

酒醸饅頭に関する研究（第11報）

並行複発酵方式による試作

天野武雄・小坂泰彦*

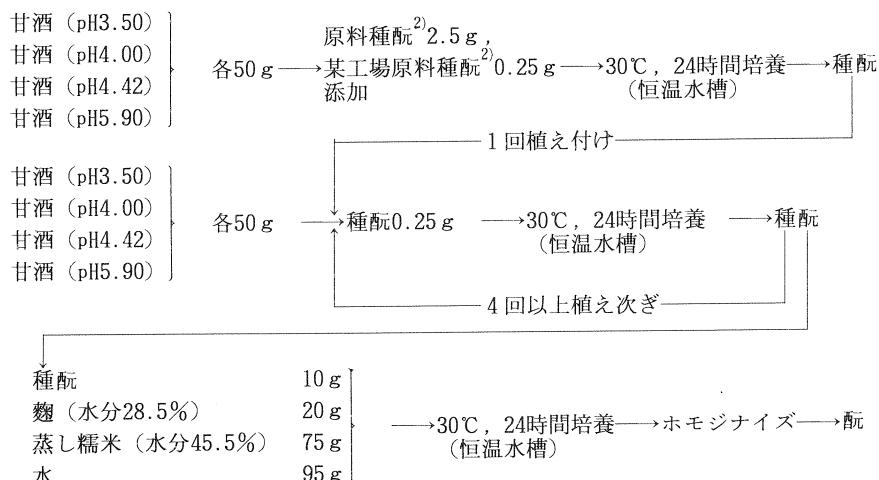
さきに、乳酸菌の存在しない各種の種醸を用いて、単行複発酵方式によって饅頭を試作したところ、いずれの酵母を用いた饅頭でも全体に風味が乏しいとの品質評価を受けた¹⁾。

そこで、前報²⁾では饅頭の風味を改善するため酵母と共に乳酸菌の存在する種醸を用いて単行複発酵方式で饅頭を試作したところ、製品に酸味が付与されるのみで、著しい改善は認められなかった。

本報では、香味及び酸味の改良を目的として、製造方法は単行複発酵方式に比較して複雑となるが、従来からの製造法である並行複発酵方式による試作を試みた。

実験方法

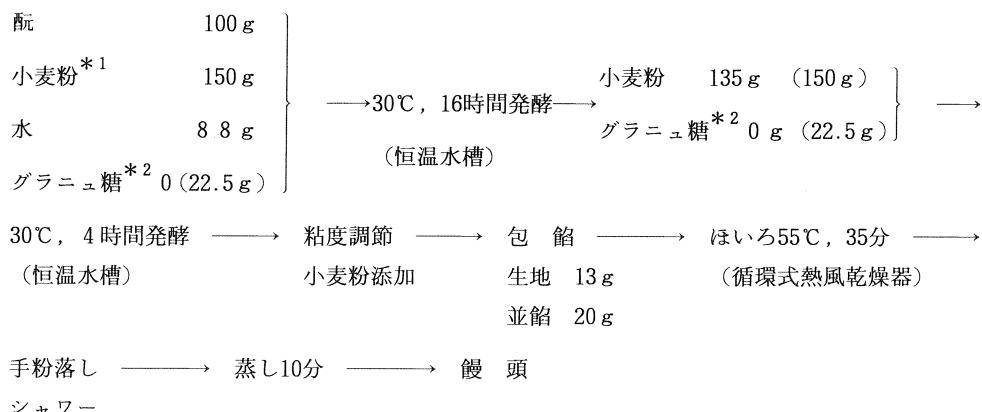
1. 種醸、醸、発酵生地、饅頭の調製法 第1図、第2図に示す。



第1図 種醸、醸の調製法

麹の酵素力価： α -アミラーゼ 1687D $\frac{40}{30}$ / g - 麹，グルコアミラーゼ 225mg Glucose / hr / g - 麹，酸性プロテアーゼ (pH 3.0) 4181 μ g Tyrosine / hr / g - 麹

* 元愛知工大生



第2図 発酵生地及び饅頭の調製法

グラニュ糖無添加生地は()のないもの、グラニュ糖添加生地は無添加生地の配合に()のものを添加

*1 日清製粉㈱製中力粉(月)

*2 小麦粉に対してグラニュ糖を15%添加

2. 分析方法 水分、直糖、エチルアルコール、酵母数、細菌数、乳酸菌数、有機酸の測定は前報²⁾に従って行った。

3. 酵素力価の測定

3. 1. 酵素液の調製 米麹2 gに0.5%食塩水(pH 5.0, 0.2 M 酢酸緩衝液を5%含有)を加え5°Cで一夜抽出する。次に抽出濾液1.5 mlをセロハン底付透析管(10φ×65mm)に入れpH 5.0, 0.01 M 酢酸緩衝液500 ml中にて5°Cで一夜透析した後、透析内液を上皿電子天秤で3 gになるまで洗い込み酵素液を調製した。

3. 2. α-アミラーゼ 1%澱粉溶液(pH 5.0, 0.2 M 酢酸緩衝液20%含有)2 mlを基質として、

P20の脚注:

*1: 甘酒(pH 5.90)は、細菌数 $2.0 \times 10^4/g$ 、未加熱、未ホモジナイズの試料でpH 5.90のもの。
*2: 甘酒(pH 3.50, pH 4.00, pH 4.42)は甘酒(pH 5.90)に乳酸を添加して、それぞれの値にpH調整した。

以下に上記の甘酒を用いて、調製した種酰、酰、発酵生地の略号を示す。()のpH表示は最初の原料甘酒の値を示す。

種酰(pH 3.50, pH 4.00, pH 4.42, pH 5.90): 各pHの甘酒から調製した種酰。

酰(pH 3.50, pH 4.00, pH 4.42, pH 5.90): 種酰(pH 3.50, pH 4.00, pH 4.42, pH 5.90)から調製した酰。

発酵生地(pH 3.50, pH 4.00, pH 4.42, pH 5.90): 酰(pH 3.50, pH 4.00, pH 4.42, pH 5.90)から調製した発酵生地。

発酵生地(pH 3.50S, pH 4.00S, pH 4.42S, pH 5.90S): 酰(pH 3.50, pH 4.00, pH 4.42, pH 5.90)から調製したグラニュ糖添加発酵生地。

饅頭(pH 3.50, pH 4.00, pH 4.42, pH 5.90): 発酵生地(pH 3.50, pH 4.00, pH 4.42, pH 5.90)から調製した饅頭。

饅頭(pH 3.50S, pH 4.00S, pH 4.42S, pH 5.90S): 発酵生地(pH 3.50S, pH 4.00S, pH 4.42S, pH 5.90S)から調製した饅頭。

これに酵素液0.1 ml を加え、40℃で反応させ国税庁所定分析法³⁾に準じて測定した。

3. 3. ゲルコアミラーゼ 2% 濃粉溶液 1 ml に pH 5.0, 0.01 M 酢酸緩衝液0.2 ml, 酵素液0.1 ml を加えて、40℃で反応させ岩野ら^{4,5)}の方法に準じて測定した。

3. 4. 酸性プロテアーゼ 2% カゼイン溶液 (pH 3.0, 0.1 M McIlvaine 緩衝液を20%含有) 1.5 ml に同緩衝液 1 ml, さらに酵素液0.5 ml を加えて作用させ、国税庁所定分析法³⁾に準じて測定した。

実験結果及び考察

1. 種酰原料甘酒の性状 既報⁶⁾に準じて調製した甘酒 (pH 5.90)^{*1}に30%乳酸を添加して pH 3.50, pH 4.00, pH 4.42に調整した甘酒^{*2}及び甘酒 (pH 5.90) の水分, 直糖の分析結果を第1表に示した。

第1表 種酰原料甘酒の性状

	水分 (%)	直糖 (%)
甘酒 (pH3.50)	69.7	17.0
甘酒 (pH4.00)	70.0	17.6
甘酒 (pH4.42)	69.6	17.7
甘酒 (pH5.90)	70.0	17.5

各 pH の甘酒は甘酒 (pH 5.90) に30%乳酸を添加して調整

2. 種酰の性状 第1図の調製法によって、饅頭に適度な酸味を付与するために種酰の原料甘酒の pH を pH 3.50から pH 5.90に調整して乳酸菌数の異なる種酰を調製した。その性状を第2表に示した。pH はいずれの種酰も pH 3.3付近まで低下していた。また、エチルアルコールもいずれも4.0%以上生成し、種酰 (pH 4.00) が4.99%と最も多く生成していた。酵母の増殖はいずれも良好で $4.4 \times 10^8/g$ 以上であった。

第2表 種 酰 の 性 状

p H	エチルアルコール% W/W	全酵母数 個/g	生存酵母数 個/g	総細菌数 個/g	乳酸菌数 個/g	官能評価
種酰 (pH3.50)	3.31	4.57×10^8	5.4×10^8	1.2×10^2	<10	清酒様香味
種酰 (pH4.00)	3.45	4.99×10^8	4.4×10^8	1.2×10^6	2.9×10^5	清酒様香味
種酰 (pH4.42)	3.30	4.16×10^8	4.7×10^8	3.2×10^8	3.2×10^8	清酒様香味
種酰 (pH5.90)	3.29	4.01×10^8	4.4×10^8	7.9×10^8	7.9×10^8	清酒様香味

種酰は甘酒 (pH 3.50, pH 4.00, pH 4.42, pH 5.90) から調製した

乳酸菌数は種醣 (pH 4.42, pH 5.90) においては $10^8/g$ レベルであったが、種醣 (pH 4.00) では $2.9 \times 10^5/g$ であり、種醣 (pH 3.50) では全く増殖していなかった。官能的な特徴はいずれの甘酒から調製した種醣も清酒様の香味であった。

3. 醗の性状 第1図の調製法によって調製した醗の性状を第3表に示した。醗 (pH 3.50, pH 4.00) の pH 及びエチルアルコールはそれぞれ pH 3.82, 7.30%, pH 3.85, 7.44% で、醗 (pH 4.42, pH 5.90) の pH 及びエチルアルコールはそれぞれ pH 3.35, 6.32%, pH 3.34, 6.15% となり、種醗原料の甘酒 pH が 4.0 以下とそれ以上のものとで、醗の pH とエチルアルコール生成量に差が認められた。酵母数はどの醗も種醗より多かったが、醗 (pH 4.42, pH 5.90) は醗 (pH 3.50, pH 4.00) より若干少なかった。これとは逆に乳酸菌数は、醗 (pH 4.42, pH 5.90) が $10^8/g$ レベルと多かったが、醗 (pH 4.00) は $1.6 \times 10^6/g$, 醗 (pH 3.50) は $8.8 \times 10^3/g$ の菌数を示すにすぎなかった。官能的な特徴は醗 (pH 3.50, pH 4.00) は清酒様の味があり、エチルアルコールの香りがあったが、醗 (pH 4.42, pH 5.90) では酸味が強く清酒様香味はあまりなかった。

第3表 醗の性状

	pH	エチルアルコール% W/W	全酵母数 個/g	生存酵母数 個/g	総細菌数 個/g	乳酸菌数 個/g	官能評価
醗 (pH 3.50)	3.82	7.30	7.4×10^8	7.3×10^8	9.3×10^3	8.8×10^3	清酒様の味、 エチルアルコールの香り
醗 (pH 4.00)	3.85	7.44	7.3×10^8	7.2×10^8	1.2×10^7	1.6×10^6	清酒様の味、 エチルアルコールの香り
醗 (pH 4.42)	3.35	6.32	6.1×10^8	6.0×10^8	3.5×10^8	2.5×10^8	酸味、清酒様の 香味少ない、
醗 (pH 5.90)	3.34	6.15	5.9×10^8	5.8×10^8	2.0×10^8	2.0×10^8	酸味、清酒様の 香味少ない

醗は種醗 (pH 3.50, pH 4.00, pH 4.42, pH 5.90) から調製した

4. 発酵生地の性状 第2図の調製法によって調製した発酵生地の性状を第4表に示した。発酵生地 (pH 3.50, pH 4.00) は、それぞれ pH 4.97, pH 4.95 であったが、発酵生地 (pH 4.42, pH 5.90) は、pH 4.14, pH 4.20 と低値を示した。また、エチルアルコールも発酵生地 (pH 3.50, pH 4.00) はそれぞれ 3.28%, 3.30% であったが、発酵生地 (pH 4.42, pH 5.90) は 2.81%, 2.80% と低くなり、最初の原料甘酒の pH によって、発酵生地の pH とエチルアルコール生成量に差が認められた。

乳酸菌数は種醗、醗と同様に発酵生地 (pH 4.42, pH 5.90) は $2.7 \times 10^8/g$, $7.7 \times 10^8/g$ の菌数を示した。

官能的な特徴は、発酵生地 (pH 3.50, pH 4.00) ではエチルアルコールの香味が主体であったが、発酵

生地 (pH 4.42, pH 5.90) では酸味が強くエチルアルコールの香味はあまり感じられなかった。

第4表 発酵生地の性状

	pH	エチルアルコール% W/W	酵母数 個/g	総細菌数 個/g	乳酸菌数 個/g	官能評価
発酵生地 (pH3.50)	4.97	3.28	4.2×10^8	$<10^3$	$<10^3$	エチルアルコールの香味
発酵生地 (pH4.00)	4.95	3.30	3.6×10^8	$<10^5$	$<10^5$	エチルアルコールの香味
発酵生地 (pH4.42)	4.14	2.81	5.9×10^8	2.7×10^8	2.7×10^8	酸味が強い
発酵生地 (pH5.90)	4.20	2.80	1.1×10^9	7.7×10^8	7.7×10^8	酸味が強い

発酵生地は醸 (pH 3.50, pH 4.00, pH 4.42, pH 5.90) から調製した

5. グラニュ糖添加発酵生地の性状 グラニュ糖を添加した発酵生地の性状を第5表に示した。いずれの発酵生地もグラニュ糖を添加することによって、エチルアルコールが約1%多くなった。その他の性状はほぼグラニュ糖無添加生地と同様であった。

第5表 発酵生地の性状 (グラニュ糖添加)

	pH	エチルアルコール% W/W	酵母数 個/g	総細菌数 個/g	乳酸菌数 個/g	官能評価
発酵生地 (pH3.50S)	4.80	4.40	3.0×10^8	$<10^3$	$<10^3$	エチルアルコールの香味
発酵生地 (pH4.00S)	4.80	4.31	3.1×10^8	$<10^5$	$<10^5$	エチルアルコールの香味
発酵生地 (pH4.42S)	4.20	4.11	5.8×10^8	2.4×10^8	2.1×10^8	酸味が強い
発酵生地 (pH5.90S)	4.24	4.18	4.3×10^8	2.7×10^8	2.7×10^8	酸味が強い

発酵生地は醸 (pH 3.50, pH 4.00, pH 4.42, pH 5.90) から調製した

6. 饅頭の品質評価 饅頭を皮の柔らかさ、膨化、皮を主体とした饅頭全体の風味の3点から品質評価した結果を第6, 第7表に示した。

皮の柔らかさと膨化は、酸の影響で饅頭 (pH 5.90, pH 4.42) は共に悪く饅頭 (pH 3.50) が最もよく、次に饅頭 (pH 4.00) であった。また、アルコール香は全体に乏しかった。

饅頭 (pH 3.50, pH 4.00) では酸味をほとんど感じなかったが、饅頭 (pH 4.42, pH 5.90) では強く感じた。以上の品質評価はグラニュ糖を添加して調製した饅頭も同様であった。

7. 有機酸組成 各 pH の甘酒、種醸、醸、発酵生地及びグラニュ糖添加発酵生地の有機酸組成を第3～第6図に示した。

第6表 饅頭の品質評価

饅頭の評価順位

●風味

饅頭 (pH 3.50), 饅頭 (pH 4.00) : エチルアルコール香乏しい, 酸味なし
 饅頭 (pH 4.42), 饅頭 (pH 5.90) : エチルアルコール香乏しい, 酸味あり, 酸臭なし

●饅頭皮の膨化

饅頭 (pH 3.50) \geq 饅頭 (pH 4.00) \geq 饅頭 (pH 4.42) \geq 饅頭 (pH 5.90)

●饅頭皮の柔らかさ

饅頭 (pH 3.50) \geq 饅頭 (pH 4.00) \geq 饅頭 (pH 4.42) \geq 饅頭 (pH 5.90)

饅頭は発酵生地 (pH 3.50, pH 4.00, pH 4.42, pH 5.90) から調製した

第7表 饅頭の品質評価 (グラニュ糖添加)

饅頭の評価順位

●風味

饅頭 (pH 3.50S), 饅頭 (pH 4.00S) : エチルアルコール香乏しい, 酸味なし
 饅頭 (pH 4.42S), 饅頭 (pH 5.90S) : エチルアルコール香乏しい, 酸味あり, 酸臭なし

●饅頭皮の膨化

饅頭 (pH 3.50S) \geq 饅頭 (pH 4.00S) \geq 饅頭 (pH 4.42S) \geq 饅頭 (pH 5.90S)

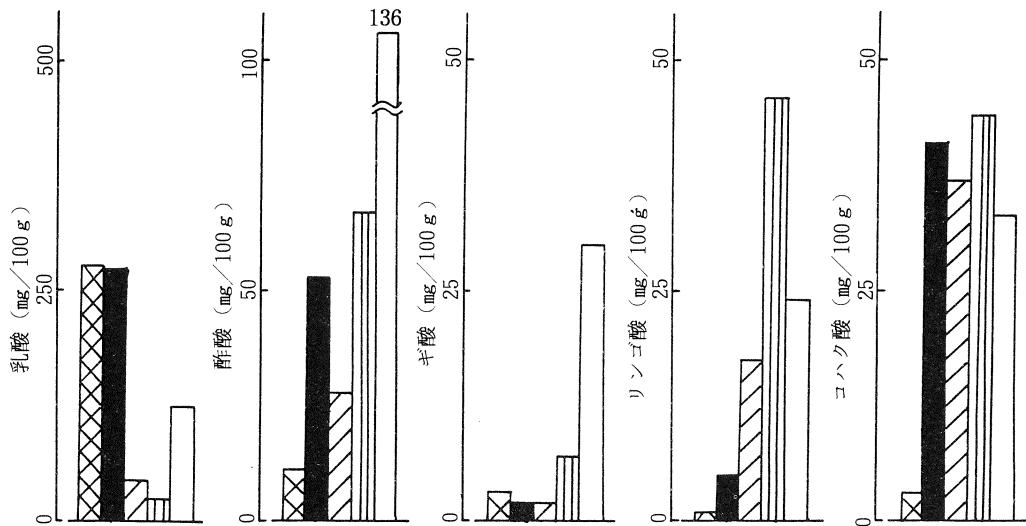
●饅頭皮の柔らかさ

饅頭 (pH 3.50S) \geq 饅頭 (pH 4.00S) \geq 饅頭 (pH 4.42S) \geq 饅頭 (pH 5.90S)

饅頭は発酵生地 (pH 3.50S, pH 4.00S, pH 4.42S, pH 5.90S) から調製した

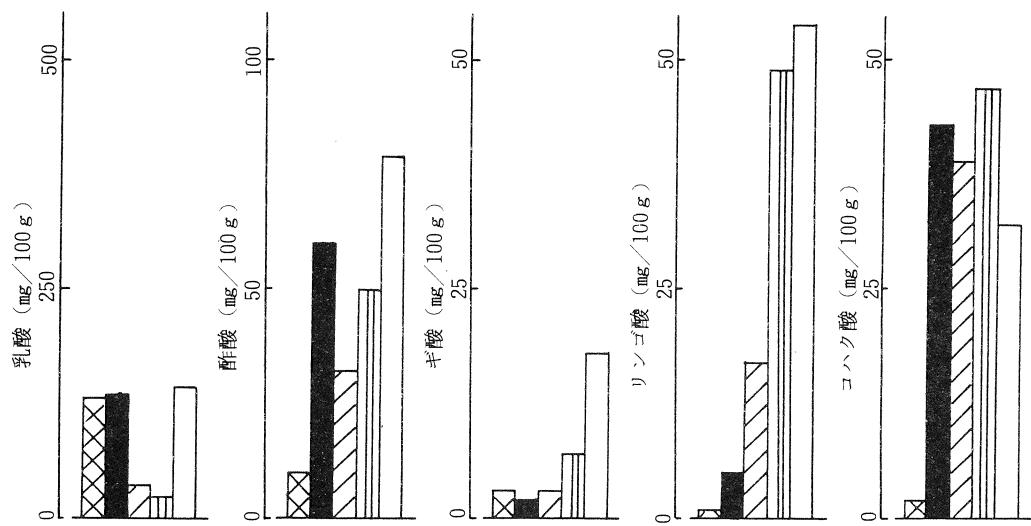
甘酒 (pH 3.50) 及び種醗 (pH 3.50) 中に乳酸が多いのは, pH 調整のために乳酸を添加したためである。甘酒 (pH 3.50, pH 4.00) を原料とした醗, 発酵生地においては, 乳酸菌の増殖が抑制されたために, 乳酸はほとんど生成しなかった。これに対して, 甘酒 (pH 4.42, pH 5.90) を原料とした種醗, 醗, 発酵生地, グラニュ糖添加発酵生地では, 乳酸菌が増殖したため, 乳酸量が大となった。甘酒 (pH 3.50, pH 4.00) を原料とした種醗, 醗, 発酵生地, グラニュ糖添加発酵生地では, リンゴ酸が認められたが, 甘酒 (pH 4.42, pH 5.90) を原料とした場合には, 全く検出されなかった。すなわち, 乳酸菌の生育が大となった後者では, マロ・ラクティック発酵⁷⁾によりリンゴ酸が乳酸に転換されたためと考えられる。また, ギ酸, 酢酸はいずれの甘酒を原料とした発酵生地でもグラニュ糖添加発酵生地の方が多く認められた。

以上のように適度の酸味を饅頭皮に付与することを目的として, 種醗用原料甘酒を pH 3.50 から pH 5.90 にしたものに乳酸菌を植え付け種醗, 醗, 発酵生地と調製して行く間に, 乳酸菌の生育するものとしないものとに分かれて, 微妙な pH 調整によって乳酸菌の生育を調節し, 酸生成量を制御することは困難であることが示唆された。



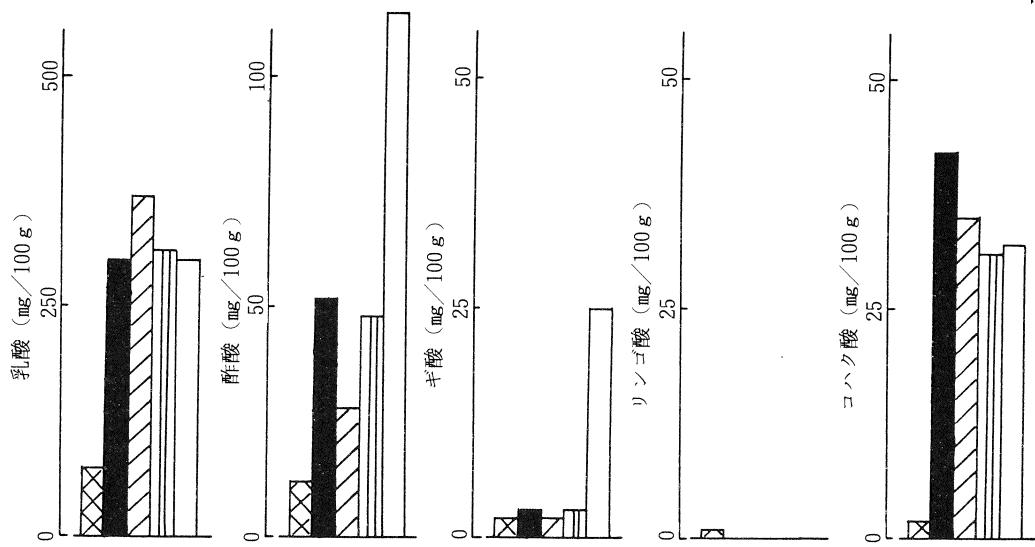
第3図 甘酒 (pH 3.50) を原料とした種酰、酰及び発酵生地の有機酸組成

□: 甘酒 ■: 種酰 □: 酰 □: 発酵生地 □: 発酵生地 (グラニュ糖添加)



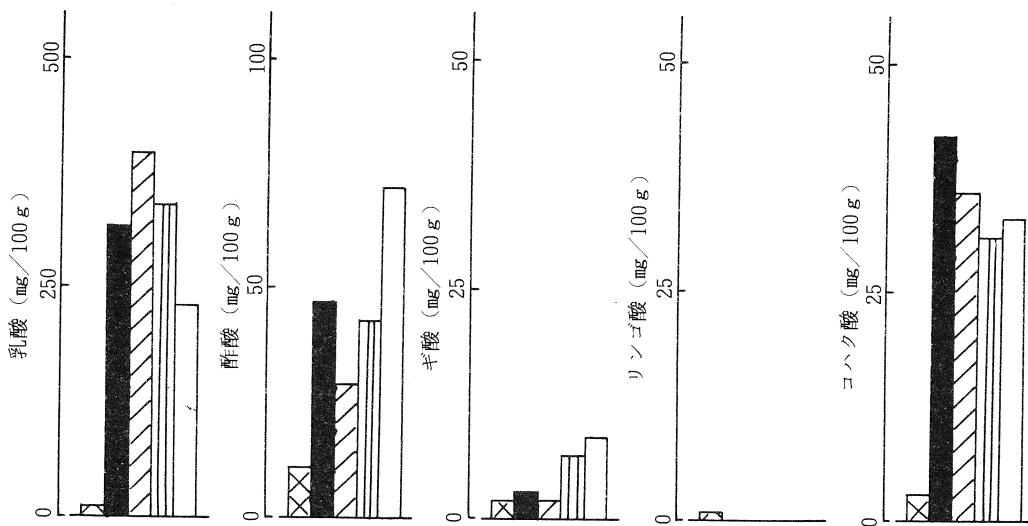
第4図 甘酒 (pH 4.00) を原料とした種酰、酰及び発酵生地の有機酸組成

□: 甘酒 ■: 種酰 □: 酰 □: 発酵生地 □: 発酵生地 (グラニュ糖添加)



第5図 甘酒 (pH 4.42) を原料とした種醸、醸及び発酵生地の有機酸組成

◻: 甘酒 ■: 種醸 □: 酢 ▨: 発酵生地 ▭: 発酵生地 (グラニュ糖添加)



第6図 甘酒 (pH 5.90) を原料とした種醸、醸及び発酵生地の有機酸組成

◻: 甘酒 ■: 種醸 □: 酢 ▨: 発酵生地 ▭: 発酵生地 (グラニュ糖添加)

要 約

単行複発酵方式によって酒醸饅頭を試作した際、酵母の種類を変えた種醸、あるいは乳酸菌と酵母の双方が生育している種醸を用いても香味の優れた製品が試作できなかった。そこで、香味の優れた製品を製造することを目的として製造方法はやや複雑となるが、従来からの製造法である並行複発酵方式による試作を行い、次の結果を得た。

1. 甘酒（pH 3.50～pH 5.90）に協会7号酵母と某工場の種醸を接種し、30℃で24時間培養したところ、いずれの甘酒を用いた種醸もエチルアルコールは4%以上生成していた。乳酸菌は甘酒（pH 3.50, pH 4.00）を用いた種醸にはほとんど生育が認められなかつたが、甘酒（pH 4.42, pH 5.90）を用いた種醸には $10^8/g$ レベルの乳酸菌が増殖していた。

2. 種醸10g, 麵20g, 蒸し糯米75g及び水95gからなる醪を30℃で24時間発酵させた醸は、乳酸菌の少ない醸（pH 3.50, pH 4.00）ではエチルアルコール生成量が多かつたが、乳酸菌の多い醸（pH 4.42, pH 5.90）ではエチルアルコール生成量は少なかつた。また、これらの醸を用いて調製した発酵生地のエチルアルコール生成量は、乳酸菌の多少によって同様な結果になつた。さらに、グラニュ糖添加発酵生地は、無添加生地に比較してエチルアルコールが約1%多くなつてゐた。

3. 饅頭は乳酸菌の少ない発酵生地のものは、乳酸菌の多いものと比較して膨化がよく酸味もほとんど感じなかつた。これに対して、乳酸菌が多いものは酸味を強く感じた。また、グラニュ糖添加発酵生地の饅頭もほぼ同様であった。

4. 製造過程中の有機酸組成の変化は、甘酒に多量の乳酸を添加した甘酒（pH 3.50, pH 4.00）では、それ以降の乳酸菌の増殖が抑制されたため乳酸量は漸減する傾向が認められた。これに対して、乳酸量の少ない甘酒（pH 4.42, pH 5.90）では、発酵過程中に乳酸菌がよく増殖して、多量の乳酸が認められた。また、これら乳酸菌はリンゴ酸を乳酸に転換するマロ・ラクティック発酵を行つてゐると推定した。

文 献

- 1) 天野ら：愛知食品工試年報, 26, 48 (1985)
- 2) 天野ら：愛知食品工技年報, 29, 29 (1988)
- 3) 国税庁所定分析法注解, 増訂版, P. 183 (1967)
- 4) 岩野ら：醸協, 71, 383 (1976)
- 5) 岩野ら：醸協, 71, 792 (1976)
- 6) 天野ら：日食工誌, 32, 906 (1985)
- 7) 原ら：発工, 59, 17 (1981)