

膜分離と後処理の組み合わせによる余剰汚泥の嫌気性消化

福井工業大学

正員 高島正信

(株)西原環境衛生研究所 工藤禎恵、田畑信一

1. はじめに

下水汚泥の嫌気性消化においては、余剰汚泥の分解性が初沈汚泥に比べ著しく劣ることがわかっている。本研究では、余剰汚泥の分解性を向上させる試みとして、膜分離と物理化学処理を嫌気性消化に組み合わせる方法を検討してきた。室内培養の余剰汚泥を対象に、前報¹⁾では物理化学処理を前処理として組み合わせたときの結果について報告したが、本報では、熱アルカリ処理を後処理として組み合わせた場合の効果について報告する。

2. 実験および分析方法

(1) 実験方法

図-1に示すような完全混合型の嫌気性消化槽（有効容量5ℓ）、平膜モジュール（分画分子量3万、面積177cm²のUF膜）およびガスホルダーからなる実験装置を使用した。

嫌気性消化槽は準連続式で、温度35℃、HRT30日、pH7.4付近に運転した。また、分析サンプル以外は槽内汚泥の引き抜きをせず、サンプル量は週一回の分析当たり20mlとした。

後処理は実験途中から組み合わせたが、その条件と運転期間を表-1に示す。ここでは、週一回槽内液をまとめて370ml引き抜き後処理を施し、後処理液は4℃で保存しておいてpHをHClで約6.5に戻してから50ml/dずつ槽に戻し、残りの20mlは分析に供するやり方を採った（SRT約100H）。

(2) 供試汚泥

供試汚泥はグルコース-ペプトン系の人工基質を用いて、BOD₅-SS負荷約0.2kg/kg・dで実験室で培養した活性汚泥である。供試汚泥の平均性状は、TS20.7g/ℓ、VTS17.9g/ℓ、SS18.5g/ℓ、VSS16.7g/ℓ、VSS/SS比0.91であった。

(3) 分析方法

分析は原則として下水試験方法に従い、槽内液と膜透過液については毎週、基質については隔週毎に行った。また、ガス成分についてはTCD付きガスクロマトグラフィーで測定し、固形性と溶解性成分の分画には遠心分離器（10,000rpm、10分）を用いた。

3. 実験結果および考察

経日変化を図-2に、汚泥分解率のまとめを表-2（分解率%は100-槽内蓄積率%で計算してあり、槽内蓄積率にはサンプルとして引き抜いた分も含めてある）に示す。

まず、膜分離のみを組み合わせた0～83日間ではSS分解率、VSS分解率はともに61%であった。

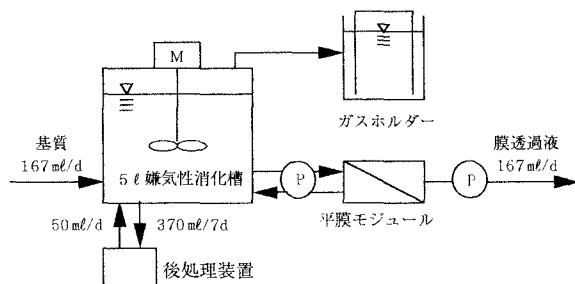


図-1 実験装置の構成と流量

表-1 運転期間と後処理条件

運転期間	後処理条件
0～83日	なし
84～124日	熱アルカリ処理 NaOH0.1N(4g/l), 175℃, 1hr. 攪拌あり

後処理は、84日目より開始し、計41日間実施した。槽内の汚泥濃度はこの間やや減少する傾向にあり、SS分解率、VSS分解率ともに約100%と極めて高い値を示した。また、メタン化率は平均約70%と10%以上改善された。

一方、膜透過液の水質については、水質が安定したおよそ100日目以降はCOD_{cr}が約1 g/lと以前より高くなった。無処理の場合にはCOD_{cr}は0.2 g/l以下であったので、有機物濃度の上昇は熱処理によって着色成分が生成したためと考えられる。また、平均して膜透過液中のTk-Nは約1.2 g/l、TPは約0.3 g/lであり（投入汚泥中ではそれぞれ2.2 g/l、0.5 g/l）、膜透過液の色度や栄養塩類濃度がかなり高いことがわかる。

前報¹⁾では、前処理は生物易分解性の成分を中心に可溶化し、難分解性成分への効果が少ないことを指摘した。今回の後処理に用いた熱アルカリ処理はSS分解率73%、VSS分解率78%とそれ自体分解効果が高く、加えて消化後では難分解性成分のみが残存しているので、後処理方式は生物難分解な汚泥成分を選択的に分解することが可能となる。また、膜分離が複合された槽内では汚泥が濃縮されるので、後処理では処理する汚泥容量が少なくなるというメリットもある。実際、熱アルカリ後処理方式の処理コストを試算してみると300円/㎡ぐらいになるが、この程度では大きな負担にならないと思われる。

物質収支について検証すると、後処理を行う前にはおよそ80%以上の比較的良好な有機物・無機物回収率が得られていたが、後処理を組み合わせると、灰分のみでみた無機物回収率が65.5%と低くなった。これは熱アルカリ処理における灰分の損失が多かったためであり（灰分回収率は51%）、これにより汚泥分解率がやや高めに算定された可能性がある。

4. まとめ

余剰汚泥の嫌気性消化において、膜分離と後処理（熱アルカリ処理）を組み合わせると、約300円/㎡の処理コストで、100%付近の非常に高い汚泥分解率が得られた。これにより、一旦消化させて残存する生物難分解性の汚泥成分を後処理で選択的に可溶化する方式が非常に優れていることが確認できた。今後は、水処理系を含めて総合的に適用性の検討を行っていきたいと思う。

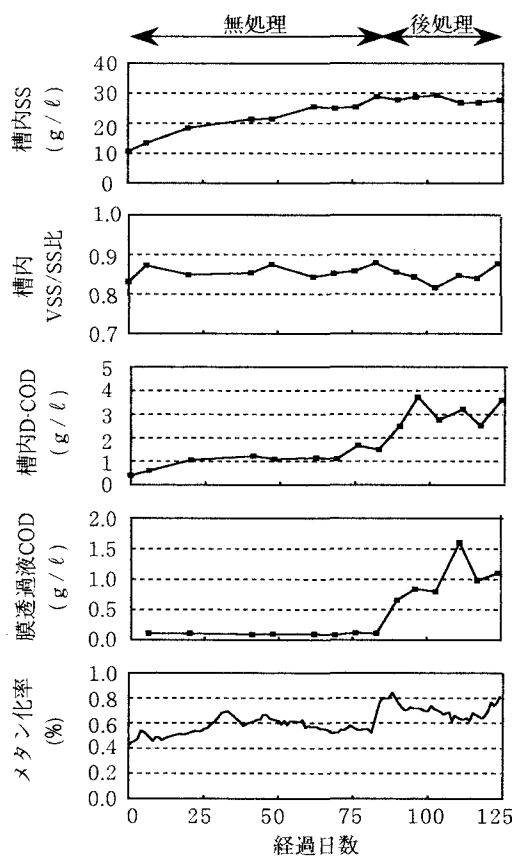


図-2 経日変化

表-2 実験結果まとめ

	運転期間 (日)	SS分解率 (%)	VSS分解率 (%)	固形灰分 分解率(%)
消化+膜分離	0~83	61	61	58
消化+膜分離+後処理	84~124	100	100	96