

金沢大学工学部
金沢大学大学院自然科学研究科
金沢大学大学院工学研究科
KK 西原環境衛生研究所

池本良子, 小森友明
ボスクハミルトン エジャコフィ
○三輪孝志
河北浩一郎、石川県農業土木 岡本大誓

1. はじめに

活性汚泥のバルキング問題の解決は、実下水処理場において重要な問題である。筆者らは、活性汚泥中に硫黄の酸化還元のサイクルが形成されており、硫酸塩還元菌の活発化が糸状性硫黄酸化細菌Type 021Nの増殖によるバルキングの原因であることを指摘した。硫黄の酸化還元サイクルの抑制がバルキングの抑制に効果的であると考えられる。本研究では鉄系凝集剤のバルキング抑制効果とりんの同時凝集効果を調べるための基礎実験として、塩化第一鉄を添加した処理実験を行った。さらに、鉄の酸化還元と硫黄の酸化還元の関係について回分実験により調べ、バルキング抑制機構について検討を行った。

2. 実験装置と実験方法

図1に示す標準活性汚泥処理装置を20℃の恒温室内に設置し、表1に示す組成の人工下水を用いて処理実験を行った (Run1-1)。水理学的滞留時間は6.85hr、汚泥日令は20日とした。運転開始から55日目に塩化第一鉄200mg/Lを曝気槽1槽目に排水流入速度の1/10の速度で添加した (Run1-2)。添加後26日目から塩化第一鉄濃度を400mg/Lに (Run1-3)、33日目からは1000mg/Lに (Run1-4) 増加させて、運転を続けた。Run2はRun1-1と同条件で処理実験を行った。塩化第一鉄は貯留中に酸化が起こり添加液を作り替える24時間後には約20%の第二鉄塩が混在していた。余剰汚泥を用いて、SVIC (希釈SVI) および糸状体長の計測を行うとともに、処理槽内の水質分析及び回分実験による硫酸塩還元活性、硫黄酸化活性の測定を行った。また、鉄還元と硫酸塩還元の関係を検討するために、鉄を添加した回分実験を行った。

表 1 人工下水の組成

Run	Run 1-1	Run 1-2	Run 1-3	Run 1-4	Run 2
Days	0-54	55-83	84-90	91-146	0-84
CH ₃ COOK			66.7		
Polypepton			1333.3		
Yeast Extract			13.3		
NaHCO ₃			23.7		
KCl			58.0		
MgSO ₄			105.0		
CaCl ₂			17.3		
KH ₂ PO ₄			30.7		
FeCl ₂	0	20	40	100	0

(単位は mg/L)

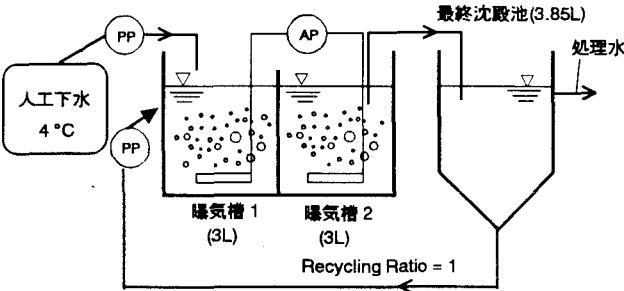


図 1 連続処理装置の概要

3. 実験結果と考察

3.1 室内処理装置のバルキング現象に対する鉄の影響

図2は、沈降性と糸状体長及び硫酸塩還元活性と硫黄酸化活性の経日変化を示している。運転開始から10日目で沈降性が悪化し始め極度のバルキング状態となったため、鉄の添加を開始した。鉄を添加した直後から急激にSVICの低下が認められた。糸状性細菌の顕著な減少は認められなかったので、この沈降性の改善は凝集効果によるものと考えられる。その後、硫酸塩還元活性が低下するに従って、糸状体長、硫黄酸化活性ともに低下し、130日目には糸状性細菌はほとんど認められなくなった。硫黄酸化活性はRun1-1の値までは低下しなかった。曝気槽中と処理水中には鉄塩もりんも検出されず、同時凝集は良好に行われたと考えられる。汚泥の鉄含有量は添加前約0.5%であったのが約3%と増加し茶色に変色した。

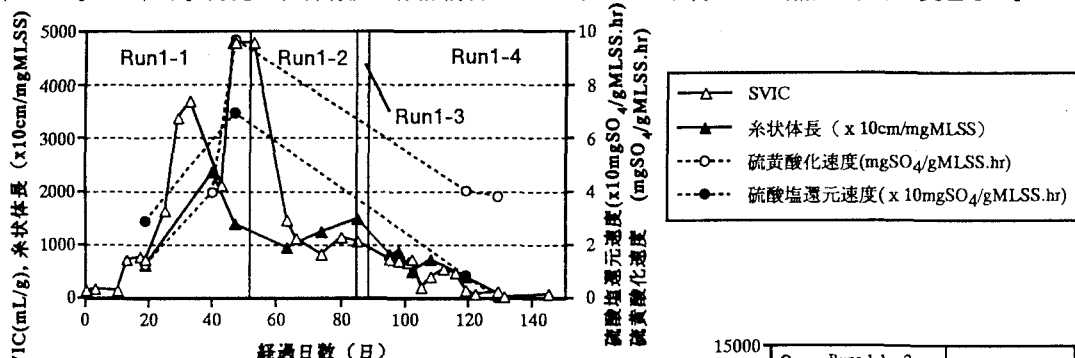


図2 SVIC、糸状体長、硫酸塩還元速度、硫黄酸化速度の経日変化

3.2 硫酸塩還元と糸状性バルキングの関係

図3は硫酸塩還元速度と糸状体長の関係を、図4は硫酸塩還元菌数と糸状体長の関係を示している。硫酸塩還元細菌の活性化と増加に伴い、糸状性細菌が増加している。本実験で硫酸塩還元の活発化が糸状性細菌 Type 021N の増殖の原因であったと考えられる。図5は硫酸塩還元速度と硫黄酸化速度の関係を示している。硫酸塩還元速度の増加に伴い、鉄添加を行っていないRun1-1、Run2は硫黄酸化速度も増加するが、鉄を添加したRun1-2、Run1-3、Run1-4に於いては硫酸塩還元速度が遅いにもかかわらず硫黄酸化速度が速かった。

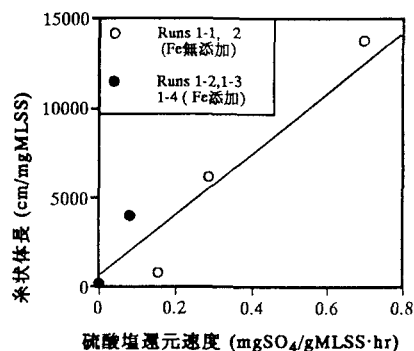


図3 硫酸塩還元速度と糸状体長の関係

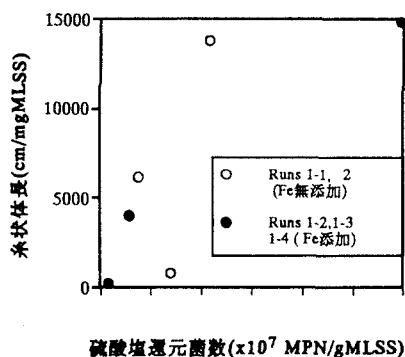


図4 硫酸塩還元菌数と糸状体長の関係

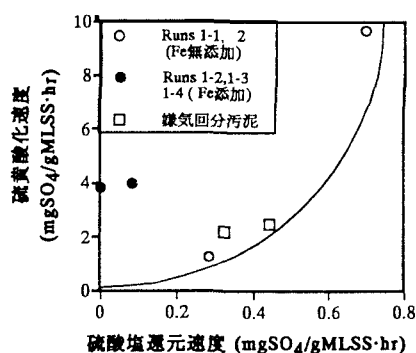


図5 硫酸塩還元速度と硫黄酸化速度の関係

3.3 硫酸塩還元と鉄還元の関係

図6はRun1-4の汚泥を、図7はRun2の汚泥を用いた貯留実験の結果を示している。鉄添加を行っているRun1-4の汚泥の場合、4日までの貯留では硫酸塩還元、りん放出共に認められず、硫化水素の発生はなかった。鉄添加を行っていないRun2の汚泥の場合、硫酸塩還元、りん放出共に活発で、硫化水素が発生した。

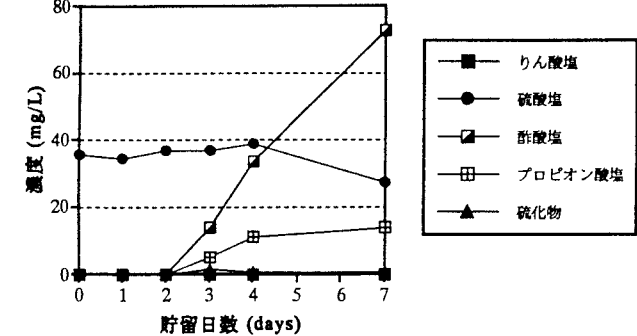


図6 Run1-4の汚泥を用いた貯留実験結果

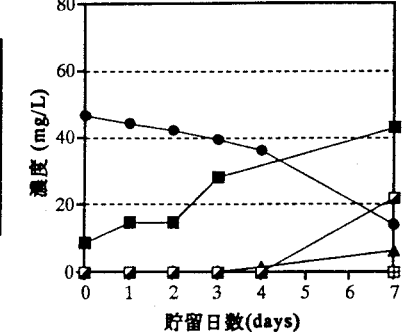


図7 Run2の汚泥を用いた貯留実験結果

図8はRun1-4の汚泥を用いて回分実験を行った結果を示している。鉄の添加の有無に関わらずりん放出は全く認められず、硫酸塩還元も起こらなかった。第二鉄塩の増加は、反応系内の水酸化鉄やりん酸鉄などの化合物からの溶出、第一鉄塩から第二鉄塩への鉄の還元作用によると考えられる。

図9はRun2の汚泥を用いて回分実験を行った結果を示している。硫酸塩還元は第一鉄および第二鉄塩を添加することにより抑制され、その効果は第二鉄塩を添加した方が大きいことがわかる。

これらの結果は、本運転条件では鉄の還元が硫酸塩の還元よりも優先して起こったことにより、硫酸塩還元細菌の増殖が抑制されたことを示唆している。一方、硫化物の酸化は第一鉄添加によって阻害されることなく、鉄の効果は硫化鉄の生成によるものではないと考えられた。

	Fe ²⁺ 添加基質	Fe ²⁺ 無添加基質
Fe ⁺	●	○
Fe ²⁺	▲	△
硫酸塩	■	□
りん酸塩	◆	◇

	無添加基質	Fe ²⁺ 添加基質	Fe ³⁺ 添加基質
りん酸塩	◇	◆	◆
硫酸塩	□	■	■

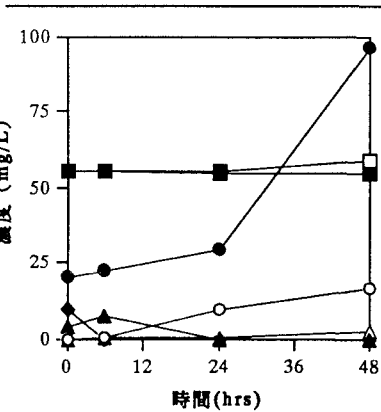


図8 Run1-4の汚泥を用いた回分実験結果

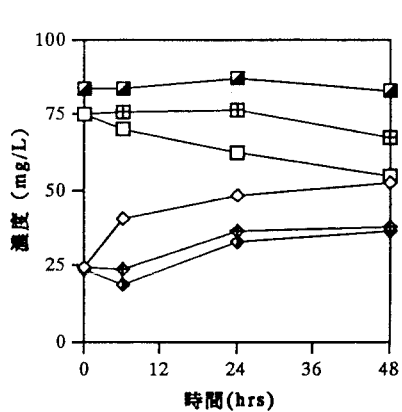


図9 Run2の汚泥を用いた回分実験結果

4. まとめ

- 1) 室内処理装置における鉄系凝集剤（第一鉄塩）の連続添加はバルキング抑制とりんの凝集除去に効果があった。また、汚泥貯留時の第一鉄塩添加は硫化水素生成の抑制にも効果があった。
- 2) 鉄（第一鉄塩及び第二鉄塩）を添加することにより鉄還元が硫酸塩還元よりも優先して起こり、硫酸塩還元が抑制された。