[農化 第 38 卷, 第 4 号, p.173~177, 1964]

米デンプンの生化学的研究 (第 24 報)*

水稻粳米デンプンのアミロアルカリビスコグラフィー

倉沢文夫, 伊賀上郁夫, 早川利郎 (新潟大学農学部生物化学教室)

昭和 38 年 7 月 19 日 受 理

緒 論

デンプン粒の懸濁液に水酸化カリウム溶液を作用させると、粒の膨潤が起り、引続いて膨潤粒子の破壊が伴ない、この間に液の性状が著しく変化する。この際の粘度変化を表わす図を鈴木、武富⁽¹⁾はアミロアルカリビスコグラムと言い、デンプンの種類によってアルカリの作用が異なることを見出した。鈴木、竹生、谷⁽²⁾は、水稻粳早晩期栽培米より得たデンプンについてアミロアルカリビスコグラムにつき研究し、早期米デンプンは晩期米デンプンよりアルカリ濃度の高いところで糊化開始がおき、早晩期米のアルカリ溶液による崩解性の差異は、それらのデンプンのアルカリに対する抵抗性の差に基づくとは推定している。木原⁽³⁾は早期栽培米のデンプンのアルカリ溶液による崩解性について実験し、早期、普通栽培米デンプンで崩解性の差異はなかった。よって早期、普通栽培米のアルカリテストの相異は細胞膜の相異に基づいており、米デンプンの相異に基づくとは考えにくいと言う。斉藤⁽⁴⁾は軟質米、硬質米よりのデンプンのアルカリビスコグラムについて研究し、両者よりのデンプンの性質はいくらか相異することを認めている。

既報⁽⁵⁾において私たちは、水稻粳米の米飯に粘りのある品種と、粘りの少ない品種のあることを認め、さらにこれらの精白米について炊飯後溶出液のデンプン-ヨウ素呈色度⁽⁶⁾を測定したのに 1, 2 の例外はあったが、粘りのある品種は薄く、粘りの少ない品種は濃かった。一

方、粳精白米を希アルカリ溶液⁽⁷⁾に浸漬したのにだいたいの傾向として早生種は崩解性が小で、次が中生種で、晩生種は崩解性が大であった。

本報においては米の性質と米デンプンの関係をみるため、種々な品種の米から米粉、デンプンを調製して、鈴木、武富⁽¹⁾の提唱した方法によってアルカリビスコグラムについて研究し、上述の米の諸性質を解明しようとした。得られた結果を報告する。

実 験 の 部

I. 試料 種々なる品種から調製した米粉とデンプンを用いた。

(1) 米粉：昭和 34 年度産米で、コシヒカリ、日本海、藤坂 5 号、ミホニシキ、短銀を用いた。品種の特性は既報⁽⁸⁾で示した。さらに陸稻 12 号も用いた。34 年 12 月精白後粉砕器で粉碎して 80~150 メッシュの部分を実験材料とした。白米粉の懸濁液にコンゴーレッド⁽⁹⁾を加え、デンプン粒の崩解していないことをたしかめた。米粉は実験中 5° の冷凍室中に保管した。

(2) デンプン：昭和 34 年度、昭和 35 年度、昭和 36 年度産米より調製した。34 年度産米は農林 1 号、コシヒカリ、新 7 号、越路早生、日本海、米山、新 5 号、ミホニシキ、短銀を、昭和 35 年度産米は、農林 1 号、山陰 52 号、ミホニシキを、昭和 36 年度産米は、農林 1 号、越路早生、米山、短銀を用いた。これらの米よりデンプンを調製した。収穫した年に精白し、ただちに粉砕器で粗砕後 0.2% 水酸化ナトリウム溶液で除タンパクした。浸漬中 1 回布にて濾過し、大きい粒はもみほごした。後、水洗後遠心分離によってデンプンを得た。以上の操作は 5° の冷凍庫内で行った。デンプン懸濁液にコンゴーレッド溶液⁽⁹⁾を加えて、デンプン粒の破損のないことを確めた。風乾後 100 メッシュの篩にかけて試料と

* Biochemical Studies of Rice Starch. Part XXIV. Amyloalkaliviscography of Non-Glutinous Rice Starch.

By Humio KURASAWA, Ikuo IGAUE and Toshiro HAYAKAWA (Laboratory of Biological Chemistry, Faculty of Agriculture, Niigata University)

した。

2. アミロアルカリビスコグラフィー 鈴木, 武富の方法を参考にして実験した。粘度計は東京計器製作所製の BL 型, 同期電動式回転粘度計を使用した。300 cc のビーカー中に温度 22° の水 300 ml と米粉またはデンプンを入れて 4% または 5% 懸濁液とした。1 秒間に 1 回の割合で 2 分 30 秒攪拌する。デンプン懸濁液の入っているビーカーは 29° ($\pm 0.5^\circ$) の恒温水槽中に入れ, これに 5N-水酸化カリウム溶液を一定量加え, 回転粘度計で粘度を測定した。すなわち 30 秒間に 5N-水酸化カリウム溶液を一定量加え, 30 秒攪拌し, 次の 30 秒でガラス棒の懸濁液を落とし, ローターを挿入し 30 秒静置する。ローターを 1 分間回転する。30 秒で粘度計の目盛りを読み, 次の 30 秒でローターを引きあげる。次に第 2 回の 5N-水酸化カリウム溶液を加える。1 回の操作を 4 分で行った。しかして加える 5N-水酸化カリウム溶液は 1 回に懸濁液のアルカリ濃度が 0.01N ずつ増加するようにする。ローターは No. 2 を用い, 回転数は 60 r.p.m., 30 r.p.m. のものを使用した。粘度の値に 5 をかけるとセンチポイズの単位になる。

3. 白米粉のアルカリビスコグラフィー 5% の白米粉のビスコグラフィーは第 1 図のようである。コシヒカリ, 陸稲 12 号, 日本海, 藤坂 5 号, ミホニシキ, 短銀についてアルカリ溶液を加えながら粘度の変化を実験したが, 各品種によって大きな相異を見出すことができなかった。

第 1 図 白米粉 (5%) 溶液のアミロアルカリビスコグラム

1: 日本海, 2: コシヒカリ, 3: 藤坂 5 号, 4: 短銀, 5: ミホニシキ, 6: 陸稲 12 号 白米粉 80~150 メッシュ

4. デンプンのアミロアルカリビスコグラフィー

昭和 34 年度産米は第 2 図のようである。粘度の急激な上昇は, 越路早生, 日本海, 米山, 新 5 号, ミホニシキ, 短銀などは低い濃度で行われた。次が新 7 号で, 農林 1 号, コシヒカリは最も高い濃度で行われた。昭和 35 年度産米は第 3 図のようである。粘度の急激な上昇は山陰 52 号, ミホニシキは早く, 農林 1 号は遅かった。昭和 36 年度産米は第 4 図のようである。粘度の急激な上昇は米山, 短銀は早く, 農林 1 号は遅かった。越路早生は両者の中間位であった。

以上のように粘度の急激な上昇は, 日本海, 藤坂 5 号, ミホニシキ, 短銀, 山陰 52 号, 米山, 新 5 号などは低

第 2 図 デンプンのアミロアルカリビスコグラム (昭和 34 年度産米) 5% 溶液

1: 米山, 2: ミホニシキ, 3: 新 5 号, 4: 日本海, 5: 短銀, 6: 越路早生, 7: コシヒカリ, 8: 農林 1 号, 9: 新 7 号

第 3 図 デンプンのアミロアルカリビスコグラム (昭和 35 年度産米) 5% 溶液

1: 山陰 52 号, 2: ミホニシキ, 3: 農林 1 号

第4図 デンプンのアミロアルカリビスコグラム
(昭和36年度産米) 5%溶液

1: 短銀, 2: 米山, 3: 農林1号, 4: 越路早生

い濃度で行われ, 農林1号, コシヒカリ, 新7号は高い濃度で行われた. すなわち前者の品種よりのデンプンは膨潤 (一部の粒子は崩解しているものと考えられるが)

しやすく, 後者の品種よりのデンプンは膨潤しにくいものと考えられる.

5. アミロアルカリビスコグラム測定中デンプン粒子の膨潤, 崩解 デンプン粒子にアルカリ溶液を加えながら粘度の変化について実験したが, この時のデンプン粒子の崩解状態をしらべた. 結果は写真で示した. 第2図の農林1号, 短銀について粘度の急激にあがる点の前後について写真をとった. すなわち農林1号では第2図の(1)アルカリ溶液添加前, (2) 0.31N KOH, (3) 0.32N KOH, (4) 0.33N KOHの濃度の時に, 短銀では(5)アルカリ溶液添加前, (6) 0.29N KOH, (7) 0.30N KOH, (8) 0.31N KOHの濃度の時に行った. アルカリ溶液の濃度が0.31Nでは農林1号では第2図の(2)であり, 短銀では第2図の(8)である. 写真であきらかのように, 農林1号は短銀よりアルカリ溶液に対する抵抗性は大であると考えられる.

考 察

既報⁽⁵⁾において私たちは米飯には粘り度の異なるもの

1. アルカリ溶液添加前
(第2図の①の位置)

2. アルカリ濃度 0.31N KOH
(第2図の②の位置)

3. アルカリ濃度 0.32N KOH
(第2図の③の位置)

4. アルカリ濃度 0.33N KOH
(第2図の④の位置)

写真1 農林1号のビスコグラム測定中の粒子の膨潤, 崩解

1. アルカリ溶液添加前
(第2図の⑤の位置)

2. アルカリ濃度 0.29 N KOH
(第2図の⑥の位置)

3. アルカリ濃度 0.30 N KOH
(第2図の⑦の位置)

4. アルカリ濃度 0.31 N KOH
(第2図の⑧の位置)

写真2 短銀のビスコグラム測定中の粒子の膨潤, 崩解

と小なるものがあるが、かつ米飯を炊飯後溶出液のデンプン-ヨウ素呈色度⁽⁶⁾を測定したのに例外はあったが、だいたいの傾向として、粘り度の大きな品種は呈色度薄く、粘り度の小さな品種は呈色度が濃いことを認めた。すなわち農林1号、コシヒカリなどはヨウ素呈色度薄く、米山、短銀、ミホニシキ、山陰52号などは呈色度は濃かった。そして日本海、越路早生、新7号などは中間であった。炊飯後溶出液のデンプン-ヨウ素呈色度の相異はそれぞれの品種の米飯の組織構造の相異によるものと思われる。すなわち呈色度の薄いということは米飯組織の膨潤（一部は崩解していると考えられる）度が少ないためと考えられる。今それぞれの品種から調製したデンプンについてアルカリによる膨潤性について調査したのに、農林1号、コシヒカリ、新7号は膨潤性が小で、日本海、米山、山陰52号、ミホニシキ、短銀は膨潤性が大であった。越路早生では産米の年度によって膨潤性が異なっていて34年度産米は膨潤しやすく、36年度産米は前者より膨潤しにくかった。また新7号は膨潤性は小で

あったが、炊飯後溶出液のデンプン-ヨウ素呈色度は中位であった。以上のように1, 2の例外はあるが、だいたいの傾向として炊飯後溶出液のヨウ素呈色度の薄い、濃いということはそれぞれの品種のデンプン粒の性質（膨潤性）とある程度関係があるものと思われる。

既報⁽¹⁰⁾で、米デンプンのアミロヒートビスコグラフィーについて研究した。すなわち10%デンプン懸濁液の温度による粘度変化をオストヴァルト粘度計にて測定したのに農林1号、コシヒカリ、越路早生のデンプン粒は米山、山陰52号、短銀、ミホニシキよりのデンプン粒より熱による膨潤性が小であった。よって米飯を炊飯後溶出液のヨウ素呈色度の薄い、濃いということは、それぞれの品種のデンプン粒の性質（膨潤性）とある程度関係があると推定した。本報において、アルカリによる膨潤性もまた同じ傾向であることを確めた。しかしこの場合1, 2の品種の例外はあった。

一方、既報⁽⁷⁾で精白米を希アルカリ溶液に浸漬したのに、新7号、日本海、農林1号は抵抗性が大で、越路早

生, コシヒカリ, 米山, 山陰 52 号は中位で, ミホニシキ, 短銀は小であった。だいたいの傾向として早生種は抵抗性が大で, 晩生種は小であることを認めた。精白米のアルカリ溶液に対する抵抗性の相異は米の組織構造の相異によるものと思われる。今, 米デンプン粒のアルカリ溶液による膨潤性について実験したのに上述のように, 農林 1 号, コシヒカリ, 新 7 号は膨潤性が小で, 日本海, 米山, 山陰 52 号, ミホニシキ, 短銀は大で, 越路早生は年度によって異っていた。すなわちアルカリによる米粒の崩解性の相異が米デンプン粒の性質の相異によっておきるものとする, アルカリによる米粒の崩解と米デンプン粒のアルカリによる膨潤性 (一部の粒は崩解) との間には関係があるものと考えられる。上述のように両者の関係をみたのに, 米粒では新 7 号, 日本海, 農林 1 号はアルカリによる崩解性が小で, コシヒカリは中位であった。それに対して米デンプン粒では, 農林 1 号, コシヒカリ, 新 7 号はアルカリによる膨潤性が小で, 日本海は大であった。またミホニシキ, 短銀の米粒はアルカリによる崩解性が大で, かつ米デンプン粒もアルカリによる膨潤性は大であった。よって両者はある程度関係があると思われるが, 細部にわたってみると異っていた。よって米粒のアルカリ溶液に対する抵抗性については, 米デンプン粒のアルカリ溶液による膨潤性の大小はあまり大きい影響を与えるとは考えにくいようである。

既報において私たちは米飯の粘り度の測定, 精白米を炊飯後溶出液のデンプン-ヨウ素呈色度の測定, さらにそれぞれの品種からのデンプンのアミロヒートビスコグラムの測定を行った。米飯の粘り度は農林 1 号, コシヒカリ, 越路早生は大で, 溶出液のヨウ素呈色度は農林 1 号, コシヒカリは小で, 越路早生は中位であった。またビスコグラムの結果は農林 1 号, コシヒカリ, 越路早生からのデンプンは膨潤性が小であった。しかしながら本報のデンプンのアミロアルカリビスコグラムの結果は, 農林 1 号, コシヒカリはアルカリに対する膨潤性が小であったが, 越路早生は年度による膨潤性が小さい場合と, 大きい場合があった。越路早生のデンプンの性質が年度によって異なるのは年度によって米の性質が異なるのか, 本装置による測定が不適当なためであるかは不明である。

結 論

水稻梗米デンプンの懸濁液にアルカリ溶液を加えた場合の粘度の変化を, 同期電動式回転粘度計を用いて実験した。粘度の急激な上昇点 (この点ではデンプン粒子の膨潤点と考えられるが, 一部の粒子は膨潤, 崩解しているものと思われる) は農林 1 号, コシヒカリ, 新 7 号は遅く, 日本海, 新 5 号, 山陰 52 号, ミホニシキ, 短銀は早かった。越路早生は年度によって異っていた。粘度の急激な上昇点が遅いということは, デンプン粒が膨潤 (一部の粒子は崩解) しにくいものと思われる。

米飯の炊飯特性, すなわち炊飯後溶出液のデンプン-ヨウ素呈色度の薄い, 濃いということは, 米デンプン粒の膨潤性が影響するものと考えられる。一方, 精白米を希アルカリ溶液に浸漬した際の崩解性の相異には, 米デンプン粒の膨潤性は大きな影響を与えるとは考えられないようである。

本研究について御討論していただいた阪大二国二郎教授に感謝します。費用の一部は昭和 38 年度文部省総合研究費 (班長長戸一夫教授) の援助によった。実験に協力した武井庚次, 岡部鉄太郎, 角田康夫君に感謝します。

(本研究の一部は昭和 37 年 4 月 25 日, 日本農芸化学学会大会, 仙台において発表した。)

- (1) 鈴木晴男, 武富 昇: 工化, 59, 45 (1956).
- (2) 鈴木 裕, 竹生新治郎, 谷 達雄: 本誌, 33, 275 (1959).
- (3) 木原芳次郎, 梶川靖子, 御所町子: 農産加工技術研究雑誌, 8, 263 (1961).
- (4) 斎藤昭三: 新潟食研報告, 特別号, 76(1962).
- (5) 倉沢文夫, 伊賀上郁夫, 早川利郎: 栄養と食糧, 15, 84 (1962).
- (6) 倉沢文夫, 伊賀上郁夫, 早川利郎: 同上, 15, 88 (1962).
- (7) 倉沢文夫, 早川利郎, 伊賀上郁夫: 同上, 12, 369, 373 (1960).
- (8) 倉沢文夫, 伊賀上郁夫, 早川利郎: 本誌, 37, 16 (1963).
- (9) 二国二郎編著: 澱粉化学, 朝倉書店, p. 665 (1955).
- (10) 倉沢文夫, 伊賀上郁夫, 早川利郎: 本誌, 36, 953 (1962).