

# 硫酸塩還元による汚泥減量化と脱窒の促進

金沢大学工学部土木建設工学科 学生会員 荒井 久也

金沢大学自然科学研究科 学生会員 金子 えりか

金沢大学自然科学研究科 正会員 池本 良子

## 1. はじめに

下水道の普及に伴い、余剰汚泥の発生量が増大し、その減量化が重要な課題となっている。汚泥処理施設を有しない小規模処理場では、返送汚泥の一部を可溶化し処理槽で分解する方法が有望である。汚泥可溶化法としては、オゾンや高圧蒸気を用いる方法、ミルで破砕する方法などが提案されているが、装置が複雑になること、エネルギー消費量が大きいたことが欠点となっている。硫酸塩還元細菌は自然界に広く分布する嫌気性微生物であり、下水道施設の悪臭や下水管路の腐食、嫌気性消化の阻害の原因として知られている。これらの細菌は活性汚泥内にも活性をもって存在しており、汚泥を嫌気条件におくと容易に硫酸塩還元が進行することから、硫酸塩還元細菌によって汚泥を分解すれば、汚泥の減量化とともに、生成した硫化物を脱窒に活用することが可能であると考えられる。

そこで本研究では、図1に示すような汚泥可溶化法を想定し、基礎的な検討を行なった。

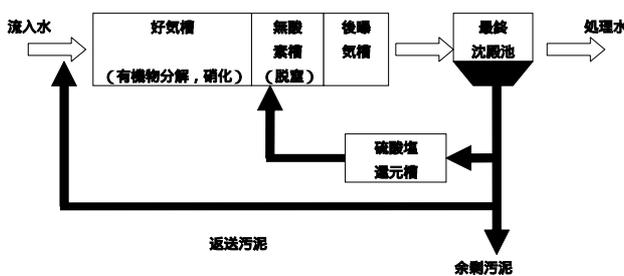


図1 硫酸塩還元による余剰汚泥減量  
及び脱窒促進システムフロー

## 2. 実験装置と実験方法

### (1) 硫酸塩還元と脱窒を組み合わせた連続実験

図2に示す実験装置を2系列ドラフト内に設置して、連続運転を行った。硫酸塩還元槽は容積500mlの吸引ピンをホットスターラー上に設置したものであり、還元槽内の温度を30℃に設定し、金沢市下水処理場嫌気性消化汚泥を500ml投入して実験を開始した。RunF-1では、同処理場の返送汚泥を6,000mg/lになるように濃縮し、滞留時間3日になるようにペリスターポンプで装

置内に供給し、運転開始後RunF-2では同様に調整した返送汚泥に硫酸ナトリウムを硫酸塩濃度で500mg/lとなるように添加して供給した。脱窒槽は同様の吸引ピンに発泡PP担体を投入し、種汚泥として返送汚泥10mlを添加して実験を開始し、硫酸塩還元槽の流出水と、硝化液を想定した硝酸溶液を装置下層部に滞留時間を0.6日となるように供給した(期間1)。運転開始から半年経過後に、脱窒槽を容積580mlの円筒型カラムに変更し、硫酸塩還元槽の温度を40℃、滞留時間を1日、脱窒槽の滞留時間を0.2日として運転を再開した(期間2)。運転再開43日後には硫酸塩還元槽の加温を中止し、槽内温度を室温に設定して運転を行った(期間3)。

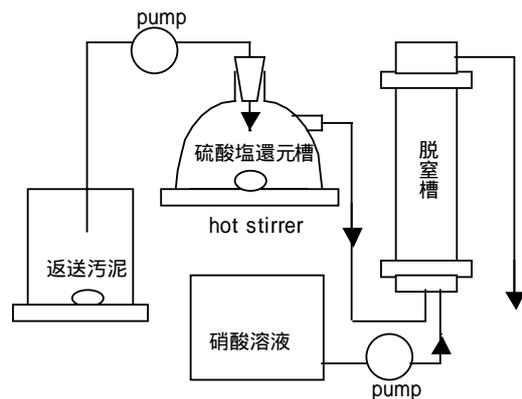


図2 脱窒実験装置の概要

## 3. 実験結果と考察

### (2) 硫酸塩還元と脱窒を組み合わせた連続実験の結果

期間1において、硫酸塩を添加したRunF-2では添加した硫酸塩のほとんどが還元されていた。硫酸塩を添加しないRunF-1と比較すると、酢酸と重炭酸塩の濃度が高く、硫酸塩還元により汚泥の分解が促進されたことがわかった。また、RunF-1、RunF-2ともに硝酸塩は脱窒により減少したが、硫酸塩還元槽に硫酸塩を添加したRunF-2の方が脱窒率が高く、硫酸塩がほぼ理論値まで回復したことから、脱窒槽で硫化物が優先的に利用されていたと考えられる。図3は期間2と期間3における水質変化を示している。期間2では、両

槽の滞留時間を短縮した運転を行なった。硫酸塩還元槽では、滞留時間1日でも500mg/lの硫酸塩がほとんど還元され、炭酸塩が増大していることがわかる。酢酸塩やプロピオン塩の増大はほとんど認められず、硫酸塩還元が完全酸化型に移行していた。アンモニアの増大は、RunF-2の方がやや大きく、汚泥の分解が進行したと考えられる。一方、脱窒槽において理論値(流入の1/5)まで硫酸塩濃度が回復し、流入硫酸塩濃度を増大した後、やや除去率が低下したが、その後回復した。期間3では、硫酸塩還元槽の温度を室温にして運転を行った。硫酸塩還元槽では硫酸の減少量が少なくなり、硫酸塩還元反応は温度に大きく依存することが分かる。また、重炭酸塩の生成量が減少し、プロピオン酸・酢酸の生成量が増加したことから、完全酸化型の反応から不完全酸化型の反応に移行したことが分かる。一方、アンモニアの生成量は増大したことから、汚泥の分解は進行していたものと考えられる。

以上のことから、硫酸塩還元条件での汚泥の分解が進行し、生成した硫化物は優先的に脱窒に利用されることが示された。連続条件では硫化物の阻害が少なく、

硫酸還元が優先的に進行したものと考えられる。また、温度が下がると硫酸塩還元反応は不完全型に移行し、硫酸塩還元速度も低下することがわかった。表-1は各期間の硫酸塩還元速度と脱窒速度をまとめて示したものである。硫酸塩還元速度は水温に大きく依存したが、脱窒速度は大きな差は認められなかった。

表-1 各期間中の硫酸塩還元速度及び脱窒速度

	期間1	期間2	期間3
硫酸塩還元速度 (kg/m <sup>3</sup> ·day)	0.15	0.38	0.21
脱窒速度 (kg/m <sup>3</sup> ·day)	0.45	0.50	0.51

#### 4. まとめ

返送汚泥に硫酸塩を添加することにより、硫酸塩還元が進行し、汚泥の無機炭素までの分解が可能であった。また、生成した硫化物を脱窒に利用することが可能であった。温度が低下すると有機酸が蓄積されることから汚泥分解のためには30℃以上に保温する必要がある。

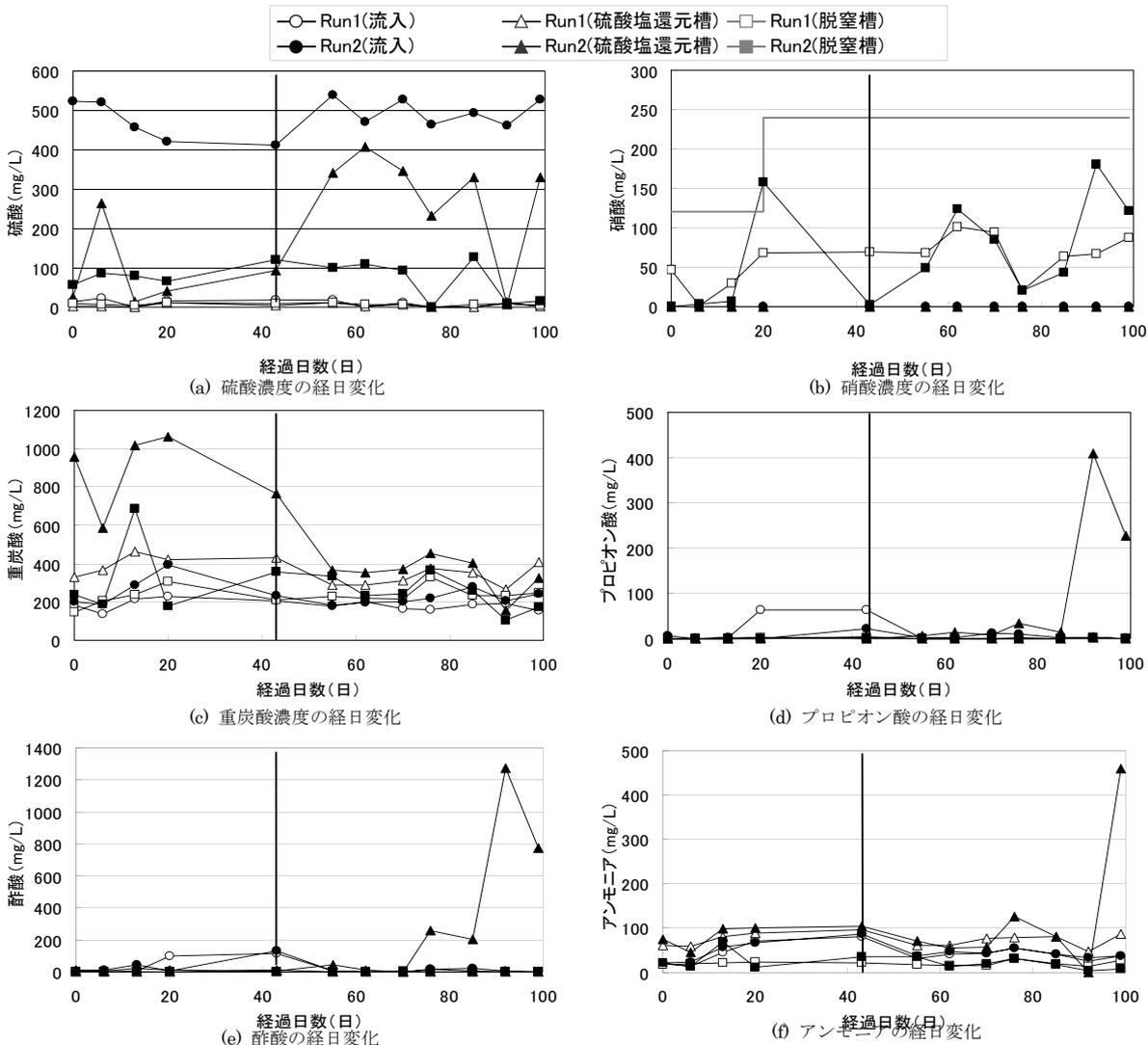


図2 期間2・期間3の水質変化グラフ