

# デンプン粒の比重について\*

坂入和彦\*\* 岡啓次郎\*\*\* 島田慶子\*\*\*\*

1958年10月25日受付

## は し が き

わたしたちは、以前からデンプンの示す種々の性質を、物性論の立場から解釈しようと試みてきた。そしてまず、デンプンのコ化と老化とについて、いくつかの実験を行い、<sup>1,2,3,4)</sup> デンプンが食品として示す興味ある性質に、理論的な根拠を与えた。

この実験は、そのような、デンプンの理学的な性状をあきらかにしようとする研究の一部であり、またデンプンの採取にあたって問題となるデンプン粒の沈降と分離、歩留りなどの、食品加工に関する基礎資料でもある。

この実験は次の四部からなる。

1. 各種デンプンの比重の測定
2. ジャがいもデンプンの大粒の比重と小粒の比重
3. さつまいもの作柄とデンプンの比重との関係
4. さつまいもの生育収蔵貯蔵期間を通じてのデンプンの比重の変化

各実験のおもなねらいをあげると、次のようである。

1は、各種デンプンの特性、ミセル構造、重合度、アミロース・アミロペクチン比、アミロペクチンの分枝状態などとの関連をしらべるためのものである。

2は、デンプンの粒形による大小の区分に、構造上の差があるかいなかを知らうとするものである。

3. 4は、デンプン粒の形成過程という植物生理学の問題であると同時に農産製造の研究資料である。

このように本実験は、デンプンの研究全般にわたって寄与するところが大きいことを考えて着手したものである。

## 実 験

### 比重の測定法

日本標準規格顔料の比重の測定<sup>5)</sup>に準じて行った。そ

\* Studies on the Specific Gravity of Starch Particle

\*\* Kazuhiko Sakairi (Lecturer of Chemistry)

\*\*\* Keijiro Oka (Prof. of Food Chemistry)

\*\*\*\* Keiko Shimada

の方法を次に記す。

100cc または 50cc のメスフラスコの頸部を目盛線  
上約 1cm のところで切りとる。

このものを蒸溜水で定容にしたときの重量を  $A_g$  とする。次に 1~2cc の見かけの体積のデンプン  $B_g$  (乾物量として)をメスフラスコにとり精秤する。このとき、メスフラスコにはあらかじめ水を少量入れておき、秤量して入れたデンプンを全部被うようにする。これをはげしくふりまぜ、排気鐘中で数 mm Hg に減圧にしてデンプン粒子間に含まれている空気を追い出す。その後目盛線まで水を加えて全重量を測り、これを  $C_g$  とする。すなわち  $C$  は、デンプンと水とを入れたメスフラスコの重量である。以上の実験操作中の水の比重を  $\rho$  とするとデンプンの比重  $\sigma$  は

$$\sigma = \frac{\rho B}{A - (C - B)}$$

で与えられる。

### 実験 1. 各種デンプンの比重の測定試料

ジャがいもデンプン 日本薬局法<sup>6)</sup> ジャがいもデンプン

さつまいもデンプン 埼玉県販売農業協同組合北本宿工場製さつまいもデンプン

ながいもデンプン 埼玉県大宮市蓮沼産ながいもデンプン

タピオカデンプン 市販輸入タピオカデンプン

とうもろこしデンプン 市販輸入とうもろこしデンプン

小麦デンプン 味の素株式会社製小麦デンプン

米(うるち)デンプン 農林29号種うるちデンプン

米(もち)デンプン 群馬県甘楽郡産もちデンプン

そばデンプン 茨城県真壁町産そばデンプン

このうち米(うるち、もち)、そば、は原料から、ジャがいも、さつまいも、タピオカ、とうもろこし、小麦、はデンプンとして得られたものから、それぞれ佐藤、<sup>7)</sup> 二国ら<sup>8)</sup> の示す方法で 0.2% NaOH 処理、1% HCl 処理、水洗、85% メタノール温浸、風乾の操作を経て精製デンプンを得た。各デンプンの純度は、次のとおりであつ

た。

表1 各種デンプンの純度

地下デンプン	
ジャがいもデンプン	89.40%
さつまいもデンプン	90.17
ながいもデンプン	—
タピオカデンプン	91.75
地上デンプン	
とうもろこしデンプン	89.49%
小麦デンプン	91.27
米(うるち)デンプン	95.67
米(もち)デンプン	92.81
そばデンプン	92.47

## 比重の測定

実験の結果を表2に示す。また表中の青色度は、比重の測定結果を検討するにあたっての参考資料とするために行ったものである。これはデンプンの大体の性質を知るうえにしばしば行うものであり、その方法は倉沢・山本<sup>9)</sup>の方法に準じた。

表2 各種デンプンの比重と青色度

地下デンプン		
種類別	比重	青色度
ジャがいもデンプン	1.191	0.612
さつまいもデンプン	1.283	0.492
ながいもデンプン	1.177	0.587
タピオカデンプン	1.322	0.468
地上デンプン		
種類別	比重	青色度
とうもろこしデンプン	1.261	0.597
小麦デンプン	1.241	0.593
米(うるち)デンプン	1.201	0.405
米(もち)デンプン	1.244	0.078
そばデンプン	1.230	0.580

## 実験2. ジャがいもデンプンの大粒の比重と小粒の比重

## 試料

北海道紋別産一等デンプンを土壌の陶汰分析に用いるA.S.K 陶汰分析器<sup>10)</sup>を用いて、大粒部分と小粒部分とに分けて試料とした。

## 比重の測定

実験の結果を次の表に示す。また水分、青色度も同時に測定して比較した。

表3 ジャがいもデンプンの大粒と小粒との比重、その他

	比重	水分	青色度
小粒部分	1.215	17.28%	0.600
大粒部分	1.152	20.44	0.637

## 実験3. さつまいもの作柄とデンプンの比重との関係

## 試料

埼玉県販売農業協同組合北本宿工場で1954年、1955年、1956年の3カ年に得たデンプン。

## 比重の測定およびその他の実験結果

各年と作柄、比重、水分、青色度をまとめて表4に示す。この表で作柄は産地の反当収量を貫で示した。

表4 さつまいもの作柄とデンプンの比重、その他

年別	作柄	比重	水分	青色度
1954	366貫/反	1.173	16.82%	0.487
1955	535貫/反	1.230	17.45	0.522
1956	481貫/反	1.212	17.41	0.480

また1g(乾物量)のデンプンを水に懸濁した場合、沈降する体積を時間を追って読み、各年産のデンプンの沈降状態を比較した。

表5 デンプンの沈降状態

時間	1954年産	1955年産	1956年産
	cc	cc	cc
1分	0	0.1	0.
3	0.15	0.25	0.20
5	0.20	0.35	0.25
7	0.30	0.45	0.35
9	0.35	0.55	0.40
12	0.52	0.68	0.60
15	0.62	0.81	0.72
20	0.78	0.94	0.84
30	1.00	1.13	1.07
40	1.12	1.25	1.20
50	1.23	1.39	1.30
70	1.35	1.50	1.40
90	1.45	1.45	1.45
24時間	1.60	1.60	1.60

## 実験4. さつまいもの生育収穫貯蔵期間を通じてのデンプンの比重の変化

## 試料

さつまいもの生育収穫貯蔵期間を通じて日ごとにいもを取り、それから常法<sup>7,8)</sup>により精製デンプンを得た。

## 比重の測定

試料処理の日とそのものから得たデンプンの比重を表6に示す。

表6 さつまいもの生育収穫貯蔵期間を通じての比重の変化

処 理 日	比 重	備 考
月 日		
8. 16	1.180	生育中
8. 23	1.248	
9. 5	1.276	
9. 15	1.246	
9. 25	1.228	
10. 5	1.299	
10. 15	1.206	最適収穫時 貯蔵開始
10. 25	1.202	
11. 4	1.226	貯蔵中
11. 19	1.260	
1. 6	1.207	
2. 10	1.229	
3. 8	1.236	
3. 31	1.317	
4. 15	1.194	

## 考 察

## 1. 各種デンプンの比重の測定について

各種デンプンの性状は、そのデンプンが植物体に貯蔵されているときの部位によって、地上デンプンと地下デンプンとに分けると理解しやすい。

この二群を比較すると、地下デンプンは一般に、粒が大きく、コ化温度が低く、同一デンプン濃度では粘性が大きく、老化しやすい。地上デンプンは一般に、粒が小さく、コ化温度が高く、同一デンプン濃度では粘性が小さく、老化しにくい。これをデンプンのミセル構造の面からみると、地下デンプンはミセル結合が弱く、構造が粗であり、地上デンプンはミセル結合が強く、構造が密であるということである。

比重の測定結果とこのような構造上の差異との関連性を考えてみると、ジャがいもデンプンを除いて、地下デンプンの比重は大きく、地上デンプンの比重は小さい。これはさききのべた構造上の粗密とは逆である。このことは、デンプン自体にそのような性質があるものか、あるいは地上デンプンは地下デンプンにくらべて粒が小さいので、同一重量に対する表面積は地上デンプンの方が大きく、このため、水とデンプンとの間の「ぬれ」の現象からくる誤差であるのか、今後さらに研究を続けてあきらかにしなければならない。

地下デンプンのなかではジャがいもデンプンとなががいもデンプンとの値が小さい。ジャがいもデンプンは含水率、青色度、X線解析像、重合度などの実験からミセル構造が粗であると考えられているからこのような値が出ることは予期されるところである。なががいもデンプンについては、以前にわたしたちはそのコ化過程その他からミセル結合が強いものと推察したが、<sup>11)</sup> 比重がこのように小さいということとの関連は見いだすことができない。

地上デンプンでは、各種デンプンの比重はほぼ1.20～1.26の範囲にはいり、その間に大きな差はない。ことにデンプンとしては特異な性質を持つもちデンプンが、測定値のうえで他とあまり変わらない値を与えているところからみると、各種地上デンプンの性状にみられるような差異は比重には現われないものと考えられる。

## 2. ジャがいもデンプンの大粒の比重と小粒の比重との比較

表3にみられる大粒の比重は小さく、小粒の比重は大きいという実験結果は、大粒の構造は粗で、小粒の構造は密であることを示すものと思われる。一方、含水率は大粒が大で小粒が小である。そしてジャがいもデンプンはデンプン粒内に水を含むような間隙のあることが知られているから、そのような間隙は大粒に多く、小粒に少ないということが想像され、比重の測定値との関係を明きらかにすることができる。青色度との関係については、青色度に大きな差があるときはデンプン分子の構造に差異があるものとしてすることができるが、この実験にあらわれた程度の差からだけでは、両区分間の分子構造の差異を論ずるのは危険であり、詳細は別報<sup>12)</sup>に記す。

## 3. さつまいもの作柄とデンプンの比重との関係

さつまいもデンプン製造にあたっての歩留りは、作柄の良い年度は良く、作柄の悪い年度のときは悪いと経験的にいわれている。歩留りは原料いもを沈でん池にすりこんで沈降させるとき、デンプン粒が他の夾雑物とよく分離して沈降するかどうかが大きく影響する。このことは、デンプンと夾雑物との間に沈降速度に差があるほど歩留りがよいということである。

いまこれを比重の面から検討してみよう。

沈降の場合のような静流運動に Stokes の式をあてはめると、沈降速度  $v$  は

$$v = \frac{1}{18} \cdot \frac{(\sigma - \rho)g}{\eta} d^2$$

と誘導される。ここで沈降するものは球と考え、 $\sigma$  は沈降するものの比重、 $\rho, \eta$  はそれぞれ流体の比重と粘度、 $g$  は重力加速度、 $d$  は沈降するものの直径である。

この式であきらかなように、他の条件が同じならば沈

降速度は $(\sigma - \rho)$ ，すなわちデンプンと水との比重の差に比例することとなる。

表4の実験結果をみると，作柄の良かった1955年産のデンプンが1954年産および1956年産のデンプンにくらべて大きい比重を示し，歩留りの良い原因の一つを示している。かりに水温を室温程度と考えると各年度の沈降速度の比を出してみると，

1954年産：1955年産：1956年産=0.953：1：0.985になる。表5の沈降体積は，一定距離を沈降するに要する時間が沈降速度に反比例することを利用して沈降したデンプンの容積を読み，このことをたしかめてみたものである。この結果にみられるように比重の大きいデンプンは沈降が早いことがわかる。また青色度は作柄の良い年度のデンプンが大きい。青色度が大きいことはアミロース成分が多いか，アミロースの直鎖が長いかのいずれかである。アミロース成分が多いときはミセル結合は強くなり，それだけデンプン粒の質が密となり得ると考えられ，比重の測定値が大きいことと一致する。しかしもちデンプンの場合のようにアミロペクチン成分のみからなっているデンプンでも比重に大きな差異があらわれないことを考慮すると，このような結論を出すにはなおくわしい実験が必要であろう。

#### 4. さつまいもの生育収穫貯蔵期間を通じてのデンプンの比重の変化について

表5からあきらかなように，さつまいもデンプンの比重は測定の全期間を通じて大きな変化はない。

植物体の貯蔵デンプンは，生育期間を通じてその性状にいくらかの変化を示すことがイネについて調べられている。<sup>13)</sup> さつまいもデンプンについてもそのような変化があるとしても，それはデンプンの比重にまで影響を与えるものではないらしい。

### ま と め

1. 各種デンプンの比重を測定した。その結果，比重

と各種デンプンの性状やミセル構造などとの間に特に深い関係を見いだすことはできなかった。

2. ジャガイモデンプンについて，大粒の比重と小粒の比重を比較した。それによると比重には大粒と小粒とのミセル構造の差に原因すると思われる差異があった。

3. さつまいもの作柄と比重との関係をしらべた。その結果によると，作柄のよいときのデンプン粒は作柄の悪いときのデンプン粒よりは比重が大きい。また，このことをもとにして作柄と歩留りとの関係を検討した。

4. さつまいもデンプンは，その生育，収穫，貯蔵の期間を通じて，比重にはほとんど変化はみられなかった。

### 文 献

- 1) 岡啓次郎・坂入和彦：食，5，4，70，(1957)
- 2) 坂入和彦・岡啓次郎 食，5，4，81，(1957)
- 3) 岡啓次郎・坂入和彦 食，6，7，73，(1958)
- 4) 坂入和彦・岡啓次郎 食，6，7，83，(1958)
- 5) JIS. K. 5101
- 6) 第6改正日本薬局法
- 7) 佐藤静一；米澱粉に関する研究，大雅堂，(昭19和年)
- 8) 二国次郎：澱粉化学 304，朝倉書店，(昭和32年)
- 9) 倉沢文夫・山本幸正：農化，31，516，(1950)
- 10) 農林省農業改良局：土壌分析法，60，(昭和28年)
- 11) 坂入和彦・岡啓次郎：立正学園女子短大研究紀要 第1集，27
- 12) 岡啓次郎・坂入和彦・島田慶子：立正学園女子短大研究紀要，第2集，(1958)
- 13) 清水・大田・植田：三重大学農学部学術報告 6，7，(1953)

坂入 和彦 本学専任講師 化学専攻  
 岡 啓次郎 本学専任教授 食品化学専攻  
 島田 慶子 本学研究生