

グラニューール汚泥床リアクターの低濃度実排水への適用

長岡技術科学大学 ○(学)窪田 恵一 (学) Wilasinee Yoochatchaval (正)山口 隆司
三井製糖(株) 河合 俊和 国立環境研究所 (正)珠坪 一晃

1.はじめに

産業活動の結果排出される有機性排水の多くは、常温(10-20℃)かつ低有機物濃度(COD_{cr} 濃度 1,000 mg/L以下)であり、好気性微生物処理が施されている。これに対して嫌気性処理は、曝気動力が不要で余剰汚泥の発生量が少なく、メタンガス(エネルギー)の回収が可能な省・創エネルギー型の処理方法である。しかし、低濃度排水の常温嫌気性処理ではグラニューール汚泥の形成、維持が困難であり UASB(Up-flow Anaerobic Sludge Blanket)法等の既存技術の適用は難しいとされてきた。そこで我々はEGSB(Expanded Granular Sludge Bed)法において処理水循環を間欠的に繰り返すことにより、低濃度排水処理条件下での微生物活性の維持、保持汚泥からのガス分離促進(汚泥浮上防止)を実現する IR-GSB (Intermittent-Recirculation Granular Sludge Bed)を開発した¹⁾。本研究では、同技術の実用化のための基礎知見を得るため、製糖工場から排出される実排水への IR-GSB リアクターの適用を行い、その排水処理特性を評価した。

2.実験方法

2.1.連続処理実験

製糖排水の連続処理実験は、前段に嫌気性処理である IR-GSB、後段に無曝気好気処理の DHS(Down-flow Hanging Sponge)を組み合わせたラボスケールリアクターにより行った。図-1 に概要図を示す。IR-GSB はリアクター容積 8.8 L のリアクターでタイマー制御により処理水循環を行う。60 分間 1 サイクルとし、最初 10 分間は基質投入と共にリアクター内部の上昇線流速が 5 m/hr になるように処理水循環を行った。残り 50 分間は基質の投入のみを行った。後段の DHS は処理水質向上のために設置した。担体として片面に高さ 2.5 cm、幅 4.0 cm、奥行き 20.5 cm の断面が三角体のスポンジを計 40 個高さ方向に装着し、スポンジ総体積は 4.1 L となっ

た。種汚泥として IR-GSB はメタン発酵グラニューール汚泥を、DHS は活性汚泥を植種し、運転温度は共に 20℃ に制御した。HRT はスタートアップ時を除き IR-GSB で 2 時間(DHS は約 1 時間)に設定し運転を行った。

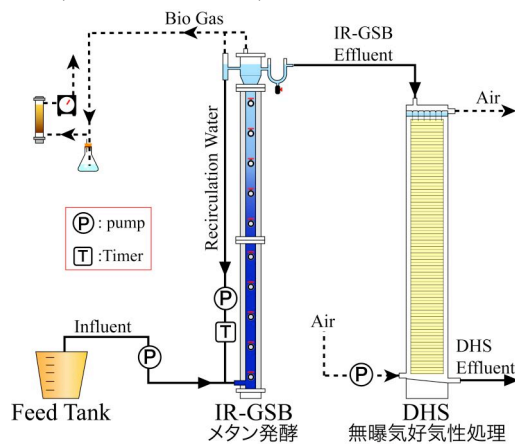


図-1 IR-GSB+DHS リアクター概要図

2.2.供給排水

実験開始 41 日目までは人工排水を用いて処理実験を行った。人工排水は COD 源として酢酸、プロピオン酸、スクロース、酵母エキスを、それぞれ COD 換算で 2.25 : 2.25 : 4.5 : 1 の割合で、COD_{cr}(以下 COD)濃度が 600 mg/L になるように調整した。また、排水には無機栄養塩、微量元素、pH 緩衝剤(重炭酸ナトリウム)を添加した。

実験開始 42 日目に供給排水組成を実製糖排水へ切り替えた。製糖排水は濃縮したものを実排水と同等レベルの COD 濃度 500 mg/L になるように水道水で希釈し使用した。なお製糖排水は定期的に工場より採取し実験に用いたため多少水質の変動があった(硫酸塩濃度等)。また、ORP(Oxidation Reduction Potential: 酸化還元電位)制御のため硫化ナトリウムを 2.7 mgS/L 添加した。実験開始 84 日目以降は排水に重炭酸ナトリウム、無機栄養塩、微量元素の添加を行った。

3.実験結果

3.1.連続処理実験

キーワード 嫌気性処理, UASB, EGSB, 低濃度排水, DHS

連絡先 〒940-2188 新潟県長岡市上富岡町 1603-1 長岡技術科学大学 環境・建設系

水圏土壌環境制御研究室 TEL 0258-47-1611 (内線 6646) E-mail: kubotak@stn.nagaokaut.ac.jp

図-2 に連続排水処理実験の結果を示す。(a)は処理水の全 COD 濃度、IR-GSB のみと DHS を含めた全 COD 除去率、(b)は IR-GSB リアクターにおける除去 COD に対するメタンガス、全メタンと硫酸還元による COD 除去に対する割合、(c)は IR-GSB リアクターの処理水 SS 濃度と容積負荷(OLR)を示した。

実験開始時は人工排水を供し HRT 4 時間で運転を行った。HRT は段階的に短縮し、15 日目以降は 2 時間とした。人工排水供給時の全 COD 除去率は IR-GSB で 90%、DHS を含めて 98% 程度と良好であった。実験開始 42 日目に実製糖排水への切り替えを行った。その後、IR-GSB での COD 除去率が 60% 近くにまで低下し、処理水にノルマル酪酸等の VFA の蓄積、処理水 pH の低下(pH 7.2 → 6.6)も観察された。また、供給した製糖排水は栄養塩が低かったため(1 mgNH₄-N/L 以下)、実験開始より 77 日目に排水に重炭酸ナトリウム、無機栄養塩、微量金属を添加し運転を行った。

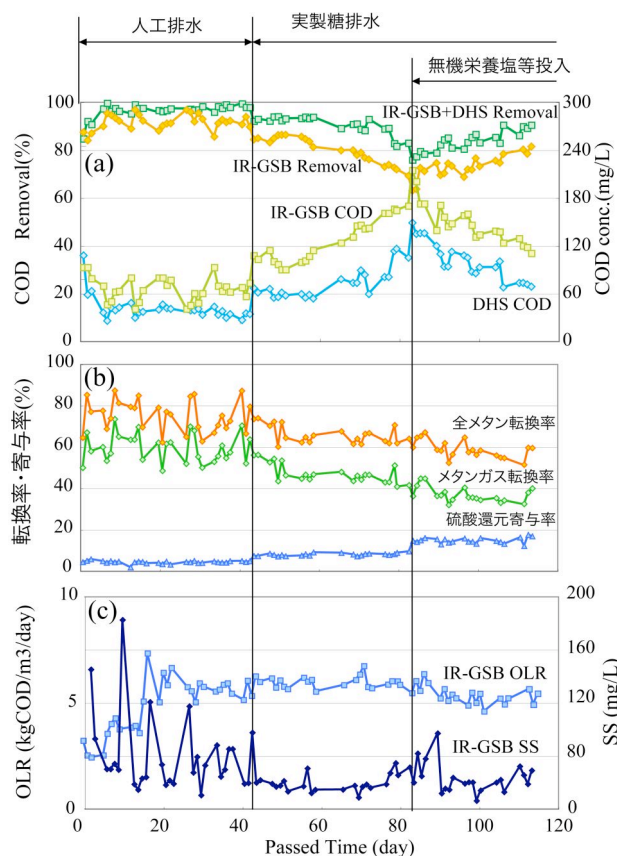


図-2 連続処理実験結果

最終的な処理結果として IR-GSB のみで全 COD 除去率 77%、流出全 COD 濃度は約 100 mg/L を達成した。このうち処理水の溶解性 COD 濃度は 90 mg/L で VFA 濃度は約 25 mgCOD/L と低く、IR-GSB 処理水中 COD の大部分は色度成分などの難分解性有機物であると考

えられた。また、DHS も含めると約 90% の処理が行われており、DHS 処理水での全 COD 濃度は約 50 mg/L となった。

3.2. IR-GSB リアクター保持汚泥メタン生成活性

図-3 に 20℃ における IR-GSB 保持汚泥のメタン生成活性の結果を示す。測定は、人工排水供給時の 43 日目と実製糖排水供給後 70 日程経過した 112 日目の IR-GSB 保持汚泥を用いて行った。

人工排水は COD 濃度に対する供給時の酢酸、プロピオン酸の割合がそれぞれ 22.5%、22.5% であった。一方、実製糖排水はそれぞれ 10%、5% 程度であった。実製糖排水供給後は水素を基質とした活性が 2 倍程度に上昇した。水素資化活性が上昇した理由は人工排水時に比べ実製糖排水処理において酸生成に伴う水素からのメタン生成の割合が増加したためと考えられる。これに対し酢酸、プロピオン酸を基質とした活性は実製糖排水処理において 47% 程度に低下した。これは、酢酸を用いたメタン生成の割合が減少したためと考えられる。

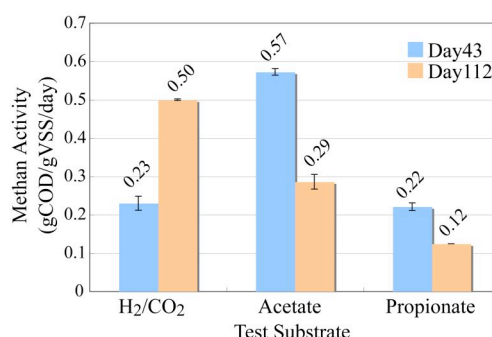


図-3 保持汚泥のメタン生成活性 (20℃)

4. まとめ

- 1) 低濃度実製糖排水の 20℃ における連続処理実験では最終的に IR-GSB で全 COD 除去率 77% (全 COD 濃度 100 mg/L) を達成し良好な処理が可能であった。
- 2) DHS 処理水の全 COD 濃度は 50 mg/L 程度であり現行処理法(活性汚泥法, 処理水質 60-70 mgCOD/L)と同等の処理性能を発揮することが出来た。

5. 謝辞

本研究の一部は、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)「産業技術研究助成事業費助成金」の助成を受けて実施したものである。

6. 参考文献

- 1) W.Yoochatchaval, K. Syutsubo et al. (2008), Influence of effluent- recirculation condition on the process performance of EGSB reactor for treating of low strength wastewater, Water Science & Technology, vol. 57(6) in press