

ウコン (ターメリック) の澱粉について

藤本滋生・黒木千絵・長倉暁美・菅沼俊彦・永浜伴紀

(澱粉利用学研究室)

昭和60年8月10日 受理

Some properties of Turmeric Starches

Shigeo FUJIMOTO, Chie KUROKI, Akemi NAGAKURA, Toshihiko SUGANUMA
and Tomonori NAGAHAMA

(Laboratory of Applied Starch Chemistry)

緒 言

ウコン (ターメリック) *Curcuma domestica* Vahl はショウガ目ショウガ科に属する多年生草本で、インドが原産地と思われる作物である¹⁾。栽培はインドを中心とした熱帯アジア地域に多いが、全世界の熱帯、亜熱帯に広く分布している。この根茎をいったん煮て乾燥し粉末にしたものは、これらの地域の住民の常食であるカレーの香辛料として欠かせない材料であることがよく知られているが、その他にもきわめて広範囲の用途をもっている。

わが国には18世紀の初めごろ渡来したといわれ、それ以来、沖縄、屋久島、種子島などで栽培が続けられている。またこれらの地方では一部野生状態にもなっている。主用途としては、利胆薬、健胃薬などの薬用のほか、タクアンその他の食品あるいは繊維製品の着色料などに供せられている¹⁾。

ウコン (粉末製品) の分析値は文献^{4, 6)}により多少異なるが、水分13.1~16.4%, 蛋白質6.3~10.8%, 脂質2.5~5.1%, 炭水化物50.0~69.4%, 繊維2.6~4.8%, 灰分3.5~4.4%などであり、このほかカレーに色、香り、辛味などを付与する成分として黄色色素のクルクミンや揮発成分のターメロンなどが知られている。さらに、30~50%含まれるとされている澱粉もカレーの物性 ("とろみ" など) に役立っていると思われる。また、インドその他では澱粉原料に供されることもあり、抽出された澱粉はインディアンアロールートと称されている^{4, 7)}。本報では、この澱粉の物性ならびに理化学的な性質について、サツマイモ澱粉を対照に測定した結果を述べる。

なお、著者らは各種の植物の澱粉につき調査を続けているが、このうちショウガ目に属する植物としてはハナミョウガ¹⁾、ガジュツ²⁾、ハナシュクシャ²⁾、

(ショウガ科)、ハナカンナ²⁾ (カンナ科) などの根茎、およびバナナ⁶⁾、バショウ⁶⁾、ヒメバショウ⁶⁾ (バショウ科) の塊茎の澱粉について報告した。これらの澱粉にはいくつかの共通した特性がみられるので、ウコンの澱粉とこれらとの対比も興味ある課題のひとつである。

実験方法と結果

1. 澱粉の調製

試料のウコンは、種子島で古くから栽培されている在来種 (Uk-1) とインドネシアからの導入種 (Uk-2)

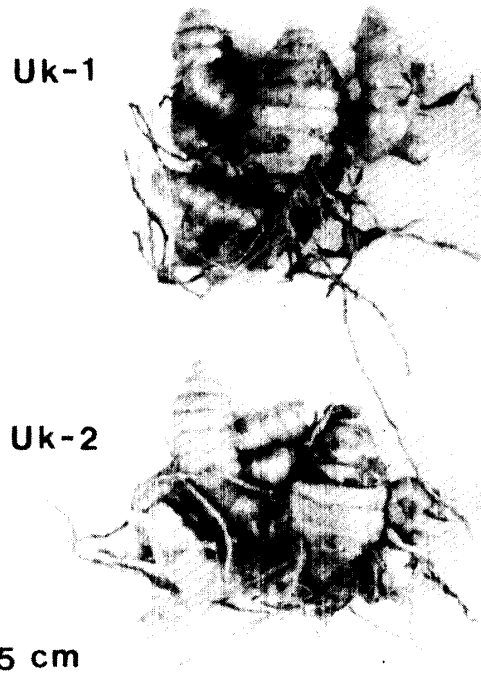


Fig. 1. Rhizomes of turmeric.

Uk-1: ordinary cultivar in Tanegashima,
Uk-2: cultivar introduced from Indonesia.

の2品種を用いた。両者とも屋久島の圃場に移して栽培され、根茎は1月中旬に掘りあげられたものである。

Fig. 1 にみられるように、根茎の外形からは Uk-1, Uk-2 の区別は困難である。しかし切断面は Uk-1 が淡黄色であるのに対し Uk-2 のほうがやや橙色みを帯びている。

澱粉の調製方法は、まず根茎をそのまま水道水とともに家庭用ミキサーで磨砕し、200メッシュのふるいを通したものを1夜静置した。この沈澱部につき傾瀉法による水洗をくり返したのち、0.15%水酸化ナトリウム水溶液に1夜浸漬し希塩酸水溶液で中和する操作を加えた。さらに水洗と土肉分離をくり返し、最後にメチルアルコール、エチルエーテルで順次洗浄し、温度 25°C、湿度65%の恒温恒湿室内に約5日間放置した。澱粉の収率は Uk-1 および Uk-2 の生鮮根茎に対しそれぞれ約7.8%および6.7%であった。

2. 顕微鏡観察

光学顕微鏡 (Olympus FH) により、100倍 (10×

10) で澱粉粒を観察し撮影した。Uk-1 と Uk-2 はほとんど同様であるので、前者の例をサツマイモ澱粉とともに Fig. 2 に示した。

ウコンの澱粉は見かけはサツマイモ澱粉より大形であるが、粒の重複部分が透けてみえることなどからきわめて扁平な粒であることがわかる。これはショウガ目植物の澱粉に共通にみられる性質の一つである。粒の輪郭は同属であるガジュツの澱粉²⁾に最もよく似ており、粒形はかなり変化に富んでいるといえる。また、親にあたる根茎 (C) とそれから出芽している幼根茎 (D) とでは澱粉粒の形が明らかに違っている。通常得られる澱粉 (A) はこれらの混合物である。粒芯 (ハイラム) は極端に片寄り小さく尖った一端にあるが、この点もガジュツやミョウガ⁵⁾の澱粉粒に似ている。このため粒の扁平なこともあいまって、偏光十字は不明瞭である。

つぎに、写真から求めた粒度分布を Fig. 3 に、またこれから算出した平均粒径値を Table 1 に示した。微小粒区が少ないのは、粒が扁平であるために流出し

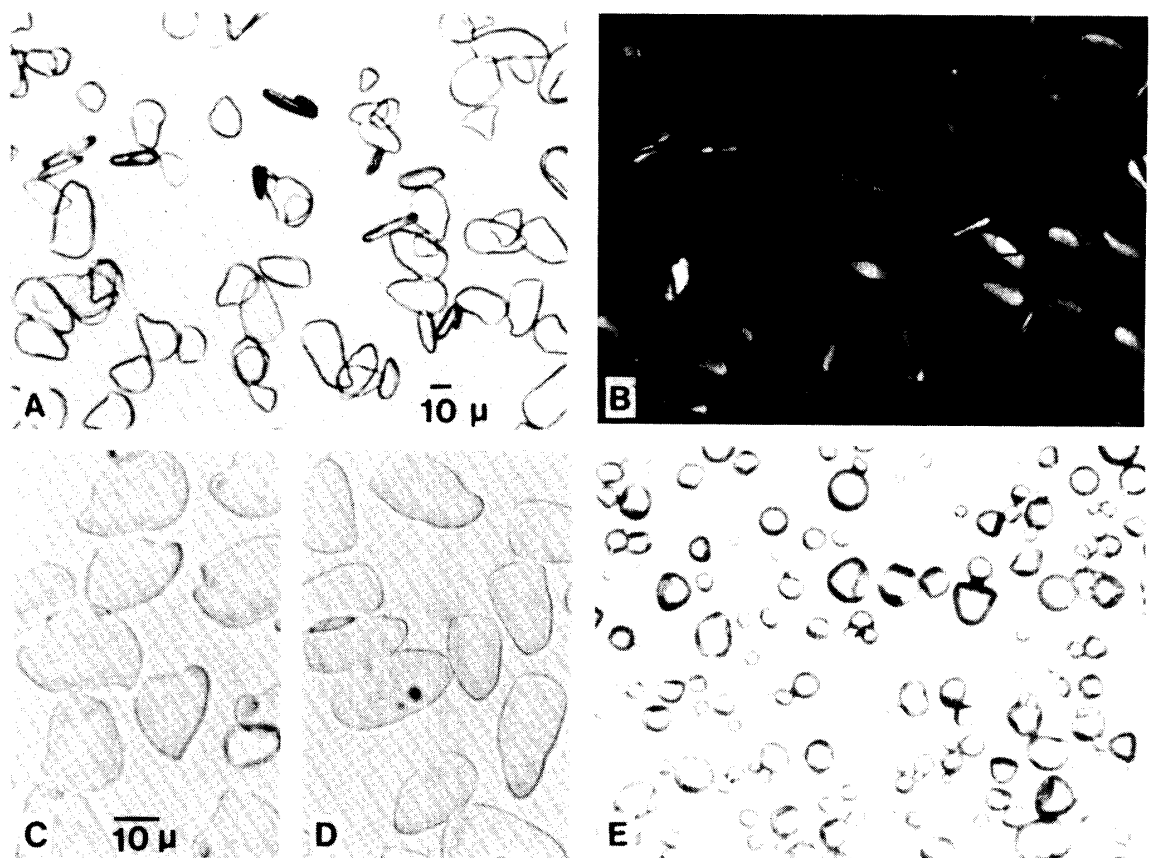


Fig. 2. Photomicrographs of starch granules.

A~D: Uk-1, B: A under polarized light, C: old rhizome, D: young rhizome, E: sweet potato (Sa). A, B, E: $\times 100$, C, D: $\times 200$.

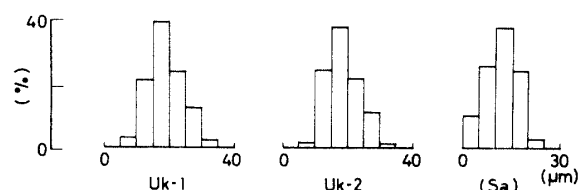


Fig. 3. Granular size distributions.

たものと思われる。このため平均粒径値はサツマイモ澱粉よりかなり大きく算出されている。

3. X線回折

X線ディフラクトメーター（理学電機 D-3F）を用いて測定した。X線の発生条件は 30 kV-12 mA で、 $1^\circ (2\theta)$ /分の走査速度により $3 \sim 30^\circ$ の範囲を記録した。Fig. 1 の結果から、ウコンの澱粉も他のショウガ目植物の澱粉と同じく B 型に属していることがわかる。

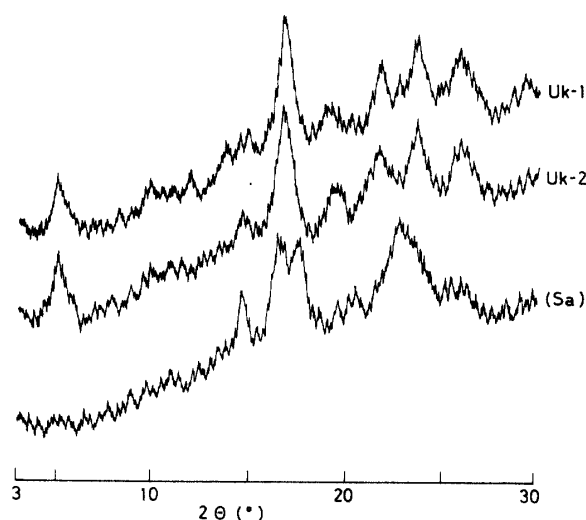


Fig. 4. X-ray diffractograms.
Rigakudenki D-3F, 30kV-12mA, $1^\circ(2\theta)/\text{min}$.

4. 一般分析

水分は $105 \sim 110^\circ\text{C}$ における恒量値から計算し、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。白度は光電管光度計（Kett C-1）を用いて反射率を測定し、酸化マグネシウムを 100% とする相対値で示した。

澱粉の脱脂は、5 倍量の 85% メチルアルコールによる還流抽出を 2 時間ずつ 2 回繰り返して行った。全リンは、この脱脂澱粉を硫酸で湿式灰化したのち Fiske-Subbarow 法により定量した。またアミロース含量は、次項のヨウ素呈色スペクトルにおける 680 nm の吸光度（青価）をもとに、その 0.200-1.200 をアミロースの 0-100% に換算した値である。これらの結果を Table 1 に示した。

ウコン澱粉の特徴としては、まずリン含量が著しく高いことがあげられ、この点もガジュツ澱粉に似ている²⁾。これらの値は、市販澱粉のうちで最もリン含量が高いことが知られているジャガイモ澱粉の約 3 倍にも達する。

5. ヨウ素呈色

脱脂澱粉 100 mg（無水物換算、以下同じ）を 5 ml のジメチルスルホキシド (DMSO) に溶解したのち水で 100 ml に定容し、その一部にヨウ素-ヨウ化カリウム水溶液を加えて呈色させた。量比としては、最終容量 50 ml 中に澱粉 2 mg, ヨウ素 4 mg, ヨウ化カリウム 40 mg である。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。結果は Fig. 5 のとおりで、青価はサツマイモ澱粉に比較すればやや高いが、ショウガ目植物の澱粉としてはむしろ低い方に属する。

6. 生澱粉の酵素消化

市販のグルコアミラーゼ（ナガセ, *Rhizopus niveus*, 1×10^4 GUN/g）を 100 倍量の 1/10 M 酢酸緩衝液 (pH 4.2) 中に入れ、冷蔵庫中で 10 時間抽出した上澄液を酵素液として用いた。試験管に澱粉 100 mg と酵素液 5 ml を入れて 30°C で振とうし、所定時間

Table 1. Some properties of starch granules

	Moisture (%)	crude protein (%)	Total phosphorus* ¹ (%)	Amylose* ² (%)	Av. size* ³ (μm)	Whiteness* ⁴ (%)
Uk-1	15.2	0.12	0.181	26	18.6	82.8
Uk-2	16.0	0.05	0.223	30	18.9	83.2
(Sa)	14.5	0.03	0.016	24	11.7	92.3

*¹: Fiske-Subbarow method.

*²: Calculated from blue value.

*³: Calculated from size distribution.

*⁴: Kett C-1, MgO=100%.

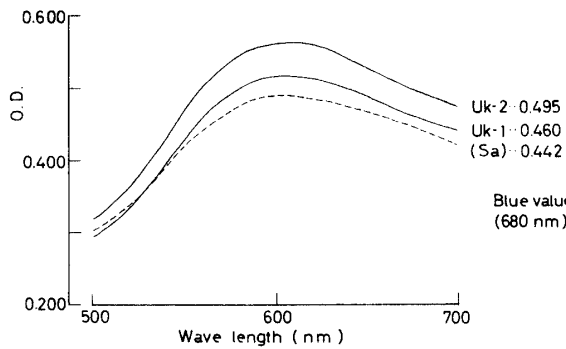


Fig. 5. Iodine coloration spectra and blue values. (Starch 2 mg + I₂ 4 mg)/50 ml, Hitachi EPS-3 T.

ごとに遠心分離した上澄液の糖量をフェノール硫酸法で測定して澱粉の消化率を求めた。Fig. 6 に示したように両者ともサツマイモ澱粉のほぼ半分の消化率であった。生澱粉が消化されにくい点も他のショウガ目植物の澱粉と同様である。

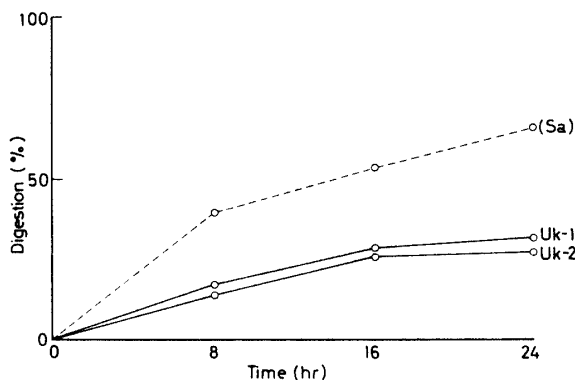


Fig. 6. Digestibility of raw starch granules by glucoamylase.

Glucoamylase: Nagase (*R. niveus*), pH 4.2, 30°C.

7. 膨潤力および溶解度

ステンレス製の遠沈管に澱粉 500 mg と蒸留水 25 ml を入れ、所定の温度の湯浴中で約 5 分間ごとにゆっくり攪拌しつつ 30 分間保持した。これを急冷したのち 50 ml に定容して 3000 rpm/15 分間の遠心分離を行い、沈澱部の重量から膨潤力を、上澄液中の糖量をフェノール硫酸法で測定して溶解度をそれぞれ求めた。結果は Fig. 7 に示したように両者ともサツマイモ澱粉とほぼ同程度であるが、膨潤力は Uk-1 が少し高く、溶解度は Uk-2 の方が少し高い。

8. アミログラフィー

アミログラフビスコグラフ (Brabender DC-8) により、6% 澱粉濃度で測定した。すなわち、ボールの

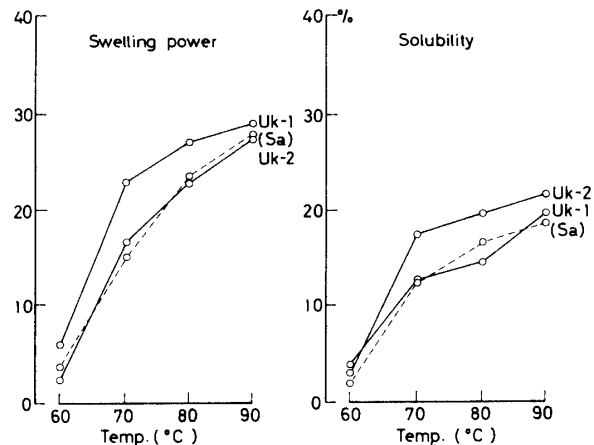


Fig. 7. Swelling powers and solubilities.

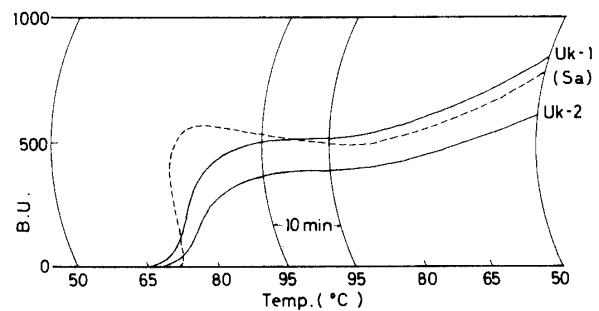


Fig. 8. Brabender amylograms.

Brabender DC-3, 6% starch, 75 rpm, 1.5°C/min.

回転は 75 rpm, 昇降温速度は 1.5°C/分 で 35°C から 95°C まで昇温し、95°C で 10 分間保持したのち 50°C まで降温した間の粘度の変化を記録した。結果のアミログラムを Fig. 8 に示した。

ウコンの澱粉は加熱の過程では粘度の発現がサツマイモ澱粉より早いですが、立ち上がりゆるやかでピークをもたず、95°C で 10 分間保持の間にも粘度の上昇が続いている。この点はショウガ科やカンナ科の澱粉にも共通するものであり、膨潤した粒が熱に対しきわめて安定でこわれにくいことを示唆している。Uk-1 の方が Uk-2 よりも粘度が高いことは、Fig. 7 での膨潤力が高く溶解度がより低い結果からも推測できる。

考 察

ウコンの根茎は、本法のようにそのまま水中で磨砕する方法では固く締った澱粉沈澱が得られず、その後の精製もやや困難であった。また収量も低いので、澱粉源としてはガジュツの方が優れているといえる^{2,7)}。澱粉粒の形や性質はガジュツ澱粉によく似ており、とくにリン含量が著しく高い点は *Curcuma* 属植物の澱

粉の特徴と思われる。また粒形が偏平で酵素消化を受けにくく、加熱に対して抵抗性が高い点なども他のショウガ目植物の澱粉と共通した性質であった。とくにアミログラムにおいて95°Cの保持時間中も粘度がまったく低下しない点は、カレーやシチューの“とろみ”を保持する上できわめて適した性質であるといえよう。

さらに、親の根茎と幼根茎とで澱粉粒の大きさはほとんど変わらないにもかかわらず、その形が違っていることは興味深い。両澱粉の成分や物性の違いを測定することをはじめ、根茎の成長段階を追っての澱粉粒の変化を観察することは今後の課題である。

要 約

1. 種子島で栽培されている在来種およびインドネシアからの導入種の2種類のウコンの根茎から澱粉を調整した。収率はそれぞれ7.8%および6.7%であった。
2. これらの澱粉につき、水分、蛋白質およびリンの分析、顕微鏡観察、粒径分布、X線回折、ヨウ素呈色、生澱粉の酵素消化、膨潤力、溶解度、アミログラフィーなどの諸項目につき測定し、その特性を考察した。
3. ウコンの澱粉は同属のガジュツの澱粉に似ており、とくにリン含量が高かった。また粒が偏平で、ゲ

ルコアミラーゼに対する抵抗性が高く、アミログラムの粘度が95°C保持中でも安定であるなど、他のショウガ目植物の澱粉とも共通した性質を示した。

謝辞 ウコンの根茎は(有)老舗恵命堂屋久島工場より提供を受けたものである。ご便宜をおはかりいただいた同工場の西尾正夫氏に謝意を表す。

文 献

- 1) 藤本滋生・中島修一・久保 豊・菅沼俊彦・永浜伴紀：ホシダ、ハナミョウガ、ショウキズイセン、ヒメヒオウギズイセンの澱粉について、澱粉科学, **28**, 188-193 (1981)
- 2) 藤本滋生・久保 豊・米盛明子・菅沼俊彦・永浜伴紀：ガジュツ、ハナシュクシャ、ハナカンナの澱粉について、澱粉科学, **31**, 134-138 (1984)
- 3) 藤本滋生・米盛明子・池田浩二・菅沼俊彦・永浜伴紀：バナナ、バショウ、ヒメバショウの澱粉について、澱粉科学, **32**, 287-292 (1985)
- 4) 岩佐俊吉：熱帯の野菜, p. 261-271, 養賢堂, 東京 (1980)
- 5) 川上いつゑ：デンプンの形態, p. 137-138, 医歯薬出版, 東京 (1975)
- 6) 桜井芳人：総合食品事典, p. 74, 同文書院, 東京 (1975)
- 7) Schoch, T. J. and Maywald, E. C.: Some Unusual Properties of Pakistan "Shoti" Starch. Stärke, **20**, 362-365 (1968)

Summary

Starch samples were prepared from the rhizomes of two kinds of turmeric planted in Tanegashima: the one was the ordinary cultivar in Japan and the other was the one introduced from Indonesia, from which materials the starch was obtained in yields of 7.8% and 6.7%, respectively.

The starches were examined on the following items: granular size and shape, contents of phosphorus and protein, X-ray diffraction pattern, iodine coloration, swelling power, solubility, amylogram, digestibility of raw starches by glucoamylase and other properties.

As the result of these examinations, it was ascertained that the two turmeric starches were characterized by thin and flat shape of granules, extremely high phosphorus content (0.181-0.223%), low digestibility by glucoamylase, and high stability of viscosity on Brabender amylogram, and others resembling to the properties of zedoary starch. As described in the previous papers, these are the properties which have been commonly observed in the starches of *Scitamineae* plants.