

原料米の品質と冷凍米飯の加工適性

大村 邦男*

原料米の精米白度と冷凍米飯の製品白度に関連性はみられなかった。タンパク含量が高い米は、浸漬時の吸水速度および吸水率が低い。また、加熱時の容積増加割合は大きい、吸水率、製品歩留まりは低い。アミロース含量が高い米は、浸漬時の吸水率が低く、製品歩留まりは低い。炊飯米の粒離れは、タンパク含量が8%以下で劣り、アミロース含量20%以下でも同様の傾向がみられた。粒離れを基準にした米粒のテクスチャーの適正値は、テンシプレッサーの測定で、硬さは約8kgw以上、粘性は約0.6kgw以下と推定された。また、米粒の付着性にはタンパク含量の多少が強く関与しているものとみられた。冷凍米飯の保存期間中における水分、テクスチャーの変化は判然としなかった。しかし、冷凍と解凍を繰り返す試験では、タンパク含量の高い米で氷結晶水の発生が少ない傾向を示した。

1. 背景および目的

米の消費量は昭和37(1962)年をピークに減少しており、平成7(1995)年には年間一人当たりの消費量が68kgまで落ち込んでいる。その内訳をみると、家庭内食の減少が著しいのに対して、外食や中食の米消費量は増加傾向にあり、米の新たな消費を考えるうえで注目されている。

加工米飯の製造量は平成元年に91,000tであったものが、平成7年には183,000tと倍増しており、冷凍米飯を始めレトルト米飯、無菌包装米飯などの売り上げは年間1000億円を越えるものとみられる。とくに、昭和40年代の終わりにファミリーレストランに登場した冷凍米飯の伸びは大きく、その生産量は加工米飯全体の70%を占めている¹⁾。

冷凍米飯に使用する原料米の選択は、外観形質では白度と粒張り、炊飯米では硬さを基準に、柔らかすぎずダマのできずらい米が使われている。すなわち、製造現場では外観形質や炊きあがりの状態をもとに原料米を選定しており、米の内部成分との関連性については必ずしも明らかにされていない。

本試験では冷凍米飯の中で高い比率を占める冷凍ピラフについて、①製造工程と原料米の適性要因の抽出、②適性要因と米の内部成分の関連性、③小規模製造試験による加工適性の評価、④冷凍保存中の品質変化、

について検討した。

2. 冷凍米飯の製造工程と適性要因

道内および本州の加工米飯工場を視察し、業務担当者からの聞き取り調査を参考に、冷凍米飯の製造工程と各工程で問題になる原料米の品質関連要因を抽出し整理した(図1)。

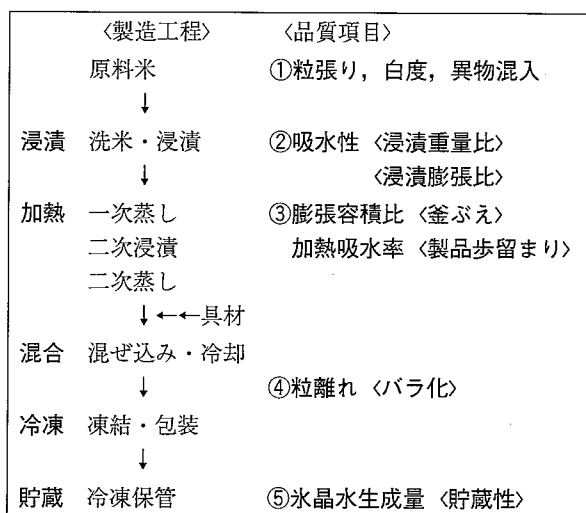


図1 製造工程と品質関連要因

工程の中で問題となるのは、①原料米では粒張り、白度などの外観品質で、製品の出来映えや加工効率の良し悪しなどを推定するための指標になる。②浸漬工程では吸水性と浸漬重量比、浸漬膨張比が炊きあがり時間や炊飯米の品質に影響を及ぼす。③加熱工程では膨張容積比は「釜ぶえ」に、加熱吸水率は製品歩留ま

1998年10月8日受理

* 北海道立中央農業試験場, 069-1395 夕張郡長沼町東6線北15号

りに反映する。④混合・冷凍工程では米の粒離れが悪いとダマができやすく、粘り過ぎる米は凍結時のバラ化、凍結効率の低下をもたらす、冷凍が不均一になり製品の品質が損なわれる。バラ化して冷凍処理するピラフでは最も重要な工程で、保存中の品質変化にも影響する。また、冷凍食品では貯蔵期間中の品質劣化が問題にされるが、⑤冷凍保存中の氷結晶の発生は、製品の外観品質と解凍後の食感を著しく低下させる原因となる。

3. 原料米の品質と加工適性要因の関連性

(1) 外観品質

加工米飯の外観品質を高めるうえで、粒張りの良し悪しは基本的な選定基準である。また、現場では原料米の白度が①食味の簡易評価法、②製品の色に対する影響を予測するための一つの指標にされている。

1) 試験方法：原料米の水分は135℃、2時間の乾燥法。白度はケットの白度計。タンパクはインフラライザー測定による。

2) 試験結果：加工業者が原料米を選定する際の基準に米の粒張りとう白度をあげる。白度を基準とする理由は二つあり、一つは吸水性や食味を判定する簡便法として採用している。本試験でも、タンパク含量と精米白度との間には負の相関関係が認められ、吸水性や食味に影響するタンパク含量の多少を判断するうえで有効な情報をもたらすことを示した(図2)。もう一

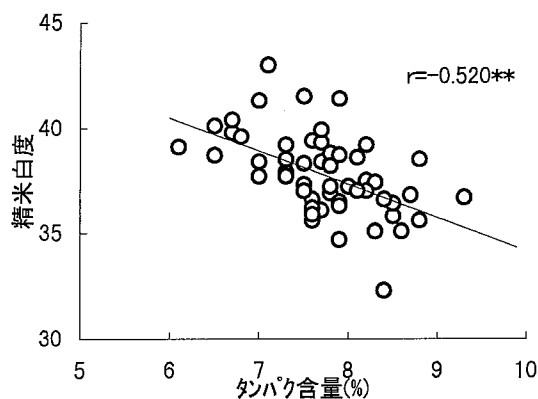


図2 タンパク含量と精米白度の関係

つの理由は、加工米飯を製造する際に製品の外観に対する影響を予測するためと思われる。しかし、本試験では、精米白度と試験製造した冷凍米飯の製品白度との間に関連性はみられず、原料米の白度が製品に直接反映されることはなかった(図3)。

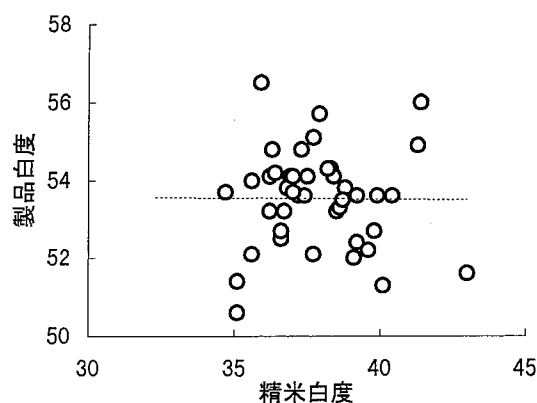


図3 精米白度と製品(冷凍米飯)白度の関係

(2) 浸漬試験

米の吸水性は炊飯前の浸漬時間や炊飯時間に影響し、製品歩留まりに反映する。また、浸漬膨張比は炊きあがりの時間に影響するものとみられる。そこで、原料米の内部品質(タンパク、アミロース含量)とこれら吸水性の関連を検討した。

1) 試験方法

試験材料は、1994年～1996年産の米で、長沼町、栗山町、蘭越町、深川市の各奨励品種決定圃場の試料(きらら397、ゆきひかり、ゆきまる、空育150号、ほのか224、彩など)、稲作部育種科、上川農試水稻栽培科のイシカリ、きたいぶき、農家栽培米(きらら397、ゆきひかり、ゆきまる、ほのか224、彩)、市販品(コシヒカリ、あきたこまち、ひとめぼれなど)、北海道食糧事務所提供の輸入米(アメリカ、オーストラリア、タイ、中国産)など計60点の材料を90～91%にとう精して用いた。

吸水性は米に1.5倍量の水を加えて25℃の恒温機に保管し、一定時間経過後(20分、120分)米粒表面の水分をていねいに拭き取った後130℃で2時間乾燥し、米に吸水された水分を測定。吸水率は(120分吸水後の白米重量－吸水前の白米重量)／白米の乾燥重量で表し、吸水速度は20分経過後の吸水率／120分経過後の比で表した。浸漬膨張比は米20gに2.5倍量の水を加え25℃の恒温機に2時間静置し、浸漬前後の容積比で表した。

2) 試験結果

表1に示すように、タンパク含量と吸水率、吸水速度との間には負の相関関係がみられ、タンパク含量が高い米では吸水速度が遅く、吸水率は低かった。また、アミロース含量と吸水速度との関連は判然としなかったが、吸水率の間に負の相関関係がみられ、アミロース含量が高い米では吸水率が低かった。

浸漬膨張比と成分含量との関連性は明らかではな

表1 米の内部成分と品質関連項目の相関

処理	項目	タンパク含量	アミロース含量
浸漬	吸水率	$r = -0.432^{**}$	$r = -0.334^{**}$
	吸水速度	$r = -0.373^{**}$	$r = 0.066$
	浸漬膨張比	$r = 0.094$	$r = -0.118$
加熱	膨張容積比	$r = 0.477^{**}$	$r = -0.008$
	加熱吸水率	$r = -0.212$	$r = -0.088$
	溶出固形物	$r = -0.216$	$r = -0.196$

(n=57~60)

かったが、アミロース含量が高まるにつれて低下する傾向がみられた。

(3) 炊飯試験

炊飯時の加熱吸水率は炊飯に伴う重量増加分を表すもので、製品歩留まりに影響する。また、膨張容積は炊飯に伴う容積増「釜増え」の指標になる。

1) 試験方法

試験材料は上述と同様で、試料20gを用いてピーカーで炊飯し、農水省食品総合研究所の試験法²⁾に準じて加熱時の膨張容積比、加熱吸水率、溶出固形物を測定した。

2) 試験結果

炊飯時の膨張容積比は、タンパク含量と正の相関関係を示し、タンパク含量の高い米は釜ぶえし易いことを表した。アミロース含量と膨張容積比の関連性については判然としなかった。加熱吸水率はタンパク含量の高い米で低くなる傾向がみられ、製品歩留まりの低下につながるものと推察された。

なお、炊飯時に発生する溶出固形物（重湯）は、タンパク含量、アミロース含量の高い米で少なくなる傾向がみられた。

4. 小規模製造試験

(1) 試験方法

製造試験は大手食品業者「N社」の協力により、当製造課開発試験室で冷凍米飯の製品化を図る際に行う方法に準じて行った。①原料米300gを洗米し室温（20～25℃）に1時間浸漬後、水を切って浸漬重量を測定。②水切り後の米を金網かごに入れて「もち用蒸し器」にて10分間蒸す。③80～90℃に設定した恒温槽の中で5分間炊飯した後に水切りし、排出される溶出固形物を測定。④再び蒸し器で15分間蒸し上げ。⑤具材無し

で調味料のみ添加して混ぜ込みを行った。なお、調味料（N社特製）添加は官能試験の判定をよりわかりやすくするために一般市販品の半量とした。⑥冷凍処理は米が熱いうちにスノーホーンでドライアイスを直接吹き付けて急速冷凍。⑦冷凍後密封パック専用袋に250gを分取。⑧-20℃の冷凍庫に保管し、随時取り出して供試した。

(2) 試験結果

浸漬重量比はタンパク含量、アミロース含量と各々負の相関関係を示し、タンパク含量、アミロース含量の高い米で低かった（図5、6）。また、原料米と製品（冷凍米飯）の重量比で表した製品歩留まりは、タンパク含量、アミロース含量と負の相関関係を示し、タンパク含量、アミロース含量の高い米では歩留まりが低く、炊飯試験の加熱吸水率に対応した結果となった（図5、6）。

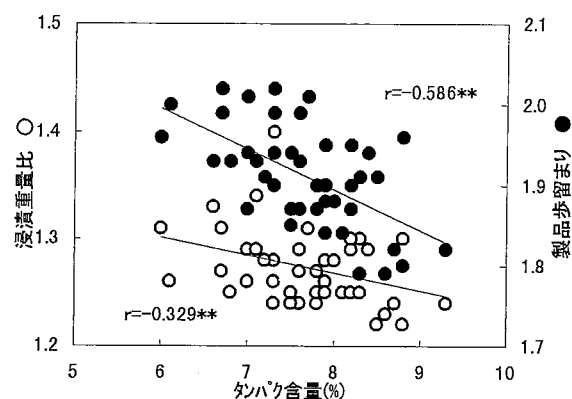


図5 タンパク含量と浸漬重量比、製品歩留りの関係

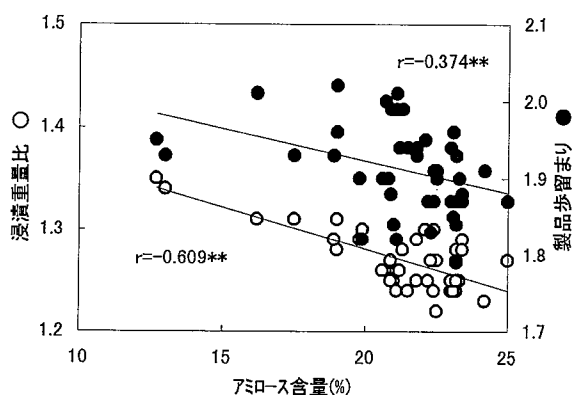


図6 アミロース含量と浸漬重量比、製品歩留りの関係

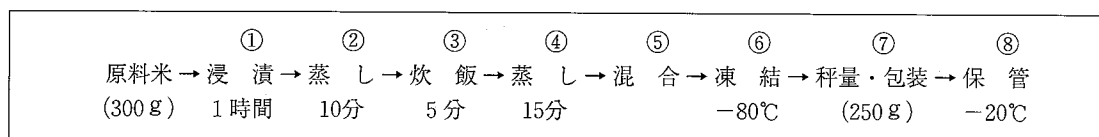


図4 小規模製造試験の工程

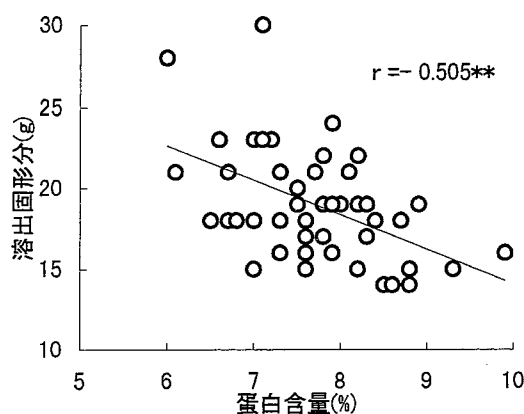


図7 タンパク含量と溶出固形物の関係

なお、炊飯過程で発生する溶出固形分とタンパク含量の間に負の相関関係が示された(図7)。

冷凍米飯向け原料米の加工適性を表す中で最も重要なのは混ぜ込み時の米の粒離れである。粒離れの比較は、N社が冷凍ピラフ向けに採用している品種を基準にした。すなわち、農家から購入した「ゆきひかり」で製造した冷凍米飯を対照(粒離れを4)に、図8に示すような5段階評価(粒離れ:優5, 良4, ほぼ良3, やや劣2, 劣1)を行った。

その結果、タンパク含量が低くなるにつれて粒離れが不良となる割合が高まり、タンパク含量が8%以下では指数2以下のやや劣るものが多くみられた(図9)。また、アミロース含量と粒離れの関連はタンパク含量の関係ほど明らかではなかったが、アミロース含量が低くなるにつれて粒離れは不良となり、20%以下ではやや劣るものの割合が多かった(図10)。

次に、粒離れがほぼ良(指数で3)以上の時の硬さと粘性を数値として把握するために、一定の条件(図11)でテンシプレッサーによる測定を行った。測定試料は3粒の米を測定台の上に放射状に並べ、測定値は5反復の平均値で表した。

その結果、粒離れがほぼ良(指数3以上)の時のテ

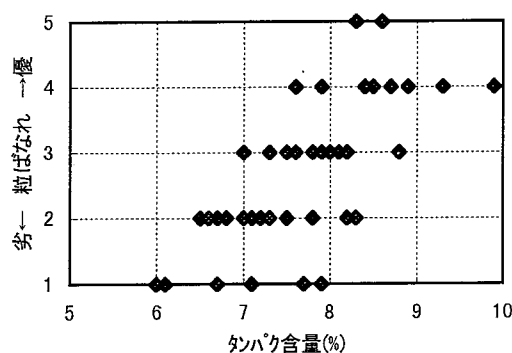


図9 タンパク含量と粒離れの関係

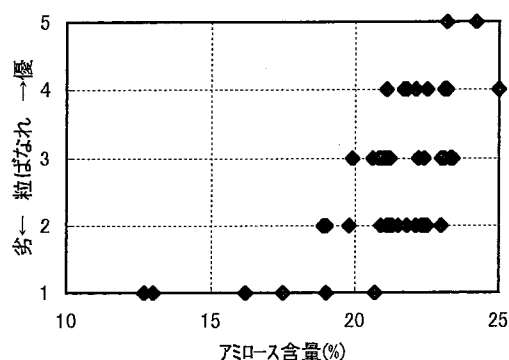


図10 アミロース含量と粒離れの関係

ロードセルの加重設定 10kg プランジャー 直径25mm
 ディスタンス 15mm クリアランス 0.5mm
 サンプル・シックネス 5.0mm リピート 2
 スピード 120mm/min
 (TAKEMOTO TTP-50BX)

図11 テンシプレッサーの測定条件

ンシプレッサーの測定値は、硬さが約8kgw以上、粘性は約0.6kgw以下であった(図12)。また、機械適性の指標にあげられる米粒の付着性ではタンパク含量との間に負の相関関係がみられ、付着性にタンパク含量の多少が強く関与していることを示した(図13)。

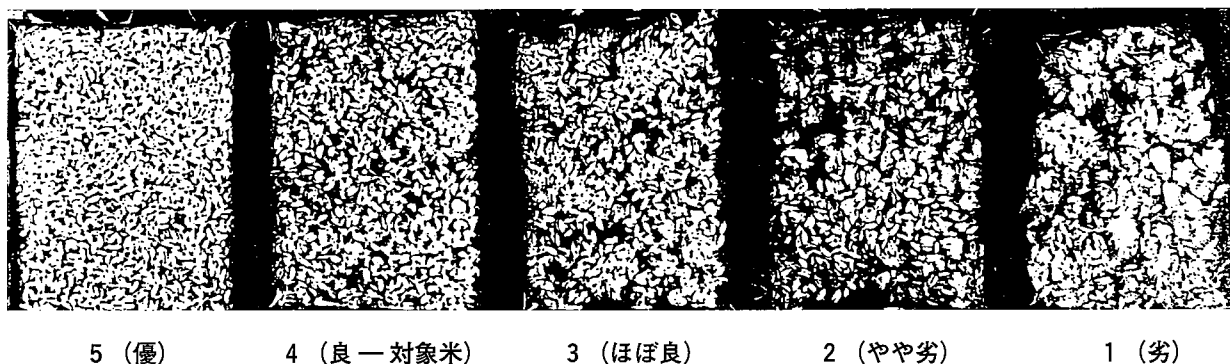


図8 冷凍米飯の外観と粒離れ指数

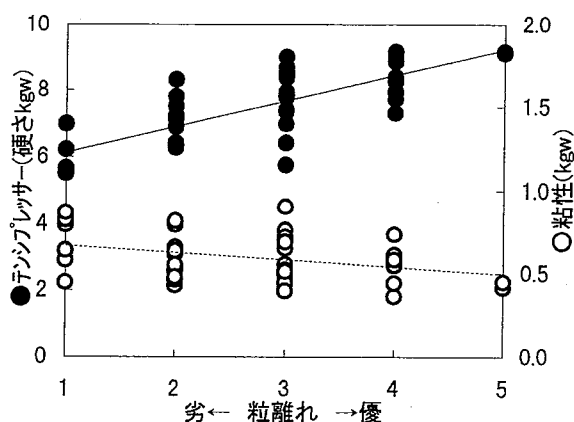


図12 粒離れと硬さ、粘性の関係

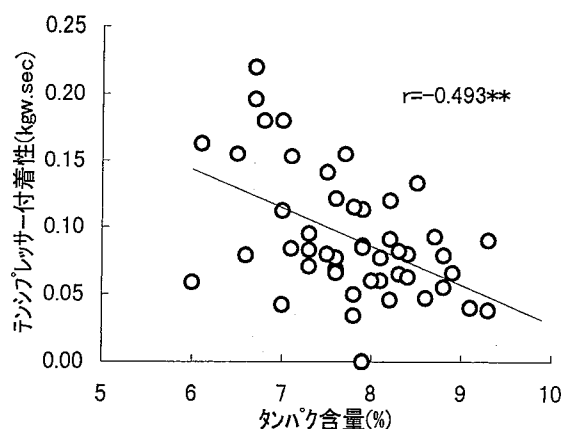


図13 タンパク含量と付着性の関係

5. 冷凍米飯の保存性

冷凍食品では保存期間中における品質変化が問題になり、その一つに氷結晶の析出があげられる。氷結晶の析出が極端な場合は製品が脱水状態となって乾燥し、白蟻化現象を招く。そこで、冷凍米飯の保存期間における品質変化を追跡するために温度と保存期間の条件を設定して、水分とテクスチャーの変化を検討した。

(1) 試験方法

保存温度は2段階（ -20°C 、 -40°C ）、保存期間3段階（1ヶ月、5ヶ月、10ヶ月後）で、その間の水分とテクスチャーの変化を検討した。また、凍結（ -20°C ）と解凍（ 5°C ）の反復実験を行い、解凍時に発生する水分が包装紙に吸収される重量分を氷晶水生成に伴う水分含量としてその割合を示した。

(2) 試験結果

冷凍米飯の米粒中水分の変化は、 -40°C で保存するよりも -20°C で保存したものでやや大きい傾向がみられたが、その差はわずかであった³⁾。また、貯蔵期間中のテクスチャーの変化について、バランス（粘性 $-H$ /硬さ H ）で比較してみたが判然とせず、一定の低

温条件で保存（10ヶ月）した場合の変化は小さいものと考えられた（図14）。

一方、凍結と解凍の反復実験においては、タンパク含量と氷晶水発生量との間に負の相関関係がみられ、タンパク含量の高い米で氷晶水分の発生が少ないことを示した（図15）。

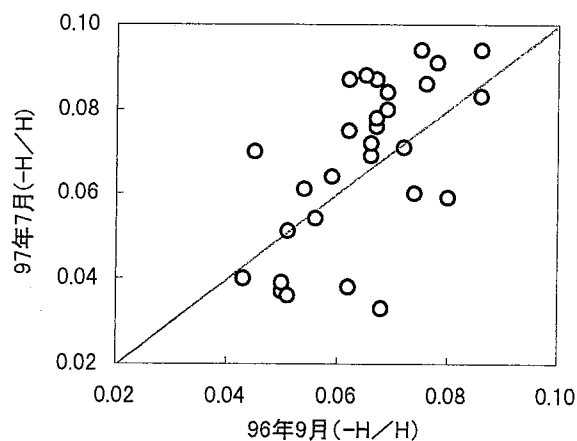
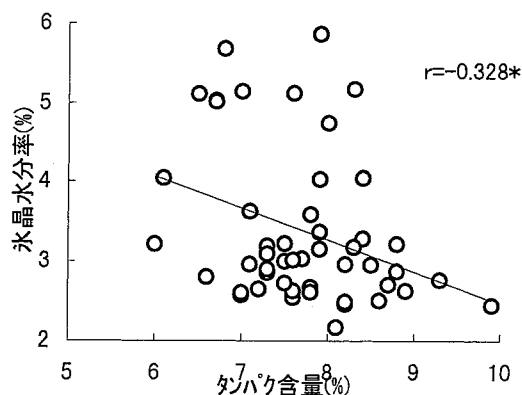
図14 冷凍保存期間中のバランス（ $-H/H$ ）の変化

図15 タンパク含量と氷晶水分の関係

6. 考 察

(1) 冷凍米飯の製造と原料米の品質

社会構造が大きく変わってゆく中でライフスタイルの変貌はめざましく、食生活の形態にも大きな影響を及ぼしている。日本人の主食である米の消費も、家庭内食が減少する一方で外食や中食が増加傾向にあり、簡便な加工米飯の伸びが著しい。

本試験ではこうした食生活の変化に対応した米の用途拡大を進めるために、加工米飯の中で高い割合を占めている冷凍米飯（ピラフ）について原料米の適性を検討した。

冷凍米飯を工業的に製造するに当たっては、まず原料米の選定から始まる。業界では原料米の粒張り、白度を基準に品質を評価するとともに、異物の混入には

細心の注意をはらっている。とくに、米の粒張りは製品の外観品質を左右することから基本的な選定基準となる⁴⁾。

精米白度とタンパク含量との間には負の相関関係が認められ、吸水性や食味を簡易に評価する上で有効なことがわかった。しかし、白タイプ（エビピラフ）と着色タイプ（ドライカレー）に大別されるピラフの中で、原料米の色が製品に反映されやすい白タイプのピラフでも製品の色に及ぼす影響は判然とせず、調味料や具材と混合される加工米飯では原料米の色そのものにはあまりこだわる必要はないものと思われた。

表2 製造工程と原料米品質の関連性

工程	項目	タンパク含量 低→高	アミロース含量 低→高
浸漬	吸水性	↘	↘
加熱	膨張容積比	↗	—
	製品歩留り	↘	↘
混合	粒離れ	劣→優 適正(8%~)	劣→優 適正(20%~)
保存性	氷晶水生成	↘	—

↗ 正の相関 ↘ 負の相関 — 相関なし

原料米は、洗米、浸漬した後に加水調整して炊飯工程に導かれる。浸漬・加水では、水温と時間、吸水性（吸水速度、吸水量）が問題になり、炊飯条件や炊きあがりのご飯の品質、さらには製品の歩留まりにも影響する。本試験では水温を一定条件(20~25℃)で行ったが、現場では水温に合わせて浸漬時間を調整している。とくに、製造が集中する冬期間は水温が低いため吸水性が低下することから、吸水性の良し悪しが製造効率に及ぼす影響は大きいものと考えられる。

また、加工原料米の吸水性は、炊飯効率だけではなく具材との混ぜ込みや味のしみこみにも影響するとみられる。吸水速度の早い米では米飯の粘りが強いとされており⁵⁾、本試験の結果でもタンパクやアミロース含量の高い米では吸水性が劣っていた。

炊飯時の膨張容積比はタンパク含量と正の相関を示し、タンパク含量の高い米で「釜ぶえ」し易い傾向がみられた。膨張容積の増加は見かけの歩留まり向上をもたらすが、重量単位で販売される加工米飯ではそのメリットはあまり大きくはないものとする。一方、ご飯の外観を重視する弁当などの中食では、釜増えするご飯は「ふっくら感」が維持されるため商品価値の向上につながるものと思われる。

工場規模の炊飯では、炊飯方式にはガス式・釜式、スチーム式・コンベアー式、ハイブリットがあるが、炊飯の操作性の容易さからスチーム式・コンベアー式が有利とされている。この場合、炊飯は一次蒸し、二

次浸漬、二次蒸しと移動させながら行うが、一次蒸しは前処理で、二次浸漬は米を内部まで均一に炊きあげるための操作、そして二次蒸しで仕上げる。なかでも、二次浸漬の温度管理は製品のかたさや味付けに影響することからその管理は重要である⁶⁾。

これらの工程の中で、炊飯に伴う重量変化は製造効率に直接反映する重要な項目であるが、アミロース含量の高い米は膨潤、吸水が低いといわれている⁷⁾。本試験でも、タンパク含量、アミロース含量が高い米では加熱吸水量および製品歩留まりが低い傾向を示した。大量の米を扱う製造現場では生産効率を考えるうえで製品歩留まりは重要なポイントの一つであり、後述する粒離れとのかねあいのなかでどのように調整してゆくのか工場規模の課題が残されている。

なお、小規模製造試験で、米のタンパク含量と溶出する固形分の間に負の相関関係が認められた。食品工場の排水中の懸濁物質やCODは排水処理を行ううでできるだけ少ないことが望ましく、原料米のタンパク含量の多少が副次的な経済性に影響することが予想された。

次に、蒸し終わった後の米は混ぜ込みが行われる。混ぜ込みは、米飯が練られないように具材との調合を図るとともに、余分な水分を放散させる役割を担っている。この時に粘り過ぎる米は機械に付着しやすく、製造ラインの停滞を招き生産効率の低下をもたらす⁸⁾。

凍結処理には、フロン、液化炭酸ガス空気ターボの様式があり、投資額は大きいエネルギー効率の高い空気ターボ式が有利とされている。凍結は冷凍食品の品質を左右する最も重要な工程で、バラ凍結（IQF）では最大氷晶帯の通過時間と製品のバラ化率が問題で、米飯のブロッキングを防止し、機械の衝撃による米粒の碎けを抑えることが重要である⁹⁾。一方、冷凍おにぎりなどのブロック凍結（BQF）では、最大氷晶帯時間を若干長くして過冷却状態を作りだし、その後一気に冷却させる新しい凍結法も開発されている¹⁰⁾。

米飯のかたさについては水加減である程度の調節は可能であるが、冷凍過程で問題となるダマの出来易さは、原料米の品種特性による差が大きいとみられる。バラ凍結の過程で冷凍効率を左右する粒離れは、アミロース含量が20%以下、タンパク含量が8%以下では不良の割合が増加し、比較的粒離れの良い品種でもタンパク含量、アミロース含量が極端に低い場合に粒離れが不良となる傾向がみられた。また、粒離れに影響するご飯の付着性とタンパク含量との間には負の相関関係が認められ、米粒表面に占める割合の高いタンパク含量が粒離れに強く関与していることを示した。このことは、冷凍米飯製造時に最も重要な要因である粒

離れを考えるうえで、米のタンパク含量の多少が基準になりうることを示唆した。

また、粒離れがほぼ良好に保たれた時の米飯のテクスチャーは、テンシプレッサーの測定値で、硬さは約8 kgw以上、粘性は約0.6kgw以下であることが示され、冷凍米飯向け原料米の加工適性を考える時の目安になるものとみられた。

(2) 冷凍米飯の保存性

冷凍米飯の品質変化は冷凍する前と後では大きい、保存期間中の変化は比較的少ないといわれている¹⁰⁾。すなわち、流通過程における保存は通常-20℃に保たれており、製品劣化はあまり大きくないとみられる。しかし、消費者が購入した後は、霜取り装置付きの冷凍庫に保管するため、長期間冷凍保存した場合には製品の劣化が懸念される。冷凍食品の品質で二次特性ともいわれる貯蔵性、流通安定性¹¹⁾は、凍結保存中における外観、風味などの劣化現象として大きな問題になっている。その内容は、体積膨張や組織損傷を伴う物理的作用と、脱水や酸化に伴う化学的作用に分けられるが、冷凍米飯では脱水が問題となる。すなわち、氷晶水形成に伴う脱水化（白蠟化現象）、タンパク変成、でんぶんの老化で、“冷凍焼け”ともいわれている¹²⁾。これら貯蔵性に関与する要因としては、原料米の吸水性、炊飯米の保水性、タンパク含量やデンプンの内容などが考えられる。

本試験では、冷凍温度、保存期間を変えた試料についてテクスチャーを測定し、その変化と内部成分との関連性をみたがその違いは判然としなかった。

冷凍おにぎりなどのブロック凍結（BQF）では表面と内部で温度差が生じやすく品質の劣化が進行するといわれているが、バラ化冷凍（IQF）で行われるピラフではその変化が少ない。また、白飯よりも味付けご飯では冷凍処理による品質変化が少なく、調味料が添加されている加工米飯では、冷凍後の品質変化はより小さいものといわれている¹²⁾。このように、米飯製品は冷凍食品の中では品質変化の少ないものの一つにあげられているが、本試験の結果からもそのことがうかがえた。

一方、購入後の保管状況を想定した冷凍と解凍を繰り返す試験では、氷晶水の生成に一定の傾向がみられ、タンパク含量の高い米で氷晶水の発生が少ないことがわかった。この原因についてはタンパク含量の高い米では吸水性が低いこと、米粒表面からの水分蒸散が比較的強く抑えられることなどが影響している可能性も考えられるが、米粒の組織構造を含めた詳細な解析が必要である。

以上、本報では冷凍米飯を製造する際に問題となる

加工関連の要因と、原料米の内部成分との関連性を検討するとともに、製品を保管する時の問題点について述べた。

謝 辞：試験実施に当たり、空知北部、空知南東部、空知南西部、南後志、渡島中部、上川中央の各地区農業改良普及センター、北海道食糧事務所検査部、上川農試水稻栽培科、稲作部育種科には供試米の提供でご協力をいただいた。(株)ニチレイ船橋工場製造課には冷凍ピラフの試験製造で懇切丁寧な技術指導をいただいた。ここに謝意を表します。また、道立中央農業試験場木村農産化学部長、三浦稲作部長にご校閲を賜り感謝いたします。

引用文献

- 1) 北海道農政部. 米に関する資料. 1997. p. 188-197.
- 2) 竹生新治郎ら. 栄養と食糧. **13**, 137 (1963).
- 3) 北海道立中央農業試験場農産化学部. 穀物利用科“冷凍米飯向け原料米の加工適性”. 平成9年度北海道農業試験会議成績会議資料. 1998.
- 4) 平田孝一. “大量炊飯装置について (冷凍米飯)”. 食品加工技術. **10**(3), 11-16 (1990).
- 5) 三輪章志. “米飯物性の要因”. 食品の試験と研究. **30**, 59-61 (1995).
- 6) 宮島政明. “冷凍米飯を中心にした冷凍食品について”. 日本食品低温保蔵学会誌. **19**, 139-143 (1993).
- 7) 貝沼やす子. “米の調理”. 調理化学. **27**(4), 287-293 (1994).
- 8) 高橋充光. “冷凍米飯の製造と設備管理上の留意点”. フレッシュフードシステム. **26**(5), 4-8 (1997).
- 9) 成宮正興. “α凍結法による冷凍米飯の製造”. フレッシュフードシステム. **26**(5), 9-15 (1997).
- 10) 貝沼やす子. “品種、貯蔵期間、炊飯条件が異なる冷凍保存米飯の解凍時の性状”. 日本家政学会誌. **46**, 539-547 (1995).
- 11) 三浦 靖. “冷凍食品の品質制御”. 化学と生物. **34**, 322-327 (1996).
- 12) 竹井新治郎監修. 米の化学. 朝倉書店. 1995. 160p.

Relation Between the Quality of Material Rice and the Processing Aptitude of Frozen Cooked Rice

Kunio OHMURA*

Summary

We have investigated the relation between the quality of material rice and the processing aptitude. No relevance was found between the polished rice whiteness of the material rice and the whiteness of frozen cooked rice. In rice with a high content of protein, both of the water absorption speed and water absorption rate were high after soaking in water. And the increase rate of volume on heating was high while the water absorption rate on heating and the product yield were low. In rice with a high content of amylose, both of the water absorption rate after soaking in water and the product yield were low. The grain separation of cooked rice was poor in rice with a protein content below 8% and also in rice with an amylose content less than 20%. The appropriate value of grain texture using grain separation as a criterion was supposed to be above 8kgw in hardness and below 0.6kgw in stickiness by Tensipresser measurement. The protein content was found to be greatly involved in the grain adhesiveness. It was not clear on the changes of water and texture during the preservation of cooked rice. Nevertheless, in the experiment of freezing-thawing repetition, the generation of water in ice crystallization was found to less happen in rice of high protein content.

* Hokkaido Central Agric. Exp. Stn., Naganuma Hokkaido 069-1395 Japan