

酒酏饅頭に関する研究 (第10報)

酵母と乳酸菌が共存する種酏による饅頭の試作

天野武雄・小坂泰彦*

酒酏饅頭の種酏には、 10^8 個/gレベルの乳酸菌が存在し、この乳酸菌が生地中で増殖して生地

Hを降下させることによって、小麦粉グルテンのガス保持力が低下¹⁾し、饅頭皮の体積が小さくなる

ことが予想される。そこで、この饅頭皮の膨化不良を解消するため乳酸菌の存在しない種酏²⁾を用いる単行複発酵方式によって饅頭を製造したところ、皮の柔らかさ、膨化は良好であったが、風味は27種のいずれの酵母を用いても淡泊であるとの官能評価が得られた³⁾。

そこで、本報では、饅頭皮の膨化は悪くなるが、風味を増強するため種酏に酵母と乳酸菌を共存させ、この種酏を用いて発酵生地、さらに、饅頭を製造した。なお、対照区は、酵母のみを増殖させた種酏を用いて、発酵生地等を製造して試験区と比較した。

実 験 方 法

1. 供試酵母及び甘酒 酵母は協会7号酵母、甘酒は既報⁴⁾に従って調製した。分析値を第1表に示す。種酏の調製には、30%乳酸でpH3.50にした甘酒^{*1}及び未処理(pH5.90)の甘酒^{*2}を使用した。なお、生地の調製には甘酒(pH5.90)を用いた。

* 元愛知工大学生

以下次の略語を用いた

*1 甘酒 (pH 3.50)

種酏 (pH 3.50) : 甘酒 (pH 3.50) を利用して調製した種酏

発酵生地 (pH 3.50) : 種酏 (pH 3.50) を利用して調製した発酵生地

発酵生地 (pH 3.50,S) : 発酵生地 (pH 3.50) と同組成のものにグラニュー糖 (小麦粉に対して10%) を仕込時に上乗せ添加

饅頭皮 (pH 3.50) 及び饅頭 (pH 3.50) : 発酵生地 (pH 3.50) を利用して調製した饅頭皮及び饅頭

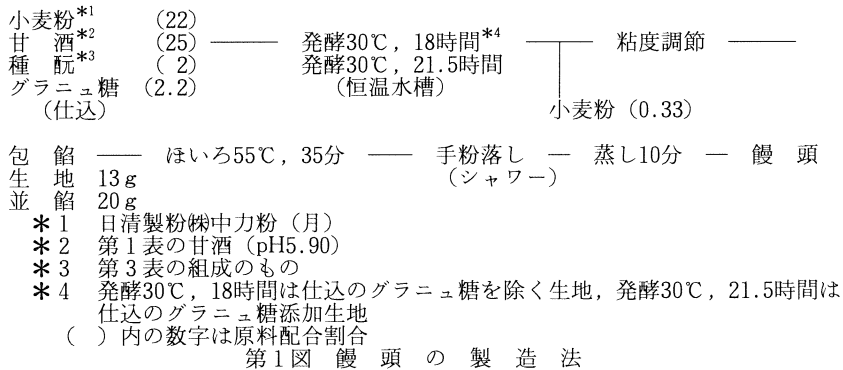
第1表 甘酒の性状

	水分 (%)	直糖* (%)
甘酒 (pH 3.50)	67.3	21.5
甘酒 (pH 5.90)	66.7	21.9

甘酒 (pH3.50) は甘酒 (pH5.90, 達温100℃, ホモジナイズ品) に30%乳酸を添加して調製

* グルコースとして

2. 饅頭の製造法 第1図に示す。グラニュー糖無添加発酵生地は、種酏(2)、甘酒(25)、小麦粉(22)の割合で混捏したものを30℃の恒温水槽中で18時間発酵させた。これに対して、グラニュー糖添加生地は、上記の組成のものにグラニュー糖(2.2)(仕込時の小麦粉に対して10%)を添加して30℃で21.5時間発酵させた。饅頭はこれら発酵生地の粘度を調節後、シャワーで手粉を落とし、その後10分間蒸して製造した。



饅頭皮 (pH 3.50,S) 及び饅頭 (pH 3.50,S) : 発酵生地 (pH 3.50,S) を利用して調製した饅頭皮及び饅頭

*2 甘酒 (pH 5.90)

種酏 (pH 5.90) : 甘酒 (pH 5.90) を利用して調製した種酏

発酵生地 (pH 5.90) : 種酏 (pH 5.90) を利用して調製した発酵生地

発酵生地 (pH 5.90,S) : 発酵生地 (pH 5.90) と同組成のものにグラニュー糖 (小麦粉に対して10%) を仕込時に上乗せ添加

饅頭皮 (pH 5.90) 及び饅頭 (pH 5.90) : 発酵生地 (pH 5.90) を利用して調製した饅頭皮及び饅頭

饅頭皮 (pH 5.90,S) 及び饅頭 (pH 5.90,S) : 発酵生地 (pH 5.90,S) を利用して調製した饅頭皮及び饅頭

3. 分析方法

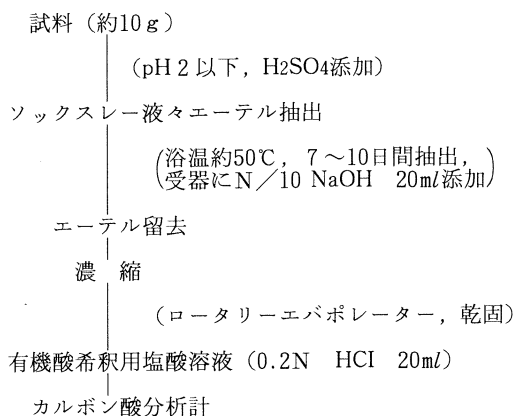
3. 1. エチルアルコール 重クロム酸化法⁵⁾によって測定した。

3. 2. 種麴の酵母数 ヘマチトメーター⁶⁾によって測定した。

3. 3. 発酵生地酵母数 希釈平板培養法によって測定した。培地は麴エキス寒天培地(Brix 10°, 寒天2%)で使用にあたって、糸状菌抑制のためプロピオン酸ナトリウム2mg/mlを加え、さらに10%乳酸でpH4.7に下げるとともに細菌の併発阻止のためアクロマイシン50μg/mlも添加して用いた⁷⁾。

3. 4. 細菌数の測定 希釈平板培養法によって測定した。培地はB.C.P.加APT培地で、糸状菌及び酵母の生育を阻止するため培地にカビサイジンのエチルアルコール溶液(10mg/ml)を100μg/mlになるように加えて使用した⁸⁾。また、コロニーがB.C.P.を黄変させ、3% H₂O₂と接触させても気泡の発生の無いものは、乳酸菌として計数した。

3. 5. 饅頭皮の体積測定法 発酵生地7.5gずつをアルミ箔容器(38mmφ)に入れ(ほいろを省略)、10分間蒸して饅頭皮を調製した。体積は植物種子(菜種)置換法⁹⁾によって測定した。



第2図 カルボン酸分析用試料の調製法

3. 6. 有機酸の分析 試料中の有機酸の抽出は、第2図に示すようにソックスレー液々抽出法によって行った。親水性の大きい有機酸は、エーテルによって極めて抽出しにくい¹⁰⁾ことから浴温約50°Cで7~10日間抽出を行った。調製した試料は、盛進製薬精製カルボン酸分析計S-700で分析した¹¹⁾。

実験結果及び考察

1. 原料種麴の分析結果 原料種麴は甘酒(pH3.50)50gに協会7号酵母を植え付け、30°Cで24時間培養した原料種麴(酵母の供給源)と某工場の原料種麴(乳酸菌の供給源)で、その性状を第2表に

示す。

第2表 原料種酏の性状

	某工場の原料種酏	原料種酏*
pH	3.53	3.27
水分 %	83.9	69.2
エチルアルコール %W/W	1.42	2.19
全酵母数 個/g	2.0×10^8	3.4×10^8
生存酵母数 個/g	1.9×10^8	3.2×10^8
総細菌数 個/g	3.6×10^8	
乳酸菌数 個/g	2.4×10^8	

*協会7号酵母使用

酵母は両原料種酏とも 10^8 個/g レベルで、ほぼ最高の菌数に達していた。某工場の原料種酏の総細菌数は 3.6×10^8 個/g で、そのほとんどが B.C.P. を黄変させるコロニーであった。しかもコロニーを 3% H₂O₂ と接触させても気泡の発生がみられないカタラーゼ陰性の乳酸菌であった。

2. 種酏の性状 甘酒 (pH3.50)、甘酒 (pH5.90) のそれぞれ50g に原料種酏2.5g と某工場の原料種酏0.25g を接種後、30℃で24時間培養して種酏を調製した。このものの0.25g を、再び、それぞれの pH の甘酒に接種して30℃で24時間培養した。この工程を4回以上繰り返して定常状態にした種酏の性状を第3表に示す。

第3表 種酏の性状

	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
種酏 (pH3.50)	3.20	3.42	3.7×10^8	1.0×10^8	1.0×10^8	<10	清酒もろみの香味
種酏 (pH5.90)	3.28	3.39	3.5×10^8	3.5×10^8	2.9×10^8	2.9×10^8	清酒もろみの香味

種酏は各 pH の甘酒から調製

種酏 (pH3.50) の pH が3.20に下がったのは酵母の生産物によるが、種酏 (pH5.90) の pH3.28は乳酸菌が 2.9×10^8 個/g 増殖して生酸したものが主体となっていると考えられる。また、種酏 (pH3.50) の乳酸菌は、某工場の原料種酏を接種したものの培養中に消失して計数できなかったものと考えられる。

酵母はヘマチトメーターで計数したところメチレンブルーに染着するものは全くみられなかった。香味の特徴は両方とも清酒もろみの香味であり、ほとんど差異を認めなかった。

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)	4.58	3.42	5.2×10^8	1.0×10^3	8.0×10^2	エチルアルコールの香味
発酵生地 (pH5.90)	3.70	3.04	9.3×10^8	5.6×10^8	5.6×10^8	酸味あり, 酸臭なし

発酵生地は各 pH の甘酒から調製した粘度調節直前の生地

3. 発酵生地の性状 発酵生地の性状を第4表に示す。発酵生地 (pH5.90) の pH とエチルアルコールの値が発酵生地 (pH3.50) 値より低いのは、後者の種々の微生物は酵母のみよりなるのに対して、前者のそれは酵母と乳酸菌がともに 10^8 個/g レベルで、生地中で旺盛に増殖したためと思われる。香味の特徴は、発酵生地 (pH3.50) ではエチルアルコールが香味の中心を占めたが、発酵生地 (pH5.90) では酸臭はないものの、酸味が感じられた。また、前者に比較してエチルアルコールの香味は弱かった。

第5表 発酵生地の性状 (グラニュー糖添加)

	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 (pH3.50)	4.58	3.40	5.6×10^8	5.0×10^8	<10	エチルアルコールの香味, 甘味あり
発酵生地 (pH5.90)	3.77	3.11	8.1×10^8	3.9×10^8	3.9×10^8	酸味, 甘味あり 酸臭なし

発酵生地 (仕込時に小麦粉の10%のグラニュー糖を上乗せ添加) は各 pH の甘酒から調製した粘度調節直前の生地

グラニュー糖を添加した発酵生地の性状を第5表に示す。発酵生地にグラニュー糖を添加することによって発酵が抑制される¹²⁾ため、グラニュー糖無添加生地より発酵時間を3.5時間延長することによって、発酵程度 (エチルアルコールの生成量) のほぼ同一の生地を調製した。

両発酵生地の差異は、pH, エチルアルコール, 微生物数にはほとんど認められなかったが、香味はグラニュー糖を添加したものに甘味が付与された。また、グラニュー糖無添加生地と比較して生地が柔らかくなった。

第6表 饅頭皮の膨化度

	体積 (ml)
饅頭皮 (pH3.50)	15.5 ± 0.6
饅頭皮 (pH5.90)	13.4 ± 0.4
饅頭皮 (pH3.50,S)	15.1 ± 0.5
饅頭皮 (pH5.90,S)	12.4 ± 0.6

饅頭皮は各 pH の甘酒から調製, Sは発酵生地にグラニュー糖を上乗せ添加, n (試験数) = 10

4. 饅頭皮の膨化度 結果を第6表に示す。饅頭皮の体積は、発酵生地に乳酸菌が著しく増殖した生地を用いて調製した饅頭皮（pH5.90）、（pH5.90,S）よりも、乳酸菌がほとんど生育しなかった生地を用いて調製した饅頭皮（pH3.50）、（pH3.50,S）の方がかなり大きかった。即ち、乳酸菌による生地の低pH化によって、小麦粉グルテンのガス保持力が弱まった¹⁾ためと推察される。

また、グラニュー糖添加饅頭皮の体積が、グラニュー糖無添加饅頭皮に比較してやや小さいのは、生地の粘度が影響しているものと思われる。

第7表 饅頭の品質評価

饅頭の評価順位			
●風味			
饅頭（pH3.50）	）	エチルアルコール香	饅頭（pH5.90）
饅頭（pH3.50,S）		乏しく、酸味なし	饅頭（pH5.90,S）
			）
			エチルアルコール香乏しく、 酸味少しあり、酸臭なし
●饅頭皮の膨化			
饅頭（pH3.50）	≥	饅頭（pH3.50,S）	> 饅頭（pH5.90） = 饅頭（pH5.90,S）
●饅頭皮の柔らかさ			
饅頭（pH3.50）	≥	饅頭（pH3.50,S）	> 饅頭（pH5.90） = 饅頭（pH5.90,S）

饅頭は各pHの甘酒から調製、Sは発酵生地の仕込時にグラニュー糖を上乗せ添加

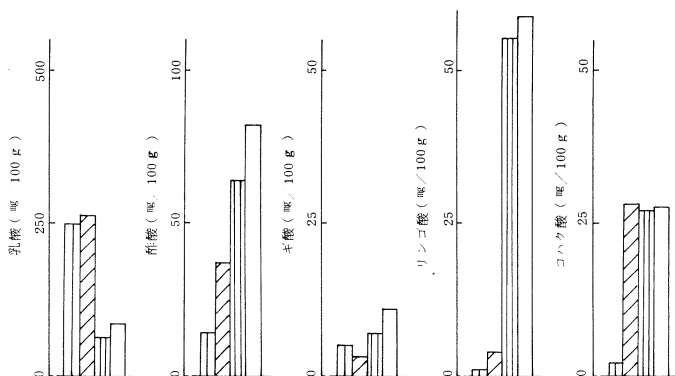
5. 饅頭の品質評価 第7表に示すように、風味は乳酸菌がほとんど増殖していない生地で作った饅頭（pH3.50）、（pH3.50,S）は、ともにエチルアルコール香が乏しく、酸味もなく淡泊な製品となったが、乳酸菌が増殖した生地で作った饅頭（pH5.90）、（pH5.90,S）は、ともに前2者の製品に酸味が少し付与されたものになった。

饅頭皮の膨化及び柔らかさは、表に示すとおりであったが、生地の酸の有無による饅頭皮の膨化の差異は、第6表に示した饅頭皮ほど認められなかった。これは発酵後、包餡するために生地に添加された粘度調節用の小麦粉による生地のpH上昇に伴うグルテンのガス保持力の増大¹⁾と添加した小麦粉のグルテンが、生地中の酸と十分親和しきらない内に、即ち、グルテンのガス保持力が弱くならない内に饅頭が製造されたことの双方の影響によるものと考えられる。

また、表の官能審査結果から分かるように、仕込時にグラニュー糖を生地に添加することは、浸透圧の上昇をもたらして発酵が抑制され、しかも最終製品の饅頭もグラニュー糖無添加の饅頭と比較して審査結果に大差がなく、グラニュー糖添加の有用性は見い出せなかった。

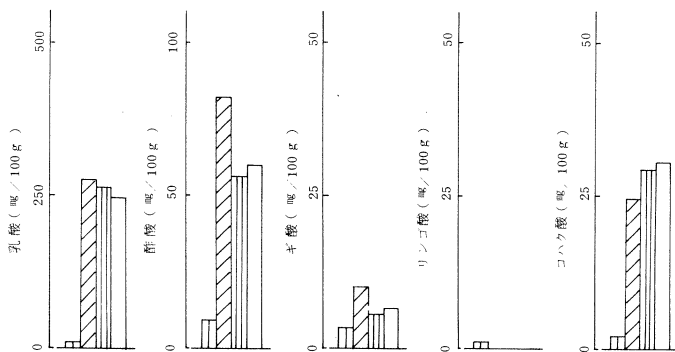
6. 有機酸組成 各pHの甘酒とこれらから調製した種酏、発酵生地の有機酸組成を第3、第4図に

示す。



第3図 甘酒 (pH3.50) を原料とした種酏及び発酵生地の有機酸組成

□□ : 甘酒 ▨ : 種酏 □□ : 発酵生地 □ : 発酵生地 (グラニュー糖添加)



第4図 甘酒 (pH5.90) を原料とした種酏及び発酵生地の有機酸組成

□□ : 甘酒 ▨ : 種酏 □□ : 発酵生地 □ : 発酵生地 (グラニュー糖添加)

甘酒 (pH3.50) 中の乳酸は、pH調整のために加えたものである。種酏 (pH3.50) から調製した発酵生地及びグラニュー糖添加の発酵生地の乳酸は、種酏 (pH3.50) 中に乳酸菌が、ほとんど増殖していないために生成されず、種酏の1/3量以下であった。これに対して甘酒 (pH5.90) から調製した種酏、発酵生地及びグラニュー糖添加発酵生地では、乳酸菌の増殖により乳酸が多く生成していた。

また、甘酒 (pH3.50) から調製した種酏、発酵生地及びグラニュー糖添加発酵生地には、酵母の生産物及び原料由来のリンゴ酸がみられたが、甘酒 (pH5.90) から調製したそれらには全く検出されなかった。このことはマロ・ラクティック発酵により、乳酸菌がリンゴ酸を乳酸に変換した¹³⁾ためと考えられる。

その他の有機酸として、ギ酸は甘酒 (pH3.50) 及び甘酒 (pH5.90) を原料とした種酏、発酵生地 (グ

ラニュ糖添加の有無にかかわらず）で、ほぼ含量が同一であった。これに対して、コハク酸は上記の両甘酒に約 2 mg/100 g の含量であったが、両甘酒を原料とした種酏，発酵生地（グラニュ糖添加の有無にかかわらず）には、24~30mg/100 g 含まれていた。即ち、酵母によって生産されたものと推察される。

要 約

さきに、各種酵母を用いて発酵生地を調製し、饅頭を製造したところ、香味を十分に満足させる製品が製造できなかった。そこで、香味の改善を目的として、種酏に酵母と乳酸菌を共存させて発酵生地、さらに、饅頭を製造し、次の結果を得た。

1. 甘酒（pH3.50）、（pH5.90）に協会7号酵母と某工場の原料種酏を接種、30℃で24時間培養したところエチルアルコールは、どちらの種酏も3.4%程度生成していた。乳酸菌は、甘酒（pH3.50）を用いた種酏には、ほとんど認められなかったが、甘酒（pH5.90）を用いた種酏には 10^8 個/g レベルの乳酸菌が認められた。

2. 1. の種酏（2）、甘酒（pH5.90）（25）、小麦粉（22）の割合からなる生地を30℃で18時間発酵させた発酵生地のエチルアルコールの生成量は、乳酸菌の多い種酏（pH5.90）を原料とした生地と比較して、乳酸菌の生育がほとんどない種酏（pH3.50）を原料としたものに多く認められた。

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、酸味をほとんど感じない淡泊なものとなった。これに対して、後者は前者に比較して、膨化はやや劣ったものの、酸味が饅頭皮に付与された。

4. 甘酒、種酏及び発酵生地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（pH3.50）では、それ以降の乳酸菌の増殖が抑制され、発酵生地の乳酸は、種酏の1/3量以下となった。これに対して、甘酒（pH5.90）を用いたものでは、発酵過程に乳酸菌がよく増殖し多量の乳酸が生成した。また、酵母の生産物及び原料由来のリンゴ酸が認められず、これは乳酸菌によるリンゴ酸を乳酸に変換するマロ・ラクティック発酵によるものと推察された。

文 献

- 1) 藤山：製パン理論と実際、P.54、(社)日本パン技術研究所（1974）
- 2) 天野：愛知食品工試年報、26、40（1985）
- 3) 天野：愛知食品工試年報、26、48（1985）
- 4) 天野：日食工誌、32、906（1985）

- 5) 京都大学農学部食品工学教室：食品工学実験書下巻，P.319，養賢堂（1970）
- 6) 山口ら：最新応用微生物学入門，P.225，技報堂（1978）
- 7) 好井ら：食品微生物学，P.455，技報堂（1980）
- 8) 好井ら：食品微生物学，P.454，P.470，技報堂（1980）
- 9) 後藤ら：澱粉科学実験法，P.177，朝倉書店（1979）
- 10) 天野ら：愛知食品工試年報，11，55（1970）
- 11) Y. Kasai et al. : Analytical Chemistry, 49, 655 (1977)
- 12) 天野ら：愛知食品工試年報，28，40（1987）
- 13) 原ら：醸工，59，17（1981）