

# 米の炊飯特性に関する研究 (第12報)

## ——酵素処理乾燥米について (その9) ——

豊島 治男 奥田 和子

### 緒 言

筆者らは、これまで酵素処理乾燥米について浸漬時間、加水量および蒸らしなどのもどし条件の相違による消化性について報告した。<sup>1)~6)</sup> また、酵素処理の効果が米粒の部位におよぼす影響についてその消化性を検討した。<sup>7)</sup> さらに、酵素処理したもどし米の物理的性状について、粘稠性を測定し検討を続行している。<sup>8),9)</sup>

本報は、昭和43年産古々米のもどし米について静的粘稠性ならびに咀嚼感を知るため動的咀嚼型粘稠性を検討したので報告する。

### 実 験 之 部

#### 1 試 料

##### (1) 原料米

昭和43年産歩留70%内地米 (滋賀県産) を用いた。

##### (2) 酵素剤

酵素剤は Cellulase “ONOUZUKA” (近畿ヤクルト株式会社製品) を用いた。これは糸状菌の一種である *Trichoderma viride* を培養して得られる酵素剤で、繊維素分解酵素である Cellulase を主体とした酵素であり、植物性食品の細胞膜を分解する作用を有する。

##### (3) 乾燥米

原料米 200g を 500ml 容ビーカーに秤取し、水洗後水 200ml を加え、米重量に対して0.1%の Cellulase を添加した。3時間、15時間それぞれ浸漬した後、蒸器の上段で40分間蒸して、ただちに熱風乾燥および電子レンジ乾燥して得られた乾燥米を試料とした。

## 2 実験方法

### (1) もどし米の消化試験

もどしの条件は、乾燥米 5g を 100ml 容三角フラスコに秤取し、乾燥米重量に対して120%加水した。電気釜にて釜水量を 200ml として5分間加熱し、5分蒸らした。電気釜は、直接式ナショナル SR-18T型、100V、300W、1.8l 炊きを使用した。得られたもどし米をただちに消化試験に供した。消化試験および消化率の算出方法は前報の通りである。

### (2) もどし米の粘稠性

測定は2種類の方法によった。一つは静的粘稠性を知るため岡部式粘稠性測定器を、いま一つは咀嚼感を知るためストレインジゲージを利用した岡部式咀嚼型粘稠測定器を使用した。

#### (a) 静的粘稠性測定

もどしの条件は、乾燥米 20g を内径 50mm、高さ 220mm の円筒容器に秤取し、米重量に対して 120%加水した。容器にガラス蓋をして電気釜で5分間加熱し、5分間蒸らした。その他の条件は消化試験におけるもどし方法に準ずる。このもどし米をただちに粘稠性測定に供した。

粘稠性測定器は、岡部式粘稠性測定器を使用した。測定法は上皿桿秤の中央に試料をのせ、鎖上下用同期モーターにて一定重量の鎖を一定速度で苛重し、ひき続き等速度で除重する。この間における荷重と時間および変形量の関係を自動記録することができる。

試料に1分間 2kg の加重速度で 2.5kg 荷重した。荷重に要した所要時間は1分15秒で、その後ただちに1分間 2kg の速度で除重した。変形率は、荷

重0 kg 時の筒中の試料の厚さに対する、荷重2.5kg 時の変形後の試料の厚さの比率をもとめ、これを変形率(%)とした。

(b) 咀嚼型粘稠性測定

もどしの条件は、乾燥米1g に米重量量に対して120%加水し、ビニール布でおおいをし5分間加熱し5分間蒸らした。その後内径17mm、高さ50mmの鉄製の管に入れ、米粒相互の間隙が消失する程度に圧縮するため、一定の力で押して固型試料として測定に供した。

測定器は、荷重装置とひずみ検出装置からなる本体と、ひずみ測定器、自記記録計より構成される。測定方法は、試料台中央に試料をのせ、上下に動くプランジャーを作用させると、裏面にとりつけたストレンジージによって試料の受ける力が検出され、自動記録される。測定時の条件は、咀嚼回数6/min、ストローク2cm、クリアランス1.5mm、プランジャー円板状40mm、検出器1mm、紙送り速度180mm/min、である。

### 3 結果および考察

試料とした乾燥米粒の水分は次の通りである。(表1)

表1 乾燥米粒の水分(%)

| 処理方法    |             | 浸漬時間(時間) |       |
|---------|-------------|----------|-------|
|         |             | 3        | 15    |
| 蒸米      | 無処理         | 7.89     | 9.12  |
| 熱風乾燥    | Cellulase処理 | 9.18     | 8.48  |
| 蒸米      | 無処理         | 9.61     | 9.66  |
| 電子レンジ乾燥 | Cellulase処理 | 10.34    | 10.70 |

(1) もどし米の消化試験

もどし米の各浸漬時間における消化率は次の通りである。(表2)

表2 もどし米の消化率 (%)

| 処理方法    |   |              | 浸漬時間(時間) |       |
|---------|---|--------------|----------|-------|
|         |   |              | 3        | 15    |
| 蒸       | 米 | 無 処 理        | 18.74    | 18.98 |
| 熱 風 乾 燥 |   | Cellulase 処理 | 19.11    | 19.95 |
| 蒸       | 米 | 無 処 理        | 19.46    | 19.95 |
| 電子レンジ乾燥 |   | Cellulase 処理 | 19.69    | 20.29 |

これらの結果から考察すると、熱風乾燥、電子レンジ乾燥いずれの乾燥方法による乾燥米についても、もどし米の消化率は無添加のものに比較して酵素処理したものは良好である。

## (2) もどし米の粘稠性

粘稠性測定に用いたもどし米の水分は次の通りである (表3)

表3 もどし米の水分 (%)

| 処理方法    |   |              | 浸漬時間(時間) |       |
|---------|---|--------------|----------|-------|
|         |   |              | 3        | 15    |
| 蒸       | 米 | 無 処 理        | 54.92    | 56.00 |
| 熱 風 乾 燥 |   | Cellulase 処理 | 56.04    | 55.18 |
| 蒸       | 米 | 無 処 理        | 55.20    | 54.85 |
| 電子レンジ乾燥 |   | Cellulase 処理 | 56.18    | 54.77 |

## (a) 静的粘稠性測定について

各浸漬時間における変形率のパターンは次の通りである。(図1-1~図1-4)

つぎに、これらパターンを同一条件で測定した 100%加水もどし米のパターンに比較すると、つぎの通りである。(図 2-1~図 2-4)

図 1-1 熱風乾燥, 3時間浸漬

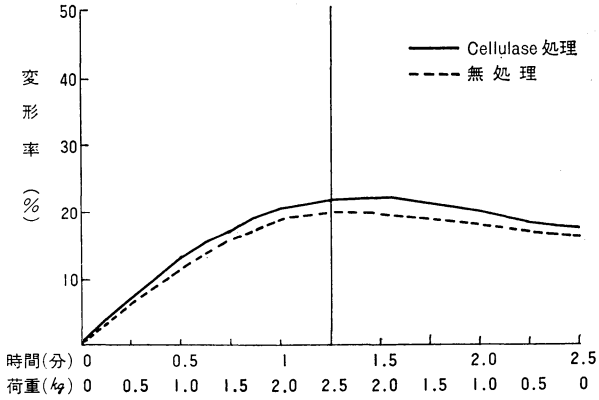


図 1-2 熱風乾燥, 15時間浸漬

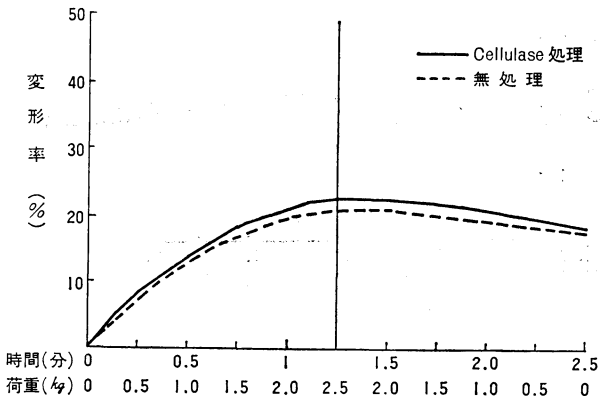


図1-3 電子レンジ乾燥, 3時間浸漬

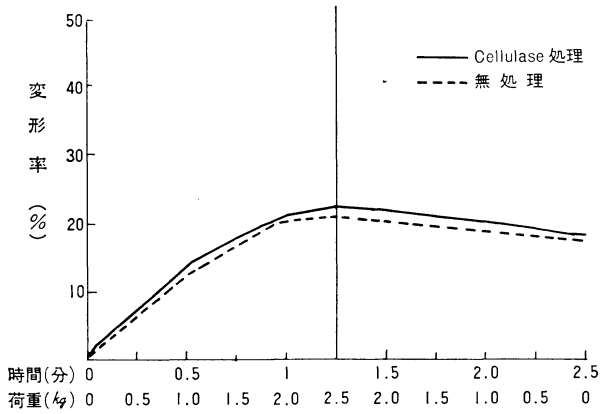
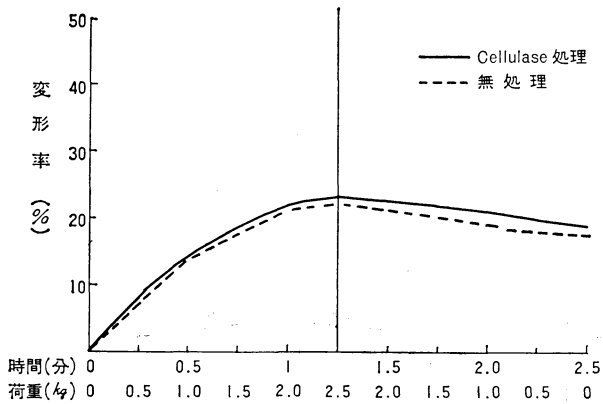


図1-4 電子レンジ乾燥, 15時間浸漬



荷重量の増加にともない、しだいに米飯は圧縮され変形率が增大する。荷重初期の段階は米粒の間隙が縮小されるため変形量が大きく、しだいに変形率は小さくなる。最大荷重2.5kg 時で最高変形率を示し、除重後はしだいに変形の回復を示した。無処理もどし米に比較して酵素処理したもどし米はいずれの荷重時においても高い変形率を示した。これは、いずれの浸漬時間、乾燥方法においてもほぼ同様の傾向を示した。

これらのことから、酵素処理した乾燥米のもどし米は無処理もどし米に比較して粘性要素が大きく、やわらかいため変形しやすい。

最高荷重2.5kg 時における最高変形率は次の通りである。(表4)

表4 もどし米荷重 2.5kg 時の最高変形率 (%)

| 処理方法    |              | 浸漬時間(時間) |       |
|---------|--------------|----------|-------|
|         |              | 3        | 15    |
| 蒸米      | 無処理          | 20.00    | 21.02 |
| 熱風乾燥    | Cellulase 処理 | 22.18    | 22.55 |
| 蒸米      | 無処理          | 20.95    | 21.82 |
| 電子レンジ乾燥 | Cellulase 処理 | 22.33    | 23.13 |

図2-1 熱風乾燥, 3時間浸漬

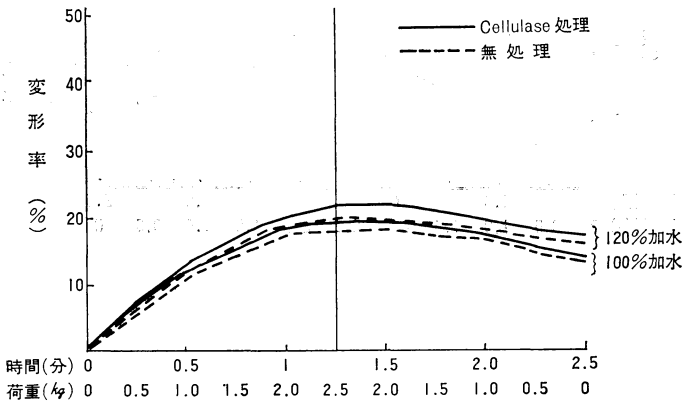


図 2-2 熱風乾燥, 15時間浸漬

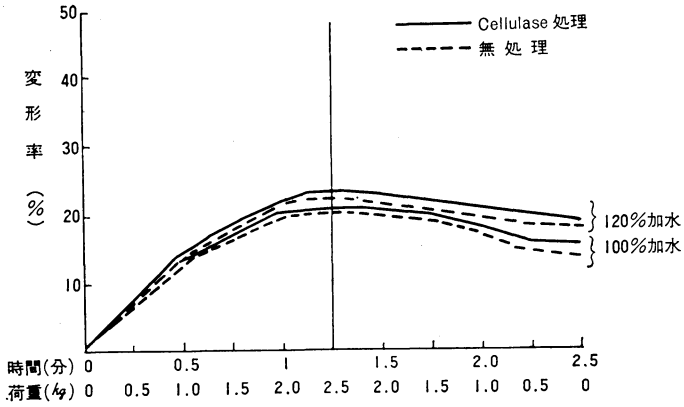


図 2-3 電子レンジ乾燥, 3時間浸漬

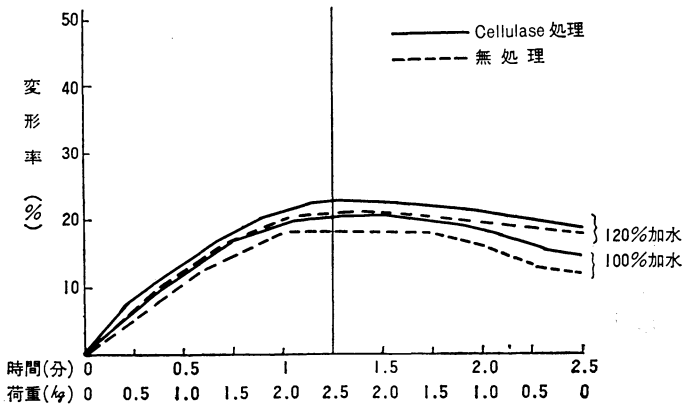
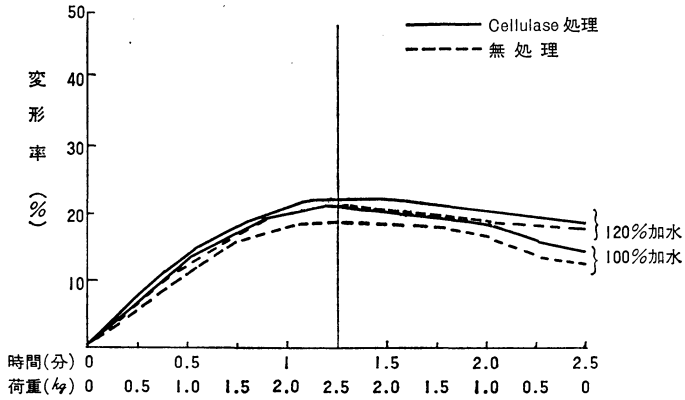




図2-4 電子レンジ乾燥, 15時間浸漬



その結果、120%加水米はいずれの乾燥方法、浸漬時間においても100%加水米に比較して変形率が小さく、圧縮に対する抵抗力が大きい。

(b) 咀嚼型粘稠性測定について

各浸漬時間における咀嚼線の一例を示すと次の通りである。(図3)

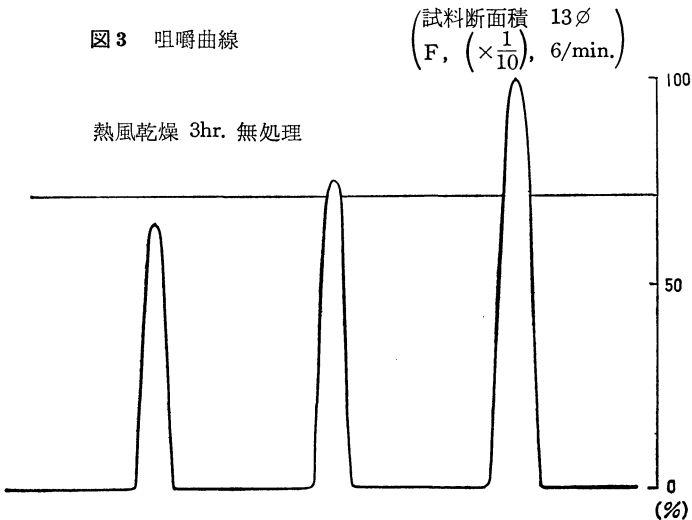


図3 咀嚼曲線

これらの咀嚼曲線より、第1回目に要した力を100として、2, 3回目の咀嚼に要した力を比率で示すと次の通りである。(表5, 表6)

表5 咀嚼回数と山の高さの変化(%)

熱風乾燥

| 浸漬時間 |              | 咀嚼回数 |       |       |
|------|--------------|------|-------|-------|
|      |              | 1    | 2     | 3     |
| 3 hr | 無 処 理        | 100  | 75.91 | 65.46 |
|      | Cellulase 処理 | 100  | 81.18 | 75.19 |
| 15hr | 無 処 理        | 100  | 81.38 | 74.08 |
|      | Cellulase 処理 | 100  | 83.70 | 79.05 |

表6 咀嚼回数と山の高さの変化(%)

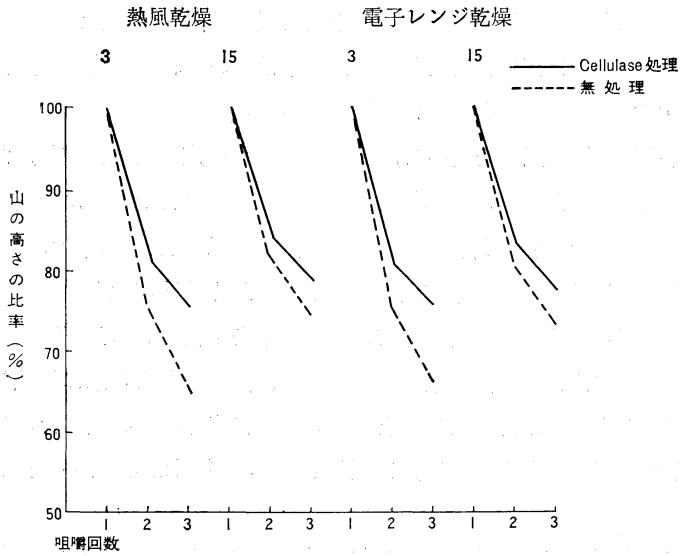
電子レンジ乾燥

| 浸漬時間 |              | 咀嚼回数 |       |       |
|------|--------------|------|-------|-------|
|      |              | 1    | 2     | 3     |
| 3 hr | 無 処 理        | 100  | 75.05 | 66.76 |
|      | Cellulase 処理 | 100  | 80.95 | 75.96 |
| 15hr | 無 処 理        | 100  | 80.03 | 73.23 |
|      | Cellulase 処理 | 100  | 83.11 | 77.45 |

これらの結果から、いずれの浸漬時間、乾燥方法においても酵素処理したものは無処理のものに比較して、第1回目の咀嚼で圧縮され、米粒相互に強い結合ができているため、2, 3回目の咀嚼に要する力も大きい。

咀嚼回数の移行にともなう山の高さの変化を示すと次の通りである。(図4)

図4 咀嚼回数の移行と山の高さ



以上の結果より、酵素処理もどし米は無処理もどし米に比較して、1回目の咀嚼に対する比率でみるといずれの場合も2回目、3回目の咀嚼に力を要し、特に3回目の咀嚼において両者の差異が大きい。

いずれも不完全回復型の遅延弾性型のパターンを示すが、酵素処理したもののほうが2回目から3回目に移行する山の傾斜角度は緩慢で弾力性が大きく、元に戻りやすい傾向がみられる。これについては、酵素処理したものは米粒相互の間隙が密着し、結合力が強いいため咀嚼の移行にともなう米飯のほぐれが少なく、したがって破壊部分が少なくなる傾向によるものとも考えられる。

### 要 約

以上の結果を要約すると昭和43年度古々米を3時間、15時間それぞれ Cellulase 処理して蒸米となし、ただちに熱風および電子レンジ乾燥して得た

乾燥米を試料とした。このもどし米について消化性と粘稠性を検討した結果、酵素処理したもどし米は物理的性状のうえで異なる点がみられた。

(1) 粘稠性測定に用いたもどし米の消化率は、いずれの浸漬時間、乾燥方法においても酵素処理したものは良好であった。

(2) 静的粘稠性測定器を用いて、2.5kgの荷重を定速度で荷重し、ただちに定速度で除重した結果、酵素処理もどし米は圧縮されやすいため変形率が大きく、粘性が大きい傾向を示した。また、120%加水もどし米は、100%加水もどし米に比較して変形率が大きく、やわらかく粘性が大きい。

(3) 咀嚼型粘稠性測定器を用いて、もどし米を予備圧縮した固形状試料に3回の咀嚼を与えた結果、酵素処理もどし米は無処理もどし米に比較して、第1回目に要する力の比率でみると2、3回目に多くの力を要した。これらのことから酵素処理もどし米は元に戻りやすく、弾力性が大きい傾向を示した。

最後に測定器の使用ならびに有益なご助言を賜った京都女子大学岡部巍先生、試料を恵与された近畿ヤクルト株式会社に深謝します。なお、実験に協力された本学山本典子助手に感謝します。

本研究の要約は、昭和46年10月17日昭和女子大学における第23回日本家政学会総会にて発表した。

#### 文 献

- 1) 豊島治男, 奥田和子, 堀千恵子: 甲南女子大学研究紀要 4 256 (1967)
- 2) 豊島治男, 奥田和子, 堀千恵子: 日本家政学会関西支部研究発表会要旨集 32 (1969)
- 3) 豊島治男, 奥田和子, 堀千恵子: 甲南女子大学研究紀要 5 217 (1969)
- 4) 豊島治男, 奥田和子, 堀千恵子: 甲南家政 5 1 (1970)
- 5) 豊島治男, 奥田和子, 堀千恵子: 甲南女子大学研究紀要, 6 281 (1970)
- 6) 豊島治男, 奥田和子, 堀千恵子: 調理科学 3 86 (1970)
- 7) 豊島治男, 奥田和子, 堀千恵子: 甲南家政 4 1 (1969)
- 8) 豊島治男, 奥田和子: 甲南女子大学研究紀要 7 183 (1971)
- 9) 豊島治男, 奥田和子: 甲南家政 6 1 (1971)