

おいしい御飯が炊ける局限の調査 (第四報)

※ ※ ※
熊田ムメ・今中鏡子・南有田民子

A Research on the Limits to cook tasty Rice

(Report 4)

Mume KUMADA, Kyoko IMANAKA and Tamiko MINAMIARITA

縮 言

前回までの実験では一般家庭で日常炊飯する量 1 kg ~ 2 kg について炊飯実験を行ったが、このたびは炊飯量を 100 g と限定して実験した。理由は希望する種々の上昇曲線を容易に作る事が出来るので熱電対の下の米粒の組織学的形態変化をハッキリ見得ると考えたからである。

少量炊飯の欠点は容積が小さいため外界からの影響を受け易く、熱を加えると釜内部温度は急激に上昇し、熱を切ると急激に下降するので、この欠点を補うため釜内部に木製の厚さ 1 cm の中蓋を用い、釜の周囲及び上部を厚さ 3 cm のグラスファイバーでおおい、更に、この実験装置全体を発泡スチロール板で囲って予備実験を行ったところ、1 kg ~ 2 kg を炊いたおいしい御飯と同様の味、香、触感に炊きあげることが出来たので、以下この方法による実験結果をのべる。

○ 熱不足の御飯

1. 炊飯に必要な高温が得られない場合
- ロ、蒸らしが少ない場合
- ハ、沸騰遅れの場合

○ 熱を加え過ぎた御飯

1. 蒸らし過ぎの場合
- ロ、過熱の場合

○ その他の御飯

1. 沸騰が遅れて後 98℃ 以上 20 分を越

えた場合

ロ、沸騰が遅れた後、過熱の場合

実験方法

試料……米・新千本(広島県産)

炊飯量……100 g

加水……1.5 倍重量比・水洗の際 10% 前後の水を吸収

浸漬時間…1 時間

燃料……都市ガス

コンロ……実験用ガスバーナー及びアスベスト使用

釜……直径 14 cm, 高さ 9 cm (釜の底から蓋中央までの高さは 11 cm)

釜の中蓋…木製 1 cm 厚さ

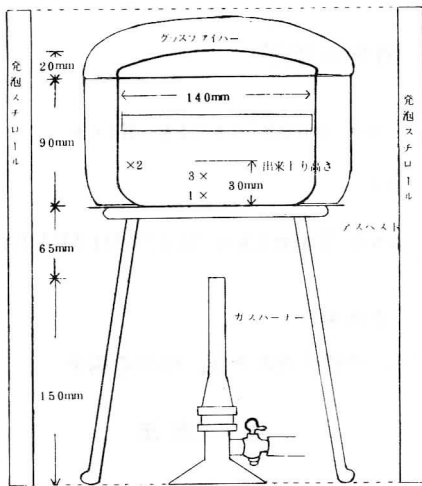
保温のため釜の周囲・上部をグラスファイバーでおおい、実験装置全体を発泡スチロール板で囲う。(第一図参照)

組織学的観察は、常法に従ってパラフィン切片法と凍結切片法を用いた。切片作成後、ライトグリーンで細胞膜を染色、ゲンチャンバイオレット及びヨードで澱粉を染色して、顕微鏡観察を行った。また、アクロレイン-Schiff 液により蛋白質を染色して観察した。

釜内部温度の測定は熱電対温度計を用いて測定した。ガスの使用量は、ガスメーターにより記録した。

※調理学研究室 ※給食管理研究室

第1図 実験装置断面図



釜内部温度の凡例

- 1 中央下から1cm
- - - 2 側面下から3cm
- 3 中央下から2cm

第3図～第7図中、下方に示した1・2・3の線は、それぞれの部分で、炊飯中釜内部において9.8℃以上を経過した時間を示している。

実験結果および考察

米粒の組織学的形態変化の観察

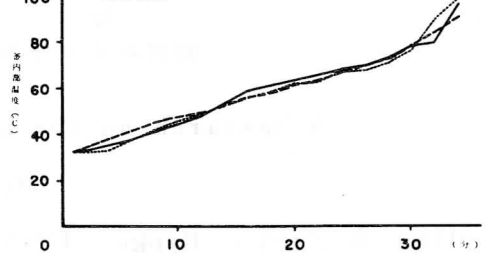
a) 熱不足にした御飯

(1) 炊飯に必要な熱を与えなかった場合

釜内部温度の変化は第2図のごとく、炊飯に必要な9.8℃以上の高温が得られない。

出来上った御飯は、水分の吸収が行われて一応御飯の状態になっているが、芯があり食べられない。生煮え(芯)の部分には写真1のような亀裂が生じている。この亀裂は細胞や組織の構造とは全く無関係に細胞膜を強く切断して米粒の長さの方向に向って生じている(写真9参照)。この亀裂は第II報⁹⁾の実験においても見られたものである。この亀裂を消失させるための必要条件は、十分な水分の吸収と9.8℃以上の熱を20分間持続させることである。この必要条件を満足させたおいしい御飯の組織では、これらの亀裂が見られない。(ガス使用量2.6l)

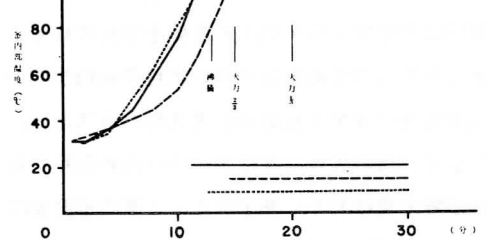
第2図 高温が得られない場合の炊飯中の釜内部温度



(ロ) 蒸らしが小さい場合

この実験では、おいしい御飯が炊ける条件に従って炊きはじめ、その後30分までで炊飯を終わった。

第3図 蒸らしが少ない場合の炊飯中の釜内部温度

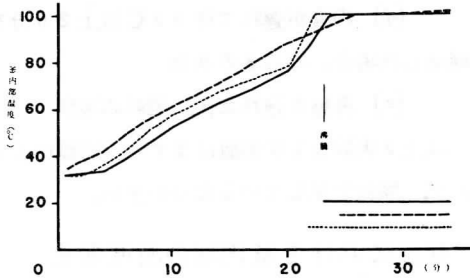


釜内部温度は第3図に示すとおりで、沸騰が炊きはじめてから12分に起こり、その後も100℃以上を保っている。炊きはじめてから30分経過後、火からおろし、直ちに観察した。9.8℃以上を15分～18分保っている。米粒組織は細胞膜・澱粉グループともにくずれていない。しかし、澱粉は十分に膨潤することが出来ず、一つ一つの澱粉は角のある多角形を呈している(写真2参照)。良く炊けた澱粉は良く膨潤してまろくなっている。「おいしい御飯を炊く条件」で炊飯しはじめた場合でも、炊きはじめてから30分で釜をおろすと、熱不足の御飯になる。(写真10はパラフィン包埋後切片にしたもので写真2と同時に炊飯した米粒組織)御飯の味は比較的良いが、固さの点では、ややかたく、ふんわりとした感触がない。(ガス使用量5.8l)

(ハ) 沸騰遅れの場合

沸騰遅れは釜や熱源の能力以上に大量の炊飯をする場合に起こる。本実験ではガスの量を少くして第4図のように釜内部温度を変化させた。沸騰は炊きはじめてから24分後に起こり、非常に遅い。98℃以上の高温が維持されたのは9分から部分的には12分までであるため米粒組織には生煮えの部分があり、細胞の組織学的

第4図 沸騰遅れの場合の炊飯中の釜内部温度



構造とは無関係な亀裂が生じてくる。これは「a)-(イ)」の実験と同様である。御飯は一応食べられるが芯が感じられ、生澱粉の触感が残る。(ガス使用量4.3ℓ)

b) おいしい御飯

(イ) おいしい御飯が炊ける最適条件で炊飯した場合

第5図の釜内部温度が示すように12分から15分までの間に、どの部分も沸騰し、その後も100℃以上を保っている。この時の御飯は大量に炊飯したおいしい御飯と同様の味・香・触感をもつ御飯であった。この米粒組織は写真3のごとく、細胞膜・澱粉グループともにくずれていない。澱粉も良く膨潤している。(ガス使用量6.0ℓ)

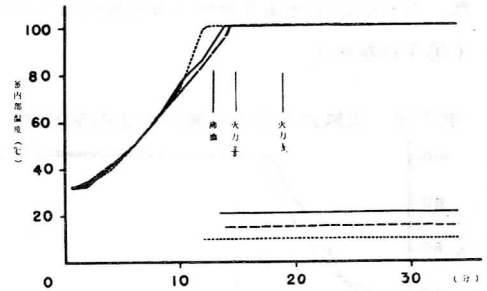
更に、やや熱がかかった部分は写真4のように澱粉グループが一方の方向へ動き出したような動向性が見られる。この部分を更に拡大して観察すると、細胞膜がところどころ切断されていることがわかる(写真6参照)。更に高温を

長時間続けると、この状態が進んで細胞膜が破れ、澱粉グループもくずれ、澱粉も糊状に溶けた状態でいわゆる蒸れ過ぎである。このことは、次の問題として研究する。

写真11はおいしい御飯の米粒組織をアクリン-Schiff液で染色し蛋白質を見たものである。

蛋白質は細胞膜にそって見られる。又、ところどころ澱粉の間隙にもあるが、細胞内部はほとんど澱粉で満たされていることがヨード及びゲンチャンバイオレットで染色したものと併せて観察すればより明かである。

第5図 おいしい御飯が炊ける条件で炊飯した場合の釜内部温度

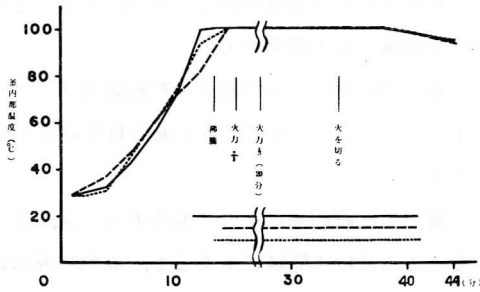


c) 熱を加え過ぎた御飯

(イ) 蒸らし過ぎの場合

おいしい御飯が炊ける炊飯条件に従って炊飯し火力を34分で切断し、そのままの状態に放置したものである。第6図のごとく41分まで98℃以上を保っているもので約30分間98℃以上を保っていることになる。炊きはじめてから45分で御飯を取り出した。このような釜内部温度では、大量の炊飯の場合、大変不味であるが、本実験では中蓋に用いた木製の蓋が有効に働いたためか味は比較的良好。中央部はやや水っぽさを感じられた。写真5のように細胞組織は細胞膜、澱粉グループとも部分的にくずれている。(ガス使用量5.9ℓ)

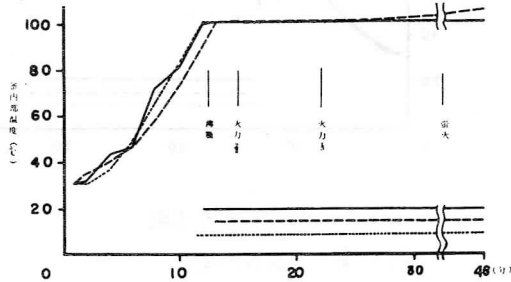
第6図 蒸らし過ぎの場合の炊飯中の釜内部温度



(ロ) 過熱の場合

この場合も、おいしい御飯が炊ける条件に従って34分まで炊飯し、その後も温度の低下を防いで弱火(螢火)を補って46分まで炊飯した。98°C以上を35分~36分経過している(第7図参照)。

第7図 過熱の場合の炊飯中の釜内部温度



御飯は乾き過ぎて水気がなく釜に接する部分及び表面はカリカリして薄い焦が来ている。かたく甘味を失った御飯であった。

組織は写真7のように、細胞膜 澱粉グループともにくずれているところが多い。写真12はアクロレイン-Schiff液で染色したもので細胞膜の部分が切れている事が、よくわかる。

(ガス使用量68ℓ)

d) その他の御飯

(イ) 沸騰が遅れて後98°C以上20分を経過した場合、写真8の状態

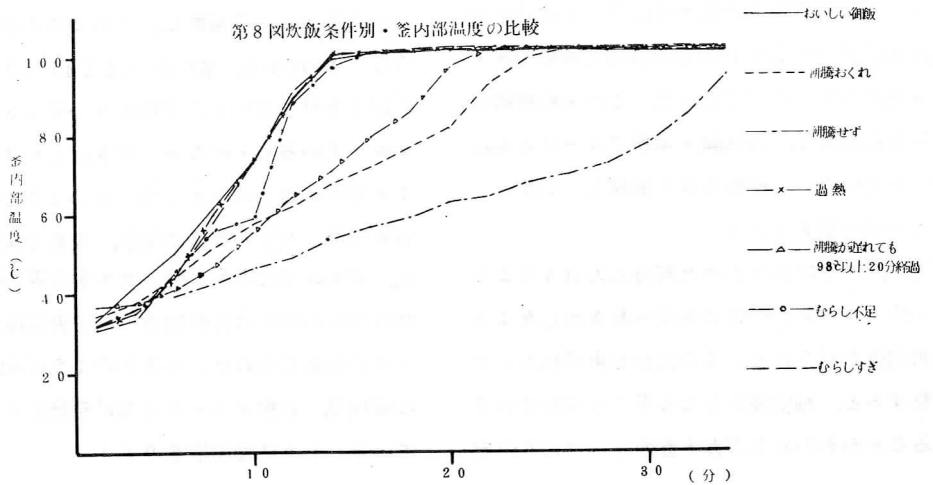
(ロ) 沸騰が遅れた後、過熱の場合

以上2実験ともに御飯はまずい。組織はくずれて、糊状を呈している部分が多い。

炊飯における釜内部の温度変化

a) 各実験の同じ箇所3点の測定値を測定時間毎に平均してグラフに表わすと炊飯条件により、温度変化の特徴が明かになる。第8図の如く、それぞれの温度上昇の形が理解できる。

また、本実験では、いずれの炊飯条件においても、測定した各部位毎に沸騰までの温度を積算し、測定回数で徐すと、どの実験の場合も必ず56~59の間にほぼ一定の数値が得られる



米粒の細胞組織

炊飯に必要な高温が得られなかった御飯の組織

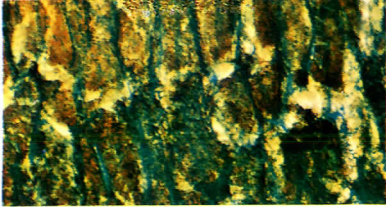


写真1 ×100

蒸らしが少なかった御飯の組織

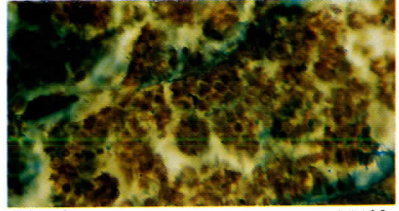


写真2 ×400

おいしい御飯の組織



写真3 ×100

おいしい御飯の組織(動向性がみられる)

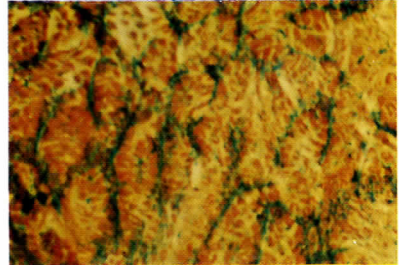


写真4 ×100

蒸らし過ぎの御飯の組織

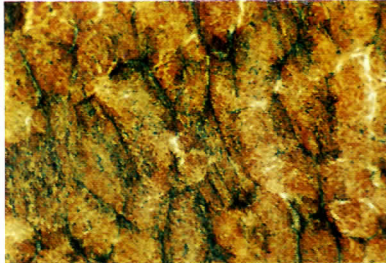


写真5 ×100

写真4の拡大

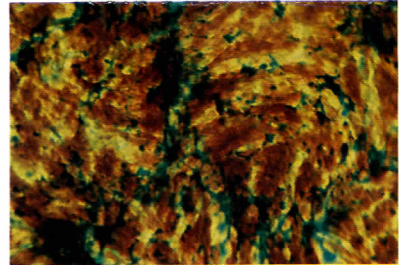


写真6 ×400

過熱の御飯の組織

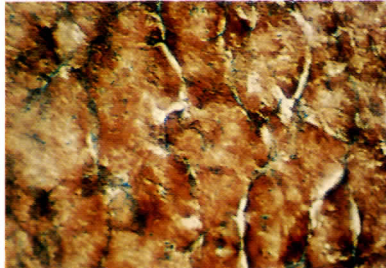


写真7 ×100

沸騰が遅れて後98℃以上を20分経過した御飯の組織

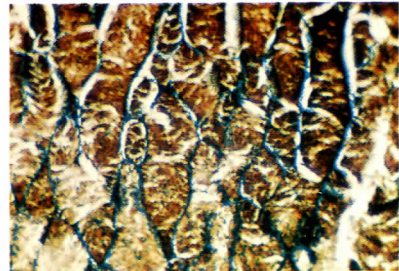


写真8 ×100

これは熱源から釜内部へ熱が受け入れられる受熱速度に関係があると考えられる。

b) 一般家庭において1kg~2kgを炊飯する場合、第一報⁸⁾の実験に見られる如く、釜内部温度は中央下から1cmの部位及び中央下から5cmの部位の温度が上昇しにくい。沸騰は他の部と同時に起こるが、沸騰までの温度上昇が特有で低い温度を経過している時間が他の部位に比較して長い。出来上ったこの周辺の御飯は他の部分よりも悪い。米粒は柔かく水気を含んで焼きしまらない。また米粒の表面にも水気が多くあり粘って米と米とがくっつき合っている状態が見られる。米粒の細胞組織もくずれている部分が多い。これは、この部分までの熱の導入過程に問題があると思われる。即ち、沸騰までの低い温度を経過する過程で米・澱粉に影響を及ぼす要因が種々考えられるので更に実験をくり返して、釜内部へ伝わる熱の分布、熱の移動状態を明かにし原因を追求したい。

結 論

A 米粒の組織学的形態変化について

熱不足の御飯から、最適の熱を得て炊き上った御飯、更に熱が過剰に加わった御飯についてそれぞれの米粒の組織学的形態変化を観察した。

即ち、熱不足の場合は生煮えの組織が見られる。この場合比較的良く煮えた部分もあるが一部では澱粉の膨潤が十分でない。生煮えの組織には米粒の長さの方向に向って細胞や組織の構造とは無関係な亀裂が生じている。

おいしい御飯の組織は細胞膜・澱粉グループともにくずれないではつきりしている。澱粉は良く膨潤している。更に、やや熱が加わった部分は澱粉グループが動き出したような動向性が見られる。(御飯がおいしいのはこのあたりまでだと思える。)

過熱の御飯や蒸らし過ぎの御飯の場合は細胞

膜及び澱粉グループともにくずれた部分が多く見られる。最も悪いのは沸騰が遅れて更に沸騰後、長時間98°C以上を経過したもので澱粉は糊状となり、細胞膜は切れて形が失われている。

B 炊飯における釜内部変化

それぞれの炊飯条件別に測定時間毎の平均温度をとり、釜内部の上昇温度をグラフにし、特徴を表わした。又、沸騰までの温度経過に関する問題、各部分に至る熱の導入過程の問題について今後究明に努めたい。

本実験にあたり御指導をいただきました広島大学川上いつゑ教授に厚く感謝いたします。

参 考 文 献

1. 猪野俊平：植物組織学・内田老鶴圃新社(1964)。
2. 二国 二郎：デンプンハンドブック 朝倉書店(1961)。
3. 熊田ムメ：御飯の炊き方研究 広島理化教育PP174~181(1931)。
4. 熊田ムメ：炊飯科学に関する実験断片 広島女学院大学論集第一集PP101~122(1949)。
5. 平野マサミ：炊飯時における熱伝導機構について 広島女学院大学論集第9集(1959)。
6. 熊田ムメ：炊飯科学 広島女学院大学短期大学家政学会誌No5 PP59~64(1966)。
7. 熊田ムメ・平野マサミ・和泉公美子：米の煮える状態とその組織学的研究 広島女学院大学論集第17集(1967)。
8. 熊田ムメ・今中鏡子：おいしい御飯が炊ける局限の調査I 広島文化女子短期大学紀要3号PP47~52(1969)。
9. 熊田ムメ・今中鏡子：おいしい御飯が炊ける局限の調査II 広島文化女子短期大学紀要4号PP51~53(1970)。

炊きはじめから13分の御飯芯の
部分の組織 (パラフィン切片法)

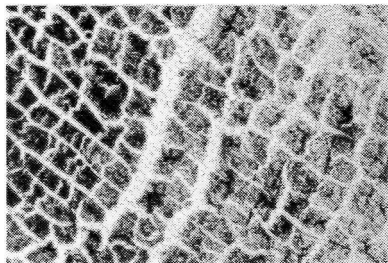


写真9

×400

蒸らしの少ない御飯の組織
(パラフィン切片法)

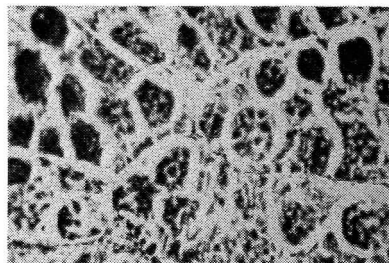


写真10

×400

おいしい御飯の組織 (アクロレイン
achi ff染色) パラフィン切片法

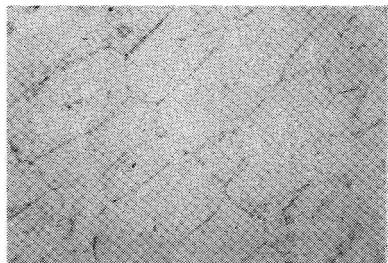


写真11

×100

過熱の御飯の組織 (アクロレイン
achi ff染色) パラフィン切片法

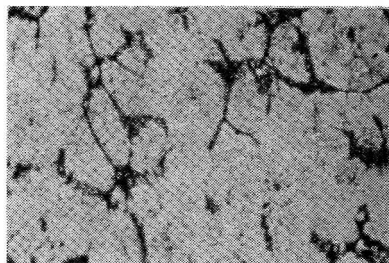


写真12

×100