特集・小規模排水処理の現状と今後のあり方

生活排水処理技術の今後の動向

本 多 淳 裕 *・貫 上 佳 則 *

1. 浄化槽の普及と発展の経緯

その発展の経緯は表1に集約した通りである。

表1 浄化槽の普及と処理技術改変の経緯

年 度	主要な処理技術の動向	社会的背景
大10	警視庁令13号で水槽便所と称して浄化槽が取り締まられるようになり、腐敗槽と酸化槽と消毒槽を備えることを標準化。	洋風建築物が建設されるようになったが、下水道はほとんど未整備であった。
昭25	建築基準法制定(32条)、基本構造は上記と同じ、“ただし書き”による同等の機能を有するものとして特殊型出現。放流水はCOD ₂₀₋₄ 、アルブミノイドNで規制(50人以上と以下とで区別)	戦後の復興で、建築物の便所の水洗化が強く要望されるようになってきた。取り締まりは防疫の観点が強調されていた。
昭28～9	清掃法制定、し尿浄化槽と呼ばれるようになった。	地方自治体で浄化槽の取り締りが本格化。
昭32	本格的な共同浄化槽(合併処理、コミュニティプラント)の設置が始まり、本多が初めて豊中旭が丘団地の施設の機能を調査、解析した。活性汚泥法導入を提唱。	住宅団地の造成によって住宅難の解消に役立てようとする気運が高まってきた。水質保全法、工場排水規制法制定。
昭36	浄化槽の容量算定基準JIS A 3302を制定。	浄化槽設置数が急速に増加。
昭38	FRP製浄化槽の製造開始(大管工業)。	普及と量産の要望増大。
昭39	くみ取りし尿処理の新技术として本多が可溶化活性汚泥法を開発、それを水洗便所汚水の処理に適用した分離ばっ気型浄化槽も開発した。	浄化槽の機能が不十分であるという批判が強くなり、その改善のための調査研究が盛んになってきた。
昭41	本多が接触ばっ気式ろ床の浄化槽を開発(接触ばっ気槽の原型に相当するもの)	浄化槽の構造基準を決める必要性が議論され始めた。
昭44	建築基準法政令、告示(第1726号)改正により、浄化槽を単独処理と合併処理と分類し、区域および処理規模に応じた処理性能がBODとその除去率で示された。浄化槽各部の構造基準も決められた。JIS A 3302で浄化槽処理対象人員を算定。	水質汚濁、大気汚染、騒音などの公害問題が深刻となり、大きい政治問題に発展してきた。12月の公害国会で各種関連法案が通過した。
昭45～6	廃棄物処理法制定、浄化槽維持管理の基準が示された。日本建築センターに浄化槽性能評定委員会が設けられた。	浄化槽もひとつの水質汚濁源として注目された。
昭50	前記告示の一部改正、放流水質BOD _{20mg/l} 以下の構造基準(合併処理)を呈示。	法改正後の構造の浄化槽の機能の見直しが進んだ。
昭51～4	浄化槽の機能、構造の調査研究および改善の研究が進展。浄化槽飛躍的普及。	水質汚濁防止法改正で総量規制、瀬戸内法でN、P規制。
昭55	建設省告示第1292号指定、従来の構造基準の全面的見直しによる改正。雑排水処理の技術開発が各地で行われた。	浄化槽の機能改善や維持管理の改良の要望が強まる。生活系汚濁が産業系を上回る。
昭58	浄化槽法制定、施工、管理の資格を認定。	合併処理での安価で効率のよい浄化槽の開発と普及が望まれるようになってきた。
昭63	告示第1292号一部改正、小規模合併処理の構造基準を指定。処理対象人員算定基準の全面改定。	N、Pの除去も望まれる。

* 大阪市立大学工学部 Atsuhiko HONDA, Yoshinori KANJO.

2. 浄化槽の技術的改善の目標

浄化槽を改善するために主としてメーカーを中心に開発研究が行われてきたが、その目標を列記すると次の通りである。

(1) 処理水質を良くすること

かつては単独処理でBOD90mg/ℓ、合併処理で同じく60mg/ℓであったが、最近では合併処理でBOD30mg/ℓ(COD45mg/ℓ、SS50mg/ℓ)以下を最低の目標とし、BOD20mg/ℓ以下やBOD10mg/ℓ以下を目標とするように発展してきた。100人槽以上ではN、Pの除去も要求されるようになってきた。

(2) 生成汚泥量を減少させること

浄化槽では濃縮汚泥を年1～2回引き抜く方法が採られているが、SRTを大きくして絶対量を減少させること、汚泥をできるだけ濃縮することなどが努力目標になっている(充分達成されていない)。

(3) 全体の槽容量を減少させること

合併処理で沈澱分離接触ばっ気型や嫌気ろ床接触ばっ気型などが開発されて槽容量が著しく小さくなってきたが、それでも単独処理に較べて設備費、設置所要面積が大きく、普及のネックになっている。

(4) 処理経費が安いこと

処理経費の中心は日常の消費電力と汚泥引き抜きなどの管理費と消毒費であり、ばっ気槽の消費電力の削減などはよく研究されたものの、合併処理型を採用使用とすると、設置者の負担が比較的大きい。

(5) そ の 他

設置後の修理、機器の更新などの少ない方式が望まれ、現行の方式では長期間使用時の閉塞発生の危ぐが否定できない。処理水の排出水位が深くないことも、どこにでも設置しやすくするために大切である。

浄化槽の今後の技術開発のための具体的な方向を集約すると表2の通りである。

3. 生活排水処理装置開発の主要な動向

合併処理浄化槽を改善するための研究開発は近年急速に進展しつつあるが、その主な動向は次の通りである。

(1) 前処理で易分解にする方式

本多はかつてし尿のSSを分離すると共に、嫌気性分解を促して有機物を低級脂肪酸などに低分子化し、次の活性汚泥処理を促進する技術を開発し、分離ばっ気型浄化槽を完成させたが、合併処理にもその原理を

表2 生活排水処理技術開発の方向

目 標	技 術 内 容	効 果
初沈や沈澱分離槽の省略または小容量化	(1)初沈を設けずに2次処理に全負荷をかけるようにする(排水のORPの高いまま2次処理) (2)目開き100ミクロン以下の特殊スクリーンの開発	装置のコンパクト化、低廉化、汚泥処理の簡素化
負荷の均等化	(1)クッションタンクに溜めて均質化する (2)ポンプなどで定量的に移送する	2次処理や沈澱の高エネルギー化と安定化
排水中有機物の低分子化	(1)可溶化処理の効率化(沈澱分離槽の前半部を攪はん等で汚泥との接触促進) (2)嫌気性固定床(嫌気ろ床槽)	好気的2次処理の高エネルギー化と安定化
好気性処理の高エネルギー化	(1)好気性固定床(接触ばっ気槽) (2)回転円板方式 (3)回転ばっ気方式 (4)包括固定化方式(球状半透膜中に活性汚泥を固定) (5)MLSS遠心分離返送方式 (6)その他MLSSまたはSRT増大方式 (7)均等負荷	2次処理の高エネルギー化、コンパクト化、低廉化、省電力化
窒素・りん除去	(1)ストリッピング (2)嫌気・好気生物脱窒素処理 (3)りんアパタイト方式 (4)生物脱りん処理等	処理の高性能化、富栄養化防止
終沈の省略または小容量化	(1)凝集剤添加活性汚泥処理(脱りんも可能) (2)スポンジろ過 (3)生物限外ろ過(有機高分子膜、セラミックろ材等) (4)MLSS遠心分離方式 (5)均等負荷	装置のコンパクト化、低廉化、汚泥処理の簡易化
余剰汚泥の減量または処理の簡易化	(1)長SRT方式(長時間ばっ気法) (2)初沈への汚泥返送混合処理 (3)濃縮分離(特殊スクリーンの開発) (4)高率メタン発酵方式 (5)脱水装置の改良(直流電場脱水等)	汚泥処理の簡易化、高エネルギー化、減量化
省エネルギー化	(1)使用機器の削減 (2)消費電力の少ない2次処理方式の開発	維持管理費の節減

利用した沈澱分離ばっ気型およびその分離槽に嫌気性接触ろ材を充填した嫌気ろ床ばっ気型が一般化してきた。それによって2次処理の高効率化が可能になってきている。ただそれによって汚水のORPが低下し、後でばっ気を強くせねばならない。

(2) バイオテクノロジーを導入する方式

遺伝子組み替えや細胞融合で強力な新微生物を作り出し、それを処理に利用しようとする試みもあるが、分解する有機物が複雑多岐にわたっていること、環境の生物汚染の危険性があることなどのために、実用化の可能性はほとんどないとみられる。

(3) 2次処理槽で微生物を高濃度化する方式

回分式活性汚泥法、回転円板法、接触ばっ気法などで、フロック状または膜状の微生物を好気性槽にできるだけ高濃度で保留させ、その単位容積あたりの分解能力を高める方法の導入が進められている。

(4) 固液分離を沈澱以外の方法で効率化する方式

マイクロストレーナーや生物限外ろ過でSSを分離する装置を組み込んでコンパクトにする研究が進んでいる。

4. 大阪市大グループで開発中の新方式 その1

大阪市立大学では昭和60年からメーカー数社の協力をえて、合併処理2方式の開発研究に取り組んできており、そのひとつは図-1の通りである。

その特徴は汚水をクッションタンクに受けてその後

図-1 スクリーン回転円板型合併処理浄化槽（5人槽）

の処理を定量化していること、汚水をまずウェッジワイヤースクリーン（100～250ミクロン）にかけてSSの粗分離を行い、その外周部に設けた回転円板で好氣的2次処理を行うこと、剥離汚泥はクッションタンクに返して再度スクリーンで分離濃縮すること、その駆動をモーター1台で行うこと等である。

その開発によって、5人用の合併処理浄化槽の場合、図-2に示すように総実容積は沈澱分離接触ばっ気型の1/2.1以下、嫌気ろ床接触ばっ気型の1/1.6以下にまで縮小でき、処理水の排出深さは20cm程度にすることが可能である。メカニカルスクリーンでSSをろ過、濃縮するために、余剰汚泥の水分が約90%なり、告示型の浄化槽に較べて約1/6.3となり、簗に受けて引き上げ排出することができる。

現在、開発の基礎研究を終えて、住宅団地のコミュニティプラントに試作装置を設置し、実際の浄化機能やメンテナンスの問題点などの解明を急いでいる。

5. 大阪市大グループで開発中の新方式 その2

活性汚泥ばっ気槽内のMLSSを高める方法として、ばっ気槽混液を遠心分離または遠心ろ過する技術の基礎研究を行い、その回転によってばっ気も行い、濃縮汚泥をばっ気槽に返送できる新しい装置の開発を行ってきた。できれば最終沈澱槽も不要にできる方式に到達しようとしている。昭和60年から多くの試作機を製作、試験して、図-3のような遠心分離ばっ気装置を開発した。それはばっ気槽に半分浸漬して設置し、下端の汲み上げポンプを設けて混液をローター内に送入し、約1,800回転/分で混液を遠心分離することになる。分離液はローターの中心部から上部の軸外周部に押し出され、固定受け皿を経てばっ気槽外に流出する。そのローターは特殊ゴムパッキンを介して、上蓋とコーン状の胴とが密着しており、高速回転中は両者が一緒に回転して分離汚泥はローター外筒内部に濃縮される

スクリーン回転円板型浄化槽		→ 余剰汚泥水分 90% 余剰汚泥量 年間146ℓ 汚泥受け簗の引き上げによる排出処分が可能
総実容積（流入管底以下）	1.8m ³	
設置面積（水深1m）	1.8m ²	
排出可能最低深さ	GL20cm	
告示型	嫌気ろ床接触ばっ気型（水深1.4m）	→ 余剰汚泥水分 98% 余剰汚泥量 年間913ℓ バキュームカーでくみ取り排出処理が必要
浄化槽	総実容積2.8m ³ 設置面積2m ²	
* 沈澱分離接触ばっ気型（水深1.4m）	総実容積3.8m ³ 設置面積2.7m ²	
* 排出可能最低深さ GL40cm		

図-2 5人用合併処理浄化槽での新開発方式と告示型との比較

図-3 混液の遠心分離ばっ気装置

図-4 スクリーン遠心分離型合併処理浄化槽 (50人槽)

が、間欠的に回転を落とすと慣性で上蓋と胴との間隙が開き、濃縮汚泥がそこから外に排出される。なお、

遠心分離ばっ気型浄化槽 総実容積 (流入管底以下) 10m ³ 設置面積 (水深1.5m) 6.6m ²	告示型 浄化槽	→ 余剰汚泥水分 90% 余剰汚泥量 年間1.83m ³ 汚泥受け籠の引き上げによる排出処分が可能
嫌気ろ床接触ばっ気型 総実容積24m ³ 設置面積 (水深2m) 12m ²		→ 余剰汚泥水分 98% 余剰汚泥量 年間9.12m ³ バキュームカーでくみ取り排出処理が必要
沈澱分離接触ばっ気型 総実容積28m ³ 設置面積 (水深2m) 14m ²		

図-5 50人用合併処理浄化槽での新開発方式と告示型との比較

ローター中心部(D)にろ過筒を設けてSSの流出を抑える条件も研究している。

その遠心分離装置を組み込んだ50人用の合併処理浄化槽の設計例は図-4の通りであり、次のような特徴がある。汚水をクッションタンクに受けてその後の処理を定量化していること、前記のウェッジワイヤースクリーンでSSの粗分離を行うこと、分離液を嫌気・好気活性汚泥脱窒法の嫌気槽に流入させ、脱窒素を行うこと、好気槽に当たるばっ気槽に前記の遠心分離ばっ気装置を設置し (図ではフローティング方式を示している)、MLSS 5,000~9,000mg/l で処理すること、ばっ気槽で増加した汚泥の一部をクッションタンクに返して再度分離濃縮することなどである。

その開発によって、50人用の合併処理浄化槽の場合、図-5に示すように槽実容積は沈澱分離接触ばっ気型の1/2.8以下、嫌気ろ床接触ばっ気型の1/2.4以下にまで縮小できる。余剰汚泥量も前記その1と同様の機構で1/5以下になる。

海外環境情報

EEC諸国閣僚が二酸化チタン廃棄物規制の予定表で合意
EEC ministers agree TiO₂ waste timetable
H22081071

欧州経済共同体 (EEC) 諸国の環境関係閣僚会議は、二酸化チタン製造廃酸の排出と投棄の削減に大きく前進した。また、有害廃棄物の輸出禁止は纏まらなかったが、小型車両と大型燃焼施設の排気の規制については合意した。

会議までは、上記廃酸の排出と投棄を1989年末までにすべて停止する案を承認した。ただし、現在、海に排出中の英国とフランス、海に投棄中のスペインは、規制の適用を '92年末まで猶予される見込みで、英国

(日本科学技術情報センター許可第文6330号)

にはさらに6か月の延期が認められるかもしれない。

オランダが提案した発展途上国への有害廃棄物の輸出禁止は、英国の“十分管理されており相手国が同意していれば正当なものである”という反対で成立しなかった。今後、国連環境計画のもとで国際協定を検討する。ヨーロッパ労働組合連合 (Etuc) も、これに関する国際的規制がないことを問題視し、強力な規制立法、EECとEfta諸国の協力を、強く要求している。

閣僚会議では、また、中型車に適用している排気ガス規制を小型車にも適用すること、'91年末までに状況を見直すこと、大型燃焼施設にもEC条例を適用していくことで合意した。

H422B Eur Chem News 51 [1331] 17 (Jul. 4, '88)