務を協力するカウンターパート（事務局）は、中国住宅と都市農村建設部農村汚水処理技術北方研究センターが指定されている。同センターは、農村における水環境の保護、農村汚水処理技術の開発と関連政策の立案、重点技術の研究開発と応用、農村に適した処理システムと維持管理システムの提案、関連技術の規格化、法令政策等の立案に必要な科学的データの提供などとされており、農村汚水処理に係るほぼすべての分野をカバーしている。なお、本業務の実施体制を表 1-1 に示すとおりである。

表 1-1 本業務の実施体制

	日本側（有識者・事務局）	中国側（事務局）
有識者	<p>荒巻俊也 東洋大学国際地域学部国際地域学科 教授</p> <p>北井良人 (社)浄化槽システム協会技術委員会 副委員長 株)クボタ 滋賀工場 技術グループ長</p> <p>蛭江美孝 国立環境研究所循環型社会・廃棄物研究センターバイオエコ技術研究室 研究員</p> <p>小林英正 社)日本環境衛生施設工業会技術委員 アタカ大機(株)環境プラント事業本部 技術本部 環境プラントシステム第二部 部長</p>	<p>楊 敏 住宅と城郷建設部農村汚水処理技術北方研究センター長</p> <p>劉 俊新 同副センター長</p> <p>範 彬 同技術研究部長</p> <p>巖 岩 同政策研究部長</p> <p>陳 梅雪 同副研究員</p> <p>白 志輝 同副研究員</p> <p>郭 雪松 同助理研究員</p> <p>劉 超 同センター長補佐</p>
事務局	<p>矢橋 毅 財)日本環境整備教育センター 教育事業グループ(国家試験担当) グループリーダー</p> <p>仁木圭三 同調査・研究グループ 第1チームリーダー</p> <p>楊 新泌 同企画情報グループ 情報担当チームリーダー</p>	

## 2) 調査内容

本業務は、中国側事務局との間で役割分担を明確にし、かつ全体を調整しながら、以下に示す内容を調査検討することとする。

(1) し尿・生ごみおよび生活排水処理の現状把握：政策、施策、規制、制度の現状および課題

（中国側）事例分析、問題点の整理

（日本側）日本の廃棄物処理行政の情報整理

(2) し尿処理に関するケーススタディ：施設（技術）の種類、初期投資、維持管理の技術・費用・体制、処理性能、処理水再利用、適応性（社会的、経済的、地理的）、産業化等

（中国側）事例分析、問題点の整理、中国の農村地域に適する処理技術のオプション検討  
（日本側）日本および他アジア国の主なし尿処理システムの情報整理

(3) 分散型汚水処理に関するケーススタディ：施設（技術）の種類、初期投資、維持管理の技術・費用・体制、処理性能、処理水再利用、適応性（社会的、経済的、地理的）、産業化等

（中国側）事例分析、問題点の整理、中国の農村地域に適する処理技術のオプション検討  
（日本側）日本および他アジア国主な分散型処理システムの情報整理

(4) し尿・生活排水処理で発生する汚泥の資源化の検討：農村の有機資源によるバイオマス、肥料等の生産

（中国側）中国国内の事例収集、中国のメタン発酵槽の現状と課題、中国汚泥肥料生産の現状と課題

- (日本側) 日本国内の事例収集、日本国内のバイオマス・汚泥肥料の生産技術の生産技術の情報整理
- (5) 日本のし尿・分散型処理技術ワークショップの開催  
(中国側) 会議運営事務全般  
(日本側) 交流会における検討内容の取りまとめおよび報告書への反映、会議運営事務支援
- (6) 日本のし尿・分散型処理システムの適用条件の検討：  
処理技術の現地化、低コスト化、維持管理制度・体制・技術者養成、費用負担とその手法(導入費用・維持管理)、基準・規格設定・性能評価、普及促進のための仕組みづくり等  
(日中共同) 中国側および日本側における上記項目の情報を統合し、総合的に比較検討を行う。
- (7) 中国への技術協力の必要性および技術協力の内容の提言：  
実証実験、基準・規格・制度づくり(人材育成など)  
(日中共同) 中国側および日本側における上記項目の情報を統合し、総合的に比較検討を行う。
- (8) 検討会(TV会議)の実施・運営(日中共同で実施)  
(中国側) 中国側関連資料の作成、中国側調査関係者の召集  
(日本側) 外部有識者の選定・招集、会議資料の作成、検討会の議事進行、検討会報告書作成
- (9) 報告書の作成  
(日中共同) 上記の全ての検討を踏まえ、中国側および日本側において合意された報告書を作成





## 第2章 日本におけるし尿・分散型污水处理に関する技術と制度

### 2.1 日本のし尿処理における経験・技術・制度<sup>1)</sup>

#### 2.1.1 江戸時代のし尿循環システム

日本におけるし尿の農地還元は、鎌倉時代（1185-1333）から本格化し、多肥営農の一環として採り入れられ、室町時代（1338-1573）中期にはほぼ全国的に普及したといわれ、安土桃山時代（1568-1600）に定着していた。その傾向は、都市形態の定着に伴って増大してきた。

都市化が進行した江戸時代（17-19世紀）には、農家のみならず、市街地の民家においてもくみ取り便槽は大型化し、肥料供給源としての役割を担っていた。農家が町のし尿を集めるには、町の住民にお金を払い、または野菜をわたして、し尿を買い集めた。このような仕組みはし尿を農作物に必要な肥料の主な原料として確保する一方、し尿肥料で育った農作物を町の住民に消費してもらいうルートも自然にできあがった。（図2-1）

このようなし尿循環システムは、1960年代まで続けられてきた。

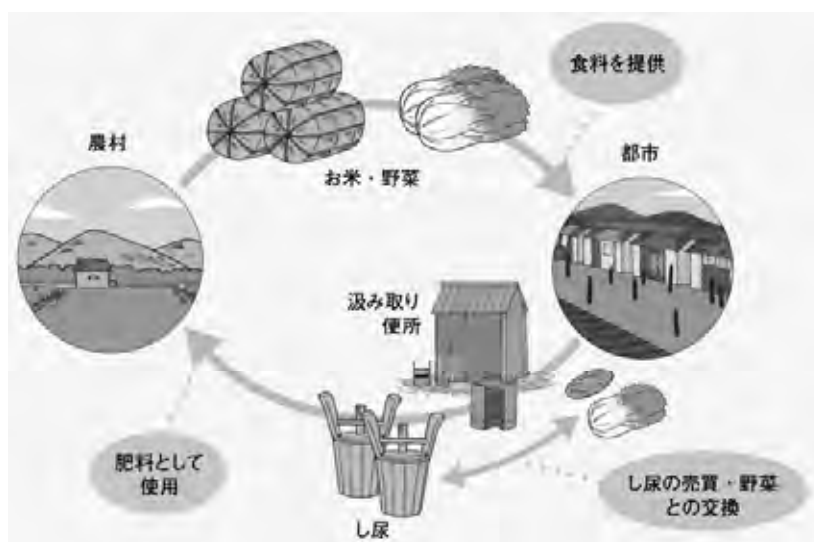


図2-1 江戸時代のし尿循環システム

#### 2.1.2 し尿の衛生処理

第2次世界大戦後、日本はまず公衆衛生を維持し食糧の増産を図り、し尿の農地還元政策を進めた。

当時し尿処理技術に求められていたのは、①し尿の単独処理、②寄生虫卵・病原菌の死滅、③臭気・外観の改善、④肥効成分の保持であり、し尿の無害化・肥料化に重点が置かれていた。

1950年代の後半から日本が高度経済成長期に入り、化学肥料の普及および都市化の進行により、従来の「し尿循環システム」が崩壊し、し尿は「肥料」から「廃棄物」へとその位置付けが変化した。大都市で増え続けるし尿の衛生的な処理が大きな社会問題となり、それに対応するために、国がより高度なし尿処理技術の開発を推進してきた。

1953年、国はし尿処理施設の整備促進を図るため、国庫補助制度を創設した。1963年から、国がし尿処理施設を含む廃棄物処理施設の5カ年整備計画を策定し、し尿処理施設の整備を進めてきた。(図2-2)

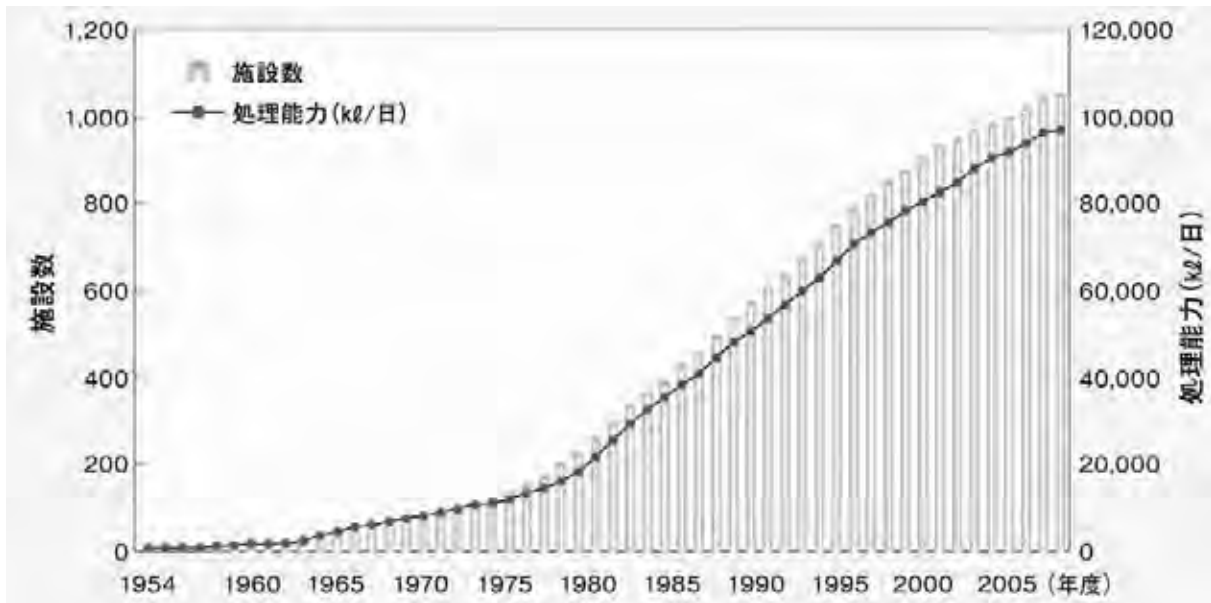


図 2-2 日本のし尿処理施設数の推移

### 2.1.3 日本のし尿処理技術の変遷

日本のし尿処理技術は、社会のニーズに応じて、あるいは、社会のニーズを先取りして発展してきて、種々の処理技術が開発され実用化されている。(図2-3, 表2-1, 図2-4)

1950年代のし尿処理施設は嫌気性消化処理が主流であったが、その後、よりコンパクトなもの、処理性能がより高度なものが開発され、また、処理対象はし尿のみから浄化槽汚泥、さらに高濃度有機性廃棄物なども併せて処理できるようになり、廃棄物処理施設から資源化施設へと転換してきた。

日本でこれまで開発された主なし尿処理技術の概要を以下に示す。

嫌気性消化処理技術：	嫌気性消化槽と散水ろ床法あるいは活性汚泥法を組み合わせたもの。(メタンガスの利用、肥効性の高い低含水率の消化汚泥が得られるなどの利点がある。)
化学処理技術：	金属塩と消石灰等の凝集剤を用いた固液分離と散水ろ床法あるいは活性汚泥法を組み合わせたもの。
好気性消化処理技術：	施設のコンパクト化、臭気などによる二次公害防止を図るため、嫌気性消化槽の代わりに好気性消化槽を用いたもの。
標準脱窒素処理技術：	し尿等を希釈水やプロセス用水で5～10倍に希釈した後、生物学的脱窒法で処理するもの。
高負荷脱窒素処理技術：	し尿等を無希釈のまま高容積負荷の硝化脱窒素設備、固液分離設備、凝集分離設備で処理するもの。
膜分離高負荷脱窒素処理技術：	し尿等を高負荷脱窒素処理技術にて処理し、その処理水の固液分離従来の沈殿分離法や機械分離法に代えて膜分離装置を用いるもの。

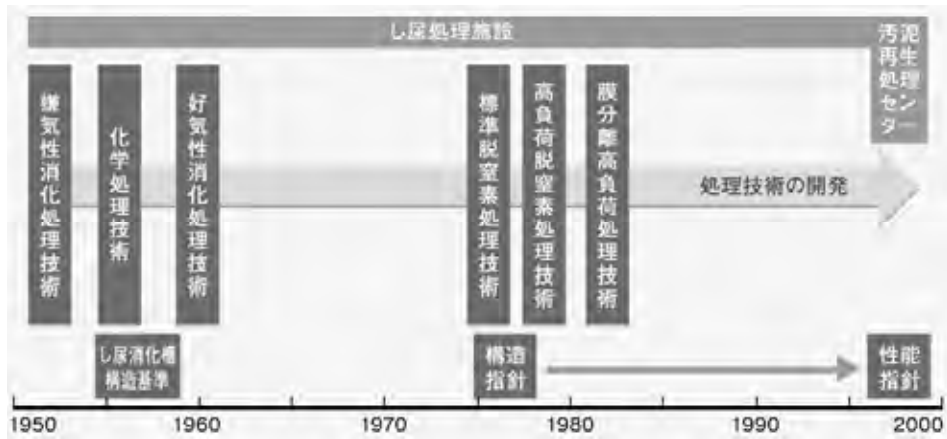


図 2-3 日本のし尿処理技術の推移

表 2-1 し尿処理施設に関する制度の変遷

西暦(元号・年)	制度
1953(S28)	し尿処理施設の国庫助成開始
1956(S31)	し尿消化槽の構造等の基準通知
1966(S41)	施設並びに維持管理基準制定
1977(S52)	し尿処理施設構造指針制定
1979(S54)	し尿処理施設構造指針改正(二段活性汚泥法、凝集分離方式を追加)
1981(S56)	し尿処理施設構造指針改正(浄化槽汚泥処理方式体系化)
1988(S63)	し尿処理施設構造指針改正(高負荷脱窒素処理方式、高度処理を追加)
1993(H 5)	し尿処理施設構造指針改正(放流水BOD20mg/l)
1997(H 9)	汚泥再生処理センター国庫助成開始 し尿処理施設構造指針改正(メタン回収設備を追加)

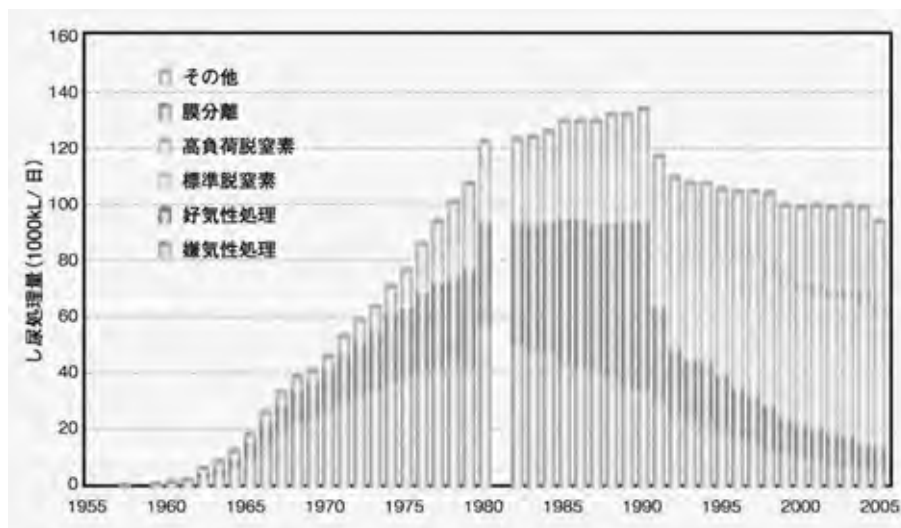


図 2-4 処理技術別し尿・浄化槽汚泥処理量の推移

## 2.2 日本の分散型汚水処理における経験・技術・制度

### 2.2.1 浄化槽の歴史<sup>2)</sup>

#### 1) 浄化槽の登場

水洗便所は明治時代に入った頃から外国人居留地を中心に普及し始め、西洋文化が浸透し始めた明治時代の終わり頃から日本人の住宅にも設置され始めた。この頃の水洗便所は、汚物掃除法により、汚水溜めを設けて内容物を全量汲み取ることになっていた。しかし、水で薄めたし尿を全量汲み取るとは現実的ではなかったため、この規則はほとんど守られなかった。その一方で、インホフタンクなどを設置して環境中に排出できるようにする努力もあり、1920年市街地建築物法施行規則の施行および汚物掃除法施行規則が一部改正され、汚物処理槽を設ければ処理水を公共の溝渠、下水道、河川など公共用水域に放流できるようになった。汚物処理槽が初めて法的に位置付けられ、さらに、翌1921年には、水槽便所取締規則が出され、汚物処理槽の大きさや水質条件が定められた。

その後は、1922年関東大震災、1929年世界大恐慌、1937年日中戦争、1941年太平洋戦争へと進んだ。なお、1944年（昭和19年）に建築物敷地衛生施設基準が定められ、この中で初めて「汚物浄化槽」という言葉が用いられた。

戦後1950年頃から再び活性化し、化学肥料と都市化の進展は都市し尿の農村還元を困難とし、浄化槽の発展に拍車がかかった。この間、1950年には建築基準法が制定され、全国都道府県が別個に定めていた条例を統合して汚物処理槽の構造基準が定められた。1954年には清掃法が定められ、これを機にこれまでの「汚物処理槽」を「し尿浄化槽」に改め、設置の届出方法、維持管理基準が定められた。また、放流水の水質条件としてBODが採り入れられ、放流水のBODは30ppm以下とし、環境衛生上または利水上支障を生じるおそれがない水域に放流するときには、これより高い基準値（60, 90, 120ppm）以下とする内容で、ほぼ今日に近い。さらにこれ以後、し尿浄化槽の構造は建設省（現国土交通省）、維持管理は厚生省（現環境省）がそれぞれ所管することとなった。

#### 2) 浄化槽の普及、発展

1960年には、し尿浄化槽容量算定基準（JIS A3302）が制定され、建築物の大きさや用途によって算定することとされた。この頃よりプラスチック製（主にFRP）の浄化槽が作られるようになり、「ばっ気型」の浄化槽が出現した。

急速な都市化の進展の中で、昭和38年には「生活環境施設整備緊急措置法」が定められ、下水道、し尿処理施設、し尿浄化槽の計画的普及が計られることとなった。

1965年には清掃法施行規則の一部改正に伴い、構造面では合併処理浄化槽や活性汚泥法等の新しい技術を取り入れ、放流先の条件により放流水のBODの基準が設けられた。維持管理面では定期的に専門的知識、技能および相当の経験を有する者による検査を受ける等の施設の機能を維持するための規定が設けられた。

1969年には建築基準法施行令の一部改正が行われ、構造基準が告示により制定された（建設省告示1726号）。これによって各々の特定行政庁が衛生上の観点から区分する区域特性と処理対象人員に応じて、処理水BOD濃度、除去率を段階的に定めた。また、特定行政庁が衛生上の観点から特に支障のある区域では、101人槽以上から合併処理浄化槽で対応することとなった。

1970年には深刻化した公害問題に対処するため、公害関連法規の制定や改正が多数行われた。浄化槽関連では「廃棄物の処理および清掃に関する法律」および「水質汚濁防止法」の制定、「建築基準法」の一部改正が行われ、水質汚濁防止法の上乗せ排水基準が定められた場合に対応できるし尿浄化槽の構造基準が定められた。また、廃掃法の一部改正により、汚物汲み取り業者が行っていた維持管理業務を保守点検と清掃作業に分離し、保守点検については、専門的知識、技能および相当の経験を取得したし尿浄化槽業者のほか、設計、製造、施工業者などにも実施させるなど維持管理の強化が図られた。

1970年には浄化槽構造基準に関する建設省告示が全面改正され(告示 1292号)「衛生上特に支障のある地域」においては合併処理を51人槽以上に義務化した。その処理方式に回転板接触法や接触ばっ気法の生物膜法が採り入れられた。また、単独処理浄化槽では平面酸化床方式および全ばっ気方式が廃止され、新たに分離接触ばっ気方式が追加された。

1983年には浄化槽法(法律第43号)が制定され、浄化槽の製造、設置、保守点検および清掃等の法的根拠が明確となり、浄化槽設備士および浄化槽管理士の国家資格が創設された。また、同時に浄化槽検査員、浄化槽技術管理者、浄化槽清掃技術者などの制度が発足し、1985年11月より全面施行された。

一方、50人槽以下の合併処理浄化槽については、1975年前半から開発が進められ、1985頃には各メーカーが相次いで小型合併処理浄化槽の開発・実用化、そして大臣認定を取得し供給体制が整ってきた。このような背景も加わり、1986年11月に浄化槽対策室が設置され、浄化槽行政専門の部署が誕生した。

1987年には、合併処理浄化槽設置整備事業を創設し、単独処理浄化槽との設置費差額分を公費で補助することとされた。こうした動きを受けて、1988年にはし尿浄化槽構造基準に小型合併処理浄化槽(処理対象人員5~50人もBOD除去率90%以上、放流水BOD20mg/L)が追加され、構造面の制度も整備された。1989年度からは道府県・市町村の負担額の80%が特別地方交付税によって措置され、自治体の負担が大幅に軽減され、その後の予算額も急速に増加していった。

国庫補助となる浄化槽については1991年に補助指針が定められ、それに合致した浄化槽の登録制度が設けられ、1993年度より実施されている。

さらに、浄化槽の構造基準は1995年(高度処理浄化槽の追加)、2000年(浄化槽の性能規定化、浄化槽法の改正(単独廃止)に伴い単独処理浄化槽の構造削除)の改正がなされ、2005年浄化槽法の改正(浄化槽の水質の技術基準をBOD20mg/L以下)に伴い、2006年告示第2(BOD60mg/L以下)、第3(BOD30mg/L以下)が削除された。

## 2.2.2 日本の分散型汚水処理における現在の技術・制度および方向性<sup>1)</sup>

### 1) 浄化槽の基本的な構成と種類

浄化槽は家庭からのトイレ排水を含む全ての排水を処理することができる。浄化槽は、槽内にいるバクテリアや原生動物などの微生物の力を活用して、排水中の汚濁物質を分解し浄化する。浄化槽の構造は、微生物の浄化機能が最大限に発揮できるように設計され、固液分離機能、汚泥貯留機能および消毒機能を備えている。(図2-5)

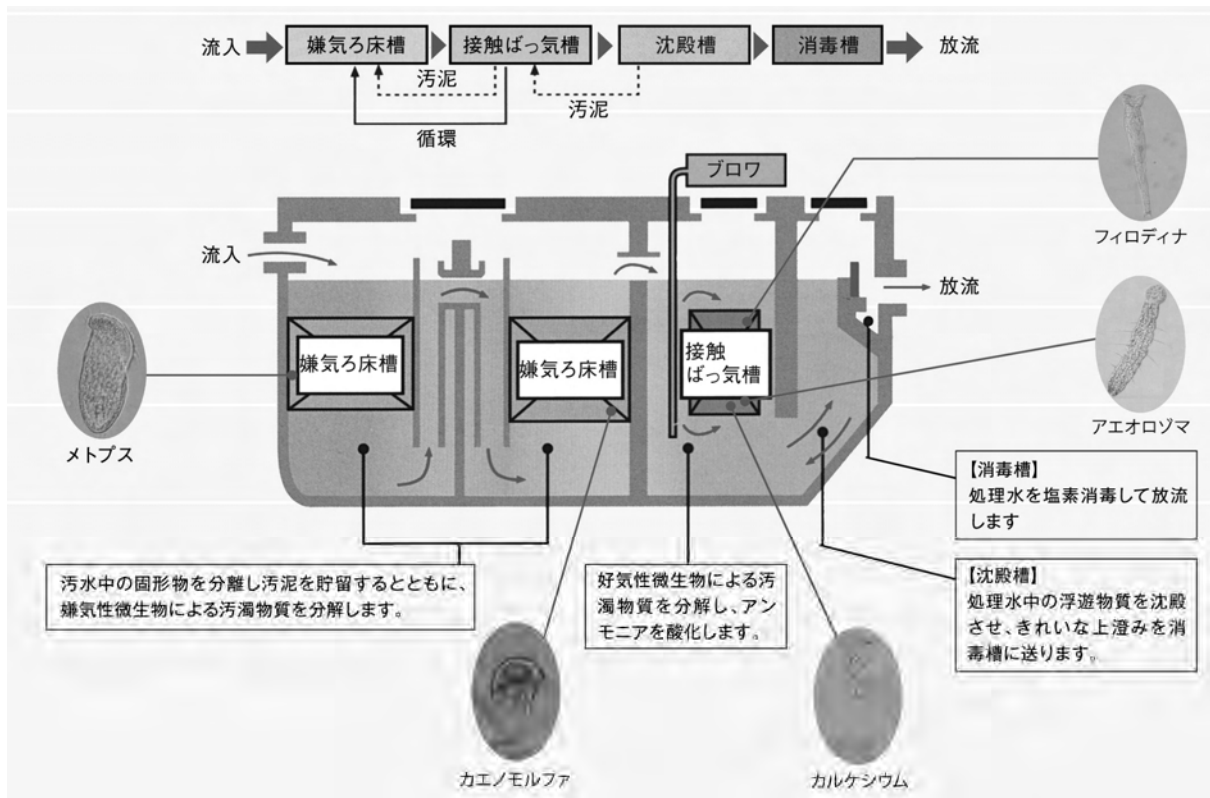


図 2-5 浄化槽の構成と処理原理

浄化槽は、建物の建築用途、処理対象汚水の量と質、放流先の水質規制状況などに応じて、その大きさ、処理方式、または浄化槽本体の材質などを選ぶことができ、処理能力の大きさで以下のように分類されている。

- ・小型浄化槽：戸建て住宅、および 50 人槽（日平均汚水量では 10m<sup>3</sup>/日）以下の小規模な排水処理に使用され、通常 FRP（Fiberglass Reinforced Plastic）または DCPD（Dicyclopentadiene）のプラスチック製の工場生産品である。
- ・中型浄化槽：51 人槽以上 500 人槽（日平均汚水量では 100m<sup>3</sup>/日）までの中規模な排水処理に使用され、通常 FRP 製の工場生産品と、鉄筋コンクリート製（RC 製）の現場設置型がある。
- ・大型浄化槽：501 人槽以上の大規模集合処理に使用され、通常鉄筋コンクリート製（RC 製）で、設置現場で建設される。



小型浄化槽（FRP 製）



中型浄化槽（FRP 製）



大型浄化槽（RC 製）

## 2) 浄化槽の構造基準と処理性能

浄化槽の構造は、国土交通大臣が定めた構造方法（構造例示型）によるもの、または国土交通大臣の認定を受けたもの（性能評価型）に限るとされている。

構造例示型浄化槽の処理性能・構造等は、1969年に建設省の告示において、全国一律の基準（構造基準）として初めて制定されました。その後、数回の改正を経て、2000年6月に浄化槽の構造基準が「建設大臣が定める構造方法」として改正され、単独処理浄化槽の基準が削除された。（表 2-2）

戸建て住宅に設置される小型浄化槽は、従来「構造例示型」が主流であったが、近年、浄化槽の技術革新が進み、現在では性能評価型の浄化槽が全体の9割以上を占めている。

浄化槽は、処理性能から主に以下の3つに分類できる。

- ・ BOD 除去型浄化槽（ $BOD \leq 20\text{mg/L}$ ）
- ・ 窒素・りん除去型浄化槽（ $BOD \leq 20\text{mg/L}$ 、 $T-N \leq 20\text{mg/L}$ 、 $T-P \leq 1\text{mg/L}$ ）
- ・ 膜分離型浄化槽（ $BOD \leq 5\text{mg/L}$ ）

## 3) 分散型処理システムとしての浄化槽

浄化槽の機能を十分に発揮させるため、浄化槽工事の技術上の基準に従い、国家資格者である浄化槽設備士による監督のもとで、都道府県知事の登録を受けた浄化槽工事業者が設置工事を実施することとされている。

また、浄化槽が所期の性能を発揮するためには、浄化槽を正しく使用することが必要である。浄化槽法では、浄化槽使用者のうち責任者を浄化槽管理者とし、その管理者には定期的な保守点検と蓄積した汚泥を系外へ搬出する清掃を実施することが義務付けられている。

浄化槽管理者は必ずしも保守点検および清掃に関する専門的知識を有するとは限らないため、それらの業務を浄化槽保守点検業者および浄化槽清掃業者に委託しているのがほとんどである。これらの保守点検、清掃が正しく行われ、所期の性能を発揮しているかを、毎年1回、都道府県知事によって指定された検査機関の行う法定検査を受けることが浄化槽法により義務付けられている。

浄化槽の維持管理を実施する浄化槽技術者には、浄化槽管理士、浄化槽清掃技術者および浄化槽検査員などがある。（図 2-6、図 2-7）

これらのことを法制度化にしたのは「浄化槽法」である。浄化槽法における行政・住民・関係業者の主な関係は図 2-8 に示している。

このように、浄化槽は浄化槽法に基づいて製造、施工から、保守点検、清掃および法定検査までの各段階においてそれぞれの作業が適切に行われてはじめて、システムとして機能する。（図 2-9）



表 2-2 浄化槽の構造基準（建設省告示 1292）の概要

告示区分	処理方式	処理対象人員						処理性能					
		5	50	100	200	500	2000	5000	BOD 除去率	処理水質 (mg/ℓ)			
										BOD	COD	T-N	T-P
第1	合併 分離接触ばっ気 嫌気ろ床接触ばっ気 脱窒ろ床接触ばっ気							90%	20	—	—	—	
第4	単独 腐敗槽							55%	120	—	—	—	
第5	単独 地下浸透							SS:55%	SS:250	—	—	—	
第6	合併 回転板接触 曝気ばっ気 散水ろ床 長時間ばっ気 標準活性汚泥							90%	20	30	—	—	
第7	合併 接触ばっ気ろ過 凝集分離							—	10	15	—	—	
第8	合併 接触ばっ気・活性炭吸着 凝集分離・活性炭吸着							—	10	10	—	—	
第9	合併 硝化液循環活性汚泥 三次処理脱窒・脱リン							—	10	15	20	1	
第10	合併 硝化液循環活性汚泥 二次処理脱窒・脱リン							—	10	15	15	1	
第11	合併 硝化液循環活性汚泥 三次処理脱窒・脱リン							—	10	15	10	1	

告示区分	水質汚濁防止法の規定によりBOD以外の水質項目の排水基準に対応する処理方式	COD (mg/ℓ)	SS (mg/ℓ)	n-Hex (mg/ℓ)	pH	大腸菌数 (個/cm <sup>3</sup> )	構造	
		60以下	70以下	20以下	5.8~8.6	3,000以下		第6から第11までのいずれかに定める構造
		45以下	80以下					
		30以下	50以下					
		15以下	15以下					
10以下	15以下							

※告示第2・第34平成18年1月に削除された。

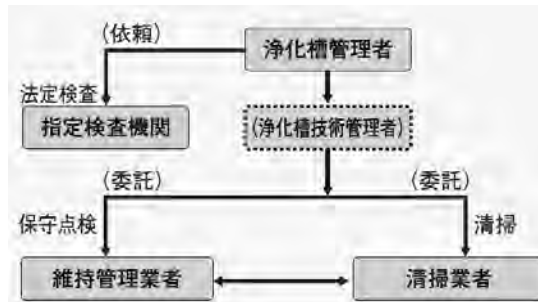


図 2-6 浄化槽の維持管理体制

資格者/事業者	登録者/事業者数	業務内容	根拠法令
浄化槽管理士	68,668	浄化槽の保守点検	浄化槽法
浄化槽設備士	81,464	浄化槽の施工	浄化槽法
浄化槽技術管理者	25,106	501人以上の浄化槽の管理	浄化槽法
浄化槽清掃技術者	14,782	浄化槽の清掃	施行規則
浄化槽検査員	1,118	浄化槽の法定検査	施行規則
指定検査機関	66	浄化槽の法定検査	
浄化槽メーカー	45	浄化槽の研究開発および製造	
浄化槽保守点検業者	13,701	浄化槽の保守点検	浄化槽法
浄化槽清掃業者	5,573	浄化槽の清掃	
浄化槽施工業者	35,386	浄化槽の施工	

(2007年度末)

図 2-7 浄化槽に係る技術者および事業者

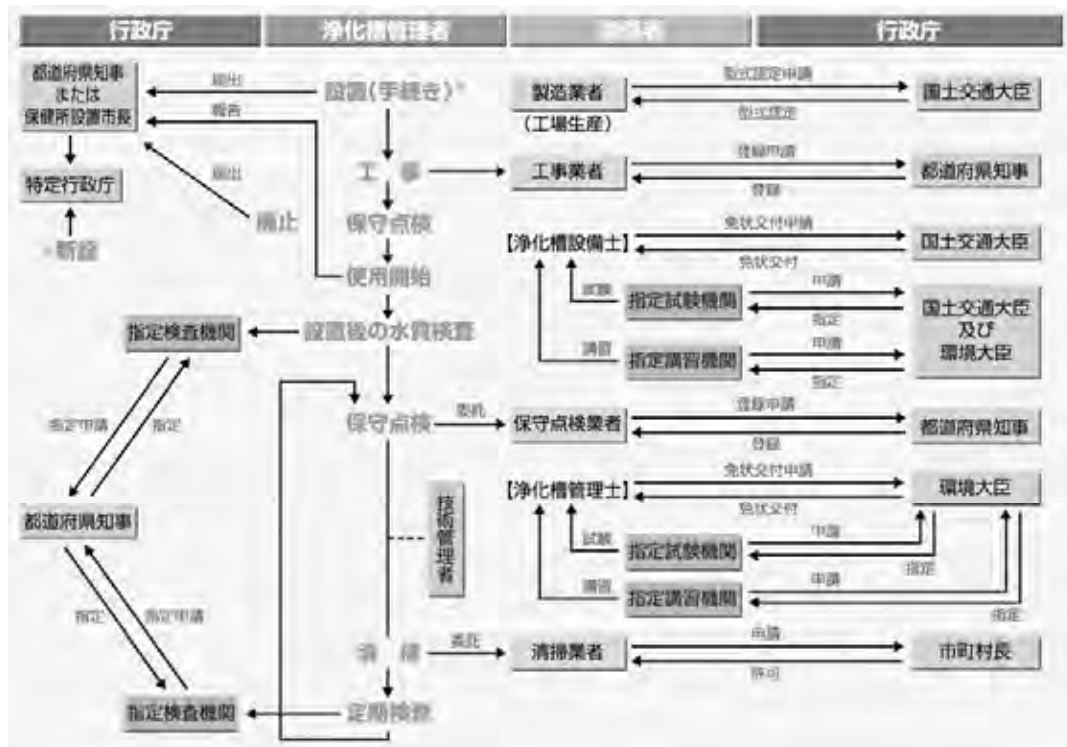


図 2-8 浄化槽法の主な仕組み

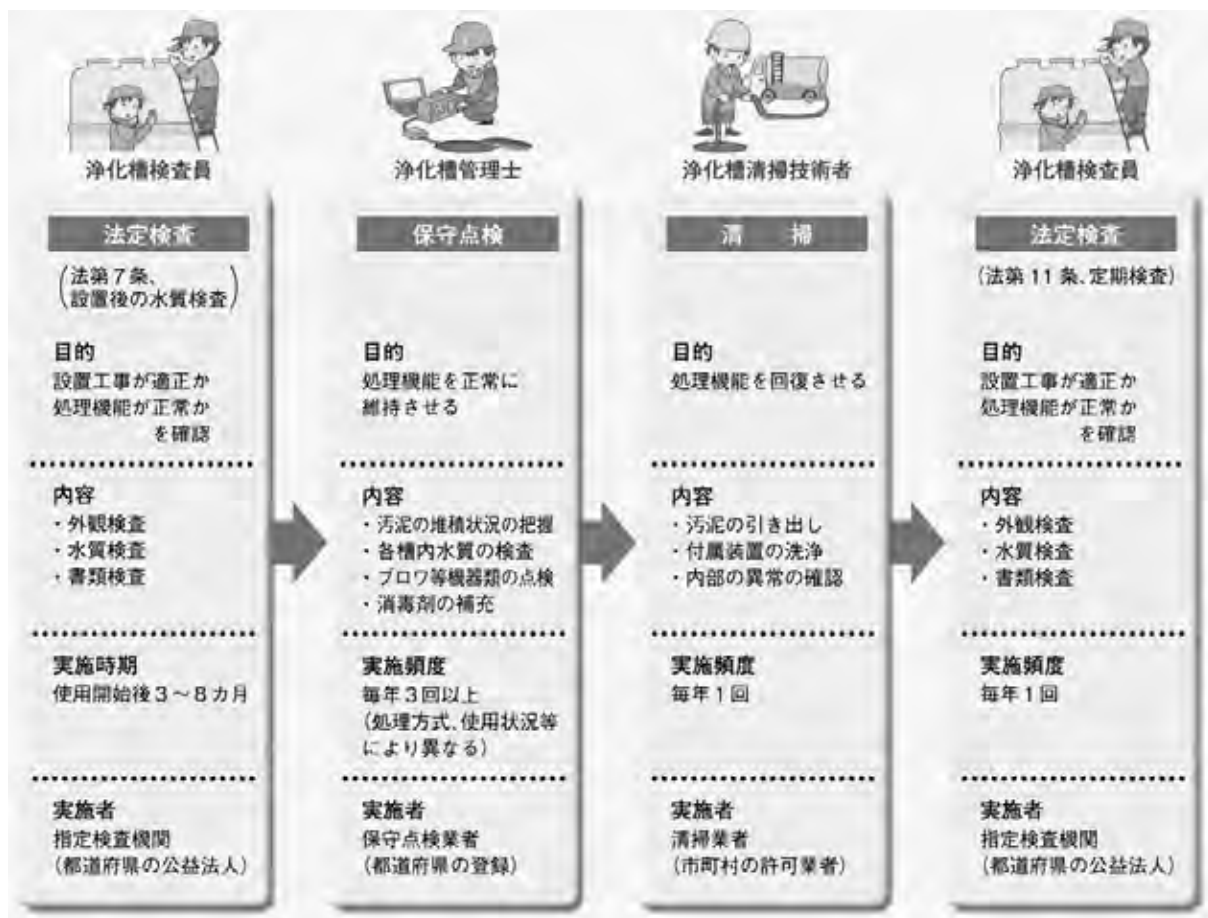


図 2-9 浄化槽の保守点検・清掃および法定検査

#### 4) 浄化槽の設置に関する国庫助成制度

環境省では、生活排水対策を推進するため、1987年に浄化槽を設置する個人に対し、国が設置費用の一部を助成する「浄化槽設置整備事業」という制度を創設した。また1994年には、市町村が実施する浄化槽整備事業（市町村が施設を所有）に対し、国が設置費用の一部を助成する「市町村浄化槽整備推進事業」という制度を創設した。（図2-10）

さらに、地方単独事業として、市町村が設置する浄化槽についても、戸建て浄化槽の整備を行う「個別排水処理施設事業」と、複数の住宅の生活排水を集合的に処理する浄化槽の整備を行う「小規模集合排水処理施設整備事業」があり、設置費用の一部には総務省からの交付税措置が行われている。

これら国による設置費用の助成制度の導入は、浄化槽普及の大きな推進力になっている。



図2-10 浄化槽の国庫助成制度の概念図

たとえば、戸建て住宅用浄化槽の5人槽を設置し、その費用が84万円と仮定すると、個人が「浄化槽設置整備事業」で浄化槽を設置する場合、個人負担が50.4万円、国および地方自治体からの助成は33.6万円

個人が「市町村浄化槽整備推進事業」で浄化槽設置する場合、個人負担が8.4万円、国および地方自治体の負担は75.6万円

## 2.3 日本のし尿・浄化槽汚泥等の資源化における経験・技術<sup>3)</sup>

### 2.3.1 浄化槽汚泥の処理・資源化の現状

環境省の統計によると、平成18年度（2006年度）実績として、汲み取りし尿および浄化槽汚泥における計画処理量の処理・資源化の状況は表2-3にまとめられている。構成比は原表では小数点以下1桁であるが、2桁とした。また、「浄化槽汚泥量構成比」は原表にはないが、浄化槽汚泥量のみを対象として求めたものである。

計画処理量で見ると、浄化槽汚泥の年間発生量は15,262.0千kLであり、その搬入先の内訳は、し尿処理施設14,089.1千kL、下水道投入792.6千kL、海洋投入270.9千kL、農地還元23.2千kL、メタン化施設7.3千kL、ごみ堆肥化施設3.3千kL、その他75.6千kLであり、加えて自家処理6.6千kLであった。この結果、計画処理量の92.32%がし尿処理施設で処理されていた。

表2-3 汲み取りし尿および浄化槽汚泥の処理資源化の状況（平成18年度）

処理量	汲み取りし尿量(kL/年)	浄化槽汚泥量(kL/年)	合計(kL/年)	構成比(%)	浄化槽汚泥量構成比(%)	処理残さ搬出量(t/年)	資源化量(t/年)	
計画処理量	し尿処理施設	9,864,110	14,089,149	23,953,259	92.27	92.32	479,361	55,061
	ごみ堆肥化施設	3,437	3,288	6,725	0.03	0.02	79	3,389
	メタン化施設	4,347	7,286	11,633	0.04	0.05	16	5,773
	下水道投入	647,227	792,567	1,439,794	5.55	5.19	—	—
	海洋投入	120,062	270,885	390,947	1.51	1.77	—	—
	農地還元	24,909	23,199	48,108	0.19	0.15	—	—
	その他	34,233	75,580	109,813	0.42	0.50	—	—
	小計	10,698,325	15,261,954	25,960,279	100.00	100.00	—	—
自家処理量	137,660	6,638	144,298	—	—	—	—	
合計	10,835,985	15,268,592	26,104,577	—	—	479,456	64,223	

### 2.3.2 し尿処理汚泥・浄化槽汚泥等の資源化

浄化槽汚泥・し尿処理汚泥等の資源化の経緯は次のように整理される。

- ① 2000年までは、堆肥化が多く取上げられている。
- ② 1998年から2002年までは、生ごみとのメタン発酵、高濃度メタン発酵が取上げられているが、これは国庫補助対象のし尿処理施設が汚泥再生処理センター化されたことに対応している。
- ③ 2000年からは、主として浄化槽汚泥を対象とした炭化が頻繁に取上げられている。
- ④ 2004年には、助燃材化、熱資源化とリン回収が取上げられている。

資源化は堆肥化およびメタン発酵が主であるが、時代が新しくなるにつれて新規の資源化が検討されてきている。なお、検討は一部で浄化槽側でもなされているが、主にし尿処理側でなされている。

#### 1) 資源化技術

し尿処理施設での資源化の現状を検討するにあたって、「汚泥再生処理センター等施設整備の計画・設計要領 2006年改訂版」<sup>2)</sup>で取上げられている資源化技術を要約する。

##### (1) メタン回収

メタン回収は、有機性廃棄物に対して嫌気性細菌の働きによりメタン発酵を行うことで、その減量化・安定化・無害化（病原性微生物等の不活化）を図りつつ、エネルギー資源のメ

タンを回収するものである。古くから汚水・下水処理由来の汚泥の処理に用いられてきたが、し尿処理の分野では、昭和 30～40 年（1955～1965 年）代にこの原理を用いたし尿の嫌気性消化処理が主流であった。近年、溶解性有機物に対応する UASB 処理や固形廃棄物に対応する高濃度発酵などの新しい技術が確立されている。

#### (2) 汚泥助燃剤化

汚泥助燃剤化は、高効率な脱水機を用いて含水率が 70%程度の脱水汚泥を得るもので、生成物を混焼率 15%以下でゴミ焼却炉に投入することによって、補助燃料を用いずに安定した燃焼を行ったり、従来のし尿処理施設での焼却処理より電気・燃料の使用量を低減したりすることを目的とする。

#### (3) リン回収

リンは枯渇資源であるうえ、日本では消費量（年間 60 万 t）の大半を輸入しており、生活排水から回収し、リン酸肥料とすることが求められている。し尿処理施設では、微生物増殖用以外の余剰分は無機凝集剤で固定され、凝集汚泥として焼却処理され、焼却灰は埋立処分される例が多い。リン回収は、この余剰分を回収するもので、実用化技術として晶析法がある。これは、排水にカルシウムやマグネシウムを添加し、pH 調整によってリン酸をリン酸化合物として結晶化させ、固液分離により回収する方法であり、ヒドロキシアバタイトを析出させる HAP 法とリン酸マグネシウムアンモニウムを析出させる MAP 法がある。

#### (4) 堆肥化

汚泥再生処理センターにおける堆肥化は、水処理過程で発生した汚泥と生ゴミやその他の有機性廃棄物（生活排水処理施設由来の汚泥や家畜ふん尿等）の再生利用を図るものである。一般に、堆肥化は、汚泥等を好気性条件下で堆積し、好気性微生物の働きにより有機物を分解する操作であり、その過程で発生する熱によって病原細菌、寄生虫卵、有害昆虫卵、ウイルス、雑草種子などの大部分が不活化される。

#### (5) 乾燥

乾燥は、脱水汚泥中の水分を蒸発させる操作であり、減量化すると同時に環境保全上支障がないようにすることを目的とする。乾燥汚泥は、農地還元できる肥料とされたり、堆肥化設備等での水分調整用に用いられたりする。

#### (6) 炭化

炭化は、汚泥等の有機性廃棄物を乾留（嫌気下あるいは低酸素濃度下で加熱し熱分解する操作）によって、木炭や活性炭に類した炭化物を得る操作である。炭化物には、①無菌状態で臭気がほとんどなく衛生的である、②長期間の保存ができる、③飛散が少なく使い勝手の良い粒状物が得られる、④脱水処理物の約 10%まで減量化できる、⑤しき、ビニール類、プラスチック類等も処理対象物となる、などの特徴がある。

#### (7) 溶融

溶融は、汚泥、しき、残さ、ビニール類、プラスチック類等を高温で溶解するもので、焼却よりさらなる減容化・安定化が達成され、溶融物の冷却で得られるスラグ等が有効利用できる。ただし、本資源化は大規模施設に適用されるものである。

#### (8) 油温減圧乾燥

油温減圧乾燥は、脱水汚泥、生ゴミ等と加熱媒体油を減圧下で混合接触させそれらの水分を蒸発させる回分式の乾燥操作である。通常油の沸点は水より高く、大気圧下での水の沸点

が 100℃であるため、含水物質を 100℃以上に熱すると水分が気化する。本操作はこの原理を応用したもので、廃食用油等を加熱し、処理対象物をこれと混合して水分を蒸発させるが、反応装置内を減圧状態にして、水の沸点と媒体油の温度を下げることにより、油の劣化の抑制と比較的低い温度（110℃前後）での乾燥を可能にしている。

### (9) 汚泥熱分解

汚泥熱分解は、汚泥を焙煎（対象物を入れた容器を外から高温で加熱する操作で、水分蒸発、改質などが生じる）する操作である。汚泥は、水分を含んでいる間は、高温で加熱しても 100℃以上にならないが、水分蒸発後も加熱（温度は 200℃程度）を続けることで 100℃以上に上昇し、悪臭成分や易分解性有機物の揮発・分解が始まる。最終的には、二次発酵まで行わせた熟成コンポストに類似した品質の製品が得られる。

## 2) 資源化設備の整備と資源化量

### (1) 資源化設備の整備

環境省の統計によると、平成 18 年度（2006 年度）時点で、1,051 施設あったし尿処理施設での資源化設備の整備状況は表 2-4 のように整理される。数字はし尿処理施設数であり、1 施設で複数の資源化設備を有する場合は複数カウントしている。また、2000～2004 年度については 5 年度間と各年度での数を示し、2005 年度以降は各年度で示した。これは、1998 年度に本格化された国庫補助対象が資源化を前提とした汚泥再生処理センターになったことを考慮したためである。使用開始後に資源化設備を設けた場合も想定されるし、「その他」に分類される資源化処理が多いが、およその状況は把握できる。なお、「その他」に分類されるものには乾燥汚泥の配布、熱回収、焼却灰の配布などもあるものと考えられる。

表 2-4 の結果は、「その他」を別にすると、先に示した傾向とほぼ対応していると思なせる。堆肥化とメタン発酵は古くから採用されているが、2000 年度から急増している。反面、「その他」が減少傾向にある。わずかではあるが、近年、助燃剤化、炭化、リン回収が採用されており、これは今後も導入されるものと考えられる。

表 2-4 し尿処理施設における資源化設備の整備状況

使用開始 年度	資源化処理					
	堆肥化	メタン発酵	炭化	助燃剤化	リン回収	その他
1958		1				
1960～1964	2	1				2
1965～1969	7	4				3
1970～1974	8	1				3
1975～1979	16	2				9
1980～1984	25		2			8
1985～1989	27	1	2			15
1990～1994	29	1			1	10
1995～1999	24		1			8
2000～2004	52	12				6
2000	11	4				2
2001	11	1				2
2002	11	3				1
2003	11	4				1
2004	8					
2005	9	1	2			2
2006	8	2	2	3	1	4
2007	2					2
計	209	26	9	3	2	72

### 2.3.3 浄化槽汚泥資源化の課題

#### 1) 浄化槽ビジョンにおける見解

環境省は、平成19年1月に、浄化槽の今後の在り方に関していわゆる浄化槽ビジョンを発表した。その中で、浄化槽は循環型社会および脱温暖化社会の形成に寄与する可能性を有しているが、現状では十分貢献できる状況ではないとして、汚泥に関して以下に要約する課題を述べている。

##### (1) リサイクルシステムの構築

浄化槽汚泥は、発生源ごとの特性を把握しやすいこと、重金属等の含有量が少ないことから、再利用しやすい特徴があるが、し尿処理施設での処理残さは焼却・埋立処分されることが多い。このため、市町村は、このような形態に頼るだけではなく、バイオマスのリサイクルシステムに組み入れるなど、有効活用を考慮した処理体制を構築することが望ましい。

また、リサイクル手法については、必要に応じ、生ごみ等の有機性廃棄物を併せて処理することを考慮し、メタン発酵や炭化処理等堆肥化以外と比較考慮することも大切である。

##### (2) 浄化槽汚泥処理施設の整備

一部のし尿処理施設では、浄化槽汚泥の発生量に見合った十分な処理能力がなく、その受入れを制限しているという指摘がある。また、浄化槽汚泥の処理量がし尿のそれよりも多い現状が今後も更に進むことが考えられる。このため、施設整備においては、必要に応じ、し尿と分離した浄化槽汚泥のみの別システムを設けることも考慮する必要がある。

##### (3) 効率的な汚泥処理システムの整備

浄化槽汚泥は、できる限り発生源近傍において効率的に処理することが望ましいが、広域的な処理が必要である場合、多数の車両での長距離輸送は消費燃料の増加となり、コスト増だけでなく地球温暖化の防止の点からも好ましくない場合もある。このため、濃縮車・脱水車、積替え施設等の導入などにより、効率的な処理システムの構築を検討すべきである。

また、必要な施設の整備については、早期に行うことが望ましいが、PFI事業を利用するなど、民間の活力を使いつつ行うことも考えられる。

##### (4) 浄化槽汚泥発生量の抑制

浄化槽汚泥については、リサイクルシステムの構築も重要であるが、循環型社会形成の見地からは、その発生を抑制することも重要である。このため、回収が必要となる汚泥の量を抑制する技術の導入を図るとともに、清掃時における汚泥引き出し量の適正化等維持管理方法の向上による汚泥量の減量化が重要である。

### 2.3.4 農村部に適する小型コンポスト・メタン発酵技術

#### 1) 小型汚泥発酵処理装置（CSUシステム、鶴見ポンプ（株））<sup>4)</sup>

本システムは、福知山市夜久野地区にある農業集落排水施設からの余剰汚泥を原料にコンポスト肥料を製造する設備として導入されている。これまで10年以上の運転実績を有し、処理機能が安定しており、生産された汚泥肥料のすべてが地域の農地に還元され、地域有機資源循環のモデルとして注目されている。

以下、メーカーのカタログからシステムの概要を紹介する。

現在、多岐にわたる分野で排水処理が行なわれていますが、発生する余剰汚泥は殆どの場合、再生処理されていないのが現状です。私共は、微生物を利用した発酵処理により、これらの余剰汚泥を有機堆肥や普通肥料として、農地にリサイクルする汚泥再生処理設備「CSUシステム」を開発しました。このシステムは、脱水プロセス

と発酵プロセスから成っており、これらがひとつのラインとして機能し、集落排水汚泥等を腐熟度の高い普通肥料として再生します。CSUシステムは汚泥の発生量に適した規模のシリーズを用意して、幅広いニーズにお応えします。又、設置した後も簡単に操作ができるように配慮してあります。

## 【CSUシステム】の特長

### 一週間の連続無人運転

操作ボタンのON・OFFにより、汚泥の引き抜きから脱水・発酵・排出までを一週間無人で運転を行ないます。週一回の巡回で運転が継続され、JARUSの定めるメンテナンス規格に、適合しております。



高機能操作画面

### 短い処理時間

最短72時間（5日目投入分）で処理が完了します。

### 効率の良い発酵分解

効率良く発酵し、継続して最適な発酵温度が維持されます。好気処理により発酵反応時の臭気も極めて少量です。

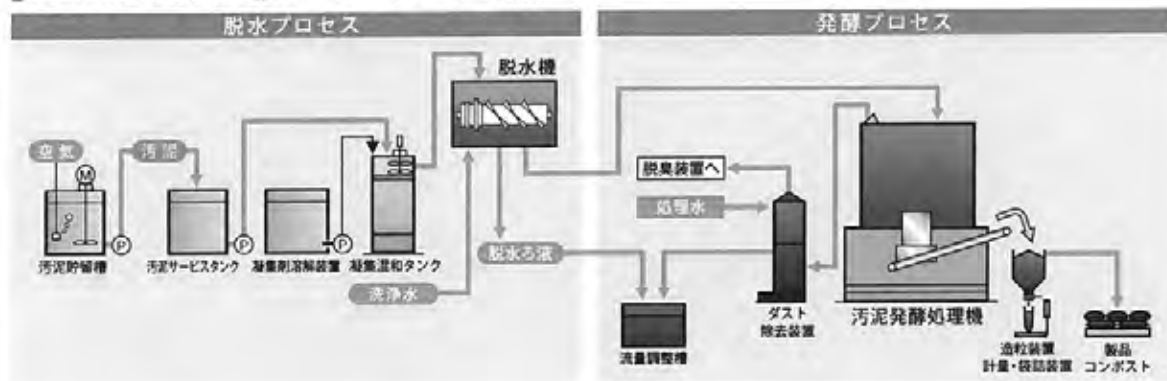
### 副資材が不要

菌床として、キラ菌或いは生成したコンポストを使いますので、例えば米糠・粕殻等の副資材やオガコのように発酵分解に時間が掛かるリグニン系の水分調整材は必要としません。

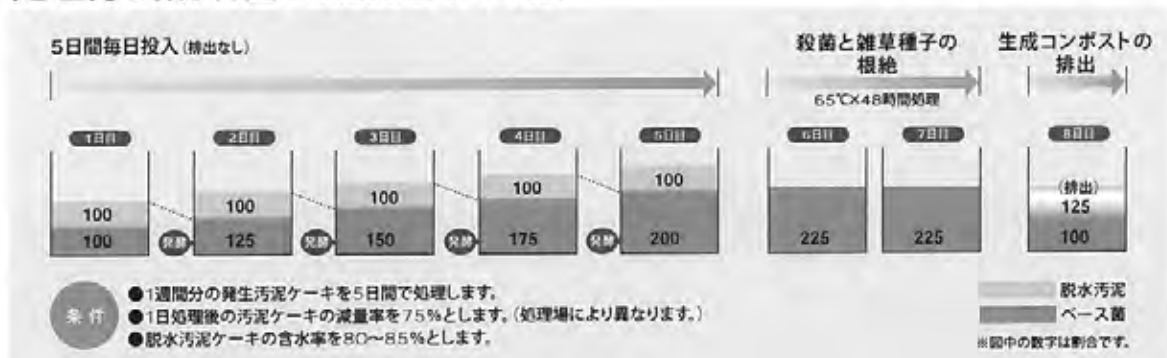
### コンパクト

堅型発酵槽と多重板型スクリーンプレス脱水機がコンパクトにユニット化され、省スペースで設置できます。

## 【CSUシステム】フローシート（例）

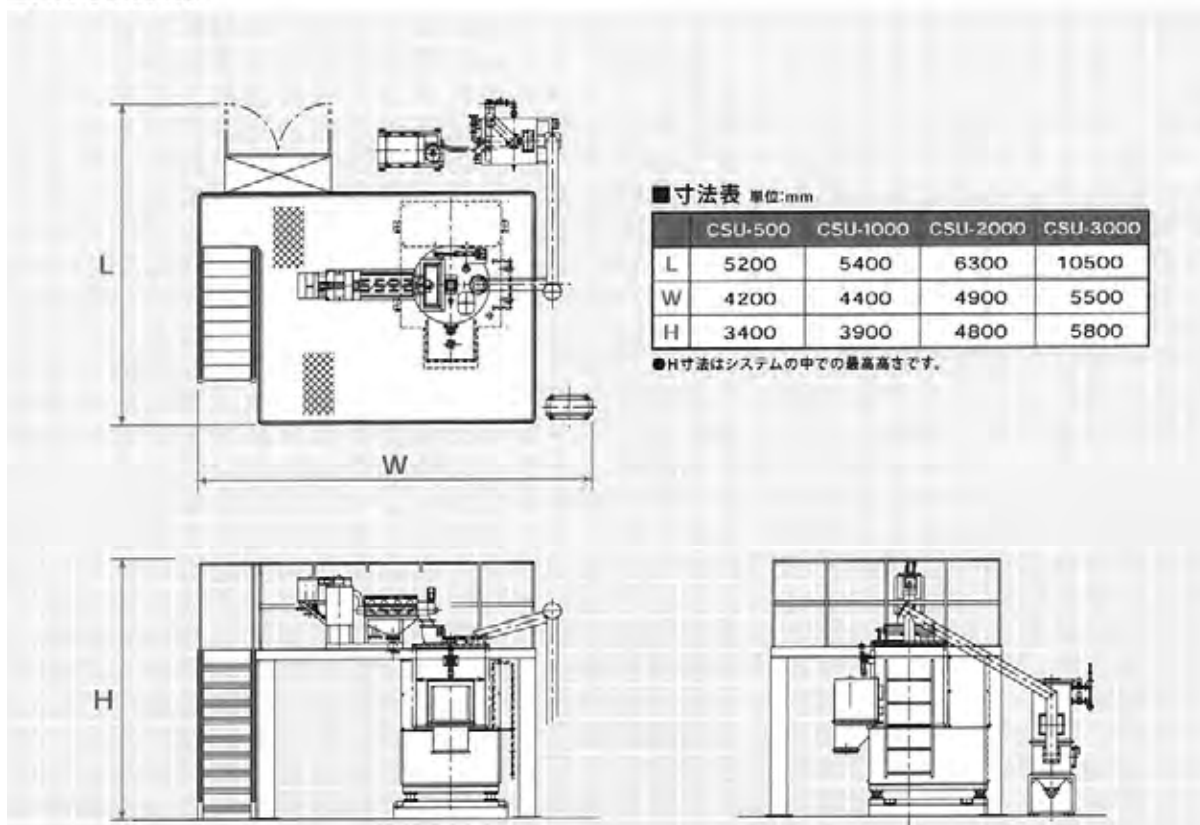


## 処理方式説明図（1週間自動運転サイクルの場合）





■外形寸法図(例)



■CSUシステム仕様

項目		型式	CSU-500	CSU-1000	CSU-2000	CSU-3000
処理対象人口(人)			500	1000	2000	3000
運転方式			1週間自動運転	1週間自動運転	1週間自動運転	1週間自動運転
処理固形物量(kgDS/週)			75	150	300	450
発酵機	使用菌名		キラ菌	キラ菌	キラ菌	キラ菌
	減量率		75~85%/日	75~85%/日	75~85%/日	75~85%/日
	総合出力(kW)		14	20	37	57
脱水機	スクリー軸		φ100×1本	φ100×2本	φ200×2本	φ200×2本
	標準処理量(kgDS/h)		~5	~10	20~30	20~30
	総合出力(kW)		0.91	1.01	1.61	1.61

●上記表は、処理対象人口にあわせて、ご提案します。 ●上記表は、汚泥転換率を0.4で算出しました。 ●仕様については、予告なく変更する場合があります。

■コンポストの成分分析結果例と推奨基準との比較

項目	農業汚泥コンポスト	下水汚泥コンポスト	下水汚泥堆肥の品質基準
水分	38.6%	17.12%	50%以下
p h	7.7	5.8	8.5以下
窒素全量	3.6%	4.22%	1.5%以上
リン酸全量	2.4%	1.94%	2%以上
加里全量	0.72%	0.30%	—
アルカリ分	—	0.88%	25%以下
水銀(乾物換算値)	0.44mg/kg	0.35mg/kg	2mg/kg以下
ヒ素(乾物換算値)	0.68mg/kg	2.9mg/kg	50mg/kg以下
カドミウム(乾物換算値)	1.1mg/kg	0.5mg/kg	5mg/kg以下
銅(乾物換算値)	280mg/kg	110mg/kg	600mg/kg以下
亜鉛(乾物換算値)	380mg/kg	300mg/kg	1800mg/kg以下
クロム(乾物換算値)	24mg/kg	—	500mg/kg以下
ニッケル(乾物換算値)	16mg/kg	—	300mg/kg以下
鉛(乾物換算値)	31mg/kg	—	100mg/kg以下
C / N 比	—	8.40	20以下

## 納入実績例



「CSU-1600」JARUS-XI型 処理施設に納入  
(社)日本農業集落排水協会による、「汚泥資源循環利用」に関する技術の性能確認済。



「CSU-500」JARUS-III型 処理施設に納入

## 2) 小型汚泥・生ごみのメタン発酵実証実験装置 (社) 地域資源循環技術センター) <sup>5)</sup>

本実証では、農村地域などの地域に必ず賦存する農業集落排水汚泥と、家庭系および事業系生ごみを用いて実際にメタン発酵施設の運転を行い、標準化した小規模な汎用性の高い経済的なシステムの構築を目指している。

実証試験施設は、①前処理設備、②メタン発酵設備、③エネルギー利用設備、④液肥貯留設備、4つの設備で構成されている(写真2-1と図2-11を参照)。

前処理設備では、生ごみから発酵異物を分離した後、集排汚泥と混合する。原料生ごみとしては、家庭系および学校給食を用い、メタン発酵槽に毎日所定量を投入した。1回の投入量は5 L / 回とし、投入量により6～60回に分割して投入した。

メタン発酵槽は35℃の中温発酵とし、55℃温水による間接加温にて温度コントロールした。メタン発酵槽の有効容積は4.5m<sup>3</sup>、想定したケースについて、有機物負荷（VS 負荷）および原料の滞留時間を変化させた実験を行っている。



写真 2-1 メタン発酵実証施設

エネルギー利用設備では、生成したバイオガスから硫化水素を除去後、汎用のガスエンジンコージェネレーションユニットで発電、熱回収を行う。発電電力は、分析室および屋外の投光機に利用し、熱についてはメタン発酵の加温に利用している。また、硫化水素の除去については乾式脱硫と生物脱硫に加え、メタン発酵槽に鉄剤を添加することによる脱硫方法を比較検討している。

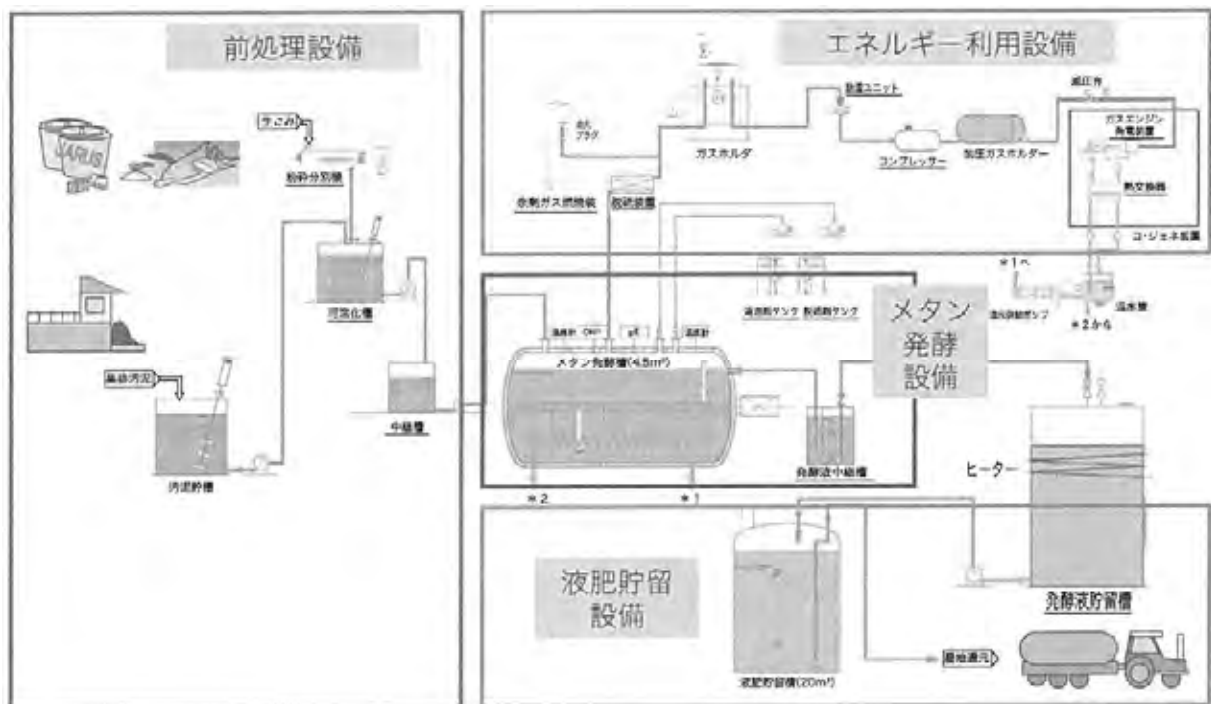


図 2-11 メタン発酵実証施設のフローシート

### 2.3.5 これまで浄化槽を途上国で試行的に導入した事例とその教訓

1980年代から、開発途上国に対して日本政府のODAプロジェクトによる浄化槽技術移転、または日本の浄化槽メーカーによる海外ビジネス展開が数多く行われたが、成功した事例は限られている。以下にこれまで実施された浄化槽の海外技術移転等の事例の概要を紹介し、そこから得られた教訓等を整理する。

## 1) ODA 等による浄化槽の展開支援

### 事例①

旧建設省は、1991 年から 3 年間、途上国建築衛生設備技術開発事業として、インドネシアを対象に、試験浄化槽の設計設置および技術調査を行った。また、小型合併処理浄化槽 5 基設置し、機能・水質の調査を行った。

### 事例②

旧厚生省は、1994 年度に浄化槽の技術移転事業を実施した。インドネシアのチレボン市に浄化槽(100 人槽)を設置するとともに現地水道公社(PDAM)のスタッフのトレーニング、研修を行ってきた。インドネシア以外にもベナン共和国、ルーマニア、サモア、ベトナムなどに調査団を派遣し、現地の汚水処理事情の把握や現地セミナーによる浄化槽の紹介を行った。また、パレスチナ自治区内の農業学校敷地内にモデルプラントを設置し、性能試験を行った。

### 事例③

外務省の草の根無償で、2002 年にインドネシアのチレボン市低所得者アパート向け浄化槽(384 人槽)の導入するための資金援助を行った。

### 事例④

JICA は、事例②のパレスチナ自治区内の農業学校への浄化槽設置を受けて、「中東和平支援」の一環として浄化槽の集団研修を 2000 年に東京国際センターで実施した。その他 JICA の研修事業の中に浄化槽が講義や視察の形で組み込まれたコースとして、1990～2001 年までは廃棄物処理コース、2002 年からは淡水環境研修コースがある。

## 2) 民間ベースによる浄化槽海外ビジネス展開

### 事例⑤

浄化槽メーカーの海外展開は 1980 年代後半から、マレーシア、インドネシア、タイ、ルーマニアなどに進出した実績がある。また、製品の販売実績は、アメリカや中近東を含む広い地域に及んでいるものの、販売実績は限られている。

### 事例⑥

韓国は、海外で唯一浄化槽の業界団体のある国であり、(社)型式浄化槽工業会(現(社)浄化槽システム協会)は、日韓交流会議を開催している。

1980 年代に海外に進出した日本の浄化槽メーカーの多くは残念ながら現在は撤退している。一方、最近経済発展が著しい中国・ベトナム等の新興国に対して、一部の浄化槽メーカーが再び海外進出する機会をうかがっている。

## 3) これまでの教訓

これまでの ODA や日本企業による浄化槽の海外展開において、特に開発途上国への普及に必ずしもつながっていかなかった原因、また教訓としては以下が考えられる。

### (1) 戦略的に浄化槽を展開するビジョンが希薄

浄化槽を設置して使用開始以降、継続的なフォローがないため交換部品など消耗品が購入できず正常に稼働できないケースが多い。

対象国に浄化槽の適用が可能な市場を見出し、継続的なフォローができるように地元での適切なパートナーと手を組んで事業展開することが重要である。

- (2) 現地の実情にあった維持管理を含む浄化槽技術・システム開発が不十分  
現地の事情（水道、電気、汚水量・水質、所得レベル等）に適合した浄化槽技術・システムを開発し、とくに現地のニーズに合う低コストで浄化槽を現地で生産しマーケットを広げるアプローチが必ずしも採られてこなかった。この場合、現地の状況に則した維持管理の体制と管理費用負担の検討が極めて重要である。
- (3) 現地行政機関による浄化槽導入にかかる支援策や啓発活動が不十分  
一般に開発途上国では汚水処理に対するプライオリティが低い一方で、一部の地域ではすでに水洗化（ポア・フラッシュ）され水質汚染が進行している。住民にインセンティブを与えなければ比較的成本のかかる浄化槽の設置は難しい。政府による環境教育・設置費用の補助等による衛生改善プログラムの推進や、浄化槽から出される汚泥等から発生するメタンガス利用など住民に直接に利益をもたらす施設の併設が必要となる。

## 2.4 まとめ

1. 日本では、古代からつい最近までし尿の直接農地還元が行なわれていた。現在でもし尿処理の過程で発生した汚泥（浄化槽汚泥を含む）の一部をコンポストにして農地または緑地に施肥している。
2. 日本では、し尿の処理処分について厳しい法規制を行い、その結果さまざまなし尿処理技術が開発・実用化され、し尿系由来の水系感染症の根絶に成功している。
3. 浄化槽は、下水道と同等の処理性能を有する分散型汚水処理技術である。浄化槽は、その製造、施工から、保守点検、清掃および法定検査までの各段階においてそれぞれの作業が適切に行われてはじめて、システムとして機能する。
4. 日本では、し尿・浄化槽汚泥等を資源化する技術が多く開発・実用化されている。農村地域に適用しやすい汚泥等の小型コンポスト・メタン発酵技術も開発され実用化の段階に入っている。
5. 開発途上国に対して日本政府の ODA プロジェクトによる浄化槽技術移転、または日本の浄化槽メーカーによる海外ビジネス展開が数多く行われたが、成功した事例は限られている。その原因また教訓として、①戦略的に浄化槽を展開するビジョンが希薄、②現地の実情にあった維持管理を含む浄化槽技術・システム開発が不十分、現地行政機関による浄化槽導入にかかる支援策や啓発活動が不十分、が挙げられる。

## 参考文献

- 1) 環境省、「日本におけるし尿処理・分散型生活排水処理システム」、2010
- 2) 環境省、平成 21 年度「し尿処理システム国際普及推進業務」報告書、2010
- 3) 河村清史、浄化槽汚泥資源化の現状と課題、月刊浄化槽、No. 392、2008
- 4) 株式会社鶴見製作所資料より
- 5) 小泉佳子ほか、農村地域向けメタン発酵施設の実証試験、月刊浄化槽、No. 392、2008

## 第3章 中国農村部におけるし尿・分散型汚水処理の現状と課題

### 3.1 農村部におけるし尿処理の現状と課題

昔から、中国は農業を主とする国であり、膨大な人口を養うために、農業生産量への期待が高い。従来農村住民は、伝統的な乾式トイレに溜めたし尿を有機肥料として農地還元し、私有財産として回収利用されている。この方式は、し尿を資源として効果的に利用するとともに、し尿の現地処理を可能にし、環境汚染を削減することができる。し尿の中に多くの有機物、窒素、リンおよび病原性微生物が含まれているため、し尿を適正に処理することは、農村部の住民の暮らしを守るための重要な措置と言えよう。伝統的な乾式トイレは構造が簡単で、大量の蚊、ウジムシおよびハエが繁殖するとともに、臭気も発散する。し尿に含まれる病原性微生物が消化器寄生虫病および腸感染症の疾病を誘発し、大規模な発生や流行を招くおそれがある。

近年、中国農村部の状況が大きく変わってきた。急速な経済発展や生活習慣の変化、そして新農村建設事業の大きな進展に伴い、化学肥料が大量に使用ようになった。これらの変化に伴い、農村部のし尿処理の状況も大きく変わった。浙江省で10数の行政村を対象とした調査結果から、150世帯の農家のうち、乾式トイレを使用する農家は10世帯未満で、大多数の農家がトイレの改造に意欲的であることが明らかとなった。中国北部の農村地域では、乾式トイレを簡易水洗トイレに改造する動きがすでに見られている。

乾式トイレの衛生トイレへの改造は、現段階における中国農村部のし尿収集・処理の主な事業になりつつある。衛生トイレとは、水洗トイレ、し尿分離型エコトイレ、漏斗式トイレ、ダブル穴交替式トイレや楼閣式堆肥トイレを指している。

統計によると、1993年に中国農村部の衛生トイレ普及率は7.5%であったが、2003年時点で衛生トイレの普及率は48.7%まで上昇した。政府の計画では、2015年までにそれを70%に引き上げる予定となっており、その場合は毎年500万基以上のトイレを改造する必要がある。各種類の衛生トイレのうち、水洗トイレが占める比率は最も高く、水資源が豊富な地域では多く利用されている。

一方、水資源が乏しい地域では、水が貴重なため、国はし尿分離型エコトイレ、漏斗式トイレ、ダブル穴交替式トイレや楼閣式堆肥トイレを推奨している。これらの衛生トイレは、水資源を節約できるうえに、資源の循環利用も実現できる。

トイレの改造事業と比べ、し尿処理は大きく遅れているのが現状である。統計によれば、現在中国農村の96%はし尿の収集システムが整備されておらず、農村部のし尿が2級処理される比率は約2.5%程度にとどまる。し尿分離型エコトイレ、漏斗式トイレ、ダブル穴交替式トイレや楼閣式堆肥トイレなどは、洗浄用水を節約でき、資源の循環利用を実現できるが、デメリットもある。例えば便利性或衛生面でまだ問題があるため、使用率はそれほど高くなく、水洗トイレは今後の農村部トイレ改造の主流になると考えられる。

水洗トイレより収集したし尿は、現在化糞池やメタンガス池を利用して処理している。この処理方式のうち、3格式化糞池で処理する比率はもっとも高く、その次はメタンガス池である。3格式化糞池と連結するトイレは通常屋内に設置され、メタンガス池と連結するトイレの多くは屋外に作られている。水洗トイレの場合、汚水の量が増える。化糞池やメタンガ

ス池で処理した後の処理水の中に有機物や窒素・リン以外に病原性微生物も含まれているため、直接に排出された場合、環境汚染を招くリスクが高い。したがって、し尿を収集して、有機肥料に加工して利用する処理方式を中国農村部で普及させることが望ましい。

### 3.2 農村部における分散型汚水処理の現状と課題

中国環境保護部および住宅と都市農村建設部の資料によれば、農村部の生活排水の水量はすでに、全国汚水排出総量の50%程度を占めようになっている。現在、都市部の汚水処理率はすでに75%を超えており、産業排水の処理率はさらに高い。都市下水と産業排水の処理率の向上に伴い、農村部の生活排水が水質汚濁の主な原因になりつつ、最大の水質汚濁源となっている。

上記の調査結果によると、現在中国農村部における汚水集水管路の整備率は5%程度で、汚水処理率は3%未満である。大量の汚水が直接に村落周辺の河川や池へ排出され、村落の環境悪化を招いている。浙江省の調査結果によると、村落周辺の河川や池の水質汚染がひどく、水質分類では劣V類に属し、アンモニア窒素やトータル窒素などは基準値を大幅に超過している。

中国農村部における汚水処理は、いくつかの特徴がある。まず、中国農村部では、農村の住宅が分散しており、主に戸建て住宅、数軒の住宅の集まりおよび自然村のような形態となっている。これら住居形態からの制限により、汚水を集水管路で収集して集散的に処理することが難しく、分散型システムによるオンサイト処理がより効果的である。また、農村部では技術力は低く、経済基盤は弱い。さらに、中国の地域間で、環境条件などの面で大きな差が存在するため、各地域における生活排水の排出特性も大きく異なり、汚水処理の技術選択への要求も異なってくる。

現在、中国農村部では、主に3つの汚水処理モデルを取り入れている：1)戸建て住宅を対象とした汚水処理モデル。一軒の農家向けの単独処理と数軒の農家向けの処理に分けられる。それぞれの処理規模は0.2~1.0 m<sup>3</sup>/dと1.0~10.0m<sup>3</sup>/dになっている。2)村落を対象とした集中処理モデル。村落全体の汚水を排水管路で収集して集散的に処理する。3)都市の郊外にある農村の生活排水を直接都市下水道に流入させ、都市の下水処理場で集散的に処理するモデル。

近年、中国政府が農村汚水処理に関する処理技術・運営管理などの分野に研究プロジェクトを立ち上げ、一連の調査研究を実施してきた。中国住宅と都市農村建設部農村汚水処理技術北方研究センターにおいては、すでに「863計画」の「典型的高原湖沼の初期汚染制御技術研究と実証」、中国科学院方向性重点研究プロジェクト「農村分散型汚水処理技術研究と実証」、中国科学院知識創新工程領域フロンティア・プロジェクト「農村生活汚水土壤処理システム効果研究」および企業委託研究「小規模農家汚水リサイクル技術の開発」、国家水研究特別プロジェクトのサブプロジェクト「小康型村鎮汚染制御集成技術研究とモデル」など数多くの研究を実施してきた。これらの研究を通じて、農村部に適した一連の汚水処理やリサイクル技術を開発し、技術面で中国農村部における汚水対策事業を支援している。

住宅と城郷建設部農村汚水処理技術北方研究センターが全国調査を行い、48件の農村分散型汚水処理技術(図3-1)を選定した<sup>1)</sup>。これらの技術は、現在中国農村部でよく採用されているもので、主に活性汚泥法、生物膜法、膜技術、生態技術、土地処理と池処理技術、生物

と生態技術の組合せ等が含まれる。戸建て住宅、数軒農家の集合体、自然村や村落の汚水処理に応用されている。

調査の結果から、中国の国土面積が広く、各地域の経済発展レベル、地理や気候の特徴、農村住民の習慣などに大きな差があると分かった。従って、地域ごとに適用できる汚水処理技術の種類も異なってくる。例えば、東北地域では、冬の低温が汚水処理効果に影響を与える重要な要素となり、西北地域では、国民総生産および財政収入が全国の平均より低い水準にあり、農村経済の発展が遅れているため、汚水処理施設の整備が比較的立ち遅れている。一方、東南地域の大部分の省では、経済が発達しており、人口密度が高く、汚水処理施設の用地が不足しており、地域内に国が指定された流域汚染制御重点区域がある。従って、各区域で汚水処理技術を選択する際に、生物接触酸化、嫌気性処理、人工湿地、土壌処理技術およびそれらの組合せた技術が選択対象となる。

また、調査結果によると、電気が必要とする技術は実施例全体の 77.4%を占めており、適用可能な技術の 65.2%を占め、有動力汚水処理技術と施設は農村部で多く応用されていることが分かる。

現在、農村部の分散型汚水処理には主に活性汚泥法、生物膜法、土壌処理およびポンドシステム、膜技術、生態技術、生物と生態組合せ技術等が採用されている。自然条件および経済発展の状況等により中国の農村部を地域分けし、各地域に適用する分散型汚水処理技術を表 3-1 に示す。

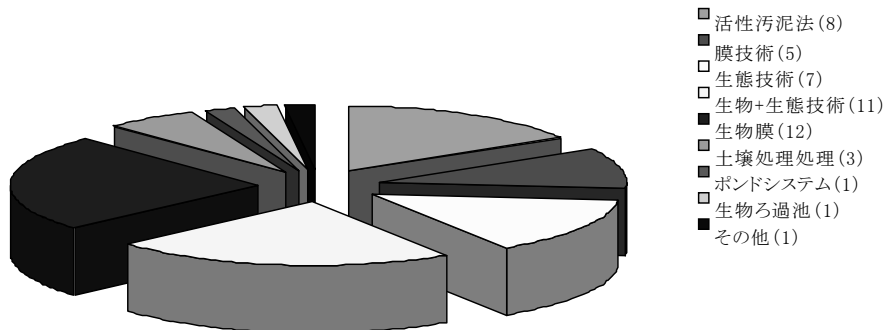


図 3-1 調査対象技術の割合



表 3-1 地域ごと分散型污水处理適用技術一覧

地域	東南地域	中南地域	西南地域	東北地域	華北地域	西北地域
処理技術	化糞池	化糞池	化糞池	化糞池	化糞池	化糞池
	嫌気性生物膜池	嫌気性生物膜反応池	メタンガス池	嫌気性生物膜池	汚水浄化メタンガス池	汚水浄化メタンガス池
	メタンガス池	生物接触酸化池	嫌気性生物膜池	生物接触酸化池	普通曝気池	嫌気性生物膜池
	生物接触酸化池	酸化溝	生物接触酸化池	土壌処理	回分式生物反応器	生物接触酸化池
	酸化溝	人工湿地	生物ろ過池	人工湿地	酸化溝	酸化溝
	人工湿地	安定化池	酸化溝	安定化池	生物接触酸化池	人工湿地
	生態ろ過池	土壌処理	人工湿地		人工湿地	安定化池
	土壌処理	生物浮島	土壌処理		土壌処理	土壌処理
					安定化池	

### 3.3 12次5カ年計画から見た中国の農村汚水処理事業

中国政府は、国の社会・経済の中長期目標計画（正式名称は、中国国民経済と社会発展〇〇次5カ年計画要綱）を5年ごとに作成し、全国人民代表大会（国会に相当する）で審議・承認された後、実施することとなっている。2011年は第12次5カ年計画（以下「12・5」という）の1年目に当たり、3月に開催する全国人民代表大会に「12・5」が審議され承認される見通しである。以下に現時点で入手した情報に基づき、今後5年間中国の農村汚水処理事業について整理する。

#### 1) 国民経済と社会発展12次5カ年計画要綱（草案）》（要約）より

（出典：人民網《人民日報》2011年03月06日）

- ・ 主な汚濁物質の総排出量を削減し、COD と SO<sub>2</sub> の総排出量をそれぞれ 8%、NH<sub>4</sub> と NO<sub>x</sub> の総排出量をそれぞれ 10%削減する。
- ・ 新農村建設の計画策定を着実に実施し、農村インフラ施設の整備と公共サービスを強化し、農村環境改善の総合対策を推進する。

中国政府が策定した「十二次五カ年計画」（草案）の中で、「農業の近代化を推進し、社会主義の新農村建設を加速させ、十二次五カ年期間中に、農村部のインフラ整備と公共サービス事業を強化し、都市・農村の経済社会の一体化した発展の要求に従い、新農村建設の計画を作成し、農村部の生産・生活条件を改善させ、農村環境改善の総合対策を講じる。同時に環境保全を強化し、城鎮レベルの汚水やごみ処理施設の建設を加速し、重点流域の水汚染防止対策を強め、汚染物の排出基準や環境影響評価を厳格化させ、法の執行と監督を強化し、環境保全に関する科学技術や経済政策を健全化させ、汚染者負担制度を導入し、多元化した環境保全投資・融資メカニズムを構築し、環境保全産業を大いに発展させる」などの内容が盛り込まれている。今後5年間、中国農村部での汚水処理事業がさらに推進されるものとみ

られる。

## 2) 重点流域における農村汚水処理に関する情報整理

「12・5」では、8つの重点流域（黄河、淮河、遼河、海河、松花江、巢湖、滇池、三峡ダム）が指定され、これら重点流域について水質防止計画が策定されている。以下に、各重点流域に該当する直轄市・省・自治区が策定した5カ年計画の内容のなかに農村汚水処理に関する部分を表3-2に示す。

表3-2 各重点流域における「12・5」期間中の農村汚水対策一覧

重点流域名	地方例	出典	「12・5」期間中の主な対策
海河流域：北京市、天津市、河北省、山西省、内モンゴル、河南省、山東省	山東省	「山東省国民経済と社会発展第十二次五カ年計画」	「12・5」期間中に、農村汚水処理とゴミ処理を重点に、農村部の総合的環境整備事業を推進。 新農村建設事業を推進し、都市・農村のインフラ整備を総合的に計画・実施し、8000箇所 <small>の村</small> の改造を完成。
遼河流域：河北省、内モンゴル、吉林省、遼寧省	河北省	「河北省十二次五カ年期間中国民経済と社会発展計画」	都市・農村におけるエネルギー、水利、環境保全、防災などに関するインフラ整備を総合的に計画・実施し、小規模都市の供水、汚水処理やゴミ処理事業が周辺の村鎮をカバーさせることを推進させ、都市・農村を一体化させた新型のインフラ整備システムを構築。
巢湖流域：安徽省合肥市、巢湖市、六安市舒城县	安徽省	「安徽省国民経済と社会発展第十二次五カ年計画綱要」	農村部における総合的環境整備事業を推進し、農村クリーンプロジェクトを実施し、農村の自然生態を保護し、供水改造、厨房改造、トイレ改造、養殖場改造などを加速させ、農村生活環境を改善させる。 郷鎮レベルでは、一定規模以上の汚水処理施設の建設を推進し、郷村レベルでは、農村汚水処理の適正技術を推進する。
三峡ダムエリアとその上流流域：重慶市、湖北省、四川省、貴州省、雲南省	重慶市	「重慶市国民経済と社会発展第十二次五カ年計画に関する提案」	新農村建設を推進する。 農村の飲用水安全、クリーンエネルギー、環境改善などに関するインフラ整備を推進し、農村と都市部でのインフラ整備の一体化を実現させる。
淮河流域：河南省、安徽省、山東省、江蘇省	江蘇省	「江蘇省国民経済と社会発展第十二次五カ年計画に関する提案」	新農村建設を推進する。 農村環境の総合的整備を展開し、全面的に農村クリーンプロジェクトを実施し、農村生活汚水処理技術を普及させ、農村の住宅や生活環境を向上させる。 都市・農村の汚水と生活ゴミの処理施設整備を推進し、排水管路の整備率を高め、最終的に排水管路による生活排水の収集・処理を実現する。
黄河中上流流域：青海省、甘肅	陝西省	「陝西省国民経済と社会発展第十二次	農村のインフラ整備を推進し、汚水処理、ゴミ処理およびメタンガス利用施設の整備を強

省、寧夏自治区、内モンゴル、山西省、陝西省、河南省		次五カ年計画に関する提案」	化し、農村環境の総合整備を行い、農民の居住条件や農村景観の改善に努める。
松花江流域：黒龍江省、吉林省、内モンゴル、遼寧省	黒龍江省	「黒龍江省国民経済と社会発展第十二次五カ年計画に関する提案」	太陽光やメタンガスなどのグリーンエネルギーの利用を推進し、農民の生活スタイルを改善させ、農村部の総合的環境整備を行い、農民の生活水準を向上させる。 松花江流域の総合的汚染防止事業を推進し、大中規模の汚水処理施設の整備を加速する。

### 3.4 日中分散型汚水処理ワークショップの開催

#### 1) ワークショップ開催の目的

今回のワークショップは、中国農村地域のし尿・分散型汚水処理の現状とニーズを日本の専門家・浄化槽メーカー等に伝えるとともに、日本のし尿・分散型汚水処理システムを中国に紹介し、中国の農村汚水処理関係者に日本の浄化槽システムに興味を持ってもらうと同時に、日中両国の分散型処理関係者の交流を深めることを目的としている。

#### 2) ワークショップの概要

日中分散型汚水処理ワークショップは、2011年1月11日と12日の2日間、江蘇省常熟市政府の協力を得て開催された。

今回のワークショップは、中国全国から農村汚水処理に関連する行政、学識者、企業等の方々、日本からは分散型汚水処理に関する学識者、浄化槽関連企業、その他関係者、約70名が出席された。

1日目は日中両国の分散型汚水処理に関する発表およびディスカッションが行われ、2日目は常熟市の都市または農村の汚水処理施設の現地視察会が実施された。

なお、中国側参加者に日本の浄化槽システムを分かりやすく解説する資料として、環境省が作成した小冊子「日本におけるし尿処理・分散型生活排水処理システム」の中国語版を製作し、会議資料として中国側参加者に配布した。

#### 3) ワークショップの開催結果について

ワークショップの開会式では、中国住宅と都市農村建設部村鎮建設司趙暉司長（代読 王旭東課長）は、これまでに農村部のインフラ整備を軽視していたため、農村の汚水処理が都市部に比べて大幅に遅れているが、これから国が積極的に取り組んでいくこととしており、この分野における日本の技術に期待していると挨拶された。また地元常熟市の範建国副市長は、常熟市がここ数年農村汚水処理事業の取り組みと実績を紹介した。最後に JICA 中国事務所廣澤次長が今回のワークショップで多角的な議論を行い大きな成果を上げることに期待すると挨拶された。

その後、プログラムにしたがい、日中両国の専門家・中国の地方農村汚水処理行政担当者による基調講演と事例発表が行われ、最後に両国関係者によるパネルディスカッションが行われた。（表 3-3）

なお、基調講演・事例発表およびパネルディスカッション、また 12 日に実施された現地

視察の詳細内容については参考資料を参照されたい。

表 3-3 ワークショップのプログラム

1月11日	
I 開会式	8:30～9:00
中国住宅と都市農村建設部農村建設局局長	趙 暉
常熟市副市長	範 建国
独立行政法人国際協力機構中国事務所次長	廣澤正行
II 基調講演	9:00～12:30
1. 常熟市における農村污水处理施設整備の現状と課題	常熟市建設局局长 程 忠民
2. 日本における生活排水処理計画の策定と分散型污水处理システム	財団法人日本環境整備教育センター企画情報グループ 情報担当チームリーダー 楊 新泌
3. 西充県における農村污水处理技術の現状と課題	四川省西充県環境保護局局长 馬 仕超
4. 日本のし尿処理の歴史と現状	社団法人日本環境衛生施設工業会技術委員会委員 小林 英正
<昼食・休憩>	12:30～13:30
III 事例報告	13:30～16:10
1. 諸城市における農村污水处理技術の現状と課題	山東省諸城市市政局长 馬鳳来
2. 日本の分散型污水处理技術について	社団法人浄化槽システム協会技術委員会副委員長 北井良人
3. 分散型污水处理施設の維持管理技術について	日化メンテナンス株式会社品質管理部長 北村康弘
4. 中国農村污水处理技術の現状と運転管理について	農村污水处理技術北方研究センター副センター長 劉 俊新
<休憩>	16:10～16:30
IV ディスカッション	16:30～18:00
司会:	
農村污水处理技術北方研究センター長	楊 敏
日本環境整備教育センター企画情報グループ 情報担当チームリーダー	楊 新泌
パネリスト	
元北京市市政設計総院総工程師	杭 世珺
上海市市政設計院総工程師	朱 光汉
青島理工大学教授	郭 一令
西南科技大学教授	張 志贵
国立環境研究所研究員	蛭江美孝
日本環境衛生施設工業会技術委員会委員	小林英正
浄化槽システム協会技術委員会副委員長	北井良人
日化メンテナンス株式会社品質管理部長	北村康弘
日本環境整備教育センター調査研究第1グループ チームリーダー	仁木圭三
12日	9:00-17:00
常熟市の污水处理施設の見学	

### 3.5 中国現地調査結果

#### 1) 調査の目的

今回の調査は、中国の農村汚水処理の専門家・行政・民間企業と情報交換を行い、農村部汚水処理に関する最新情報を収集することを目的としている。また、共同研究のカウンターパートである住宅と都市農村建設部と同部農村汚水処理技術北方研究センターを訪問し、研究進め方等について打合せする。

#### 2) 調査日程等

調査団員	矢橋 毅	財団法人日本環境整備教育センター教育事業グループ（国家試験担当）グループリーダー
	楊 新泌	財団法人日本環境整備教育センター企画情報グループ情報担当チームリーダー
日 程	1月16日（日）	北京到着
	1月17日（月）	午前中 住宅と都市農村建設部農村汚水処理技術北方研究センター 午後 住宅と都市農村建設部
	1月18日（火）	午前中 北京京陽環保工程（株），北京建築工程学院 午後 JICA 中国事務所，北京市市政設計総院 夜 南京到着
	1月19日（水）	午前中 江蘇省環境保護庁・環保産業協会， 午後 南京林業大学
	1月20日（木）	午前中 無錫市環境保護局・浄化槽設置現場視察（大雪のため日程中止） 午後 蘇州嘉浄環保科技株式会社 夜 杭州到着
	1月21日（金）	午前中 浙江省水利科技普及發展センター 午後 浙江大学
	1月22日（土）	上海經由帰国

#### 3) 調査の主な結果

- ①住宅と都市農村建設部と同部農村汚水処理技術北方研究センターとの打ち合わせでは、日中双方事務局の調査内容分担を確認し、今後の進め方を検討した。また第2回TV会議の日程調整、会議資料の準備などについて協議をした。
- ②JICA 中国事務所を訪問し、1月11-12日江蘇省常熟市で開催されたワークショップの結果を報告し、本調査の進め方について意見を交換した。
- ③その他現地調査で入手した情報は、以下に示すとおりである。
  - ・化糞池について 北京市では2-3年前から都市部で化糞池の設置を禁止し、既設のものを廃止することとなっている。ただ、農村では、三格式化糞池が汚水処理の装置としてまだ設置が行われている。
  - ・江蘇省では農村分散型処理専門委員会が設置される予定しており、分散型汚水処理施設の維持管理に必要な制度作り・技術者養成等の検討が行われている。
  - ・中国の浄化槽メーカーが日本の部品メーカーと提携し浄化槽部品の生産を開始する。

同メーカーは現在 0.75m<sup>3</sup> から 100m<sup>3</sup> までの浄化槽を生産している。

### 3.6 まとめ

1) 中国農村部では従来の乾式トイレがまだ多く使用されており、乾式トイレを水洗トイレに改造する事業が国を挙げて進められている。しかし、水洗トイレの汚水が化糞池による簡単な処理をして放流され新たな汚染源となっており、生活雑排水の処理と併せて早急に対策が必要である。

2) 中国の農村汚水処理事業はここ数年急速に普及し始めた。農村の汚水処理は、戸建て住宅向けの個別処理、村落単位の集合処理、および都市下水道への接続による処理の3つの方式で進められている。採用されている汚水処理技術は、主に活性汚泥法、生物膜法、膜技術、生態技術、土壌処理とポンド処理技術などである。

3) 中国の第12次5カ年計画（草案）（2011-2015）では、「新農村建設の計画を策定し、農村部の生産・生活条件を改善させ、農村環境改善の総合対策を講じる。同時に環境保全を強化し、城鎮レベルの汚水やごみ処理施設の建設を加速し、重点流域の水汚染防止対策を強め、汚染物の排出基準や環境影響評価を厳格化させ、法の執行と監督を強化し、環境保全に関する科学技術や経済政策を健全化させ、汚染者負担制度を導入し、多元化した環境保全投資・融資メカニズムを構築し、環境保全産業を大いに発展させる」としており、農村汚水処理事業が今後さらに推進されると思われる。

#### 参考文献：

- 1) 李兵第ほか，農村汚水処理事例集，中国建築工業出版社，2010，7月 第一版
- 2) 人民日報，国民経済と社会発展第十二次五カ年計画要綱（案），2011，3月
- 3) 山东省人民政府，山东省国民経済と社会発展第十二次五カ年計画要綱，2011，2月
- 4) 河北省人民政府，河北省国民経済と社会発展第十二次五カ年計画要綱，2011，1月
- 5) 安徽省人民政府，安徽省国民経済と社会発展第十二次五カ年計画要綱，2011，3月
- 6) 重慶市人民政府，重慶市国民経済と社会発展第十二次五カ年計画要綱，2011，1月
- 7) 江蘇省人民政府，江蘇省国民経済と社会発展第十二次五カ年計画要綱，2011，2月
- 8) 陝西省人民政府，陝西省国民経済と社会発展第十二次五カ年計画要綱，2011，1月
- 9) 黒龍江省人民政府，黒龍江省国民経済と社会発展第十二次五カ年計画要綱，2011，1月



## 第4章 中国農村部におけるし尿処理の事例分析

### 4.1 し尿処理施設の種類と処理性能

現在、中国農村部のし尿処理施設のほとんどは簡易な処理施設であり、主に化糞池、メタンガス発酵池、密閉貯留池と高温堆肥施設である。

伝統的な化糞池の場合、嫌気性処理を採用している。そのメリットは投資が少なく、処理したし尿が農地に還元できることである。デメリットとしては、病原性微生物が多く含まれ、蚊、ハエの大量発生を招き、臭気が周辺に散逸するなどが挙げられる。現在はこのような化糞池に対し、改造が行われ、密封したシステムでし尿を処理するようになった。例えば3格式化糞池、メタンガス発酵池および密閉貯留池などが多く利用されている。

化糞池の場合、その沈殿作用により汚水の中の大部分のSSが除去できる。また微生物の嫌気発酵作用により、一部の有機物を分解させる。池の底に溜まった汚泥は有機肥料として利用できる。化糞池の前処理を通じて、管路の詰まりを有効的に防止でき、その後の処理プロセスへの有機汚濁負荷を軽減できる。化糞池は、材料違いによって、主にレンガ製、鉄筋コンクリート製、FRP製などに分けられる。形状によっては、長方形や円形に分けられる。また、構造によっては、1格式、2格式、3格式および4格式に分類できる。

化糞池の問題点としては、汚泥の沈殿量が多く、定期的に清掃する必要がある。資源回収を行わない場合、その経済的便益は高くない。そして臭気を発生するため、密封措置が必要。さらに、汚水が漏れて地下水を汚染することが多く、防止策を講じる必要がある。化糞池は、SSや汚染物濃度が低い汚水を処理するには不適切であり、例えばシャワーの汚水など。同時に瞬時流量が大きい雨水の処理にも向いてない。このように、化糞池の処理効果が限られており、処理水の水質が悪い、通常直接に河川などに排出することができない。後続の処理プロセス（例えば、好気性の生物処理や生態処理など）でさらに処理する必要がある。

メタンガス発酵池も現在利用されているし尿処理の装置である。農村各地の生活污水の特徴に基づき、し尿と雑排水の分離、ろ過、沈殿、嫌気消化などの技術を一体化して設計された小規模の分散型污水处理施設である。処理レベルは、無害化処理の基準に達成しているが、問題点として、処理効果が限られ、処理水の水質が悪く、直接放流することができないなどが挙げられる。従って、化糞池と同じく、後続の処理プロセス（例えば、好気性の生物処理や生態処理など）でさらに処理する必要がある。現在、単独農家を対象に設置されたメタンガス発酵池は、管理が複雑で、家畜ふん尿やわらなど有機廃棄物の量が足りない場合、ガス発生量は不安定などの問題がある。今後、単独農家ではなく、村落全体で資源を回収して集中処理することは一つの傾向となる。

密閉貯留池も伝統的なし尿処理方法である。特殊な施設を作る必要なく、比較的によい効果が得られるのは特徴。し尿を漏れない密閉した池に収集し、自然発酵によって寄生虫の卵と病菌を殺滅する。処理プロセスにおいては、アンモニアの揮発量を抑えられたため、ハエの繁殖を防ぐことができる。南部地域では、夏場に30日間密閉・貯留すれば、胃腸病菌や寄生虫の卵が消滅できる、冬になると、同じ効果を得るには、貯留時間をさらに延長する必要がある。

高温堆肥とは、し尿、ゴミ、わらなどの有機物を分層又は混合して堆積し、材料の配合比



率を調整し、水分と通風をコントロールしながら、堆肥温度を快速上昇させる方法である。堆肥温度が高い場合、55～65℃になることもある。通常 5～7 日間継続的に堆肥した後、有機肥料として使うことになる。観測データにより、この方法でし尿を処理する場合、大腸菌などの指標は、国が定めたし尿無害化衛生基準を達成している。

施工や日常的な維持管理を適切に行えば、メタン発酵池、3 格式化糞池、密閉貯留池によるし尿処理の効果は、無害化処理のレベルを達成できる。これらのし尿処理施設の普及は、中国農村部における衛生環境の改善に大きな役割を果たしている。

現在、中国農村部では、し尿処理施設がトイレと連結するのは一般的である（図 4-1）。トイレの種類によってし尿処理の方法も多少異なる。以下に、トイレの種類とそれに適用する処理施設についてまとめてみる。

### 1) 乾式トイレのし尿処理

現在、中国農村部では、衛生トイレの普及率は僅か 65% 程度、衛生トイレのない地域では乾式トイレが使われている。図 4-2 の乾式トイレは中国の南部地域でよく見られるもので、通常、家屋の外家畜飼養小屋の隣に設置されている。露天の収集池でし尿を集めて、有機肥料として使い、余ったし尿を周辺に直接放流する。

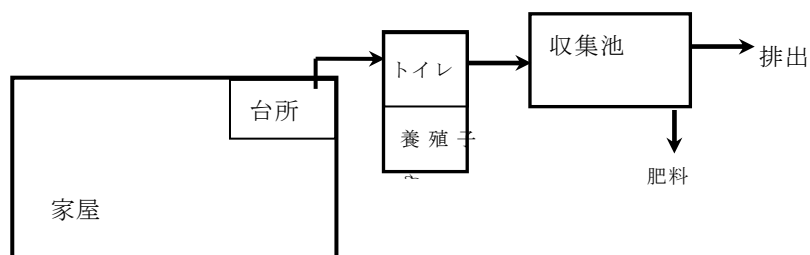
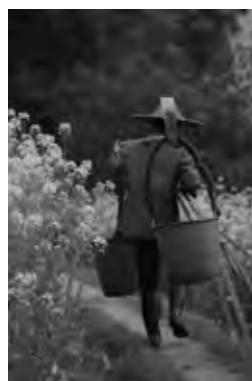


図 4-1 乾式トイレの処理フロー



乾式トイレ



し尿を肥料として利用

図 4-2 乾式トイレとし尿の利用例

## 2) 水洗トイレのし尿処理

近年来、農村部における住宅の新築ブームや新農村建設事業の推進により、農家は乾式トイレを水洗トイレに改造する動きがよく見られる。特にここ10数年間で、農村トイレの改造が多く行われた。浙江省での調査結果によると、ある村では300世帯農家のうち、10世帯は乾式トイレを使っている。その10世帯の農家も家屋の改築計画を立てて、水洗トイレの設置を予定している。図4-3は浙江省のある農家の改造したトイレの写真である。



図4-3 農家の水洗トイレ

このような水洗トイレの場合、し尿処理方法は2つある。1つは、トイレを化糞池と連結し、簡易な処理をした後に放流。もう1つは、化糞池と連結し、化糞池からの放流水をさらに処理して放流する。

現在、中国農村部の水洗トイレのほとんどは、し尿-化糞池-放流との処理プロセスを採用している（図4-4、図4-5）

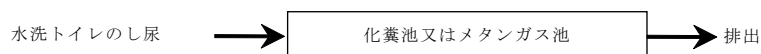


図4-4 水洗トイレのし尿処理フロー



3 格式化糞池



化糞池の排水溝

図4-5 実用例（写真）

し尿-化糞池-放流という方法がよく利用されている原因は、農村部の経済レベルが低いことである。また農民の環境保全意識が低いことも一因である。水洗トイレを使う農家の場合、し尿を有機肥料として農地に還元することはほとんどしない。乾式トイレから水洗トイレへの変更により、汚水量は一段と増え、化糞池中の汚水がオーバーフローになってしまい、村落周辺の水環境の悪化を引き起こしている。

この問題に対して、一部の農村部はし尿処理の実証実験を行っている。実験に当って、戸別処理と村集中処理と2種類、生物接触酸化法とエコ方法と2つの方法がある。(図4-6～図4-9)

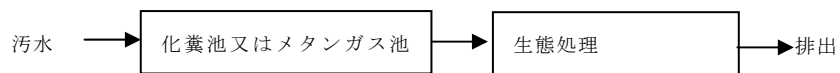


図4-6 生態処理によるし尿処理フロー



図4-7 単独農家し尿の生態処理実例

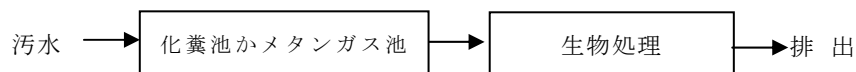


図4-8 生物接触酸化法によるし尿処理フロー



図4-9 村落単位でのし尿・生活污水集中処理施設(生物処理法)

### 3) 他のトイレのし尿処理

乾式トイレと水洗トイレのほかに、以下のような衛生トイレも利用されている。具体的には、し尿分離回収エコトイレ、漏斗式トイレ、二坑交替式トイレ、楼閣式堆肥トイレなどがある。

し尿分離回収トイレは、し尿を分離してから処理や利用をするものである。

二坑交替式トイレとは二つの容器を利用し、交替でし尿を収集し、嫌気性処理法を採用、水不足の地域に適用可能である。

楼閣式堆肥トイレは少数民族の生活習慣に合わせて開発した新型トイレであり、し尿を堆肥して資源化処理を行う。

統計によると、現在全国では、大部分の村落は、まだトイレの改造を終えていない。一部トイレ改造を完成した農村地域でも、化糞池を増加しただけで、生活污水の処理はなお行われていない。また、下水管システムの不備や集中式化糞池の不足などにより、多くの場合、し尿と家畜ふん尿が庭で掘った穴に堆積されるケースが多い。比率から見れば、現在農村部し尿の無害化処理の主な方法は、密閉貯留池による発酵処理の方法である。

## 4.2 し尿処理施設の建設コストと費用負担

中国農村部でよく見られる化糞池、メタンガス発酵池を例として、し尿処理施設の建設コストおよび費用負担について、以下のように紹介する。

化糞池を建築材料と構造で分類すると、レンガ池、現場で作る鉄筋コンクリート池、既製の鉄筋コンクリート池や強化プラスチック池などがある。また、池の形で分類すると、矩形池と円形池があり、池内仕切り数で分類すると、1池式、2池式と池3格式（図4-10）と4池式池がある。

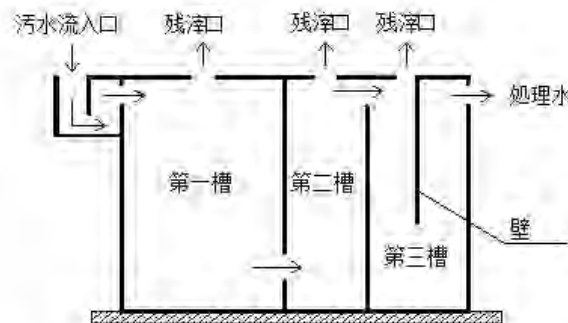


図4-10 池3格式化糞池の典型的な構造

種類と材質によって、化糞池の建設コストも異なってくる。国家基準のレンガ製と鉄筋コンクリート製の既製品の場合、その建設コストはそれぞれ表4-1のとおりである。

表 4-1 国家基準レンガ製と鉄筋コンクリート製の既製化糞池の建設コスト

容量 (m <sup>3</sup> )	1.8	2.5	15	20	40	100
国家基準レンガ池 (万円)	0.17	0.21	1.37	1.42	2.51	6.27
既製の鉄筋コンクリート池 (万円)	--	--	0.82	1.23	2.13	4.93

全国各地では、化糞池建設に対する補助制度がそれぞれ違う。政府補助プラス自己負担原則に従い、建設資金を調達する。農村では、農家が3格式化糞池を設置する場合、通常材料費や設置費用を対象に、省財政から1戸あたり400元、県財政から100元/戸の補助が得られる。鎮レベルでは、各鎮の財政実力に鑑み、適切に補助を行う。補助は直接補助金を支給する形ではなく、材料費や人件費の補助を行う形をとっている。省・県政府による補助以外、土木工事の費用は農家が負担する。また、古いトイレを無害化衛生トイレに改造する際に必要な材料なども、農家が負担する。経済的な余裕がある地域では、鎮や村レベルでトイレの改造工事に支援が行われている。また、政府は関連機関、社会団体、個人による農村トイレ改造事業への寄付を奨励している。

浙江省を例として、化糞池の建設資金は主に中央政府のトイレ改造事業費、省政府の「十百」プロジェクトの農村トイレ改造事業費、市政府のトイレ改造資金に依存し、不足分は各県の財政で賄うこととなっている。

農村部におけるメタンガス池の建設費も池の種類や材質によってそれぞれ違う。一般的には、50~100m<sup>3</sup>のメタンガス池の建設費は700~800元/m<sup>3</sup>である。農家所在地の地質・地形によって、メタンガス池の建設費が違ってくる。調査によれば、単独農家向けのメタンガス池の建設コストは300~3000円で、範囲が広い。通常、メタンガス池の容量は標準化糞池より大きく、少量の軟性担体を入れる必要もあるため、同じ規模の場合、メタンガス池の建設費は通常の化糞池より20~25%高い。

農村部におけるメタンガス池の建設費用負担も、「政府補助+農家自己負担」の方式となっているが、地方によって補助額が異なる。農業部の「農村部メタンガス池建設における国債事業管理方法」の規定によれば、事業対象地域では、「一池三改」を行う場合、即ち、1建設ユニット(メタンガス池建設+台所改造+トイレ改造+養殖小屋改築)を行う農家を対象に、中央政府より一定の補助金を補助する。具体的には、西北・東北地域の場合、1戸あたり1,200元、西南地域の場合、1戸あたり1,000元、その他の地域は、1戸800元の補助金が支給される。政府からの補助金は主にセメントなどメイン建材、メタンガスキッチン台や関連部品などの購入および技術者の給料の支給などにあたる。

#### 4.3 し尿処理施設の維持管理体制

##### 1) 化糞池の維持管理

農村生活水準の向上とともに、多くの農家は水洗トイレを使い始め、し尿処理のため、各自に自家用化糞池を設置した。これらの化糞池の維持管理は通常、農家自身が行うことになっている。技術指導の不足、下水管の不備などの原因で、化糞池の処理水は各自に排出している。一部は土壌浸透をし、一部は敷地周辺にある池や側溝などに放流している。また、多くの化糞池が定期的に掃除されず、一部は密封状態が悪く、または浸透を防止していないため、悪臭、土壌汚染、井戸水汚染などの問題を引き起こしている。

従って、今後農村部で化糞池を建設するに当たり、国の基準を徹底的に遵守した上で施工しなければならない。同時に、排水管路の整備を強化し、一般の化糞池をメタンガス利用型化糞池に改造することが必要でなる。また、通常の維持管理の強化を重視する必要がある。化糞池の維持管理について、以下のような維持管理規範を徹底的に実施する必要がある。

化糞池の維持管理は、水量制御、漏れ防止、防臭、異物清掃、池内沈殿物の清掃などの作業が含まれる。

水量制御：化糞池のピーク水量を制御することが大切である。水量が多くなると、し尿などの固体有機物が稀釈され、固体有機物の嫌気消化時間が短縮され、化糞池の処理効果を低下させてしまう。また、水量が大きい場合、SSが流出し、配管が詰りやすくなる。

土壌浸透防止：浸透の状況を定期的にチェックし、し尿の浸透による地下水と周辺環境の汚染を徹底的に防止する。

防臭：密封状況を定期的にチェックし、特に化糞池の蓋が確実に閉まっているかをチェックする。

スクリーンの異物清掃：化糞池の第1池内にスクリーンを設置した場合、定期的に異物チェックと清掃を行い、スクリーンの詰りを防ぐ。

池内沈殿物の清掃：使用開始直後の化糞池の場合、汚泥と残さの清掃をする必要はないが、使用開始1～3年後に、年1回程度の頻度でバキュームカーを用いて清掃する必要がある。

汚泥の清掃作業を行う際に、化糞池の周りに電気を留意し、喫煙がメタンガス爆発の原因になるため、固く禁止する。また、点検・掃除の後、蓋を確実に閉め付け、転落事故の防止に努める。

## 2) メタンガス池の維持管理

「一池三改」事業の普及とともに、メタンガス池を利用する農家の数が急速に増えてきた。また、農村各地でメタンガス池のアフターサービスの方法を模索してきた。現在、鎮・郷・村一体化した、または施工・維持管理一体化した農村メタンガスサービスシステムはほぼ確立されている。

まず、「村メタンガスサービスステーション」を整備し、専門の技術者を派遣して農家のメタンガス池の清掃と維持管理作業に従事させる。また、「農業技術センターエネルギー事務所」を通じて、農村メタンガス池の施工に関する基本知識や、冬季の維持管理知識などを普及させ、知識・技能を習得したメタンガス池の管理技術者を育成する。このようなサービス体制が構築されれば、農村部のメタンガス池の施工、維持管理、持続的な利用が大きく促進される。

化糞池と比べ、メタンガス池の日常的維持管理作業が比較的複雑であり、メタンガス池の機能を正常に維持するためには、以下の注意事項を周知徹底する必要がある。

汚泥の清掃頻度：嫌気消化池の場合、2～3年に1回、後処理区と沈殿池は半年に1回清掃する。

部品の交換：ポリウレタンろ過スチール板は4～5年に1回、軟性担体は10年に1回交換する。

安全事項：火災、窒息事故の発生を十分に注意する。

流入水：有毒物質、家庭用消毒剤、洗剤などの流入を固く禁止、必要に応じて、生活污水を消毒する。

処理水：定期的に水質検査を行い、問題を発見した場合直ちに解決する。

詰り防止：専任技術者による異物清掃を定期的に行い、流入口での詰りを防ぐ。

メタンガスの利用：使用マニュアルに従ってメタンガスを利用し、排気管を塞いだり、メタンガスをいたずらに放出したりすることは固く禁止する。

以上のように、メタンガス池の管理は比較的複雑であり、現在村民自身による管理が一般的であるが、この方式はメタンガス技術の普及を妨げている。今後専門技術者による定期的な維持管理体制を構築する必要がある。

#### 4.4 し尿処理に適用される技術と産業化

中国農村部のし尿処理に適した技術としては、化糞池、メタンガス発酵池、密閉貯留池が挙げられる。

現在、中国は国を挙げて農村部でのトイレ改造事業を推進しているため、し尿処理の市場需要が非常に大きい。中国のし尿処理は、し尿と生活污水を一緒に収集して処理する形になっている。化糞池と密閉貯留池のような処理施設は現場設置型である。産業化に適するのは、メタンガス発酵池およびし尿の前処理を含んだ污水处理装置である。

#### 4.5 まとめ

中国農村部におけるし尿収集・処理は、主に3つのモデルがある。1番目は、都市の下水道管路に近い地域では、し尿を都市下水道に投入し、下水処理場で処理する。2番目は、都市部と離れた農村地域では、非衛生的な乾式トイレを水洗トイレに改造するモデルである。水洗トイレの設置により農家の生活環境が大きく改善されるが、汚水量の大幅に増加する問題が発生する。3番目は、水洗トイレの排水を化糞池やメタンガス池を通じて処理して放流する。放流水の汚濁物質濃度が高く、環境の悪化を引き起こしている。今後、化糞池やメタンガス池からの放流水をさらに処理を行うモデルを普及することは、中国農村部のし尿処理の大きな課題である。

#### 参考文献：

- 1) 住宅と都市農村建設部，東南地区農村生活排水処理技術ガイドライン（案），2010，9月
- 2) 住宅と都市農村建設部，西南地区農村生活排水処理技術ガイドライン（案），2010，9月
- 3) 住宅と都市農村建設部，華北地区農村生活排水処理技術ガイドライン（案），2010，9月

## 第5章 中国農村部における分散型汚水処理の事例分析

### 5.1 分散型汚水処理施設の種類と処理性能

#### ケース1：嫌気槽+段差式生態ろ過槽

山間部にある農村、また地形的に起伏の激しい農村地域のために開発した技術である。この処理方式は、地形を利用して、少ない電気消費量で窒素・リンの除去を達成することができる。処理フローは図5-1をご参照ください。

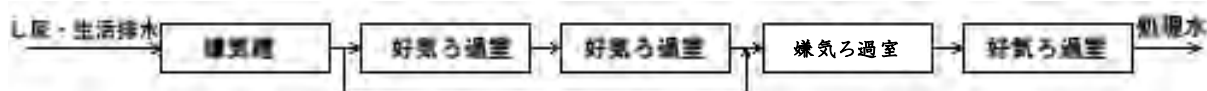


図5-1 処理フロー

生活排水は排水管路により収集され、嫌気槽に流入する。嫌気槽からの流出水は、半管式オーバーフロー配管を通して、段差式生態ろ過槽に流入する。ろ過槽の中には石炭スラグ、真珠岩、陶土などのろ過材が充填されている。段差式生態ろ過槽は、4段階のステップ式になっており、第1段と第2段は好気性ろ過室で、第3段は嫌気性ろ過室、第4段は好気性ろ過室との構造になっている。生態ろ過槽の出水は沈殿槽に流入して、固液分離された後に放流される。同時に、一部の嫌気槽からの汚水は第3室の嫌気ろ過槽に直接分流し、脱窒に必要な炭素源として利用される。

嫌気槽と段差式生態ろ過槽の組合せ処理プロセスの中で、嫌気性消化は前処理の効果があるため、有機物の除去と好気ろ過槽への流入負荷の軽減の処理効果がある。段差式生態ろ過槽の第1、2段の好気性ろ過室は主に酸化反応により有機物を除去し、同時に硝化反応でアンモニア窒素を除去する。第3室の嫌気性ろ過室で脱窒反応により窒素を除去し、第4室の好気性ろ過室でさらに有機物を除去する。これらのプロセスによって、処理水の水質が保証される。好気性ろ過槽の表層に植えられた植物は、窒素やリンなどの富栄養塩物質を除去する役割があり、植物を選ぶ際に、現地に適合した植物を選択する。(図5-2)



図5-2 段差式生態ろ過槽



嫌気槽+段差式生態ろ過槽の処理方式を採用する場合、施設の敷地面積は約 70m<sup>2</sup>である。そのうち、嫌気槽と段差式生態ろ過槽はそれぞれ約 20m<sup>2</sup>、約 50m<sup>2</sup>である。

施設の建設費は、平均的な規模の施設の場合、1 m<sup>3</sup>当たり 1,707.5 元であり、維持管理費用はほとんど生じない。

#### ケース 2：生物膜の接触酸化による農村生活污水处理技術

経済的に比較的豊かな農村地域に適した処理方式である。処理施設の規模は農家 300 世帯にのぼり、計画污水处理量は 100 トン/日となる。汚水はスクリーンを通して、粗大ごみなどが除去され、上部にある上澄みは調整室に流入し、ここで汚水の水量と水質を調整する。その後、ポンプによって、汚水が第 1 沈殿槽に送られる。第 1 沈殿槽は縦流沈殿槽であるため、ここで汚水に含まれる比較的重くて大きな固形物を沈殿させる。沈殿を経た汚水はさらに生物化学槽で処理される。このケースの場合は、流入汚水の中の有機物含有量が高く、また BOD<sub>5</sub>/COD<sub>cr</sub> が 0.5 となっており、生物分解性も高い。従って、汚水中の有機物を大幅減少させるには、生物処理がもっとも経済的な処理方式であると考えられる。生物化学槽の中に担体が充填されており、生物化学処理の過程において、担体に付着した多くの微生物の働きで汚水が浄化される。この処理方式では、生物化学槽内の溶存酸素量を 3mg/L 以上、気体と水体の比を 15 : 1 となるように調整する必要がある。

接触酸化槽の処理水は沈殿槽に入り、固液分離されてから処理水槽に流入する。沈殿槽で堆積した汚泥はエアリフトポンプで汚泥槽まで移送され、濃縮された後にバキュームカーによって搬出される。

污水处理場の日常管理については、村は管理者を指定し、専任者 1 人と兼任者 2 人の 3 人体制で行われている。施設の運転費と管理費は村が負担している。2008 年 10 月に供用開始以来、污水处理量は累計で 7,284 トン、電気消費量は 5,815 キロワット、電気代は 4,728 元となっている。処理水の水質は GB (18918-2002) の 1 級 B 基準をクリアしている。

#### ケース 3：小規模循環間欠式生活污水处理システム

経済的に比較的豊かな地域に適した処理方式である。この処理システムは、計画污水处理量は 0.3~500 トン/日で、処理人口は 3~5,000 人程度の自然村落に適用可能である。村落、観光地、牛乳生産場、高層ビル（ホテル、オフィスビル、マンション）、別荘区、小規模都市の生活排水処理のために設計した分散型処理システムである。（図 5-3）



図 5-3 地下式循環・間欠式生物污水处理施設

敷地面積は（配管除外）48m<sup>2</sup>、施設の建設費（配管と污水处理施設合計）は 33 万元であり、地方政府がその全額を負担している。污水处理施設の直接建設コストは 1 m<sup>3</sup> 当たり 0.20 元である。また薬品の投入が不要で、維持管理費は村民委員会により拠出されている。

#### ケース 4：立体循環一体化酸化溝+生態ろ過槽+亜表層浸透の組合せ技術

水質基準が厳しい地域、例えば水源保護地や観光地に適した処理方式である。この処理方式は処理水の水質が良く、維持管理が簡単で、施設が安定的に運転されやすいなどのメリットがある。処理施設は 2 つの部分に分けられ、最初の部分は立体循環一体化酸化溝となっており、その後ろに生態ろ過槽と亜表層浸透からなる生態処理部分である。施設を建設する際に、処理水の計画水質に合わせて、必要な単位装置を増減する。（図 5-4）

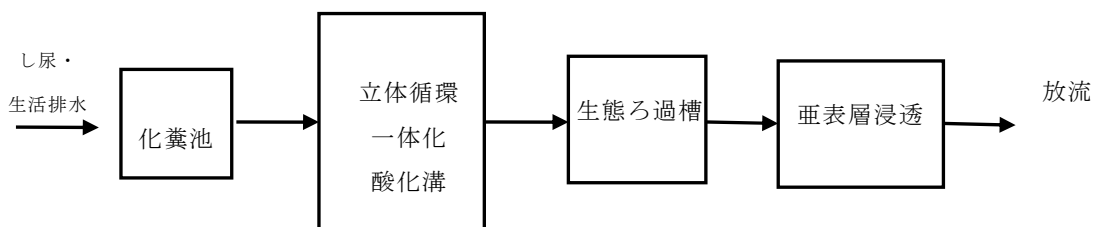


図 5-4 処理フロー

この処理技術を採用する場合は、まず各家に化糞池を設置し、村落全体を対象に排水管路を整備する必要がある。排水管路と化糞池でし尿、生活污水を収集する。排水管路が地下埋設式となっているので、村の景観が維持されている、化糞池からの汚水を調整槽に送ったあと、ポンプによって污水处理施設に送る。

立体循環一体式の酸化溝は、立体循環の方式を採用するため、約 50% の敷地面積が節約できる。また、この方式では汚泥が自動的に返送されるため、返送ポンプが必要とせず、省エネ効果や管理しやすいというメリットがある。立体循環一体化酸化溝は主に汚水中の有機物、SS とアンモニア窒素を除去できる。ろ過槽はさらに SS を除去し、後処理をより安全にするためのものである。湿地型生態ろ過槽と亜表層浸透システムは、人工湿地と生態ろ過槽のメリットを一体化したため、植物の吸収作用とろ過作用を強化した。槽内に処理効果の高いろ過材を充填し、上部にアシ、菖蒲など多くの現地で生息し浄化機能を持つ植物を植えること

により、リンや残留物質の除去が効果的であり、処理水の高度処理が実現できる。処理水は灌漑用水や景観用水として再利用されている。（図 5-5）



図 5-5 立体循環酸化溝（左）と亜表層浸透（右）

観光シーズン中の汚水量の増加にも対応できるように、電気設備は通常稼働時で使用したものより大型な設備が導入されている。運転の結果から、この施設の汚水処理コストは電気代で、1 トン当たり 0.253 元である。施設の維持管理者は 1 名である。この維持管理者は、月給 800 元で 2 つの村の汚水処理施設の維持管理を担当しており、1 つの汚水処理場の費用負担分は 400 元/月であるので、人件費としては  $1 \text{ m}^3$  当たり 0.133 元となり、施設の電気代と人件費の合計が  $0.386 \text{ 元/m}^3$  となる。

#### ケース 5：土壌処理技術

土地資源が豊富で、経済発展が遅れている地域に適する技術であり、その処理フローは図 5-5 に示す。

生活排水は管路を經由して汚水処理場に流入する。汚水はまず沈砂槽に流入し、流入口にあるスクリーンにより大きい浮遊物を除去する。大きな固形物がここで沈殿された後、水分解酸化槽に流入する。水分解酸化槽において、分解しにくい大きな分子の有機物が分解しやすい小さい分子の有機物に分解され、後続処理への負荷を減らして、土壌処理システムに流入する。土壌処理システムにおいてさらに生物分解・吸着処理が進み、国の「汚水総合排出基準」（GB8979-1996）の 1 級排水基準をクリアして放流される。

西部地域にある農村で建設された 85 世帯、処理対象人口 386 人の汚水処理施設の場合、総建設費は 24.94 万元であった。

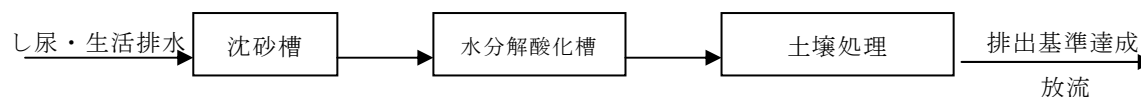


図 5-5 処理フロー

## 5.2 分散型汚水処理施設の建設コストと費用負担

農村で広く推進されている分散型汚水処理施設には、さらに嫌気性生物膜池、生物接触酸化池、酸化溝、人工湿地、生態ろ過池、生物ろ過池、土壌浸透システムなどが挙げられる。

採用された処理技術が違くと、施設の建設費も異なってくる。また地域差も存在する。一般的には、嫌気性生物膜池の場合、嫌気性池の建設費がコストの大部分を占める。その費用は、池壁材質、内部の担体および池本体のサイズによって異なる。池壁が鉄筋コンクリート製の場合の建設費はレンガ製より高い。処理施設の規模が大きければ、処理水量当たりの建設費は低くなる。池本体の建造費および担体の材料費はメーカーによって異なる。嫌気性生物膜池が稼働し始めると、汚泥の定期的除去・処置および通常検査の際に費用が発生するが、電気をほとんど使用しないので、運転費が非常に低い。

生物接触酸化池の初期投資は、主に池本体の建設費と担体の材料費が占められている。また施設の処理規模によって、池本体の建設費に差が出てくるが、大体数百元から数万元の範囲にある。担体の価格は種類によって大きく異なるが、価格が比較的高い新型球形プラスチック製担体の場合、1 m<sup>3</sup>を充填するために、必要な担体の費用は600元程度である。通常の運転費については、生物接触酸化池処理方式は活性汚泥法および酸化溝より低い。また生物接触酸化池は必要な用地面積が比較的に小さいというメリットがある。

酸化溝の建設コストは、主に池本体建設費と設備購入の費用で占める。通常の鉄筋コンクリートを採用する場合、池本体の建設費は600-1000元/m<sup>3</sup>で、池本体の地下埋設の有無によって、また費用が異なる。池の材質が鉄板または強化プラスチックを採用する場合、池本体の費用は約1000元/m<sup>3</sup>である。回転ブラシの費用は約15000-30000元/mであるが、カスタマイズすれば、費用を大幅に節約できる。回転円盤の費用は比較的高いが、メーカーによって異なる。

国内外の研究成果をまとめて見れば、人工湿地は伝統的な二級処理の汚水処理場と比べて、その建設費と運転費は後者の1/10-1/2である。具体的な建設費用は、地形や地質状況および採用する湿地の基質によっては異なる。統計によると、表面流人工湿地の建設費用は約150-400元/m<sup>2</sup>であり、地下流動人工湿地の建設費用は約200-600元/m<sup>2</sup>である。

生態ろ過池の場合、バルブやPVCパイプを購入する必要があるが、池本体、担体等の原材料がいずれも現地から調達できるので、建設費がかなり低く抑えられる。従って、生態ろ過池の建設費と運転費が低く、平均的全体的には、1m<sup>3</sup>当たりの汚水処理費は通常の汚水処理場の約十分の一である。しかし、必要な土地の面積が大きく、敷地面積が同規模の汚水処理場の約2倍になる。そのため、土地資源が貴重な地域では、大規模の生態ろ過池処理方式の導入が難しい。

緩速土壌浸透および高速土壌浸透システムの建設費は、主に排水管路または水路の建設費用であり、高速土壌浸透システムの処理水を再利用する場合、地下排水管または管井戸を作る必要がある。土木工事費用、人件費、材料費のいずれも増加するが、回収した処理水の水質がよいので、緑化用水や農業灌漑用水として利用できるため、それによる経済効果が建設費の一部を補うことができる。通常、土壌処理システムの建設費は100-400元/m<sup>2</sup>である。

地下浸透システムは、地下に配管を敷設する必要があるため、工事量が比較的大きい。その建設費は、主に土木作業の費用、人件費、浸透用溝、穿孔パイプおよび集水管網の費用で

ある。このほか、緑化が必要な場合、観賞植物や草花を植える際にも一定の費用がかかる、その維持管理の費用は比較的安い。

調査結果によると、現在農村村落向けの分散型污水处理施設の建設費は概ね 17-30 万の範囲内にあり、運転費は 0.20-0.40 元/m<sup>3</sup>である。施設の建設費は通常政府が負担する。施設の維持管理については、経済的に比較的豊かな地域では村民委員会が運転費用を負担して行われるケースが多いが、経済発展が遅れている地域では、施設が適切に維持管理されていないケースが多く、処理水の水質が基準に達成できていない恐れがある。

### 5.3 分散型污水处理施設の維持管理体制

現在、中国の分散型污水处理施設の維持管理体制がまだ整備されていない。施設の建設費は通常政府が負担するが、運転管理費が不足していることに加え、維持管理制度がなく、作業員の素質が低いなどの理由で、一部建設済みの施設が維持管理されていない状況下にある。このようなことから、適切な管理体制を構築し、污水处理施設の運転・保守点検、汚泥処理、安全管理、従業員の配置や研修および污水处理施設の運転監督管理システムなどを確立することは、污水处理施設の正常な運転を保障するための緊急課題である。

農村で建設された分散型污水处理施設は、主に単独農家向けの污水处理施設および村落を対象にした污水处理場があり、それぞれの維持管理形態が異なっている。

単独農家向けの污水处理施設は通常、農家が自ら管理し、管理作業の内容は、主に化糞池を定期的に清掃すること、生物処理施設の汚泥を定期的に搬出すること、また生態処理施設の植物の刈り入れ作業などである。しかし、農民は污水处理技術に関する専門な知識を持っていないため、適切な維持管理が期待できない。村・鎮レベルでは、処理施設の維持管理を住民に委託して担当させているが、住民が維持管理に関する知識を持っていないため、処理施設の処理水質は設計時の計画水質に達していないケースが多い。

従って、農村污水处理施設の維持管理にあたり、以下のような維持管理モデルを提案する。村や鎮が維持管理専任の技術者を一括雇用し、農家に対する技術指導および専門的な相談を行いながら、管轄エリア内の単独農家向けの污水处理施設について、定期的に巡回検査を行う。巡回検査の頻度は年に 3 ヶ月に 1 回程度とする。村ごとに担当者を指定して、単独農家向けの污水处理施設を一括管理させる。

村落污水处理場が設置された地域では、各村は専任管理者を配置する。村落污水处理場の供用開始時の試運転や初期運転は、通常専門業者の技術者が行う。通常運転に入った段階で設計図書や維持管理マニュアルなどを施設の所有者に引き渡して、施設所有者側が専門の技術者や管理者を配置させ、マニュアルに従って適正に運転管理を行い、施設が正常に運転されるように努める。また、污水处理場から発生する余剰汚泥は通常、集合処理施設に搬入して処理する。

### 5.4 分散型污水处理の適用技術と産業化

中国には現在 60 万以上の行政村、250 万以上の自然村があり、農村人口は約 7.6 億人である。最近の調査結果によると、96%の村落には排水管路や污水处理施設が整備されていない。中国の農村污水处理事業は、まだ発展途上の段階にあり、その市場が広く、「十二次五ヵ年」期間中に急速に発展することが予想される。

地方政府は農村汚水処理事業を重視しており、また多くの民間企業もこの分野に参入している。今後、農村汚水処理事業を発展させるには、投資主体の多元化、運営主体および維持管理業務の市場化などの目標を実現し、実態に合った分散型汚水処理の計画を制定し、科学的な汚水処理の管理体制および運営メカニズムを確立することが緊急課題である。

## 5.5 まとめ

近年、中国政府が環境汚染対策を強化し、農村汚水処理事業はますます注目されている。中国政府が提唱している「新農村建設」において、「村の景観整備」が重要な内容の一つとなっている。そのなかに農村生活排水の適正処理が含まれている。新農村建設の推進に伴い、農村部の多くの地域で水質汚染の改善効果が顕著に現れている。しかし、農村と都市の生活様式に大きな違いがあり、両者における生活排水の排出特性や水量・水質に大きく異なる。また技術や経済発展が遅れているため、農村部の汚水対策は都市のそれとは多くの相違点がある。現在、農村部で行われている汚水処理事業は、始まったばかりでありでまだ模索の段階にあり、分散型汚水処理に関する技術力が弱く、専門の施工技術者や維持管理技術者が不足している。

これまでの実績の結果から、生物接触酸化法、酸化溝法、土地処理、人工湿地、ポンドなどは農村汚水処理の適正処理技術であり、また生物処理と生態処理を組合せた技術は、処理水の水質を担保するには有効である。

農村分散型汚水処理施設の規模が比較的小さく、行政上技術上の標準・規定・規範または指針による規制が必要である。中国の農村生活汚水処理事業は、始まったばかりであり、分散型汚水処理に関する標準・制度がまだ確立されていない。また、農村生活排水対策は地域によって内容が少しずつ異なるので、各地域の特徴に適した標準を策定することが必要である。標準や規範を試行する中で、その効果を見極めながら、また最新の調査研究の成果やプロジェクト実施例および農村の幹部や住民の意見を参考にして、フィードバックを行い、標準や規範を随時に修正し、その実用性を向上させる必要がある。

参考文献：

- 1) 刘俊新主編，排水施設と汚水処理，中国建築工業出版社，2010，3月 第1版
- 2) 李兵第ほか，農村汚水処理事例集，中国建築工業出版社，2010，7月 第1版



## 第6章 中国農村部におけるし尿・生活排水処理由来汚泥の資源化の検討

### 6.1 農業系有機資源の利用状況と課題

現在、中国農村部において、開発または利用率を向上する必要がある農村有機資源は主に農業系廃棄物である。このなかに、農業や林業の生産過程で発生した植物系廃棄物、畜産・牧業・漁業の生産過程で発生した動物系廃棄物、そして農産品加工過程で発生した加工系廃棄物並びに農村生活ゴミなどなどが含まれる。農業系廃棄物の中に発生量が最も多いのは、農作物のわらや家畜ふん尿である。

2010年、中国の食糧生産土地面積は109,872キロヘクタール（16.48億ムー）で、食糧総生産高は5.46億トンに達している。食糧作物のわらの年間発生量だけでも6億トン（乾燥重量）に達し、その他の作物のわら発生量を加えると、年間わらの発生総量は7億トン超である。また、中国の家畜ふん尿の排出量は約30億トン/年（含水量70%–75%）、し尿発生量は3億トン/年超である。従って、農業系廃棄物の資源化利用、農業系廃棄物を「価値あるもの」に変えさせることは、中国のエネルギー需給の圧力の緩和、生態環境の保全および農業の持続可能な発展を促進するために重要な意義を有する。

農業系廃棄物資源化の利用方式は、主にエネルギー化、肥料化、飼料化および原料化などが挙げられる。

中国農村のわらの利活用状況は主に次の通りである。1) 直接に農地還元は15%、2) 飼料としての使用は25%、3) 工業用原料は9%、4) 炊事や暖房の燃料31%、5) 未使用または現地焼却20%。わらの焼却は資源の浪費だけでなく、環境汚染も引き起こしている。

現在、エネルギー化して利用されている有機資源は、石炭、石油、天然ガスに次ぐ4番目のエネルギー源であり、世界のエネルギー消費総量の14%を占めている。石炭、石油、天然ガスなど三大エネルギーと比べて、有機資源は再生可能なエネルギー源としての優位性を持っている。中国では農業系廃棄物からのバイオエネルギーは農村エネルギー源の重要な構成部分として、農村エネルギーの不足および農村環境汚染の解決において重要な意味を持っている。近年、中国では多くの有機資源エネルギー化と有効利用技術の研究開発および改良が行われ、またそれらの技術の実証や普及が進められてきた。例えば、糞便とわらによるメタンガスの生産、バイオマス燃焼による発電、バイオマスの加熱分解ガス化による燃料用ガスの生産などが挙げられる。

農業系廃棄物の堆肥利用は、土壌の地力を向上させ、土壌における有機質の増加、土壌構造の改善、また農業面源汚染の対策および農産物品質の向上において重要な役割を果たしている。現在、中国では多くの企業が有機肥料生産に参入し、有機・無機複合肥料、生物有機肥料などより高効率な製品が開発されている。

わらの飼料化利用は、現在中国で年間約1.6億トンのわらが飼料として利用されている。わらは直接に飼料として使用されるが、さらに加工や処理を加えると、その利用率および経済効果を上げることができる。加工処理方法は、粉碎など物理方法、酸塩処理などの化学方法および微生物発酵などがある。

原料化利用とは、農業系廃棄物を高蛋白質資源および繊維材料として利用することである。たとえば、高繊維性植物廃棄物からダウンボール用紙、人造ファイバーボード、軽質建材板



などが作られる。また、固体化、炭化技術を生かして活性炭を製造したり、生分解可能な食器材料およびセルロース薄膜を生産したりすることができる。もみ殻は白カーボンブラックや炭素化シリコンセラミックおよび窒化シリコンセラミックの原料にすることや、わら、もみ殻を炭素化して鉄鋼冶金業界における金属液面の新型保温材料を生産し、綿茎皮や綿実殻などに含まれたフェノール水酸基化学成分で重合陽イオン交換樹脂を製造して重金属を吸着することができる。

現在、中国の農業有機資源の有効利用には多くの課題が存在している。農業有機資源は、相対的に密度が小さく、収集と運搬エリアが限られているため、大規模資源化利用施設（例えば、バイオマスによる発電、大型メタンガス施設など）の建設が難しい。小型で利用効率が高く、維持が簡単な技術と運転管理システムの開発が大きな課題である。

また、関係の政策や法律が整備されていないため、既存の農業系廃棄物の管理体制の運用と関係基準の適用が実行されにくく、早期警報やモニタリング体制の確立はさらに遅れている。

農業系廃棄物から直接に有価物に転換された製品は、種類が少なく、商品価値が低い。また農業系廃棄物から製品開発をする場合は、開発目標が不明確であり、開発品種も少ない。また製品の品質が低く、商品としての価値が低いなどの課題が残されている。

## 6.2 農村におけるメタンガス発酵施設の現状と問題点

中国農村のメタンガス事業は、すでに循環農業の中核と位置づけされ、北方地域では「四位一体」（図 6-1）、南方地域では「豚-メタンガス-果物」（図 6-2）および西北地域では「五セット」（メタンガス池、トイレ、太陽光利用豚小屋、雨水収集池、果樹園灌漑施設、図 6-3）などの典型的な循環農業モデルが形成されつつある。農村メタンガス事業は、農業の増産、農民の収益増加、農民生活水準の向上、生態環境の改善、新農村建設においてますます重要な役割を果たしている。また、政府および農民に歓迎され、新しい時代の農業と農村経済の重要な内容と新たなるスポットライトになっている。

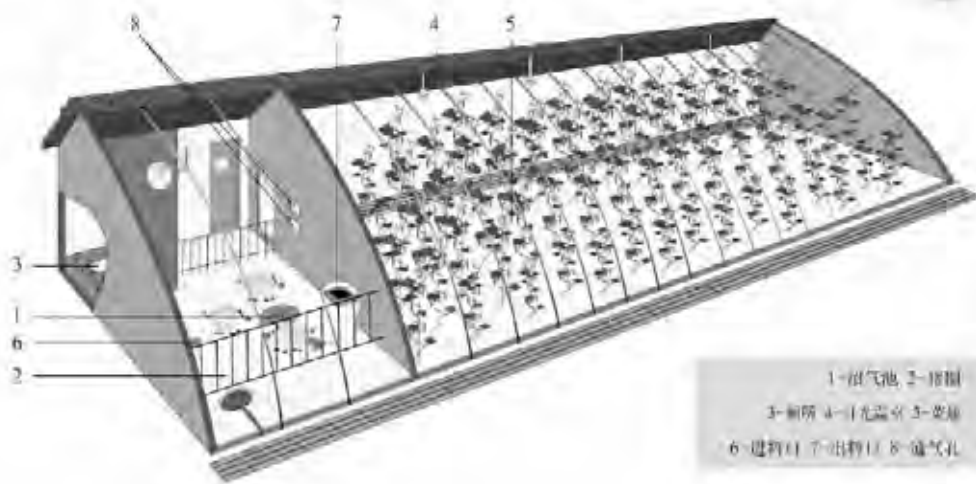


図 6-1 四位一体の有機資源利用モデル

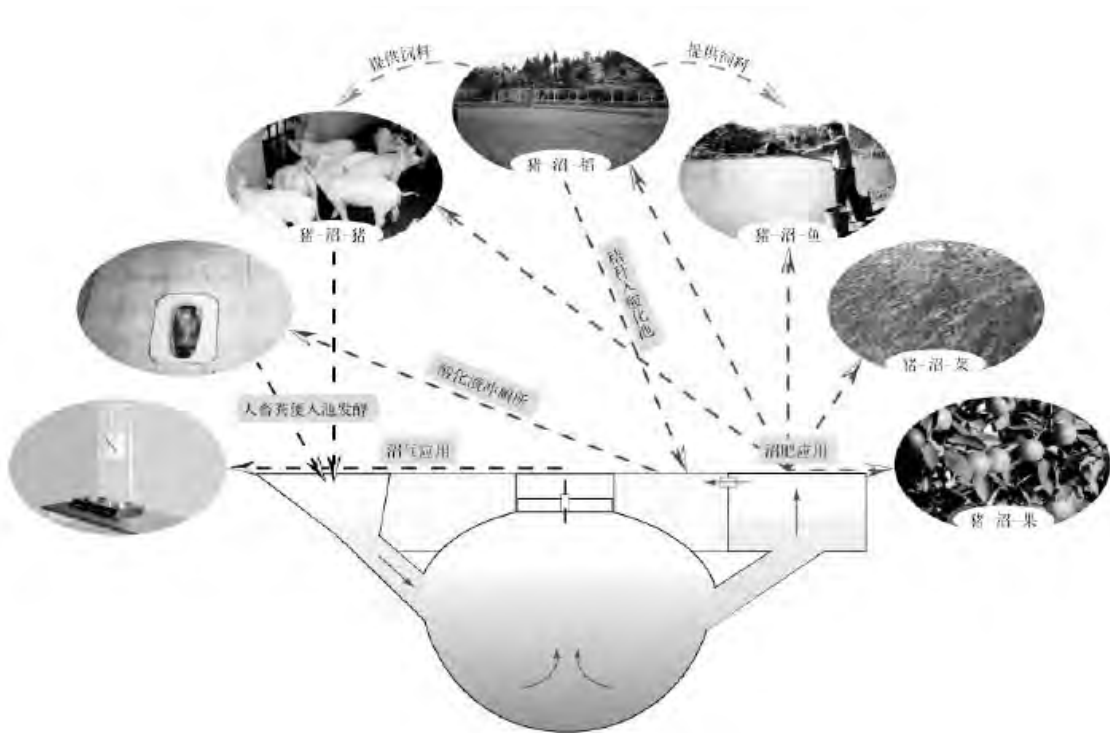


図 6-2 豚養殖ーメタンガス池ー果樹園の循環モデル



図 6-3 五セット循環利用モデル

「十一五」(2006-2010) 計画が実施されて以来、中央政府は農村メタンガス池建設向けの資金を合計 212 億元投じた。2010 年末現在、全国において戸建て用メタンガス池を累計で 4000 万世帯分建設し、全国のメタンガス池の適用農家の 33.3% を占め、1.55 億人に利用されている。「十一五」期間中の農村メタンガス池の建設には、次記の「四大スポットライト」があった。

- 1) 施設の多様化 「十一五」期間中に、全国で合計 2200 万世帯の家にメタンガス池が建設され、2 万箇所の小型メタンガス施設および 3192 箇所の大型メタンガス施設は

建設された。また、わらを原料とするメタンガス施設、学校内のメタンガス施設なども建設された。

- 2) サービス能力の増強 「十一五」期間中に、中央政府は国費を投資して、7.76 万箇所の農村メタンガス村サービス拠点、50 箇所の県クラスのサービス拠点を建設した。これにより 3000 万世帯の農家にサービスを提供し、普及率が 75%に達成した。また、メタンガス池の施工、設備取り付け、部品供給および故障補修などにおいて重要な役割を果たしている。
- 3) 産業規模の拡大 統計によると、2009 年末まで、全国のメタンガス関連産業の従業員数は約 26 万名であり、各種のメタンガス生産とサービス企業は 3900 社以上にのぼっている。2009 年、農村メタンガス産業の生産高は 240 数億元で、2005 年より倍増した。メタンガス装置、メタンガス施工、メタンガス技術、メタンガスサービスを主要内容とする農村メタンガス産業システムは形成されつつある。
- 4) 相乗効果大きい 2010 年末までに、全国のメタンガス生産量は 160 億 m<sup>3</sup>以上（全国天然ガス消費量の 13%）で、2500 数万トンの標準石炭に相当し、二酸化炭素の排出を 5000 万トン以上減少する見込みである。有機メタンガス肥料は毎年約 4 億トン生産し、化学肥料と農薬の使用量を 20%以上減少し、8000 万ムーの土壤改良ができた。メタンガス池を持つ農家には毎年 400 億元の経費削減をもたらし、メタンガス池の建設労働者の給与収入を 88 億元増加した。

現在、中国の農村メタンガス事業は、農村エネルギーおよび環境衛生の問題解決から、農業農村の発展のなかで中心的役割を果たす方向に転換しつつある。戸建て用メタンガス池の建設から戸建て用メタンガス池と大中型メタンガス施設の両方の建設に重点をシフトし、分散型建設管理から産業化とサービスの社会化へ転換している。農村メタンガス事業がさらに速くて健全に発展するために、政策、技術、サービス、規範および総合的な調整に関する新たなルールと対策の制定は必要である。具体的な対策は下記に示すとおりである。

(1) 農家が置かれた経済的状況と物価上昇および資金力などの要素を総合的に考慮して、メタンガス池の建設費の補助金基準を上げ、経済未発達地域および辺境地域、特に経済的に困難な農家への資金負担を軽減する。

(2) 戸建て用メタンガス池および小型メタンガス池の建設を引き続き支援するとともに、農村住民に集合的にメタンガスが供給可能な大中型の養殖場メタンガス施設およびわらメタンガス施設の建設にシフトする。

(3) 県のステーションを中核施設とし、区のステーションをサポート拠点とし、村にある拠点を窓口とする全領域のサービスネットワークを構築し、サービス体制を確立する。全面委託管理および建設・管理・利用を一貫した市場化運営モデル、または下部の農業技術推進システムと連携して公益サービスモデルを構築する。

(4) 農村メタンガスの技術革新をさらに推進し、農村メタンガスの発展を制約している最も緊急性・重要性のある課題について、研究開発を強化し、次世代の新しい処理方式、新しい材料、新しい設備の開発を加速させる。

「十二五」期間に、農業部は、国のグリーン経済を発展させ、資源節約型社会および社会主義新農村を建設するに対する社会的要請から、「成果を強固にし、構造を最適化し、建設と管理をともに重視し、サービスを強化し、総合的に利用し、水準を向上する」という構想

を打ち出している。それに基づき、農村メタンガス事業を現代農業の発展、新農村建設の推進、省エネ・排出量削減の促進、農村環境の改善、農民生活水準の改善するために、戦略的長期的かつシステム的なプロジェクトとして、さらに建設を強化し、農村メタンガス事業の規模化、高水準化を促進し、農民により多くの利益をもたらしていくこととしている。

表 6-1 メタン発酵施設の関連規格一覧

	規格番号	規格名称	公布時期
1	GB/T 3606-2001	家庭用メタンガスかまど	
2	GB/T 4750-2002	戸建て用メタンガス池基準図集	
3	GB/T 4751-2002	戸建て用メタンガス池品質検査検収規範	
4	GB/T 4752-2002	戸建て用メタンガス池施工操作規程	
5	NY/T 344-1998	家庭用メタンガスランプ	
6	NY/T 465-2001	戸建て用農村エネルギー生態プロジェクト 南方モデル設計施工と使用規範	
7	NY/T 466-2001	戸建て用農村エネルギー生態プロジェクト 北方モデル設計施工と使用規範	
8	NY/T 667-2003	メタンガス施設規模分類	
9	NY/T 858-2004	メタンガス圧力表	
10	NY/T 859-2004	戸建て用メタンガス脱硫器	
11	NY/T 860-2004	戸建て用メタンガス池密封塗料	
12	NY/T 1220.1-2006	メタンガス施設技術規範 第1部分：プロセス設計	2006.12.6
13	NY/T 1220.2-2006	メタンガス施設技術規範 第2部分：ガス供給設計	2006.12.6
14	NY/T 1220.3-2006	メタンガス施設技術規範 第3部分：施工と検収	2006.12.6
15	NY/T 1220.4-2006	メタンガス施設技術規範 第4部分：運行管理	2006.12.6
16	NY/T 1220.5-2006	メタンガス施設技術規範 第5部分：品質評価	2006.12.6
17	NY/T 1221-2006	規模化家畜養殖場メタンガス施設運行、維持および安全技術規程	2006.12.6
18	NY/T 1222-2006	規模化家畜養殖場メタンガス施設設計規範	2006.12.6
19	NY/T 1223-2006	メタンガス発電ユニット	2006.12.6

### 6.3 汚泥肥料の生産状況と課題

現在、中国の都市污水处理場で発生した脱水汚泥（含水量は約 80%）は毎年約 5000 万トンである。都市汚泥（産業系汚泥を含まない）の有機質の平均含有量は 384 g/kg、全窒素、全リンおよび全カリウムはそれぞれ 27.0 g/kg、14.3 g/kg および 7.0g/kg である。従って、汚泥を堆肥化して肥料として使用するの、汚泥資源化の重要な方向になる。

現在世界で採用されている汚泥堆肥化技術は、主に動態堆肥、静態堆肥および反応器堆肥の3種類である。中国で採用されているのは、主に動態倉庫式堆肥プロセスおよび動態ウィンドウ式堆肥プロセスである。汚泥堆肥施設の建設資金は主に国債、外国政府貸付などで、少数は企業の自社調達資金である。施設の建設は、主に既存の污水处理場または污水处理場の行政管理部門が主導しており、建設モデルは主に次の2種類である。

(1) 污水处理場内の附設施設として建設する。例えば、唐山西郊污水处理場汚泥堆肥施設、太原河西北中部污水处理場汚泥堆肥施設、煙台萊山污水处理場汚泥無害化施設などがあげられる。このようなケースの場合は、污水处理場と汚泥堆肥化施設が共通で附属施設を利用できるので、建設費が削減できる。また、汚泥の運搬が必要ないので、汚泥の運搬コストが削減できるメリットがある。しかし、汚泥堆肥化施設は、広い敷地が必要なため、予め污水处理場内で十分な場所を確保しておく必要があり、また汚泥堆肥化施設の規模が制限されることがある。施設の規模化による効果が得られないと、施設の稼働率にも影響を及ぼすことがある。

(2) 専用の汚泥堆肥化施設を建設して、1か所また複数の污水处理場に汚泥処理サービスを提供する。例えば、北京高碑店污水处理場にサービスを提供する北京大興龐各莊汚泥堆肥化施設、洛陽漣東污水处理場および澗西污水处理場にサービスを提供する洛陽汚泥処置場施設などがあげられる。このようなケースの場合は、新規計画により処理規模上の制限がなくなり、実際の需要に応じて施設の建設を行うことができる。特に中国の污水处理場の規模が絶えず拡張しているなか、専用の汚泥処理施設の建設は、施設建設の承認およびその後の運営管理に有利になる優位性を持っている。

汚泥の堆肥化処理およびその産業化の過程において、次のような重大な問題点があり、今後それらについて配慮する必要がある：(1) 汚泥に重金属、病原体、有機汚染物、悪臭、塩害などの汚染リスクがある。(2) 堆肥生産工程の管理が不十分なため、製品の品質が不安定になりやすく、製品の販売ルートの確保が容易ではない。(3) 関連する生産技術基準と規範の整備が遅れている。(4) 堆肥化施設の建設と運営管理に関する政策制度による保証が不十分である。

経済的な制限により、農村部の污水处理率がまだ低く、汚泥処理に経費をかける余裕はあまりない。従って、中国農村部での汚泥処理は空白の状態に近い。しかし、農村の污水处理施設から発生する汚泥の中に、大量な病原性微生物などが含まれており、今後污水处理施設を設置する際に、同時に汚泥の処理処分施設の整備を行うことが望ましい。

農村污水处理の問題を解決する際に、汚泥の処理処分問題は避けて通らない。特に農村汚水の発生量と処理量が急増しており、汚泥を適正に処理処分することを重視すべきである。村所在地の地理的条件、住宅の分布特徴および処理汚水量などに基づき、適切な農村污水处理システムおよび汚泥処理技術を選択する必要がある。

戸建て住宅向けの污水处理施設と数軒の住宅向けの小規模な污水处理施設の場合は、施設の規模が小さく、汚泥の発生量も比較的少ない。排出された汚泥は処理せずに、簡単な堆肥化の後に、直接農地に還元する。小規模な村落污水处理移設から発生した汚泥は、まず現地で保管し、定期的に汚泥乾燥場に搬送して処理する。汚泥が熟成した後に、農地、庭園の緑化、林地などに利用することができる。比較的大規模な村落污水处理移設から発生した汚泥は、その量が比較的多く、都市下水処理場で行われた汚泥処理と同じように、整備された

汚泥処理施設が必要である。各污水处理場で発生した汚泥は、すべて汚泥専用の集合処理施設に収集運搬して、機械脱水を行った後、さらに好気性堆肥化処理を行う。生産された堆肥製品は肥料として直接に農地還元利用される。

#### 6.4 まとめ

中国農村部のし尿・生活排水処理の過程で発生した汚泥の資源化は、主にメタン発酵によるバイオガスの利用と堆肥化による肥料の利用となっている。大量に発生した農業系有機資源は、豊富な炭素源を提供し、それを原料にできたメタンガス、発酵液、発酵残渣および有機肥料は、農村地域で広く利用され、その市場規模は大きい。近年、国による強力な支援のもと、農村単独農家用メタンガス池の設置が急速に増えている。メタンガス施設の維持管理面では、まだ多くの課題が残されている。例えば、メタンガス池がたくさん設置されたが正常に稼働している施設が少ない。また処理技術、維持管理および政策制度などについても改善が必要である。堆肥化技術については、技術の標準化と機能化製品の開発が今後の課題となっている。

#### 参考文献：

- 1) 孙永明, 李国学, 张夫道等. 中国農業廃棄物資源化の現状と発展戦略. 農業工程学報, 2005, 21(8): 169-173.
- 2) 国家統計局, 2010年の食糧生産量について,  
[http://www.stats.gov.cn/tjdt/zygg/gjtjjgg/t20101203\\_402687721.htm](http://www.stats.gov.cn/tjdt/zygg/gjtjjgg/t20101203_402687721.htm)
- 3) 王欧, 中国バイオマスエネルギーの開発利用状況及び発展政策と将来予想, 中国農村経済, 2007, (7): 10-15.
- 4) 農業部, 全国農村メタン事業の建設計画(2006-2010年), 2007.  
[www.ndrc.gov.cn/fzgh/ghwb/115zxgh/P020070928506204083553.pdf](http://www.ndrc.gov.cn/fzgh/ghwb/115zxgh/P020070928506204083553.pdf)
- 5) 孙永明, 中国メタン施設の設置状況と対策, 2007,  
[www.globalmethane.org/expo\\_china07/docs/postexpo/ag\\_guanglian.pdf](http://www.globalmethane.org/expo_china07/docs/postexpo/ag_guanglian.pdf)
- 6) 中国沼気網, 中国農村メタン事業の持続的発展に関する問題と技術対策,  
<http://www.zhaoqiweb.com/hangyedongtai/a201037143940.html>
- 7) 李景明, 薛梅, 中国メタン産業の歴史と展望, 可再生エネルギー, 2010, 28(3): 1-5.
- 8) 刘洪涛, 陈同斌, 郑国砥等, 有機肥料と化学肥料の生産エネルギーについて、生産コストと環境効果の比較分析- 汚泥有機たい肥の生産事例, 生態環境学報, 2010, 19(4): 1000-1003.
- 9) 刘璐, 陈同斌, 郑国砥等, 汚泥堆肥施設の臭気発生と処理技術の現状について, 中国給水と排水, 2010, 26(13): 120-124.
- 10) 桂萌, 熊建军, 崔希龙等, 都市汚泥たい肥化処理の研究発展, 中国給水と排水, 2010, (10): 267-271.
- 11) 陈桂梅, 刘善江, 张定媛, 卯丹, 田野, 汚泥たい肥の農業分野への応用及び将来予測, 中国農学通報, 2010, 26(24): 301-306.



## 第7章 日本のし尿・分散型汚水処理システムの中国現地技術化の検討

### 7.1 TV 検討会の開催

#### 7.1.1 TV 検討会の開催状況

##### (1) 検討内容

有識者、JICA 関係者および日中双方事務局が出席する TV 検討会を 3 回程度で開催し、以下の事項について検討し取りまとめることとした。

- ① し尿・生ごみおよび生活排水処理の現状把握
- ② し尿処理に関するケーススタディ
- ③ 分散型汚水処理に関するケーススタディ
- ④ し尿・生活排水処理で発生する汚泥の資源化の検討
- ⑤ 日本のし尿・分散型処理システムの適用条件の検討
- ⑥ 中国への技術協力の必要性および技術協力の内容の提言

##### (2) 検討会の構成

本業務においては、日中両国のし尿・分散型処理に関する専門家による検討会を立ち上げる。検討会の参加者は、外部有識者、中国側事務局、JICA 担当者および日本側事務局である。

外部有識者家は、検討会において技術論だけでなく、行財政論、地域開発、ビジネス・経営、能力開発など多角的な視点に立って議論できる専門家であることが必要である。また、海外経験、特に中国をはじめとするアジア諸国での国際援助・開発事業に携わる経験が豊富な方が望ましい。このような観点から、以下に示す各分野の専門家をお願いした。(表 7-1)

##### 【外部有識者選定方法】

- ・国際援助・開発の専門家 1 名
- ・汚水処理研究者で水環境行政に詳しい専門家 1 名
- ・浄化槽システムの専門家で、海外での浄化槽ビジネスの展開に詳しい浄化槽メーカー団体の代表 1 名
- ・し尿処理技術・システムの専門家 1 名

表 7-1 「農村部におけるし尿・生活排水処理の最適技術・システムに関する検討」外部有識者

氏名	所属・役職
荒巻 俊也	東洋大学国際地域学部国際地域学科 教授
北井 良人	(社)浄化槽システム協会技術委員会 副委員長 株式会社クボタ 滋賀工場 技術グループ長
蛭江 美孝	国立環境研究所循環型社会・廃棄物研究センターバイオエコ技術研究室 研究員
小林 英正	(社)日本環境衛生施設工業会 技術委員 アタカ大機(株) 環境プラント事業本部 技術本部 環境プラントシステム第二部 部長



第1回のTV検討会は平成23年1月6日に、第2回は平成23年3月1日に開催され、上記の検討課題について検討を行った。

### 7.1.2 第1回TV検討会の検討内容

#### (1) 開催状況

日 時：平成23年1月6日（木）日本時間 9:30～11:30

場 所：国際協力機構研究所 203 会議室（東京）

JICA 中国事務所（北京）

出席者：北京会場 坂本芳匡、邢軍、川嶋幸徳  
楊敏、巖岩、白志輝、郭雪松、劉超

東京会場 荒巻俊也、北井良人、小林英正  
森尚樹、野田英夫、吉田健太郎  
矢橋毅、仁木圭三、楊 新泌

#### (2) 配布資料

資料1	事業の概要
資料2	業務実施フローチャート
資料3	日本のし尿・分散型処理システムの中国現地技術化の検討（案）
資料4	日中分散型汚水処理に関するワークショップ実施要綱
資料5	現地調査計画（案）
参考資料	業務計画（案）

#### (3) 議題

- ① 本検討会の趣旨（資料1）
- ② 本検討会の進め方と論点（資料2,3）
- ③ ワークショップの開催について（資料4）
- ④ 現地調査について（資料5）

#### (4) 検討結果

##### 1) 資料2、3について

- ・中国農村地域では、生活排水処理のコストを低くすることが必要であり、処理にともない発生した汚泥を搬出・処分するためにもコスト必要となるものと考えられることから、汚泥の再利用についても検討する。
- ・汚水処理から発生した汚泥をコンポストまたはメタンガスなどの有価物になれば、ユーザーにメリットを与え、汚水処理施設のコスト低減にもつながる。日本には小型コンポスト施設および小型メタン発酵施設の技術があり、そのような技術を導入して汚泥を発生地で資源化することがもっとも望ましい。資料3の4.に汚泥資源化技術に関する内容を追加すべきである。
- ・分散処理の規模については、中国では基本的に村落単位で数百人から数千人まで、施設の処理能力は1日数千トンまでである。ここで検討される分散型処理施設は、村を基本とする農村部で建設される都市下水道と連結していない処理施設である。

- ・中国のどのような農村部を検討対象地域にすることは非常に重要である。ここでは、江蘇省・浙江省のような経済的に非常に豊かで、かつ水質規制が非常に厳しい農村地域を検討対象とする。
- ・中国各地区の経済的格差が非常に大きく、それを把握した上で、日本のシステムが導入可能な地域を明確にする必要がある。
- ・中国の分散型汚水処理において、技術的に成熟した処理技術を普及し、そうでない処理技術を排除するためには、日本と同じように処理施設の構造基準化が有効であり必要である。
- ・ここでは具体的な構造基準を検討するのではなく、その必要性等について検討する。
- ・中国住宅と都市農村建設部は昨年「農村汚水処理技術規範」を作成し、まもなく公表する。この技術規範にはまだ改善の余地があるが、処理技術を整理しそれを基準化することについては、建設部が真剣に検討している。
- ・中国の農村地域に対応した処理施設およびその維持管理に関する基準化を提案することに関して、これらの基準化は浄化槽等の普及に必要であるが、中国農村地域の財政、地理的条件等は多様であるため、短期間に基準の提案をすることにとらわれず、十分な調査および情報の整理を慎重に行うこととなった。
- ・今回検討対象とした農村地域のほかにも水源地域あるいは大都市近郊の農村地域についても生活排水対策が必要であり、より具体的な適応可能な農村地域を定義する必要があるものとされた。
  - ・資料3の3以降の検討事項についても今後明確化する必要がある。

## 2) 資料4、5について

日中双方の事務局から準備の進捗状況について報告があり、引き続き調整・準備を続けることとなった。

### 7.1.3 第2回TV検討会

#### (1) 開催状況

日 時：平成23年3月1日（火）日本時間 9:30～11:30

場 所：国際協力機構本部 229 会議室（東京）

JICA 中国事務所（北京）

出席者：北京会場 廣澤正行、坂本芳匡、邢軍、  
楊敏、劉俊新、範彬、嚴岩、陳梅雪、白志輝、郭雪松、劉超  
東京会場 蛭江美孝、北井良人、小林英正、  
森尚樹、野田英夫、吉田健太郎、  
矢橋毅、仁木圭三、楊 新泌

## (2) 配布資料

資料 1	第 1 回 TV 検討会議事録（案）
資料 2	日中分散型汚水処理ワークショップの開催報告
資料 3	常熟市生活排水処理施設現場視察結果
資料 4	中国現地調査結果
資料 5	中国農村部におけるし尿・生活排水処理の現状
資料 6	中国におけるし尿処理の事例分析
資料 7	中国における分散型汚水処理の事例分析
資料 8	中国におけるし尿・生活排水処理由来汚泥の資源化の検討
資料 9	日本のし尿・分散型汚水処理システムの中国現地技術化の検討

## (3) 議題

- ① 第 1 回 TV 検討会議事録（案）について（資料 1）
- ② 日中分散型汚水処理ワークショップ現地視察および現地調査の報告（資料 2～4）
- ③ 中国におけるし尿・分散型処理システムの現状と課題（資料 5～8）
- ④ 日本のし尿・分散型処理システムの中国現地技術化の検討（資料 9）

## (4) 検討結果

### 1) 第 1 回 TV 検討会議事録について（資料 1）

第 1 回 TV 検討会議事録（案）（資料 1）について説明され、議事録として了承された。

### 2) 日中分散型汚水処理ワークショップ現地視察および現地調査の報告（資料 2-4）

事務局より資料 2～4 により「日中分散型汚水処理ワークショップの開催報告」、「常熟市生活排水処理施設現場視察結果」、「中国現地調査結果」について報告があった。

### 3) 中国におけるし尿・分散型処理システムの現状と課題（資料 5-8）

#### (1) 中国側による報告

中国側から「中国におけるし尿・分散型処理システムの現状と課題」について資料 5～8 に基づく報告があった。資料に対する補足説明として、中国における以下の状況が説明された。

- ① 農村のトイレは、1990 年代から農村の衛生環境の改善のため、国のプロジェクトとして乾式トイレから水洗トイレへの切り替えが行われており、し尿を直接農地に還元する事例が減少している。
- ② バイオガス化(メタン化)についても国のプロジェクトとして補助金を出すことにより推進され、し尿と家畜の糞便を合わせてメタン化させる戸建住宅用メタン発酵槽が建設され、メタンガスは農家が家庭用燃料として使用し、発酵液は液肥として使用されている。メタン発酵槽には戸建用のもの、小規模また大規模な施設などのバリエーションができてはいるが、メタン発酵槽の効果に対して客観的な調査・評価は行っていない。
- ③ 農村生活排水の処理については、太湖周辺等一部の地域で取り組みを始めたばかりで、

中国全土としてはこれから本格的に取り組む段階にある。

## (2) 委員からの質問等

委員から報告に関する質問等があり、以下の事項が確認された。

- ① 「生物処理」と「生態処理」の違いについて質問があり、生物処理は活性汚泥法や生物膜法による処理であり、生態処理は土壌処理あるいは湿地による処理であることが楊敏教授から回答があった。
- ② 化糞池の残渣の処理について質問があり、現在、肥料として使用されていることが郭雪松助理研究員から回答があった。
- ③ 現在中国の農村地域建設されている生活排水処理施設(50~100m<sup>3</sup>/日の施設の場合)の建設費は17~30万元/施設、運転費は0.2~0.4元/m<sup>3</sup>である。
- ④ メタンの利用率については30%の農家に化糞池とメタン化施設が設置されているが、経済的に豊かな地区ではメタンの利用および施設の維持が面倒であると思われるようになってきている。
- ⑤ 処理規模は資料では50~100m<sup>3</sup>/日の施設が例示されているが、実際には、個別処理、村全体の集合処理および近接している都市の下水処理場による3パターンの生活排水処理が行われており、50~100m<sup>3</sup>/日の施設は村単位としての処理として例示したものである。また、中国の北部の農村生活排水の排水量が100L/日・人程度であるが、南部の農村地域では150-200L/日・人と多くなっている。

## (3) 議論

中国におけるし尿・分散型処理システムに関して以下の討論が行われた。

- ① 中国の中の仕組みとして、農村の生活排水処理は県単位とし、農村污水处理施設に関する国の管轄を明確に決める必要がある。
- ② 現在、農村污水处理事業について、所管の行政部門が決まっておらず、施設のある村では村の委員会が管理している事例が多い。今後、維持管理システムの整備が必要である。
- ③ 生活排水処理は国の責任もあるが、村では財政からの収入がないため、県・市のレベルで考えるべきである。
- ④ 都市下水道は建設部の所管であるが、農村部の生活排水処理事業は農業部、環境保護部、建設部等が関わっている。また、地方では水に関しては水務局が関わっていることもあり、各部局の役割も明確でないことから、今後は国としては建設部が所管すべき意見がある。
- ⑤ 全国レベルで普及を図る場合には、建設部に統一するのが良い。
- ⑥ 都市部の污水处理は、財源のあることから費用をかけた処理も可能であるが、農村部では低コストかつコンパクトな処理施設が望ましいが、そのような処理システムを可能にする技術があれば、都市部でも望まれる。
- ⑦ N・Pの除去を考慮するか、農村の人口密度によって排水基準を変えるか等、排出先に適した排水基準の設定が必要である。
- ⑧ 農業が主である地域や他の産業もある地域はあるが、農村村落の生活系排水だけを処理する(事業系排水を除外)と汚泥の質も均一化され、重金属のリスクも回避できる。そのような処理システムが可能であれば、汚泥の堆肥化が有効になる。

- ⑨ 各地域の経済レベルは様々であり、求められる生活排水処理のレベルも異なる。現在、工業が主産業である地区の農村では、工場廃水には工場廃水の基準値が適用され、厳しく規制されている。
- ⑩ 農村部の汚水処理は、生活系排水だけを処理し、家畜ふん尿を混入させるべきでないと考えられている。

#### 4) 日本のし尿・分散型処理システムの中国現地技術化の検討（資料9）

事務局から資料9に基づき分散処理システムに関する日中の技術的・制度的な比較と、中国の分散処理システムの構築に関する課題や解決策・提案について説明があった。

その後、以下の議論があった。

- ① 省エネ化、コンパクト化、維持管理等のサービス等、日本の浄化槽システムのようなものを浙江省等で導入できる可能性を図る。
  - ② 中国でも専門技術者によるチームで導入について検討しており、浙江省、江蘇省の様な経済力がある地域から推進するのが良い。これらの地区では経済発展時に環境汚染が問題化していたことから、浄化槽システム導入のモデル地区として良い。また、持続可能な手法を考える必要があり、調査研究を行い、1ヶ所あるいは2ヶ所のモデル事業を経て、実用化してゆくのが良い。
  - ③ 中国の農村汚水処理はその歴史が浅く、失敗例も多い。現在行っているものについても、どの技術・システムが有効なのか評価されていないのが実状である。現在でも無動力・メンテナンスフリーのものが良いと考えている地方行政担当者がある。したがって、モデル実証実験を行い、その施設の維持管理技術者の養成を含む制度作り等、総合的な提案が必要である。
  - ④ 農村の特徴を把握して、処理システムの企画立案・目標達成に有効なツールが必要である。
  - ⑤ 今回の提案では、面的な整備など、実証していく事項についてコンセンサスを取っておく必要がある。維持管理の長期的な計画、市場調査も必要である。  
調査の主目的は、日本の浄化槽システムが中国にどのように適用できるのかが重要であるが、処理技術だけでなく、システム全体を考えないと難しいことが理解された。ただし、中国で浄化槽が使える地域を選定し、さらに今後の調査内容を検討・実施することにより、その可能性について検討したい。
  - ⑥ 農村部でも厳しい水質規制が必要とされる地区でないと、浄化槽の有効性が明確とならないため、浄化槽を導入するインセンティブが働く地域を検討する必要がある。今回の検討結果をベースにJICAの協力のあり方について検討したい。
  - ⑦ 今次調査の業務内容として「農村し尿・排水処理に関する政策・制度の現状と課題の把握」が含まれている。まもなく第12次5ヵ年計画が採択されるどころ、同計画における位置づけについて情報収集し報告書に記載願いたい。
  - ⑧ JICAとしては、今後も中国の環境分野での協力を続けていくが、特に汚水処理を含む農村環境改善に関心がある。ただし、実際に今後の協力を結び付けていく際には、日本の技術を活用できるという点を強調する必要があるので、留意願いたい。
- なお、本TV会議で議論された事項についても報告書に取り入れることとなった。

## 7.2 日本分散型汚水処理システムの中国現地技術化の検討

### 7.2.1 中国農村部汚水処理にかかる問題点の整理

現在中国農村部の人口は約7億であり、60.4万の行政村(村民委員会が設置させている村)と264.7万の自然村(行政村以外の自然村落)に分布している。中国の改革開放が30年を経過し、都市部では経済と社会が著しい発展を遂げた。最近の10数年間、都市部の汚水処理率が30%未満から70%超えるまで上昇した。一部の都市の汚水処理率はすでに90%を超えた。一方、中国農村部の汚水処理率は5%未満にとどまり、実際の汚水処理への需要とは大きなギャップが生じている。農村部の汚水処理事業は、農村住民の衛生環境の改善、インフラ整備および環境保全に直結し、農村地域における社会と経済の発展に不可欠なものである。近年、中国政府は村鎮における水道整備事業に集中的に投資してきた。2008年に全国農村部の水道整備率が70%に達し、一部経済発展が進んでいる地域では、水道の整備がほぼ完了している。農村部の経済発展と農村住民の収入増加に伴い、農民が水洗トイレや家庭内シャワー設備が象徴する近代的な居住環境に対するニーズが高まっている。農村汚水処理の緊急性と重要性が社会的に認識され、中央政府がそれに対応するために、様々な政策を打ち出して取り組んでいる。

現在、一部経済発展が進んでいる地域では、地方政府が農村汚水処理施設の整備に多額な資金を投入し、成果が挙げられている事例もある。しかし、農村部の汚水処理には成熟した成功モデルが確立されておらず、以下に示す課題に直面している。

#### (1) 排水基準がなく、施設整備と運営管理が困難

既存の「汚水総合排出基準(GB8978)」と「城鎮汚水処理場汚染物排出基準(GB18918)」など主な排水基準は、都市部の生活排水や工場廃水を規制するために制定されたものである。これらの基準を根拠とする上位基準は「地上水環境質量基準(GB3838)」、「海水水質基準(GB3097)」および「地下水環境質量基準(GBT14848)」などである。しかし、農村部においては、地域間の地理的経済的格差が大きく、汚水処理に対するニーズも大きく異なり、都市部に適用される排出基準は農村部の実情に合わないケースが多い。従って、農村部の実情にあった排水基準を制定することが重要である。地方政府がその排水基準を達成するために、地域の汚水処理計画を策定し、計画的で効率的に施設を整備し運営管理することが可能となる。

#### (2) 財政が脆弱、整備資金が不足なため、計画的な施設の整備が困難

地方政府(市・県)が農村部の汚水処理に責任を負うことになっているが、農村部が大半を占める県のほとんどは、財政的に脆弱であり、施設の整備に必要な資金がなく、単独で県域内の農村汚水処理を計画的に推進することができない。また、モデル事業など政府が全額投資して施設を整備した場合でも、所得レベルが相対的に低い農村部の住民から運転・維持管理費用を徴収することが困難である。

#### (3) 農村部の汚水処理に適した汚水処理計画の策定方法が不在

中国はいま都市化が加速的に進んでおり、農村部での人口の移動が激しくなっている。村鎮レベルでは地域の将来的な人口・産業など社会基盤がどうなっていくかの予想が立てにくい。このような状況に対応した地域の中長期汚水処理計画の策定が必要であるが、その策定手法が確立されておらず大きな課題となっている。

#### (4) 処理技術の選定基準が不明確

一部経済発展が進んでいる地域では、村落污水处理施設の整備事業が推進されており、成果をあげているケースがある。しかし、処理技術の選定が適切でなく結果的に事業の目的を達成できなかった事例が多く指摘されている。例えば、都市下水処理場と同じ高度な処理施設が導入され、高い建設・運転コストと維持管理が困難なため施設が正常に稼働できなくなったり、また導入された処理技術が不適切であったため施設が機能しなかったりするケースが増えている。

#### (5) 管理体制および維持管理技術が確立されておらず、処理機能の維持が困難

農村村落污水处理施設の規模は相対的に小さいが、日常の維持管理を専門の技術者が行う必要がある。現在導入されている各処理技術については、維持管理上の技術的留意事項、たとえば保守点検の内容・頻度など、がほとんど明確になっていない。また村鎮レベルでは維持管理の費用が不足し、専門技術者を養成することが困難である。これらのことは、処理施設が建設された後の維持管理を困難にし、処理機能を安定に維持できない要因として、農村村落污水处理事業が直面する大きな課題である。

#### (6) 処理技術の産業化が不在

農村部の污水处理を全国的に推進するには、成熟した処理技術の産業化が不可欠である。これにより、地域産業が育成され農村部の污水处理事業が持続的に発展することが可能となる。都市部の生活排水処理や工場廃水処理については産業化がすでに進んでいるが、農村部の污水处理の分野でも産業化が今後求められる。

上記問題点は、中国の農村污水处理事業の歴史がまだ短く、短期間に様々な処理技術が導入されたために、管理体制と管理技術などの面で起こっているものである。管理体制については、国が農村污水处理について中長期的な方針を示し、法律、政策および制度を制定し、地方政府がそれに基づいて整備計画の作成、実施および管理・監督、さらに現場での運営管理の体制整備などが含まれる。管理技術については、農村污水处理の適正技術の選定・評価、また技術の規格化・標準化・産業化の推進、事業のコスト低減などが含まれる。

### 7.2.2 中国農村分散型污水处理システムの構築にむけての検討課題

#### 1) 県全域農村污水处理計画の策定について

中国農村部の污水处理事業は、その行政管理責任を基礎自治体は県政府である。県全域の農村污水处理計画の策定は農村污水处理事業の第一歩であり、污水处理プロジェクトの立案や財政資金配分の主な根拠となっている。

中国では、県全域農村污水处理計画の策定手法が確立されておらず、成功事例がほとんどない。現在県政府が県全域農村污水处理計画を制定する際に、主に都市污水处理計画の手法や技術を取り入れており、大規模な下水道整備を中心に進められ過度に集合処理に依存し、分散型の污水处理を軽視する傾向がある。これは投資効率を低減させており地方政府への投資圧力を高めている。

県全域農村污水处理計画の策定に際し、以下に示す技術的課題について対策をする必要がある。

(1) 集合処理と分散処理の計画区域分け 集合処理と分散処理の污水収集・処理技術の経済的評価および比較の方法を研究することにより、分散型污水处理計画の策定手法を確立させる必要がある。

(2) 分散型污水处理の目標設定 分散型污水处理事業は公衆衛生、インフラ整備および環境保全の役割があり、適切な排水処理の基準を設定するとともに、同基準を達成する技術選択、当該地方政府が負担可能な投資および管理コストの範囲内で実施することなどが求められる。このような目標設定の手法を確立させる必要がある。また、環境保全の目標基準は分散型污水处理施設の排出基準の設定根拠にする。

(3) 分散型污水处理施設の計画設計方法 農村部の生活排水の水質・水量特徴、適正技術を選択する基準・手法、そして汚泥の処理処分・有効利用技術などを検討し、農村分散型污水处理施設の計画設計に関するガイドラインを整備すること必要がある。

## 2) 農村分散型污水处理の技術基準について

中国では、農村分散型污水处理に関する技術基準が制定されていない。地域によって地方政府が試験的な基準を公布しているが、体系化したものではない。またそれら基準のほとんどは都市の污水处理基準を採用したもので、農村污水处理施設の建設・運行の実務や有効的な管理・監督の実施において、実情に適さず運用上の操作性が悪い。

農村分散型污水处理の基準体系を構築する必要がある。ひとつの考え方を図 7-1 に示した。地域性のある排水基準体系を制定し、これをベースに農村污水处理施設の建設時および運営上の監督・管理基準を策定する。農村污水处理施設の関連基準に基づき、污水处理設備と維持管理技術の基準を制定する。施設・設備の性能や維持管理の質を規定することにより、設備メーカーや維持管理業者を規制し、污水处理施設が長期にわたり正常に運転することを保証し、技術の発展が促進される。関連企業は業界基準に従い、製品開発やアフターサービスを行い、企業自身の技術的優位性をアピールするため、業界基準よりも厳しい自社基準を作成することが望ましい。

また、基準の設定のみならず、これが適切に運用される体制の整備が必要となる。農村污水处理施設の管理・監督は、設備基準および運転技術基準に基づいて行われなければならない。また、審査を経て施設を建設し、専門機関による分散型污水处理施設の有効な監督・管理が行われなければならない。

## 3) 污水处理技術と低コスト化について

農村污水处理分野における主な技術課題は、適正技術の選定、施設の設計と建設、プラント設備と中核部品の開発、省エネ、汚泥処理、臭気による2次汚染が挙げられる。中国農村污水处理事業は歴史が短く、市場の成熟度が低く、標準化された維持管理体制が整備されていないため、多くの技術的課題に直面している。特に大規模の農村村落の污水水量と水質特徴、地理・気候特徴に適した基準化、系列化、ユニット化の污水处理技術と設備の開発が遅れている。既存の技術・設備のほとんどは処理性能が不安定で、故障率が高く、専用修理器具や備品類が不足するなどの問題を抱えている。また研修やアフターサービスが行き届かないため、施設の供用開始後の維持管理コストが高くなり、污水处理施設の正常稼働率の低下をもたらした。また、農村污水处理施設の規模が比較的に小さいため、污水处理施設に汚泥



処理設備を併設することが困難であり、汚泥の減量化と処理・処置は重要な技術課題となっている。汚水処理過程で発生する臭気などによる2次汚染の対策を考える必要もある。これからは農村の土地資源が貴重なものとなり、住民が臭気など2次汚染に敏感になっているので、処理施設の建設地の選定が益々困難となり、建設用地の買収コストをいかに安くすることが大きな課題となる。

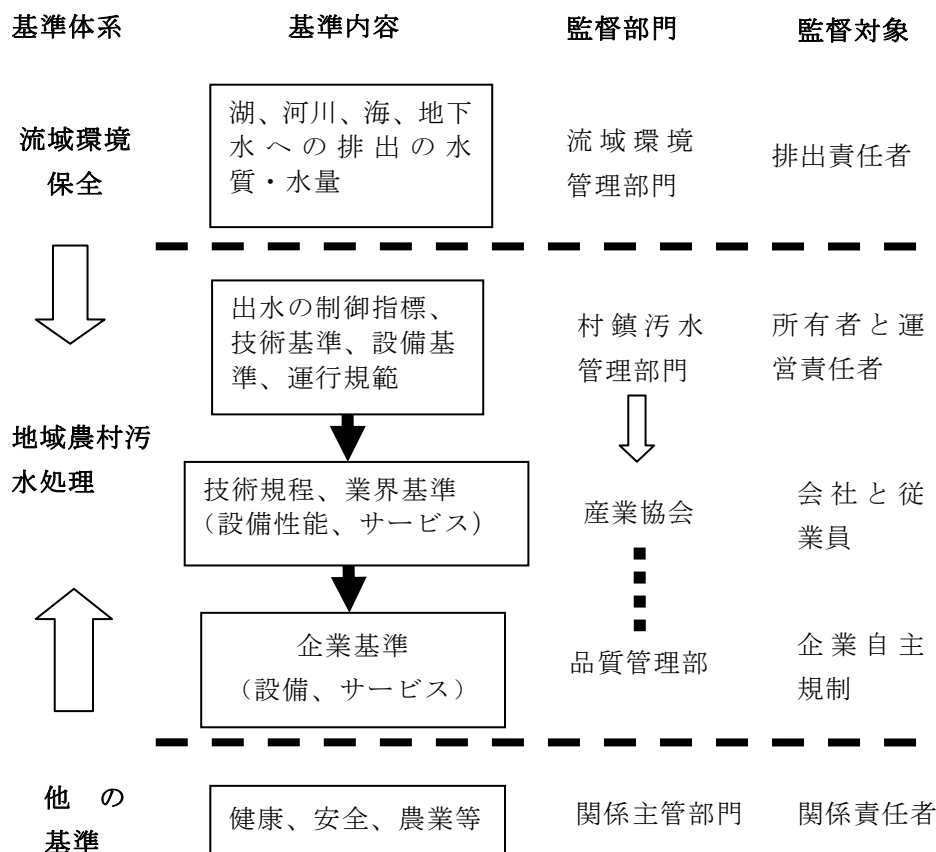


図 7-1 農村汚水処理技術等の基準体系（案）

#### 4) 農村汚水処理施設の持続可能な運営管理体制の確立

農村汚水処理施設を建設する段階で、政府と建設請負業者の間に契約を結び、通常は施設が供用開始する最初の1年間、建設業者が施設の試験運転と維持管理を担当することが要求される。その後施設の所有権が鎮政府又は村民委員会に譲渡され、地方政府のもとで運転管理されることとなっている。しかし、持続的な運営体制を構築するには、以下に示す課題を解決する必要がある。

- (1) 専門技術者が不足している 多くの場合、村の電気技術者に汚水処理施設の日常管理を任せており、専門的な維持管理な期待できない。汚水処理施設の維持管理を専門的に行う業者を育成し維持管理サービスの産業化を図ることも有効な対策である。
- (2) 運転管理費用の回収システムがない 処理施設の運転管理費用は、県・市・鎮および村の各財政から補助する形になっている。各地方において費用負担の方法が多少異なり、農民自身の負担割合も様々である。持続的な稼働を確保するためには農民による一部費用負

担も必要であり、環境保全に対する意識を高めたり、経済的なインセンティブを付与するなどの対策が必要である。各地域に事情にあわせた運転管理費用の回収システムを構築する必要がある。

- (3) 施設・設備の品質保障制度がない 施設の建設および設備の取り付けの段階で不良品などの品質問題が発生し、また運営管理の不備によって、施設・設備の故障が増える。故障した設備を速やかに修理しない場合、供用開始後数年も立たないうちにその施設が廃墟化になってしまうケースがある。施設・設備の品質保障制度が必要である。
- (4) 監督・管理システムが未整備である 農村污水处理施設の整備がここ数年急激に増えてきている。施設の運営管理に関する有効な監督・管理システムを模索しているが、まだ確立されていない。その原因は、①監督・管理の基準がない、②監督・管理の技術方法がない、③最大の原因は、農村污水处理事業の所管官庁が明確に定められていないことである。現在では、環境保護局、農業局、建設局、および水利局など、地方によって所管官庁が異なる。所管官庁の明確化を含め監督・管理システムを構築する必要がある。

### 7.2.3 日本分散型処理システム（浄化槽）の現地技術化に係る課題の検討

中国で日本の浄化槽のような分散型污水处理施設を整備するにあたっては、地域の社会的・経済的・地理的状況、および環境負荷の受容能力などに応じて、地域に適した污水处理のシステムを導入することが必要である。すなわち、汚水の処理技術・処理施設といったハードウェアと、施設の維持管理・技術者の養成およびそれに必要な社会的・経済的支援制度などのソフトウェアが持続可能なものでなければならない。

しかし、現在実施されている中国農村部の分散型污水处理事業の事例から、前節に示した多くの課題が存在し、すぐに浄化槽が適用できる環境にはことが明らかである。そこで、浄化槽が中国農村部に適用される場合を想定し、その際にそれらの課題を克服し適用可能になる条件および問題点を検討する。

#### 1) 県全域農村污水处理計画の策定について

中国では県全域農村污水处理計画を作成する際には、①個別処理と集合処理の区域わけ、②処理水質目標の設定、③処理施設の計画設計方法、3つの課題が指摘されている。これらの課題は、浄化槽が現地で安価で調達できるなどの条件下であれば、浄化槽を導入することが非常に有利になる可能性がある。

#### ① 個別処理と集合処理の区域わけについて

現在実施されている施設整備は基本的に村落単位での集合処理施設の整備であり、村落から離れている住宅がある場合、費用をかけて管路を延長して施設につなげるか、従来の化糞池で簡単な処理をして放流するかになる。前者は建設コストの上昇を招き、後者は化糞池が汚染源となり環境汚染を引き起こす。

污水处理計画が対象地域の住宅の分布等の条件を考慮した集合処理エリアと個別処理エリアを区分けした場合、浄化槽で整備することであれば、小型・中大型浄化槽でそれぞれのエリアを柔軟に対応できる。逆に、浄化槽という選択肢があれば、より整備効果が高くコストが安い污水处理の整備計画の作成が可能となる。

#### ② 処理水質目標の設定について

浄化槽の適用対象地域は、処理水質 BOD20mg/L 以下、または窒素・リンについて規制されるような環境規制が厳しい地域が想定されている。このような地域では、従来導入されている処理技術は設計根拠が不明確であったり、適切な維持管理が困難であったり、安定した処理機能を得ることが難しいとされている。

浄化槽は、処理水質ごとの処理方式や構造が決まっており、また性能評価試験により性能が保証されているので、BOD 除去型、窒素・リン除去型または膜浄化槽など幅広い選択肢があり、厳しい水質規制に対応できる。

逆に水質規制が厳しくない地域においては、コストが安い現地技術と競合する際に不利となるので、浄化槽の適用は避けるべきである。

そのほかに、汚水処理計画を作成に際して、地域住民に対して汚水処理の重要性と環境改善効果について説明するとともに、現在利用している化糞池等施設に比べて浄化槽の優位性（家庭衛生環境の向上、処理機能が高いなど）をアピールして、住民の意見や要望をできるだけ処理計画に反映する。

### ③ 処理施設の計画設計方法

日本の浄化槽の規模・処理能力を決める手法（処理対象人員の算定基準）が直接に適用できないので、現地の生活排水の水量・水質データをベースに浄化槽の処理水量・汚濁負荷量に換算して、設置される浄化槽の規模等を算定する手法が必要である。

処理方式の選定については、処理水の目標水質の達成を前提に、施設の設置費用・運転コストおよび維持管理の容易さなどを総合的に検討して行うことが必要である。

一部地理的な制限で設置用地の確保が困難な地域では、施設がコンパクトな処理方式の採用や、また道路下での設置などの検討が必要である。

#### 2) 農村分散型汚水処理の技術基準について

中国住宅と都市農村建設部が発行される「農村地域生活排水処理技術ガイドライン」のなかで、推奨する農村汚水処理技術のリストには浄化槽に相当するものがなく、今後中国での実績を積んで推奨技術のメニューに追加してもうことが必要である。

当分の間は、日本の浄化槽技術を中国に適用し、現地の条件等に適合した技術現地化を行いながら、中国での実績を積み上げ、早い段階で現地基準化することが望ましい。

浄化槽技術を中国で現地基準化するに当たっては、現地の地形、気候、電気水道等の社会資本の整備状況、放流条件、家屋形態、汚泥（し尿）の処理処分方法等の設置基盤に関する事項を勘案し、日本の浄化槽関連規格（たとえば、処理対象人員算定基準、浄化槽構造基準、浄化槽部品規格、施工・維持管理関連基準など）を参考にして、将来的に日中両国のこの分野における共通規格の作成を視野に入れた基準作りについて検討する必要がある。

#### 3) 汚水処理技術と低コスト化について

浄化槽システムとしての低コスト化が中国農村部で普及させるもっとも重要な課題の 1 つである。日本の浄化槽メーカー、部品メーカーおよび施工・維持管理企業が生産技術、施工・維持管理技術を中国に持ち込んで現地での生産・サービス体制を作って取り組むことが不可欠である。その際に、中国企業との合弁・技術提携などを行い、現地で低コストで調達可能な原材料・部品（たとえば、浄化槽本体の素材、ブロワ、接触材・ろ材、塩ビ管、バル

ブ類)を活用するとともに、地元の企業を活用して維持管理のサービス網を構築など、あらゆる方法で浄化槽システムのコストを下げる努力が必要である。

地域の農業廃棄物、家畜ふん尿、生ごみ等廃棄物行政と連携し、汚水処理汚泥をそれら有機資源と一緒にコンポスト・メタン発酵の原料にし、汚水処理に付加価値を付けて、結果的に汚水処理のコストを下げる手法を検討すべきである。

また経営的な面から、PFIの手法を導入し特定の地域全域の汚水処理事業の一括受注による面的整備によるコスト削減も視野に入れることも考えられる。

#### 4) 農村汚水処理施設の持続可能な運営管理体制の確立について

浄化槽が設置された後に適切な維持管理をする必要がある。維持管理のノウハウ・技術についてはかなりシステム化されており中国で浄化槽が設置された場合、維持管理の面で対応が可能である。

しかし、前述のように、中国国内の事情で農村汚水処理事業の所管官庁が地方(省・市・県)によって異なり、施設整備の計画立案、実施、運営管理が別々の官庁で行われるケースもある。浄化槽を導入してもらうために、対象地域の関係官庁に関する情報を収集し、所管官庁との関係を築くことが非常に重要である。浄化槽の維持管理については、所管官庁と連携し、地域に適した維持管理体制を構築するとともに、それに必要な専門技術者に対する教育・トレーニングを実施する必要がある。

具体的には、①浄化槽メーカーが地元業者(建設業者や配管工事業業者など)と提携し、地元業者に浄化槽の施工・維持管理技術を伝授し浄化槽ビジネスに参入してもらう。また、②所管官庁の指導のもとで浄化槽メーカーなど浄化槽関連業者からなる業界団体を結成し、浄化槽に関する業界規格・基準の作成、施工・維持管理の技術の向上並びに良質なサービスの提供、浄化槽に関する機能保障制度の創設、③第三者専門機関による浄化槽技術者の養成システムの構築など、浄化槽がシステムとして機能するための管理体制を築くことが必要である。

浄化槽が整備された場合、その後の維持管理費用が受益者負担、住民が負担するのが一般的であるが、住民から直接に維持管理費用を徴収することは困難と予想される。村の委員会に委託して代金を回収してもらう方法や、公益金制度がある村にはそこから代金を支払ってもらうなど、地元行政とも連携して有効な代金回収方法を確立することが必要である。

浄化槽本体は30年以上の耐久性を持っているが、ブロワ等の消耗品、事故等による浄化槽破損時の修理に必要な部品の供給が必要である。これら消耗品・部品の長期安定供給体制を作るに当たっては、浄化槽メーカー、部品メーカーおよび維持管理業者が協力して、一定期間内(たとえば、日本では生産中止後7年間)の部品の供給保障制度を作ることや、事前に代替可能な同類部品のリストアップなどについて検討する必要がある。

#### 7.2.4 日本分散型汚水処理システム(浄化槽)の中国への適用条件等の検討

中国の農村汚水処理事業は、現在主に経済的に豊かな沿海部の地域で推進されている。今後12次5カ年計画(2011-2015)が実施に移されるつれ、農村汚水処理事業がほかの地域に広がっていくことになる。しかし、日本の浄化槽システムは、技術的には優れているが、維持管理やコストなどのハードルが高く、中国のすべての農村地域に適用するのが難しいとき

れている。また7.2.2節で述べたように中国の農村汚水処理事業はまだスタートしたばかりであり、多くの課題が生じており、それら課題の解決策を模索している段階である。さらに前節では中国に浄化槽が適用された場合に、それら課題についての対応を検討した。これらのことを踏まえ、中国に浄化槽がどんな条件でどんな地域に適用可能かについて整理する。

#### 1) 適用可能な地域等について

適用可能な地域の条件としては、

- ・ 経済的に豊かな地域（沿海部地域）、観光・リゾート地
- ・ 水質規制が厳しい地域（閉鎖性水域、水道水源地域、その他環境敏感地域）

が挙げられる。

経済的に豊かな農村地域の住民は、住宅を新設し水洗トイレの設置など生活環境の向上に意欲的であり、環境意識も比較的高く、汚水処理の維持管理費用を支払う能力を有している。地方政府には財政的な余裕ができて、中央政府からの補助金を活用しながら農村汚水処理事業を計画的に実施することが可能となった。

中国では重点流域として「三河三湖一庫」（三河とは、淮河、遼河、海河；三湖とは太湖、巢湖、滇池；一庫とは三峡ダム）があり、これら重点流域の地域について総量規制が行われており、厳しい水質規制がかかっている。たとえば、太湖周辺地域の農村村落については生活排水の排出基準は都市下水処理場の排水基準1級Aまたは1級Bが適用されている。

中国の第12次5カ年計画では、8つの重点流域（黄河、淮河、遼河、海河、松花江、巢湖、滇池、三峡ダム）が指定され、これら重点流域について水質防止計画が策定されている。このような水質規制が厳しい重点流域の地域では、国レベルで「○○流域水質汚濁防止計画」が策定され、それに従って流域に関連する市・県がそれぞれの地域の実施計画が作成され施設の整備が行われる。

重点流域内の水質排出基準は農村部においても都市下水処理場の排水基準1級Aまたは1級Bが適用されるケースが多い。戸建て住宅規模から村落規模までの生活排水の高度処理が対応でき、すでにシステム化されている浄化槽は、その高い処理機能が評価され導入される可能性が高い。

環境自体が貴重な資源である観光地・リゾート地については、通常の規制に比べてはるかに厳しい上乘せ規制が地元行政により行われており、施設の整備・維持管理に必要な資金も十分に調達できるので、浄化槽の適用は可能である。ただし、山岳地域にある観光地・リゾート地については、道路・電気・水道などのインフラの整備状況、寒冷地など過酷な自然条件を把握したうえ、維持管理ができる体制の検討が必要である。

また事業系・商用施設・公共施設についても同様なことがいえる。対象とする事業所は飲食店、病院、学校、スーパーなどの排水処理施設が挙げられる。ただ、本調査研究では、浄化槽による事業系排水の処理は検討対象外となっているので、今後の課題として別途検討する必要がある。

#### 2) 浄化槽の低コスト化について

中国に浄化槽を適用する際に、本体価格を含む設置費用が高いことが大きな課題と予想される。すでに前節で述べたように、浄化槽本体の製造コストを下げる方法として、①部品の

現地調達、現地での効率的な生産体制の構築；汚水処理システムのコストを下げる方法として、②大規模な面的整備、長期リース、維持管理の長期契約の一括受注；さらに有機廃棄物の資源化施設と併せて整備することによるコストを下げる方法として、③汚泥等のコンポスト化、バイオガスの生産・商品化、などが挙げられる。

そのほかに、中国製品との価格競争を避けるため、中国製品にはない窒素・リン除去型高度処理タイプ、運転コストが低い省エネタイプ、また設置用地面積が小さいコンパクトタイプなど特色のある浄化槽に特化した製品を市場に提供することが必要である。

また中長期的な課題として、他業種と協力して効率的な浄化槽の物流システムを構築して、浄化槽の価格を適正に維持することが必要である。

### 3) 浄化槽の維持管理体制について

中国に浄化槽を適用する際に、維持管理体制の構築が大きな課題である。ここに3つの課題または条件をクリアする必要がある。

- ① 浄化槽維持管理技術の確立、
- ② 維持管理に従事する専門技術者の養成
- ③ 維持管理体制の確立

①については、基本的に日本の浄化槽維持管理技術を参考して、さらに現地の実情に適合したものにする必要がある。たとえば、流入汚水の流入水量・水質の特性が異なるので、それに対応した保守点検の内容・項目を追加したり、保守点検の回数や汚泥の搬出（清掃）回数についてより柔軟に対応したりすることなどが考えられる。

②については、日本では浄化槽技術者の資格制度を中心に、設備士、管理士をはじめ浄化槽専門技術者を養成して維持管理に従事させているが、中国の行政担当者にその重要性を理解してもらい、中国版の浄化槽資格者制度を創設し、また第三者機関による浄化槽資格者の養成システムを構築する。それらの制度ができる前の段階では、浄化槽メーカーが地元行政と連携して浄化槽維持管理技術者の養成について責任をもって行う必要がある。その際に地元企業（たとえば建設業者、配管工事業業者など）を活用して維持管理技術をマスターしてもらい、浄化槽の維持管理に参入させることにより、浄化槽整備事業の持続的な発展に寄与するだけでなく、地元経済の活性化、雇用確保などの経済効果をもたらす。

③については、浄化槽の維持管理業の位置づけ、参入条件などについて、地元行政と連携して浄化槽維持管理業に関するルールを作る必要がある。その中に、専門技術者による維持管理業務の従事の義務付け、維持管理費用の算定方法や負担方法を規定するなど、維持管理がビジネスとして成立するように規制することも必要である。

### 4) 汚泥の処理と資源化

現在中国農村部の汚水処理施設からの汚泥がそのまま農地で散布されているケースが多く、2次汚染になる恐れがある。今後汚水処理施設の整備が進むにつれ、汚泥の量が増え、汚泥を適切に処理処分することが求められている。

農村汚水処理の汚泥には重金属など有害物質がほとんど含まれていないので、肥料化やエネルギー回収の原料にして資源化することが望ましい。技術的なオプションとしては、

- ① 汚泥の液肥化
- ② 汚泥のコンポスト化
- ③ 汚泥等のメタン発酵

が挙げられる。

①については、比較的低いコストで液肥の生産が可能であるが、専用の散布設備が必要である。②と③については、これまで大規模な施設がほとんどであったが、最近日本では集落排水処理施設の規模にも適用可能な小型プラントが実用化されている。

これらの汚泥の資源化を導入することによって、汚水処理から発生する汚泥を地域の農業廃棄物、生ごみなどの有機資源と一緒にコンポスト、またはバイオガスに転換して地域内で有効利用され、汚水処理に付加価値をつけ、地域の汚水処理とごみ処理のトータルコストを下げ、結果的に住民への負担の軽減と便益の提供につながる。

#### 5) 浄化槽の普及にかかる行政管理体制の整備

中国の農村汚水処理における大きな課題の1つは、分散型汚水処理を監督・管理する行政管理体制が明確に位置づけされていないことである。そのために、①各省庁が独自に農村汚水処理事業を推進しているが、事業の目的・要件・適用技術などがバラバラであり、効率的な施設整備が困難；②適用される処理技術は事業官庁の特色が出るように偏りがあり、新しい汚水処理技術の採用を妨げている（たとえば、農業部はメタン発酵技術、環境保護部は人工湿地技術）。③維持管理技術を軽視する傾向がみられる。

一方、日本の浄化槽システムは、処理施設（浄化槽本体・付属機器）とその施工・維持管理等に関する管理システムの両方が機能しないと、処理機能が発揮できない。それを保証する仕組みは日本では「浄化槽法」とその関連法律による法規制があるが、中国ではそのような仕組みは存在しない。浄化槽システムを中国に適用し普及させるためには、日本と同じように行政が関与する管理体制の整備が必要である。

この行政管理体制に含まれるべき内容は、以下のようなものが考えられる。

##### ① 主たる所管官庁の明確化

まず国レベルで農村汚水処理を所管する主たる官庁を明確し、農村汚水処理に関する基本政策と中長期計画を策定する。省・市・県は上位計画に基づいてそれぞれの実施計画を作成し実施する。

##### ② 農村汚水処理事業に関する制度づくり

農村汚水処理事業が円滑に実施するための制度設計を行い、事業の推進に関係行政・企業・個人の役割や、事業対象地域の条件、事業の内容と手続きなどを明文化し、実施要綱や実施細則として公布する。

##### ③ 農村汚水処理計画マニュアルの策定

農村汚水処理計画の目的、目標設定、個別処理と集合処理の経済比較方法など農村汚水計画の作成に必要な事項を含めた作成マニュアルを策定し、事業の効率的推進に寄与する。

##### ④ 農村汚水処理の関連基準・規格の制定

農村汚水処理に関する処理技術、設備・部品等の技術基準・規格と、施工・維持管理等の技術上基準を制定する。これらの基準・規格には中国で現地技術化された浄化槽

技術が含まれることが必要である。

### 7.3 まとめ

中国の農村汚水処理事業の歴史がまだ短く、短期間に様々な処理技術が導入されたために、処理技術に対する評価と基準の制定、持続可能な事業推進に係る管理体制の確立、分散型汚水処理事業の産業化など多くの問題が生じている。

浄化槽システムを中国農村部に適用するに当たっては、対象地域を経済的に相対的に豊かで環境規制が厳しい地域に限定し、村落単位の集合処理施設の整備を中心に行うとともに、維持管理体制を構築することが重要である。

浄化槽システムが中国農村部に適用されるには、①対象地域が経済的に豊かで環境規制が厳しい地域であること、②浄化槽システム導入時のトータルコストが現地で受け入れられるレベルに達していること、③維持管理体制が構築可能なこと、④汚泥の適正処理処分・資源化が可能なこと、⑤浄化槽の普及にかかる行政管理体制の整備、などが必要である。





## 第8章 中国農村部し尿・分散型汚水処理への技術協力の検討

### 8.1 技術協力の必要性

今回の中国農村部し尿・分散型汚水処理に関する調査検討の結果から、し尿・分散型汚水処理における技術的課題、および行政管理体制・制度上の課題が明らかとなった。日本では浄化槽が代表とする分散型汚水処理システムがあり、処理技術だけでなく運転管理技術も高度に発達している。中国の一部の経済的豊かな地域では浄化槽システムを受け入れる経済的条件をすでに備えており、浄化槽システムをこのような地域に試験的に導入し、日本の技術・経験を中国の農村汚水処理に適用し現地技術化することは、中国の農村汚水処理が今直面している課題の解決、中国の分散型処理技術の発展および分散型汚水処理産業の育成に非常に有益である。また、日本の技術・システムが中国で受け入れられことになれば、中国の水環境改善に貢献できるだけでなく、日本企業の中国でのビジネスチャンスの拡大にもつながる。

農村汚水処理施設整備事業は、単なる処理技術や設備などハードウェアの導入ではなく、行政の関与や施設の維持管理を含む行政管理体制などのソフトウェアの整備も必要であり、その両方が機能することで、はじめて施設や設備の処理機能が発揮できる。中国の農村生活排水処理の歴史がまだ数年しか経っておらず、処理技術に関しても行政管理体制に関してもまだ手探りの段階にある。特に行政管理体制については、行政・企業・住民など多くの利害関係者があるなか、それぞれの役割を明確化し、処理施設整備の各段階（計画、建設、維持管理）に必要な行政的技術的支援システムが必要であるが、中国ではそのようなシステムがなく、早急にそれを構築することが大きな課題である。日本で40年以上にわたって浄化槽システムで培った分散型システムの行政管理体制の経験があり、これを浄化槽と一緒に中国の農村汚水処理に適用することにより、中国の農村汚水処理に協力し、中国農村部の生活環境および水環境の改善に貢献するが期待できる。

### 8.2 技術協力内容等の検討

#### 1) 目的

本技術協力プロジェクト（以下、本プロジェクトという）は、中国農村部の汚水処理事業に浄化槽システムが導入される場合、浄化槽の設置・維持管理等に必要な計画・設置・維持管理に必要な行政的技術的支援システム（行政管理体制）を浄化槽のモデル試験設置等により実証的に検討することである。

#### 2) 対象地域等

経済的に相対的に豊かで、環境規制が厳しい浙江省と江蘇省の農村地域とする。

また、上記行政管理体制を検討にあたっては、農村汚水処理事業を実施する基礎自治体である県を対象とし、県全域の農村地域の汚水処理に関する計画・施設整備・管理体制等を検討する。

#### 3) 技術協力の内容

本プロジェクトは、浄化槽が導入される際に、対象地域の汚水処理の計画、技術選定、施工、維持管理、汚泥の処理と資源化等に必要な技術的行政的事項について検討することとする。技術協力の主な内容として、①行政管理能力の向上の検討、②制度・基準の検討、③専門技術者養成システムの検討、④浄化槽実証試験の実施

#### (1) 行政管理能力の向上の検討

対象県の分散型汚水処理担当行政官に対して、日本における廃棄物処理・生活排水処理行政（規制・計画）、汚水処理および浄化槽に関する基礎知識、浄化槽行政・浄化槽法の概要、汚泥の処理と資源化などを内容とする研修を行い、日本の浄化槽システムを例に分散型汚水処理に関する知識を身に付けてもらい、行政管理能力を向上させる。

#### (2) 制度・基準の検討

日本の浄化槽システムを参考にして、中国に適した分散型汚水処理システムに必要な制度・基準等を検討する。

具体的な検討内容は、7.2.4 節の5) 「浄化槽の普及にかかる行政管理体制の整備」に示した内容になる。すなわち、①主たる所管官庁の明確化、②農村汚水処理事業に関する制度づくり、③農村汚水処理計画マニュアルの策定、④農村汚水処理の関連基準・規格の制定。

#### (3) 専門技術者養成システムの検討

中国の行政担当者に維持管理専門技術者の養成の重要性を理解してもらい、中国版の浄化槽資格者制度の創設、また第三者機関による浄化槽資格者の養成システムの構築について検討する。検討に際しては、地元の行政・環境産業団体と協力して、浄化槽専門技術を浄化槽の維持管理に活用する方法についても検討する。

#### (4) 浄化槽実証試験の実施

上記1) - 3) の検討は、対象地域の県内で一定規模の浄化槽による面的整備を前提としており、その前の段階でまず1～2か所浄化槽の実証試験を本プロジェクト内で実施する。浄化槽実証試験の実施に当たっては、以下の事項について調査し対策等を検討する。

##### ① 汚水処理の計画策定時

浄化槽の設置費用、維持管理費用と負担者、経済状況と汚水処理に住民が負担する費用、計画汚水量、計画処理水質、住民からの意見・要望

浄化槽の設置主体と維持管理主体

##### ② 汚水処理施設の設置整備の段階

個別処理か集合処理かの選定（整備費用・期間、家屋形態、将来計画、水質目標、汚泥・処理水の利活用）

汚水処理技術の選定（整備費用・期間、水質目標、維持管理性、汚泥・処理水の利活用）  
施設の種類と施工（FRP/DCPD 製、RC 製、施工技術者の養成、施工技術の確立）

維持管理（維持管理技術の確立、維持管理技術者の養成と維持管理システムの構築）

汚泥の利活用・処理処分方法（液肥、堆肥、バイオマス）

処理水の利活用（中水利用、農業用水、その他）

##### ③ 普及のためのビジネスモデルの形成

普及に必要な制度と公衆衛生および水環境に関する施策

製造・施工・維持管理等の費用の積算方法、事業費の削減方法や費用負担方法の検討

浄化槽の容量、構造、処理性能等（構造基準）、それに応じた維持管理技術の検討

# 参考資料

1. 分散型污水处理ワークショップ関連資料
  - 1-1 日中農村分散型污水处理に関するワークショップ
  - 1-2 常熟市内生活排水処理施設現場視察
  - 1-3 発表資料
  
2. 中国現地調査の結果
  
3. 小冊子「日本糞便処理和分散型污水处理系統」

## 日中農村分散型汚水処理に関するワークショップ

開催期間：2011年1月11日（火）－12日（水）

開催場所：常熟天銘国際大酒店 3階天銘庁（ディスカッション：3階虞山庁）  
中国江蘇省常熟市海虞北路12号

主催：日本国際協力機構（JICA）  
中国住宅と都市農村建設部村鎮建設司

協力：江蘇省常熟市人民政府  
住宅と都市農村建設部農村汚水処理技術北方研究センター  
財団法人日本環境整備教育センター

テーマ：農村汚水処理計画と技術  
農村し尿収集・処理技術

参加者：中国側 農村汚水処理に関する行政幹部、学識者、企業関係者など  
日本側 分散型汚水処理に関する学識者、関連企業、その他関係者

1日目（1月11日）

### 1. 開会挨拶

1-1 中国住宅と都市農村建設部村鎮建設司司長 趙 暉（代読 王 旭東 処長）

〔主な発言〕

- ・農村部を軽視してきたのが、農村汚水処理技術が低い一要因となっている。
- ・農村部は経済の発展に追いついていないが、一部の地方では農村汚水処理に取り組んできた。
- ・国としては農村汚水処理に取り組む姿勢があり、今後、積極的に取り組む方針である。
- ・中国建設局が農村汚水処理に取り組むことになるが、低コストである技術を期待している。
- ・常熟市の農村汚水処理に対する取り組みの一部は、中国のモデル地区に指定されている。
- ・中国ではこのフロンティア分野に日本の技術を期待している。

1-2 常熟市副市長 範 建国

〔主な発言〕

- ・常熟市の地理的・経済的条件等の概要説明があった。
- ・市は生態系の保全に力を入れ、5ヵ年計画で生態モデル都市として活動しており、その一環として水質環境保全のため、145ヶ所に農村汚水処理施設を設けている。

1-3 日本国際協力機構北京事務所次長 広沢 正行

〔主な発言〕

- ・ JAICA はこれまで中国における汚水処理場の建設に関する支援に取り組み、現在、高度処理の技術支援にも取り組んでいる。
- ・ 日本ではイワナの棲める水質まで処理し、汚泥の堆肥化などにも取り組んでいる。
- ・ コストを抑え、維持管理の容易なシステムも開発し、中国で共同研究することになった。
- ・ この研究は具体的な方策を設定することを目的としている。
- ・ このワークショップは行政と民間の参加により、多角的な議論が行われることを期待している。

## 2. 基調講演

### 2-1 常熟市における農村汚水処理施設整備の現状と課題

常熟市建設局局長 程 忠民

〔主な発言〕

- ・ 発展改革委員会を市に設置し、市が責任を持って汚水処理に取り組んでいる。
- ・ 下水処理においては、現在ポンプ場が 47 ヶ所あり、さらに増設する予定である。
- ・ 今後、農村居住団地を進めていく予定である。
- ・ これまでの農村汚水処理については、「技術基準が欠けている」、「長期的に運営できる基準あるいはシステムがない」および「農民に経済的体力がない」といった課題がある。
- ・ 今後は対策を講ずるほか、PR も行っていく。

### 2-2 日本における生活排水処理計画の策定と分散型汚水処理システム

財) 日本環境整備教育センター企画情報グループ 情報担当チーフリーダー 楊 新泌

- ・ 日本における生活排水処理計画およびし尿処理・分散型生活排水処理システムについて紹介した。

### 2-3 西充県における農村汚水処理技術の現状と課題

四川省西充県環境局局長 馬 仕超

〔主な発言〕

- ・ 西充県の概要について解説し、生態環境の保全を目的にメタン利用などのリサイクル、農地を森林にする事業などがある。
- ・ 西充県では総量規制制度を設定している。
- ・ 経済の発展のため、産業の誘致を行っているが、現在では、汚染の大きな企業の誘致は行っていない。
- ・ CO2 削減に取り組み、2008 年には河川、2010 年には畜産系対策プロジェクト、生態系建設計画および農村汚水処理計画を開始した。
- ・ 汚水処理として嫌気処理+人口湿地処理を行っている。
- ・ 養豚場からメタン回収している。
- ・ 温室効果ガスのモデル事業に、削減した CO2 をアメリカに 15 万トン分売却している。

- ・低炭素経済は成熟したレベルにある。
- ・養殖においてもリサイクルを行い、発生する廃棄物を肥料化する取り組みも行っている。
- ・資金的に西充県は経済的に裕福ではないが、民間資金の投入により資金の増額・多様化を達成している。

#### 2-4 日本のし尿処理の歴史と現状

社団法人日本環境衛生施設工業会技術委員会委員 小林 英正

〔主な発言〕

- ・し尿処理の技術的および制度の変遷について解説した。
- ・日本では 1991 年から建設されるし尿処理場については循環型社会構築を目的に汚泥再生処理(リサイクル)を含む設計となっている。
- ・最近の生ごみを含めたし尿のメタン発酵について解説され、中国農村部においても有用な技術である。

### 3. 事例報告

#### 3-1 諸城市における農村污水处理技術の現状と課題

山東省諸城市市政局長 馬 鳳来

〔主な発言〕

- ・農村污水处理は、現在、国が重視していないこと、および資金がないことが課題である。
- ・市は水質保全に大きな責任をもっている。
- ・諸城市は自動車部品産業が中心であり、この点については常熟市と似ているところである。
- ・農村ではごみ処理と污水处理が課題となっている。
- ・都市と農村部の一体化を図る必要がある。
- ・取り組みとして、都市部では集中処理(下水処理)では連分球を用いた A20 法による処理を行い、一級 A 基準の水質で処理している。
- ・農村は日本でいう住宅団地のように居住区を整備し、集合処理する方針である。
- ・市は企業に污水处理施設の建設を委託し、維持管理も委託している。さらに維持管理は専門職員 20 人でマネジメントしている。
- ・これらの取り組みは資金の保証を行うなどにより、市がリーダーシップをとっている。

#### 3-2 日本の分散型污水处理技術について

社団法人浄化槽システム協会技術委員会副委員長 北井 良人

分散型污水处理施設の維持管理技術について

日化メンテナンス株式会社品質管理部長 北村 康弘

〔主な発言〕

- ・浄化槽の構造、処理性能および維持管理について解説した。

### 3-3 中国農村汚水処理技術の現状と運転管理について

農村汚水処理技術北方研究センター副センター長 劉 俊新

[主な発言]

- CO<sub>2</sub> の排出抑制については、都市部では始めているが、農村部では未実施である。
- 一方、農村部の発展も著しく、水環境問題が深刻化している。
- そのため、新農村プロジェクトおよび行政アンケートを実施(第一次 23 省、第二次 29 省)している。
- 中国東南部では水質汚濁が深刻な地域が多い。
- 北京周辺ではダムの上流域を 4 地域 ( i 平野で河川が集中しているところでは分散処理、 ii 水源地域では工場の建設は制限され、集落単位の集中処理、 iii 観光地・高原、 iv 泉が沸く地域)に分けて計画する。
- 環境保全のインフラ整備は、現在不足している。
- 農村部の水源は多様化しており、北部は地下水利用が多く、南部は表流水利用が多い。
- 5 人家族当たりの生活排水量は、南部では 80~120L/日、北部では 25~70L/日と南部の汚水量が多く、差が大きい傾向がある。また、農村部は都市部より少ない傾向である。しかしながら、農村は多く、全体としては大きな水量であるといえる。
- 現在、農村部の生活排水は、農地への還元あるいは浸透処理が行われている。
- 観光地の排水量は、季節変化および曜日による変化が大きく、たとえばホテルでは宿泊客数により変化する。
- 排水は、一般に水路からカフン池を経て、浸透処理され農地に還元されている。
- スポット的な汚染は畜産あるいは養殖による場合があり、湖沼等が雨季に氾濫し、汚濁が広がることもある。
- ノンスポット的に汚染は、鶏舎、豚舎で発生した汚濁物質が降雨により流され農村を汚濁することがある。
- 生ごみの不法投棄があり、降雨に伴い汚濁が拡大することがある。
- 農村部の生活排水の排出係数は都市部の 0.8 に対し、0.3~0.6 である。
- 分散型処理では不安定であり、食事の時の排出量が大きく、都市部と差がある。
- 農村部に都市部の簡易な汚水処理技術を取り入れているが、適合していない。
- 国としては水専門プロジェクトを創設し、建設部としては、汚水処理の技術規定を公布している。
- 農村汚水処理技術北方研究センターでは、昨年 9 月に農村汚水処理施設技術規定を発行し、関連する規定も出している。
- 各地区(東北、華北、東南、中南、西北、西南)にも技術規定を日本でいう通知で出している。
- どのような処理で自然がどの程度保護できるか、生物学と生態学から検討する必要がある。
- 1 軒から数軒ごとの排水処理もあるが、化糞池池の後に人口湿地を組み合わせ



- るものがある。また、たくさんの池を設けて自然浄化を図る手法もある。
- ・ 技術的課題として、 i どんな技術が適しているが系統的に作業を行わなくてはならない ii 資金の運用およびコストの削減を図る必要がある iii 処理施設の維持管理において技術的な問題を解決する必要がある。また、現状に基づき、長期的に運営できる維持管理システムとして検討しなくてはならない。
  - ・ 都市下水処理と同じ、一級 A の処理水を目標としては無理が生じる。
  - ・ 経済(投資・効果)→技術(長期・システム化)→政策(法規・基準) このような流れについて中国では監督するシステムがない。

[挨拶 中国住宅と都市農村建設部村鎮建設司司長 趙 暉 ]

[主な発言]

- ・ 中国からは三ヶ所の農村汚水処理の現状報告があった。
- ・ 日本からは計画・設計と維持管理に関する紹介があった。
- ・ 中国における農村汚水処理は村単位の処理率は 2%未満である。
- ・ 中国の 5 ヶ年計画は経済発展路線から環境を重視した発展に変化している。建設部はゴミと汚水、環境部では補助(農村環境整備)、農業部では農業廃棄物の処理を所管する。
- ・ 農村生活排水処理は様々な課題があり、これから整理しなくてはならない。
- ・ 農村生活排水に関する制度を作るにしても、都市部と異なり経済力に恵まれていないため、処理に関する維持管理料金の徴収も、例えば下水料金と上水料金を一括して徴収する方法にも無理がある。
- ・ i 生活排水処理計画はどのような条件で集中型か分散型とするか明確化されていない。
- ・ ii 今後、どういう技術を適用するのか、基準をどのようにするか、これらについて全国一律とするのか課題と成っている。
- ・ iii 農村北方センターは様々なガイドラインを作った段階に至っている。
- ・ iv 維持管理をどのようにしていくのか、維持管理費をどこからどう徴収するかを含め課題である。
- ・ 制度、基準、計画、維持管理に関する議論をしてもらい、上記 4 点の解決策を検討し成果を上げることを期待する。

#### 4. ディスカッション

司会

農村汚水処理技術北方研究センター長 楊 敏

日本環境整備教育センター 楊 新泌

日中双方の行政関係者、専門家などが参加

- (1) 農村汚水処理は、それぞれの農村で実施するのではなく、全体的に実施する方がよいが、一律の排水基準を設定されると、小さな都市は実施が難しくなる。

現在でも、2002 年の基準より緩くなっており、農村ではより緩和したもの

とするか、検討が必要である。

今回の日本側の発表は浄化槽がメインであったが、し尿と生活排水を別個に処理、あるいはし尿・生活排水に生ゴミを加えた処理システム等があるのではないか。

日本側の発表にも処理で生ごみを加えた処理で発生汚泥を液肥化およびメタン回収という技術があった。

(2) 日本側の発表は、趙司長の課題に答えるものであった。今後、常熟市のモデル事業で良い結果が出ることを期待する。制度については国で検討しなくてはならないが、その他の点においては常熟市は条件が整っている。

(3) 今回は所定の成果が得られたと考えられるが、①生活排水処理計画論、②現在、大都市の計画を基に行っているが、農村では工場や人口の処理規模をどの程度として計画するか難しい問題である。

悪い計画では、二重投資になってしまう。国が短期、中期、長期の目標を設定し、維持管理も含めた計画を行う必要がある。

農村汚水処理は、すでにいくつかの部局で行っているが、技術者の不足、維持管理システムがない、あるいは技術者の優劣を判断することが難しいといった課題がある。

(4) 資金の問題に関しては、環境整備局としては難しいため、支援が欲しい。また、有機農業も行っており、より環境を重視しなくてはならない。ついては、汚水処理に関して、処理の方式、コストに関してなど、環境局でテストしてみたい。

(5) 全国一律の基準を設定して全国的に進めるのではなく、まず、地方で情報を整理し、進めてみるべきである。

ゴミに関する問題あり、山東省コミニュティ内で様々な問題を解決するのも良いモデルになるのではないか。

(6) JAICA では研究を進めていくが、今後の中国の計画で農村環境が重要であることは理解できるが、国の関係部局の関係をどうするのか(たとえば、建設部局は施設をつくる。環境部局は規制をするなど。利水をどうするか)関心をもっている。

住民の関心・意識の向上が必要であり、それを進めていくことが重要である。主に実感できる普及啓発が必要であり、より良い環境となることが示される具体的なモデルを作る必要がある。

(7) 蘇州嘉浄環保(株)(蘇州)では、以前から基準を作っていたが、新技術を早急に適用すべきである。また、維持管理について我々は検討すべきである。施設の建設を発注する際、我々が維持管理できるように、技術者の養成シス

テムをどのようにするか専門委員会を立ち上げて検討している。今後の発展のためには、施設の建設から維持管理に至るまで全て行えるようにするのは大変である。日本の維持管理システムを導入してほしい。

(8) 基準を設定する前に、地域条件など類型化して検討すべきである。

## 5. ワークショップについて

本技術検討会は、日中から約 70 名が参加した。とくに中国側は、中国建設局をはじめとした国の関係者や農村環境に係わる地方都市の職員の参加が多く、農村環境の向上に注目されている状況が認められた。このことは、基調講演を行った常熟市と西充県および事例報告を行った諸城市の報告で、「都市部の開発の次の目標は、生態系の保全および農村環境の改善である」、「農村部では生活排水による水環境の汚濁やゴミ・畜産系廃棄物による環境汚濁が深刻化している」といった課題を有しているとともに、農村部は経済の発達が遅れ、財政的に余裕がないことから、経済性に優れた生活排水処理システムを構築することを求めていることも共通した要望であることが明らかとなった。

一方、このような背景から中国側の参加者には国内の污水处理メーカーの参加者もあり、日本の分散型生活排水処理システムに関する発表に官民ともに日本の技術に高い期待が寄せられていた。

講演の後、参加者によりディスカッションが行われた。ここでは、日本の技術に有効性を感じているとともに、日本技術を取り入れた中国の農村部に適した低コストあるいはリサイクル技術を含む污水处理システムを構築すること、規格を創設することを要望する参加者が多かったものと考えられた。また、污水处理システムを運営するためには、施設の維持管理が必要であることは、十分理解されているようで、その技術者養成に関する日本のノウハウにも関心があるものと思われた。

本検討会を通じ、日中両国の分散型生活排水処理に関する実情や技術について両国の関係者が課題・目的を共有できたものと考えられた。これらの共通認識をもった官および民間企業が参加・連携して「中国の農村分散型污水处理技術」について検討を進めることにより、今後、日本企業も参加した污水处理システムの構築が期待されるものである。

## 常熟市内生活排水処理施設現場視察

### 1. 常熟市における都市・農村生活排水処理施設の概要

太湖流域の水環境を改善し、流域住民の生活の質を高めるため、常熟市は2009年8月より農村部における生活排水処理プロジェクトを全面的にスタートさせている。プロジェクトの主な内容は、451キロに及ぶ汚水幹線管路を新規敷設すること、7つの排水処理場を新規または増築することにより新たに8.5万トン/日の処理能力を増加すること、52の排水引き上げ用ポンプステーションを建設すること、そして、1070万平米にのぼる建設済み住宅団地における排水収集事業を行うこと、ならびに、農村居住区で排水収集管網敷設工事による排水収集農家数は52,599戸に達することである。

計画としては、3年間でこのプロジェクトを完成させ、投資総額は20億元に及ぶ。鎮エリアでは、排水を収集して排水処理場で処理を行う方式をとっている。鎮エリア周辺の農村集中居住区では、排水管路を敷設して鎮の排水処理場まで収集して処理する。鎮エリアから遠い農村集中居住区の場合、小規模排水処理施設を建設し、オンサイト処理方式で排水基準をクリアして放流する。プロジェクトの実施対象地域としては、辛荘鎮、尚湖鎮、沙家浜鎮、古里鎮、董浜鎮、碧溪鎮、梅李鎮、海虞鎮、支塘鎮、虞山鎮(鎮区を除く)などである。

2010年には、市全体の生活排水の処理能力は37万トン/日に達し、排水処理地域の面積は約760平方キロになり、処理人口は約100万人に達する予定である。

今回の現場視察では、このプロジェクトの成果のうち、大規模下水処理場と農村集中居住区に設けられた3タイプの生活排水処理施設を視察した。

### 2. 視察施設

#### 2-1 城北排水処理場

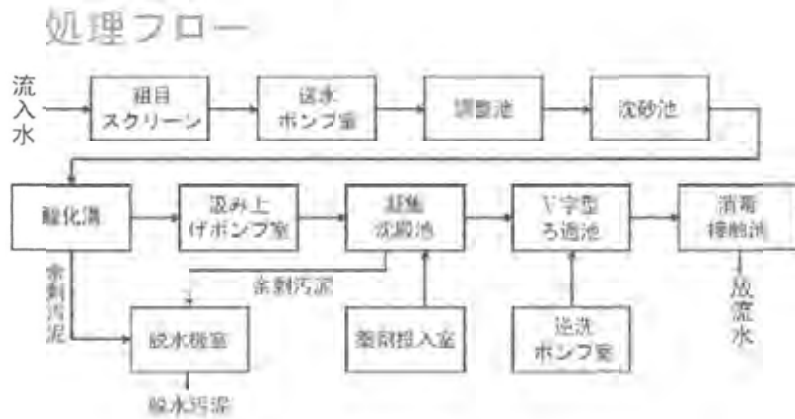
常熟市の城北排水処理場の設計処理能力は12万トン/日であり、改良型三槽式酸化溝法を採用しており、建設工事は4期に分け、1期目の工事は1997年より着工した。

城北排水処理場の1、2、3期目の工事の合計設計処理能力は9万トン/日であり、投資総額は約3.6億元となる。処理対象地域は、古城区、顔港、楓涇地区、新城区、黄河路エリア、昆承路エリアおよび文化エリアなどで、総面積は約26.4平方キロに及ぶ。処理人口は約25万人で、2009年9月に工事全体が完了して稼働した。

2008年に、リンと窒素の除去基準を上げるために、処理場に対し改良工事を行い、2010年5月に試運転を開始した。設計上の排出基準としては、COD<sub>50</sub>mg/L、全リン0.5mg/L、アンモニア窒素5(8)mg/L、SS10mg/Lである。処理プロセスは機械式凝集池+傾斜管沈殿池+V字型ろ過池となり、機械式凝集池の中に薬剤を投入して、化学反応によりリンを除去する。同時に少量のCOD<sub>Cr</sub>とBOD<sub>5</sub>も除去できる。V字型ろ過池で水の中のSS量を制御する。

運転開始から今まで、城北排水処理場の稼働状況は良好で、放流水の水質は

GB-18918-2002 の一級 A 国家基準をクリアしている。



## 2-2 古里鎮陳塘村汚水処理プロジェクト（モデル事業）

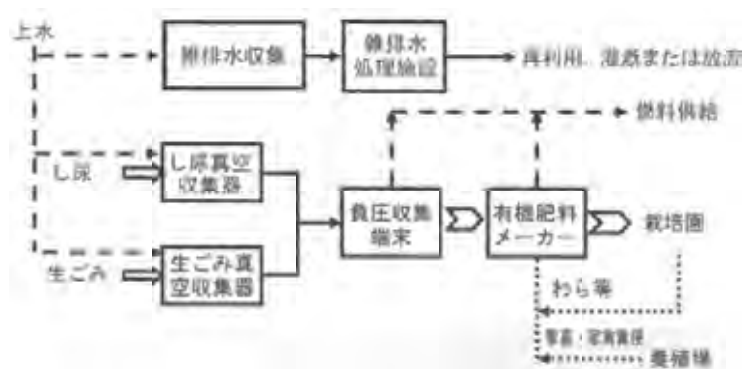
古里鎮陳塘村のし尿収集と汚水処理システムは、真空排水技術を採用しており、設計収集能力は農家 50 戸規模であり、管路網の敷設延長は 1200 メートル余りである。

### 処理技術

通常のパイプ排水技術は、排水の重力を利用し、家庭からの生活污水などを排水管に流入させる。真空排水技術とは、真空ポンプの吸引力を利用して、管内を真空にし、圧力差を用いて汚水の排出と輸送を行う方式である。

### メリット

- 1) 節水・減容効果：真空トイレの場合、1 回の水洗用水量はわずか 0.3～1L で、通常の水洗トイレより 9 割以上の節水効果がある。また、収集した汚染物の容量もかなり減少できる。
- 2) 排水の重力によらないので、排水管の施工がしやすく、敷地空間の制限を受けない。
- 3) 排水速度が高いため、細い排水管を利用可能となり、コストを削減できるうえ、管路の敷設も便利となる。
- 4) 排水管内は真空であるため、防臭効果が高い。真空式トイレは通常トイレより清潔さが高い。



## 2-3（モデル事業）虞山鎮唐家溇汚水処理施設

唐家鎮汚水処理施設は虞山鎮東青村に位置し、処理規模は 80 戸の農家で、設計処理能力は 50 トン/日である、知能化した小型膜分離活性汚泥処理装置を設置しており、敷設管路の総延長は 3 キロである。

知能化の小型膜分離活性汚泥処理装置を採用し、汚水は管路によって収集され、化糞池を経て、前処理池に流入して嫌気加水分解される。前処理後の出水は調整池に流入し、調整池の中の水位はある程度に達したところ、ポンプにより無酸素池に汲み上げられ、ここで脱窒反応を行う。脱窒後の出水は自動的に MBR(二流入し、生物学的処理を行い、有機物が分解され、出水はまたポンプによって清水池へ送られ、ここから放流される。放流水の水質は「城鎮汚水処理場汚染物質出基準」(GB18918-2002)に定める一級 A 基準をクリアしている。

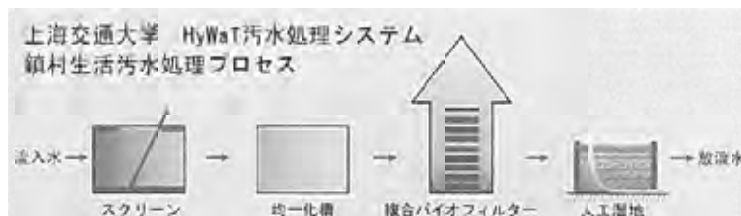


#### 2-4 沙家浜鎮王家山汚水処理施設(モデル事業)

王家山汚水処理施設は沙家浜鎮の華陽村に位置し、処理規模は農家 50 戸で、設計処理能力は 20 トン/日である。上海交通大学が開発した HyWaT と呼ばれる汚水処理システムを導入しており、敷設管路は 1 キロである。

##### 処理方式

HyWaT は複合式バイオフィルター汚水処理システムで、バイオフィルター法による汚水処理方式に属し、主にろ過床、散水装置および排水システムなどから成る。流入管で汚水を調節池に送り、水質と水量を均一化させ、スクリーンで粗大汚物を分離して、汚水を汲み上げポンプで目詰まりのない複合 Bio-Tricking Filter に送り、汚水はろ材間を流れて、汚染物が微生物に吸着され、さらに分解を行う。出水はろ過池の出水槽により収集され、リン除去槽に送られる。ここでイオン交換や吸着、沈殿などを経てリンを除去する。このシステムは汚水中の有機物、アンモニア窒素、リンなどの汚染物を有効的に分解、除去でき、放流水の水質は、「城鎮汚水処理場汚染物質排出基準」(GB18918-2002)に定める一級 B 基準をクリアしている。



### 3. 現地視察について

常熟市は太湖流域の水環境の改善と流域住民の生活向上を目的に 2009 年 8 月より農村部における生活污水处理プロジェクトを始めている。都市部においては

451 キロに及ぶ汚水幹線管路を新規敷設し、7つの汚水処理場を新規または増築することにより 8.5 万トン/日の処理能力増強を図るなど、汚水収集事業を拡充させていた。農村居住区においては、居住区の再整備とそれらの集落から発生する汚水を収集管網敷設工事により整備する計画が図られ、3 年間に及ぶこれらのプロジェクトの投資総額は 20 億元に及ぶものであった。

都市部は、日本の公共下水と同様な処理が行われ、窒素・リンの除去機能もある高度処理まで行われていた。一方、農村部においては多種の低コストで効果的な処理施設がモデル事業として展開されていた。今回の施設では、集落の周囲が池に囲まれた地下水位が高いと思われる地区では、真空下水道が試用され、化糞池が整備されていた古い集落では、化糞池の排水を集水して低コストな散水ろ床と土壌処理を組み合わせた処理が試用され、いずれも地域特性を考慮し、管路建設費の低減化あるいは処理施設建設費および施設の運転費の低減化を目的とした試みを実証試験しているものと考えられた。

現在建設中の新しい農村集落においては、膜分離活性汚泥法による高度な処理も試用されていた。

常熟市は、河川、水路および湖沼に富んでいる。これらの取り組みから、同市内においても湖沼のような閉鎖性水域に近接する集落と河川に近接した集落に求める排水の水質(排水基準)は異なる設定とする計画であることが推察された。

既設の化糞池を活用した処理システムの有効性についても検証していることから、限られた財源でも早急な整備の推進に取り組んでいるものと考えられた。これらの取り組みで収集される流入汚水量や流入負荷に関するデータや処理コストに関する実績は、他の中国内の農村集落排水処理システムを検討するための重要な基礎になるものと考えられた。また、処理にともない生成される汚泥の再利用等の技術はまだ導入されていないようであり、日本における生ゴミ等によるバイオガス技術や汚泥の堆肥化技術の活用が期待されるものであると考えられた。