

うどん排水を対象とした低コスト型排水処理装置の開発

香川高等専門学校 専攻科 学生会員 ○宮岡佑馬 正会員 多川 正
JR 四国 角野拓真 香川県 佐々木優太 長岡技術科学大学 出濱和弥、山口隆司

1. はじめに

現在、香川県内のほとんどのうどん店は一日の最大排出量が 50m^3 以下であるため、水質汚濁防止法及び香川県現行条例による規制を受けておらず、水質汚濁の原因となっている。平成 18 年度の香川県内の COD 汚濁負荷量は 28t/day であり、その約 3 割をうどん店などの小規模事業場等が占めている。そのため香川県は現行条例を改正(平成 24 年 4 月 1 日から施行)し、一日平均排出量が 10m^3 以上の工場又は事業所に対して排水基準(TOC 160mg/L 以下)を設定し、水質保全対策を打ち出した。これにより、一部の小規模うどん店は規制を受けるようになるが、既存の高価な排水処理装置の導入による経済的影響が懸念され、廃業となる場合もある。そこで、本問題解決を図るため、筆者らの研究室では 3 年前より低コスト型のうどん排水処理リアクター(嫌気性 DHS リアクター、以降 DHS と省略)の研究開発を継続している。昨年からうどん煮汁排水を対象に約一年間連続通水実験を行い、その処理特性の把握及びうどん店への導入を検討してきた。成果として DHS は TOC、COD_{Cr} 除去率ともに約 30~60% 程度の処理能力を有しているが、安定して排水基準を達成することはなく、一日の処理水量が少ない、処理水からは酸敗臭が発生するなどの解決すべき課題が明らかとなり、現状ではうどん店への導入は困難であった。

本研究では現状における課題解決のため、新たな組み合わせの排水処理システムを開発し、連続通水実験を通して、その処理特性の把握を行なった。

2. うどん煮汁排水の分析結果

Table 1 に実験で使用するうどん煮汁排水の分析結果を示した。排水基準である TOC 160mg/L 以下を達成するためには除去率 95%が必要であることが分かる。さらに煮汁排水は高温(90°C)で粘性が高く、SS 濃度は $1,973\text{mg/L}$ と高濃度であり、腐敗し易かった。これらは生うどんを茹でる際に溶解したうどんの主成分である小麦粉のデンプン質に起因するものと考えられた。

キーワード 嫌気性排水処理、さぬきうどん排水、DHS、UASB、省・創エネルギー

連絡先 香川高等専門学校 建設環境工学科 〒761-8058 香川県高松市勅使町 355 TEL087-869-3811

平均的なうどん店は一日約 300 玉製造する過程で煮汁排水を約 $0.1\text{m}^3/\text{day}$ 、総合排水を約 $5\text{m}^3/\text{day}$ 排出する。一日約 800 玉製造すれば総合排水は $10\text{m}^3/\text{day}$ に達し、改正条例の規制対象となる。

Table 1 Results of 'UDON' wastewater analysis

	pH (-)	COD _{Cr} (mg/L)	COD _{MN} (mg/L)	TOC (mg/L)	BOD ₅ (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)
煮汁排水	7.14	9,675	5,883	3,327	4,970	1,973	49.5	19.3

3. 前段 DHS+後段 UASB プロセスの検討

前述した DHS (有効容量 200L、長岡技術科学大学で開発された G-3 型スポンジ担体を約 4,000 個充填)の課題を克服するために、DHS の後段に同じく嫌気性であり、維持管理が容易且つ経済的な UASB リアクター(以降 UASB と省略)の設置を検討した。

UASB は高容積負荷を許容でき、処理水量・処理性能の安定性の向上が期待できる。しかしながらグラニューールの阻害因子として SS 成分及び粘性が挙げられるため、うどん煮汁排水を処理する場合は何らかの前段処理を施し、阻害因子の除去を行なう必要がある。

一方、DHS 処理水からの酸敗臭は揮発性脂肪酸(VFA)に起因していると推測でき、これらはメタン発酵における中間代謝産物であるため、DHS ではメタン発酵が途中で停止していると考えられる。そのため DHS 処理水を UASB に供給できれば、メタン発酵を最後まで行うことができると考えられる。

したがって排水処理システムを前段 DHS+後段 UASB プロセスとして、前段 DHS においてグラニューールの阻害因子の除去及び酸生成、後段 UASB においてメタン発酵を図り、処理性能の向上を期待した。

4. 実験方法

4. 1 前段 DHS+後段 UASB プロセス

前段 DHS+後段 UASB プロセスを用いて、平成 21 年 7 月より連続通水実験を開始した。

原水はうどん店から提供してもらった煮汁排水を適宜希釈したものを使用し、各リアクターには熱交換装置を介して流入させた。原水と DHS 処理水は調整槽にて混合（一部の DHS 処理水が循環される）され、ここから DHS 上部に下降流で供給される。続けて、DHS 処理水は後段 UASB に流入させ、ポリッシュアップを図った。原水処理量、UASB 流入量は段階的に増加させていき、DHS 循環量（DHS 供給水量）は 560L/day で固定した。UASB にて発生するガスは脱硫装置を通過させ、大気中に排出させた。分析対象は原水、DHS 処理水、UASB 処理水とし、それぞれの TOC、COD_{Cr}、pH を経時的に分析した。

4. 2 実験結果及び考察

Fig. 1 に実験結果を示した。本研究開始 153 日目より前段 DHS+後段 UASB プロセスを導入し始めた。導入直後は UASB 処理水の TOC 濃度が 915.9mg/L であり、排水基準を達成していなかったが、時間が経過すれば安定して排水基準を達成するようになった。これは飢餓状態にあったグラニュールに基質が供給されて、低下していた微生物活性がしだいに上昇したためだと考えられた。また COD_{Cr} 負荷上昇直後でも、プロセス全体で TOC、COD_{Cr} 除去率は 80~90%を維持しており、プロセス全体では負荷変動に強いことが分かった。

一方、DHS 処理水は COD_{Cr} 負荷上昇に伴い、TOC、COD_{Cr} が上昇しており、除去率は安定していなかった。しかしながらこの処理水は、原水で観察された SS 成分や粘性がほとんど観察されず、グラニュールの阻害因子を除去できていた。また VFA に起因する酸敗臭は依然として発生していたが、酸生成相として十分に機能していると考えられた。そして、続く UASB において VFA を完全にメタンにまで分解（バイオガス中のメタン濃度は約 70%）したため、酸敗臭は完全に解消した。

また pH は原水 6.5~8.0、DHS 処理水 6.5~8.5、UASB 処理水 8.0~9.5 であり、重大な pH 低下は見られなかった。

最終的に本プロセスはうどん煮汁排水を 2 倍希釈した排水において DHS の処理水量を 100L/day、UASB の処理水量を 90L/day にまで負荷を上昇させることができた。

今後はより高い処理排水量条件下での TOC 除去率などの処理状況の把握を行なう予定である。

5. 総括

連続通水実験を行ってきた結果、前段 DHS+後段 UASB プロセスは安定して排水基準を達成するようにな

り、酸敗臭も抑制することができたため、うどん煮汁排水に対して有効であると判断できた。しかしながら実験中にポンプ、熱交換装置及びチューブの破損が起きており、メンテナンスの容易化・システムの簡略化を図る必要がある。

今後は原水及び各処理水に含まれる VFA がどのように推移していくかを把握する必要がある。また生物学的手法を用いてリアクター内に保持されている微生物群の挙動解析を行う必要がある

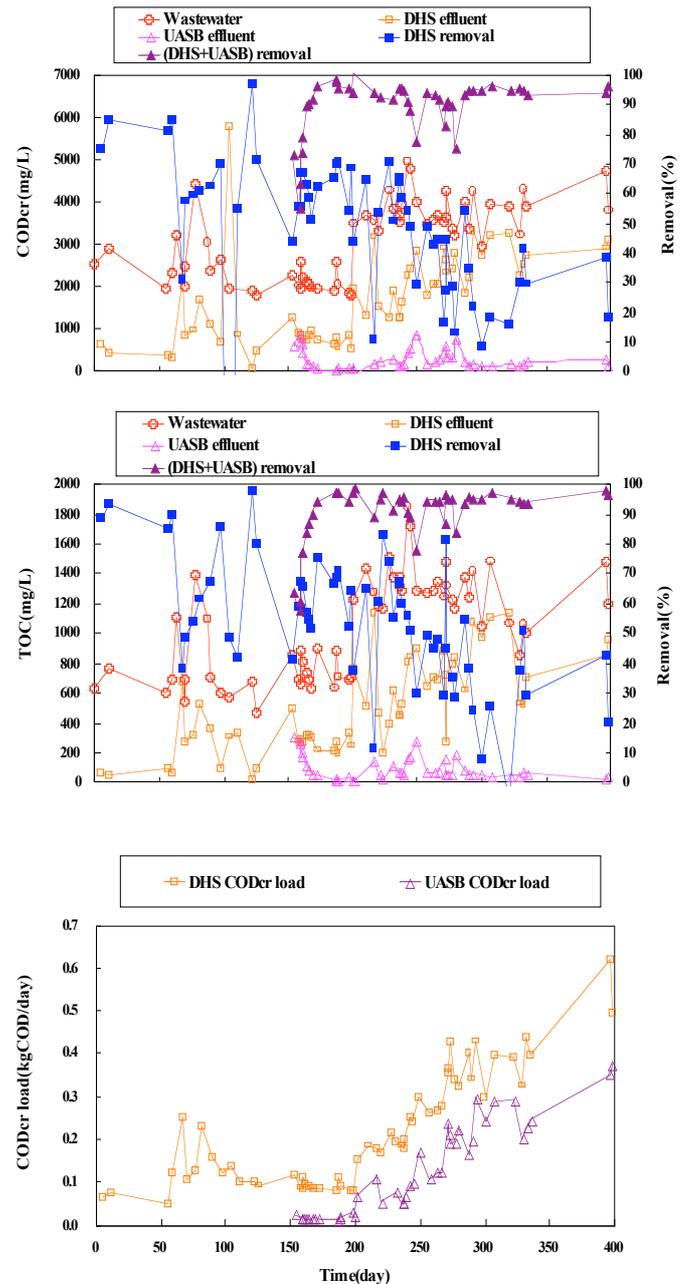


Fig. 1

- (a) Time course of COD_{Cr} concentration and removal
 (b) Time course of TOC concentration and removal
 (c) Time course of COD_{Cr} loading