

# 加熱デンプンの消化に関する研究

内島幸江・杉原知子・岩瀬幸子・青木みか

## Studies on the Digestion of Heat-treated Starch

by

Y. UCHIZIMA, T. SUGIHARA, S. IWASE and M. AOKI

### 緒 言

デンプンに水を加えて加熱した場合にできる $\alpha$ デンプンおよびこれを放置してできた老化デンプンの性状について研究<sup>1)</sup>を行ない、つづいて各種生デンプンの消化についても検討<sup>2)</sup>を行なった。

ポップコーン、ポップライスなどはよく利用されており、わが国では白米を膨化した菓子も古くから食用されているが、デンプンの乾熱による加熱についての研究は少ないようである。本報では種々のデンプンを調製し、水を加えずに加熱したものについて、酵素による分解度ならびにX線回折図による結晶構造の変化、さらにデンプン粒子の形態について調べ、デンプンの酵素分解に影響をおよぼす因子について検討することとした。

### 実験および結果

#### I 試 料

モチゴメデンプン、ウルチゴメデンプン、オオムギデンプン、ジャガイモデンプン、チューリップデンプン、クズデンプン、サツマイモデンプン およびヤマイモデンプンの8種を用いた。いずれも当研究室で調製、精製したものであり、調製法は先報<sup>2)</sup>と同法である。150°Cの電気定温器にて60分加熱処理したものおよび無処理のものを使用した。

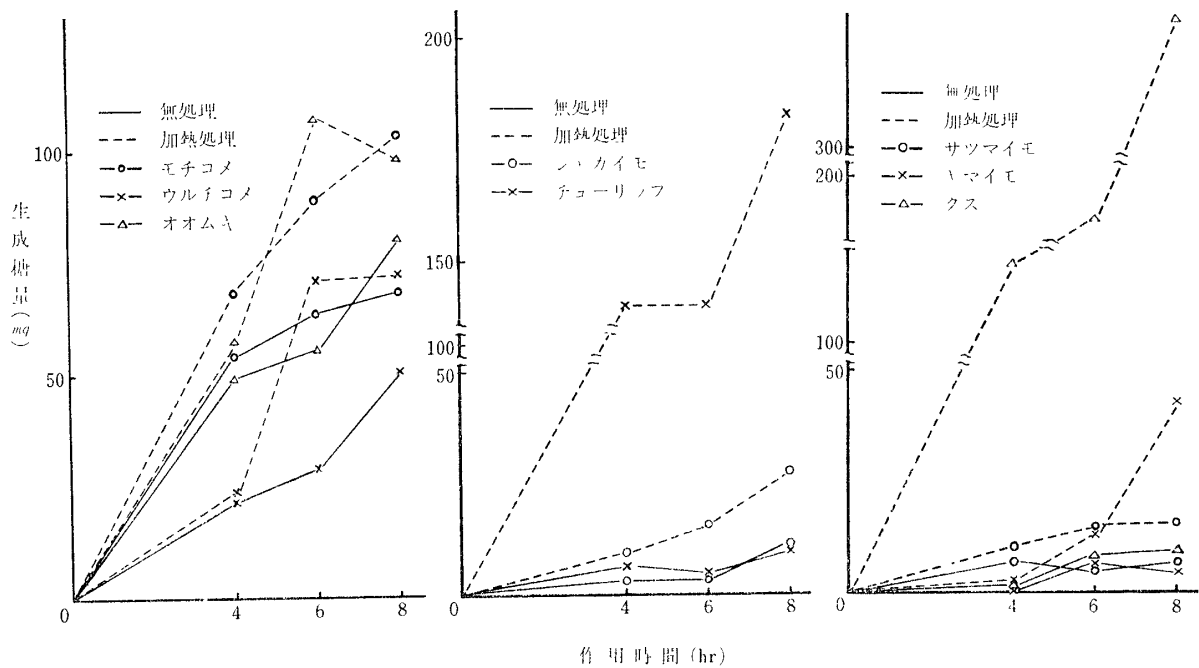
供試料の水分含有量は第1表のとおりである。

試料 処理法	モチゴメ	ウルチゴメ	オオムギ	ジャガイモ	チューリップ	ク	ズ	サツマイモ	ヤマイモ
無 処 理	12.31	13.78	14.66	10.54	16.94	12.28	11.07	11.44	
加 熱 処 理	0.26	0.29	0.10	0.19	0.05	0.44	0.06	0.04	

第1表 デンプンの水分含有量 (%)

#### II 酵 素 作 用

試料0.4g(無水物)を50ml三角コルベンに秤取し、無処理はそのまま、加熱処理は150°C電気定温器で60分加熱し、ゼラチンおよびCaCl<sub>2</sub>のおおの0.2%のpH6.5リン酸緩衝液15ml添加して混和後、2%局方Diastase溶液5ml(力価180単位)を加え、37°Cで時々振盪しながら所定時間作用させIN HCl 2ml添加し、蒸留水にて50mlにメスアップし遠心分離して上澄液10mlをとり、Willstätter-Schudel法により麦芽糖量を定量した。結果は第1図に示すとおりであり、縦軸はデンプン0.4gより生成した糖量を示す。



第1図 デンプンの Diastase による分解

モチゴメデンプン、ウルチゴメデンプン、オオムギデンプンではいずれも Diastase の作用時間が長くなると生成糖量は高くなり、無処理より加熱処理がやや高い値を示した。チュールップは加熱処理では4時間の酵素作用でもよく分解されるに比し、無処理では8時間作用させてもわずかししか分解されず、加熱の有無でいちぢるしく相異なる。ジャガイモデンプン、クズデンプン、サツマイモデンプン、ヤマイモデンプンの無処理は酵素作用を受けにくく、穀類デンプンに比べ非常に低い糖量を示した。ジャガイモデンプン、サツマイモデンプン、ヤマイモデンプンの加熱処理は無処理よりやや分解されるが、クズデンプンの加熱処理は供試料の中で最もよく分解される。

Katz の A 図形の穀類デンプンは Diastase の作用を受けやすく、B 図形の根茎デンプンは特に酵素の作用を受けにくいことは、一般に知られる<sup>13)</sup> とおりであるが、同じ B 図形でもジャガイモデンプンとチュールップデンプンはその消化に差がみられ、また C 図形のクズデンプンとサツマイモ、ヤマイモのデンプンもかなりの差がみられた。

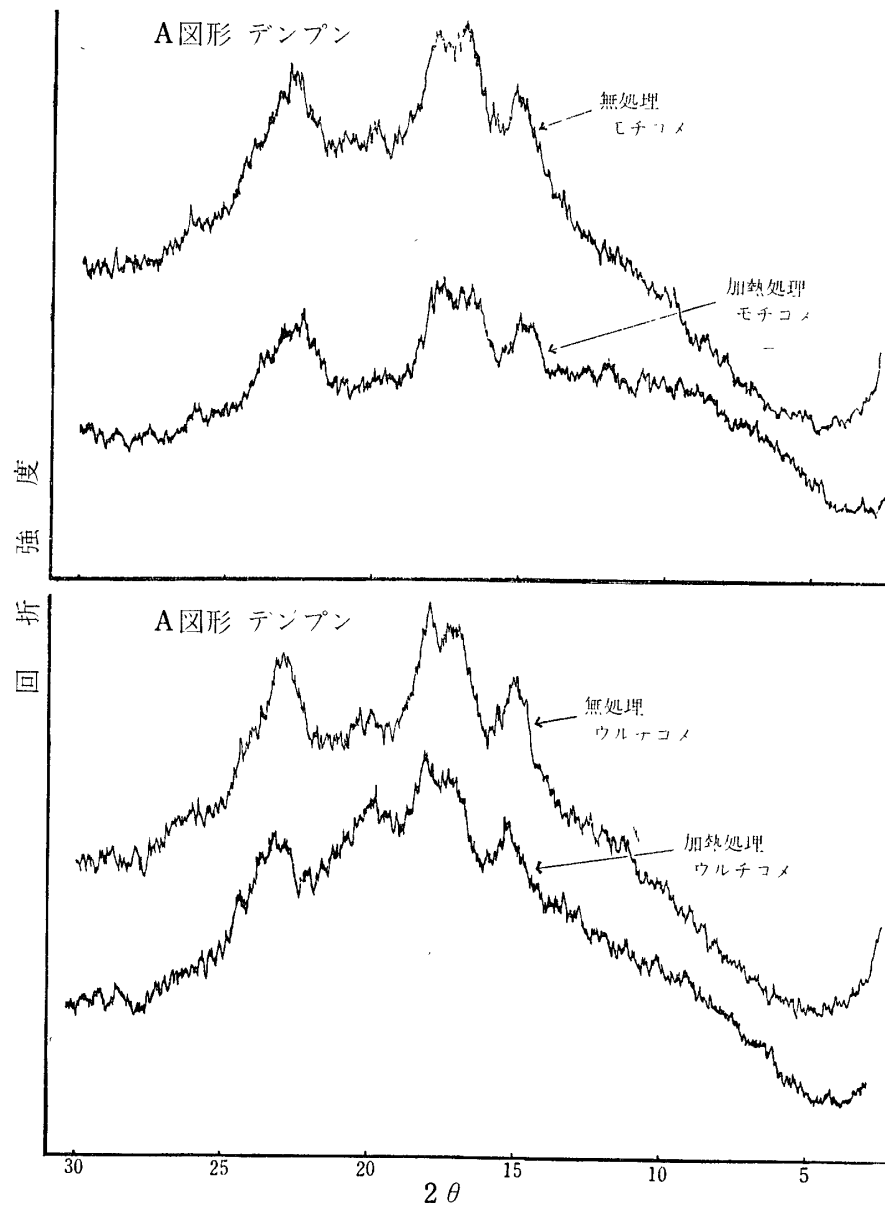
### III X 線 回 折 図

X 線回折装置は東芝 X 線ディフラクトメーターを使用した。測定条件は第 2 表のとおりである。

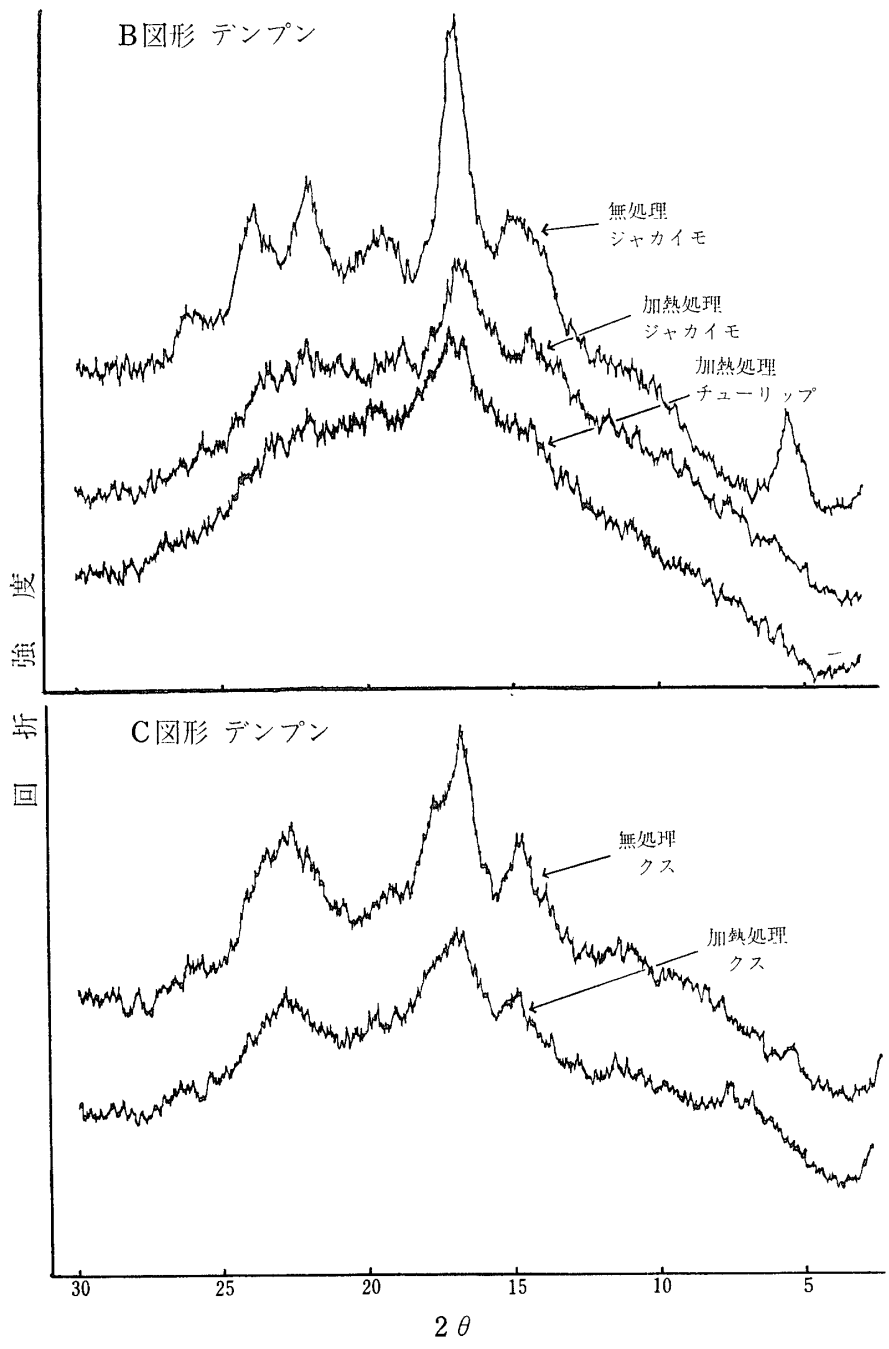
第 2 図と 3 図は X 線回折図を示したものであり、縦軸に回折強度、横軸は Bragg の式の  $2\theta(^{\circ})$  で表わした。供試デンプンのうち、A 図形としてモチゴメデンプン、ウルチゴメデンプンの回折曲線を示し、B 図形ではジャガイモデンプンとチュールップデンプン、C 図形に属するものとしてクズデンプンを図示した。

Target	Cu
Filter	Ni
Voltage	30KV
Current	10mA
Count Full Scale	200c/s
Time Constant	8 sec
Scanning Speed	2°/min
Chart Speed	10mm/min
Divergence Slit	1°
Scatter Slit	1°
Receiving Slit	0.15mm

第 2 表 X 線回折図の測定条件



第2図 テンプンのX線回折図



第3図 デンプンのX線回折図

デンプンに水を加えて加熱し糊化すると，そのX線回折図はV図形を示すものであるが，図に示すごとく加熱処理と無処理ではほぼ同じ回折曲線であった。

A図形のモチゴメデンプン，ウルチゴメデンプンとも3環，4a環，4b環，6環の回折強度がわずかに弱まり，B図形のジャガイモデンプンでは1環および4環の回折強度がいちぢるしく弱まったのが目立っている。C図形のクスデンプンでは，モチ・ウルチゴメデンプンの場合と同じく，わずかに加熱処理では各環の回折強度の弱まりがみられた。すなわち今回の加熱方法によっては，ジャガイモデンプン，チューリップデンプンにおいては結晶構造に変化が認められるが，その他の供試デンプンでは結晶構造上の変化はほとんど認められなかった。

#### Ⅳ デンプン粒子の形態

デンプンの粒子の形態を顕微鏡により観察したが、無処理と加熱処理では、いずれのデンプンにおいても明らかな変化はみられなかった。

#### 考 察

Diastase による分解作用は、無処理ではモチゴメデンプン、ウルチゴメデンプン、オオムギデンプンはよく分解されるが、ジャガイモデンプン、チューリップデンプン、クズデンプン、サツマイモデンプンおよびヤマイモデンプンは分解されにくい。加熱処理ではクズデンプン、チューリップデンプンがいちじるしく酵素の作用を受けやすくなる。

ヤマイモは生食の機会が多い食品であるが、ヤマイモデンプンは4時間の酵素作用では無処理、加熱処理とも8種のデンプン中で最も分解されないことは興味ある問題で、生食の場合はヤマイモの含むアミラーゼの効果も考えられるが、この点についてはさらに検討したい。クズデンプンは加熱処理では最もよく酵素により分解されるが、X線の回折曲線はあまり変化がみられず、またジャガイモデンプンは加熱処理、無処理ともに非常に酵素の分解作用を受けにくい。X線回折強度はかなり差が認められた。

既報<sup>1)</sup>のようにモチゴメデンプン、ウルチゴメデンプンに比較して、ジャガイモデンプンは $\alpha$ デンプンを放置した場合、X線回折図での結晶性が復元しやすい特徴がみられたが、これらの性状はジャガイモデンプンの特有の結晶構造によって起きるものと推定されるがさらに検討を要する。

以上のことから酵素の分解作用と結晶構造とは比例的な相関性は認められず、酵素作用と結晶構造は関連がないとする福井ら<sup>4)</sup>の見解と一致する。

デンプン粒子の形態は加熱処理しても明らかな変化はみられず、今回の加熱条件ではデンプンの熱分解<sup>5)</sup>は起きていないものと考えられる。

#### 要 約

8種類の加熱処理のデンプンと無処理のデンプンについて、Diastaseによる分解作用、X線回折による結晶構造、デンプン粒子の形態などを比較した。いずれの場合も穀類デンプンは分解されやすく、チューリップ、クズデンプンは加熱処理によって分解が非常によくなったが、イモ類デンプンは加熱でわずかに分解されやすくなった程度である。

また結晶構造はB図形のデンプンのみ加熱で変化したが、粒子の形態はいずれの試料もほとんど変化が認められなかった。

終わりに本実験に対しご助言を頂いた岐阜大学名誉教授、高橋悌蔵先生に謝意を表します。

この論文の要旨は第18回日本家政学会総会において発表したものである。

#### 参 考 文 献

- 1) 青木, 内島, 林部 : (1966) 名女大紀要 12, 45
- 2) 青木, 内島他 : (1967) 名女大紀要 13, 9
- 3) 吉田, 森本 : (1963) 農化, 37, 337
- 4) 福井, 藤井, 二国 : (1964) 農化, 38, 262
- 5) 桧作 : (1966) 第20回栄養・食糧学会総会シンポジウム