味噌用輸入米の加工適性

戦後最大の米の不作で 223 万トンに及ぶ外国産米の輸入が報道されている。加工用米の一部に外国産米がまわされる情勢は避けられそうもないが、味噌用原料米として使い慣れてきた軟質の国産米から、硬質の外国産米に変わった場合の原料処理を中心とした留意点について解説していただいた。

海 老 根 英 雄

はじめに

平成 5 年の異常気象による低温・長雨は農業生産、特に米の生産に大きな打撃を与え、収穫は平年の 80% を下回るものとなり、米の需給を著しく窮迫させることになった。政府は緊急対策として、急遽加工原料米の不足分を輸入米で埋め合わせることにし、タイ米などの輸入に踏み切った。戦後、味噌用麴原料の米麦は食糧管理法によって食糧庁の管理するところとなり、生産実績に応じて割り当てられてきた。輸入米としては、産地によりスペイン米、トルコ米、エジプト米、イタリア米、ウルグアイ米、タイ米、ビルマ米、加州米、蓬莱米、中国米など多種類のものが使用されていたが、昭和 44 年には国内産米の生産過剰となり、昭和 45 年度には味噌業界待望の内地米が古々米ではあったが、割り当てられた。以来一貫して内地米が味噌用麴原料として使用され、工場における機械装置も硬質の外米から、軟質の内地米処理に標準を合わせて設計されるようになってきた。

今回は、実に 24 年ぶり以外米による味噌製造を行うことになり、いささか戸惑うところもあり、以下、外米と内地米との特性の違い、それぞれの加工適性、外米使用による製麴の要点などを解説する。

1. 海外の米の種類と生産事情¹⁾

(1) 品 種

世界の米の種類は、性状によりインディカ（インド型米）、ジャパニカ、およびジャポニカ（日本型米）に大別される。前二者は性質が近いのでインディカー本に纏めることもある。世界の生産実績は 52,300 万トン、そのうちインディカが圧倒的に多い。ジャポニカ型を生産する主な国は、日本、韓国を中心として、台湾、中国（華北、華中）、アメリカ、オーストラリア、エジプト、イタリア、スペインなどである。また米は白米粒の長さ

より、極長粒種（7.5 mm 以上）、長粒種（6.61～7.50 mm）、中粒種（5.51～6.60 mm）、短粒種（5.50 mm 以下）に分類される。

米の成分では、炭水化物（主に澱粉）が重要であり、そのアミロース含量、糊化温度の面から世界の米の特徴が明らかにされている。それらのなかから、インド型外米と日本型米を比較すると、第 1 表のようになる。

アミロース含量はインド型米では 26～31% で、それに対して日本型米では、17～20% と明らかに低い。また、アミログラム特性値のなかで、糊化温度について見ると、日本型米では明らかにインド型米よりは低い。さらに、澱粉糊の粘弾性については、インド型外米は概して粘弾性、特に弾性が大きく、これが外米の米飯に粘りがなく、硬いことと関係しているものと見られている。さらに、澱粉中のアミロース含量を世界の米について生産国別に調査した別の試料を第 1 図に示す。

日本、スペイン、イタリアの米はアミロース含量は低い方である。これに対して、ベトナム、ガーナ、中国、スリランカ、インド、インドネシア、パキスタン、オーストラリアなどは高い方であり、タイ、台湾、アメリカ

第 1 表 米澱粉のアミロース含量 (%) とアミログラム特性値¹⁾

産 地 国 名	アミロース (%)*	糊化温度 (°C)
タ イ	30.6	71.3
ミャンマー(ナッセン)	27.3	73.5
(ミードン)	25.7	69.8
ス ペ イ ン	17.5	63.3
イ タ リ ア	19.3	62.0
エ ジ プ ト	18.4	65.8
中 国	19.0	62.5
台 湾	17.3	65.5
日 本	19.7	61.2

* 電流滴定による

Suitability of Imported Rice for Manufacturing Miso
Hideo EBINE (Central Miso Research Institute)

第1図 世界の米のアミロース含量(糯品種を除く)²⁾
(見かけのアミロース含量)

などの米はアミロース含量が低いものから高いものまで幅がある。

(2) 硬質米と軟質米

日本国内ではこれらの区別は生産地によりほぼ決められていて、硬質米は瀬戸内海沿岸を中心とした西日本一帯、軟質米は北陸と東北を中心とする一帯で生産される。味噌原料として、米の硬度が加工適性上問題にされるので、外国産について調べると、米の硬質種と軟質種

の特徴は、第2表のよう要約される。

この表で、米の硬質種と軟質種の特徴は米の硬度分布の項に示されるように、米の中心部と背腹線部の硬さに差があり、また澱粉細胞組織の形態にも違いが見られる。

米粒の横断切片を見ると、澱粉細胞組織は第2図のようになっている。

インド型米には中心部を横切る充実の悪い扁平な細胞はなく、大体一様に充実し、米粒の中心から外側に向かって細胞が放射状に並んでいる。日本型のなかでも、日本の西南地域の硬質米はインド型に似ているが、酒造米は米の中心を通り背と腹にいたる数層の細胞が、内容の充実が悪いため扁平になって押し付けられている。また東北地方などの軟質米では、背腹の中心線付近の細胞がやや扁平で、酒造米程ではないがやはり違った構造を示している。このような組織構造の差異が吸水状態に大きく影響するものと見られる。タイ米は日本の米に比べて米質が硬く、吸水性が悪いのはこのような組織構造の違いもその一因となっている。

(3) インディカ型とジャボニカ型

前項の軟質米と硬質米と重複する項目は省略して、両者の特徴を記す。

1) 形状

米粒の形状は米粒の長さに対する幅の割合で示される。インディカ型は長さとの値が2.5前後であるのに対し、ジャボニカ型は1.6~1.8である。

2) 米粒の稀アルカリ溶液による膨潤崩壊度

米粒の稀アルカリによる膨潤崩壊度を第3図に示す。

指数は小さいほど米粒の変形が小さく、大きいほど膨潤崩壊の程度が大きいことを示す。つまり、米粒の軟らかさの度合いを示すことになる。インディカ型のタイやミャンマー米はこの指数が著しく小さい。スペイン、エジプト、台湾米は中間にあり、イタリア、アメリカ(加

第2表 硬質種と軟質種の特徴²⁾

区 分	澱粉細胞組織の形態	硬 度 分 布	米粒の長さ/幅比	品 種 の 例	
				イン ド 型	日 本 型
硬 質 種	中心部より放射状、同心円的な細胞配列	中心部がごく硬い	2.5 以上	インドの Aman アメリカの長粒種	
準硬質種	中 間 的 形 態	中心部がやや硬い	1.9~2.5	インドの Aus, Boro アメリカの長粒種	陸稲 戦捷, ハタニシキ
準軟質種		中心部がやや軟らかい	1.7~2.0	アメリカの短粒種 中国の粳	硬質米品種 朝日, 金南風など
軟 質 種		中心部と背腹線部が軟らかい	1.4~1.7	アメリカ Cody 伊, 仏 Ardito	軟質米品種 ササングレなど
超軟質種	背腹径線部は平行的となり、細い形態となる	中心部と背腹線部がごく軟らかい	1.6~1.8	伊, 仏の Bulgare 他	酒米品種 山田錦など

第2図 米粒の組織構造の差異¹⁾ <1> インド型米, 日本型の硬質米, 2) 酒造米, 3) 軟質米>

第3図 稀アルカリによる米粒の膨潤崩壊度¹⁾

州), 中国米は日本米に類似して, 膨潤崩壊度の程度が大きい。米粒のアルカリによる膨潤崩壊の難易は, 米粒組織の硬さの違い, 米澱粉のアルカリに対する抵抗性の強弱に影響される。

3) 吸水率

日本米と輸入米(インディカ型とジャポニカ型を含む)の吸水状態を第4図に示す。タイ, ミャンマー米は, 吸水率, 吸水速度は日本米よりは低く, アメリカ(加州)は吸水初期には日本の米に似ている。

4) 精米の加熱吸水率

第5図に示すように, タイ, ミャンマー, スペイン米は大きく, 日本米は小さい。イタリア, エジプト, 加州, 中国, 台湾米はそれらの中間にある。

2. 味噌醸造における米の役割

味噌は歴史的にみて, はじめは大豆と食塩を主原料とした豆味噌であった。これに米(米麴)を加えて今日の米味噌ができたのは10世紀の頃と思われる。米麴は味噌の発酵・熟成を進めるための種々なる酵素を味噌に与える極めて重要な働きを持っている。さらに, 米はその豊富な澱粉が麴の酵素作用により, 大豆にはない糖分を与え, 米味噌特有の上品な甘味となり, さらにその一部は味噌発酵中に酵母や乳酸菌によって, アルコールや乳酸その他の香気成分や酸味その他の呈味成分に変わる。

第4図 日本米と輸入米の吸水状態

第5図 精米の加熱吸水率

$$\text{加熱吸水率} = \frac{\text{炊飯米の重量}}{\text{使用精米の重量}}$$

また, 未消化の米粒は味噌の物性に関係し, いわゆる腰の強さを維持する働きや香気成分を吸着して保香作用を持つ。

米味噌には, 甘味噌, 辛味噌のような種類があるが, それらの違いは主として原料配合, 特に麴歩合(大豆に対する米の比率を10倍した値)に見られる。甘味噌の麴歩合は15~22, 辛味噌では6~7である。

3. 味噌原料としての好適米の条件

① 夾雑物がないこと。

粉状質粒，被害粒，碎粒，異種穀粒，異物（特に昆虫，ダニなどの動物性異物と小石，砂，土壤などの鉱物性異物）の少ないこと。

② 粒の形状等が均一であること。

原料処理，製麴作業の面からは，粉状よりは粒状のものが好ましく，粒形はなるべく短粒，大きさは均一であること。また腹白米（腹の部分が白く見える米），青米（緑色を呈した米）など不完全米のできるだけ少ないこと。これらは吸水過度になりやすく，製麴に支障を来す。

③ 異質の米が混入しないこと。

インディカとジャポニカのような異質のものが混り合うと，吸水速度や吸水率に大きな振れを生じ，原料処理や製麴作業に支障を来す。

④ 少々のお米臭などは製麴により除去できるが，なるべく異臭のないこと。

⑤ pH が 5.5 以上であること。

米の 2 倍量の水で室温で 1 時間抽出した液の pH が 5.5 未満だと米の脂質の酸化がかなり進んだことを示す。このような米は組織が硬く，麴菌の発育も妨げられるので良い麴は得られない。

⑥ 製麴の前処理，製麴管理が容易であること。

精選，研磨，水洗，浸漬，水切り，蒸し，製麴などの一連の操作が容易で，処理装置の機械化に支障を来さぬこと。

⑦ 蒸米の保水性が高く，製麴が容易で，ハゼ込みが良く，麴のアミラーゼ，プロテアーゼなどの酵素力の強いこと。米麴を甘酒にして，溶解性がよく，ざらつきがなく，甘味が強く，かつ上品な香味を有すること。

⑧ 価格が安価であること。

4. 輸入米の適性評価

冒頭で触れたように，米は食糧制度により政府から割り当てを受けてきたために，大豆のような加工適性のある品種，銘柄の選択の自由に乏しく，輸入米の加工適性に関するこれまでの試験実績もあまり見られない。（社）中央味噌研究所が食糧研究所と共同で実施した試験³⁾によると，陸稲〔農林 12 号（群馬県），農林 24 号（栃木県）〕，水稲〔北陸 41 号（秋田県）〕，準内地米（スペイン米），碎米〔タイ米（グレード I）〕につき，小規模仕込み試験を行っている。試験項目は，一般成分，アルカリ崩壊試験，吸水試験，蒸米の水分蒸散試験，麴菌酵素による消化試験，製麴試験，および小規模味噌仕込試験である。これらの試験の結果から，それぞれの米の特徴を，特に碎米と国内産水稲を中心に見ると次のようになる。

（1）一般成分

第 3 表に見られるように，碎米は蛋白質や灰分が多いのに対し，水稲は全糖が多い。

（2）アルカリ崩壊試験

米質の硬軟を示す指標となるアルカリ崩壊試験（米を 1.7% 水酸化カリウム水溶液に入れ，室温で 24 時間放置し米粒の崩壊程度を観察する。数値の大きいほど崩壊しやすい）した結果は，崩壊指数の高いもの（軟らかいもの）の順に並べると，水稲（4.95），陸農 12 号（4.05），準内地米（3.55），碎米（2.10），陸農 24 号（1.25）となっている。

（3）吸水能

米 500 g を布製の袋に入れ，水温 20～23 度の水に浸し，14 時間まで，1 時間ごとに引上げて，水切り 30 分後に重量を測定した。14 時間後の吸水物の重量から吸水能を比較すると，陸農 12 号＞準内地＞陸農 24 号＞水稲の順となり，碎米は 2 度蒸しのため比較データがないが，第 4 図から明らかなように水稲より吸水能は小さい。

（4）蒸米の水分蒸散量

一定量の米を防腐のため 0.1% の DHA-Na 水溶液に 17 時間浸漬し，40 分間蒸した（碎米は前処理として，30 分浸漬後，1 時間水切り，15 分蒸し，放冷してから，浸漬し，水切りしてから 40 分間蒸す）。蒸米は 35 度の恒温器に入れ，1 時間ごとに重量を測定した。48 時間までの米の水分蒸散量は陸農 12 号＞準内地＞水稲＞陸農 24 号＞碎米となっている。

これらの性質は米の浸漬と製麴作業上重要なポイントで，碎米は内地米（水稲）に比べて，吸水能が劣るが，製麴の初期段階では保水性が高いという性質がある。

（5）蒸米の酵素による消化試験

試料 10 g に 3 ml の水を加え，吸水させ 40 分蒸した蒸米を 50 ml の 1% タカジアスターゼ溶液で 35℃ で 24 時間消化し，生成した還元糖量を測定した。還元糖生成率（%）の多い順に，水稲（31%），準内地（25%），陸農 12 号（22%），陸農 24 号（17%），碎米（16%）となり，水稲の還元糖生成率は最大で，碎米は最小である。

第 3 表 味噌用米の一般分析値

米 品 種	水分 (%)	蛋白質 ¹⁾	灰分 (%)	全糖 (%)
陸 農 12 号	12.0	8.98	0.44	75.3
陸 農 24 号	14.0	8.15	0.39	74.6
準 内 地 米	12.5	6.99	0.44	79.6
碎 米	14.0	9.58	0.59	76.6
水稲（北陸 12 号）	12.0	7.62	0.41	83.2

1) 蛋白係数は 5.95

第4表 麴の甘酒試験

米 品 種	液化力	糖化力	汙 過 残 渣
陸 農 12 号	108	15.4	ややざらつく
陸 農 24 号	103	8.8	ざ ら つ く
準 内 地 米	72	11.7	ざ ら つ く
砕 米	124	12.7	ややざらつく
水稻(北陸 41 号)	110	17.6	良 好

(6) 製麴試験

米 500 g をとり、蒸米の水分蒸散試験と同様に蒸した米に種麴を接種して常法通り製麴して、麴の甘酒試験を次のように行った。

麴 100 g を 300 ml 容の三角フラスコに入れ、70℃前後の湯 200 ml を加え、56℃ の恒温水槽中で 60 分間糖化させる。直ちに流水で 20℃ まで冷却し、濾過する。60 分後の濾液量を読み(液化力)、蔗糖計により濾液の糖度を読む(糖化力)。濾液の色沢、香味を調べ、濾紙上の残渣をつぶして、その溶け具合を調べる。

結果は第4表に示す。

出麴は陸農 12 号は比較的良好、陸農 24 号はスリハゼでもっとも劣り、準内地はスリハゼ、砕米はハゼ込み良好、水稻はもっとも優れていた。甘酒試験の結果は、水稻が全般的に優れ、陸農 12 号は比較的良好で、準内地、砕米はこれに次ぎ、陸農 24 号はもっとも劣っていた。

(7) 小規模味噌仕込試験

麴歩合 10、水分 46%、塩分 9% の米味噌の 1 ポット 2 kg 程度の小規模味噌仕込試験を 3 回行い、30℃ で 2 週間発酵・熟成させ、理化学試験と官能評価試験を行った。

3 回の試験味噌分析値にはかなり振れがあったが、澱

粉糖化率の平均値は、多いもの順に、水稻(83%)、砕米(81%)、陸農 12 号(75%)、準内地と陸農 24 号(73%)となり、また、蛋白溶解率は多いもの順に、水稻(57%)、準内地(50%)、砕米(46%)、陸農 12(38%)と陸農 24 号(38%)となっている。さらに、官能評価試験を総合すると、順位は、水稻、準内地、砕米、陸農 12 号と陸農 24 号となり、概評は第5表に示すとおりである。

(8) タイ産硬質米の加工適性

以上の適性評価試験のなかから、タイ産硬質米の特性を水稻と比較しながら総合的にまとめてみると次のようになる。

一般成分では、蛋白質や灰分が多く、澱粉が少ない。そのうえ、澱粉を構成するアミロースが多い。澱粉から酵素作用により還元糖を作る味噌製造の面ではマイナスである。さらに、澱粉の糊化温度が高く、蒸煮特性にも関係している。米粒の組織構造の違いを調べると、タイ硬質米の断面の構造は大体一様に充実していて、粒の中心から外側に向かって細胞が放射状に並んでいる。このようなしっかりした構造は日本の軟質米と異なるところで、この違いが、アルカリによる崩壊作用に対して抵抗性を強め、吸水速度を遅くし、吸水能を少なくするタイ米の性質を生んでいると思われる。タイ米はタカジアスターゼのような麴菌酵素の作用に対し、水稻よりも抵抗性があり、麴の甘酒試験で糖分の生成が少ない。小規模の味噌仕込試験でも、同様に糖分の生成が少なく、官能試験の結果においても、香味の評価の点で水稻に及ばない。

ただし、タイの硬質米は麴を造る際に、2 度蒸しをすることにより、米粒にひび割れができ、浸漬中の吸水作用を促進し、蒸米の水分が 43% 程度でも水稻のような

第5表 官能試験結果

	味 噌	味 噌 汁
陸農12号	香りが低い、粉っぽさは農林24号よりも少ない。味も甘味も24号よりも良いがザラつきあり外粋米より劣る(熟成も若い)。	やや内地米に近い香りがあるけれど上品でない。味がはなれている。 味が濃いけれど、準内地米に比し味がはなれている。
陸農24号	香り自体から粉っぽい、甘味、味ともに淡白で若い味。分解が進んでいない。多少ザラつく(12号より少ない)。色は全く冴えない。	香りが若い(原料の香り)。味が薄くてザラつく。一番悪い。
準内地米	米ザラつきあり。粘りは水稻より少ない。甘味があり、味(アミノ酸)が出て調和している。	香りが引き立たない。甘味も味もあっさりしている。味は陸農12号に比して薄いけれどナレている。外粋米に比して良い味である。
砕 米	香りは複雑、甘味も味(アミノ酸)もあっさりしてやや調和が欠け、比較的良好。	香りにクモリがあり、きらいでない。後味が内地の米のようにマルくない(アッサリしている)
水 稻 (北陸41号)	麴の香りが良い。香りもよい、やや粘る。甘味がきれいで、味(アミノ酸)が良い。	速く溶ける。米からの味が充分(甘く、香りも若いけれど良い)。清涼な甘味、一番良い。

粘りが出ないので、麴菌のハゼ込みがよく、菌体量も多くなり、酵素の生産も多くなる。また、麴化することにより、外米特有の臭いの一部は消去されるという利点もある。

5. 硬質米を用いる製麴の要点

これまでにも述べてきたように、タイの硬質米の性質は内地産水稻とはかなり違いがあり、特に吸水・蒸煮特性が異なる。久保田⁴⁾は外米の粒米と碎米の2回蒸し法につき試験し、注意すべき点として、第1回蒸し直後の浸漬は品温がまだ高いので、吸水過度になること、打ち水（吞ませ）は不均一な吸水になることから、1回蒸して済ませようとしても好結果を得られない、と述べている。茂木⁵⁾はタイ碎米を使用した試験では、初日は常法により蒸した後、麴に拡げ、2日目には浸漬を行わず元キロの3~6%の散水をしてから2度蒸ししたものが良好であったとしている。本田⁶⁾は加圧蒸しについて、まず、50℃の温湯に5時間浸漬し、水切り後1時間保温放置し（このとき吸水量は約28%である）、次に10ポンドの加圧下で40分、次いで圧力を1~5ポンドに下げ、20分蒸す、さらに圧力を15ポンドに上げて約40分蒸すと報告している。

タイ米は内地米処理のような1度蒸しを行うのは芯が残りやすく、これを改良するには、蒸しの途中で所定量（米重量の約15%）の散水を行う方法がある。ただし、散水の場合には、吸水が不均一になりやすい。上述の本田の加圧蒸しは操作がやや複雑である。

24年前まで碎米が使用されていた頃には、いわゆる2度蒸し法が、それぞれの工場で実施しやすいように改

変されて行われていたようである。碎米を洗浄・浸漬（30分程度）し、水切り30~60分後、第1回蒸しは蒸気が抜けてから約10分、麴などの上に拡げて翌日まで放冷する。この間に碎米に多くのひび割れが入ることが必要である。2日目には浸漬（5~20分）し、水切り1時間、蒸しは40~60分。蒸し米の水分41~42%となるよう浸漬の時間を調節する。

おわりに

味噌用原料米の需給事情の逼迫により、急遽タイ米が輸入され、工場はこれにより、味噌製造をせざるを得ないことになった。かつて、タイ碎米を使用していたときから24年を経過し、この間に味噌工場の機械設備は国内産水稻を処理するよう改造されてきた。今再びタイの硬質米を使用するに当たり、この米の特性を内地米と比較しつつ理解し、その最適な処理法を工夫していくことが必要である。

〈(社)中央味噌研究所〉

文 献

- 1) 農林省食糧研究所：「米の品質と貯蔵，利用」（1969）
- 2) 岩崎哲也：「米の品質評価」，農林水産省食品総合研究所，食糧—その科学と技術，30，71~104（1992）
- 3) 海老根英雄，松下善一，佐々木博國，蓮沼俊子，石山治彦，松本憲次：陸稲を用いたみそ醸造試験，食糧研究所研究報告，17，162~169（1963）
- 4) 久保田彌吉：紫西春秋，2，（11）5（1942）
- 5) 茂木正利，中島茂次：醸学，22，327（1944）
- 6) 本田重次郎：紫西春秋，2，（10），25（1942）