[澱粉科学 (Denpun Kagaku) 第 40 巻 第 2 号 p. 169~175 (1993)]

東日本支部会シンポジウム「何故、今、米なのか?—米の新しい利用」

加工米飯類とその製造技術

田 淵 満 幸*

Technology of Convenience Rice Products

Michiyuki TABUCHI

*Foods Research and Development Institute, Nissin Food Products Co., Ltd.
(140-1, Iseki, Shimomagari, Rittou-cho, Kurita-gun, Shiga 520-30, Japan)*

In Japan, the market for convenience rice products which can be served and consumed with little preparation is expanding.

This paper classifies these convenience rice products into 1) dry gelatinized rice, 2) expanded rice, 3) freeze-dried rice, 4) retorted rice, 5) aseptically packaged rice, 6) frozen rice and 7) the others, and discusses their typical features and manufacturing techniques.

日本では米の消費は年々減少傾向にあり、現在では、国民 1 人当り年間米消費量は、70 kg を下回っている模様である。しかし、有職主婦や単身世帯の増加、食生活の多様化、個食化、簡便化志向などから、保存性のある簡便な加工米飯類の利用機会はますます増加している。

実際、加工米飯類の生産は、冷凍米飯を中心に年々増加しており、数多くの加工米飯類が市場に導入されている。これら加工米飯類は、分類の基準によって種々のものに分けられるが、その加工・製法の立場から分類すると、1. アルファー米、2. 膨化米、3. 凍結乾燥米 (1. 2. 3. をまとめて乾燥米ということもある)、4. レトルト米 (加圧加熱殺菌米飯を含める)、5. 無菌化包装米飯、6. 冷凍米飯、7. その他 (缶詰米飯、チルド米飯など) に大別でき、その製法の概要を図 1 に示した。また、これらの一般的な特徴を表 1 に、さらに、代表的な調理方法とそれを使用した商品例を表 2 に示した。

以下、これらについて、その製造技術を中心に述べる。

1. アルファー米

原料米を洗米、浸漬した後、アルファー化し、熱風で乾燥したものである。白飯、赤飯などとして商品化されているものが多く、非常食や携帯食によく利用されている。

る。

アルファー米の製造は、通常、まず、米がアルファー化しやすいように、洗った米を、その糊化温度以下で、米水分が飽和状態になるまで浸漬を行う。浸漬での米の吸水速度は、その品種 (図 2)、粒形、精白度、水温、その他 (米の銘柄、新米と古米、浸漬水への塩類等の添加の有無など) によって異なってくる。

浸漬が終わった米は、次いで、蒸煮や炊飯によってアルファー化される。蒸煮によるアルファー化の場合、蒸煮時に米粒に油脂や乳化剤を添加[†]すると単粒化[†]は容易となり、米粒の均一な乾燥が行える。しかし、米を浸漬して蒸煮アルファー化すると、たとえば、粳精白米 (日本晴など) の場合、米粒組織は 35% 前後の低水分でアルファー化固定されてしまうため、これを乾燥して作ったアルファー米は組織が非常に密で復元性が劣るだけでなく、復元米の食感もいわゆる蒸し米的なものになりやすい。一方、炊飯によるアルファー化の場合は、復元米の食感は比較的良好だが、炊飯米は粘着性が非常に強いので、単粒化が難しく、製品歩留りが非常に悪くなるという問題を伴う。

* 日清食品(株)開発研究所新規開発部 (520-30 滋賀県栗太郡栗東町大字下鉤字井関 140-1)

[†] 単粒化：米粒が相互に付着しあった米塊 (結着米) が存在すると、米粒の均一な乾燥や復元が行えないので、乾燥工程あるいはその前後に、米を一粒一粒にはぐす操作 (単粒化) を行う。

図 1. 加工米飯類の製法概要¹⁾

表 1. 加工米飯類とその特徴

加工米飯類	長 所	短 所
アルファーマー	<ul style="list-style-type: none"> ・ 製造が比較的簡単で、そのコストも安い ・ 復元米の食感が比較的良好 ・ 常温保存が可能 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 調理時間がやや長い ・ 酸化変敗しやすい ・ 生米との差別化が行いにくく、付加価値が出にくい
凍結乾燥米	<ul style="list-style-type: none"> ・ 常温保存が可能 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 復元米に粘りが乏しい ・ 非常に酸化変敗しやすい ・ 製造コストが高い
膨化米	<ul style="list-style-type: none"> ・ 熱湯を通すだけで復元する ・ ワンタッチ性等の簡便性に優れている ・ 常温保存が可能 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 復元米に粘りが出にくい
レトルト米	<ul style="list-style-type: none"> ・ 熱湯中で10分程度の加熱で可食となる ・ 電子レンジで2～3分で可食となる ・ 常温保存が可能 	<ul style="list-style-type: none"> ・ レトルト臭が発生しやすい
無菌化包装米飯	<ul style="list-style-type: none"> ・ 電子レンジで2～3分で可食となる ・ 食感が良い ・ 常温保存が可能 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 脱酸素剤封入包装を必要とするため、包材コストが高い ・ 具材を含むメニューバリエーションが行いにくい
冷凍米飯	<ul style="list-style-type: none"> ・ 加工米飯中、最も通常の米飯に近い食味・食感を有する 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 物流経費が高い ・ 冷凍物流が必要

アルファーマー化した米は、次に、工業的には、バンド乾燥機、ロータリー乾燥機などで水分5～10%程度まで乾燥すると、アルファーマー米が得られる。米水分の高い乾燥初期には、100～120℃程度の熱風で乾燥するが、乾燥が進行して水分が下がるにつれて、その温度を80℃、60℃

と段階的に下げて、米の色調低下や米粒間の水分のばらつきを抑えることが多い。

アルファーマー米の復元所要時間は、通常、15～30分程度とかなり長い。このため、たとえば、米の圧扁³⁾のような、物理的処理による復元性の改良なども公知となって

表 2. 加工米飯類の代表的な調理方法とそれを使用した商品例

加工米飯類	製品水分	調理型 ^{a)}	代表的な調理方法 ^{b)}	商 品 例
アルファー米	5～10%	加水型	鍋または炊飯器で15～30分炊く	白飯，赤飯，五目飯
			鍋で約5分炊く	雑炊
			熱湯を注いで5～20分待つ	茶漬け，白飯，赤飯
膨化米	5～10%	加水型	熱湯を注いで（必要に応じて排湯し）3～5分待つ	ピラフ，チャーハン，茶漬け
			鍋で3～5分炊く	玄米雑炊，リゾット
凍結乾燥米	2～5%	加水型	熱湯を注ぐだけ	粥，雑炊，離乳食
レトルト米	約 60 % （白飯）	非加水型	電子レンジで約2分加熱する	白飯，赤飯，五目飯，ピラフ
			パウチのまま熱湯中で約10分加熱する	
			熱湯を注いで排湯し，再度熱湯を注ぐ	茶漬け
			電子レンジで約2分加熱する	ピラフ，カレー，ドリア
			パウチのまま熱湯中で約5分加熱する	粥
缶詰米飯	約 60 % （五目飯）	非加水型	熱湯中で約15分加熱する	赤飯，五目飯
			熱湯中で約5分加熱する	粥
無菌化包装米飯	約 60 % （白飯）	非加水型	電子レンジで約2分加熱する	白飯，赤飯
			容器のまま熱湯中で約15分加熱する	
冷凍米飯	約 60 % （ピラフ）	非加水型	フライパンで炊める	ピラフ
			電子レンジで約5分加熱する	ピラフ，白飯，丼物，おむすび

^{a)} 調理型：水や熱湯を加えて復元するものを加水調理型，水も熱湯も加えずそのまま加熱調理するものを非加水調理型とした。

^{b)} 調理方法：調理は1人前 200 g 前後を，また，使用電子レンジは出力 500 W を想定した。

いる。しかし，このような処理では，復元米の形状が扁平となったり，破碎米が生じて好ましくないという報告⁴⁾にも見られるように，米粒組織の破損による歩留りや食感の低下を伴うことが多い。

アルファー米は，油脂含量は1%程度と低い（表3）にもかかわらず，常温保存2～3カ月程度で酸化臭を発生するようになることが多いので，長期保存を考慮する場合には，脱酸素剤封入包装などを行うことが望ましい。

2. 膨 化 米

米を膨化させたものであり，生米を膨化させたタイプ（仮に R タイプと呼ぶ）と，予めアルファー化した米を

膨化させたタイプ（仮に G タイプと呼ぶ）に大別できる。即席性，簡便性を重視した米飯加工食品に用いられることが多い。

1) R タイプ

R タイプには，生米を高温高压下に保持した後，急激に常圧へ放出して，米を膨化させたものがある。いわゆるボン菓子の製造原理で作ったものである。従来のボン菓子の製法では，昇温昇圧に長い時間を要し，米が焦げることが多かったが，新しく開発されたロータリーバルブを活用した瞬間連続膨化装置を用いると，米を高温高压に数秒保持するだけで膨化が行え，焦げのない膨化米の製造が行えるようになった⁵⁾。

図 2. 浸漬による精白米の水分経時変化 (水温: 15°C)

a) 水分は米表面付着水を濾紙で拭き取って測定。○, モチ, 羽二重; ●, ウルチ, 日本晴。

2) Gタイプ

Gタイプは、通常、米を洗って浸漬し、蒸煮または炊飯でアルファー化し、次いで乾燥して水分を調整したのち、高温熱風、マイクロ波、加熱油脂などで膨化させて作る。膨化前の水分調整までは、大部分がアルファー米の製造方法に準じる。この場合、米のアルファー化条件は、米の膨化度、復元性、食感に大きな影響を及ぼす。アルファー化が不十分であると、膨化も不十分となりやすく、熱湯を注ぐだけで復元させる方法では、未アルファー化部分が復元せずに残ってしまう。

アルファー化した米は、次いで、乾燥し、次の膨化に適した水分に調整する。その水分値は、後の膨化手段によっても異なるが、通常 10~20% の範囲にある。

水分調整を行った米は、次に膨化に移る。一般に、膨

化温度が高いほどよく膨化する。また、膨化前の米の熟成条件なども、膨化に大きな影響を及ぼす。一例として、図 3 に、膨化前の米の熟成温度と時間が、膨化に及ぼす影響を示した。なお、マイクロ波や加熱油脂による膨化は、前者は高いランニングコストや均一膨化の難しさのため、また、後者は膨化後の油脂含量の高さ (20% 前後) や 170~200°C 前後の高温での膨化による油脂の劣化のため、実生産で用いられることは稀である。

膨化米の復元性は、アルファー米や凍結乾燥米に比べて良好であり、図 4 に示すように、膨化米は熱湯中に 1~2 分浸すだけで炊飯米の水分域 60~65% に達する。膨化米の復元性や復元後の食感は、膨化の条件によっても大きく異なってくる。米の膨化度を上げるほど復元性は向上するが、逆に食感はモソモソとして噛み応えのないものになるだけである。

Gタイプに分類されるわが国で代表的な膨化米としては「プリクックライス」がある。「プリクックライス」は日清食品㈱の保有する米加工技術によって作られる膨化米であり、熱湯 3 分で美味しく復元する即席米飯「カップライス」(図 5) などに用いられている。

3. 凍結乾燥米 (FD 米)

米を炊飯した後、予備凍結し真空凍結乾燥したものである。

凍結乾燥米は、ジャガイモなどの澱粉質食品の凍結乾燥品と同様、多孔状に乾燥されているにもかかわらず熱湯での復元性は悪く、熱湯を注ぐと、米粒表層部は速やかに透明感を呈するようになるのに対し、中心部は白濁したままの状態が長く続く。これは、米の表面の澱粉が糊化して膜を作り水分の浸入が妨げられる⁷⁾ ためといわれている。実際、熱湯よりも水を注いだ方が、吸水は速いということもある。

食品の凍結乾燥に際しては、食品中になるだけ水分を取り込ませておけば、理論的にも乾燥後の製品内部にで

表 3. 米 の 成 分

(可食部 100 g 当り)

米	エネルギー (kcal)	水分 (g)	タンパク質 (g)	脂質 (g)	糖質 (g)	繊維 (g)
玄 米	351	15.5	7.4	3.0	71.8	1.0
精白米	356	15.5	6.8	1.3	75.5	0.3
アルファー米	389	8.0	7.0	1.4	82.8	0.4

(四訂日本食品標準成分表より)

図 3. 米の膨化に及ぼす熟成の影響⁶⁾

a) 膨化率: (膨化後の見掛け比容-膨化前の見掛け比容)/(膨化前の見掛け比容). ●, 37°C; ○, 80°C.

図 4. 沸騰水中での米水分経時変化¹⁾

○, 膨化米; ●, アルファ米; △, 凍結乾燥米; ×, 精白米.

きる空隙が大きく、あるいは多くなって復元時間の短縮が図れるはずであるということから、加熱処理した食品を水や温수에浸漬することが一般的に行われてきており、また、復元を考慮する場合には、凍結は、食品中に大き

図 5. カップライス (エビビラフ)

な水結晶が生成する緩慢凍結が良いと一般的にいわれている⁸⁾。このことは、凍結乾燥米の復元性改良にもあてはまり、炊飯または蒸煮した米を、水または温수에浸漬し、緩慢凍結を行い、さらに、必要に応じて、米飯表層部の澱粉類の水洗除去や、復元性改良剤として食塩の使用などを行うことがある。

凍結乾燥米は、多孔質に乾燥されているため、非常に酸化しやすく、常温 2~4 週間程度の保存で酸化臭を発生するようになりやすい。このため、凍結乾燥米の商品化に際しては、窒素ガス置換包装や脱酸素剤封入包装などが行われる。

なお、粥などの乾燥については、凍結乾燥法は比較的適していると思え、熱湯を注ぐだけで復元させる粥の製造などでは凍結乾燥法が用いられている。

4. レトルト米

米を気密性のある容器包装に入れ、密封した後、加圧加熱殺菌したものである。

1970 年ころから市場に出回り始め、缶詰米飯に代わって台頭してきた。当初はいわゆるレトルト臭が強かったが、近年は低臭包材の開発やパウチ内のガスコントロールなどによって品質の向上がなされてきている。

レトルト米の製法は、①炊飯米をパウチに充填し加圧加熱殺菌する、②所定量の生米と水をパウチに充填し調理と殺菌を兼ねて加圧加熱殺菌する、③半蒸し状態の米をパウチに充填し加圧加熱殺菌する

方法などに分類される⁹⁾。①の方法は、炊飯米の粘着性が強いので、パウチへの定量充填に非常な労力を要する。②については、静置して加熱殺菌を行うと、パウチ上層部と下層部の米水分の違いが顕著で食感が不均一となるので、回転式レトルトを行ってパウチを反転しながら加熱殺菌を行う必要がある。③は現在もっとも多く採用されていると思える方式であり、①と②の中間方式といえる。

レトルト米は、喫食時には、パウチに入ったままの状態でも熱湯中で約10分加熱する必要があるが、電子レンジ(出力500W、以下同じ)を使用すると、一食分200g前後の場合、わずか2〜3分で喫食可能となるので、電子レンジ対応米飯食品には、トレー状に成形したプラスチック容器に米を入れ、加圧加熱殺菌したものもある。しかし、このような加圧加熱殺菌米飯は、容器に米は半分程度しか入っていないため、そのまま含気シールして加熱殺菌を行うと、容器内に存在する多量の酸素により米の品質低下を伴う。したがって、このような場合には、窒素ガスのような不活性ガスをフラッシュして容器内の空気と置換する方法がとられることが多い¹⁰⁾。

5. 無菌化包装米飯

初発菌数を極力下げた炊飯米(ボツリヌス菌などの食中毒菌の制菌を目的としてpHを5前後に調整する場合もある)を、クリーンルーム内で無菌化包装したもので、脱酸素剤封入を行って常温流通を可能としている

図6. 無菌化包装米飯の製造方法例

(図6)。脱酸素剤封入は、現状では無菌化包装米飯の製造には必須であり、これによって、好気性芽胞菌の残存や、カビその他の好気性菌の充填包装工程などでの混入に起因する製品の微生物的劣化が抑えられている。

無菌化包装米飯の製造では耐熱性菌対策も重要である。江川は、切り餅の製造の場合であるが、原料米は耐熱性菌の少ない原料玄米を選別し、また、原料米の精白条件については、搗精歩留89〜87%まで精白を行い、できれば3段以上の多段精白が望ましいと述べている¹¹⁾。

無菌化包装米飯は、レトルト米と同様、1人分なら2分程度の電子レンジ加熱で喫食できるので、トレー状のプラスチック容器詰として電子レンジ対応食品としたものが多い。食味はレトルト米に優るが、現状では、脱酸素剤封入を行わないと品質が保持できないので、その容器には、耐熱性を有するだけでなく、ガスバリアー性にも優れた高価なものを使用せざるをえない。

6. 冷凍米飯

冷凍食品は、冷凍品(冷凍されている食品の総称)のうち、「前処理を施し、急速凍結を行って−18℃以下の凍結状態で保持した包装食品」というすべての条件を満たしたものに与えられる名称である¹²⁾。

冷凍米飯は、調理した米飯を凍結し包装した冷凍食品であり、ピラフ類を中心に多くのものがある。喫食に際しては、単に、フライパンや電子レンジで加熱するだけでよく、また、急速凍結技術やバラ凍結技術の向上などによって品質も良くなっており、消費者の評価は着実に上がってきている。

図7に冷凍ピラフ類の製造工程例を示した¹⁴⁾。工場規模での炊飯は、釜を連続的に流す方式(釜方式)や、ネットコンベアー上で連続的に炊飯する方式(コンベアー方式)で行われる。凍結工程では、品温を急速に−18℃以下に下げる。凍結方法は、米粒をバラ状に凍結するバラ凍結(IQF)と、成形して凍結するブロック凍結(BQF)に分けられる。ピラフなどではバラ凍結が採られることが多く、おにぎりなどではブロック凍結が行われる。バラ凍結の方法には、米をエアブラスト中でほぐしながら凍結する方法や、液化ガス中で攪拌しながら凍結する方法などがある。凍結された米飯は、次いで包装されると冷凍米飯ができあがる。バラ凍結米飯は解凍しやすいので、物流での温度管理には注意が必要である。

冷凍米飯には電子レンジ対応としたものが多いが、電子レンジで加熱すると加熱ムラが発生しやすい(表4)。このため、その商品化に際しては、商品の形状その他、

7. その他

所定量の米と水を缶に入れて蒸煮したのち脱気巻締めを行い加熱殺菌した缶詰米飯や、チルド流通を前提として、調理した米飯を包装したのち短時間加熱殺菌を行ったチルド米飯などもある。

以上、加工米飯類とその製造技術について、そのごく一部を述べた。

有職主婦の増加、シングル族の増加など、近年の社会の流れは、簡便で美味しい米飯食品の利用機会を増加させており、これら食品に関する開発研究も加速している。

しかし、一般的には、米は、通常の炊飯条件から離れるにつれて、あるいは、乾燥その他の物理化学的処理を行って加工度を上げるにつれて、「ごはん」の食味食感から離れていく傾向にあり、米飯に対して鋭い味覚を有する日本人が納得するような、食味食感が良く、安全で簡便性に優れ、価格も手頃という加工米飯類を完成するには、数多くの解決しなくてはならない問題が残されていると思われる。

文 献

- 1) 田淵満幸：「米飯の技術とその利用」，堀込広明編，工業技術会，東京，p. 283 (1990)。
- 2) 大谷象平，大西文男，佐藤善季，南 純一：特公昭 51-22066。
- 3) 今野兵蔵：特開昭 50-53550。
- 4) 鎌田米基，三浦千秋，臺 誠：特開昭 52-110849。
- 5) 神保慎一：調理科学，**12**，235-238 (1989)。
- 6) 玉地茂文，田淵満幸：未発表。
- 7) 宮坂正昭：食品工業，**31** (5)，41-45 (1988)。
- 8) 佐原幸雄：食品工業，**31** (18)，73-79 (1988)。
- 9) 横山理雄，清水 潮：「レトルト食品の理論と実際」，幸書房，東京，p. 91 (1986)。
- 10) 山本 勉，小西哲雄：缶詰時報，**68** (1)，4-11 (1989)。
- 11) 江川和徳：フードパッケージング，**30** (1)，293-300 (1988)。
- 12) 高橋雅弘：「冷凍食品の知識」，幸書房，東京，p. 34 (1982)。
- 13) 肥後温子：調理科学，**21**，35-42 (1988)。
- 14) 井沢憲一郎，対馬 徹：「電子レンジ食品・容器応用ハンドブック」，横山理雄，門屋 卓監修，サイエンスフォーラム，東京，p. 283 (1988)。

(平成4年12月4日受理)

図 7. 冷凍ピラフの製造工程¹⁴⁾

表 4. 物質の誘電定数と電波の浸透の深さ (肥後)¹³⁾
—抜粋—

物 質 名	誘電損失係数	半減深度
電波の大部分が透過し加熱されにくいもの		
空気	0	∞
氷, ポリエチレン, 磁器	0.001~0.005	5m 前後
電波の浸透距離は深い加熱むらをおこしやすいもの		
冷凍食品	0.5~5	1~10cm
ふちばかり加熱されて内部の昇温が遅いもの		
水	5~15	1~4cm
食塩水	10~40	0.3~1cm

2450 MHz で測定された文献値またはその計算値を、電子レンジ内で加熱される条件を想定して整理したもの。

電子レンジの加熱特性を考慮した十分な検討が必要である。