

## うどん湯煮廃水(ゆで汁)の処理技術に関する研究

### —上向流嫌気性汚泥床(UASB)を用いた高速メタン発酵—

#### Study on Treatment Technologies for Boiled" Udon" Wastewater

#### —High-speed Methane Fermentation Using an Upflow Anaerobic Sludge Blanket—

藤田 久雄                      安藤 友継                      島田 昭博                      岩崎 幹男  
Hisao FUJITA                      Tomotsugu ANDOU                      Akihiro SHIMADA                      Mikio IWASAKI

#### 要旨

うどんゆで汁の小型排水処理技術を開発するため、10L規模のUASB高速メタン発酵基礎実験から処理量拡大に伴う問題点の把握と処理水質の改善を図る目的で、容積116L、高さ2mのUASB高速メタン発酵槽(嫌気処理)と180Lの接触曝気槽(好気処理)を組み合わせた装置を試作して、うどん100~140玉製造時に発生するゆで汁の負荷運転を行った。その結果、平均容積負荷量BOD4.3g/L/日でBOD除去率97%の高負荷処理ができた。平均濃度は原水BOD5,900mg/L、UASB処理水BOD200mg/Lであった。さらに、UASB処理水は接触曝気槽で平均BOD12mg/Lまで除去できた。BOD負荷量500g/日のうち、メタン発酵槽でBOD483g/日、接触バッキ槽で16g/日が除去され、残りBOD1g/日が流出した。また、運転211日後のUASB汚泥の粒径分布は0.1~0.5mmが3%、0.5~1.0mmが53%、1.0~2.0mmが42%、2mm以上が2%であり、0.5~2mm程度のグラニユール状汚泥の形成が95%認められた。

キーワード：うどん ゆで汁 UASB メタン発酵 グラニユール汚泥

## I はじめに

香川県の代表的な食品産業であるうどん店から排出される高汚濁負荷量のうどん湯煮廃水(ゆで汁)を、高速メタン発酵法を応用して、小規模うどん事業所をはじめ多くのうどん店においても設置できる安価で維持管理の容易な小型排水処理技術の開発を目指している。

前報<sup>1)2)</sup>で10L規模のUASB高速メタン発酵実験装置を試作して基礎的検討を行った結果、BOD容積負荷量は5.7g/L/日(範囲4.1~8.1g/L/日)、BOD除去率95%以上で処理できた。標準活性汚泥法のBOD容積負荷量(0.3~0.8g/L/日)<sup>3)</sup>と比較して5~10倍の高負荷運転ができ、装置の小型化が可能なのことがわかった。しかし、処理水質は悪くBOD206mg/L(範囲95~300mg/L)で一律排水基準BOD120mg/Lを超えていた。

そこで、処理量拡大に伴う問題点の把握と処理水質の改善を図るため、容積116L、高さ2mのUASB高速メタン発酵槽(嫌気処理)と180Lの接触曝気槽(好気処理)を組み合わせた装置を試作して、うどん100~140玉製造時に発生するゆで汁の負荷運転を行

った結果について報告する。

## II 実験方法

### 1 実験装置

装置はUASB(上向流嫌気性汚泥床)方式と接触曝気(好気性処理)方式を組み合わせた処理方式で、図1,表1,表2に示す。

#### (1) UASB(上向流嫌気性汚泥床)メタン発酵槽

装置は内径298mm、高さ2.08m、水面までの反応槽容積116Lであり、残りの上部がガス分離部になっている。槽内温度を36℃に維持するため、内側にΦ=22mm、L=50m熱交換チューブを巻き、温水で温調した。

表1 UASBメタン発酵槽

大きさ	Φ=298mm、H=2,080mm
実容量	116L
種汚泥	グラニユール汚泥 30L (58,000mgSS/L)
温度	36度 温水をパイプに循環して制御

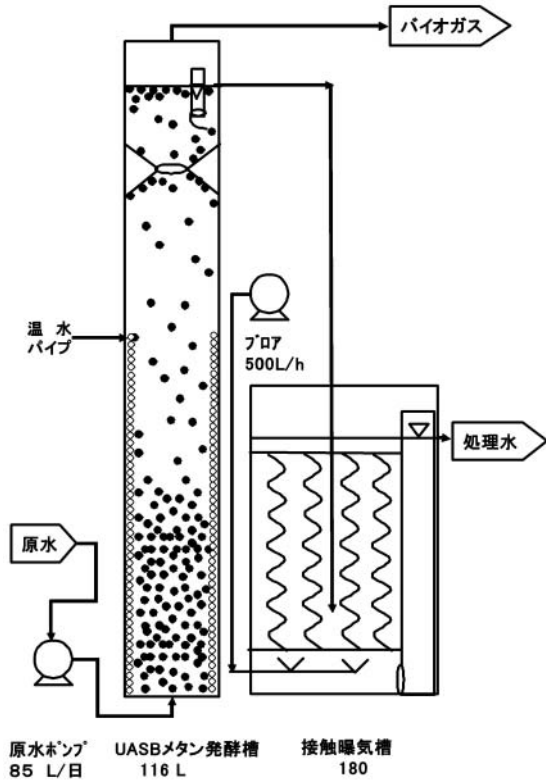


図1 UASBメタン発酵と接触曝気を合わせた実験装置

(2) 接触曝気槽

装置は 220L ポリエチレンドラムにひも状生物担体(写真1)を 40本用いた接触曝気方式の好気性処理槽で、水面までの反応槽容積 180L、空気量は 500L/h である。

表2 接触曝気槽

大きさ	Φ=588、H=978mm
実容量	180L
生物担体	Φ=66mm、H=750mm 40本 網目円筒状接触材の中心に ひも状生物担体を取り付けた
空気量	500L/h



写真1 ひも状生物担体

2 種汚泥

UASB 槽は環境保健研究センターで生成した UASB 用グラニューール汚泥(58,000mgSS/L)を 30L 使用した。

接触曝気槽は畜産排水処理装置の活性汚泥(1,900 mgSS/L)を 20L 使用した。

3 供試廃水

(1) 模擬廃水

うどん用小麦粉 5%, 食塩 3.5%, 耐熱性アミラーゼ 0.02%水道水懸濁液を約 15分間煮沸後 2 mm 篩でろ過したものを水道水で適宜希釈した。

(2) うどんゆで汁

うどんゆで汁は、表3に示すうどん店の湯煮施設から廃棄時に採取し、温度を下げるために水道水をゆで汁の 1/3 容加えて使用した。

表3 ゆで汁採取店舗の状況

事業の種類	飲食店(うどん店)
規模	うどん玉200~300/日 湯煮施設:120L
従業員数	6名

供試廃水にはアルカリ剤として炭酸水素ナトリウム 0.4%, 鉄 4 mg/L, その他コバルト等微量金属を添加した。

III 実験結果及び考察

211日間運転した結果を図2, 図3に示す。

1 装置の立上げ

(1) UASB(上向流嫌気性汚泥床)メタン発酵槽

装置に UASB 用グラニューール汚泥 30L を入れ嫌気性処理廃水で装置を満たして装置温度を約 36度 に保って送液を開始した。供試廃水はうどん模擬廃水を用いた。原水 BOD 濃度は 3,400mg/L で BOD 除去率を 90%以上に維持しながら段階的に水量を増加させ、BOD 容積負荷量を最初 0.5g/L/日から 28日後には 1.2g/L/日、63日後には 1.8/L/日、91日後には 3.2/L/日に増加して装置を立上げた。運転約112日後には、原水 BOD 濃度 4,500mg/L, BOD 容積負荷量 4.3g/L/日, BOD 除去率 96%, SS 79 mg/L 以下で安定した処理ができるようになった。

(2) 接触曝気槽

好気性処理槽は UASB メタン発酵槽の運転開始 43日後に、活性汚泥 20L を入れ、UASB メタン発酵排水の処理を開始した。

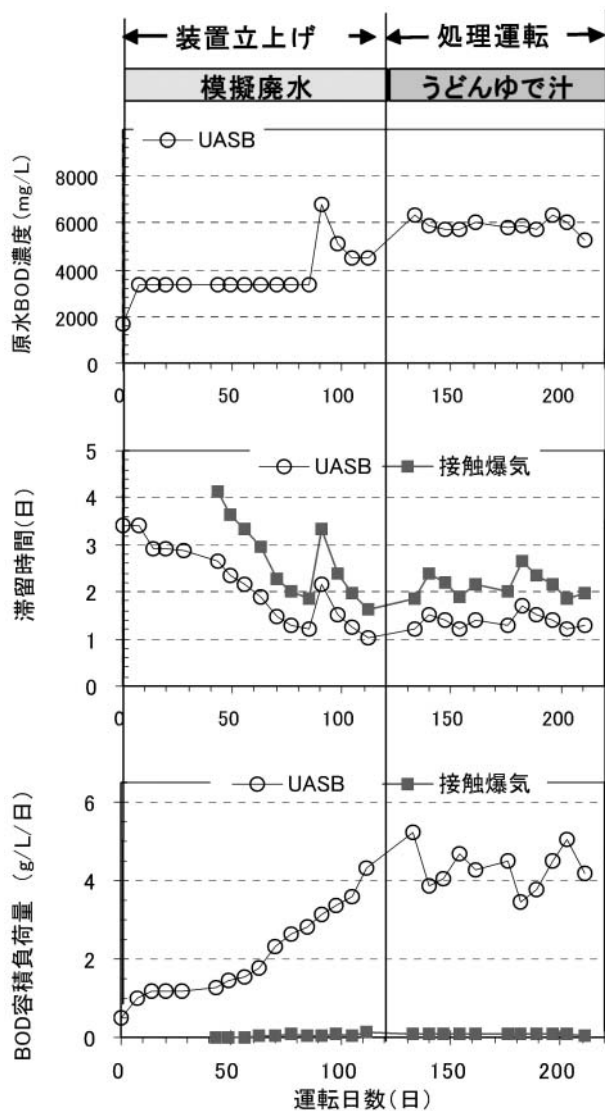


図2 運転条件  
(BOD 濃度, 滞留時間, BOD 容積負荷量)

## 2 うどんゆで汁の処理

運転 119日後から, 供試廃水を「模擬廃水」から実廃水の「うどんゆで汁」に切り換えて 100日間運転を行った結果を表4, 表5に示す。メタン発酵槽と接触曝気槽を合わせた装置全体の平均 BOD 除去率は 99%以上で, メタン発酵槽の除去率が 97%, 接触曝気槽での除去率 3%がであり, 流入平均負荷量 BOD 500g/日のうち, メタン発酵槽で BOD 483 g/日, 接触バッキ槽で 16g/日が除去され, 残り BOD 1 g/日が流出した。

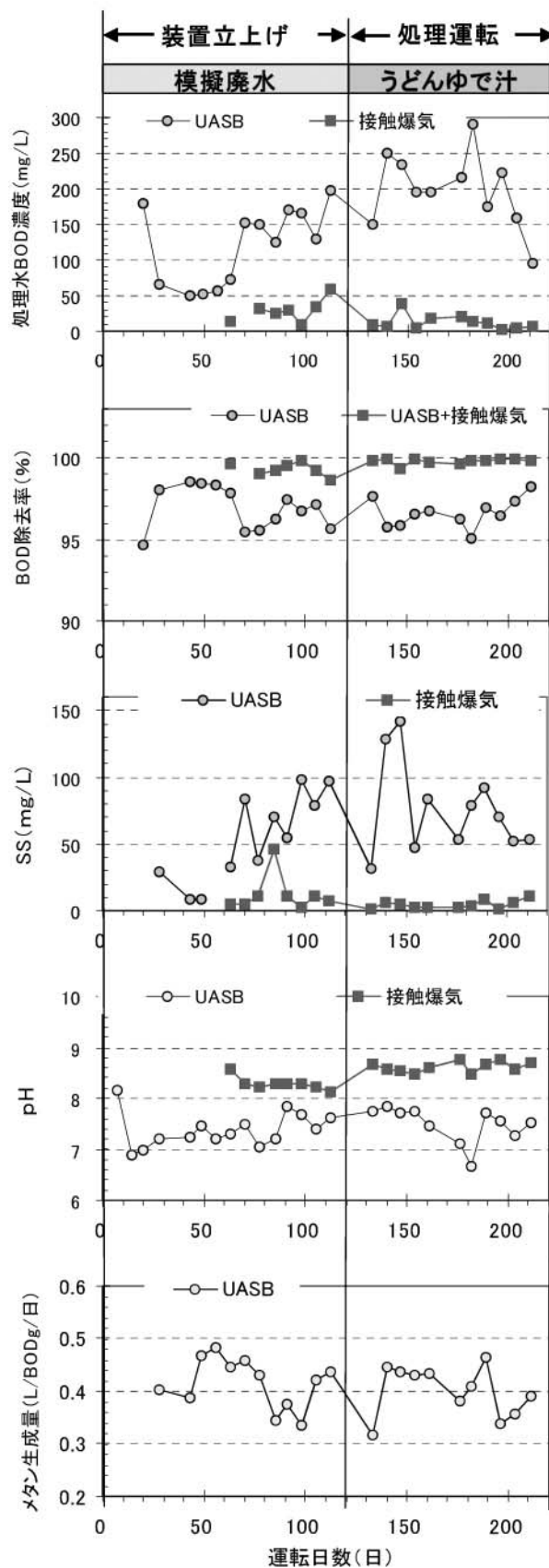


図3 運転結果  
(BOD 濃度, BOD 除去率, SS, pH, メタン生成量)

表4 うどんゆで汁の処理結果

項目	単位		UASBメタン発酵槽		接触曝気槽	
			流入	流出	流入	流出
			原水			放流水
水量	L/日	平均	85	85	85	85
滞留時間	日	平均	1.4		2.1	
BOD	mg/L	平均	5,900	200	200	12
		最小	5,300	95	95	3
		最高	6,300	290	290	39
BOD除去率	%	平均	97		94	
pH	—	平均	—	7.5	7.5	8.6
		最小	—	6.7	6.7	8.5
		最高	—	7.8	7.8	8.8
SS	mg/L	平均	—	76	76	5
		最小	—	32	32	1
		最高	—	140	140	11
BOD負荷量	g/日	平均	500	17	17	1
BOD容積負荷量	g/L/日	平均	4.3		0.09	

## (1) UASBメタン発酵槽

原水平均BODは5900mg/L(範囲5300~6300mg/L)、平均滞留時間は1.4日、平均容積負荷量4.3g/L/日(範囲3.5~5.2g/L/日)で運転した結果、処理水の平均BOD200mg/L(範囲95~290mg/L)、BOD除去率97%(範囲95~98%)、pH7.5(6.7~7.8)、SS76mg/L(範囲32~140mg/L)で処理できた。

表5に示すガスの発生量は一日平均309Lで、平均濃度はメタンが63%、二酸化炭素が35%であった。また、BOD当りのメタン生成量は平均0.4L/g/日であった。

## (2) 接触曝気槽

UASBメタン発酵槽の処理水質が一律排水基準BOD120mg/Lを超えているため、さらに接触曝気槽で処理を行った。UASBメタン発酵槽から接触曝気槽への流入水は平均BOD200mg/L、平均滞留時間2.1日、平均BOD容積負荷量0.09g/L/日で、処理水の平均値はBOD12mg/L、BOD除去率94%、pH8.6、SS5mg/Lであった。

## 3 UASBメタン発酵槽の発生汚泥

UASB槽は211日間運転し途中で汚泥引き抜きを行っていない。実験終了時に汚泥を調査した結果を表6に示す。

生成汚泥は46Lで濃度は70,000mgSS/Lであった。積算BOD負荷量は76.5Kg、乾燥汚泥量は3.2Kgあり、種汚泥からの増加量は1.5Kg、積算BOD負荷量に対する発生汚泥量は1.9%であった。

生成汚泥の粒径分布は0.1~0.5mmが3%、0.5~1.0mmが53%、1.0~2.0mmが42%、2mm以上が2%であり、0.5~2mm程度のグラニュール状汚泥の形成が95%認められた。

表5 UASBメタン発酵槽のガス発生量

項目	単位	測定値	
		平均	測定値
発生ガス量	L/日	平均	309
		最小	228
		最高	364
メタンガス濃度	%	平均	63
		最小	55
		最高	74
炭酸ガス濃度	%	平均	35
		最小	25
		最高	43
メタン	L/日	平均	192
		最小	156
		最高	225
BOD当りのメタンガス発生量	L/g/日	平均	0.40
		最小	0.32
		最高	0.46

表6 UASBメタン発酵槽の発生汚泥

項目	単位	UASB槽
種汚泥	Kg	1.7
運転日数	日	211
積算BOD負荷量	Kg	76.5
汚泥容量	L	46
濃度	mgss/L	70,000
汚泥量	Kg	3.2
強熱減量	%	95
発生汚泥量	Kg	1.5
汚泥/積算BOD	%	1.9
グラニュール汚泥の粒径分布		
0.1~0.5mm	%	3
0.5~1mm	%	53
1~2mm	%	42
>2mm	%	2

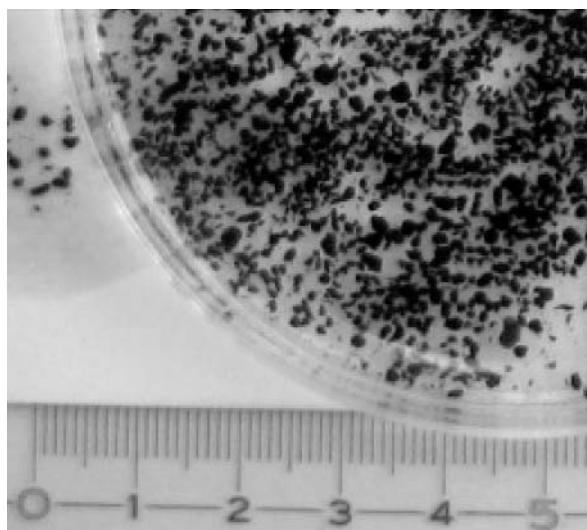


写真2 UASB メタン発酵槽のグラニュール汚泥

#### Ⅳ まとめ

うどんゆで汁の小型排水処理技術を開発するため、10L規模のUASB高速メタン発酵基礎実験結果から処理量拡大に伴う問題点の把握と処理水質の改善を図る目的で、容積116L、高さ2mのUASB高速メタン発酵槽(嫌気処理)と180Lの接触曝気槽(好気処理)を組み合わせた装置を試作して、うどん100～140玉製造時に発生するゆで汁の負荷運転を行った結果は次のとおりであった。

- 1 平均容積負荷量 BOD 4.3g/L/日で BOD 除去率 97%の高負荷処理ができた。
- 2 平均濃度は原水 BOD 5,900mg/L、UASB 処理水 BOD 200mg/Lであった。さらに、UASB 処理水は接触曝気槽の好気処理で平均 BOD 12mg/L まで除去できた。
- 3 BOD 負荷量 500g/日のうち、メタン発酵槽で BOD 483g/日、接触曝気槽で 16g/日が除去され、残り BOD 1g/日が流出した。
- 4 運転 211日後の UASB 汚泥の粒径分布は 0.1～0.5mm が 3%、0.5～1.0mm が 53%、1.0～2.0mm が 42%、2mm 以上が 2% であり、0.5～2mm 程度のグラニュール状汚泥の形成が 95% 認められた。
- 5 ガスの発生量は一日平均 309L で、平均濃度はメタンが 63%、二酸化炭素が 35% であった。また、BOD 当りのメタン生成量は平均 0.4L/g/日であった。

#### 謝 辞

香川県環境保健研究センター顧問、香川大学名誉教授 岡市友利先生には、研究の実施及び取りまとめの各段階においてご指導をいただき御礼申し上げます。

#### 文 献

- 1) 藤田久雄、安藤友継 他：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、香川県環境保健研究センター所報, 4, 169-171 (2005)
- 2) 藤田久雄、安藤友継 他：うどん湯煮廃液の処理技術に関する研究(2)、第17回廃棄物学会研究発表会講演論文集, p501-502 (2006)
- 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 (2004)