

# 酵母による高酸度、高塩度、高有機性廃水である 梅加工廃水処理の検討

Treatment of Highly Acidic and Salty Organic Wastewater  
from a Plum Production Facility using Yeast in an Attached-Growth Process

高辻 渉<sup>1</sup>、山際秀誠<sup>1</sup>、花本敏和<sup>1</sup>、古川憲治<sup>2</sup>

<sup>1</sup>和歌山県工業技術センター／〒649-6261 和歌山市小倉60

<sup>2</sup>熊本大学大学院自然科学研究科／〒860-8555 熊本市黒髪2丁目39番1号

WATARU TAKATSUJI<sup>1</sup>, YOSHINOBU YAMAGIWA<sup>1</sup>, TOSHIKAZU HANAMOTO<sup>1</sup>,  
and KENJI FURUKAWA<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Industrial Technology Center Wakayama Prefecture/60, Ogura, Wakayama city, 649-6261, Japan

<sup>2</sup>Graduate School of Science and Technology, Kumamoto University

/2-39-1, Kurokami, Kumamoto city, 860-8555, Japan

## Abstract

Wastewater generated from the production of seasoned salty plums contains very high levels of sugar alcohol, citric acid and sodium chloride with COD, NaCl and pH values of about 120 g/l, 70 g/l and 2-3, respectively.

For effective treatment of this concentrated wastewater, a 100-time dilution is typically applied thus requiring a large aeration tank. In this research, a yeast strain (UY7) isolated from a plum-production wastewater treatment plant was shown to effectively cut the TOC component of this high-strength waste. Favorable TOC reductions were achieved with dilutions of only 3 to 10 times prior to biological treatment. The UY7 strain attached readily to the biomass carrier (biofringe) composed of acrylic fiber. In continuous-treatment experiments using a biofringe reactor, with an influent TOC of 14 g/l and a 5-time dilution factor, TOC removals of about 40% were successfully obtained with HRTs of 1.0 to 2.5 days.

**Key Words:** Yeast, Plum, Highly acidic wastewater, Salty organic wastewater, Acryl-fiber

## 1. はじめに

梅加工場からは、工場廃水と調味廃液の2種類の廃水が出てくる。工場廃水は、塩漬け梅の洗浄水、脱塩水および工場内洗浄水であり、COD1.5g/l、TOC750mg/l、食塩10g/l、pH3～4の廃水である。この廃水は主に標準活性汚泥法により処理されている。調味廃液は、梅の主力製品である調味梅を製造する際に出てくる廃液である。廃水量としては、工場廃水の50分の1程度であるがCOD120g/l、TOC50g/l程度と糖アルコールを主成分とし

た超高濃度有機性廃水である。さらに食塩70g/l、pH2～3と酸および食塩濃度が非常に高い。このため調味廃液を活性汚泥法で処理する場合100倍程度希釈する必要がある。よって梅加工場では総廃水量に比べ大変大きな廃水処理設備が必要となる。現在多くの工場ではこの調味廃液を処理せずに、産業廃棄物として処分している。しかしロンドン条約「96年議定書」批准により、産業廃棄物の海上投棄が禁止となり、また陸上での投棄場所の枯渇などから、この調味廃液を経済的かつ安定的に処理することが必要となってきた。

現在、我々は梅加工場内に廃水処理プラントを設置し、調味廃液を効率的に処理するための試験を行っている。この際、調味廃液を供給している流量調整槽でCODの減少が見られた。この液中の菌を調べた結果酵母が検出された。一般に酵母は高濃度有機性廃水処理に有効であり、各種食品工場で利用されている<sup>1-4)</sup>。吉沢らは、酵母はでんぷん以外のヘキソース、ペントース、糖アルコールなども資化できること、またCOD23g/lの高濃度の廃水を酵母処理した後、活性汚泥処理することにより安定に処理でき、かつ余剰汚泥の生成が少なくなったことを報告している<sup>2)</sup>。千種らは、食品工場の廃水(BOD4.05g/l)において、酵母処理ではBOD容積負荷を5.5~16kg BOD/m<sup>3</sup>dの幅広い範囲で水質を安定に維持することができ、pHの影響も少ないこと報告している<sup>4)</sup>。鈴木らは、酵母をひも状固定床に付着固定化することで、安定的に連続酵母処理ができることを報告している<sup>5, 6)</sup>。

今回、我々は梅加工場廃水処理プラントから分離した酵母を用いて、調味廃液を処理するための最適条件を検討した。まず調味廃液処理に最も有効な酵母菌を選択した。次に酵母の有機物除去に対する調味廃液濃度の影響を調べ、最も効率の良い調味廃液希釈率を決定した。さらに酵母を付着固定化するために有効な固定化担体を検討し、付着固定化酵母による調味廃液連続処理実験を行った。

## 2. 実験方法

### 2.1 供試酵母

梅工場廃水処理プラント設備から分離した9種類の酵母(KY1, KY2, KY4, KY5, KY6, UY5, UY6, UY7, UY8)および糖耐性、酸耐性、食塩耐性の強い*Pichia anomala*、*Pichia membranifaciens*等の酵母をNBRC:(独)製品評価技術基盤機構から10種類、IFO:(財)発酵研究所から2種類およびIAM:東京大学分子生物学研究所から2種類を購入し使用した。

### 2.2 供試廃水

Table 1に梅工場からでる調味廃液を示した。廃水1は調味廃液自体の成分値であり、廃水2は、窒素分とリン分を補うために硫酸アンモニウム30.7g/lとリン酸水素ニカリウム6.07g/lを添加した場合の成分値である。供試廃水はTOC70g/l、pH2.5、食塩70g/lと高濃度有機物、高酸度、高塩度の廃液である。

### 2.3 前培養

酵母1白金耳をオートクレーブ滅菌(121℃、30分)した麴汁(シヨ糖計示度10)50mlに入れ、30℃、150min<sup>-1</sup>、1~2日間振とう培養を行って調整した。

### 2.4 菌数測定

Fig. 1にOD<sub>660</sub>値とポテトデキストロース寒天培地を用いた平板培養法によって求めた生菌数の関係を示した。実線は(1)式より求めた相関曲線である。

$$\text{菌数} = 880000 \exp(2.137 \text{OD}_{660}) \quad (1)$$

廃水中の酵母菌数は、OD<sub>660</sub>値を測定し(1)式を使って求めた。

### 2.5 バッチ試験

オートクレーブ滅菌(121℃、30分)した廃水と前培養液を300ml容の三角フラスコに入れ綿栓し、30℃、150min<sup>-1</sup>で振とう培養した。前培養液が廃水量の1%を

Table 1 Water quality of seasoning solution used for experiment

Item	wastewater 1	wastewater 2
COD <sub>Mn</sub> (g/l)	120 ~ 150	140
TOC (g/l)	50 ~ 70	70
TN (mg/l)	300 ~ 500	7000
TP (mg/l)	3 ~ 70	1200
pH	2.4 ~ 2.5	2.5
NaCl (g/l)	68 ~ 73	70

Wastewater 2 was prepared by adding 30.7 g/l of (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> and 6.07 g/l of K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> to wastewater 1.

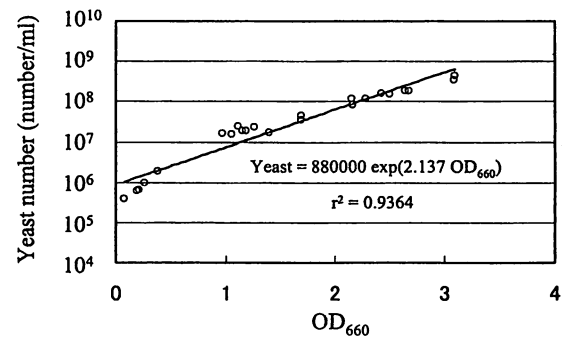


Fig. 1 Relationship between yeast number and OD<sub>660</sub>.

超える場合は、前培養液成分の影響を除くため、遠心分離 (80min<sup>-1</sup>、5分) で前培養液を除き、酵母のみを廃水に投入した。

## 2. 6 付着固定化実験

付着固定化担体としてBFT9 (Japan Vilene Co., Ltd.)、キトサンボール (Fuji Spinning Co., Ltd.)、バイオフリンジ (NET Co., Ltd.) およびパイル織物 (Ohya Pile Co., Ltd.) を使用した。BFT9は厚みが1cmのシート状のポリエステル系不織布であり、キトサンボールはキトサン繊維を直径2cmの球に成型したものである。バイオフリンジは、アクリル繊維を直径0.2cm、長さ10cmの棒状に成型したものである。パイル織物は、ひも状のアクリル繊維を織物に取り付けたものであり、パイル長1cm (パイル1) と3cm (パイル2) の2種類を使用した。

付着固定化担体は形状を測定した後、50℃で減圧乾燥しデシケーター中で放冷した。その後付着固定化する前の担体重量を測定した。

付着固定化実験は、Table 1 に示した廃水2の5倍希釈液100mlに前培養液1mlと担体1~8g程度を300ml容の三角フラスコに入れ、30℃、150min<sup>-1</sup>で巡回振とうした。廃水中のOD<sub>600</sub>値が平衡に達した後 (平衡時の菌数は10<sup>8</sup>個/ml以上)、担体を廃水から取り出し、10秒間雫が落ちないようになった時点でピーカーに移し蒸留水10mlで担体を2回洗浄した。

担体に付着した酵母量を求めるために洗浄後の担体を50℃で減圧乾燥し、デシケーター中で放冷後重量を測定した。酵母付着量は、この測定重量からブランク重量を差し引き求めた。ブランク重量は、酵母の固定化実験で使用了ものとはほぼ同じ大きさの担体を廃水に入れ、固定化実験と同時間振とうしたものであり、担体への廃水分付着量である。

## 2. 7 連続処理実験

Fig. 2 に連続実験処理装置の模式図を示した。リアクタ (液容積は2l)、原料タンク、泡捕集器および配管チューブはすべてオートクレーブで滅菌 (121℃、15min) した。廃水はTable 1の廃水2を5倍希釈した後、オートクレーブで滅菌したものを使用した。廃水中のTOC、TNおよびTPは滅菌前後でほとんど変化しなかった。担体は、長さ10cmのバイオフリンジ (NET Co. Ltd.) を90本連ねたもの (長さ435mm) を散器配管に巻きつけ固定した。

担体をリアクタに取り付けた後、廃水1lおよび酵母の前培養液30mlを入れ、25℃で1日間空気曝気を行った。供給空気は、0.5μmのフィルターを通してリアクタ内に供給した。その後、オートクレーブ滅菌した廃水をリアクタに供給した。リアクタ内の廃水は2l/minで空気曝気した。

## 2. 8 26S rDNA D1/D2領域配列解析

分析用の菌体はYM寒天培地 (Becton Dickinson, MD, USA) を用いて25℃で培養した。菌体のDNAはDNeasy Plant Mini Kit (QIAGEN, Hilden, Germany) を用いて抽出し、26S rDNA D1/D2領域を増幅するために puReTaq ready-To-Go PCR beads (Amersham Biosciences, NJ, USA) を用い、プライマーとしてNL1 : 5'-GCATATCAAGCGGAGGAAAAG、NL4 : 5'-GGTCCGTGTTTCAAGACGG (O'Donnell<sup>7)</sup>) を使用してPCR操作を行なった。得られたPCR増幅産物は、QIAquick PCR Purification Kit (QIAGEN, Hilden, Germany) を用い精製し、塩基配列は、プライマーとしてNL1、NL2 : 5'-CTCTCTTTTCAAAGTCTTTTCATCT、NL3 : 5'-AGATGAAAAGAAGTTGAAAAGAGAGおよびNL4 (O'Donnell<sup>7)</sup>) を使用し、BigDye Terminataor v3.1 Kit (Applied Biosystems, CA, USA) を用いてABIPRISM3100Genetic Ana-

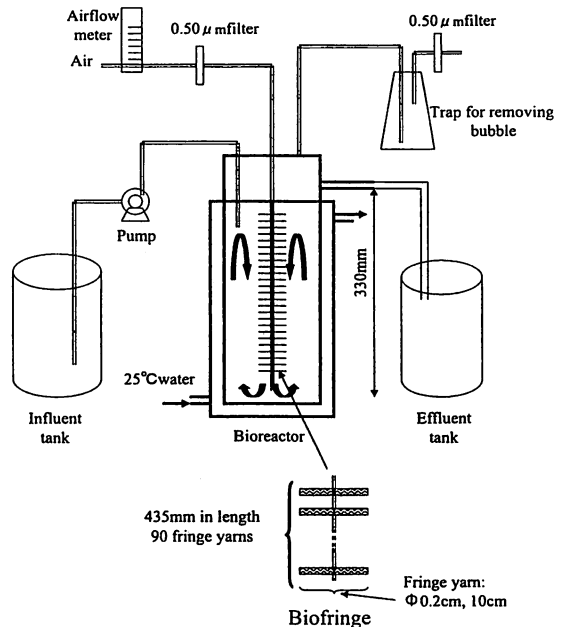


Fig. 2 Schematic diagram of experimental system.

lyzer System (Applied Biosystems, CA, USA) によるサイクルシーケンス法で決定した。得られた塩基配列は、国際塩基配列データベース (GenBank/DDBJ/EMBL) で検索を行い、系統樹を作成した。

2.9 分析方法

COD<sub>Mn</sub> および TP は、工場排水試験方法 JISK0102<sup>8)</sup> に従い測定した。TOC および TN は、全有機体炭素計 TOC-V<sub>CPH/CPN</sub> (Shimadzu Co.) で測定した。食塩および pH は、塩素イオンセンサー sensionTM2 (HACH 製) および pH メーター HM-30V (DKK TOA 製) で測定した。DO は、溶存酸素メーター LDO HQ-10 (HACH 製) で測定した。

3. 結果と考察

3.1 調味廃液処理の最適酵母について

Table 1 の廃水 2 の 5 倍希釈液 100ml に酵母の前培養液 1ml を入れバッチ試験を行った。Fig. 3 には梅工場から分離した 7 種類の酵母を使って行ったバッチ試験における TOC 濃度の経日変化を示した。UY 酵母混合系と酵母 UY7 が最も効率よく TOC を除去することができた。Fig. 3 中の実線は、酵母 UY7 の実測値を近似する 1 次反応曲線 (2) 式) である。実線は実測値を良く近似しており、酵母による調味廃液の生物的酸化は、1 次反応で表すことができた。Table 2 の No. 1 に近似曲線 (2) から求

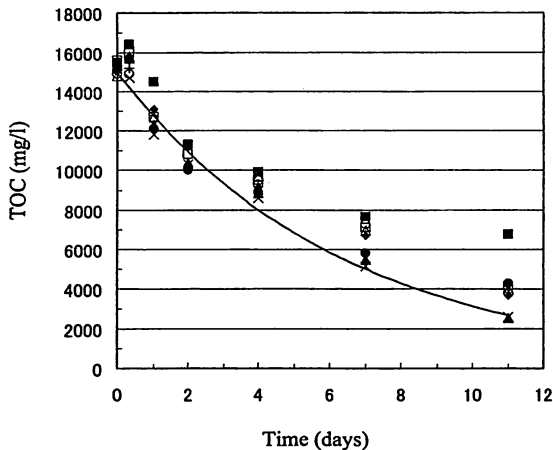


Fig. 3 Changes of TOC concentrations in 5 times diluted solution using different kinds of yeast. Symbols: ○: KY1, △: KY2, □: KY4, +: KY1+KY2+KY4, ◆: UY5, ●: UY6, ▲: UY7, ■: UY8, ×: UY5+UY6+UY7+UY8 —: Eq.(2) with b of UY7 in Table 2

めた b 値および相関係数 r<sup>2</sup> の値を示した。

$$C_t = C_0 \exp(-bt) \tag{2}$$

ここで C<sub>t</sub> は廃水中 TOC 濃度 (mg/l)、C<sub>0</sub> は初期廃水中 TOC 濃度 (mg/l)、t は反応時間 (day)、b は TOC 除去速度定数 (1/day) である。

他の酵母についても同様なバッチ試験を行い TOC 除去速度定数 (b 値) を求めた (Table 2 の No. 2 ~ 4)。この結果、酵母 UY7 および KY6 が調味廃液の有機物を最も良く除去できることが判明した。Fig. 4 に酵母 UY7

Table 2 1<sup>st</sup> order TOC removal constants for test yeast strain

No.	Yeast strain	b (1/d)	r <sup>2</sup>
1	KY1	0.111	0.973
	KY2	0.117	0.977
	KY4	0.117	0.980
	KY1+KY2+KY4	0.118	0.971
	UY5	0.128	0.992
	UY6	0.117	0.964
	<b>UY7</b>	<b>0.160</b>	0.987
	UY8	0.082	0.919
	UY5+UY6+UY7+UY8	0.157	0.992
	<b>(UY7)</b>	<b>0.145</b>	0.998
2	KY5	0.0978	0.984
	KY6	0.144	0.998
	<b>(UY7)</b>	<b>0.150</b>	0.945
3	<i>P. membranifaciens</i> NBRC10892	0.104	0.791
	<i>P. nakazawae</i> var. <i>akitaensis</i> NBRC1669	0.0314	0.223
	<i>P. acaciae</i> NBRC1681	0.0888	0.804
	<i>P. anomala</i> NBRC10213	0.120	0.804
	<i>P. anomala</i> NBRC0118	0.104	0.797
	<i>S. cerevisiae</i> NBRC1046	0.128	0.906
	<i>C. vanderwaltii</i> NBRC10319	0.0877	0.866
	<i>C. versatilis</i> NBRC10664	-	-
	<i>C. versatilis</i> NBRC10038	-	-
	<i>C. versatilis</i> NBRC0854	-	-
	<b>(UY7)</b>	<b>0.158</b>	0.989
4	<i>Z. rouxii</i> IAM12879	0.0927	0.980
	<i>D. hansenii</i> IAM4978	0.0796	0.914
	<i>Z. baillii</i> IFO1098	0.0611	0.965
	<i>C. magnoliae</i> IFO0705	0.15	0.996

P: *Pichia*, S: *Saccharomyces*, C: *Candida*, Z: *Zygosaccharomyces*, D: *Debaryomyces*

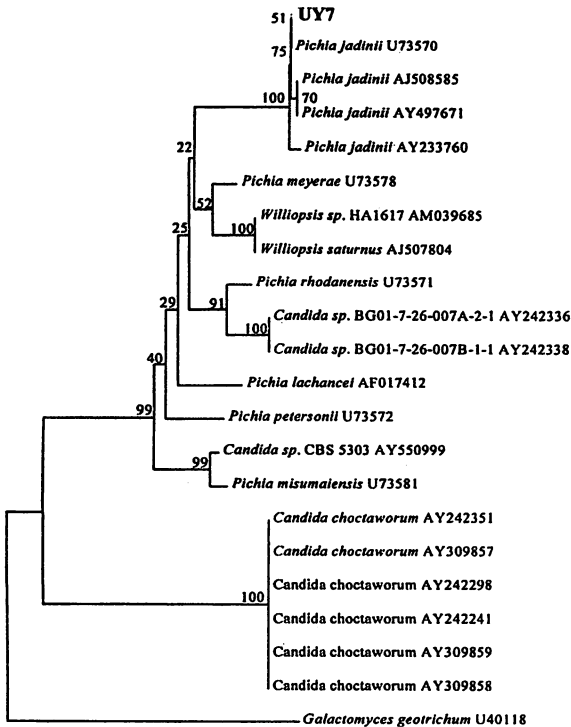


Fig. 4 Distance matrix tree showing genomic relationships between UY7 strain and related yeasts.

の26S rDNA配列に基づく系統図を示した。UY7は、*Pichia jadinii*の塩基配列と99.2~99.7%の高い相同性を示した。

### 3. 2 調味廃液の最適希釈倍数について

Table 1の廃水1を蒸留水で1~100倍に希釈した液100mlにUY7株の前培養液1mlを投入し、バッチ試験を行った。Fig. 5には廃水1の10、25、50、100倍希釈液中のTOC濃度の変化を示した。Fig. 5の実線は、(2)式に基づく近似曲線である。各希釈倍数に対する近似曲線から求めた $C_0$ 、 $b$ および $r^2$ 値 (Table 3)を基に(3)式からTOC除去量を求めた。

$$\Delta \text{TOC} = V \cdot C_0 [1 - \exp(-bt)] \quad (3)$$

ここで、 $\Delta \text{TOC}$ は廃水から除去されたTOC量 (mg)、 $V$ は廃水量 (l)である。

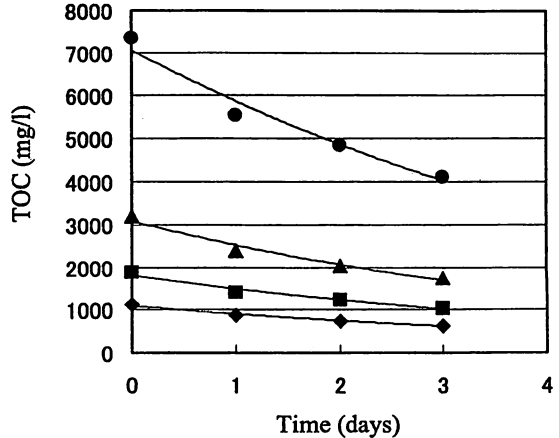


Fig. 5 Time course of TOC removal in wastewater 1 diluted from 10 to 100 times using UY7 strain. Symbols: ●: 10 times, ▲: 25 times, ■: 50 times, ◆: 100 times, —: Eq.(2) with  $C_0$  and  $b$  of UY7 in Table 3

Table 3 1<sup>st</sup> order TOC removal constants for UY7 strain

Times of dilution	$C_0$ (mg/l)	$b$ (1/d)	$r^2$
1	67700	0	-
2	32600	0.0135	0.956
3	23100	0.0729	0.998
4	17400	0.0865	0.996
5	14900	0.0931	0.958
10	7070	0.187	0.971
25	3090	0.199	0.975
50	1820	0.198	0.967
100	1030	0.144	0.965

Fig. 6に希釈倍数に対するTOC除去量の経日変化を示した。廃水を希釈せずにを行った試験では、廃水中のTOCを除去することができなかった。その時の生菌数を調べた結果、コロニーが検出されなかった。これは廃液がpH2.5、食塩濃度70g/lと高酸度かつ高塩度であるため酵母が死滅したと考えられる。廃水を2倍以上に希釈すればTOCを除去することができた。3倍希釈の場合TOC除去量が最も大きく、希釈倍数が上がるにつれて除去量が低下し、25倍希釈以上に薄めすぎるとTOC除去量が大きく低下した。しかし除去率と関係するTOC除去速度定数 ( $b$ 値) (Table 3)は、10~50倍希釈で高くなった。また調味廃液の10倍希釈液以下では $\text{pH} < 3$ と低いので、雑菌汚染防止のために硫酸や次亜塩素系の薬剤を投入す

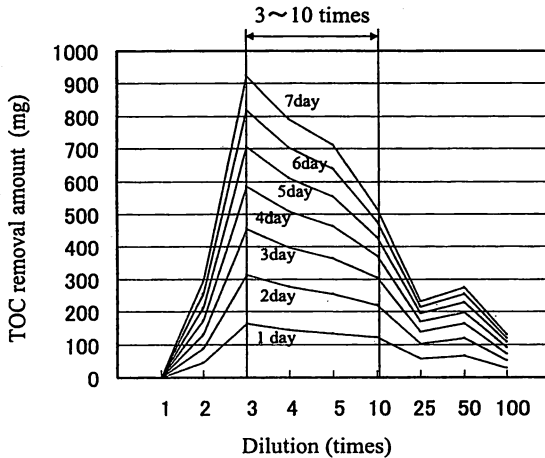


Fig. 6 Removal TOC from 100ml-wastewater 1 diluted from 1 to 100 times using UY7 strain.  
—: calculated from Eq.(3) using  $C_0$  and  $b$  of UY7 in Table 3

る必要がなくなることから、調味廃液を3~10倍希釈して酵母処理することが効率的であると考えられる。

またTable 3に示したように希釈倍数が大きくなるにつれてTOC除去速度定数 ( $b$  値) が大きくなるが10倍希釈から50倍希釈で  $b$  値が  $0.2 \text{ l/day}$  付近に収束し、100倍希釈の場合  $b$  値は逆に低くなった。これは調味廃液には、酵母UY7では資化され難い物質が存在するため途中からTOC除去率が急激に下がったためであると考えられる。

### 3.3 付着固定化担体の検討

Table 4に各付着固定化担体に対するUY7株の固定化量を示した。材質比較の場合、担体の表面積をそろえて実験を行った。材質的には、アクリル系のバイオフリン

ジが酵母を良く付着した。またバイオフリンジは、他の担体に比べ比表面積 (単位体積当りの表面積) が大きく、リアクタ内に高濃度の酵母を保持できるものと考えられる。キトサンボールは、酵母よりも廃水成分を良く付着してしまった。

アクリル系の担体では、バイオフリンジとパイル2が酵母を良く付着固定化した。パイル2はパイル1より酵母を2倍程度多く付着固定化することができた。これはパイル長がパイル2の方がパイル1より3倍程度長く、アクリル部分の表面積が大きいことによるものと考えられる。

### 3.4 固定化酵母連続処理

UY7株をバイオフリンジに付着固定化し連続処理実験を行なった。Table 5に連続運転条件を示した。滞留時間は2.5~1.0日まで段階的に下げることにより、TOC容積負荷量を  $5.1 \sim 12.5 \text{ kg TOC/d/m}^3$  まで高めた。梅廃水のBODはTOCの1.5倍程度の値を示すことより、 $12.5 \text{ kg TOC/d/m}^3$  は、 $19 \text{ kg BOD/d/m}^3$  に対応する。空気量は、リアクタ内酵母の流動性と泡の発生を考慮して供給 ( $2 \text{ l/min}$ ) したが、実験を通してDOは  $0.1 \sim 0.3 \text{ mg/l}$  程度にしか上げることができなかった。Fig. 7に流入水と処理水のpHおよびTOC濃度を示した。流入水TOC濃度  $10 \sim 14 \text{ g/l}$  の廃水を連続的にリアクタに供給したが、処理水TOC濃度は、ほぼ一定値の  $8.1 \text{ g/l}$  を維持した。このことより酵母UY7は流入水TOCの40%程度を比較的簡単に除去できるが、それ以上のTOCを除去することは困難であることが判明した。また流入水pHは  $3.0 \sim 3.1$  であったが、処理水pHは  $2.1 \sim 2.7$  と酸性にシフトした。これは、酵母の糖分解により有機酸が生成したものと考えられる。

Table 4 Comparison of biomass carrying capacity for various biomass carriers

Biomass carrier	weight (g)	surface area (cm <sup>2</sup> )	volume (cm <sup>3</sup> )	specific attached weight		bulk solution (number/ml)
				(g-yeast/cm <sup>2</sup> -surface)	(g-yeast/g-carrier)	
BFT9	0.8656	129	30.8	$8.00 \times 10^{-5}$	0.0119	$5.40 \times 10^8$
Chitosan ball	8.2066	117	42	0	0	$2.74 \times 10^8$
Biofringe	1.8753	124	6.2	$2.48 \times 10^{-4}$	0.0163	$4.56 \times 10^8$
Biofringe	2.0014				0.02698	$4.98 \times 10^8$
Pile1	2.036				0.00893	$5.57 \times 10^8$
Pile2	1.6039				0.01855	$5.57 \times 10^8$

BFT9 (Japan Vilene Co., Ltd.) is nonwoven made of polyester. Chitosan ball (Fuji Spinning Co., Ltd.) is made of chitosan fiber. Biofringe (NET Co., Ltd) is made of acryl-fiber. Pile 1 and Pile 2 (Ohya pile Co., Ltd.) are textiles made of acryl fiber.

Table 5 Operational conditions for continuous treatment

Run (d)	HRT (d)	VLD* (kg TOC/m <sup>3</sup> /d)	DO (mg/l)	Temperature (°C)	OD <sub>660</sub> **
A (0-10)	2.5	5.1	0.1	25	2.83
B (11-14)	2.1	6.3	0.1	25	3.10
C (15-25)	1.6	8.2	0.1	25	3.05
D (26-35)	1.0	0.1	25	2.68	

\*: Volumetric loading rate \*\*: ABS at  $\lambda = 660$  nm

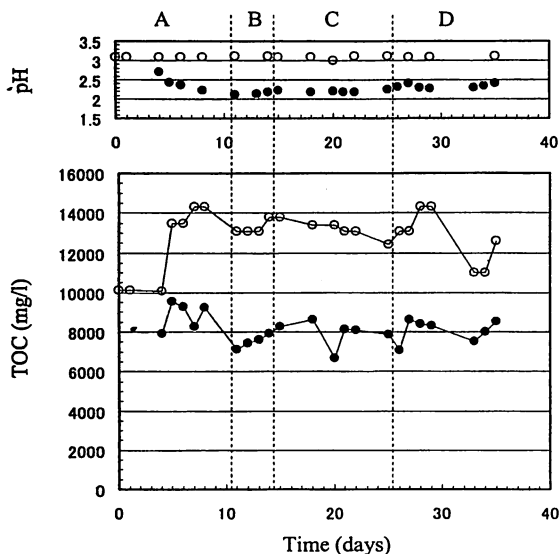


Fig. 7 Time courses of TOC concentrations and pH for each hydraulic retention time.

Symbols: ○: influent, ●: effluent

このシステムでは、酵母の返送を行っていないにもかかわらずリアクタ出口直後の処理水のOD<sub>660</sub>は実験期間中2.6以上であり、リアクタ内の酵母濃度は10<sup>8</sup>個/mlを維持できた。これは固定化材に付着した酵母が増殖し、許容付着量を超えた分が液中でさらに増殖したものと考えられる。この増殖量は、流入速度を上げた場合のリアクタ内から流出した酵母量を十分に補えるものであった。また流出酵母は沈降性が良く、流出タンク中で容易に固液分離ができるため、リアクタへの返送を行なうことによりリアクタ内の酵母濃度をさらに高めることが可能となり、さらなる滞留時間の短縮化（リアクタの縮小化）が期待できる。

#### 4. まとめ

一般に小規模の梅加工工場では、廃水の負荷変動が非常に大きく、安定に活性汚泥処理を維持することが難しい。また、調味廃液はCODが120g/lと高く、活性汚泥法により処理するためには、廃液を100倍程度に希釈しなければならない。このため大きな廃水処理設備が必要となり、小規模工場では経済的に大きな負担になる。今回これらの問題を解決するために、酵母の利用を検討し、以下の結果を得た。

- 1) 酵母は、調味廃液を2倍以上に希釈すれば処理することができ、3倍～10倍希釈で効率的に調味廃液を処理することができた。
- 2) 梅工場に設置した廃水処理パイロットプラントの流量調整槽から分離した酵母UY7株が調味廃液処理に最も優れていた。
- 3) 酵母UY7株を付着固定化するためには、ポリアクリル製の担体が最も優れていた。この担体を利用して36日間の連続処理実験を行った結果、反応槽内には10<sup>8</sup>個/mlの酵母濃度を維持でき、TOC容積負荷量を5.1～12.5kgTOC/d/m<sup>3</sup>と変動させても40%のTOC除去率を維持できた。

以上より、酵母は廃水の負荷変動に強く、高濃度の廃水を処理できるため調味廃液処理に酵母を利用することにより、処理槽の縮小化が可能になると考えられる。

今後は、酵母槽での処理能力をさらに高める検討を行い、工場での実廃水処理プラントにおいて、酵母処理の有効性を確認する計画である。

#### 引用文献

- 1) 吉沢 淑：酵母を用いる食品工業廃水新処理法の開発，日本農芸化学会誌，55，8，705-711（1981）
- 2) 吉沢 淑，鈴木 修：酒造排水の酵母による処理，用水と廃水，28，10，1016-1023（1986）
- 3) 千種 薫，矢口淳一，大下信子，長谷川太郎，山本 菜穂子：酵母による食品工場廃水の処理と有効利用，用水と廃水，37，10，795-800（1995）
- 4) 千種 薫，矢口淳一，大下信子，石川久男，渡辺義公：酵母による高濃度有機性排水の処理特性，環境工学研究論文集，32，89-97（1995）
- 5) 鈴木 修，更田俊郎，小針 致，小幡孝之：固定床一酵母を用いる排水浄化法，用水と廃水，37，2，119-123（1995）
- 6) 鈴木 修，小針 致，家藤治幸，秋田 修：プロトプラスト融合法による排水処理用酵母の育種，醸造協会誌，91，7，521-526（1996）
- 7) Reynolds, D.R. and Taylor, J. W.: The Fungal

Holomorph: Mitotic, Meiotic and Pleomorphic  
Speciation in Fungal Systematics, CAB International,  
Wallingford, UK, 225-233 (1993)

8) 工場排水試験方法 JIS K 0102, 日本規格協会 (1998)  
(受付 2007. 3. 7)  
(受理 2007. 7. 20)