

原料米処理温度の相違による製麴

Koji making under different material raw rice processing temperatures

河野 勇人¹・北島 葉子²・古川 愛子²

Isato KONO・Yoko KITAJIMA・Aiko FURUKAWA

Abstract

We examined the correlation between microbial biomass quantity and enzyme activity in *koji* making, along with the hardness of the resulting *koji*, using varying raw material steaming temperatures. To investigate this relationship, polished rice was steamed at 75°C and 105°C to make *koji* (*Aspergillus oryzae*). The results showed that the *koji* made from rice steamed at 75°C tended to have higher microbial biomass and enzyme activity. Further analysis of the relationship between the hardness of the *koji* and steaming temperature indicated that higher steaming temperatures led to increased hardness in both the steamed rice and *koji*.

1. 緒言

麴は穀類に麴菌を生育させたもので、日本の発酵食品に古くから使われてきた。麴菌は酵素を菌体外に生産し、それにより穀類の液化糖化を促し、その成分によって酵母等との発酵を行う。そのため、麴の重要な役割は、種々の酵素を効率よく生産することである。代表的な醸造物である日本酒製造では、 α アミラーゼ、グルコアミラーゼ、酸性カルボキシペプチダーゼ等の酵素活性を指標に、製麴が行われる¹⁾。特に吟醸麴としては、グルコアミラーゼ活性が高く、たんぱく質分解酵素活性が低い麴が作られ、所謂外硬内軟の突き破精麴が作られる²⁾。麴の酵素生産は、原料米の種類や精白歩合、原料米の吸水量、蒸煮時間や蒸米水分量、製麴時の麴菌の種類や品温経過、製麴時間等に影響される。特に蒸米の水分含量が酵素生産において重要であるとされ、原料米処理の限定吸水による一定の吸水量で蒸煮処理が行われ、水分含量約30%の蒸米が作られる。蒸米の水分が多いと麴の酵素力価が低くなり、また麴成分が多く雑味の多い酒質となりやすい³⁾。原料米の蒸煮については、甑、横型蒸米機、縦型蒸米機を用いた蒸米が作られ、蒸煮時間は50分以上の長時間蒸しが行われ、加熱器は104~107°Cで調節されている⁴⁾。蒸煮温度は100°C以上で行われることから蒸米表面の水分が減少し、また蒸米内のたんぱく質が熱変性し外硬内軟の蒸米が作られる。一方100°C以下での蒸煮処理は蒸米表面の水分が多く甑肌の蒸米となることから低温での蒸煮処理は行われていない。蒸米上の麴菌は蒸米水分を基に生育し、水分が33%以上では水分が多いほど早く発芽し、 α アミラーゼ、グルコアミラーゼ、酸性カルボキシペプチダーゼ、酸性プロテアーゼ等は菌体増殖量に比例して生産されることが知られている³⁾。麴は発酵食品以外にも酵素生産の面からも重要であり、低温蒸煮による蒸米では、製麴の時間が短縮されることが期待される。ここでは、原料蒸煮処理温度の違いによる製麴の菌体量と酵素活性、また製麴した麴の硬度との関係について検討した。

2. 実験方法

(1) 麴原料の前処理

麴原料として、精白米（岡山県産あさひ米）を用いた。原料米は水道水に1時間30分浸漬し、水を切り、脱水した。

1 くらしき作陽大学食文化学部現代食文化学科 Department of Contemporary Food Culture, Faculty of Food Culture, Kurashiki Sakuyo University

2 中国学園大学現代生活学部人間栄養学科 Department of Human Nutrition, Faculty of Modern Life, Chugoku Gakuen University

(2) 種菌の培養

製麴する菌株として、黄麴菌 (*Aspergillus oryzae*、市販米麴からの分離菌) を用いた。培養は、YPD液体培地で30℃、2日間振とう培養 (100rpm) した。

(3) 麴原料の蒸煮処理

麴原料は、脱水後、1) 105℃・30分または121℃・30分処理 (オートクレーブ) ならびに2) 75℃・1時間または80℃・1時間処理 (低温蒸煮装置) した。

(4) 種菌の植菌ならびに培養

蒸煮処理した麴原料に、前培養した菌株を1%容量植菌し、原料とよく混合し、28℃で培養した。

(5) 一般生菌数の測定

一般生菌数測定用原料は、黒米 (岡山県産黒米玄米)、赤米 (岡山県産赤米玄米)、小豆 (岡山県産大納言小豆)、大豆 (岡山県産、黒豆 (岡山県産作州黒)、精白米 (岡山県産あさひ米) を用いた。それぞれの原料の、1) 脱水原料、2) 105℃・30分蒸煮後原料、3) 75℃・1時間蒸煮後原料に、各々1gあたり1mlの滅菌水を加えて混合後、一般生菌数測定用培地に植菌し、30℃で2日間培養し、各原料中の生菌数を測定した。

(6) 水分の測定

製麴した各サンプルの水分は、105℃、2時間乾燥後、重量減少量から求めた。

(7) 酵素活性の測定

製麴した麴の酵素活性は、 α アミラーゼ測定キット、酸性カルボキシペプチダーゼ測定キット、糖化力測定キット (キッコーマンバイオケミファ株式会社) を用いて測定した。酵素液の調製は、製麴した麴10gに純水50ml加え、4℃で一晩浸出した後、ろ過したろ液を酵素液として使用した。

(8) 硬度測定

蒸米、麴の硬度測定は、レオメーターFRTS (株イマダ) を用い、マニュアルモードで平型を用いて測定した。

3. 実験結果および考察

(1) 原料蒸煮処理温度の違いによる製麴の菌体量と酵素活性

精白米を105℃と75℃で蒸煮処理し、製麴した経時変化を図1に示した。

図1の結果より、75℃の低温蒸煮処理した精白米で製麴すると、通常実施されている高温の蒸煮温度で処理した蒸米より、生育が早まる可能性が見出された。

そこで、製麴中の菌体量変化を測定した。その結果を、図2に示した。

また蒸煮米の水分を測定した結果、蒸煮直後の水分は、105℃30分処理で26.7%であったのに対し、75℃2時間処理では24.5%であった。また28℃6日後の水分は、105℃処理蒸煮米で27.9%、75℃処理米で32.4%となり、75℃処理米の方が水分含量が高い傾向がみられた。しかし、図1の結果のように、75℃の蒸煮温度で処理した蒸煮米を用いて製麴すると、2倍近い菌体量の増加が認められ、今回の結果を応用すると、製麴時間の短縮が図れる可能性があると思われる。

またこの結果から得られた黄麴について、酵素活性を測定した。その結果、 α アミラーゼ活性は、105℃処理の麴活性に対して75℃処理麴の活性が約84%であったが、酸性カルボキシペプチダーゼは75℃処理の麴が約1.2倍高く、また糖化力、 α グルコシダーゼ活性、グルコアミラーゼ活性は75℃処理の麴が105℃処理の麴に比べて、それぞれ約1.3倍、約1.2倍、約1.3倍活性が高くなった。

以上の結果より、製麴した黄麴 (6日間製麴) の酵素活性は、菌体量が多い75℃処理米で高い傾向が認められた。この酵素活性については、今回は製麴時間を長く取った関係から差異が明確ではなかったため、再度菌体量に差が出る時間で比較する必要があると思われる。

また他の原料を用いて製麴した結果からも、原料の蒸煮温度を75℃にすることで、菌体量が高まる

105℃ 処理米 黄麴(28℃ 製麴)



1日目



3日目



5日目



6日目

75℃ 処理米 黄麴(28℃ 製麴)



1日目



3日目



5日目



6日目

図1 105℃及び75℃蒸煮処理米での黄麴の製麴経過

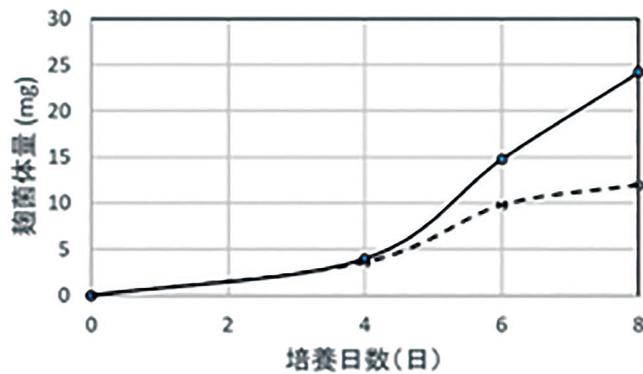


図2 製麴中の麹菌体量の変化
 グルコサミン量139 μ gを麹菌体量1mgとした⁵⁾。(破線；105℃、実線；75℃)

傾向が確認され、また製麴した麴の酵素活性についても、75℃で蒸煮処理することで、全体的に酵素活性が高まる傾向が見出された（データ未提示）。

次に、製麴原料を75℃で1時間蒸煮処理すると製麴時間が早まり、酵素活性も高まる可能性が見出されたことから、蒸煮処理原料の蒸煮温度と硬度との関係について検討した。その結果を、図3ならびに図4に示した。

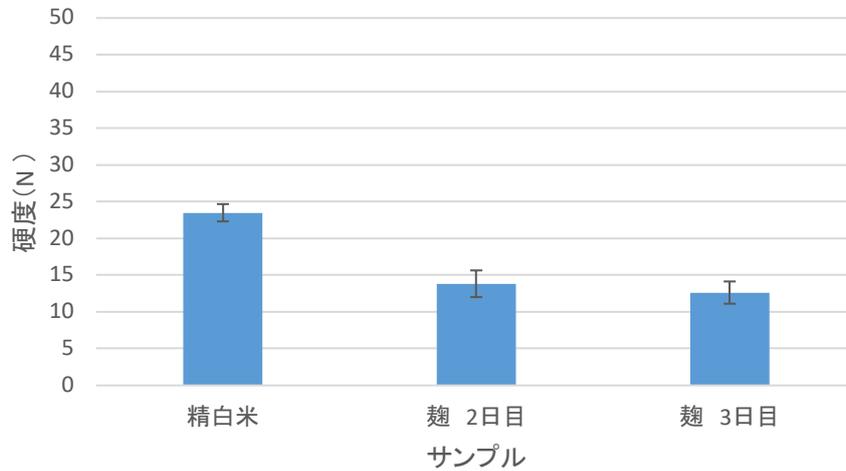


図3 80℃、1時間蒸煮処理米の硬度

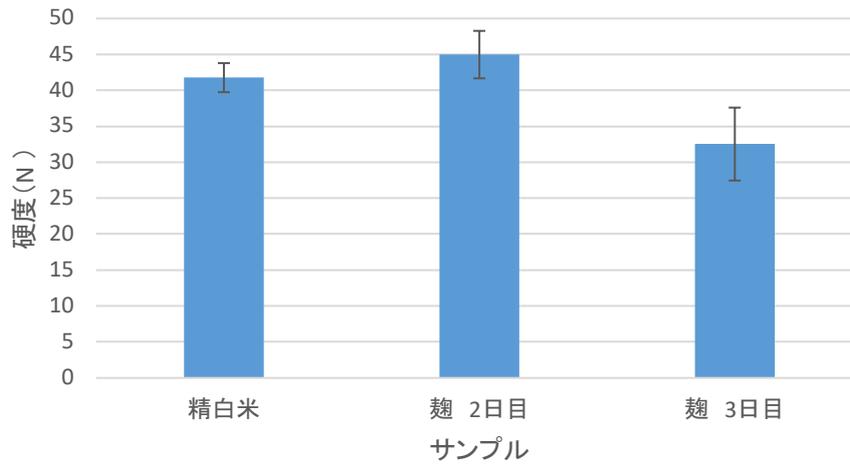


図4 121℃、30分蒸煮処理米の硬度

この結果より、蒸煮温度が高いほど、蒸煮米ならびに麴の硬度は高く、121℃処理では80℃処理の約3倍硬度が高い結果が得られた。野菜のニンジン低温スチーマーで処理した際、処理温度が高くなるとニンジンの硬さは低下することが報告されている⁶⁾。ニンジンの主成分は水分と食物繊維であることから、処理温度が高くなると硬さが低下すると推測される。精白米の場合は、主成分のでん粉の糊化とともにでん粉粒子中に散在するたんぱく質の熱変性が生じる⁷⁾。精白米にはでん粉が70%程度含まれており、蒸煮処理することにより糊化し硬度は低下する。でん粉以外の成分としてたんぱく質が5～6%含まれており、たんぱく質は加熱により変性し硬度は高くなる。炊飯過程において、米粒中のたんぱく質は75℃以降で熱変性による著しい減少を示す⁸⁾ことから、80℃以上の処理によりでん粉の糊化と同時にたんぱく質の加熱変性が起こり、蒸煮処理米では蒸煮温度が高くなると硬度が高くなったと推測される。総破精麴では菌体量が多く酵素活性も高いが、突き破精麴では菌体量が少ない代わりにαアミラーゼ活性に対するグルコアミラーゼ活性が高く、逆に酸性プロテアーゼに対す

る酸性カルボキシペプチダーゼ活性が低い麴となる。この吟醸麴の場合も蒸米の硬度が関係していると考えられており、今回の結果が酵素活性の相違を裏付けていると推測される。また原料米を低温処理することにより蒸米の硬度が低下し、それにより麴菌量が増加する結果が得られた。麴菌が菌体外へ生成する酵素量は菌体量に比例することから、酵素生産への蒸米の蒸煮処理方法としてさらに検討を要すると思われる。

低温蒸煮の場合、原料の殺菌を確認する必要がある。そこで蒸煮条件での原料中の一般生菌数について検討した。その結果を、表1に示した。

表1 原料中の一般生菌数

	脱水原料 (個/g)	105℃・30分蒸煮後原料 (個/g)	75℃・1時間蒸煮後原料 (個/g)
黒米	6.2×10^6	$< 1.0 \times 10$	$< 1.0 \times 10$
赤米	2.2×10^6	$< 1.0 \times 10$	$< 1.0 \times 10$
小豆	1.8×10^6	$< 1.0 \times 10$	$< 1.0 \times 10$
大豆	$< 2.0 \times 10^2$	$< 1.0 \times 10$	$< 1.0 \times 10$
黒豆	4.0×10^2	$< 1.0 \times 10$	$< 1.0 \times 10$
精白米	$< 1.0 \times 10^2$	$< 1.0 \times 10$	$< 1.0 \times 10$

この結果より、原料を75℃で1時間蒸煮処理することで、殺菌できている可能性が高いと思われる。

4. まとめ

原料蒸煮処理温度の違いによる製麴の菌体量と酵素活性、また製麴した麴の硬度との関係について以下の項目を検討した。

- (1) 原料蒸煮処理温度の違いによる製麴の菌体量と酵素活性
- (2) 製麴した麴の硬度と蒸煮温度の関係

(1)については、精白米を75℃と105℃で蒸煮処理し、黄麴を製麴した。その結果、製麴した黄麴（6日間製麴）について、菌体量と酵素活性は75℃処理米の方が多い傾向が認められた。また(2)については、蒸煮温度が高くなると蒸煮米ならびに麴の硬度が高くなる傾向がみられた。

参考文献

- 1) 清酒製造技術、(財)日本醸造協会、p.91-123 (1987).
- 2) 麴学、(財)日本醸造協会、p.315-322 (2008).
- 3) 岡崎直人、竹内啓修、菅間誠之助、製麴条件の増殖および酵素生産におよぼす影響、醸協、74、683-686 (1979).
- 4) 松本保博、河野敢、高度精白米の原料処理システムの改良、醸協、108、215-220 (2013).
- 5) 岩野君夫、中沢伸重、伊藤俊彦、醸協、97、865-871 (2002).
- 6) 豊泉友康、山本寛人、佐々木麻衣、低温スチーマーにおける高齢者に適したニンジンの加工条件、日本食品科学工学会誌、62、341-348 (2015).
- 7) 矢野裕之、竹内正彦、加藤(江森)澄恵、我妻義則他、米澱粉の糊化における蛋白質の溶解性変化に関する解析、食品総合研究所研究報告、75、1-8 (2011).
- 8) 大島誉章、田村匡嗣、伊坂亜友美、小川幸春、炊飯過程における米粒含有成分・含有量の変化、美味技術学会誌、11、22-28 (2012).

