

# おいしいご飯がたける局限の調査 I

熊田 ムメ・今中 鏡子

## A Research on the Limits to Cook Tasty Rice (I)

Mume KUMADA and Kyoko IMANAKA

### 1. 目 的

日本のおいしいご飯の炊飯過程は大きく二つに分けることができる。米の周囲に水分のある間は煮物料理であり、煮立って米が水分を吸収し、周囲の水がなくなってからは焼物料理である。焼物料理に入ってから、 $100^{\circ}\text{C}$ 以上の温度を保って水分の蒸発を適当にすると、膨化した米が焼きしまって、味・香・感触の良いご飯になる。日本のおいしいご飯は Boild Rice ではなく、焼きしめのきいた Cooked Rice である。そのための条件としては、たきはじめてから沸騰までの時間を12分~15分にし、沸騰後は焦げない程度で、なるべく温度を高く保つことである。それらのためには炊飯量にも制限が必要で、できあがりの高さは 16 cm までが適当であると、かねて発表してきた。このたびは、その局限を更に確実にするための実験を行なった。

### 2. 実験方法

炊飯時における内部温度を六点式熱電対温度計で測定し、その部位のご飯の組織を観察した。

a) 実験区分は第1表のごとくであって、米の量、釜の種類、保温の有無の3つについ

て5種の実験を行なった。

b) 内部温度の測定位置は第1図-1の如くであって4~6カ所について測定した。

c) 釜の種類は第1図-2のごとくであって、Aの釜は円筒型アルミ手打鍋、Bの釜は昔から日本にある鐏のついた釜の2種類を用いた。

d) 炊飯方法

浸漬時間…水洗後2時間。

加水…米の1.5倍重量比。水洗の際、米の重量の10%の水を吸収しているが、この水は考慮しない。

燃料…プロパンガス。

加熱方法…0~1分弱火。1分~4分中火。

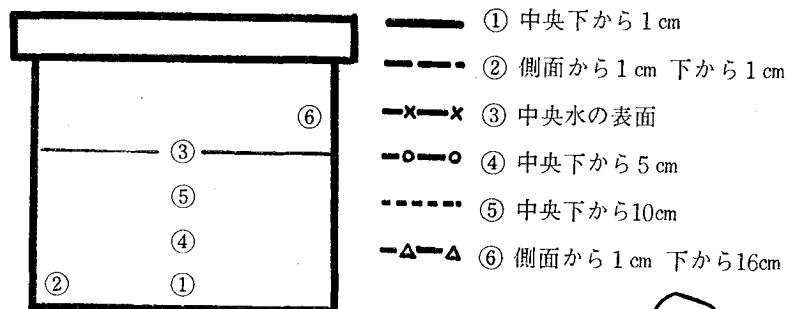
4分以後、沸騰まで強火。その後、焦げない程度に高温を保ちながら徐々に火力を弱める。沸騰後10分して火を切斷し、10分間蒸らす。

e) 細胞組織の観察方法。熊田・和泉による米粒組織の科学研究に従い、このたびの実験で温度測定を行なった部位の米粒組織を固定してパラフィン包埋の後、ヨード及びゲンチャンバイオレットで染色し、観察した。

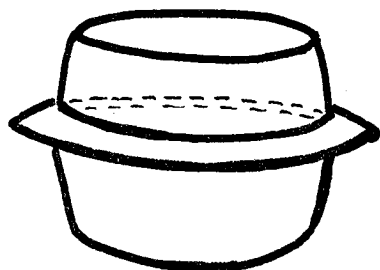
第1表 実験区分

	米の量	釜の種類	保温	出来上り高さ	沸騰までの時間
I	2.500 kg	A	有	16 cm	18分
II	2.500 kg	A	無	16 cm	15分前後
III	1.250 kg	A	無	8 cm	15分以内
IV	2.000 kg	B	無	16 cm	15分以内
V	3.270 kg	A	無	20 cm	18~19分

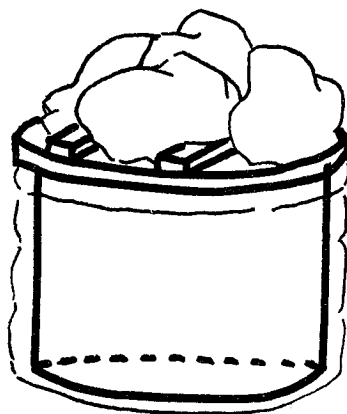
第1図 釜内部温度測定位置



第1図-2 釜の種類



釜B 直径24cm・高さ20cm

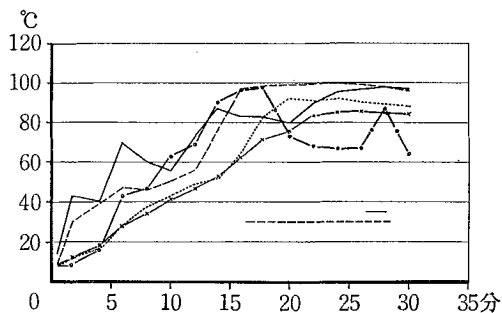


釜A 直径25cm・高さ21cm  
保温の状態

### 3. 実験過程

〔実験I〕 米の量 2.500 kg, できあがり高さ 16 cm 釜A。冬期に実験を行なったので室温が  $4^{\circ}\text{C} \sim 5^{\circ}\text{C}$  と低く, 周囲の熱放散が多いと考えられたので, 釜の周囲を厚さ 3 cm のグラスファイバーで覆し, 上部も同じく覆し, 木蓋で押さえ 9 kg の重石を置き炊飯を行なった。沸騰までの時間は18分で弱い沸騰音を聞く。温度上

第2図 実験 I

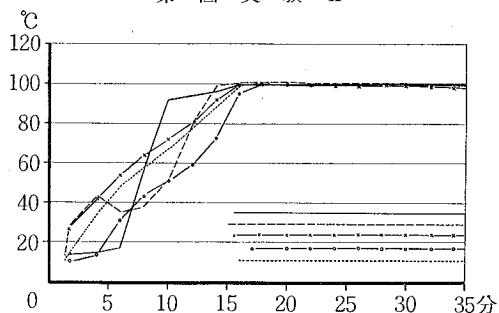


昇曲線は乱れ各部位の温度差が激しい。第2図。二国氏によると、 $98^{\circ}\text{C}$  20分を経過して米澱粉が $\alpha$ 化すると述べられている。図中、下方に、それぞれの部位が $98^{\circ}\text{C}$ 以上になった時間を示した。実験Ⅰでは、どの部位も $98^{\circ}\text{C}$ を20分間、保つことはできない。Photo 1 は①の部位の組織で $98^{\circ}\text{C}$ 以上経過したのは2.5分間で十分な熱が得られず、細胞、澱粉粒ともに、くずれている。Photo 2 は②の部位の組織で細胞がくずれている上、澱粉は煮えていない。ハイラムが膨化していない。できあがったご飯は良いご飯に見られる米層上部の膨隆がなく、蒸気孔も見られない。中央から縦に割ってみると、米の芯が残っている部分と、かろうじて煮えたという部分がムラになっている。この事は平野マスマが述べているように、炊飯の熱移動が器底から生じた蒸気泡の上昇によるものであるから実験Ⅰの場合、熱に対して、米の摩擦が大で気泡の上昇が困難であることが推測できる。すなわち、加熱が底面のみの場合は沸騰までの時間が延びておいしいご飯にならないことがわかる。

〔実験Ⅱ〕 釜の側面よりの伝導熱の有効度も知りたくてグラスファイバーを除き、実験Ⅰと同じ米の量で炊飯をした。実験Ⅰにくらべ、第3図に見る通り、比較的、各部位の温度差も少なく、温度上昇曲線の乱れもわずかである。沸騰は15分内外である。この実験では④の部位以外はすべて $98^{\circ}\text{C}$ で20分を経過している。側面からの熱が有効に働くことがわかる。Photo 3 は①の部位で細胞も澱粉グループもくずれず、よく煮えている。Photo 4 は④の部位で第3図にみられるように十分な熱が得られず温度上昇が遅いため澱粉グループがくずれている。この部位のご飯は水っぽく、味が悪い。できあがっ

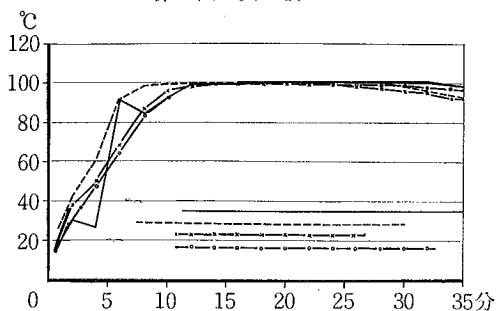
たご飯は一応、たけているが焼きしめは効いていない。風味がなく④のような米層のムラがみられる。同様の実験を繰り返し行なうことによって、できあがりの高さ16cmの炊飯量は沸騰時間が遅れ勝ちになり、炊飯量の限界であることがわかった。また、温度上昇曲線は毎回、同じではない。どれも似かよった型をしているが、どの実験も全く同じ型の曲線の組み合わせではない。このように炊飯の場合、内部温度の変化が些細なことで複雑に左右される。つまり、炊飯の温度上昇は微力な条件で気泡の上昇が妨げられることが推測できる。

第3図 実験Ⅱ



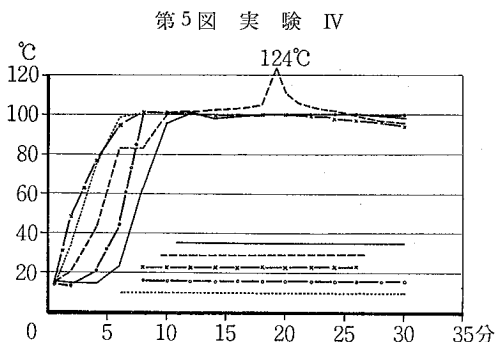
〔実験Ⅲ〕 米を1/2量の1.250 kg、できあがりの高さ8cm、釜A、保温なし、沸騰までの時間は15分以内。第4図のように、温度上昇曲線は各部位とも大体類似の曲線になった。先に述べたごとく、実験Ⅰ・Ⅱでは、なかなか類似

第4図 実験Ⅲ



の曲線ができない程、蒸気泡の上昇の困難を推理したが、1/2にすると、たやすく、温度が上昇することがわかる。Photo 5 のように、細胞組織のくずれが少い。

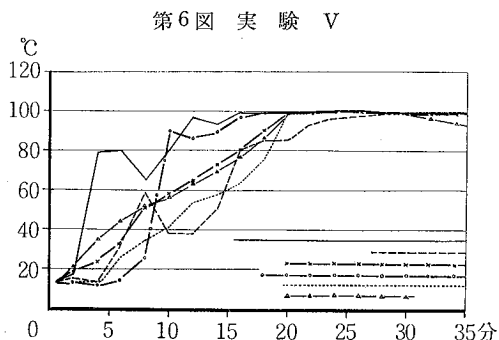
〔実験Ⅳ〕 米の量 2.000 kg・釜 B、できあがりの高さ 16 cm。実験Ⅱの円筒形の釜に比べ沸騰が早く10分以内である。第5図のごとく、温



度上昇曲線は側面②の部分で124°Cに上昇していた。他の部分でも101°Cの高温を示し、できあがったご飯は焼きしめが適当にきいていた。香も触感も驚くほどの相違をみて良かった。124°Cの高温を示す部位は最も焼きしめがきいて、米粒の長さは7mmである。このあたりの釜に接する部分は狐色の良い焦ができた。この釜は日本で古くから用いられているものであるが、実験により、側面及び鏝の効果が大いことがわかる。Photo 6 は、この実験において124°Cの温度上昇をした部位の米粒組織である。これは、このたびの数多い米の切片のうち、最も美しい自然の規則性がみられ、細胞、澱粉粒グループともに全く、くずれていない。他の実験ではみられない美しいものであった。ハイラムも膨化して、良く煮えていることを示している。他の部位も組織はくずれていない。

〔実験Ⅴ〕 次には非常に大量の実験をした。

米の量 3.270 kg、できあがりの高さ 20 cm、釜 A、保温なし。第6図にみるように、温度上昇曲線は乱れて蒸気泡上昇の困難は著しい。釜の底部で発生する蒸気泡は、米の層が厚く、摩擦が大きいため上昇しにくい点の実験Ⅰの覆をした場合と同様、熱電対は、これをとらえて、上下に屈折の多い曲線を描く。第6図。釜内部の平均した良い温度上昇が行なえない。従って、たきはじめから沸騰までの時間が18分から19分を経過した。上昇が弱いために下降して来る「おネバ」もあって、おネバによる悪い焦ができてはじめる。このため底部の加熱が無理であるのに上部には水分が残って、温度は上昇しにくく、焼きしまらない。できあがったご飯の米粒は11mmから12mmまでであり、水っぽく、風味がない。Photo 7 に見るように、細胞組織は



各部位とも破れている。澱粉グループのわかる部分もあるが、全く、くずれて、けじめのつかないものもある。

〔その他の実験〕 Photo 8 は、K学校のライスボイラーによって炊飯を行なった米粒組織である。ⅠからⅤまでの実験から、できあがったご飯の味・香・感触と釜内部の温度の上昇の状態及び米粒組織の状態とは深い相関を示すことから、写真8を判断する。細胞はくずれ、ところ

どころ澱粉グループが残っているが、ほとんどくずれている。これは高い温度が得られず沸騰が遅れ、焼きしめがきかない。水分の多い、やわらかめのご飯で、風味はなく、味も良くない。澱粉は一応、煮えていると思われる。このライスボイラーで Photo 6 の米組織が得られるような炊飯が行なわれるよう、炊飯の方法及びライスボイラーの改造・工夫が望まれる。

#### 4. 米の煮え方

米の煮え方について熊田が、かねて発表しているごとく、加熱後 12 分から 15 分の間に大沸騰を起こし、同時に周囲の水を吸収し、膨化する。この時、米粒は三つに割れ、各部分に芯を残す。更に沸騰を続けると周囲の水がなくなり、芯はとれ、高温を保つと、先に米が吸収した水分が蒸発して、高度の焼きしめがきき、良いご飯になる。大沸騰後、周囲に水があると、米粒の細胞膜は破れ「おネバ」が出て、温度は上がり難く、芯がとれないものもできる。焼きしめもできず、かさもふえない。(かさは、周囲の水分がとれて焼きしめに入ると急激にできる。) 焦は、加熱してから 15 分まではできないが、15 分を過ぎればできる。

#### 6. 結 論

以上の実験から、できあがったご飯の味・香・感触と内部温度の変化及び米組織の状態とは深い相関を示すことがわかった。

良いご飯、すなわち、焼きしめがきき、味・香・触感の良い、おいしいご飯の場合の釜内部における温度の変化は各部位とも温度上昇曲線が、類似の型で容易に上昇し、98°C を 20 分保っている。たきはじめてから 12 分～15 分で各部

位とも 100°C 前後に達し、沸騰がおこる。その後も沸騰を保つと、(むらしに入ってから) 全体が 100°C を越え、部分的には 110°C から 120°C 前後を記録するものもある。この時の米粒組織は細胞、澱粉グループともに、くずれないで自然のままの美しい規則性を保っている。しかも澱粉のハイラムは十分に膨化しているので、その米が煮えていることがわかる。また、組織内に水分の蒸発したらしい間隙を見ることができ、香・触覚との関連を示唆している。

以上のことから、炊飯された米粒組織のみを観察することによって、その炊飯における釜内部温度の経過を推測することも可能であり、ご飯の味・香・感触も、ほぼ判明する。反対に温度上昇曲線の記録から、他を推しはかることも可能である。これまで官能による「ご飯の良し悪し」という表現の度合を温度の変化としてまた、細胞組織の相違として訴えることができる。これらの良い状態を得る条件、すなわち、おいしいご飯をたく条件は次の通りである。

- ① 炊きはじめてから 12 分～15 分までの間に沸騰するように加熱する。(この項については、後日発表予定)
- ② 加熱は器底部のみでなく、側面からの熱が有効である。罌は更に有効に作用する。
- ③ 沸騰後も焦げない程度になるべく高温を保つ。
- ④ 炊飯量は、どの釜でも、できあがりの高さが 16 cm 以内である。それ以上の炊飯は、内部温度上昇がムラで、つまり、熱伝導が悪い。恐らく米の摩擦が大になり、蒸気泡の上昇が妨げられるからであろう。

## 参 考 文 献

- 1) 猪野俊平：植物組織学 1964 内田老鶴園新社.
- 2) 二国二郎：デンプンハンドブック 1961 朝倉書店.
- 3) 熊田ムメ：御飯の炊き方研究 広島理化教育 p. 174~181 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1集 p. 101~122 1949.
- 5) 平野マスミ：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部家政学会誌 No. 5 p. 59~64 1966.
- 7) 熊田ムメ・平野マスミ・和泉公美子：米の煮える状態とその組織化学的研究 広島女学院大学論集 第17集 1967.

## Summary

As was already made public by Kumada, Hirano and Izumi, tasty, cooked rice is identified by its cellular tissue.

Again on this principle, this time we made a research on the limits to cook tasty rice. Our methods were to measure the inner temperature of a rice-cooking pot by the use of a thermometer and to observe the cellular tissue of rice at those particular parts where the thermometer was applied.

And this time again close correlations were discovered between the taste, flavor and feeling of the cooked rice and the condition of the cellular tissue of rice as well as the change of the inner temperature of the cooking pot. In the case of tasty rice with good "Yakishime", taste, flavor and feeling, the change of temperature shows a curve resembling each other at the respective measured parts of the pot, rising constantly and staying above 98°20'C. (figs. 4 & 5) In 12-15 minutes after beginning to cook, each part reaches around 100°C and starts boiling. Being kept at high temperature after that, the inner temperature as a whole exceeds 100°C and in some parts it reaches around 110°-120°C, but the tissue of rice retains the unbroken, natural and beautiful regularity both in its cells and in the group of starch. (photos 5 & 6)

The conditions under which to obtain such tasty rice as was mentioned above are summarized as follows:

1. Rice must be heated so as to start boiling in 12-15 minutes after being started to cook.
2. The heat from the side of the pot as well as that from the bottom is effective. And, for this reason, the supporting brim of the Japanese traditional pot is quite effective.
3. Even after the boiling, it is necessary to keep the temperature as high as possible though below the scorching point.
4. In any pot, the amount of rice must be within 16 cm thick in the cooked up condition. If it exceeds this limit, the rise of the inner temperature is uneven, that is, the heat transmission is not smooth. The friction between the rice grains presumably become so great that it comes to prevent the bubbles of vapor from coming up.



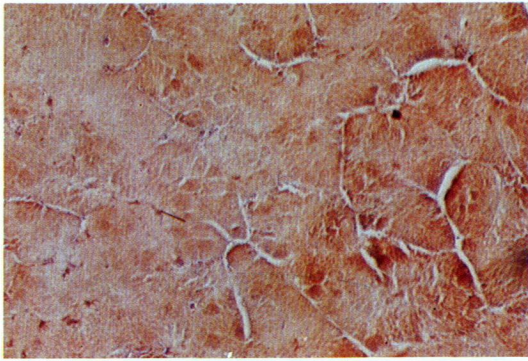


Photo 1

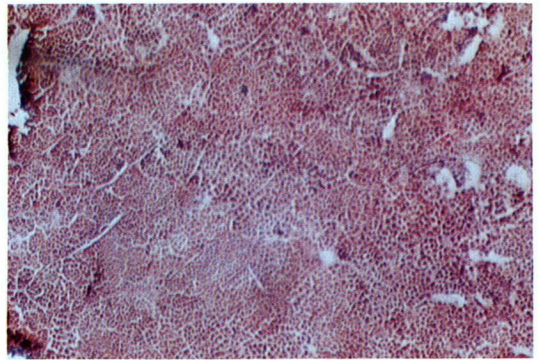


Photo 2



Photo 3

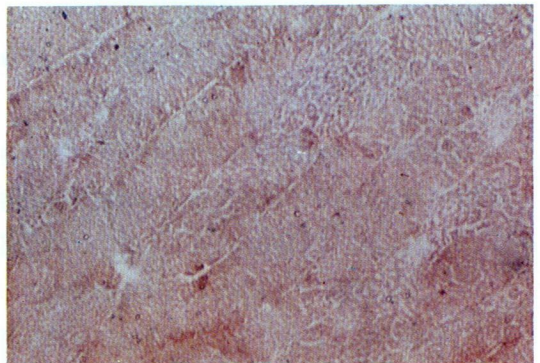


Photo 4

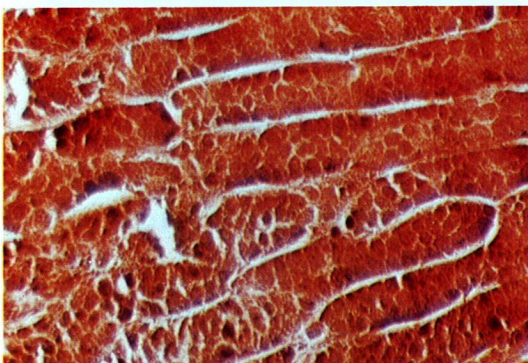


Photo 5

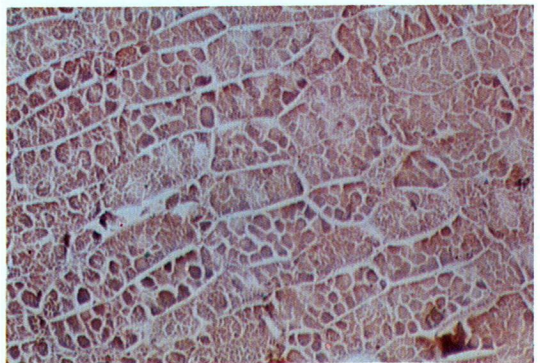


Photo 6

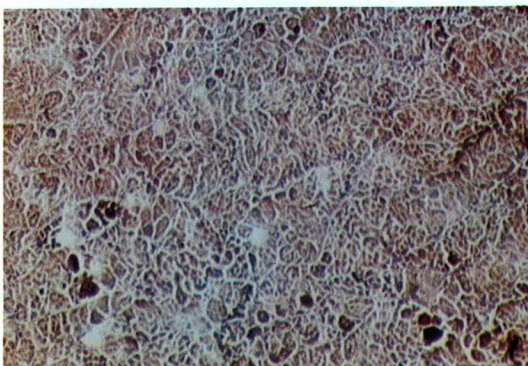


Photo 7



Photo 8