

酒造用高水分 α 化米製造技術の開発

小早川和也²・吉田 祐子³・上根 崇⁴・浅野 正成⁵・久松 眞⁶
前田 巖⁷・谷口 肇⁸・西田 淑男^{1*}

愛知県産業技術研究所食品工業技術センター,¹ 愛知県産業技術研究所,² 中京短期大学,³ 上根精機工業株式会社,⁴ 株式会社アサノ食品,⁵ 三重大学生物資源学部,⁶ 愛知江南短期大学,⁷ 石川県立大学生物資源環境学部⁸ (1〒451-0083 名古屋市西区新福寺町 2-1-1, 2〒448-0003 刈谷市一ツ木町西新割, 3〒509-6192 瑞浪市土岐町 2216, 4〒483-8086 名古屋市市中川区澄池町 15-21, 5〒454-0855 名古屋市市中川区昭明町 3-43, 6〒514-8507 津市上浜町 1515, 7〒483-8086 江南市高屋町大松原 172, 8〒921-8836 石川郡野々市町末松 1-308)

(平成17年7月28日受付 平成17年10月28日受理)

Development of Manufacturing Technology Using *Kosuibun α -kamai* (Partially Cooked Rice) for Sake Brewing

KAZUYA KOHAYAKAWA,² YUKO YOSHIDA,³ TAKASHI KAMINE,⁴ MASANARI ASANO,⁵ MAKOTO HISAMATSU,⁶ IWAO MAEDA,⁷ HAJIME TANIGUCHI,⁸ and YOSHIO NISHIDA^{1*} (Food Research Center, Aichi Industrial Technology Institute, 2-1-1 Shinnpukuji-cho, Nishi-ku, Nagoya 451-0083¹; Aichi Industrial Technology Institute, Nishishinwari, Hitotsugi, Kariya 448-0003²; Chukyo Junior College, 2216 Toki, Mizunami, Gifu 509-6192³; Kamine Seiki Co., Ltd., 15-21 Sumiike, Nakagawa-ku, Nagoya 483-8086⁴; Asano Food Co., Ltd., 3-43 Shomei, Nakagawa-ku, Nagoya 454-0855⁵; Faculty of Bioresources, Mie University, 1515 Kamihama, Tsu, 514-8507⁶; Aichi Konan College, 172 Ohmatsubara, Takaya, Konan, Aichi 483-8086⁷; Ishikawa Prefectural University, 1-308 Suematsu, Nonoshi, Ishikawagun, 921-8836⁸) *Seibutsu-kogaku* **83**: 551-555, 2005.

Kosuibun α -kamai (partially cooked rice) is prepared by steam treatment. Its water content is about 35% and the degree of gelatinization is 80%. It can therefore be served after brief cooking without pretreatment. *Kosuibun α -kamai* for sake-brewing fermentation (*kakemai*) was made by soaking the rice in water for 1–3 h, steaming it at 60–100°C for 10–30 min and cooling it in the refrigerator for three days. The degree of gelatinization of *kosuibun α -kamai* differs according to the conditions of preparation. However, after re-steaming at 100°C for 10 min, the enzyme digestion of re-steamed *kosuibun α -kamai* showed closely similar values, which were not different from those produced by the conventional method (soaking in water for 3 h and steaming at 100°C for 50 min). Re-steamed *kosuibun α -kamai* has similar sake fermentability to normal *kakemai*.

[**Key words:** partially cooked rice (*kosuibun α -kamai*), re-steaming, *kakemai*, sake brewing]

炊飯以外の米消費の用途には醸造用、製菓用などがあり、特に、清酒・みりんは米以外を原料として用いることが酒税法上できないため、これらの用途の米消費量は年間約50万トンと米消費量の1割弱に達している。

蒸米の水分は35%程度と炊飯米の約半分、オリゴ糖などの可溶性成分が表面を覆っていないため表面の付着性が少なく取扱が容易であること、デンプン分解酵素消化性が緩慢で醸造期間を通して安定した糖質供給源となることなどの理由により、醸造用に蒸米が一般的に用いられている。醸造用に用いられる蒸米の製造工程は洗米・浸漬(3時間以上)、脱水、蒸し(50～60分)、放冷

*連絡先, Corresponding author.
TEL. 052-521-9316 FAX. 052-532-5791
E-mail: yoshio_nishida@pref.aichi.lg.jp

からなり最低6時間程度が必要で、工程の短縮、洗米廃水の減少など中小企業の多い醸造現場においては蒸米製造工程の改善が大きな課題となっている。蒸米以外では焙煎米、醸造用 α 化米の使用例がある。しかし、焙煎米は香り・色に特徴があり、清酒もろみの着色や焦げ臭の発生といった問題がおきるために焙煎用の原料処理装置を必要とし、工程増加やコストアップの要因となる。また、醸造用 α 化米は酒質に与える影響は少ないものの、一般的には蒸米を通常の工程で製造した後、水分10%以下に乾燥するためエネルギー消費が大きく、価格競争の激しい清酒などではコストアップの要因となるため使用量は限られている。

米消費が年々減少するなかで、簡便性を追求した加工米飯および発芽玄米など新たな機能を付与した加工米など米加工品の生産量は年々増加しり活況を呈している。

炊飯時間を大幅に短縮する目的で開発された「早炊き米」は、浸漬吸水後の短時間加熱を特徴としており、10分程度の蒸煮処理、熱風処理、あるいは窒素置換包装後のレトルト処理が行われており、水分は約31~35%で加工米飯（水分65%程度）と加工米（水分15%程度）の中間的な商品である。「早炊き米」は調理現場での洗米・浸漬時間が0分、加熱時間も従来の約1/3~1/2と大幅に短縮でき、長期間保存が可能なことから、業務用炊飯米として市販されている。著者らは「早炊き米」は、水分吸水後の短時間加熱により吸水性、伝熱性が著しく改善され、炊飯時間（再加熱工程）を大幅に短縮できることを明らかにしてきた。^{2,3)}

市販の「早炊き米」は、加水後の炊飯加熱工程（加熱と吸水が同時進行）を前提としており、許容される品質の幅がある程度あるのに対し、醸造用の蒸米の水分は33~35%と加熱（蒸し）中の吸水はほとんどなく原料米の浸漬吸水が均一に行われている必要がある。

短時間加熱処理した「早炊き米」は糊化度が高く、市販されている α 化米に比べて水分含量が多いことから、このような加工米を炊飯用途に限定せず、蒸米用途も含めて「高水分 α 化米」と呼ぶことを提唱し、醸造現場での2度蒸し工程を新たに加える醸造用に適した「高水分 α 化米」の製造方法を検討した。

なお、本研究は平成15年度農林水産省「ブランド・ニッポン」加工食品供給促進技術開発事業（課題名：「醸造用高水分 α 化米製造技術の開発」）により実施した。

実験方法

原料米 平成15年度、愛知県産の一般米「あさひの

夢」を70%精米したものを醸造用原料米とした。

高水分 α 化米製造装置 高水分 α 化米の製造には、飽和蒸気で任意の温度設定ができ、蒸気供給部および蒸米搬送部が一体となったスパイラル構造を持つ連続蒸煮器を試作した。⁴⁾

従来の蒸し器は浸漬吸水米の隙間を垂直方向に水蒸気が吹き上がるため、蒸し器の上部と下部あるいは中心部と外周部で温度、水分に差が生じ易い構造となっている。また、米粒同士の空隙は一定でなく水蒸気の通り道が形成され加熱むらが生じる原因にもなっており、すべての米を完全に蒸し上げるためには、ある程度の蒸し時間、たとえば甑では蒸気が上層部を吹き向けてから1時間程度が必要である。今回試作した装置は蒸気が均一に米に接触し、温度および水分むらを抑えるためスパイラル構造とした。その回転軸部分は一定間隔で細孔をもつ中空構造とし、蒸気配管に連結した。蒸気は回転する軸部分の細孔を通り米に吹き込まれ、装置の側面板に均一に開けられた開口部より差圧を利用して吹き抜ける構造とした。本装置の特徴は蒸気吹き出し口が回転することおよび、側面より積極的に蒸気を取り除くことにより、加熱むら・凝集水の発生を抑制し、スパイラルの回転数により加熱時間（蒸気との接触時間）が制御できるところにある。

高水分 α 化米の調製 浸漬時間（1, 3時間）、蒸し温度（60, 80, 100°C）および蒸し時間（10, 30分）を変え、試作機で原料米を加熱処理した。なお、蒸し時間とは上記試作装置で処理した際の、各温度での蒸気接触時間とした。加熱後ただちに真空冷却・脱酸素剤封入包装し、4°Cの冷蔵庫内で2~3日間保存・老化させTable 1に示した8種類の高水分 α 化米を調製した。これら試料

Table 1. Preparation conditions for *kosuibun* α -*kamai*.

No.	Soaking time (h)	Steam conditions	
		Temp. (°C)	Time (min)
1	1	60	10
2	1	60	30
3	1	80	10
4	1	80	30
5	1	100	10
6	1	100	30
7	3	100	10
8	3	100	30
Control	3	100	50

を100°C, 10分で二度蒸しを行い, 掛米としての適性を検討した。

原料米および掛米の品質評価 糊化度の測定はグルコアミラーゼ法⁵⁾に従って測定した。高水分 α 化米の消化性は酒造用原料米全国統一分析法⁶⁾に従って測定した。

断面観察 走査型電子顕微鏡 (SEM) による試料の断面観察は脱水, 固定化などの前処理は行わず, 試料を真空デシケーター中で十分に乾燥後, その自然切断面を銀蒸着し, 日本電子社 (株) 製, 走査型電子顕微鏡 JSM-820 を用いて, 加速電圧5~10 kVで観察した。

清酒小仕込方法 協会701酵母を使用して, アンブル酒母を調整した。仕込配合をTable 2に示す。

酒母, 初添は在来仕込で行い, 中添 (40 g), 留添 (66 g) の掛米を高水分 α 化米の二度蒸米に置き換え (総米使用量156gの68%), 小仕込試験醸造を行った。対照仕込みとして掛米すべてを浸漬時間3時間, 蒸し温度100°C, 蒸し時間50分で調製したものをを用いた。

仕込温度は, 初添12.0°C, 踊12.0°C, 仲添10.0°C, 留

添 (発酵初日) 8.0°Cで仕込を行い, 2日目10.0°C, 3日目12.0°C, 4日目13.5°C, 5日目以降最高温度15.0°Cで発酵させ, 6, 12, 19日目のもろみをサンプリングし, 19日間発酵後上槽した。

もろみの成分分析 もろみのボーメ, アルコール濃度, 酸度, アミノ酸度は国税庁所定分析法注解⁷⁾に従って測定した。

結果と考察

高水分 α 化米の品質評価 短時間蒸煮処理後の高水分 α 化米の糊化度および二度蒸米 (100°C, 10分) の糊化度, 酵素消化性をTable 3に示した。

米デンプン糊化温度以下の60°C処理高水分 α 化米では, 対照の70%精白米生米 (36.7%) と同程度の糊化度で加熱の効果はほとんど認められなかった。80°C処理でも糊化度は60%以下と低く, 両試験群とも外観は生米同様に白く, 米表面には過剰の水分が付着しており, このままでは掛米としての使用は不適であった。

100°C処理高水分 α 化米では糊化度77~85%と対照蒸

Table 2. Material for sake fermentation.

	Seed	First feed	Second feed	Third feed	Total
Rice (g)	8	22	48	78	156
for <i>kakemai</i> (g)	0	18	40	66	124
for <i>koji</i> (g)	8	4	8	12	32
Water (ml)	20	27	60	103	210

Table 3. Quality of *kosuibun α -kamai* and *kakemai*.

No.	<i>Kosuibun α-kamai</i>		<i>Kakemai</i> (Re-steamed rice)	
	Degree of gelatinization (%)	Degree of gelatinization (%)	Enzyme digestion	
			Formol nitrogen (ml)	Brix
1	35.2	79.9	0.80	10.5
2	37.9	78.6	0.90	11.4
3	41.9	79.5	0.85	10.2
4	57.1	84.4	0.85	12.2
5	76.6	76.3	0.80	12.1
6	78.1	75.8	0.85	10.9
7	81.6	83.9	0.80	11.9
8	85.1	79.8	0.85	11.0
Control	36.7 (Uncooked rice)	86.2	0.80	10.7

米 (86.2%) に近い状態まで糊化していた。処理温度の上昇につれ糊化度も上昇し、同一温度であれば蒸し時間が長く、浸漬時間が長いほど糊化度が上昇する傾向が認められた。外観観察では糊化度の上昇に伴い、高水分 α 化米の表面は対照蒸米同様に光沢を帯びるが、対照蒸米と異なり中心部は白濁したままであった。

水浸漬米 (浸漬時間1時間) および蒸米の SEM 観察結果を Fig. 1 に示した。水浸漬米の米表層部は細胞壁に包まれたデンプン粒が観察される (Fig. 1-a)。100°C、10分の加熱処理では前報^{2,3)} 同様に米表層部は 10 μm 程度の幅で糊化し、非晶質となっていたが、中心部は細胞壁に包まれた組織構造が確認できた (Fig. 1-b)。これを 100°C、10分間、二度蒸した試料 (Fig. 1-c) は、Fig. 1-d の3時間浸漬、100°C、60分蒸し米や、炊飯米同様に中心部まで非晶質となっていた。

高水分 α 化米は製造条件に関係なく、100°C、10分の二度蒸しにより糊化度は約80%、酵素消化性 (米の溶解性) もホルモル態窒素量、ブリックスともに対照蒸米と同程度の値となり、高水分 α 化米を短時間再度蒸煮処理することにより掛米として使用可能であることが確認できた。

清酒小仕込の醸造試験結果 試料 No. 1 ~ 8 について、100°C、10分の二度蒸米を掛米として用い清酒小仕込試験を行った。その結果、対照仕込と高水分 α 化米仕込において6日目では、初期の米の溶解や酸度、アミノ酸度の異常な生成も認められず、アルコール生成は順調に

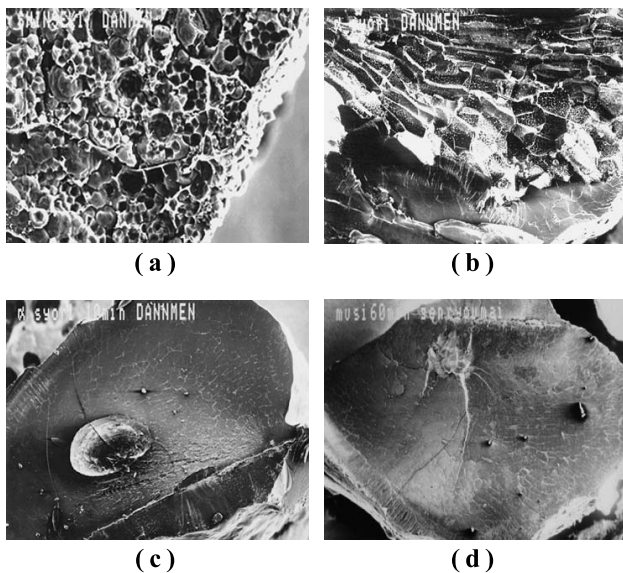


Fig. 1. Scanning electron micrograms of rice. (a) Soaked for 3 h, (b) steamed at 100°C for 10 min, (c) steamed at 100°C for 10 min twice. (d) steamed at 100°C for 60 min.

始まっていると考えられた。12日目では、ボーメの切れ、酸度、アミノ酸度、アルコール生成に若干の差が認められたが、変調もろみは確認されなかった。19日目では、いずれの仕込み条件でもボーメはマイナスまで切れており、酸度、アミノ酸度に若干の差が認められたが、最終アルコール濃度は16.5~17.6%であり、順調に発酵が行われたことがうかがえた。一例として、対照蒸米および試料 No. 3, 5, 7 の6, 12, 19日目の分析結果を Fig. 2, 3 に示した。

高水分 α 化米の処理条件が異なっても二度蒸しを行うことにより清酒製造は可能であることが判明した。しかし、低温 (60, 80°C) 処理の高水分 α 化米 (試料 No. 1 ~ 4) では表面付着水が多くハンドリングが悪い上、開封後の保存性も短く醸造現場での掛米用二度蒸米原料としては不適であった。一方、100°C 処理の高水分 α 化米 (試料 No. 5 ~ 8) はいずれも二度蒸米原料として

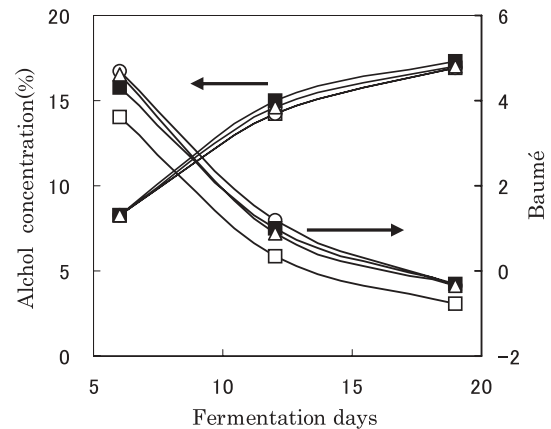


Fig. 2. Change in alcohol concentration and Baumé under fermentation. \square , Sample No. 3; \circ , sample No. 5; \triangle , sample No. 7; \blacksquare , control.

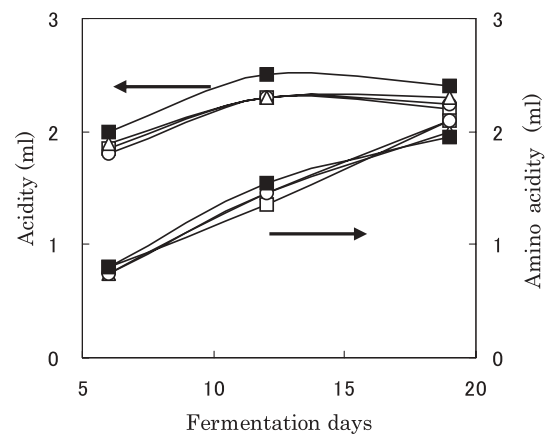


Fig. 3. Change in acidity and amino acidity under fermentation. Symbols are the same as in Fig. 2

の作業性、保存性に問題がなく、小仕込の結果は対照区と大きな差が見られないことより、100°C、10分間の加熱処理が経済性の面から適切と考えられた。

従来法では、蒸米製造のためにほとんどすべての作業が清酒製造現場で行われており、浸漬に数時間、水切り後の蒸し時間は1時間と長時間が必要であった。我々の開発した醸造用高水分 α 化米は、浸漬に1時間、水切り後10分間の蒸し、その後の冷却により製造できる。

今回、醸造用高水分 α 化米製造条件を検討し、清酒用掛米への適性を明らかにしたが、この技術は清酒以外にも蒸米を使用している醸造業界、製菓業界へも応用できると考えられる。

要 約

短時間蒸煮処理（60～100°C，10分）後、老化（再結晶化）させた高水分 α 化米（水分量35%程度）を再度、短時間蒸煮処理（100°C，10分）した二度蒸米は、長時間蒸煮処理（100°C，50分）した対照蒸米と同程度の糊化度、酵素消化性を示した。二度蒸米を掛米（総米の

68%）として用いた小仕込試験醸造では、対照蒸米と比較しアルコール生成、ボーメ、酸度、アミノ酸度いずれも大きな差は認められなかった。作業性、経済性より高水分 α 化米を100°C、10分の条件で二度蒸したものが掛米として最も適性があると考えられた。

文 献

- 1) 農林水産省総合食糧局，米麦加工食品生産動態等統計調査年報（2004）.
- 2) 小早川和也，大滝尚美，西田淑男，浅野正成，吉尾信子，前田 巖，久松 眞，谷口 肇：日食工誌，**52**，212-218（2005）.
- 3) 小早川和也，西田淑男，浅野正成，吉尾信子，前田 巖，久松 眞，谷口 肇：*J. Appl. Glycosci.*，**52**，393-398（2005）.
- 4) 西田淑男，小早川和也，上根 崇，浅野正成：特願2005-247316号，平成17年8月29日．
- 5) 日本食品工業学会：食品分析法，p.646-649（1982）.
- 6) 国税庁酒類総合研究所：酒造用原料米全国統一分析法
- 7) 日本醸造協会：第4回改正国税庁所定分析法注解，p.229-231（1990）.