

## 東南アジアの市販澱粉 (II) インドネシアおよび台湾の“澱粉パール”について

藤本滋生・矢田智昭・菅沼俊彦・永浜伴紀

Starches on the Market in South-East Asia (II)  
Some “Starch-pearls” in Indonesia and Formosa

Shigeo FUJIMOTO, Tomoaki YADA, Toshihiko SUGANUMA  
and Tomonori NAGAHAMA

### Abstract

All over the districts extending from South-east Asia to China, a kind of processed starch food, the so-called “starch-pearls”, are distributed. These pearls are coated by partly gelatinized-retrograded starch to hold their shapes of round beads or dice, and are usually served as a jelly-like dessert.

In the present report, 8 kinds of the starch-pearls purchased on the markets in Indonesia and Formosa were investigated.

They differ greatly from one another in average size (4-460 mg) but all of them swelled up about 8-10 times after boiling. The raw starch used were identified to be cassava starch except of two Fomosan products made of sweet potato starch by a microscopic examination and spectra of iodine coloration. On X-ray diffractograms, the proportion of damaged starch of the pearls was practically estimated to range from 22 to 98%.

### 緒 言

澱粉を小粒状に固めた加工食品が東南アジア一帯に広くみられ、中国大陸にも分布している。一般にサゴパールあるいはタピオカパールなどと呼ばれるものがこの一種である。これらの“澱粉パール”は、通常熱湯に投入してゆで、あたかも蛙の卵のような状態に膨潤させて食するもので、甘いシロップをかけたりあるいはスープに入れたりする。一般に直径が2～5 mm程度の白色球状のものが多く、同類には色彩や形状およびその呼称も様々に異なったものがある。また、わが国のくず湯やわらび餅のような澱粉の食べ方、あるいは春雨やくず切りのような麺状の加工食品などは、これらの地域と共通している。しかし澱粉パール

鹿児島大学農学部農芸化学科澱粉利用学研究室

Laboratory of Applied Starch Chemistry, Faculty of Agriculture, Kagoshima University, 21-24, Korimoto 1-Chome, Kagoshima 890, JAPAN

は、わが国ではわずかに中華料理の材料として市販されている程度に過ぎず、ほとんど知られていない。

本稿では、インドネシアと台湾で市販されている様々の澱粉パールのうち、普遍的にみられたものから数種を選び、物性や成分その他について検討を加えた。

## 実験方法および結果

### 1. 試料

インドネシアと台湾につき、それぞれ異なった2つのタイプの澱粉パールから各2点ずつ、合計8点の試料を選んだ。いずれも100~200g程度のポリ袋包装である。そのラベルをFig. 1に、また製品の形状をFig. 2に示す。

**A**：インドネシアで最も多くみられるタイプの澱粉パールで、そのうちのとくに小粒の試料として選んだ。球状で直径が2mm程度にほぼそろえられている。白色の粒の中に赤く着色された粒が1割ほど混じっている。名称は *SAGU MUTIARA* (*SAGU*はサゴないし澱粉、*MUTIARA*は真珠) すなわちサゴパールである。商標は *DELIMA* (ザクロ) で、ザクロの絵が画かれている。ゆでた際にザクロの中身に似た形状になることに由来するものであろう。下部には簡単に調理方法が記されている。それによると、砂糖を入れた5カップの熱湯でゆで、ココナツミルクをかけて食べる。あるいは *CENDOL* (菓子的一种) を作る場合は砂糖を入れずにゆでるとある。

**B**：これもインドネシア産で、前項のAと同じタイプのものであるが、直径が3~4mm程度の大粒の試料である。同じように赤い粒が混合されており、造粒はやや粗雑で水に浸け



Fig. 1. Labels of "Starch-pearls" products.

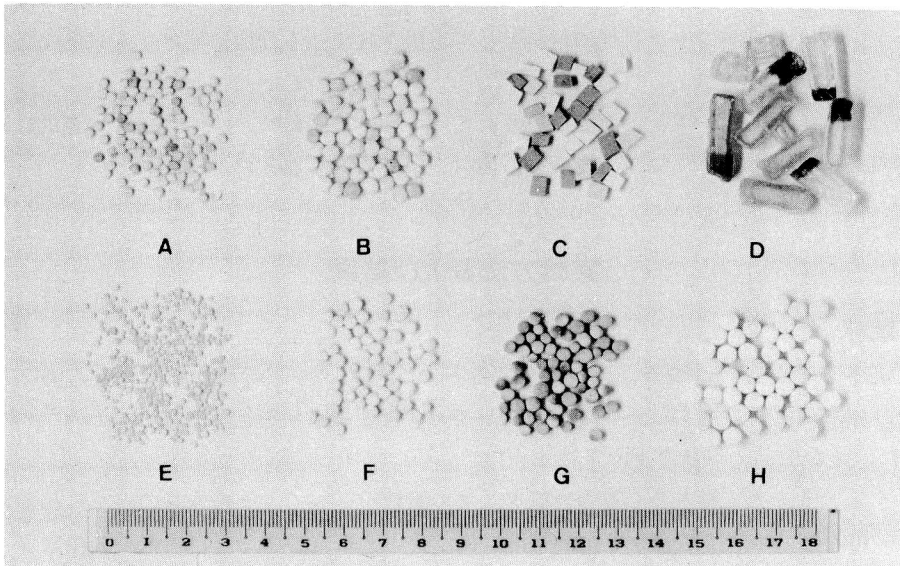


Fig. 2. Photograph of "Starch-pearls"

ると崩壊してしまう粒が多い。名称も A と同じく *SAGU MUTIARA* で、商標は *DJAGO* (おんどり) である。調理方法の説明も A とほとんど同じ記載がなされている。

**C**：インドネシア産であるが前 2 者と異なり、細かいさいの目状に切られておりきわめて硬い。また粒は白色のほかに黄、赤、緑、青、橙その他に美しく染め分けられている。名称は *SAGU BIJI* (*BIJI* は粒、種子) となっており、調理方法も前 2 者とやや異なっている。すなわち最初に熱湯に投入して約 5 分間ゆでておき、次にあらためて冷水から煮る。透明になったら再び冷水に浸してぬめりを除く。これはよく冷やして甘いシロップやココナツミルクをかけて食べる一種の清涼食品である。

**D**：これもインドネシア産である。最も大きく角柱状で、一端が黄、緑、赤、青などに着色されている点などは C にやや似ている。周辺部はいったん糊化されてほとんど透明状になり、きわめて硬い。名称は *BIJI DELIMA* で、*BIJI* の語が C と共通している。調理方法は、一夜水に浸してからゆでると記されている。C と同様に清涼食品である。

**E**：台湾で入手したもので、粒は最も小さく、一見くず米のように見える。西谷米 (西谷はサゴ) はサゴパールのことである。マレー半島特産と記されていることは、サゴパールがもともとマレー半島などから輸入されていたことを示唆している。また“消暑解火”の文字から、清涼食品であることもわかる。

**F**：**E** と同じく西谷米および *PEARL SAGO* と記されているが、粒はより大きく整っている。袋の裏面に調理法の説明があり、それによると 8 倍の熱湯中に入れて 5～10 分間ゆで、透明状になったら冷水を加え水切りする。これを冷たい砂糖水に入れて供する。あるいは寒天や澱粉で固めたり、各種のスープに入れる、とある。

**G**：台湾産であるが西谷米ではなく“生粉圓”と記されている。球状で粒径の分布が広い。また各粒の表面の一部に焦げ目があるが中は白い。文字の“正紅心”は、内部が赤い品種のサツマイモのことと思われ、また西谷米にはない“栄養豊富”も、澱粉だけの加工品ではな

いことを示しているように思われる。

H：これも台湾産でGと同じく生粉圓である。その他の記載もほぼGと同様であるが、粒は純白かつ大形で粒度もよくそろっている。またきわめてもろく、指先でつまんでも容易につぶれ、冷水に浸せば直ちに崩壊する。包装は約200 gで、15碗の水で煮て砂糖半斤を入れると記されているだけである。また“清涼好食”とあるので、やはり冷やして食べるのが普通の食べ方であろう。

## 2. 物性

まず粒体としての性質を調べた。その結果は Table 1 のとおりである。硬度は果実硬度計（木屋製作所）により、粒が崩壊した重量の範囲を示し、この硬度計の限界である 5 kg 重でも崩壊しなかった場合は 5.0 < とした。膨潤度は各試料を30倍量の熱湯で20分間ゆでた後の重量の増加である。またこの時に熱湯中に溶出した全糖量をフェノール硫酸法で測定し溶解度とした。

澱粉パールは粒の強度を保ちまた保存性を高めるために、通常は造粒後に加熱してその表面の一部を糊化してある。インドネシア産の *BIJI* と称される角形の C と D はとくに硬く仕上げられていることがわかる。一方、H は粒がきわめてもろく、これを崩壊させた場合には表面部と内部の違いがほとんどみられないことから、造粒後の加熱はされていないものと思われる。おそらく澱粉のうすい糊液を用いて造粒し、そのまま低温で乾燥したものであろう。また D の場合は、このように直接熱湯でゆでてでもまったく軟化せず、逆に B はこの条件では

Table 1. Physical properties

	Distribution of particle wt. (mg)	Av. wt. (mg)	Hardness* <sup>1</sup> (kg)	Degree of swelling* <sup>2</sup> (times)	Solubility* <sup>2</sup> (%)
A	7- 16	12	2.8-5.0<	8.3	10.5
B	29- 42	36	3.3-5.0<	4.1	43.0
C	32- 64	40	5.0<	6.6	5.6
D	170-540	460	5.0<	2.9	1.3
E	2- 8	4	3.4-5.0<	9.9	20.0
F	14- 31	18	1.5-5.0	8.7	9.1
G	9- 41	21	0.8-2.0	10.1	15.1
H	40- 72	61	0.1-0.3	5.0	6.8

\*1. Fruit-hardness meter (Kiyaseisakusho)

\*2. 30 times boiling water/20 min.

煮えすぎてほとんどの粒が溶けてしまった。このような同一条件下の煮沸では、膨潤度は約3倍から10倍までの大きい開きがあったが、それぞれの澱粉パールに最適の条件でゆでればいずれも8~10倍程度に膨潤した。しかしその場合でも中心部には未糊化の澱粉粒が白く残っている。また溶解度の値は、粒が溶けたBを除けば、膨潤度とほぼ相関しているといえる。

### 3. 一般分析

各試料を乳鉢で磨碎して分析に供した。水分は105~110°C、灰分は550°C灰化後の恒量値から求めた。粗蛋白質量はケルダール法による窒素量に6.25を乗じた。また澱粉価は、2.5%塩酸にて2.5時間加水分解した時の還元糖量をソモギー法変法で測定して求めた。結果はTable 2のとおりである。

AとBの灰分量が他に比較して多い。インドネシアの市販キャッサバ澱粉などには、灰分の著しく高いものが散見されるので、このような澱粉で作られたものか、あるいは造粒時に石灰やカン水などを使用していることも考えられる。いずれかは明らかでないが、ただ台湾産のEやFの灰分が少いことから、前者の可能性の方が高いように思える。

またいずれも澱粉価が高く、ほぼ純粹の澱粉から作られていることがわかる。しかしGに関しては粗蛋白質量も灰分量もやや高く、澱粉が不純であるかあるいはサツマイモその他の粉を混入してある可能性がある。

### 4. 澱粉の同定

各試料を水に浸漬したのち乳鉢でかるく碎き、200メッシュのふるいを通した。これを水に懸濁して得られる沈澱部を顕微鏡で観察すると、Fig. 3に示したようにそのほとんどが未糊化の澱粉粒であることがわかる。

なかでもGとHには糊化した粒はほとんどみえない。またそれぞれの澱粉粒の形状から、AからFまではキャッサバ澱粉、GとHはサツマイモ澱粉であると推定できる。また少くとも、いずれにもサゴ澱粉は使われていないことが明らかである。

キャッサバ澱粉とサツマイモ澱粉とは粒形や粒度の分布も比較的似ており、場合によっては顕微鏡観察だけでは区別が困難なこともある。そこで念のために、両者を区別しうる最も

Table 2. Chemical compositions

	Moisture (%)	Ash (%)	Crude protein (%)	Starch value (%)
A	11.5	1.11	0.10	85.5
B	11.5	1.74	0.07	85.1
C	11.0	0.20	0.05	87.3
D	12.6	0.13	0.03	85.1
E	13.6	0.25	0.16	82.9
F	11.3	0.22	0.09	86.9
G	13.8	0.61	0.67	81.7
H	14.0	0.33	0.09	83.3

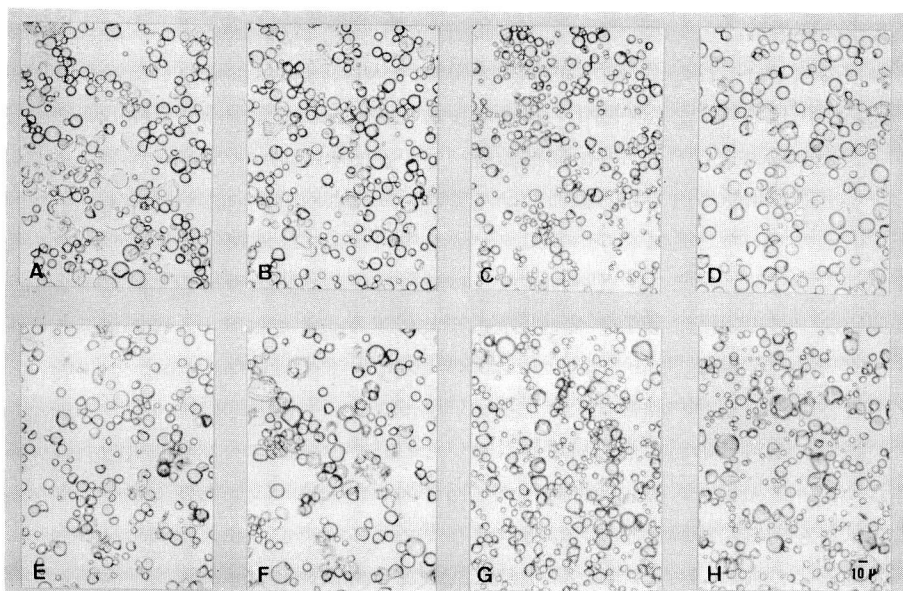


Fig. 3. Photomicrographs of starch granules recovered from the samples.

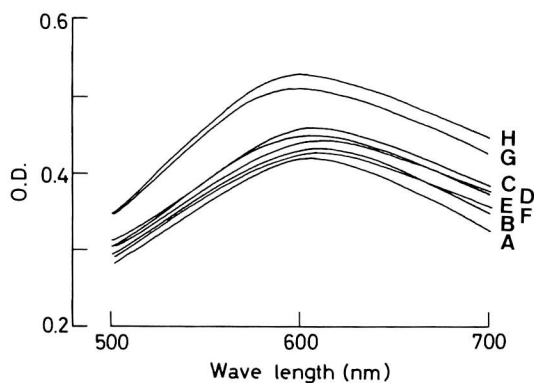


Fig. 4. Iodine coloration spectra  
Hitachi EPS-3T, 1 cm cell, starch 2 mg/I<sub>2</sub> 4 mg/50 ml

簡便な方法と思われるヨウ素呈色スペクトルを測定した。すなわち、各試料を DMSO にて溶解し、最終濃度が全 50 ml 中に澱粉 5 mg、ヨウ素 4 mg として呈色させた。呈色30分後に自記分光光度計（日立 EPS-3T）を用い、500～700 nm の吸光度スペクトルを記録した。結果を Fig. 4 に示す。

この結果、試料は明らかに2つのグループに分けられ、680 nm における吸光度 (BV) の範囲や最大吸収波長 ( $\lambda_{max}$ ) などからも、A～F がキャッサバ澱粉であり、G と H がサツマイモ澱粉であることが裏付けられた。

## 5. 澱粉の変性度

先に物性の項でもふれたように，これらの澱粉パールの多くは，造粒したのちに加熱してその一部を糊化している。この糊化の程度は粒の硬度やこれを膨潤させる際の加熱条件などに大きな影響を与えるものであり，当然澱粉パールの種類によっても異なっていると思われる。しかし実際に市販されている澱粉パールでは，糊化と同時にあるいは糊化したのちに乾燥させてあるので，たとえばグルコアミラーゼを用いるような通常の糊化度測定方法<sup>1)</sup>では測ることはできない。そこで，X線回折によって澱粉の結晶構造の乱れを測定する相対的結晶化度測定法<sup>2,3)</sup>を応用し，澱粉の変性度として比較することとした。X線回折はX線デフラクトメーター（理学電機 D-3F）により，25 kV-15 mA で測定した。

まず未変性のキャッサバ澱粉（インドネシア産市販品）と完全に糊化ののち乾燥されたキャッサバ澱粉（試料Dの周辺部の粉末）およびこの両者の混合物のX線回折図形は Fig. 5 に示すとおりで，生澱粉から糊化変性澱粉へと回折図形が連続的に変化していることがわかる。つぎに各試料を均質に粉砕したものはそれぞれ Fig. 6 に示すようなX線回折図形を示した。これらの図形につき， $2\theta=0.4^\circ$  ごとにその散乱強度（高さ）を全散乱強度（面積）で割ることにより規格化された散乱強度を求め，Fig. 5 中の1を変性度0%，同じく5を変性度100%とすればそれぞれの試料の変性度を数値として計算することができる。計算方法には，規格化した回折強度から描かれる面積の比から求める積分法と，グラフの回帰直線の傾斜から求める相関法の2つの方法がある<sup>2,3)</sup>。このようにして得られたそれぞれの変性度は Table 3 のとおりであった。なお，サツマイモ澱粉のX線回折図形はキャッサバ澱粉のそれとほぼ等しいので，GとHにも同じ規準を適用して計算した。

このように結晶構造の乱れから見ると，GとHを除き澱粉はかなり大きい変性を受けてい

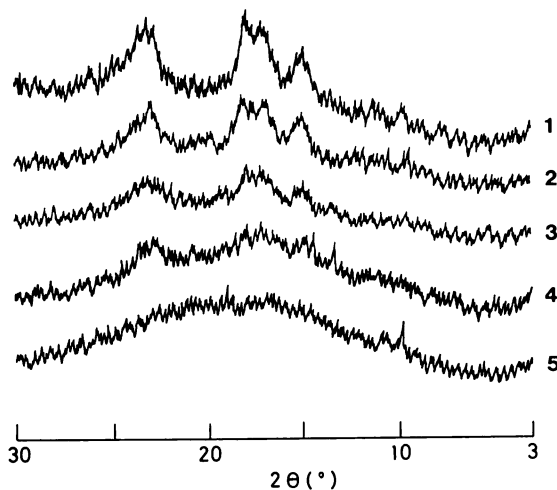


Fig. 5. X-ray diffractograms of the standard starches.  
Rigakudenki D-3F, 25 kV-15 mA,  $1^\circ(2\theta)/\text{min}$ .  
Raw starch/Gelatinized-retrograded starch=1: 100/0,  
2: 75/25, 3: 50/50, 4: 25/75, 5: 0/100

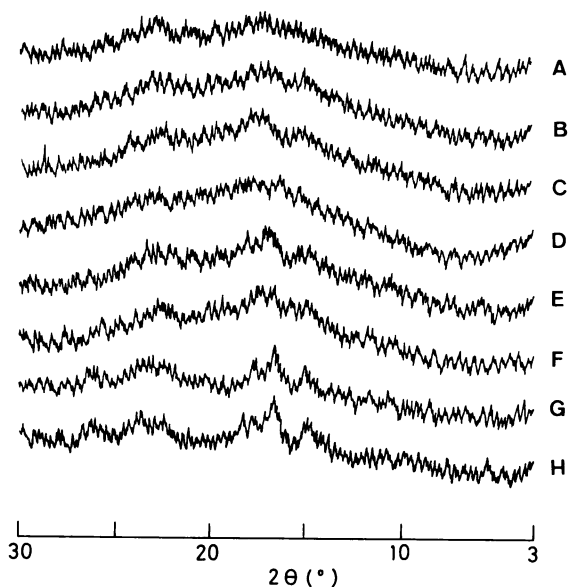


Fig. 6. X-ray diffractograms of the samples.  
Rigakudenki D-3F, 25 kV-15 mA,  $1^\circ(2\theta)/\text{min}$ .

Table 3. Degree of starch damage

	Integral method (%)	Correlation method (%)
A	67.4	62.4
B	83.3	74.6
C	95.0	82.7
D	86.2	71.2
E	85.5	77.6
F	98.4	86.8
G	36.2	26.5
H	40.3	21.9

ることがわかる。またこの変性度と Table 2 に示した粒の硬度との相関性はさほど高くはないことがいえる。

## 考 察

キャッサバの原産地とされているブラジル奥地では、キャッサバを磨りおろして圧搾脱汁し除毒したのち、平たい釜で加熱しつつ攪拌して粒状物に加工する方法がある。これが *FARINHA*<sup>4-6)</sup> であるが、この方法はキャッサバの栽培とともに世界各地に伝播したものと思われ、アフリカの *COUSCOUS*<sup>7)</sup> や *NGARI*<sup>8)</sup>、インドネシアの *TIWUL*<sup>9)</sup> や *GOGIK*<sup>9)</sup> など



がこの系統と思われる。一方、サゴ澱粉を常食とする地域でも、これに米ぬかなどを混ぜて粒状にし炒り上げる処理が広く行われている<sup>10,11)</sup>。これが本来のサゴパールで、保存性のよい食品になっているため交易にも使われ各地に広まっている。しかしこれらの加工処理は保存性を高める目的だけではなく、粘質性の高い食品であるいも類や澱粉から、穀粒のような粘り気の少ない粒状食品を得ることの意義も大きかったと思われる。

本試料のAとBはこの本来のサゴパールから出発しているものと思われる。ジャワ島近辺にはサゴヤシはほとんど生育しないので、交易品としてしか得られなかったサゴパールを、手近かにあるキャッサバ澱粉から作るようになったものであろう。サゴ澱粉を意味する *SAGU* は、現在では澱粉全般を意味する語になっているが、これはわが国においてかつて葛粉や片栗粉などが澱粉を意味していたのと同様である。しかしこのようなキャッサバ澱粉製のサゴパールは、インドネシアからヨーロッパその他へもかなり輸出されているが、この場合にはむしろタピオカパールあるいはタピオカシードなどとしてよく知られている<sup>12)</sup>。

また、澱粉から作られるインドネシアの菓자에 *BUBUR DELIMA*<sup>13)</sup>あるいは *KUE BIJI DELIMA*<sup>14)</sup>と呼ばれるものがある。これは、澱粉に少量の澱粉糊を加えて平たいドウを作り、一面を赤や黄、緑などの色素で着色したのち細かく切って熱湯でゆで、ココナツミルクや砂糖をかけて食べるものである。CとDはこれの乾燥保存品であると思われる。したがってAやBとは起源が異なり、初めから純粹のキャッサバ澱粉で作られたものであろう。また色彩も豊かで、サゴパールよりもはるかに硬く作られている。しかしCの澱粉粒はほとんど膨潤しているものがなく、一方Dの周辺部は完全に透明状になっていることから判断すると、Cはオープンなどを用いてかなり高温で加熱乾燥されたかあるいは蒸気で蒸したのちに乾燥し、Dは熱湯でゆでたのちに乾燥したものと思われる。なお、タイにはこれがそのまま線状になったような *SAARIM*<sup>15)</sup>と呼ばれる菓子がある。

EとFの台湾の西谷米は、本来はマレー半島などから輸入されていたサゴパールであったことはほぼ疑いない。現在ではそれが台湾産のキャッサバから作られているのであろう。Eはくず米のような外観で不ぞろいであり、本来のサゴパールの形状を想像させる。しかしFはかなり大規模の工場の製品と思われ、このほかにも数段階の粒度の製品が市販されている。これらは製造の段階で粒をそろえているのではなく、でき上がったものをふるいにかけて粒度別に包装しているものと思われる。

一方、GとHは生粉圓と表記されており、明らかに西谷米とは違うことを示している。これは本来はサツマイモの粉などで作られていたものが、より美しく仕上げるために澱粉でも作られるようになり、また小形化してサゴパールに近くなったものであろう。すなわちむしろ前述のようなキャッサバから作られるブラジルの *FARINHA* により近いもので、いわば小形の団子であろうか。澱粉の変性度が低いのは、もともと粘結力のある材料で作られていたことを示唆している。本試料には2つともくわしい食用方法は記されていないが、サゴパールとほとんど同じに使われているようである<sup>16)</sup>。

## 要 約

東南アジアから中国大陸にかけて、澱粉を粒状に固めた加工食品“澱粉パール”が分布している。これは熱湯でゆでて膨潤させ、甘いシロップをかけたりスープに入れたりして食べるものである。本稿では、インドネシアと台湾で市販されている8種の澱粉パールにつき、原料澱粉の同定、粒の硬度や膨潤度などの物性測定、成分分析、X線回析法による澱粉変性度の測定などを行い、わが国ではほとんど知られていないこの食品について考察を加えた。

台湾産で生粉圓と称されるもの2点はサツマイモ澱粉製であり、その他はすべてキャッサバ澱粉製であった。粒の大きさは4～460 mgまで広く分布し、ゆでた場合にはいずれも8～10倍程度に膨潤した。また造粒後に加熱して表面を糊化し乾燥したものが多く、澱粉の変性度として22～98%の数値がえられた。

## 謝 辞

インドネシアの試料は1981年度の海外学術調査（鹿児島大学水産学部岩切成郎教授代表）に際し入手したものである。この調査にあたりお世話をいただいた内外の関係者各位に改めて感謝したい。また台湾の試料は主として1975年に現地で入手したのから選んだ。本稿をまとめるにあたり、台湾の屏東農業専科学校、鄧徳豊博士ならびに宜蘭酒廠、劉國棟技師より種々のご教示をいただいた。またX線回析に関しては当学科土壌学研究室のお世話をいただいた。あわせて謝意を表する。

## 参 考 文 献

- 1) 檜作 進, 1979, 『澱粉科学実験法』, (鈴木繁男, 中村道徳編集), 朝倉書店, pp. 171～173.
- 2) Lelievre, J., 1974, Starch Damage, *Stärke*, 26, pp. 85～88.
- 3) 久下 喬, 1979, 『澱粉科学実験法』, (鈴木繁男, 中村道徳編集), 朝倉書店, pp. 135～137.
- 4) 山本紀夫, 1982, 『世界の食べもの—6』, 朝日新聞社, p. 146.
- 5) Grace, M. R., 1977, “Cassava Processing”, FAO, p. 84.
- 6) 広瀬昌平, 1979, 『キャッサバ—その栽培から利用まで』, 国際農林業協力協会, p. 92.
- 7) 石毛直道, 1981, 『世界の食べもの—5』, 朝日新聞社, p. 131.
- 8) 端 信行, 1981, 『世界の食べもの—5』, 朝日新聞社, p. 153.
- 9) 藤本滋生, 1983, インドネシアにおけるキャッサバの利用形態, 「鹿大南海研紀要」, 3, pp. 75～85.
- 10) 前田英三, 1982, サゴヤシの栽培と組織形態, 「熱帯農業」, 26, pp. 169～186.
- 11) 貝沼圭二, 1977, 第1回国際サゴシンポジウムの概要と今後の展望, 「食品工業」, 20, pp. 37～42.

- 12) 矢次 正, 1977, 『澱粉科学ハンドブック』, 朝倉書店, p. 402.
- 13) Darjant dan Murjat, 1980, “KETELA POHON”, Yayasan Dewi Sri, p. 81.
- 14) Tjokronegoro, A. A., 1980, “SINGKONG dan UBI”, Gramedia, p. 43.
- 15) 富田竹二郎, 1982, 『世界の食べもの—8』, 朝日新聞社, pp. 155.
- 16) 鄧德豊, 劉國棟, 1984, (私信).