

余剰活性汚泥の嫌気条件および好気条件における自己分解特性の比較

東北大学大学院 学生会員 ○金澤 拓大

東北大学大学院 正会員 久保田 健吾, 李 玉友, 原田 秀樹

1. はじめに

国際水協会(IWA)から活性汚泥モデル(ASM)と嫌気性消化モデル(ADM)が 2000 年と 2002 年にそれぞれ発表されて以来, 下水の水処理工程と汚泥処理工程をひとつのモデル構造で表現する研究(Plant-wide Modelling)が進みはじめた¹⁾²⁾。Plant-wide Modelling は下水処理施設全体の性能向上に役立つことが期待されており, 現在まで様々な統合モデル・統合化手法が提案されている³⁾。しかし, モデルの統合化にあたって, 活性汚泥の好気性分解特性と嫌気性分解特性が同じかどうか, また分解される成分および分解されない成分に共通性があるかどうか, といった事柄については既往の研究でほとんど議論されていない。本研究では活性汚泥の自己分解過程に焦点を当て, この未解決の課題について実験的研究を行った。

2. 実験方法

2.1. 余剰活性汚泥の性状

実験には仙台市 S 浄化センターの余剰活性汚泥を使用した。この処理施設では A2O 法が適用されており, SRT はおよそ 12 日に制御されていた。採取した汚泥は 5mm メッシュふるいにかけて, 一晚重力沈降させて TS 濃度を約 1%に調整し, 翌日から実験に用いた。その性状を表-1 に示す。

	Unit	Concentration
pH		6.39
COD (Total)	mg/L	11750
COD (Soluble)*	mg/L	80
VFA	mg-HAc/L	0
TS	%	1.04
VS	%	0.84
SS	mg/L	9340
VSS	mg/L	9110
炭水化物	mg/L	1370
蛋白質	mg/L	3020

*0.45 μ mのフィルターを通過したもの

2.2. 実験装置および実験条件

実験装置の概略図を図-1 に示す。嫌気実験には全容量 8L のアクリル製完全混合型反応槽を使用し, ガスホルダーで生成バイオガスを計測した。好気実験には同反応槽の上部に空気穴をあけたものを使用し, チューブで空気を送り込むことで好気条件を維持した。有効容量はいずれも 6L とし, 温度は嫌気条件で 35 $\pm$ 1 $^{\circ}$ C, 好気条件で 35 $\pm$ 1 $^{\circ}$ C, 25 $\pm$ 1 $^{\circ}$ C の計 3 系列で実験を行った。嫌気条件ではモーターによる攪拌を, 好気条件では曝気動力による攪拌を行いながら実験した。実験期間中は基質の投入を一切行わず, また緩衝液の投入や pH の調整なども行わなかった。

3. 実験結果および考察

3.1. 嫌気条件での自己分解特性

図-2(a)~(d)に嫌氣的自己分解過程の経日変化を示す。メタンガス生成量は 10 日目から徐々に増加し, 25 日目と 40 日目にピークを示した(図-2a)。メタン含有率は 25 日目以降安定し, 70%前後で推移した。有機酸は運転開始直後から急激に増加し, 9 日目に 1120mL まで蓄積した(図-2b)。これにより pH は一時的に低下したが, 7.7 まで回復した。9 日目での有機酸の内訳は酢酸が 480mg/L, プロピオン酸が 350mg/L であった。その後 14 日目までに酢酸が全て消費されたが, プロピオン酸は残存し続け 41 日目によりやく全て消費された。Total-COD は 10 日目以降徐々に減少し, 最終的に約 6,400mg/L まで減少した(図-2c)。Soluble-COD は 9 日目に最大 3,240mg/L となったが, これは非生物性固形物の加水分解に加え, 微生物の自己分解が進んだためだと考えられる。SS および VSS は期間を通して緩やかに減少した(図-2d)。実験終了時の SS/COD は 70%程度であったため, SS には属さないが 0.45 μ m 以上の微細固形物が多く存在していることがうかがえる。

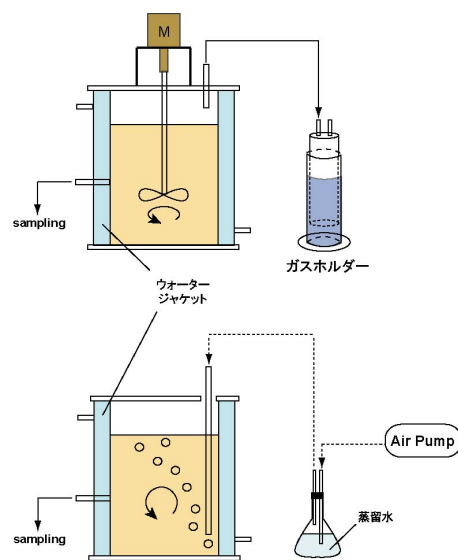


図-1 実験装置の概略図

(上段: 嫌気実験用, 下段: 好気実験用)

Keywords: 余剰活性汚泥, 自己分解, 嫌気, 好気

〒980-8579 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉 6-6-06 東北大学大学院工学研究科土木工学専攻 環境保全工学研究室 TEL022-795-7466

3.2. 好気条件での自己分解特性

図-3(a)~(c)に好氣的自己分解過程の経日変化を示す。DO は開始から数日間は低かったものの、14 日以降は上昇した(図-3a)。これは、自己分解によって微生物量が減少し、酸素必要量も減少したためだと考えられる。pH は 5.0 前後で安定していたが、41 日目以降急激に低下した。これは、硝化が進み NO_3^- および NO_2^- が蓄積したためだと考えられる。Total-COD は開始から 11 日間で半分程度にまで減少し、その後緩やかに減少するパターンを示した(図-3b)。Soluble-COD は 35℃で約 200mg/L、25℃で約 280mg/L 残存しているが、これは自己分解過程において非生物分解性の溶解性成分が生成したためだと考えられる。SS および VSS についても、COD と同様の分解挙動を示した(図-3c)。実験終了時の SS/COD は 35℃と 25℃でいずれも 85%以上であり、COD の大部分は SS で構成されていることがわかる。

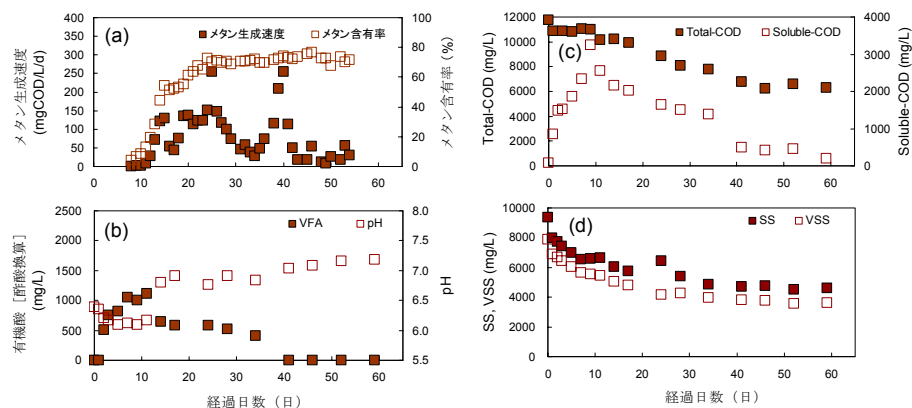


図-2 嫌氣的自己分解過程の経日変化

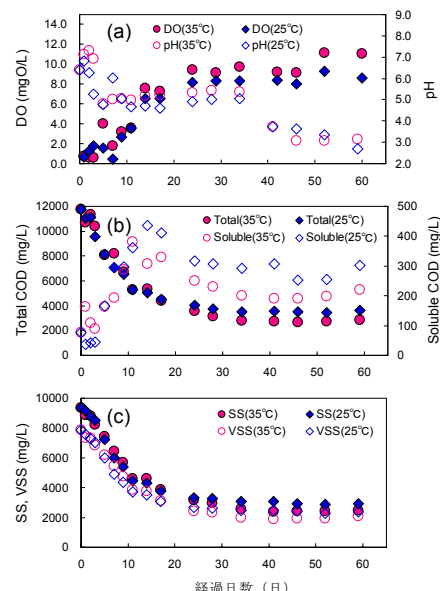


図-3 好氣的自己分解過程の経日変化

3.3. 有機物分解率の比較

各自自己分解過程における COD 分解率の経日変化を図-4 にまとめた。嫌気条件と好気条件では、自己分解による最終的な COD の分解率に明らかな差異が見られた。また、その他の有機成分についても同様の結果が得られた(表-2)。このことから、嫌氣的自己分解と好氣的自己分解において、分解される成分および分解されない成分は異なることが示唆される。また、好気条件では温度によって分解率はやや異なるが、その差は 10%未満であるため、温度による好氣的自己分解の割合への影響は少ないと考えられる。

4. まとめ

- 1) COD や SS などの有機物成分の分解挙動は、嫌氣的自己分解と好氣的自己分解において異なるパターンを示した。
- 2) 嫌気条件と好気条件において、COD ベースでの分解率に明らかな違いが見られた。これにより、嫌氣的自己分解と好氣的自己分解では、分解される成分および分解されない成分は異なることが示唆された。

参考文献

- 1) Henze, M., W. Gujer, T. Mino, and M. C. M. Loosdrecht. 2000. Activated Sludge Models: ASM1, ASM2, ASM2d and ASM3. Scientific and Technical Report No. 9, IWA Publishing, London, UK.
- 2) Batstone, D. J., J. Keller, R. I. Angelidaki, S. V. Kalyuzhnyi, S. G. Pavlostathis, A. Rozzi, W. T. M. Sanders, H. Siegrist, and V. A. Vavilin. 2002. Anaerobic Digestion Model No.1(ADM1). Scientific and Technical Report No.13, IWA Publishing, London, UK.
- 3) Yasui, H., K. Komatsu, R. Goel, Y. Y. Li, and T. Noike. 2008. Evaluation of state variable interface between ASM and ADM1. Water Sci. Tech., vol.57, No.6.

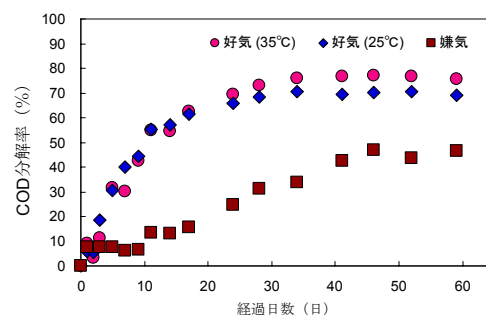


図-4 COD 分解率の経日変化

表-2 各種有機物分解率の比較*

	COD	TS	VS	SS	VSS
嫌気	45.7	39.8	38.9	50.6	54.5
好気 (35℃)	76.5	49.7	50.1	73.7	75.1
好気 (25℃)	70.0	51.0	49.0	68.2	69.3

*算出には実験後期の測定値3点~5点の平均値を用いた。