

1. 業務委託名： 新規な余剰汚泥減容化システムの開発と事業性調査

2. 委託事業者名： 委託団体:特定非営利活動法人 炭化リサイクル  
研究会

連携団体:静岡県工業技術研究所

連携大学:国立大学法人 静岡大学工学部  
物質工学科 中崎教授

### 3. 研究成果概要:

#### 1) 新規な余剰汚泥減容化システムの開発

##### 1. 本事業で開発する減容化システムの概要

本事業では、既存の技術が抱える課題を克服する新規な減容化システム (Fig. 1) の開発を目的としている。具体的には、1) 従来の開放系ではなく密閉循環型の汚泥可溶化装置を開発することにより、オゾンの利用効率を高める、2) 汚泥減容化の各段階に最適な処理技術 (可溶化: オゾン、消化: 好熱菌) 配置することで、全体の効率を高める (目標: 余剰汚泥の70%削減)、3) 産業廃棄物である余剰汚泥の減容化に留まらず、汚泥可溶化の過程で得られる上清から肥料効果のあるリンを回収する、の3つの特徴を有する小型で高効率な処理装置を目指す。

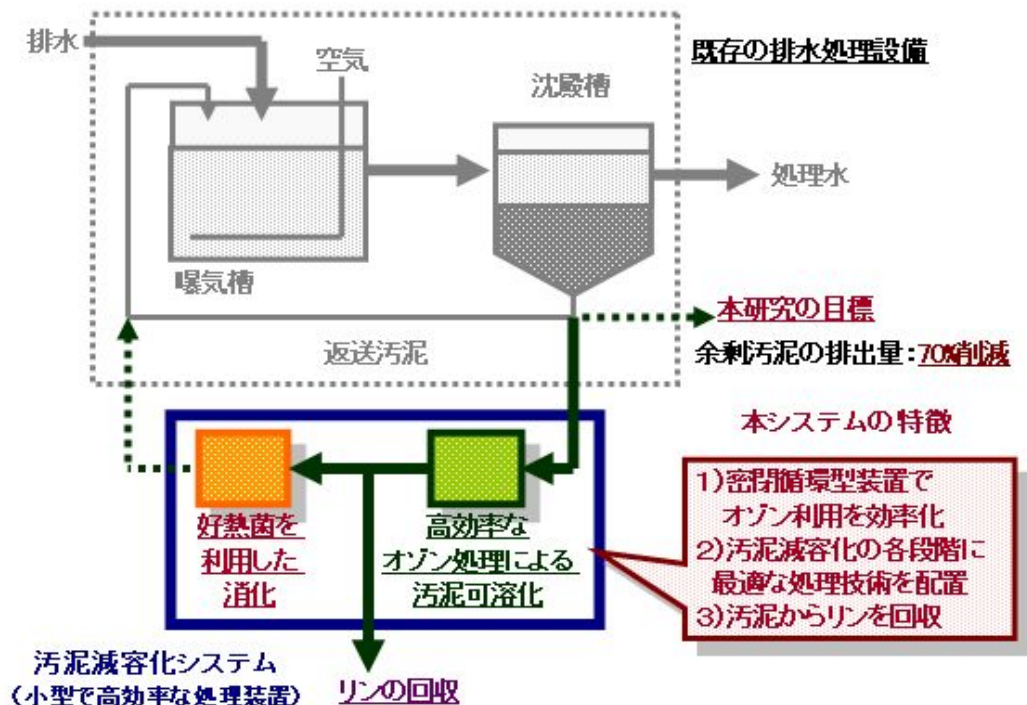


Fig. 1 本事業で開発する余剰汚泥減容化システム

## 2. オゾンによる汚泥可溶化技術の開発

### 2.1 開放系による基礎試験

最初に既存の技術である、開放系のオゾン処理を検証した。余剰汚泥（MLSS濃度：9,850mg/L）100mlを添加したガラス管にオゾンガスを吹き込む基礎試験を行った結果、処理時間の経過により、細胞壁の破碎による汚泥の減容が観察され（Fig. 2）、定量的には、MLSS濃度が減少した（30分以上で50%減少、Fig. 3）。また、MLSS成分に含まれる灰分の濃度も減少し（40分以上で70%減少、Fig. 3）、汚泥の可溶化により、汚泥中の無機成分も溶出していることがわかった。

反面、このような開放系のオゾン処理では汚泥から泡が発生し、処理の操作性が悪化すると共に、汚泥とオゾンガスとの接触効率も低下することがわかった。

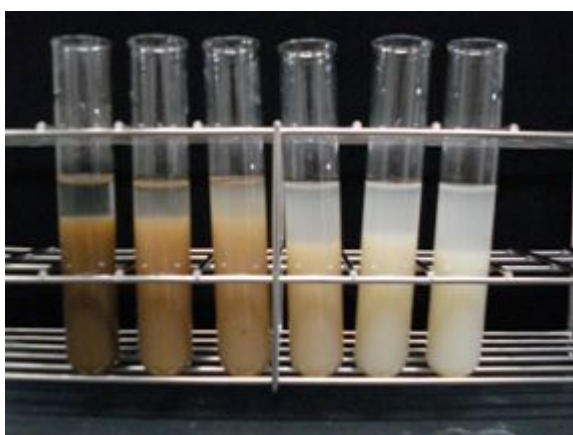


Fig. 2 開放系オゾン処理における汚泥性状の経時変化(攪拌後2時間経過)

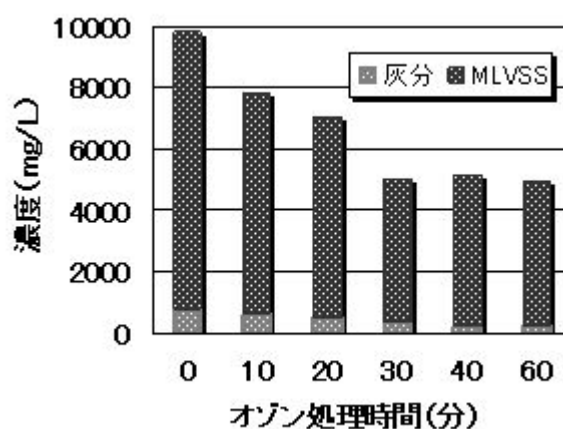


Fig. 3 開放系オゾン処理によるMLSS (MLVSS+灰分)濃度の経時変化

### 2.2 可溶化汚泥からのリン回収の検討

汚泥の可溶化処理で発生する上清から、肥料として利用可能なリン酸態リンを回収することができた（汚泥中に含有するリンの内最大40%、Fig. 4）。

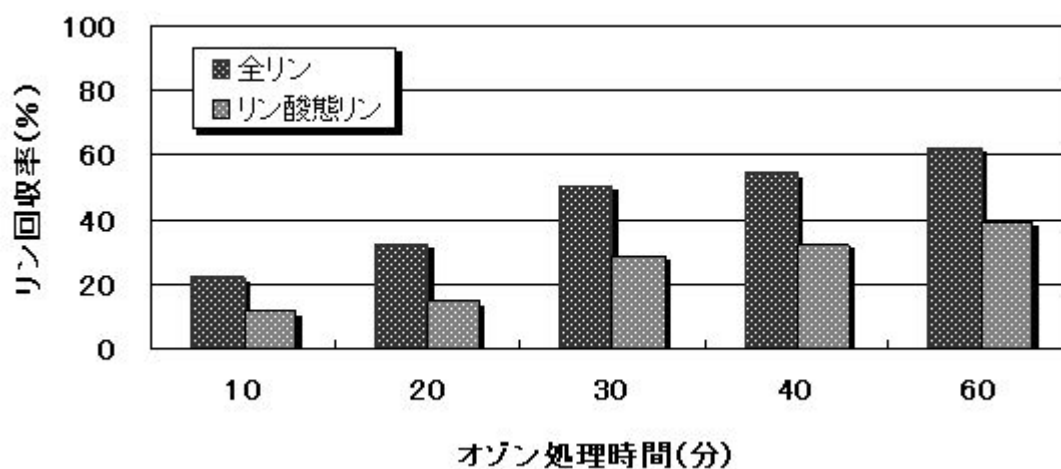


Fig. 4 可溶化汚泥上清からの全リン (T-P) 及びリン酸態リン ( $PO_4^{3-}-P$ ) の回収率

### 2.3 密閉型汚泥可溶化装置の試作及び評価

従来技術に比べオゾンの利用効率が高く、開放型に比べ高濃度（MLSS濃度：1%以上）の余剰汚泥を短時間で処理できる密閉循環型の汚泥可溶化装置（Fig. 5）を試作・評価した。その結果、処理時間40分の開放系試験で得られたものと同じ性状の可溶化汚泥（後段の好熱菌による消化で最適条件を与える）が同装置ではわずか5分で得られた。

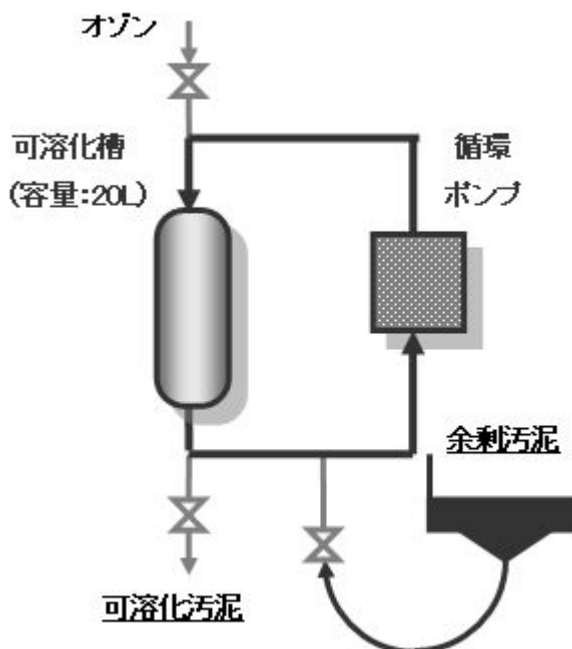


Fig. 5 余剰汚泥可溶化装置(試作2号機(改良型))

## 3. 好熱菌による汚泥消化技術の開発

### 3.1 可溶化汚泥を利用した好熱菌の馴養

オゾン処理による可溶化（MLSS濃度の残存率：51%）、及び好熱菌による消化（MLSS濃度の残存率：24%）を組み合わせることで、余剰汚泥を87%減容化（MLSS濃度の残存率：13%）できることがわかった。また、好熱菌による消化の最適条件を与える可溶化汚泥は、開放系の所定条件で40分間オゾン処理したものであった。

### 3.2 汚泥減量化システムにおける好熱菌の菌叢解析

汚泥中に優占的に存在する微生物をPCR-DGGE法によって特定し、開放系の最適条件であるオゾン処理時間40分の汚泥から優勢的に存在する2種類の微生物を単離、同定することができた。これら2種類の微生物は様々な炭水化物を消費することのできる*Anoxybacillus rupiensis*と高いプロテアーゼ活性を有する*Bacillus smithii*であり、これらは汚泥をオゾン処理することによって生じるタンパク質等の成分を栄養源として増殖したものと考えられた。

## 2) 静岡市内及び県内の事業所における余剰汚泥処理システムの事業性調査

### 1. 調査の概要

静岡市内及び県内における余剰汚泥処理対策の現状を把握し、1)で開発したシステムを事業化するために、排水処理設備を持つ静岡市内及び県内の事業所に対し、余剰汚泥発生量、処理コスト及び処理対策等に関する実態調査を行った。

### 2. 調査方法

県内の環境関連3団体（静岡県環境保全協会、静岡県資源環境技術研究会、静岡県環境ビジネス協議会）の会員企業の中から、有機性汚泥が発生すると考えられる食品・化学工場を中心に、83社にアンケートを送付した。地域別・業種別の内訳は、以下のとおりであった。

地域別：東部地区（25社）、中部地区（35社（この内静岡市内14社））西部地区（23社）

業種別：食品（40社）、化学工業（27社）、その他（16社（製薬、繊維等））

### 3. 調査結果

#### 3.1 アンケート回収率

アンケート回答数は50社となり、回収率は60.2%（50/83）であった。

#### 3.2 アンケート結果

##### (1) 減容化装置の設備規模

1事業所あたりの汚泥発生量は、年間500トン以下のところが約7割を占めた（31事業所/45事業所）。このため、減容化装置の設備規模は汚泥量として500トン相当以下の需要が多いと考えられた。

##### (2) 汚泥処理方法

汚泥処理として、焼却（22%）及び乾燥（24%）による削減、コンポスト化（44%）による有効利用が行われていた。

##### (3) 汚泥の最終処理形態

汚泥の最終処理形態はコンポストと肥料化が67%、セメント原料が12%を占め、全体で79%が有効利用に取り組んでいた。

##### (4) 汚泥処理コスト

汚泥処理単価は1～2万円/トンが37%、2～3万円/トンが24%を占め、86%の事業所が経済的負担を感じ、なかでも強く感じている企業は63%あった。汚泥減容化技術が期待されている。

##### (5) 汚泥の減容化

汚泥の減容化に取り組んでいる企業は30%、検討中も40%あった。

##### (6) オゾンを用いた汚泥の減容化について

オゾンを用いた既存の減容化技術について導入を検討したい企業は無く、今後のPRで従来技術との違いの明確化が必要であった。今回の成果を大いにPRし、実用化を推進したい。