

# 佃煮製造工場における嫌気性 DHS リアクターを用いた 余剰汚泥削減に関する実証試験

## Field Experiment Regarding the Reduction of Excess Sludge by an Anaerobic DHS Reactor at a *Tsukudani* Factory

高橋 政友 三好 益美 小島 俊男 串田 光祥 多川 正\* 中尾 均\*\* 槇納 由香利\*\*

Masatomo TAKAHASHI Masumi MIYOSHI Toshio KOJIMA Mitsuyoshi KUSHIDA

Tadashi TAGAWA Hitoshi NAKAO Yukari MAKINO

### 要 旨

香川県小豆島地域の佃煮製造工場においては、余剰汚泥の大量発生が問題となっている。この余剰汚泥の減量化を目的として、煮汁廃液の処理工程に試験的に嫌気性 DHS リアクターを導入した。嫌気性 DHS リアクターについて、TOC 容積負荷量  $4.0\text{kg}/\text{m}^3\cdot\text{d}$  以上で運転した 104 日目から 140 日目の処理結果は平均して TOC 除去率 21.4%、TOC 比で処理水中の約 18.8% の炭素が乳酸、有機酸（酢酸、プロピオン酸、酪酸、吉草酸）等に分解するとともに、原水 TOC の約 10% が乳酸、有機酸等に変化した。このことから、嫌気性 DHS リアクターによる有機物の分解反応及び、酸生成反応は室内実験結果よりも劣るものの、確実に進んでいることが示唆され、煮汁廃液処理工程で発生する余剰汚泥の減量化につながる事が期待される。

キーワード：嫌気性 DHS リアクター 佃煮 煮汁廃液 余剰汚泥 乳酸 有機酸

### I はじめに

香川県小豆島地域の佃煮製造業において、佃煮の製造工程で煮汁廃液が多量に発生している。この煮汁廃液の有機性汚濁物質濃度は TOC 約 17 万 mg/L、BOD 約 26 万 mg/L と非常に高く、現在は活性汚泥法により処理されているものの、工場における原水有機性汚濁負荷量の多くを占めており、大量の余剰汚泥が発生している<sup>1)</sup>。この余剰汚泥は、産業廃棄物として脱水後、焼却又は埋立処分されているが、余剰汚泥の処理費用は 1 トンあたり 2~3 万円と高額であり、佃煮製造業者にとって大きな負担となっている。また、産業廃棄物の埋立処分場の残余年数も少なく、佃煮の製造工程で発生する余剰汚泥の減量化対策が求められている。

そこで、余剰汚泥の減量化を目的として、煮汁廃液の処理工程に試験的に嫌気性 DHS リアクター<sup>2) 3) 4)</sup>を導入し、実証試験を行った。今報告では、試験開始日の 2012 年 4 月 10 日から 2012 年 8 月末までの 4 ヶ月間の廃水処理実態について報告する。

### II 実験方法

実証試験は、タケサンフーズ株式会社（香川県小豆郡小豆島町）において嫌気性 DHS リアクターを設置し行った。設置した嫌気性 DHS リアクターの概要図を図 1 に示す。嫌気性 DHS リアクターは内部に嫌気性微生物を保持させたスポンジ担体を充填した曝気不要の処理装置である。流入水はリアクター上部より滴下され、スポンジ担体を通過することで処理される。流入水には佃煮製造工程で発生する煮汁廃液の一部を 600L 原水タンクに外気温下保存し供給した。リアクターの形状は、容量  $5\text{m}^3$ 、直径 1.89m 高さ 2.35m のポリエチレン製である。スポンジ担体は、 $3\text{cm}\Phi \times 3\text{cmH}$  であり、約  $3\text{m}^3$  リアクター内部に充填した（充填率 26.4%）。佃煮煮汁廃液及び希釈水は、循環槽で混合されポンプアップされた後、リアクター上部より供給した。リアクターからの流出水は、リアクター下部に設けられた循環槽に流入し希釈され（約 42 倍希釈）、一部は処理水として後段の活性汚泥処理槽に送られ、残りは循環水とした。また実証試験は、リアクターの加温及び pH 調整なしの条件で行った。

\* 香川高等専門学校建設環境工学科

\*\* 株式会社アクト

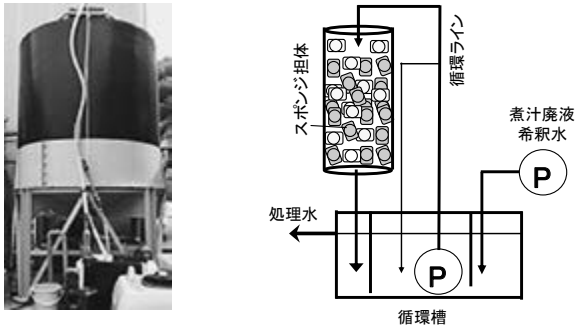


図1 嫌気性DHSリアクター概要図

### III 結果及び考察

#### 1 嫌気性DHSリアクターの運転状況

嫌気性DHSリアクターの運転状況を図2に示す。分散したUASBグラニュール汚泥を植種して装置を立ち上げ、馴養運転後、流入量：循環量=1：23の条件で運転した。試験開始からTOC容積負荷量を段階的に上げ、装置設置から140日目には、TOC容積負荷量 $4.9\text{kg}/\text{m}^3\cdot\text{d}$ 、滞留時間はリアクター基準で23.4時間、スポンジ担体基準で10.3時間で運転した。処理水温は、試験期間中を通して $20^\circ\text{C}$ 以上を維持しており、高い時には $30^\circ\text{C}$ を超えていた。また、pHは試験期間中、平均して3.6であった。

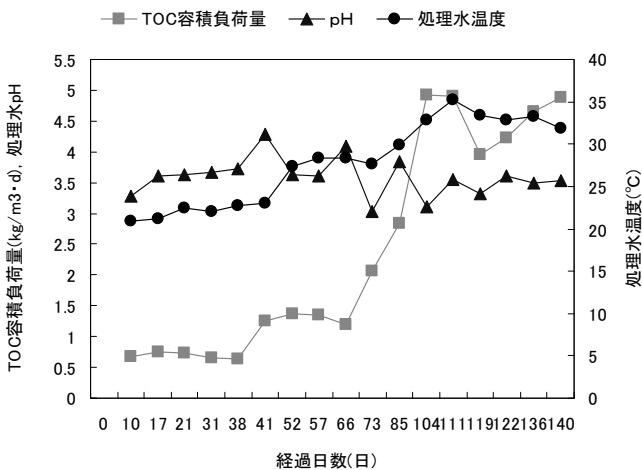


図2 嫌気性DHSリアクターの運転状況

#### 2 全有機酸、乳酸とpHの推移

次に、嫌気性DHSリアクターを設置してからの処理水中の全有機酸(酢酸、プロピオン酸、酪酸、吉草酸等)、乳酸とTOC容積負荷量の推移を図3に、処理水中の全有機酸、乳酸とpHの推移を図4に示す。TOC容積負荷量が増えるにつれて処理水中の全有機酸の割合も増加する傾向にあった。しかしながら、TOC容積負荷量を2.8から4.9に変更した85日目から104日目において、処理水

中の全有機酸量が減少し、乳酸が増加していた。またpHは試験期間中、概ね3.6付近で推移していた。

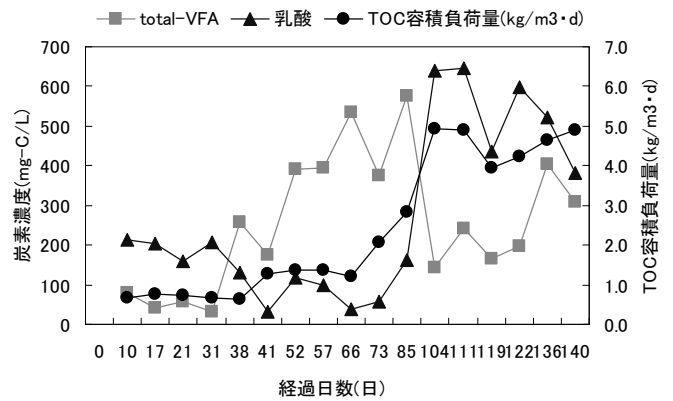


図3 処理水中の全有機酸、乳酸とTOC容積負荷量の推移

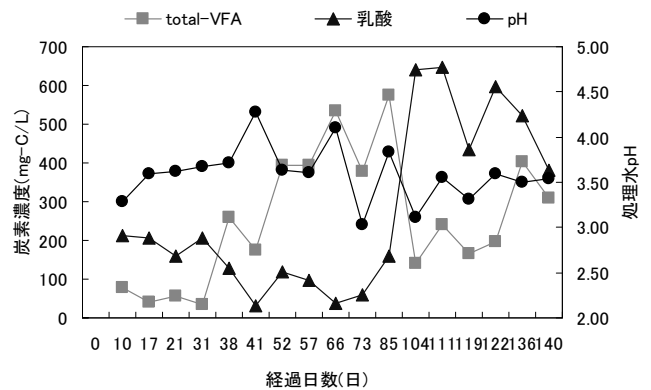


図4 処理水中の全有機酸、乳酸とpHの推移

#### 3 嫌気性DHSリアクターによる処理結果

TOC容積負荷量 $4.0\text{kg}/\text{m}^3\cdot\text{d}$ 以上で運転した104日目から140日目の嫌気性DHSリアクターによる煮汁廃液の処理結果を表1に示す。リアクターの処理能力として、TOC、窒素、リンの平均除去率はそれぞれ21.4%、17.4%、23.7%であり、SSについては数値が約3倍になっていた。また、煮汁廃液中のTOCに対するT-VFA及び乳酸の割合はそれぞれ1.7%、1.9%と少量ではあるものの含まれていた。一方、処理水中のTOCに対するT-VFA及び乳酸の割合はそれぞれ6.9%、15.5%であった。

これらの結果と稲井らによる室内実験結果<sup>5) 6)</sup>を比較したところ、嫌気性DHSリアクター単独での有機物処理は、室内実験と同様に排水基準を満足するだけの効果を得られなかった。また、リアクターの有機物処理能力及び酸生成能力ともに室内実験結果よりも劣っていた。

この一因として、有機物の嫌気分解で生成する $\text{H}_2\text{CO}_3$ 、有機酸、乳酸の蓄積によって実証試験期間中のpH値が平均3.44と酸性付近であったために、酸生成菌やガス生成

菌が失活し、ガス化並びに有機酸化が阻害されたことが考えられた。有機酸化は阻害されたものの、処理水中の TOC に対する乳酸の割合は 13.6%と高く、処理水中のトータルの酸生成率としては 18.8%であった。これは、原水 TOC の約 10%が乳酸、有機酸化したことに相当する。

このことから、嫌気性 DHS リアクターによる有機物の分解反応及び酸生成反応は室内実験よりも劣るものの、確実に進んでいることが示唆された。また、嫌気性 DHS リアクターによる処理の向上と酸生成を促進させるためには、室内実験と同様に、アルカリ剤を添加し、pH 値を制御することで、酸生成菌やガス生成菌の活性を高める必要があると考えられる。

#### IV まとめ

タケサンフーズ株式会社(香川県小豆郡小豆島町)において煮汁廃液の処理工程に試験的に嫌気性 DHS リアクターを設置し、リアクターの加温及び pH 調整なしの条件で実証試験を行った。平均 TOC 容積負荷量 4.6kg/m<sup>3</sup>・d、滞留時間 23.4 時間(リアクター基準、スポンジ担体基準で 10.3 時間)で運転した際の TOC、窒素、リンの平均除去率はそれぞれ 21.4%、17.4%、23.7%であり、SS については値が約 3 倍になっていた。また処理水中の TOC に対する T-VFA 及び乳酸の割合はそれぞれ 6.9%、15.5%であり、トータルの酸生成率としては 18.8%であった。このことから、嫌気性 DHS リアクターによる有機物の分解反応及び、酸生成反応は室内実験結果よりも劣るものの、確実に進んでいることが示唆され、煮汁廃液処理工程で発生する余剰汚泥の減量化につながる事が期待される。

今後は、時期的に気温が低下することから、リアクタ

一の温度制御の検討及びリアクターによる処理の向上と酸生成を促進させる条件を検討するとともに、嫌気性 DHS リアクター導入による効果を評価する予定である。

#### 文献

- 1) 藤田久雄ほか：佃煮製造業を対象とした産業廃棄物の減量化のための実態調査結果について、香川県環境保健研究センター所報, 8, 135-137(2009)
- 2) 多川正：嫌気性微生物を活用した難分解性廃水処理技術の開発, 高松工業高等専門学校研究紀要, 43, 29-33(2008)
- 3) 多川正ほか：嫌気性 DHS リアクターによる食品・化学系廃水処理への適応性評価, 第 45 回日本水環境学会年会講演集, 396(2011)
- 4) 多川正ほか：嫌気性 DHS+UASB 法を用いた小規模さぬきうどん製造排水処理, 用水と排水, 54(2)153-160, 396(2012)
- 5) 稲井宏樹ほか：嫌気性 DHS リアクターを用いた煮汁廃液の処理及び余剰汚泥削減に関する研究, 香川県環境保健研究センター所報, 10, 56-60(2011)
- 6) 稲井宏樹ほか：佃煮製造工程から発生する煮汁廃液の嫌気性 DHS リアクターによる処理特性評価, 第 22 回廃棄物資源循環学会研究発表会講演論文集, CD-R(B8-1)(2011)

#### 謝辞

本研究を実施するにあたり、実証試験を快く引き受けてくださったタケサンフーズ株式会社に深く御礼申し上げます。

表1 嫌気性 DHS リアクターによる煮汁廃液の処理結果

項目	煮汁廃液		希釈水		処理水(約42倍希釈)		除去率 (%)
	平均	最小~最大	平均	最小~最大	平均	最小~最大	
pH (-)	4.33	4.06~4.08	6.68	6.55~6.74	3.44	3.11~3.60	-
TOC (mg/L)	190,343	163,960~204,200	25	21~28	3,508	2,725~4,538	21.4
SS (mg/L)	4,800	3,600~8,200	8.7	2~18	401	280~500	(▲258)
T-N (mg/L)	7,883	7,000~11,800	9.0	0~17.4	156	117~190	17.4
T-P (mg/L)	3,653	3,190~4,240	8.9	1.8~13.5	71	57.5~81	23.7
T-VFA (mg-C/L)	3,194	2,343~4,194	-	-	243	142~404	-
乳酸 (mg-C/L)	3,601	3,064~4,296	-	-	537	382~646	-

※104~140日目の平均, 平均TOC容積負荷4.6kg/m<sup>3</sup>・d, HRT23.4hrs(スポンジ容積計算10.3hrs)

### Abstract

The discharge of a large quantity of excess waste sludge is creating environmental problems at the *tsukudani* factory on Shodoshima Island. We introduced an anaerobic DHS reactor into the waste broth disposal process in order to try and reduce this excess sludge. When we set TOC volumetric loading of the anaerobic DHS reactor to 4.0kg/m<sup>3</sup>/d or more, we were able to remove 21.4% of the TOC on average, between the 104<sup>th</sup> day and the 140<sup>th</sup> day. About 18.8% of the carbon in the treated water decomposed into lactic and organic acid (such as acetic acid, propionic acid, butyric acid, and valeric acid). About 10% of the raw water's TOC became organic acid. Although the anaerobic DHS reactor was less effective at breaking down organic compounds and producing acid in the field experiment than in the laboratory experiment, the field experiment certainly suggests progress. Anaerobic DHS reactors are expected to contribute to the reduction of excess sludge in the waste broth disposal process.