

加熱デンプンの添加物による影響について（第2報）

—形態学的観察—

奥 田 弘 枝

On the Influence of the Annexes on Heated Starch (Part 2)

—On Morphological Observation—

Hiroe OKUDA

Abstract

Starch is eaten after heating, but heating gives a morphological variation to it—the expansion. The variation of the expansion is influenced by the annexes—the seasonings. This experiment is a morphological observation of the variations of heated starch granules by annexing common salt, saccharose, and acetic acid which are very often used in cooking starch. Part 1 is the results of the study of the starch granules derived from potatoes (*Solanum tuberosum*), sweet potatoes (*Ipomoea batatas*), corn (*Zea mays*) and wheat (*Triticum aestivum*), but Part 2 is the results of the study of the starch granules derived from the subterranean stems of Yoshinokazura (*Pueraria Thunbergiana Benth*), Indian lotus (*Nelumbo nucifera*), Chinese yam (*Dioscorea japonicum*) and so on, and from the seeds of buckwheat (*Phagopyrum esculentum*).

All the starch granules used for the observation were derived from the natural plants from Hiroshima Prefecture by triturating them according to the established method, passing them through a 120-mesh metal sieve, removing grease and protein from them, suspending them in the water, centrifugalizing them (3,000 r.p.m. 5 min.), and drying the precipitates.

To these starch granules there were added NaCl solution, saccharose solution and acetic acid solution with all sorts of thickness, and they were heated at 100 degrees for a limited hour. And then they were dyed with iodine potassium iodide solution, embedded with glycerin, and observed through the optical microscope.

It may safely be said that there is a certain direction in the process of making paste from the starch granules. In the case of heated starch granules without the annexes some sorts of annexes control their expansion. There is every indication that a greater deal of annexes control their expansion more effectively. Above all, when the acetic acid solution is annexed to them, a greater deal of amylose gushes out, and the acid promotes the hydrolysis and breaks them down. These results are much the same as Part 1.

I 緒 言

デンプン粒は、原料植物の種類がちがいに従って粒子の形状、大きさが異なり、それらを加工調理する場合、加熱温度や加熱時間、添加物（調味料）に対して異なった形状を呈する。

本実験は調味料がデンプン糊化に及ぼす影響について前報¹⁾と同様に形態学的面から検索を行なったものである。前報においては日常用いられる頻度の高い数種のデンプンについて報告したが、本報はデンプン性食品として周知の食品からも貯蔵デンプン粒をとり出し実験を試みた。また、前報で問題点として指摘したデンプン粒子の糊化過程の方向性についても合わせて報告する。

II 実 験

1. 試 料

れんこん (*Nelumbo Mucifera Gaertu*) : 広島大学 教育学部 東雲分校 付近のれんこん畑から得たもの。

ながいも (*Dioscorea japonicum*) : 市販品、品種不明。

く ず (*Pueraria Thunbergiana Benth*) : 比婆郡東城町帝釈で採取したもの。

そ ば (*Phagopyrum esculentum*) : 市販品、品種不明。

これらのデンプン粒は常法によって摩砕したあと 120 mesh の金属性のふるいを通した。また脱脂、脱蛋白をしたあと水に懸濁し、遠心分離 (3,000 r.p.m. 5 min.) した後、沈殿物を乾燥させて試料とした。

食塩 : 分析用 1 級品

蔗糖 : 分析用特級品

酢酸 : 分析用特級品

2. 実 験

実験に使用した調味料の濃度は調理で一般に用いられている濃度に希釈した食塩 2 %、蔗糖 10 % と 30 %、酢酸 0.5 % (pH 3.2) 溶液とし、影響力を顕著に見るための濃度を高くした食塩 5 %、蔗糖 70 %、酢酸 1.0 % (pH 2.2) 溶液を用いた。これに対して蒸留水のみを加えて加熱したものをコントロールとした。

光学顕微鏡による観察では調味料の溶液、蒸留水をそれぞれ 10 ml 入りの時計皿に入れてデンプン粒子をタンポンで散布し、蒸し器で任意の温度で加熱した。加熱時間は目的に応じて 1 分間～10 分間加熱を行ない、コントロールは 5 分間加熱を行なった。

走査型電子顕微鏡観察の試料調整はデンプン粒を遠心沈殿させた後、緩衝した 4 % フォル

マリンで固定して貯え、観察時によく水洗して軽く乾燥し、ガラス板または金属板にうすくならべて、金蒸着を施し、走査型電子顕微鏡 (JSM型、日本電子KK製) で観察したものである。

Ⅲ 実験結果および考察

1. れんこんデンプンに対する影響と糊化の方向性について

れんこんデンプン粒は、光学顕微鏡観察では、長楕円形をしており長軸の長さは凡そ短軸の長さの2倍～2.5倍に達するものがある。デンプン粒の大きさは平均 $50\mu \times 25\mu$ で長軸に殆んど直角にあたかも出芽 (budding) したような枝分れを出しているのが特長である。これはれんこんデンプンだけに多く見られ、その枝分れは元のデンプン粒より大きくない (Fig. 1)。

走査型電子顕微鏡による観察では表面構造は比較的滑らかである (Fig. 2)。

位相差顕微鏡では外部形態の相違と内部構造つまり、アミロース結晶の配列や結晶中心 (hilum) の位置などの相違が示唆される点で有効である。ここでは生デンプン粒子と加熱デンプン粒子の内部構造の変化を観察する目的で用いた。生れんこんのデンプン粒子は極端に偏在する hilum を中心として同心円状に結晶成長の累積のピッチが濃淡の模様として貝殻状に分別できる (Fig. 3)。このリングの色の違いは物質のちがいでなく、ミセル配列のリングの gap²⁾ と解される。

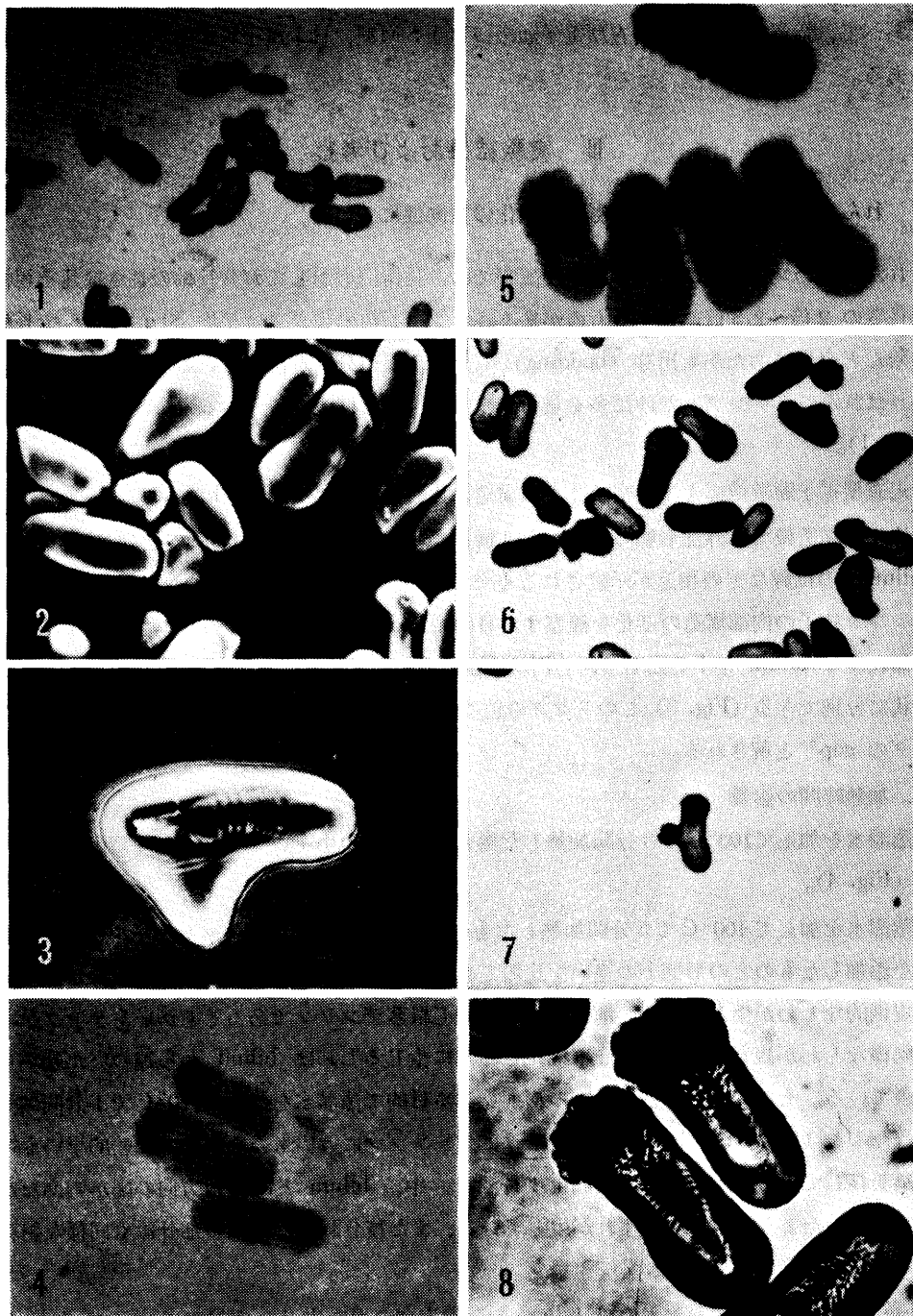
a. 加熱時間の影響

蒸留水を加えて 100°C で3分間加熱した場合、分子量の小さいアミロースの溶出が見られる (Fig. 4)。

蒸留水を加えて 100°C で5分間加熱したもの (Fig. 5) でこれをコントロールとして調味料を添加したものとの形態上の違いを比較していきたい。デンプン粒は膨潤し、粒子の一方に規則的なしわが生じている。前報で述べた同じ根茎デンプンであるじゃがいもデンプンにも同様なしわが観察された、つまり糊化とともに生じるしわは hilum から遠のいた端から起きている。そこで糊化の初期段階の形態をみる目的で蒸留水を加えて 70°C で1分間加熱を行なった (Fig. 6)。図に示されるように生デンプンに近いものと糊化の比較的早いものとが共存している。小粒子の方が糊化はおそい。中に hilum とは反対方向の端からあたかも花が咲いたような組織のくずれが生じている、また枝分れした先端の部分にも同様な組織のくずれが生じている (Fig. 7)。

Fig. 8は拡大図で示したもので hilum の反対方向の端に生じた組織のくずれはそれが

図版 1



hilum にまで達し、hilum の中央部分が空所になっているのも観察される。これらの現象はデンプン粒の構造に関係し、二国らによれば粒心は水分やタンパク質含量が他の部位より多いと述べており、明らかに周囲の組織と異なっている。以上のことから、表層部の弱い構造の部分からまず糊化が始まり、層状構造の強弱に伴ってミセル構造の弱い部分へと糊化が進行していくものと考えられる。ミセル構造の密な外層部は加熱が進んでも外部形態は比較的もとの形を保っている。つまりれんこんのデンプン粒は一樣な構造をもつものではなく、粒子の部位によって方向性（漸減性）があると云えよう。また、れんこんデンプンの自己消化も hilum に遠い方の端から組織のくずれが始まることが指摘されている³⁾。

100°Cで10分間加熱ではコントロールに比較しデンプン粒の膨潤度が大きく、いびつになっているが hilum の存在する部位は元の形が保たれている (Fig. 9)。糊化の進行とともに層状構造は消失する。

b. 食塩の影響

2%食塩溶液を添加して100°Cで5分間加熱した場合、コントロールに比較してアミロースの溶出が増加している。(Fig. 10)。

2%食塩溶液を添加し、70°Cで1分間加熱した場合、初期の糊化段階ですでにアミロースの溶出が見られ (Fig. 11)、表層部の構造の弱い部分からしだいにくずれるように溶出している、やはりデンプン粒をおおう外被膜は存在しないからと云えるのであろうか⁴⁾。

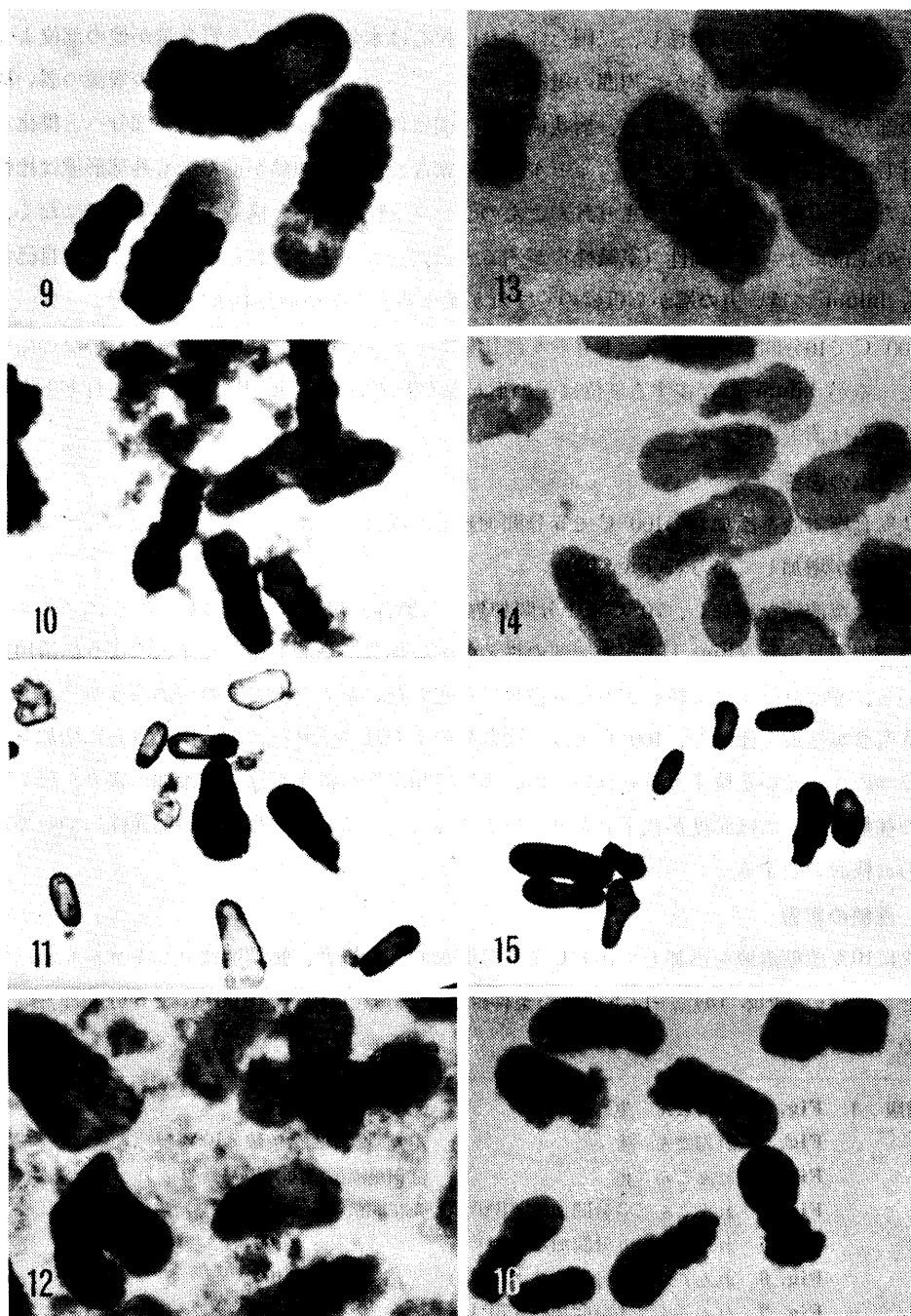
5%食塩溶液を添加し、100°Cで5分間加熱のものはアミロースの溶出がさらに増加し、いびつになっている粒子も見られる (Fig. 12)。川上⁵⁾らによれば食塩添加により、デンプンの種類によっては粘度が低下したり、増大すると述べているが粘度との関連性についてはさらに検討を要する。

c. 蔗糖の影響

次に10%蔗糖溶液を添加して100°Cで5分間加熱した場合、膨潤度はコントロールとほとんど差がない (Fig. 13)。以下加熱の条件はことわらない限り、100°Cで5分間加熱したものである。

| | | | |
|------|--------|--------------------|----------------|
| 図版 1 | Fig. 1 | れんこん 生 | 光学顕微鏡像×100 |
| | Fig. 2 | れんこん 生 | 走査型電子顕微鏡像×1000 |
| | Fig. 3 | れんこん 生 | 位相差顕微鏡像×400 |
| | Fig. 4 | れんこん 3分間加熱 (100°C) | 光学顕微鏡像×100 |
| | Fig. 5 | れんこん 5分間加熱 (100°C) | " ×100 |
| | Fig. 6 | れんこん 1分間加熱 (70°C) | " ×100 |
| | Fig. 7 | れんこん 1分間加熱 (70°C) | " ×100 |
| | Fig. 8 | れんこん 1分間加熱 (70°C) | " ×400 |

図版 2



30%蔗糖溶液を添加して加熱したものは膨潤度に抑制作用が見られる (Fig. 14)。ジャガイモデンプンでは中央部に縦軸の方向に走る空所が生じ、小麦粉デンプンでは中央部に円形の空所が見られ、さつまいも、とうもろこしデンプン粒では中に空所が見られる粒もあった。しかし、れんこんデンプン粒ではこうした現象は見られない。

30%蔗糖溶液を添加し、70°C で1分間加熱の糊化始めの段階ではまだ膨潤度に抑制作用は見られない (Fig. 15)。

70%蔗糖溶液を加えて加熱したものは膨潤度に抑制作用が顕著に見られる (Fig. 16)。蔗糖濃度が高い場合、蔗糖が自由水を奪いデンプン粒の糊化を抑制し、膨潤させにくくしていることが考えられる^{6),7)}。ジャガイモ、小麦、さつまいも、およびとうもろこしデンプンに見られた中央部の空所はやはり見られない。

d. 酢酸の影響

0.5%酢酸溶液を加えて加熱すると、多量のアミロースが溶出し、デンプン粒子は変形している (Fig. 17)。

さらに高濃度の1.0%酢酸溶液を加えて加熱すると、溶出アミロースの増加とともにデンプン粒子の崩壊が進む (Fig. 18)。高濃度の酢酸溶液を添加した場合は70°C で1分間加熱ですでにデンプン粒子の輪郭がいびつになっている (Fig. 19)。酸添加により加水分解が促進されていると考えられるので Fehling 法により糖の分析を行なったところ前報と同様に還元糖の存在が確認された。

2. ながいもデンプンに対する影響

光学顕微鏡観察によると、ながいもデンプン粒は楕円形、あるいは丸みをおびた三角むすび形をしている。粒子の大きさは平均 $30\mu \times 22\mu$ である (Fig. 20)。

走査型電子顕微鏡で観察すると、デンプン粒子はやや偏平で表面は滑らかである。中には三角むすび形の頂点が突起しているものもある (Fig. 21)。

a. 加熱時間の影響

蒸溜水のみを加えて3分間加熱したものである (Fig. 22)。

| 図版 | Fig. 9 | れんこん10分間加熱 (100°C) | 光学顕微鏡像×100 |
|---------|-----------------------------|--------------------|------------|
| Fig. 10 | れんこん2%食塩溶液添加、5分間加熱 (100°C) | 〃 | ×100 |
| Fig. 11 | れんこん2%食塩溶液添加、1分間加熱 (70°C) | 〃 | ×100 |
| Fig. 12 | れんこん5%食塩溶液添加、5分間加熱 (100°C) | 〃 | ×100 |
| Fig. 13 | れんこん10%蔗糖溶液添加、5分間加熱 (100°C) | 〃 | ×100 |
| Fig. 14 | れんこん30%蔗糖溶液添加、5分間加熱 (100°C) | 〃 | ×100 |
| Fig. 15 | れんこん30%蔗糖溶液添加、1分間加熱 (70°C) | 〃 | ×100 |
| Fig. 16 | れんこん70%蔗糖溶液添加、5分間加熱 (100°C) | 〃 | ×100 |

図版 3

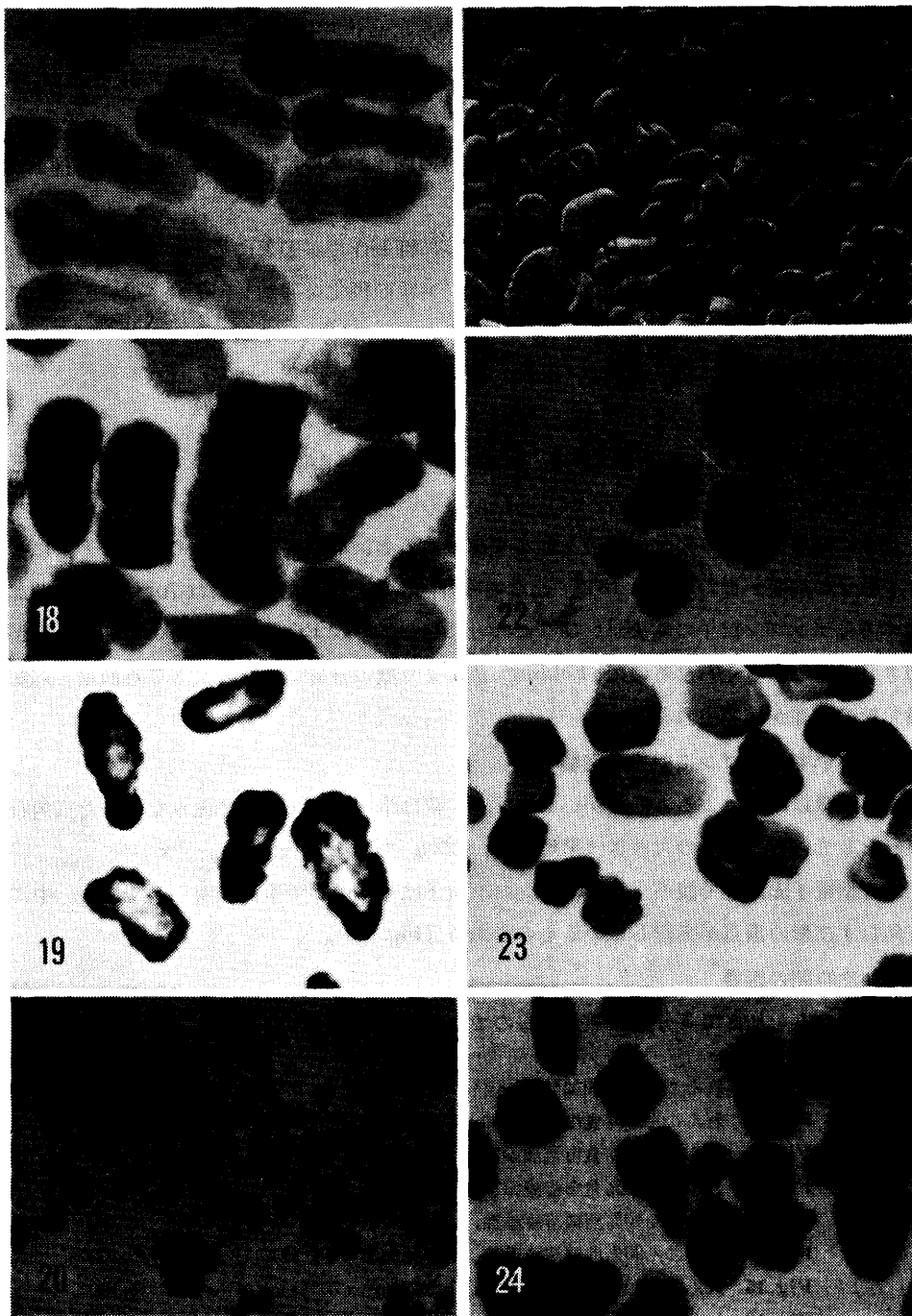


Fig. 23 は蒸溜水のみを加えて5分間加熱したものでこれをコントロールとする。

10分間加熱のものでは加熱時間がながくなるに従いデンプン粒の膨潤度は多少増加している (Fig. 24)。

b. 食塩の影響

2%食塩溶液添加によりアミロースの溶出が見られる (Fig. 25)。

5%食塩溶液を添加した場合はアミロースの溶出量が増加し、コントロールに比較して粒子が多少小さい (Fig. 26)。

c. 蔗糖の影響

10%蔗糖溶液添加では膨潤度はコントロールと大差ない (Fig. 27)。

30%蔗糖溶液添加では膨潤度に抑制作用が見られ、粒子の全面に亀裂模様の脱水現象を示すと思われる空所が見られる (Fig. 28)。

70%蔗糖溶液添加の場合は粒形は生デンプンに近く、高濃度の蔗糖溶液の添加とともに膨潤度の抑制は顕著に見られる (Fig. 29)。

Fig. 29 は明瞭な亀裂模様は見られないが、他の試料では観察された。

d. 酢酸の影響

0.5%酢酸溶液添加では粒子の形態に変化が見られる (Fig. 30)。

さらに高濃度の1.0%酢酸溶液の添加ではアミロースの溶出量が多いが、粒子の崩壊は見られない (Fig. 31)。同じ地下茎デンプンのジャガイモデンプン粒とは対称的である。

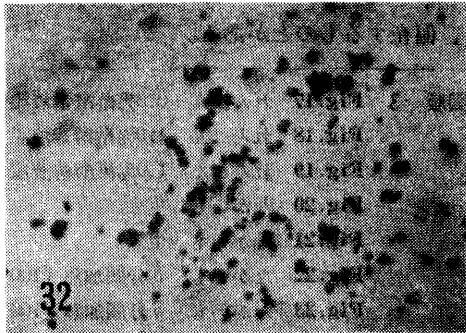
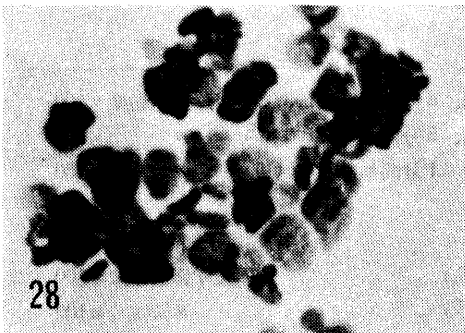
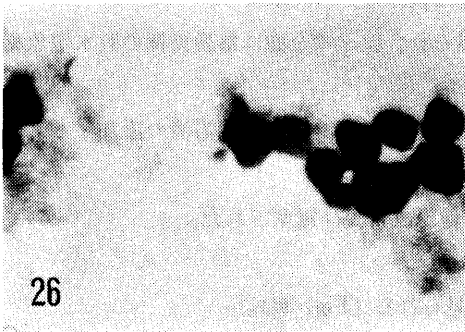
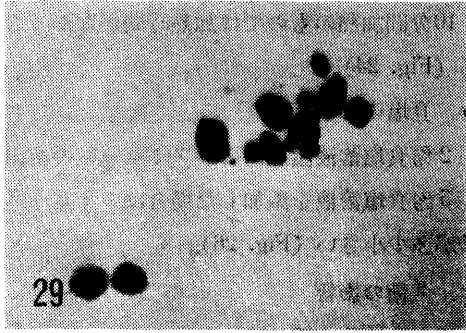
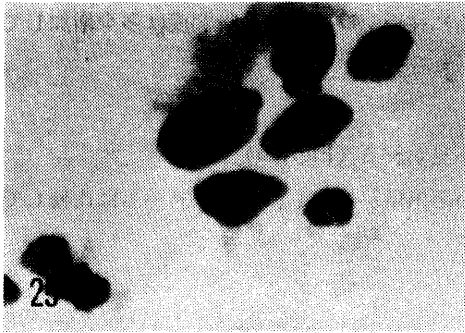
3. くずデンプンに対する影響

くずデンプンは平均 $13\mu \times 12\mu$ の大きさに光学顕微鏡観察によると、他のデンプン粒と同倍率 (10×10) ではその外部形態は判然としない (Fig. 32)。

Fig. 33 の粒子群は走査型電子顕微鏡像を示すもので、半鐘形、円錐形、卵形などが見られさらに複雑な多面体などが観察できる。粒子形態が多型におよんでいる点は前報のさつまいもデンプン粒に類似している。表面は比較的平滑で、hilum は中心近くに存在するものと、偏在するものがある。

| | | | | |
|------|---------|--------|--------------------------|-------------------------|
| 図版 3 | Fig. 17 | れんこん | 0.5%酢酸溶液添加、5分間加熱 (100°C) | 光学顕微鏡像 $\times 100$ |
| | Fig. 18 | れんこん | 1.0%酢酸溶液添加、5分間加熱 (100°C) | " $\times 100$ |
| | Fig. 19 | れんこん | 1.0%酢酸溶液添加、1分間加熱 (70°C) | " $\times 100$ |
| | Fig. 20 | ながいも 生 | | " $\times 100$ |
| | Fig. 21 | ながいも 生 | | 走査型電子顕微鏡像 $\times 1000$ |
| | Fig. 22 | ながいも | 3分間加熱 (100°C) | 光学顕微鏡像 $\times 100$ |
| | Fig. 23 | ながいも | 5分間加熱 (100°C) | " $\times 100$ |
| | Fig. 24 | ながいも | 10分間加熱 (100°C) | " $\times 100$ |

図版 4



a. 加熱時間の影響

蒸溜水のみを加えて3分間加熱したものでかなりアミロースの溶出が見られる (Fig. 34)。

蒸溜水を加えて5分間加熱したデンプン粒でこれをコントロールとする (Fig. 35)。

Fig. 36 は10分間加熱したものであるが他のデンプン粒に見られた加熱時間に伴う膨潤度の増加は判別しにくい。

b. 食塩の影響

2%食塩溶液添加によりアミロースの溶出量が増え (Fig. 37)、5%食塩溶液添加では溶出アミロース量はさらに増加する (Fig. 38)。

c. 蔗糖の影響

10%蔗糖溶液添加では膨潤度はコントロールと大差がない (Fig. 39)。

30%蔗糖溶液添加では膨潤度に抑制作用が見られる (Fig. 40)。しかし、れんこんデンプン粒と同様に粒子に空所と思えるものは見られない。

70%蔗糖溶液添加では膨潤が悪く、生デンプン粒に近い (Fig. 41)。やはり粒子に空所は見られない。

d. 酢酸の影響

0.5%酢酸溶液添加では多少デンプン粒が変形しているのも見られる (Fig. 42)。

1.0%酢酸溶液を添加した場合はアミロースの溶出量も多く、多少デンプン粒子のくずれも見られるがれんこんデンプン粒ほど影響は顕著ではない (Fig. 43)。

4. そばデンプンに対する影響

そばのデンプン粒は多角形で、複粒、半複粒の特色を示している。粒子の大きさは平均 $13\mu \times 12\mu$ ある (Fig. 44)。

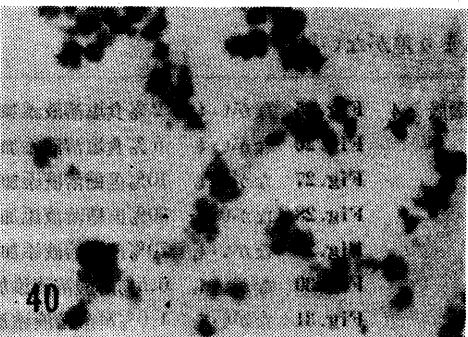
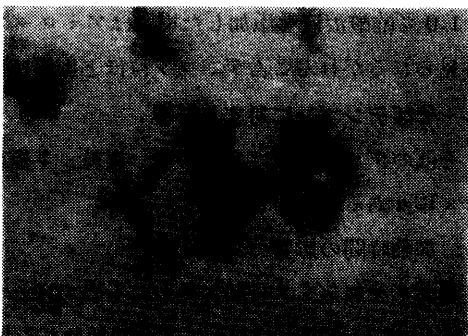
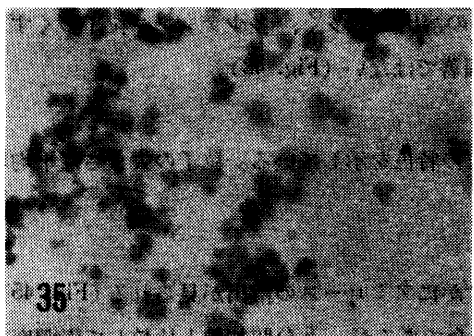
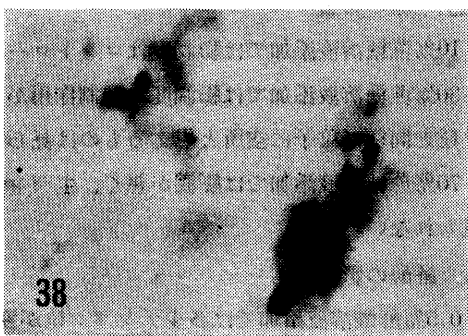
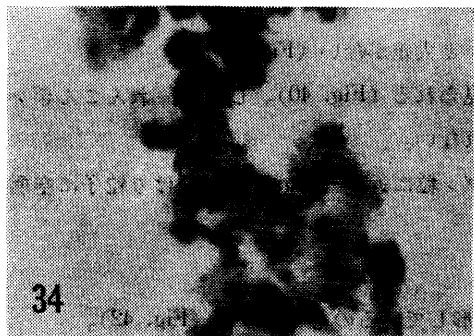
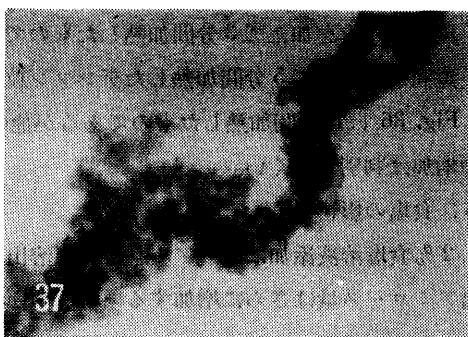
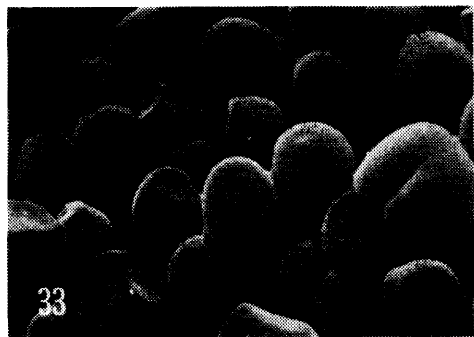
a. 加熱時間の影響

蒸溜水を加えて3分間加熱したもので、わずかにアミロースの溶出が見られる (Fig. 45)。

Fig. 46 は蒸溜水を加えて5分間加熱した場合であるが、5分間加熱と比較して膨潤度にあまり差がない。

| | | | | | |
|------|---------|------|--------------------------|--------|------|
| 図版 4 | Fig. 25 | ながいも | 2%食塩溶液添加、5分間加熱 (100°C) | 光学顕微鏡像 | ×100 |
| | Fig. 26 | ながいも | 5%食塩溶液添加、5分間加熱 (100°C) | 〃 | ×100 |
| | Fig. 27 | ながいも | 10%蔗糖溶液添加、5分間加熱 (100°C) | 〃 | ×100 |
| | Fig. 28 | ながいも | 30%蔗糖溶液添加、5分間加熱 (100°C) | 〃 | ×100 |
| | Fig. 29 | ながいも | 70%蔗糖溶液添加、5分間加熱 (100°C) | 〃 | ×100 |
| | Fig. 30 | ながいも | 0.5%酢酸溶液添加、5分間加熱 (100°C) | 〃 | ×100 |
| | Fig. 31 | ながいも | 1.0%酢酸溶液添加、5分間加熱 (100°C) | 〃 | ×100 |
| | Fig. 32 | くず生 | 〃 | 〃 | ×100 |

図版 5



10分間加熱したものも加熱時間に伴う明瞭な膨潤度のちがいは見られなかった (Fig. 47)。いね科植物のデンプン粒はくずれにくいミセルの部分が多いためであろうか。

b 食塩の影響

2%食塩溶液添加によりアミロースの溶出は多く (Fig. 48)、5%食塩溶液を添加した場合はさらにアミロースの溶出は増える (Fig. 49)。

c 蔗糖の影響

10%蔗糖溶液添加では膨潤度はコントロールと大差がない (Fig. 50)。

30%蔗糖溶液添加では膨潤度はコントロールと大差がない (Fig. 51)。粒子には空所らしきものは見られない。

70%蔗糖溶液添加ではデンプン粒は膨潤しておらず生デンプン粒に近い (Fig. 52)。しかし、30%蔗糖溶液を添加したデンプン粒とも類似している。

d 酢酸の影響

0.5%酢酸溶液添加ではアミロースの溶出量、粒の形態ともにコントロールに比較し、さほどの変化は見られない (Fig. 53)。

高濃度の1.0%酢酸溶液添加ではアミロースの溶出量は他のいずれの場合よりも多く、デンプン粒子のくずれも見られる (Fig. 54)。

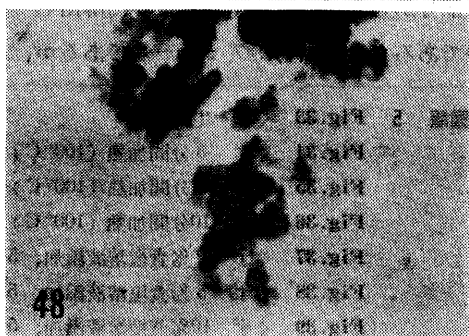
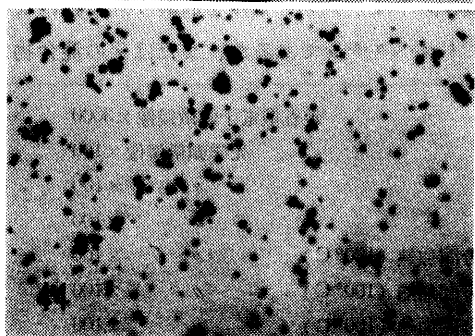
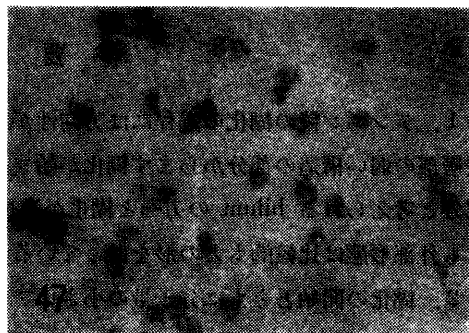
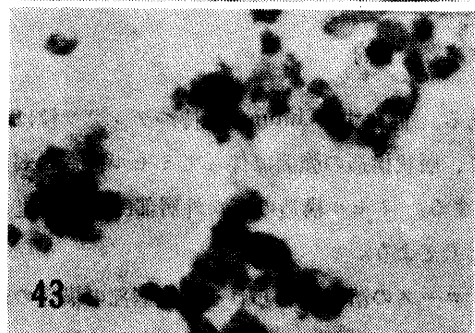
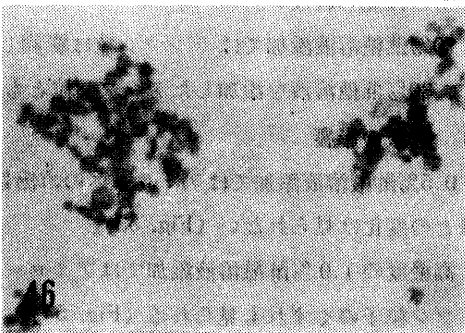
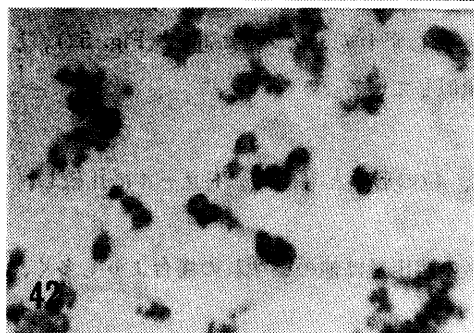
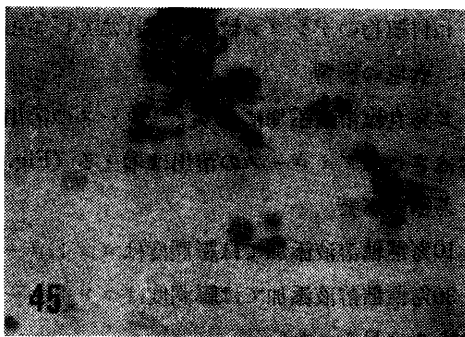
IV 要 約

1. デンプン粒の糊化の過程には方向性がある。偏在する hilum を持つデンプン粒は、表層部の弱い構造の部分からまず糊化が始まり、層状構造の強弱に伴ってミセル構造の弱い部分と考えられる hilum の方へと糊化が進行する。ミセル構造の密な外層部は加熱が進んでも外部形態は比較的もとの形を保っていると云えよう。

2. 糊化の開始とともに分子量の小さいアミロースの溶出が見られる。表層部の構造の弱い部分からしだいにくずれるように溶出している、やはりデンプン粒をおおう外被膜はないのであろう。溶出物がアミロースであるか、アミロペクチンであるか、またはその混合物で

| 図版 | 5 | Fig. 33 | くず 生 | 走査型電子顕微鏡像 × 3000 |
|----|---|---------|----------------------------|------------------|
| | | Fig. 34 | くず 3分間加熱 (100°C) | 光学顕微鏡像 × 100 |
| | | Fig. 35 | くず 5分間加熱 (100°C) | " × 100 |
| | | Fig. 36 | くず 10分間加熱 (100°C) | " × 100 |
| | | Fig. 37 | くず 2%食塩溶液添加、5分間加熱 (100°C) | " × 100 |
| | | Fig. 38 | くず 5%食塩溶液添加、5分間加熱 (100°C) | " × 100 |
| | | Fig. 39 | くず 10%蔗糖溶液添加、5分間加熱 (100°C) | " × 100 |
| | | Fig. 40 | くず 30%蔗糖溶液添加、5分間加熱 (100°C) | " × 100 |

図版 6



あるかを簡単に判別するには我々はヨウ素呈色でしか知るすべはない。しかし、分子量の大きなアミロースと大部分のアミロペクチン分子は溶けにくく、膨潤した粒の形を保っているのが普通で糊はこのようなものの混合系であると云えようか⁶⁾、しかし、糊化のメカニズムに関しては未知の部分が多い。

3. 前報で述べたように食塩の添加により溶出アミロースの量が増加する。初期の糊化段階ですでにアミロースの溶出が見られる。食塩の溶解による媒体滲透圧の上昇による原因が考えられるが、この傾向は地下茎、種子デンプンともに共通した現象である。食塩添加量が増すとデンプン粒は一般に小さくなる傾向が見える。

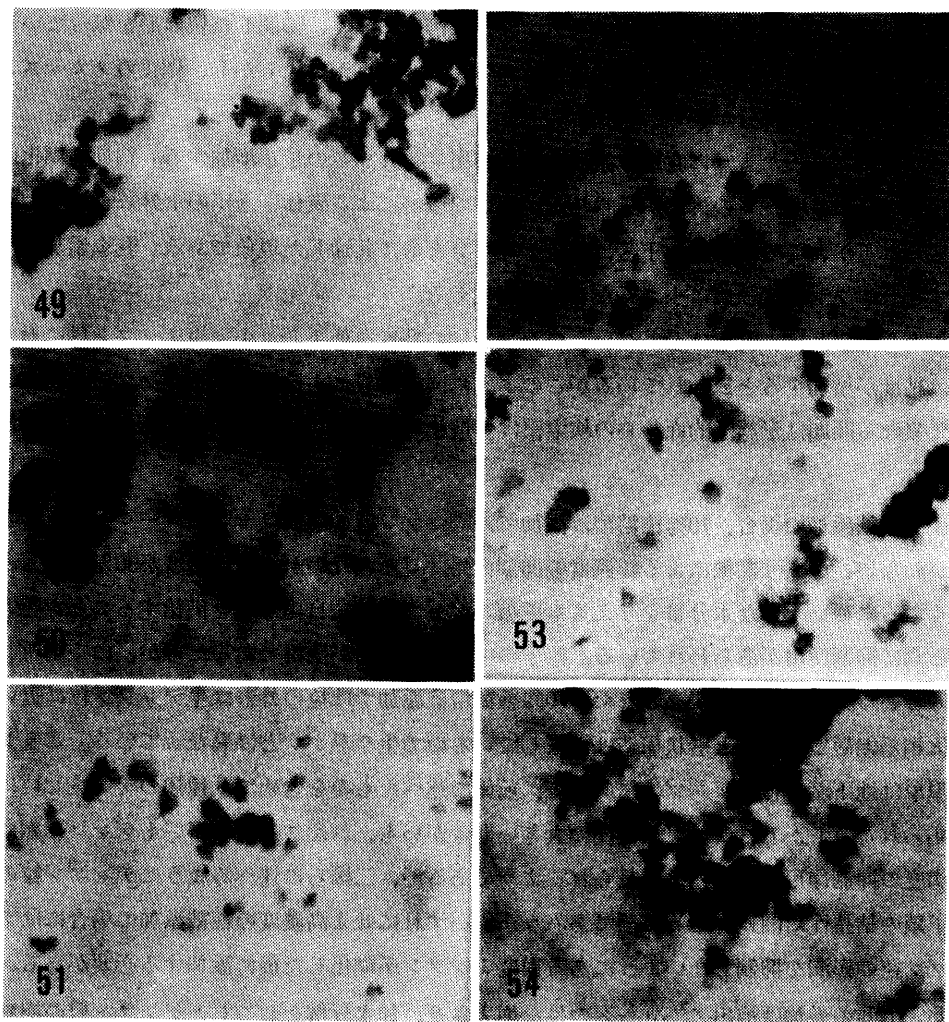
川上らによれば、食塩はじゃがいもデンプン糊の粘度を低下し、小麦粉デンプン糊に対しては粘度が増加すると云われているがこのように同一物質による影響がデンプンの種類によって異なる問題は形態学的面からの検索だけで解決することは非常に困難であり問題は今後に残る。

4. 蔗糖添加の場合、10%蔗糖溶液添加ではデンプン粒の膨潤はコントロールとほとんどちがわない、つまり蔗糖による膨潤度の抑制作用は見られないが、蔗糖濃度が30%~70%と高くなるに従い十分な水分量を与えても蔗糖がデンプン粒に自由な水を供給することを防げて膨潤に抑制作用があらわれている。粒子の中央部の構造が空粗であるためか、白く空所になっているデンプン粒も観察された。70%蔗糖溶液添加では粒の外形は生デンプン粒に近いが位相差顕微鏡で見ると層状構造は消失しているので生デンプンとは異なっている。こうした現象は地下茎、種子デンプンに共通で、前報で述べたものを含めて8種類のデンプン粒に認められた。しかし、デンプン粒径の大きいじゃがいも、れんこん、ながいもデンプン類に膨潤度の抑制作用はより顕著に見られるようであるが、二国らの述べるようにデンプン粒の分子鎖の結晶性に関連があるためであろうか。いずれにせよ高濃度の蔗糖添加の場合にはデンプン粒の膨潤を抑制しないようにある程度デンプンが糊化した後に添加する必要がある。

5. 酢酸の添加は溶出アミロースの量を増大させ、加水分解をおこし、デンプン粒の崩壊を促進する。糊化の初期段階でもデンプン粒の僅かなくずれが見られる。中でもじゃがいも

| | | | | |
|------|---------|------|--------------------------|-------------|
| 図版 6 | Fig. 41 | くず | 70%蔗糖溶液添加、5分間加熱 (100°C) | 光学顕微鏡像 ×100 |
| | Fig. 42 | くず | 0.5%酢酸溶液添加、5分間加熱 (100°C) | 〃 ×100 |
| | Fig. 43 | くず | 1.0%酢酸溶液添加、5分間加熱 (100°C) | 〃 ×100 |
| | Fig. 44 | そば 生 | | 〃 ×100 |
| | Fig. 45 | そば | 3分間加熱 (100°C) | 〃 ×100 |
| | Fig. 46 | そば | 5分間加熱 (100°C) | 〃 ×100 |
| | Fig. 47 | そば | 10分間加熱 (100°C) | 〃 ×100 |
| | Fig. 48 | そば | 2%食塩溶液添加、5分間加熱 (100°C) | 〃 ×100 |

図版 7



図版 7 **Fig. 49** そば 5%食塩溶液添加、5分間加熱 (100°C) 光学顕微鏡像 ×100
Fig. 50 そば 10%蔗糖溶液添加、5分間加熱 (100°C) " ×100
Fig. 51 そば 30%蔗糖溶液添加、5分間加熱 (100°C) " ×100
Fig. 52 そば 70%蔗糖溶液添加、5分間加熱 (100°C) " ×100
Fig. 53 そば 0.5%酢酸溶液添加、5分間加熱 (100°C) " ×100
Fig. 54 そば 1.0%酢酸溶液添加、5分間加熱 (100°C) " ×100

デンプンは崩壊の度合いが大きい、やはりデンプン粒の構造上の問題と関連性があるように思われる。デンプンに酸を加えてながく煮たり、高濃度の酸を加えると製品の粘度の低下をき

たし目的の濃度のものが得られない場合が起こりうるわけである。以上これらの形態学的面からの現象は川上らの調味料の添加によるデンプン糊の粘弾性の低下、あるいは増加をある程度裏づけることが出来ると云えるが、デンプンの糊化過程、物理的、化学的变化のメカニズムは非常に複雑、難解な点が多く今後の研究に譲る。

終りに本実験に終始御懇切な御指導を下さいました広島大学教授 川上いつゑ先生、助言をいただきました田村咲江先生に深く感謝いたします。

走査型電子顕微鏡の撮影に御協力いただきました日本電子株式会社に対して厚く感謝いたします。

参 考 文 献

- 1) 奥田弘枝：広島女学院大学論集、通巻21集、（1971）
- 2) 二国二郎：デンプンハンドブック、184～187（1961）
- 3) 川上いつゑ、田村咲江、大道満子：広島大学教育学部紀要、第3部、13（1964）
- 4) 二国二郎：蛋白質・核酸・酵素、4、12（1959）
- 5) 川上謙、萩原道子：家政学雑誌、9、178（1958）
- 6) 田村咲江：広島大学教育学部紀要、第4部、20（1971）
- 7) 松本エミ子：家政学雑誌、21、22（1970）
- 8) 下田吉人、松元文子、元山正、福場博保：調理と化学、新調理科学講座1、42～46（1971）