

II-574

高温UASB反応器の処理性能とグラニューールの 性状に及ぼす温度上昇の影響

コマツ化成

○上村 繁樹

長岡技術科学大学

原田 秀樹、珠坪 一見、I-Cheng Tseng

コマツ研究本部

佐々木 喜代治、北野 清之

1. はじめに

近年、上向流嫌気性汚泥床(UASB)法は国内外で種々の廃水の処理に適用され、広く普及を重ねているが、本法の適応性をさらに拡大するための課題の一つとして、高温廃水処理への適用があげられる。一般に高温メタン発酵の最適温度は50~60℃の範囲といわれているが、高温で排出される廃水を冷却するエネルギーを考慮すると、さらに高い温度での処理が望まれる。このような観点から、高温UASB法を55~70℃の間でスタートアップし、その処理性能の比較研究が成されているが、55℃でスタートアップした反応器が最も良好な成績を残している¹⁾³⁾。また、形成されたグラニューールは、その培養温度に関わらず、65℃近辺で最大の活性値(酢酸および水素からのメタン生成活性)を示すことが報告されている¹⁾²⁾。このように、反応器の処理性能とグラニューールの活性値の最適温度との相関は、明かにされていない部分が多い。本研究では、55℃でスタートアップし、長期間良好な運転を続けている高温UASB反応器の運転温度を65℃まで上昇させ、その温度の上昇が反応器の処理性能と、グラニューールの性状に及ぼす影響について検討した。

2. 実験装置および方法

実験に用いた反応器は、カラム容量7.85Lのポリプロピレン製のUASBリアクターで、カラムの周りに装備したウォータージャケットに高温水を流すことにより内部温度を調整した。反応器は、当初55℃で約3年間にわたり、しよ糖を主成分とする人工廃水(2800mgTOCL⁻¹)で運転を続けてきたものを、およそ6時間で65℃まで上昇させた(55℃運転期間を実験区間Iとする)。温度を上昇させた日を0日とし、84日までTOC負荷を18kgTOCm⁻³d⁻¹に維持して運転を継続した(区間II)。その後、処理性能の低下とともに、負荷を85日より約10kgTOCm⁻³d⁻¹に減少させた(区間III)。TOC、VFA、ガスの分析およびメタン生成活性の測定は既報¹⁾⁴⁾に準じて行った。

3. 結果と考察

図-1に21日から124日までのTOC、およびVFAの経日変化を示す。流出水のTOCは実験区間Iでは168mgL⁻¹と安定していたが、温度を65℃に上昇させた時点より増加する傾向を示し、80日前後では800mgL⁻¹以上まで達した。すなわち、区間IにおけるTOC除去率は平均94%であったのに対し、区間IIの最後では65%程度であった。この処理性能の悪化のために84日から、流入TOC濃度を1400mgL⁻¹に調整し、TOC負荷を18kgTOCm⁻³d⁻¹より10kgTOCm⁻³d⁻¹まで減少させた。その結果、流出水のTOCはほぼ300-350mgL⁻¹程度で安定した(除去率75%)。流出水VFAは実験区間Iでは、プロピオン酸、酢酸、iso-酪酸、n-酪酸の順番で検出されたが、温度上昇以降、10日程度までトータルVFAは若干減少したものの、その後上昇し、80日当りでは、酢酸、n-酪酸、プロピオン酸、次いでiso-酪酸の順で検出されるようになった。負荷を10kgTOCm⁻³d⁻¹に減少させた区間III(86日以降)でも同様の現象が継続した。高温UASB反応器のスタートアップ時(55℃)では、プロピオン酸、酢酸、iso-酪酸の順番でVFAの蓄積が認められているが⁴⁾、65℃ではn-酪酸の蓄積が助長されるようである。

図-2にメタン生成量とメタン回収率の変化を示す。区間Iでは生成されたメタンガスの量は100-120Ld⁻¹の間であり、その間のメタン回収率は94%程度であった。しかしながら、温度上昇以後40日当りまで、メタン生成量は140Ld⁻¹程度まで増加する傾向にあり、回収率も最高120%まで達した。その後、メタン生成量の減少とともに、回収率も減少する傾向に転じた。負荷を10kgTOCm⁻³d⁻¹に維持した区間IIIでは、メタン生成量はほぼ50Ld⁻¹、回収率は93%程度で安定した。反応器内の汚泥量も徐々に減少する傾向にあったことから、温度上昇以後のメタン回収率の増加は、反応器内部のグラニューール汚泥が自己消化し、メタンまで分解されたものと推測される。なお、70-84日の間におけるメタン回収率は65-78%と低迷したが、これは汚泥のホールドアップに伴うガス収拾経路の閉塞等のためである。また、区間IにおけるSS濃度はほぼ350-400mgL⁻¹程度で安定し

ていたが、0日目より上昇する傾向を示し、区間IIでは400-800mgL⁻¹まで増加した。これは反応器内で消化されたグラニュールが徐々にウオッシュアウトされたためと思われる。

表-1に区間IとIIIにおけるメタン生成活性の結果を示す（試験温度は55℃と65℃）。酢酸からのメタン生成活性は、区間I、区間IIIにおいて顕著な差はみられなかったが（55℃で1.25-1.3、65℃で1.79-1.98kgCH₄kgVSSd⁻¹）、水素からのメタン生成活性は、両試験温度とも区間IIIのほうが区間Iよりも約1.3倍程度増加していた。一般に高温グラニュール中の優先水素資化性メタン菌は*Methanobacterium thermoautotrophicum* であるという報告があるが²⁾、*M.bacterium* はその最適温度が65-70℃の範囲にあることが知られている⁵⁾。本研究では、UASB反応器の運転温度を55℃から65℃に上昇させたために、グラニュール中の*M.bacterium*の生育が助長されたものと思われる。

3. まとめ

本研究の結果を以下にまとめる。

- (1) ショ糖を供給して55℃で運転を継続していた高温UASB反応器の温度を65℃に上昇させたところ、反応器内のグラニュールの自己消化およびそれに伴うウオッシュアウトのために処理性能の低下が起こった。
- (2) 65℃での運転期間中に酢酸からのメタン生成活性はあまり変化を受けなかったが、水素からのメタン生成活性は約1.3倍上昇した。

4. 参考文献

- 1) Uemura and Harada (1993) *Appl. Microbiol. Biotech.*, **39**, 654-660. 2) van Lier et. al., (1992) *Appl. Microbiol. Biotech.*, **37**, 130-135. 3) Rintala and Lepisto (1992) *Wat. Res.*, **26**, 1297-1305. 4) 上村、原田 (1993) 環境工学研究論文集, **30**, 39-49. 5) Zeikus and Wolfe (1972) *J. Bacteriol.*, **109**, 707-713.

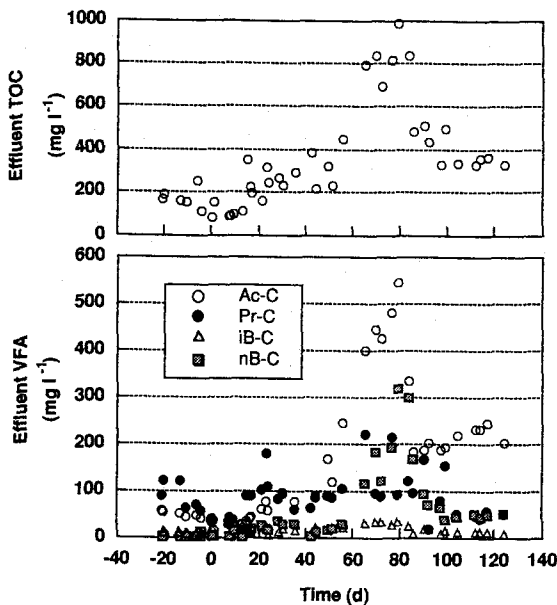


図-1 TOCおよびVFA

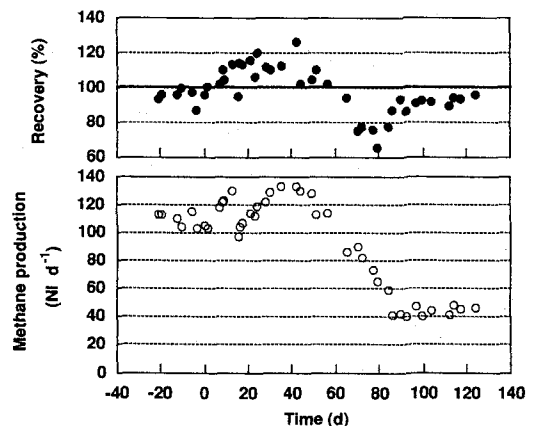


図-2 メタン生成量およびメタン回収率

表-1 メタン生成活性 [単位； kg COD kg VSS d⁻¹、(), 標準偏差]

基質	区間 I		区間 III	
	55℃	65℃	55℃	65℃
酢酸	1.3 (0.097)	1.79 (0.17)	1.25 (0.015)	1.98 (0.035)
水素	2.38 (0.243)	3.60 (0.11)	3.10 (0.275)	4.70 (0.045)