

# 発酵食品の品質に与える影響要因（原料）に関する研究（第3報）

武田文宣\* 元木努\*\* 田畑 恵\* 久保雄司\*\*\*

## 1. はじめに

醤油、味噌、清酒などの発酵食品において、その品質に与える原料の影響が顕著に大きいことは言うまでもない。清酒を例にすれば、主原料である米、米麴が重要であるのは当然であるが、発酵過程を支える水、並びに麹菌や酵母も米以上に大切な品質要素といえる。

しかしながら、水については、醸造における役割は明確なものの、その成分組成や形態の違いによる酒質（味、香り）との関係は詳細には解明されていない。また、麹菌については、突然変異株の取得による酵素力価の高い菌株の開発は行われているが、遺伝子レベルでの研究はあまりなされていない。

## 2. 目的

本研究では、①原料水の成分特性（含有無機イオン）と酒質（味、香り）の関係、②麹菌の酵素力価を支配する遺伝子部位について検討を行う。

## 3. 原料水と清酒品質との関係

### 3.1 試験方法

無機塩（18年度は、Ca 塩を使用）を所定量添加した水を仕込水（表1参照）を用いて、発酵試験を行い、生成する有機酸、アミノ酸及び香り成分等を測定した。

試験は、昨年度検討した条件同様、2% PP 製容器に水(1,300mL)、α化米(320g)、乾燥麹(80g)、酵母（協会9号酵母を液体培養したもの10mL）を加え、12℃の恒温器内で、21日間発酵させた。仕込水は、逆浸透膜処理水を基に、無機塩を添加して調製した。試験は1Lot.につき5系列繰り返し数N=5とし、仕込水以外の原料である米、麹、酵母は、同一なものを用いた。

表1 仕込水成分

No.	試験区名	添加無機塩	添加量 mg/L	含有量(mg/L)		
				Ca	Cl	SO <sub>4</sub>
Lot.3	3-1	CaCl <sub>2</sub>	2000	708	1226	
	3-2		400	143	245	
	3-3		80	29	51	
	3-4	CaSO <sub>4</sub>	130	40		92
	3-5	無	0	0.0	1.1	0.7

### 3.2 分析方法

陽イオン、陰イオンは、蒸留水で適宜希釈し、それぞれノンサプレッサ方式、サプレッサ方式イオンクロマトグラフ（島津製作所製）により定量した。有機酸は、蒸留水で5倍に希釈し、pH 緩衝化ポストカラム電気伝導度検出法により定量した。アミノ酸は、クエン酸ナトリウム溶液(pH2.2)で5倍希釈し、ポストカラム蛍光検出法により定量した。また、香り成分は、

ヘッドスペースガスクロマトグラフにより定量した。

### 3.3 結果及び考察

図1に発酵試験における重量減少量、即ちCO<sub>2</sub>の総発生量の変化を示したとおり、発酵の進行は良好であった。塩濃度の極めて高い3-1においては、明らかに発酵初期の立ち上がりが速かった。

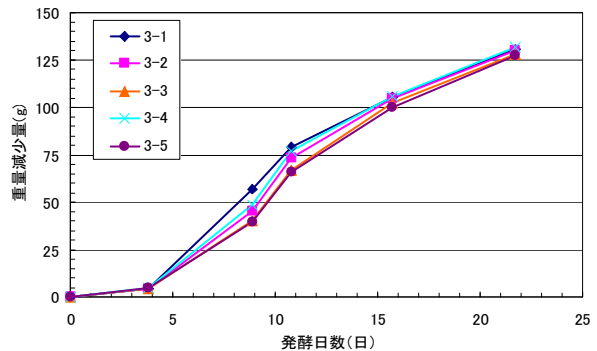


図1 重量減量 (CO<sub>2</sub>発生量) の推移

図2は、発酵過程におけるピルビン酸濃度の推移であるが、添加塩の多いものほど、生成速度が速く、また最高濃度が高いことが推察された。

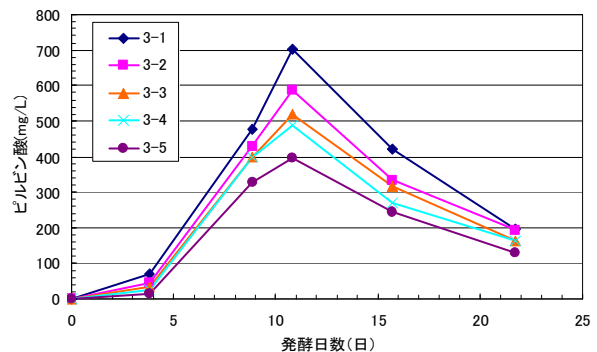


図2 ピルビン酸濃度の推移

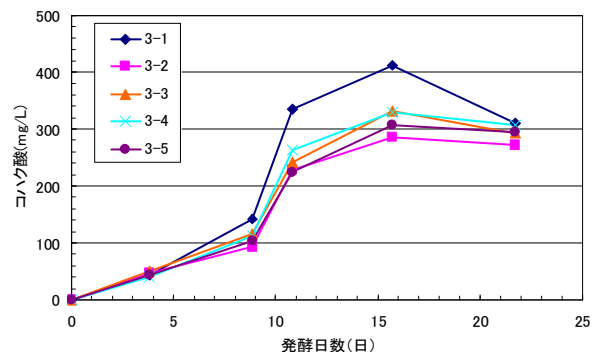


図3 コハク酸濃度の推移

図 3 は、コハク酸濃度の推移を示したグラフであるが、添加塩の極めて多い 3-1 試験区以外は、ほぼ同様の経過を示していた。

得られた試験酒の成分分析を行った結果を表 2 ～ 5 に示す。

表 2 一般分析結果

No.	試験区名	酒精度	日本酒度	酸度	アミノ酸度	グルコース
		vol%	mL	mL	mL	wt%
Lot.3	3-1	11.2	-3.6	1.6	0.8	0.2
	3-2	11.6	1.0	1.5	0.6	0.2
	3-3	11.5	3.8	1.6	0.6	0.1
	3-4	11.7	3.6	1.5	0.6	0.1
	3-5	11.4	4.7	1.6	0.6	0.1

香氣成分の生成量について、Ca 塩添加試験区(3-1～4)と無添加区試験区(3-5)を比較したところ、3-1 において若干多いようにも見えるが、塩添加による有意な差は認められなかった。

表 3 香氣成分分析結果

No.	試験区名	酢酸イソアミル	イソアミルアルコール	カプロン酸エチル
		mg/L		
Lot.3	3-1	3.83	122.9	1.02
	3-2	3.29	121.3	0.95
	3-3	3.42	128.5	0.92
	3-4	3.17	120.8	0.98
	3-5	3.29	132.9	0.92

有機酸の濃度については、塩添加試験区(3-1～4)と無添加区(3-5)を比較すると、リンゴ酸のように添加量が増えると濃度が低くなるものや、反対にクエン酸のように高くなるものがあった。

アミノ酸については、前報<sup>1)</sup>の Mg 塩添加試験区と同様に、Cl 塩添加試験区(3-1～3)では、無添加試験区に比べ、分析した全 14 種で高い濃度値を示した。反対に、SO<sub>4</sub> 塩添加試験区(3-4)では、アミノ酸量が 10～50%程度低い値を示した。

#### 4. 麹菌変異株取得時における酵素力価遺伝子の解明

##### 4.1 実験方法等

前報<sup>1)</sup>で報告した市販種麹「氷上」(株式会社秋田今野商店)を親株として紫外線照射により得られた変異株について、岩間の方法<sup>2)</sup>に準じて製麹試験を行い、キッコーマン社製分析キットにより、α-アミラーゼ及びグルコアミラーゼ酵素の力価を測定した。

##### 4.2 結果及び考察

親株及び得られた変異株 13 株で製麹した麹の α-アミラーゼ及びグルコアミラーゼ活性 (U/g・米) を測定した結果、親株と比べ 0.8～1.2 倍ないし、0.9～1.6 倍程度の活性を示した (図 4, 5)。図 6 には、G/A 比、即ちグルコアミラーゼ/α-アミラーゼ比を示したが、いずれも親株より著しく優れた値を示す菌株は見いだせなかった。

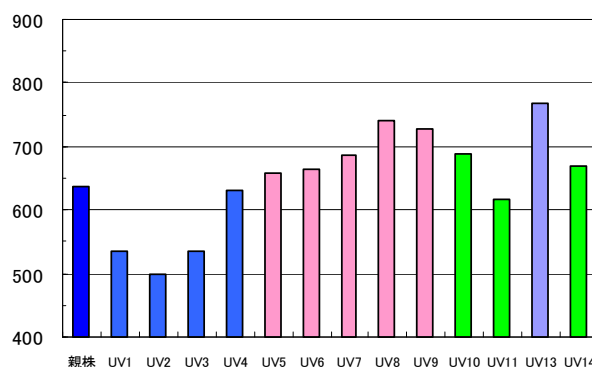


図 4 α-アミラーゼ活性の比較

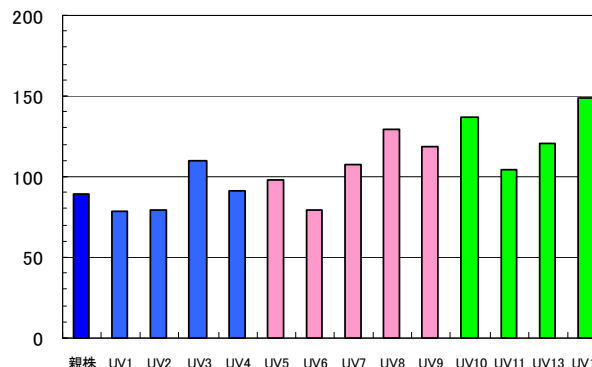


図 5 グルコアミラーゼ活性の比較

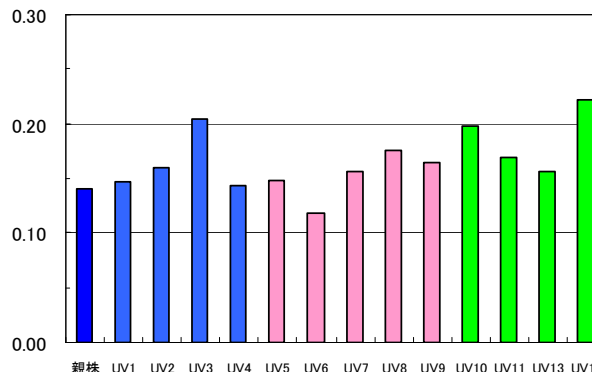


図 6 G/A 比の比較

#### 5. まとめ

これまで、原料水(逆浸透膜処理水)に無機塩として、Na 塩、Mg 塩、Ca 塩のいずれかを所定量添加した水を仕込水に用いて、小仕込みによる発酵試験を行ってきたが、MgCl、CaCl 添加では同様の傾向が見られ、製成酒の香味成分に大きな違いはなく、若干アミノ酸量が高めであった。一方、NaCl 添加では香氣成分や有機酸の生成量が高めになる傾向が見られた。また、いずれのミネラルの SO<sub>4</sub> 塩を添加した場合も、アミノ酸の生成量が低くなるという特徴が認められた。

麹菌については、10 数株変異株を取得できたが、いずれも親株と比べ酵素活性が著しく優れたものは得られなかった。

##### 参考文献

1) 武田文宣, 吉浦貴紀, 田畑恵, 嘉成康弘, 発酵食品の品質に与える影響要因(原料)に関する研究(第 2 報), 茨城県工業技術センター研究報告 2006, 第 34 号,

2) 岩間直子, 有用麹菌の開発および応用に関する研究  
 (第 6 報), 平成 14 年度青森県工業系試験研究機関事業報告書, P. 113

表 4 有機酸分析結果

(単位:mg/L)

試験No.	試料名	クエン酸	ピルビン酸	リンゴ酸	コハク酸	乳酸	酢酸
	3-1	129.9	196.6	145.5	311.1	137.0	95.4
	3-2	92.8	193.8	189.6	271.4	144.4	73.6
Lot.3	3-3	76.8	161.6	219.1	292.7	149.7	67.0
	3-4	80.8	163.8	201.2	307.2	155.4	78.7
	3-5	69.7	128.9	227.7	295.0	158.2	60.1

表 5 アミノ酸分析結果

(単位:mg/L)

試験No.	試料名	アスパラギン酸	スレオニン	セリン	グルタミン酸	グリシン	アラニン	バリン	イソロイシン	ロイシン	チロシン	フェニルアラニン	ヒスチジン	リジン	アルギニン
	3-1	26.8	35.6	32.9	119.3	77.4	130.8	28.4	16.6	35.3	35.7	25.9	39.9	28.2	238.0
	3-2	25.3	34.0	32.5	109.2	72.0	108.9	27.0	17.3	34.6	32.2	22.0	38.0	28.0	208.0
Lot.3	3-3	24.6	32.4	31.3	113.6	70.2	115.7	25.3	16.3	32.5	31.6	20.7	36.2	30.4	183.6
	3-4	20.3	25.7	25.5	67.0	57.7	91.8	20.1	13.8	29.0	13.6	16.8	29.4	22.3	137.9
	3-5	22.7	29.9	29.5	111.2	69.3	107.0	22.9	15.2	30.6	29.4	18.8	33.6	29.2	169.5