

## パパイヤ果実の凍結乾燥とその利用

日高哲志

元多島圏研究センター (現国際島嶼教育研究センター)

### Freeze-Drying of Papaya (*Carica papaya* L.) Fruit for Food Products

HIDAKA Tetsushi

Research Center for the Pacific Islands, Kagoshima University

#### 要旨

パパイヤ (*Carica papaya* L.) の成熟果実の凍結乾燥を試みた。また、凍結乾燥した果肉を用いて、パンやケーキなど、種々の食品の生産を試みた。凍結乾燥では、果肉をすりつぶしたペーストよりも、果肉を切ったままのものがより早く乾燥し、また、大きく切った果肉よりも小さく切った果肉で早く乾燥した。乾燥果肉の新鮮果肉に対する割合は、品種「フレア」では12～14%、品種「石垣珊瑚」では、14.4%となった。乾燥した果肉は粉末に加工し、種々の食品の製造を試みた。パンやゼリーなど、パパインによるタンパク質分解が問題となるものでは、乾燥果肉粉末を加熱し、パパインを失活させる必要があったが、得られた製品は十分に商品性が高く、パパイヤだけでなく、マンゴーなど他の果実においても、乾燥果肉粉末の利用は効果的と思われた。凍結乾燥は現在のところコストが高いが、もし、熱帯果樹類の乾燥果肉粉末が安価に製造できれば、地域の農業だけでなく、地域の経済にも十分に寄与すると思われる。

#### Abstract

Mature fruits of papaya (*Carica papaya* L.) were freeze-dried and used for various food products such as bread and confectionaries. It took shorter time for freeze-drying in cut fruits than pasted ones, as well as in small pieces than in large pieces. The final percentages of dried products were 12 - 14% (dry weight/flesh weight) in cultivar 'Flare' and 14.4% in cultivar 'Ishigaki Sango'. The dried products were ground into powder and examined for making various food products. Quality of the products was almost acceptable for the markets, however, papaya fruit powder should be treated with high temperature to deactivate the enzyme papain for some products such as jelly and bread. The dried papaya fruits as well as other fruits such as mango are promising to improve local economy in addition to local agricultural industries.

#### 緒言

パパイヤ (*Carica papaya* L.) は世界の熱帯亜熱帯で広く栽培されている、重要な果物である。我が国では、南西諸島を中心に栽培されており、2007年の我が国の生産高は237.8tであったが (農林水産省 2009)、同年の輸入量は3,996tと、生産量の17倍の果

実を輸入している (FAO 2009)。すなわち、近年の経済状況の悪化にも関わらず、熱帯亜熱帯果樹への消費者の関心は依然として高いものと思われる。そのような状況下、本報告で用いた「石垣珊瑚」は、2008年、我が国で最初に登録されたパパイヤ新品種であり (登録番号 16161号)、さらに、新たな品種も登録されようとしている。日本国内では、食糧自給率が低下する中、多くの農産物で、付加価値をつけて生産量の拡大を図ることが行われている。パパイヤにおいても、現在の国内におけるパパイヤの生産量は消費量を満たすにはまだ十分ではないにしても、将来、生産量を拡大させるためには、付加価値をつけて販売価格を補完する必要があると思われる。現在、石垣市ではパパイヤを用いた菓子の製造販売も行われているが、材料の安定供給のため、原料のパパイヤ果肉には凍結した果肉ペーストを用いている。果肉ペーストの保存には冷凍庫が用いられているが、台風の襲来時の停電対策には自家発電装置を用いており、保管にはかなりの注意とコストが必要となっている。また、パパイヤやマンゴーなどの成熟果実はいたみやすく、航空機を使った保冷輸送が前提となっており、リンゴやカンキツなどと比べると、輸送コストが高いのが現状である。もし、これらの果実を、現地で乾燥して保存、使用できれば、冷凍庫の必要もなくなり、また、消費地などへの輸送も簡便となり、種々の食品への応用も可能となるとと思われる (Nijhuis et al. 1998)。そこで、本試験では、パパイヤの凍結乾燥を試み、また、凍結乾燥した果肉粉末を用いて種々の食品の製造を試みた。

## 材料及び方法

### 試験1. 凍結乾燥に用いる材料の検討

供試品種は、果実重が250g前後の「フレア」を用いた。果実は水道水で水洗後、ナイフで剥皮し、種子を除いた後、縦に8等分して、以下の材料を作成した。

試験1 a. 果肉をミキサーで粉碎し、ペーストとしたもの150gをプラスチックトレイに載せたもの。

試験1 b. 果肉をミキサーで粉碎し、そのペースト150gに15gのデキストリン (MD 200, 日本澱粉) を均等に混入したものをプラスチックトレイに載せたもの。

試験1 c. 8等分に分割した果肉275gをそのまま金属トレイに載せたもの。果肉片1個の重量は、30g前後となった。

これらの材料は、凍結乾燥処理の前に、 $-20^{\circ}\text{C}$ で6時間予備凍結を行い、 $30^{\circ}\text{C}$ 、0.15 kpaで17～41時間凍結乾燥を行った。

### 試験2. 予備凍結を行ったパパイヤ果肉片の凍結乾燥試験

本試験では、食品製造の目的のため、大量の材料を供試した。供試品種には「フレア」を用いた。果実は水道水で水洗後、ナイフで剥皮し、種子を除いた後、縦に8等分した。剥皮後の供試果肉重は8,277gであった。供試した果実は250g前後の重さで、果肉片1個の重量は、30g前後であった。

これらの材料は、凍結乾燥処理の前に、 $-20^{\circ}\text{C}$ で6時間予備凍結を行い、 $30^{\circ}\text{C}$ 、0.15 kpaで18時間凍結乾燥処理を行った。

### 試験3. 予備凍結なしによるパパイヤ果肉片の真空乾燥試験

凍結乾燥はコストが高いため、さらに簡便な乾燥方法の検討に資する目的で、予備凍結なしで真空乾燥処理を試みた。本試験には、2008年に登録されたパパイヤ新品種

「石垣珊瑚」を用いた。「石垣珊瑚」は「フレア」に比べて糖度が高く、果肉はやや硬い。果実を水道水で水洗後、ナイフで剥皮したのち、縦に8等分した。「石垣珊瑚」の果実は「フレア」よりも大きく、供試材料の果実の重さは800g前後であった。その結果、切片1個の重さは100g前後となった。これらの切片8,277gを、予備凍結なしで、30℃、0.15kpa下で48時間真空乾燥を行った。

#### 試験4. パパイヤ乾燥果肉粉末からの食品製造

上記の試験で得られた乾燥果肉を粉碎し、乾燥果肉粉末とした。それらの果肉粉末は、パン、ロールケーキ、寒天、ゼリーの材料に添加して、食品の製造を試みた。また、必要な場合は、パパイヤを失活させるため、乾燥果肉粉末を110℃、7分間処理して供試した。

### 結果及び考察

#### 試験1. 凍結乾燥に用いる材料の検討

試験1の結果をTable 1に示した。最も速く乾燥したのは試験1cの果肉切片であり、17時間でほとんど完全に乾燥した。ペーストを材料とした試験1aと1bでは果肉切片の場合の17時間では乾燥しなかった。そこで、乾燥処理を継続した結果、41時間後、デキストリンを果肉ペーストに混ぜた試験1bではほとんど乾燥したが、果肉ペーストだけの試験1aは中央部が湿っている状態であった。最終的な乾燥果肉の割合は新鮮果肉重に対して1cが11.9%、1bが27.4%、1aが30.5%であった。しかし、1bではデキストリン15gを含むので、これを除くと、最終乾燥果肉重の新鮮果肉重に対する割合は20.1%となった。ほとんど乾燥していると思われた果肉ペーストを材料とした1bと、切片を材料とした1cを比較すると、1cがより乾燥していると思われた。この結果から、パパイヤの凍結乾燥では、果肉を切片にして乾燥した方が手間もかからず、乾燥に要する時間も早いことが明らかになった。また、乾燥したものは、ペースト1b及び切片1cのいずれにもパパイヤの風味が残り、種々の食品にも十分に使用できると考えられた。そこで、以後の試験では、材料をすべて切片にしてから凍結乾燥処理を行った。

Table 1. Effects of materials for freeze-drying of cultivar 'Flea' fruits.

	Weight of Flesh Materials	Weight of Dried Materials	Percentages of Dry Weight/Flesh Weight (%)	Drying time (hours)
1a	150 g of pasted fruit pulp	45.7 g	30.5	41
1b	150 g of pasted fruit pulp with 15g dextrin	45.2 g	27.4	41
1c	275 g of cut fruits	32.7 g	11.9	17

Materials were freeze-dried at 30℃ under 0.15 kpa for 41 hrs after pre-freeze treatment at -20℃ for 6 hrs.

#### 試験2. 予備凍結を行ったパパイヤ果肉片の凍結乾燥試験

本試験では、食品製造の目的のため、大量の材料を供試した。結果をTable 2. に示す。この結果、805gの乾燥果肉が得られたが、乾燥果肉の新鮮果肉に対する割合は14.0%で、試験1とやや異なる結果となった。しかし、十分に乾燥しており、粉末にも加工可能であった。

Table 2. Results of large scale freeze-drying of cultivar 'Flea' fruits.

Weight of Flesh Materials	Weight of Dried Materials	Percentage of Dry Weight/Flesh Weight (%)
5,761g of cut fruits	805 g	14

Materials were cut and freeze-dried at 30°C under 0.15 kpa for 18 hrs after pre-freeze treatment at -20°C for 6hrs.

### 試験3. 予備凍結なしでのパパイヤ果肉片の真空乾燥試験

本試験では、パパイヤ新品種「石垣珊瑚」を用いた。得られた結果をTable 3. に示す。切片の大きさが100g前後と大きなためもあってか、試験1あるいは2で得られた17～18時間では、完全には乾燥せず、処理時間を48時間としたところ、8,277gの新鮮果肉から1,194gの乾燥果肉が得られた。乾燥果肉の新鮮果肉に対する割合は、14.4%であった。「フレア」を用いた試験1及び2よりもやや乾燥程度が低くみえるが、これは、「石垣珊瑚」は果肉が硬く、「フレア」よりも水分含量が少ないことも影響しているものと思われる。本試験では予備凍結を行わなかったが、得られた乾燥製品はパパイヤの芳香も保ち、種々の目的に十分に使用できると思われた。

### 試験4. 凍結乾燥したパパイヤ果肉からの食品製造

試験1～3で得られた乾燥果肉粉末は、いずれもパパイヤの芳香を保ち、菓子やパンなどの製造に十分に使用できると思われた。そこで、乾燥パパイヤ粉末を材料の2%を目安に添加して、ケーキやパン、ゼリーなどの製造を試みた。

Table 3. Results of large scale freeze-drying of cultivar 'Ishigaki Sango' fruits.

Weight of Flesh Materials	Weight of Dried Materials	Percentage of Dry Weight/Flesh Weight (%)
8,277g of cut fruits	1,194 g	14.4

Materials were cut and freeze-dried at 30°C under 0.15 kpa for 48 hrs without pre-freeze treatment.

#### 4 a. パンの製造

小麦粉に乾燥果肉粉末を混ぜて、パンを製造した。その結果、1次発酵及び2次発酵においてはうまく膨張するが、焼成直前に材料がしぼみ、通常のようなパンは製造できなかった(Fig. 1 a)。これは、パパイヤの凍結乾燥において、30°Cという低い温度のため、パプアインが失活せず、発酵途中でパン酵母やグルテンの働きを阻害するためと考えられた。そこで、乾燥果肉粉末を110°C、7分間処理して小麦粉に混ぜてパンを製造した結果、通常と同じようなパンが製造された (Fig. 1 b)。パンの色は、添加した乾燥果肉粉末の色によりやや橙色がかった。



Fig. 1. Bread was made from flour containing papaya fruit powder. Left (Fig. 1a) is made from flour containing non-treated fruit powder and right (Fig. 1b) is made from flour containing heat-treated fruit powder at 110°C for 7minutes.

#### 4 b. ロールケーキの製造

小麦粉及び間のクリームに乾燥果肉粉末を混ぜて、ロールケーキを製造した。その結果、通常のように製造できたが、クリームにやや異味を感じた。すなわち、乳製品等が材料の場合も、タンパク質の分解を防ぐため、材料の乾燥果肉粉末を高温処理して、パパインを失活させる必要があることが明らかになった。

#### 4 c. サターアングギーの製造

小麦粉に乾燥果肉粉末を混ぜて、沖縄の郷土菓子であるサターアングギーを製造した。その結果、通常のように製造できた (Fig. 2)。菓子の色は、添加した乾燥果肉粉末の色により、橙色がかったものとなった。



Fig.2. Sata-andagi (a local cake of Okinawa area) made from flour containing papaya fruit powder.

#### 4 d. 寒天及びゼリー菓子の製造

乾燥果肉粉末を温湯に溶かし、寒天菓子とゼリー菓子の製造を試みた。その結果、寒天を添加したものは固化したが、ゼリー菓子では、高温処理した乾燥果肉粉末を添加したものは固化したが、高温処理しない乾燥果肉粉末を添加したものでは固化しなかった (Fig. 3)。これは4a及び4cと同様、パパインが原因と思われ、ゼリーを材料とする菓子製造においても、パパインを失活させる必要があると思われた。



Fig. 3. Water containing non-treated papaya fruit powder was solidified with agar (right) but not solidified with gelatin (left).

これらの試験の結果、パパイヤの乾燥果肉粉末は、種々の食品用途への可能性が大きいと思われた。乾燥果肉粉末は、ペースト状の凍結品に比べると、用途の範囲も広く、貯蔵や輸送も容易であり、マンゴーなどパパイヤ以外の果実でも乾燥果肉粉末が製造できれば、地域の農業だけでなく、地域の経済全体にも十分に寄与すると思われる。しかし、本試験で用いた凍結乾燥機、特に大量処理が可能な機械は高価であり、また、凍結乾燥を専門に行っている会社を外注する場合でも、栽培地からの果実の輸送に要するコストやその料金も高価なため、製品となった乾燥果肉粉末の価格も高くなってしまふことが予想される。予備凍結なしで乾燥させた果肉片でもパパイヤの芳香を保ち、十分に実用に供せると考えられるので、パパイヤの乾燥果肉粉末の実用化のためには、さらに簡便な乾燥方法あるいは乾燥器を開発する必要がある。

#### 謝辞

本試験に供試したパパイヤ果実は、合同会社農業生産法人「石垣島パパイヤ」(代表: 玉城(タマキ)真男氏)からご提供頂いた。凍結乾燥は、鹿児島県農産物加工研究指導センター(所長: 福井清美氏)で実施させて頂いた。パパイヤ果肉粉末を用いた製品の試作は、サターアングギーは玉城(タマキ)敏子氏、その他の製品の試作は、玉城(タマシロ)達也氏(ホテル日航八重山調理部洋食調理グループ係長)に行って頂いた。また、石垣市パパイヤ研究所(所長: 黒島直茂氏)には、種々の連絡や調整等を行って頂いた。上記の方々をはじめ、その他多くの方々に、貴重なご意見やご助言、ご指導を頂いた。ここに感謝の意を表します。

**引用文献**

FAO 2009. FAOSTAT 2009.

Nijhuis, H. H., H. M. Torringa, S. Muresan, D. Yuksel, C. Leguijt and W. Kloek 1998.  
Approaches to improve the quality of dried fruit and vegetable. Food Sci. & Tec. 9:  
13-20.

農林水産省2009. 特産果樹生産動態等調査 2009.