

うどん湯煮廃液の下水消化汚泥を種汚泥とした UASB 装置の立ち上げ

Start-up of UASB Reactor Utilizing Anaerobic Digester Sludge
for Treating Boiled "Udon" Wastewater

藤田 久雄 安藤 友継 岡市 友利 藤田 淳二
Hisao FUJITA Tomotsugu ANDOU Tomotoshi OKAICHI Junji FUJITA

I はじめに

香川県では小規模・未規制事業場の COD 発生負荷量の割合が全体の約2割と相対的に高くなってきており、その負荷削減が課題となっている。そこで、香川県の代表的な食品産業であるうどん産業のうどん製造過程で生ずる湯煮槽のゆで汁（湯煮廃液）を、家族経営の小さなうどん事業所やうどん屋でも行える安価で簡便な廃水処理技術の開発を目指して、UASB (Upflow Anaerobic Sludge Blanket, 上向流嫌気性汚泥濾床) 法の湯煮廃液処理への応用について検討している。

UASB 法は汚泥微生物自身のもつ凝集・集塊機能を利用して沈降性のすぐれた粒状微生物塊（グラニュール）を形成させて、高濃度の微生物量を反応容器に保持しようとするメタン発酵バイオリアクターである。UASB 法は、その特徴として、高濃度・高負荷に対応しやすく排水処理の反応槽を小さくできること、必要な栄養塩類が少ないこと、負荷変動に強いこと、曝気動力が不要なのでエネルギー消費量が節約できること、余剰汚泥の発生量が少ないので処分費用が兼価であること、さらにエネルギーとして有用なメタンガスを回収できるなどの利点があり、含水率の高い有機性廃棄物の循環型処理技術として注目されている方法である^{1) 2) 3)}。

今回試作した UASB リアクターを立ち上げるため、下水消化汚泥を種菌として、試供廃水には資源化を前提として検討したうどん模擬湯煮廃液アミラーゼ処理糖化液⁴⁾を用いて、グラニュール汚泥を形成させる実験をおこなった。この結果について報告する。

II 実験方法

1 実験装置

試作した実験装置を図1に示す。UASB リアクターは内径 104 mm（上部 150 mm）、高さ 1.4 m、容量 10.5

L であり、材料として塩化ビニルパイプを用いた。槽内温度を 36°C に維持するため、外側をヒーターで温調した。送液ポンプはペリスタルティックポンプを使用した。

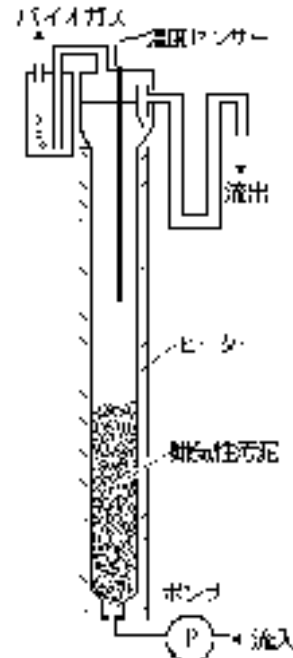


図1 UASB リアクター

2 種汚泥

T 下水処理場の中温嫌気性消化汚泥

3 試供廃水

試供廃水は、我々が資源化を前提として検討した「うどん湯煮廃液をアミラーゼで処理し糖化液を生成する方法」⁴⁾ によった。

うどん用小麦粉 1%、食塩 0.7% 水道水懸濁液を約 15 分間加熱沸騰後、耐熱性 α -アミラーゼ（クライスターゼ T5）を 50 μ L/L 添加し約 1 分間攪拌・自然放置後、上澄み液を 150 μ m 篩でろ過して「うどん

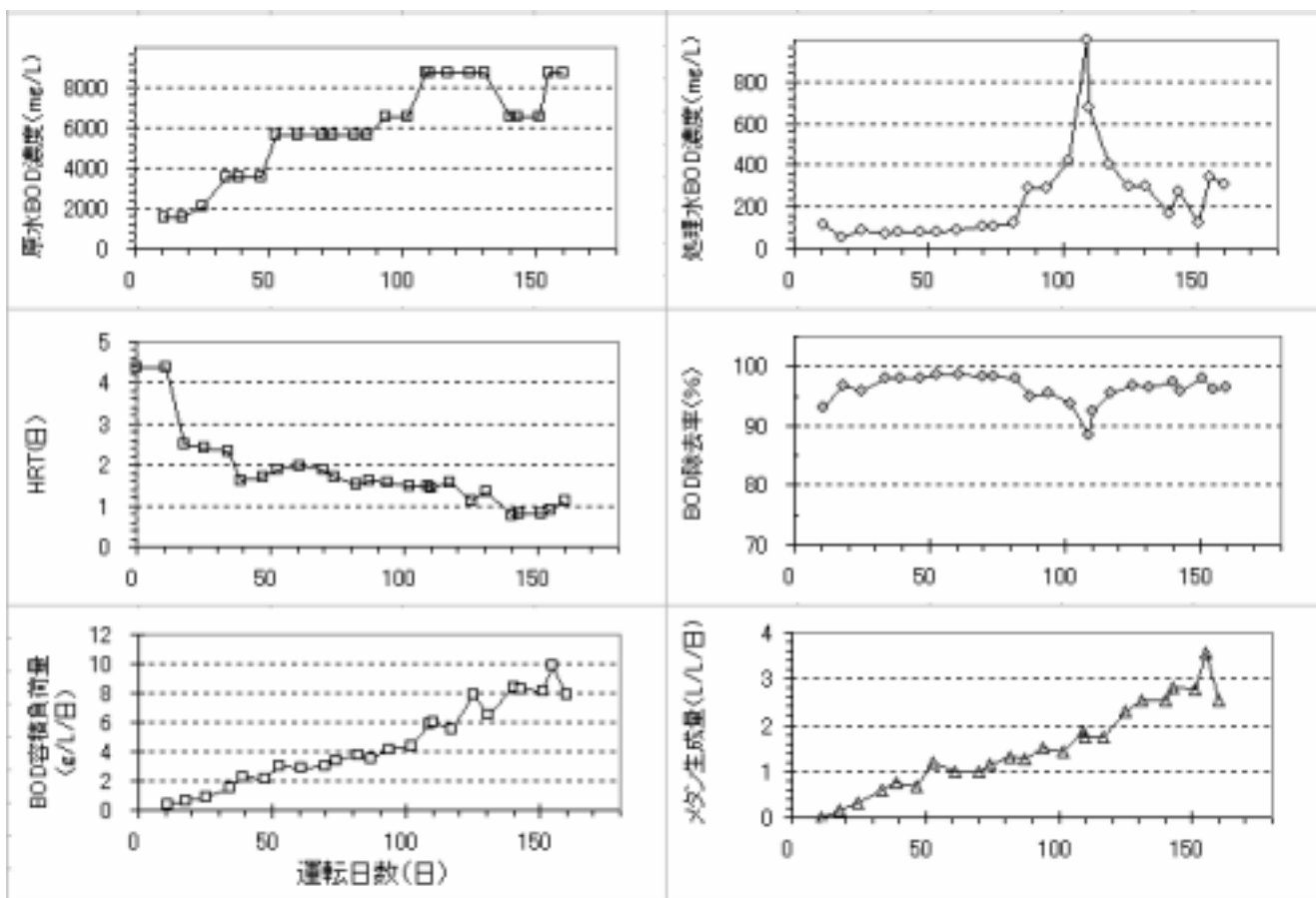


図2 UASBリアクターの運転条件
(BOD 濃度, HRT、BOD 容積負荷量)

模擬湯煮廃液アミラーゼ処理液 (BOD:8540mg/L, TOC:4680mg/L)」とした。この供試廃水にアルカリ剤として炭酸水素ナトリウム 0.4 %, 栄養塩として窒素 240mg/L、リン 170mg/L、カリウム 83 mg/L、カルシウム 34 mg/L、マグネシウム 27 mg/L、微量元素として鉄 21 mg/L、コバルト 2.1 mg/L、マンガン 1.4 mg/L を添加し水道水で希釈して用いた。なお、栄養塩類等の添加量は嫌気性汚泥の生成を目的としているため、必要とされる量⁵⁾ より過剰に加えている。

4 装置の立上げ

装置に下水処理場の中温嫌気性消化汚泥 3L を入れ嫌気性処理排水で装置を満たした後、pH、BOD 除去率、メタンガス発生量をモニターしながら、運転条件を BOD1600 mg/L、HRT (滞留時間) 4.4 日、BOD 容積負荷量 0.2g/L/日から原水 BOD 約 8000 mg/L、HRT 約 1 日、BOD 容積負荷量 約 8 g/L/日まで段階的に供給原水濃度及び水量を増加させていった。その UASB リアクター運転条件は図 2 に示すとおりである。

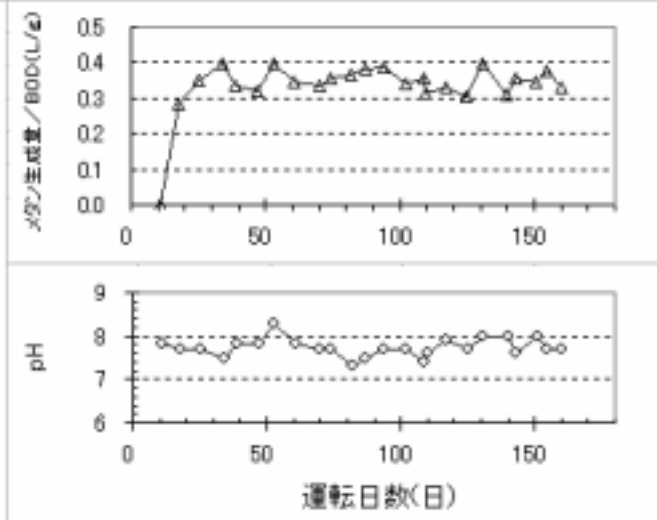


図3 実験結果 (BOD 濃度, BOD 除去率, メタン生成量, メタン生成率、pH)

III 実験結果及び考察

図 3 に示すように、試作した容積 10.5 L の UASB リアクターは、BOD 除去率を 90 % 以上に維持しながら段階的に容積負荷量を増加させていた結果、運転開始後 125~160 日間の平均値が BOD 容積負荷量 8.1g/L/日の負荷運転で、処理水 BOD 260mg/L、BOD 除去率 97 %, 容積当りのメタン生成量 2.7 L/L/日、BOD 当たりのメタン生成率 0.35 L/g で運転できた。

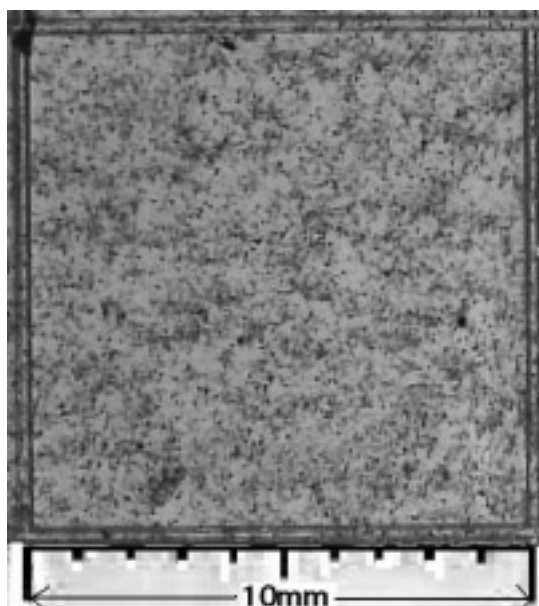


写真1 種汚泥（下水処理場の嫌気性消化汚泥）

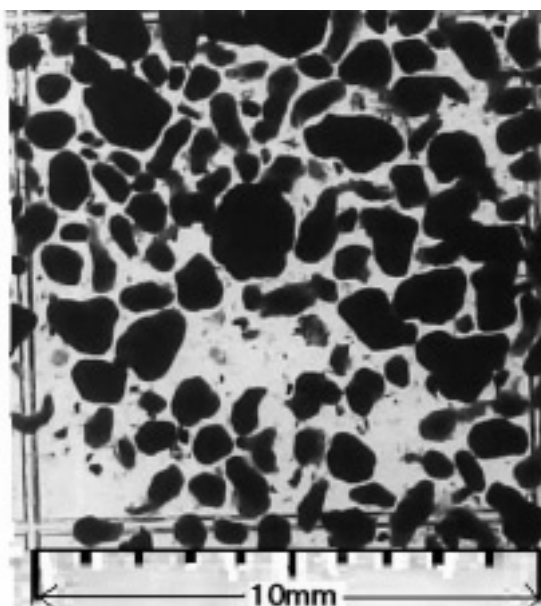


写真2 UASB 汚泥（運転開始160日目）

表1 汚泥の粒径分布

項目	種汚泥 下水消化汚泥	UASB汚泥 160日後
汚泥濃度(mg SS/L)	22,000	55,000
粒径分布 (%)	~0.1mm	94.5
	0.1~0.5mm	4.3
	0.5~1.0mm	1.2
	1.0~2.0mm	-
	2.0mm~	-

注1)種汚泥は1mmふるいでごみを除いた。

注2)UASB汚泥濃度はベッド中の濃度である。

また、写真1及び表1に示すように、種汚泥の粒径分布は種汚泥の90%以上が0.1mm以下であったが、運転開始後160日目では写真2及び表1に示すように0.5~2mm程度のグラニュール状汚泥の形成が80%以上認められた。また、ベット部の汚泥濃度は懸濁物質55,000 mg SS/L・bedと高濃度であった。

試作UASBリアクターはグラニュール状汚泥の形成に長時間要したが、BOD容積負荷量約8g/L/日で平均除去率97%であり、通常のUASB法の容積負荷10~30 Kg COD_{Cr}/m³/日³⁾と比較して低負荷であるが、標準活性汚泥法のBOD容積負荷0.3~0.8 Kg/m³/日³⁾と比較して約10倍の処理性能を有する。

UASB法は水量が多く平均濃度の低い事業場全排水の処理に適しているとはいえないが、小規模で排水処理の設置スペースが厳しい既存店舗の高濃度廃液処理への応用として、今後、生成したグラニュール状汚泥を用いて、実際のうどん湯煮廃液の処理技術について

検討する。

IV まとめ

うどん廃液の処理技術を開発するため、試作した容積10LのUASBメタン発酵バイオリアクターを立ち上げる実験を行った。下水消化汚泥を種菌として、うどん模擬湯煮釜廃液アミラーゼ処理液（糖化液）の供給を段階的に増加してグラニュール汚泥を形成させた結果、0.5~2mm程度のグラニュール状汚泥が形成し、BOD容積負荷量8.1 g/L/日の負荷運転で、処理水BOD 260mg/L、BOD除去率97%、容積当りのメタン生成量2.7 L/L/日、BOD当りのメタン生成率0.35 L/gで運転できた。

文献

- 1) 須藤 隆一 編：微生物固定化法による廃水処理，産業用水調査会，220-280（1988）
- 2) 宮 晶子：21世紀の水処理技術，環境研究，No. 137，102-111（2005）
- 3) 須藤 隆一：水環境保全のための生物学，産業用水調査会，59-63 141-182（2004）
- 4) 三好 益美，藤田 久雄：うどん湯煮廃液の酵素分解法の検討，香川県環境保健研究センター所報，4，87-93（2005）
- 5) 宝月 章彦：嫌気性生物処理の特徴，環境技術，33，412-416（2004）