

加熱・せん断粉碎によるアルファ化米粉製造装置の開発

津吹幸久, 金子智朗, 阿川直樹

株式会社セイシン企業

1. はじめに

我が国のカロリーベースの食料自給率は、昭和40年度には73%あったが、平成22年度以降、39%まで低下しており、また、日本人の主食である米の消費量も減少傾向にある。2009年に「米穀の新用途への利用の促進に関する法律」が成立し、米の消費量拡大と自給率の向上のため、国が率先して、米の栽培、新たな加工食品の開発を支援している。農林水産省は、「食料自給率向上に向けた国民運動推進事業」として、「FOOD ACTION NIPPON（フード・アクション・ニッポン）推進本部」を発足し、産学官の様々な関係者が米粉の普及に向けて取り組んでいる。しかし、米粉の価格などの問題で十分普及していないのが現状である。

そのなかで、山形大学 西岡昭博教授らのグループは、アルファ化米粉を通常の米粉に添加することで、米粉100%のパンをつくることができ、また、米を加熱下でせん断を加えることで容易に米のアルファ化と粉末化を達成できることを見出し注目されている [1]。当社では、西岡教授らの技術をベースに「せん断・加熱方式 穀物アルファ化粉碎機」を開発したので、以下に紹介する。本装置は、米だけではなくデンプンを主成分とする多くの穀物類を容易にアルファ化粉末とす

ることが可能である。

2. 開発装置の原理

米などの穀物に含まれるデンプンをアルファ化することは、デンプン結晶の結晶構造を壊し非晶質にするということに対応する。一般にデンプンをアルファ化するには多くの水と熱が必要といわれている。この様子を模式的に示したものが Fig. 1 [2] である。この図の「従来のアルファ化技術」のように、デンプン結晶に水と熱を加えると、デンプンの結晶構造が崩れ（糊化）、この状態から急速乾燥により水を除去すると、結晶構造が壊れたままのデンプンが得られる。これがアルファ化デンプンである。米を例にすると、炊飯により米に含まれるデンプンが糊化し、これを乾燥することでアルファ化米が得られることとなる。アルファ化米中のデンプンは非晶性の状態で保持されており、水を加えると、吸水し炊飯した米と同様の状態に戻り、食することが可能である。従来のアルファ化米粉製造法は、前述のような方法でアルファ化米をつくり、これを粉末化するという複数の工程で構成される。したがって、大量の水を使用するとともに、水を加熱するのに大量の熱が必要となることや、複数の工程を経る

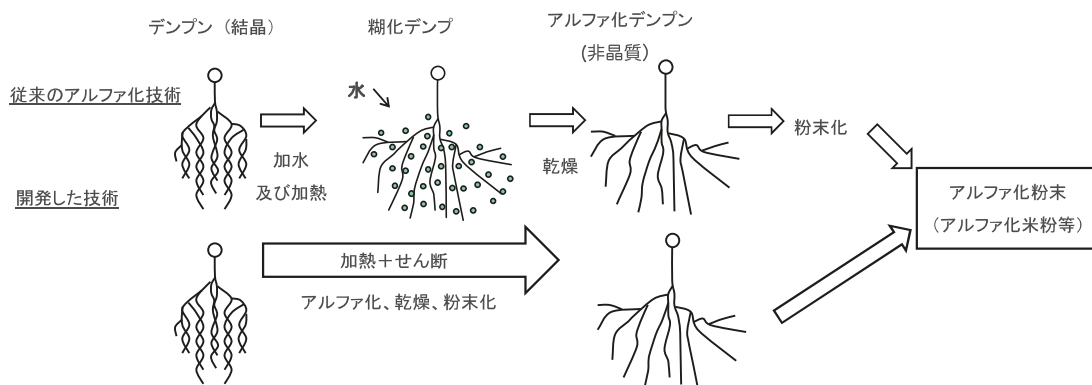


Fig. 1 Schematic illustration for the production of pre-gelatinized rice flour.

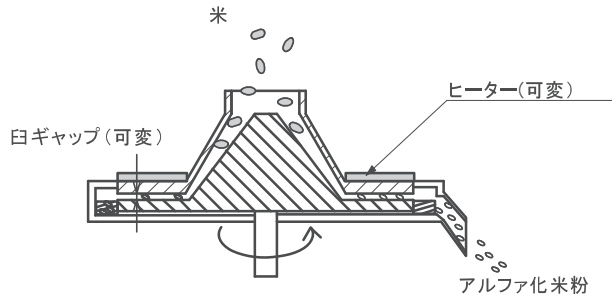


Fig. 2 New milling machine.

ことから、アルファ化米粉の製造コストが非常に高いという問題がある。

今回開発した装置は、Fig. 2の模式図のように、臼式の粉碎機をベースにして粉碎部にヒーターを設置したもので、構造としてはシンプルなものである。この装置の場合、原料の米をそのまま加水せずに投入すると、数秒程度の時間でアルファ化された米粉が生成するというものであり、本装置のみでアルファ化、乾燥（製品水分の低減）、粉末化を同時に行うことが可能である。（Fig. 1の「開発した技術」を参照。）本装置によるアルファ化は、原料に含まれる水分（米の場合、15%程度）とヒーターおよび臼歯間のせん断による熱、臼歯間で働くせん断力により生じていると推察される。このように本技術は、本装置1台でアルファ化米粉を製造できること（工程が1工程）、加水する必要がないこと、臼歯間のせん断による発熱を利用することなどによって、アルファ化米粉の製造コストを下げることを可能としている。

3. 本技術による米のアルファ化粉碎

臼の直径が250 mmのFig. 2に示した装置により、米をアルファ化粉末化した例を以下に示す。

原料米として山形県産 はえぬきを用い、臼間のギャップを最少、臼回転数 60min^{-1} 、臼に設置したヒーターの温度を 60°C 、 120°C 、及び、ヒーター加熱なし (21°C) に設定し、得られた米粉について、広角X線回折によりデンプン結晶の回折ピークの変化を定性的に確認した。その結果は、Fig.3の通りである。臼温度 21°C で処理した場合のプロファイルには、デンプン結晶に由来する回折ピーク (Peak 1~3) が確認されるが、臼温度 120°C の場合には、これらのピークが確認されず、デンプンの非晶化（アルファ化）が進行していることが分かる。また、臼温度 60°C の場合には、臼温度 21°C の場合よりもわずかに回折ピーク強度が低下している傾向も確認でき、わずかにデンプンの非晶化が進行していることが分かる。このことから、臼温度設定を調整することにより、デンプンの非晶化（アルファ化）

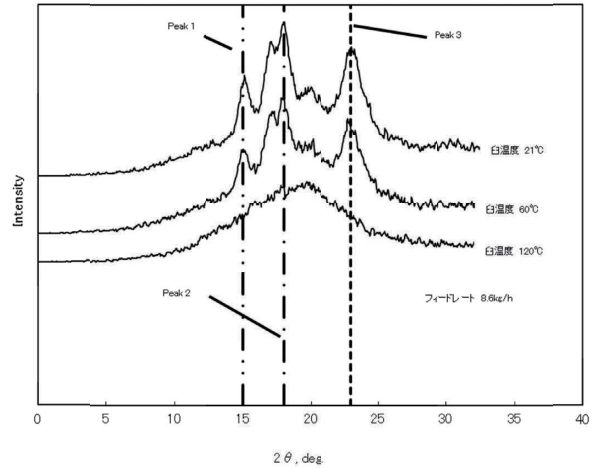


Fig. 3 X-ray diffraction patterns of ground rices.

の程度を変えることができる可能性がうかがえる。

本技術による装置では、加熱下、臼により粉碎を行っているため、原料米に含まれる水分の除去および殺菌効果が認められる。山形県産 はえぬきを原料米として用い、臼回転数 60min^{-1} 、臼間のギャップを最少に設定し、臼温度設定を 21°C （ヒーター加熱なし）から 174°C までの範囲で変えて処理して得られた米粉について、ペトリフィルム法で一般生菌数を計数するとともに、赤外線水分計により水分値を測定した。その結果が、Fig.4である。図から、臼温度 21°C で処理した場合の一般生菌数は $1,400\text{CFU/g}$ であるのに対し、臼温度が高くなるにつれ、一般生菌数が減少し、臼温度設定 120°C 以上では、一般生菌数は、 $10\sim 30\text{CFU/g}$ にまで減少し、本装置の殺菌効果が確認できる。また、同様に臼温度が高くなるにつれ、得られた米粉の水分が減少していることがこの図からわかり、水分除去（乾燥）ができることが確認できる。Fig. 3で示したように臼温度が 120°C の場合には、デンプンの非晶化（アルファ化）も

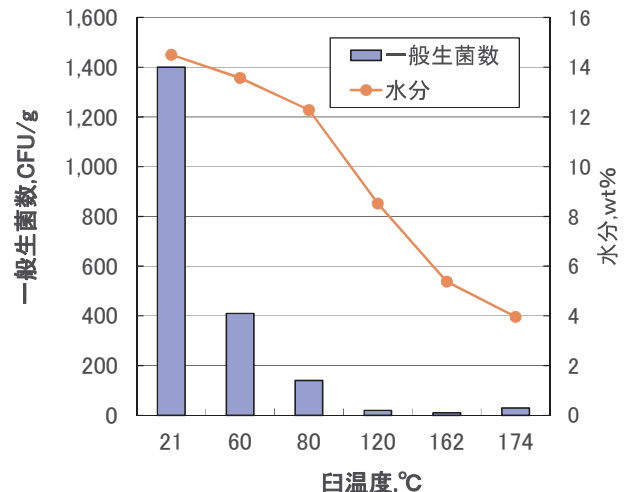


Fig. 4 Effects of the mortar temperature on viable bacterial counts and moisture contents in the rice flour.

進行しており、本装置では、米のアルファ化だけでなく、製品の乾燥、殺菌も行え、製品の保管に適した水分値、低菌数の製品を製造できることがわかる。

4. 新アルファ米の概要

当社では、本技術により製造したアルファ化米粉を「新アルファ米」として販売を開始している。新アルファ化米は、お湯（または水）を加えて混ぜるだけで、すぐに糊化してお粥状になるため、そのまま食することができ、加えるお湯の量で、重湯から七分粥まで調整が可能である。このため、介護用流動食としての用途が期待されており、現在、嚥下食としての評価、消化性の評価などを行っている。また、料理のとりみづけなど、調理素材としての活用、ライスミルク、ライスプディング、クッキーなどにも使用可能であり、レシピ開発を行い用途の拡大を図っているところである (Fig. 5 参照)。

5. 雑穀類のアルファ化粉砕

本技術では、米以外にも、デンプンを主成分とする多くの穀物類を容易にアルファ化粉末にすることが可能である。大麦、はと麦、きび、あわ、ひえ、そば、赤米、黒米、小豆など、いわゆる雑穀類は、その栄養価から美容や健康によいとの認識が広がっているが、白米に比べて、よく噛まずに食すると消化吸収されにくい面をもつ。こうした雑穀類もアルファ化粉末にすることにより、お粥状にして食するなど、取り入れやすい食品への応用が期待できる。また、アルファ化された小豆粉であれば、水と砂糖で簡単にこし餡をつくるのが可能である。栃木県産の小豆を原料に、Fig.2 に示す装置により白回転数 60min^{-1} 、白温度設定 140°C 、白間のギャップ最少の条件で粉砕処理して得られたサ

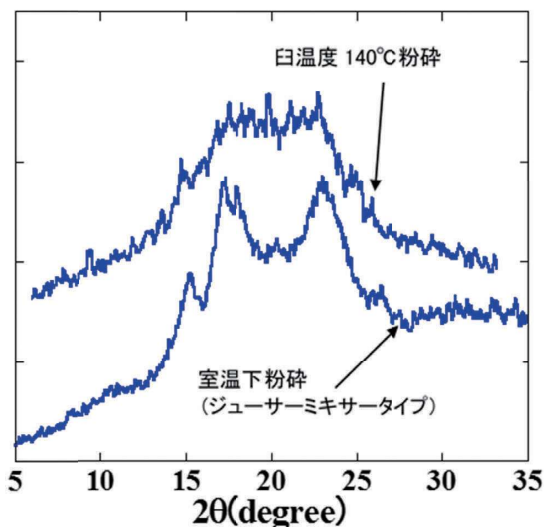


Fig. 6 X-ray diffraction patterns of ground Adzuki beans.

ンプルと市販のジュースミキサータイプの粉砕機で室温下粉砕したサンプルについて、広角X線回折で分析した結果が、Fig.6である。室温下ジュースミキサータイプの粉砕機で粉砕したサンプルでは、 2θ が 15° 、 18° 、 23° 程度の位置にデンプン結晶に由来する回折ピークが確認できるが、本装置で 140°C で処理したサンプルでは、これらのピークは、ほぼ消失しており、アルファ化されていることがわかる。

6. おわりに

今回は、せん断・加熱粉砕法によるデンプンを主成分とする穀物類のアルファ化粉末化技術について紹介した。本技術により得られるアルファ化穀物粉末は、食品素材、機能的食品など幅広い用途があると考えられる。現在、処理能力を現行の3倍程度までスケールアップした装置を開発し、市販化に向けた準備を進めている。このスケールアップ装置は、アルファ化穀物粉末の製造コストのさらなる低減に寄与できるものと考え

参考文献

- 1) A.Nishioka : Funtai Gijutsu; Development of Shear and Heat Milling Technique to Produce Pre-gelatinized Rice Flour and Gluten-Free Rice Bread by Applying Plastic Processing Technique., 2 (8),60-67 (2010)
- 2) K. Katsuno, A.Nishioka, T. Koda, K. Miyata, G. Murasawa, Y. Nakaura, N. Inouchi: Novel Method for Producing Amorphous Rice Flours by Milling without Adding Water. Starch, **62**, 475-479 (2010)



Fig. 5 Images of cuisine using the pre-gelatinized rice flour.