

おいしいご飯の炊き方(炊飯の科学)

—加熱過程および光学顕微鏡による炊飯米の形態観察—


ここでは次の論文をなるべく分かりやすく解説します

炊飯米の形態学的研究

—加熱過程の差, 品種による差, 炊飯量の差における炊飯米粒組織の観察—

広島文化短期大学紀要 第39号(7頁-25頁)

カラー写真がたいへん多いので紀要へお願いしました初期炊飯器テストなど[詳しくはあとがきをご覧ください](#)

鮮明な画像のコピーが必要な時は、上部黒いバーにある右から2番目のをクリックしてダウンロードして画像のコピーをしてください。Internet Explorerで見ている場合は、このままで画像コピーできます。

炊飯器でも厚手の鍋でも
[二つのポイント](#)さえ守れば

自由に
おいしいご飯が炊けるのです

優秀な食材コメの
科学を楽しんでみましょう



- ご飯粒はとて小[小さくて約10mm](#)です
- この中を[顕微鏡で観察](#)すると
どのように見えるのでしょうか
- [おいしいご飯](#)と[まずいご飯](#)では、
違って見えるのでしょうか
- 同じ米でも[炊き方によっては](#)どうでしょうか
- 品種によって組織や細胞、デンプンは?
- [少量と大量炊く量](#)で違いがあるのでしょうか

余熱が保てる鍋・釜であれば、タイミングよく適切なエネルギー量を受けて、おいしいご飯になるという科学です。少量は420gから大量は28kg、一粒のコメ(米)は同じ温度変化を経ているので、[細胞やデンプンの形態も共通しています](#)。

まず [ご飯の効果](#)を考えて見ましょう。
淡白な味なので、どんな味にも合います



[コメ目次へ](#)

目次

米飯はいろいろな食材や料理を組み合わせやすいので
どこの国の料理とも相性・・・元気ハツラツ 日本型食生活

おいしいご飯を炊きましょう

III ご飯の効果
ご飯の淡泊な味は
元気な毎日への恩恵

II コメデンプンの形態

- 炊飯米の細胞構造・・・
小さな米粒の中の規則性
- コメ(米)のデンプングループとデンプンの配列
- コメデンプンのグループ形成および
ジャガイモデンプンとの大きさを比較
・米デンプングループの電子顕微鏡写真
- コメ(炊飯米)デンプンの染色の証明
- コメ(炊飯米)のデンプン染色方法
- クイズ・・・おいしいご飯はどれ
ご飯(米飯)のデンプン粒は？
- 品種の差による炊飯米組織形態の比較
適正加熱過程による四品種比較 ナカテンセンホン
コシヒカリ、ひとめぼれ、あきたこまち、中生新千本
- 沸騰遅れの炊飯米組織形態とネバ
適正加熱過程と沸騰遅れについて二種比較
沸騰遅れ時に出るネバ
- 沸騰時間の差による炊飯米組織形態の比較
参考: 浸漬したコメの組織.(加熱前)
熱不足の炊飯米組織形態
- 炊飯量の差による炊飯米組織形態の比較
450g(5合)、3kg、28kg、包装米飯(S&B)
いずれも適正炊飯
- 折角おいしく炊けたご飯を蒸らし過ぎた場合
- 美しいコシヒカリデンプン粒配列の特色
参考: タイ米
- 冷凍・解凍米 塩飯 粥 他

I おいしいご飯の炊き方 釜の中の温度変化

- おいしいご飯が炊ける加熱過程
温度変化のグラフ
- ..おいしいご飯の炊き方 I
- 詳しいおいしいご飯の炊き方 II
- 沸騰時間は炊き始めから何分？
- 沸騰時間が遅れるときは湯炊き
火力不足でもおいしく炊く方法
- 湯炊きの最初の水温を決める

沸騰時間や蒸らし時間を
チェックして
おいしいご飯を炊きましょう

クイズ
釜内部の
熱の伝わり方

大量・少量に関わらず
一粒のコメが
おいしく炊き上がる
エネルギーの量と
タイミングは同じ

あとがき
1968から出発して

I おいしいご飯の炊き方 釜の中の温度変化

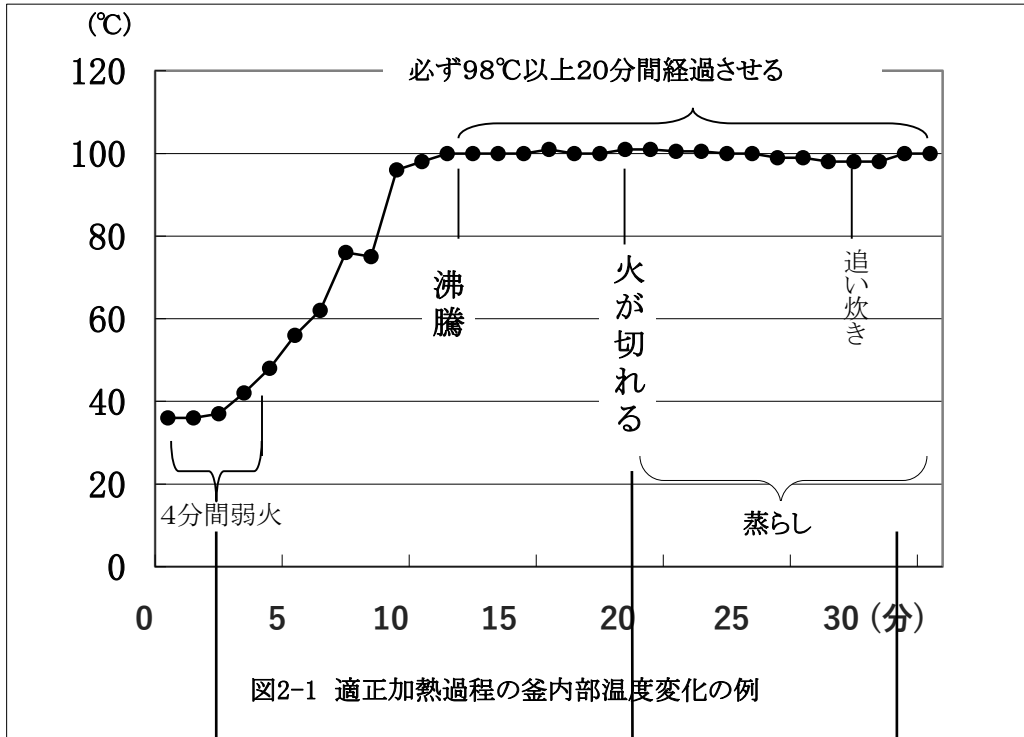
1. おいしいご飯が炊ける加熱過程 温度変化のグラフ

ご飯の炊き方は、昔から「初めチヨロチヨロ中パツパ赤子泣いても蓋とるな」と言われています。



炊飯中に蓋を取ると温度が下がってしまいます

おいしく炊けたご飯の炊飯中温度を測定すると下図のようになります
4分までは弱火、その後強火にして炊き始めてから8分から12分の沸騰をおすすめします
沸騰後必ず98℃以上を20分間保つことが大切です



加熱始め、米内部は組織に無関係な亀裂水が入り込んでいる

周囲の水を吸収して米は最大になる

余熱により余分な水分を放出して米は焼きしめる

余熱で高温を維持している

コメが水分を吸収して、周囲に水がないので火力は使えない。
高温になった分厚い釜(鍋)肌がコメへ熱を供給している。

昔の土かまどは余熱が強く、羽釜の羽は熱をよく取り込むのでおいしいご飯が炊けた。沸騰を続け、その沸騰音が無くなると素早く火をかきだし、余熱に切り替える。最後に新聞紙一枚や落ち葉を燃やして追い炊きし釜を下ろした。

家庭での炊き方 炊飯器チェック

2. おいしいご飯の炊き方 I

- Q1. スイッチを入れ(加熱し)始めてから8~15分の間で沸騰していますか
Q2. スイッチを入れ(加熱し)始めてから18~20分頃スイッチ(火)が切れますか
Q3. 沸騰してから20分間高温(98℃以上)が保たれているようですか

高温が保てそうでないとき追い炊きをしていますか

上の1, 2の条件が合っていておいしいご飯であれば、20分間の高温が保たれています



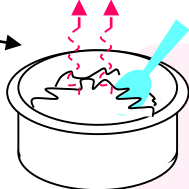
チェックは二つ

1. 沸騰時間を合わせる

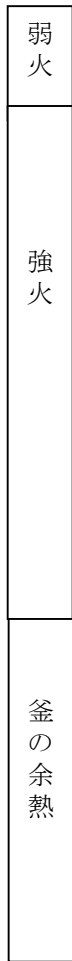
2. 沸騰から20分間経てば終了

焼きしめ

余分の水分を飛ばして蒸らしすぎを防ぐ



(分)



④加熱 (スイッチを入れる)

⑤沸騰 8~15分の間で必ず沸騰

⑥火が切れる 18~20分の間でスイッチが切れる

⑧追い炊き

⑨終了
すぐ蓋を開け、切るように混ぜる

⑦蒸らし



釜の中? 熱の伝わり方クイズへ



沸騰始めから

98℃以上

20分経過したら炊飯終了

合格

でしたか おめでとう...

例えば

加熱後9分で沸騰すれば、炊飯終了は加熱後29分。

加熱後14分で沸騰すれば、炊飯終了は加熱後34分。

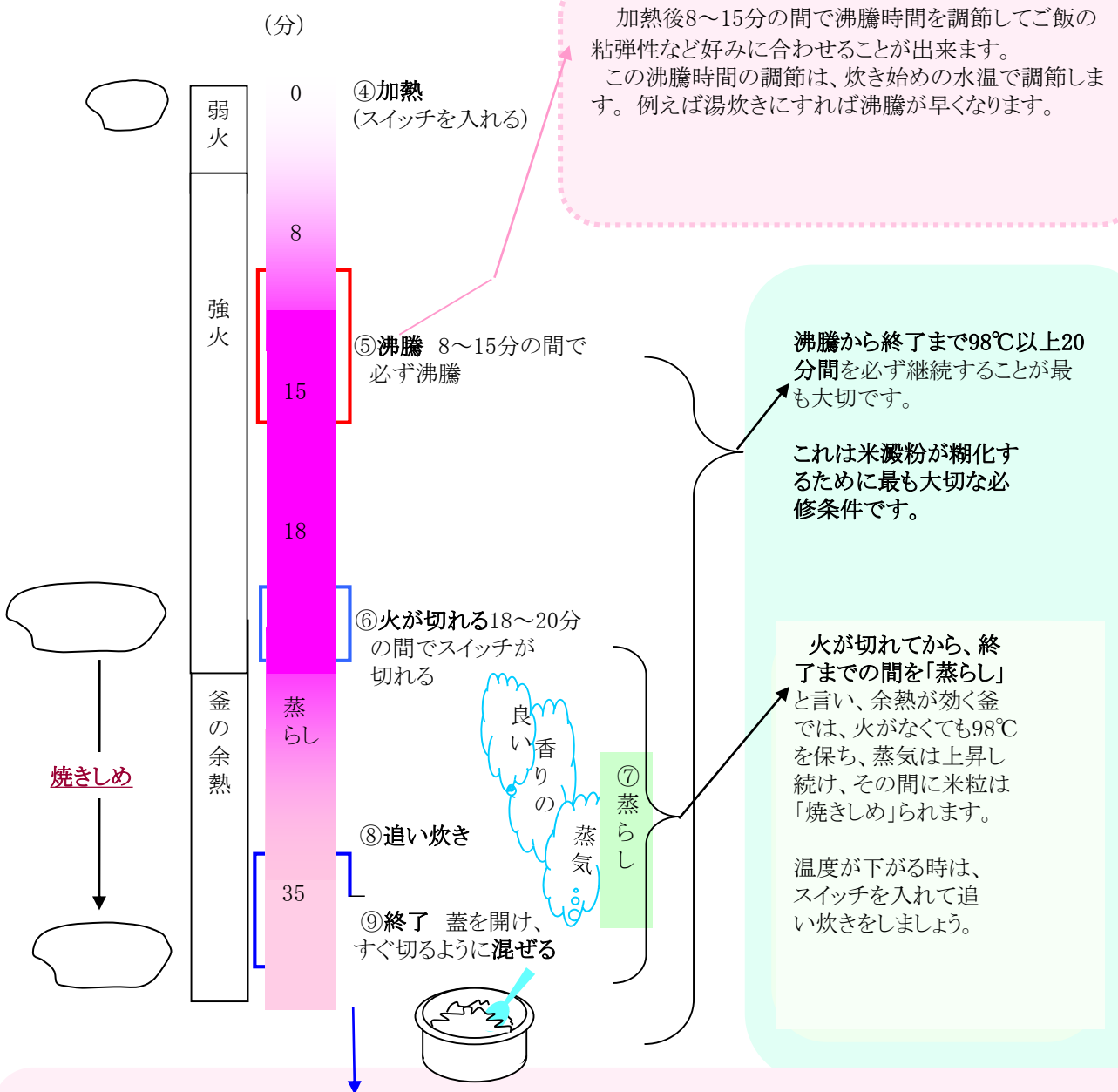
これだけでも大変なのに もっと詳しいのが.....



3. おいしいご飯の炊き方 II

精米は①洗米後、②浸漬30～60分または筥に上げるなど好みによります。要は米粒が水を吸収して、ほぼ白濁していればよいのです。無洗米はそのまま加水します。

③加水は重量で米の1.5倍 容量では1.2倍。普通は炊飯器の目盛りに合わせます。米の種類や収穫時期などを勘案して水量を調節しましょう。



沸騰後98℃以上20分間以上を必ず継続することが大切

例えば

加熱後9分で沸騰すれば、炊飯終了は加熱後29分。
加熱後14分で沸騰すれば、炊飯終了は加熱後34分。

これ以上の蒸らし過ぎは、米粒組織の崩壊が始まり、水っぽく粘弾性がないご飯になってしまいます。

釜の中の温度を測ると

炊飯の科学目次

コメデンプンの形態

4. 沸騰時間は炊き始めから何分かかりますか

釜内部温度は六点式熱電対温度計で測定しました。写真はそのときのコシヒカリの組織です。

加熱後8～15分の沸騰が安全な範囲です。次いで「米デンプンの糊化」のためには沸騰後98℃以上20分間を保つことです。

代表的な炊飯過程釜内部温度のグラフをご覧ください

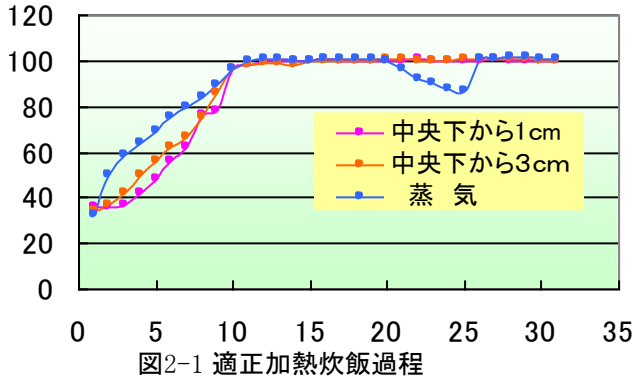
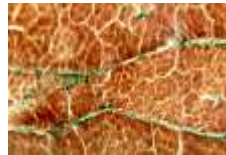


図2-1 適正加熱炊飯過程

沸騰時間は炊き始めてから12分



12分で100℃に達し、18分で火が切れ、20分を過ぎて良い香りが出るなど理想的な炊飯となりました。追い炊きは加熱後29分に行い32分に釜を降ろしたので、98℃以上を20分間経過しています。

写真は参考です。詳しくは前掲「10沸騰時間の差・・・」をご覧ください

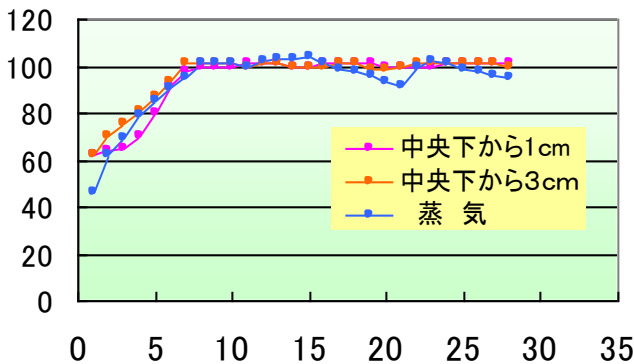
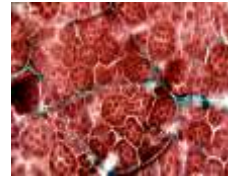


図2-3 早い沸騰炊飯加熱過程

沸騰時間は炊き始めてから6分



沸騰がやや早く加熱後6分、その後98℃以上20分間を経過したご飯は、歯ごたえがあり冷えてから食しても良い。

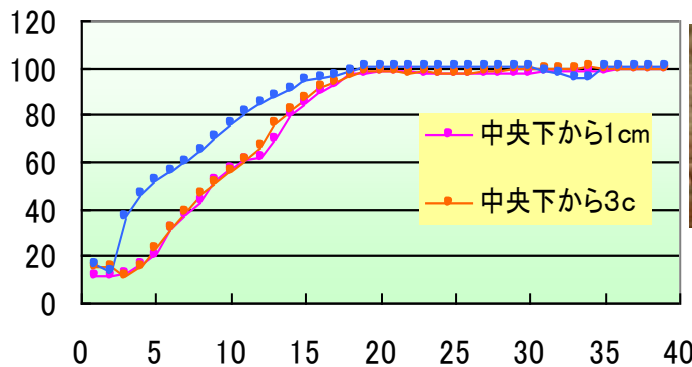
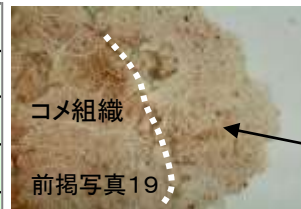


図2-4 沸騰遅れ炊飯加熱過程

沸騰時間は19分



沸騰遅れの米周囲に大量のネバが出る悪い匂いのもと。

沸騰がこのように遅くなると米粒の周囲にネバが出て焦げ付き、悪臭が出てきます。炊き上がったときにおいが悪く、かみ応えも無く、とてもまずいご飯になります。

炊飯量に比べ火力が弱いと沸騰が遅れます。このようなときの工夫



[炊飯の科学目次](#)

[コメデンプンの形態](#)

火力不足でもおいしく炊く方法

5. 沸騰時間が遅れるときは湯炊き

火力が弱いまたは多い間目にご飯を炊くときは
最初から湯を入れて炊くことをおすすめします

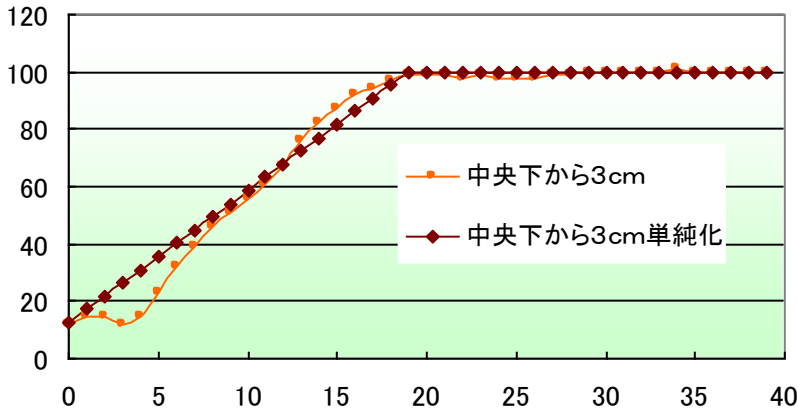


図2-5 「図2-4 遅い沸騰 中央下から3cm」の
温度変化を単純化

1. 前掲 図6の実測温度 (朱色線)を単純化し、直線(赤い線)にする。

単純に
しようね

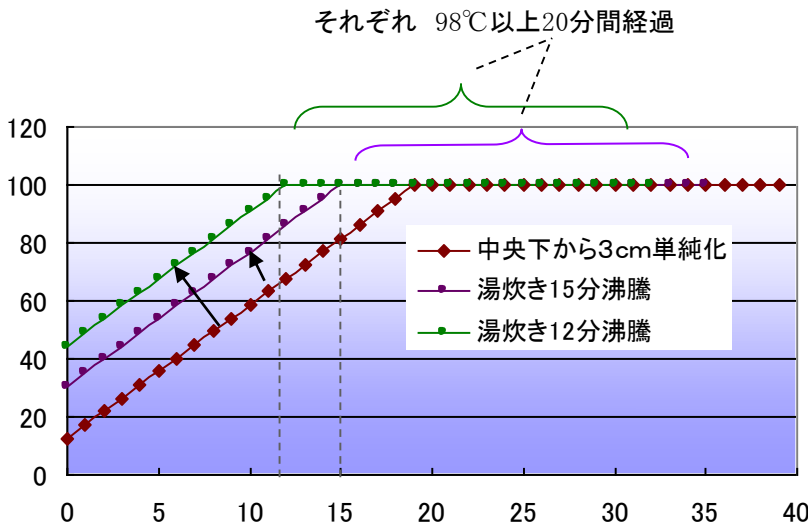


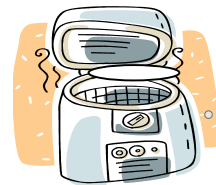
図2-6 単純化した上昇線を適正沸騰時間に
合わせて平行移動し湯炊き温度を決定

2. 直線(赤い線)を平行移動する。

沸騰100°Cを15分に合わせると、炊き始めの温度は30°Cが必要(紫色の線)。

沸騰100°Cを12分に合わせると、炊き始めの温度は約45°Cが必要(緑色の線)。

始めから
暖かいね



手元にある雑用紙に手製のグラフを作しましょう。いつもの沸騰時間と最初の水温を記入します。
次に沸騰時間を決め、平行移動すれば、湯炊きの最初の水温がおおよそ求められます。

上の例で沸騰を10分に合わせると、
炊き始めの温度は約55°Cとなります

算数が好きな方は
次へ





[炊飯の科学目次](#)

[コメデンプンの形態](#)


6 湯炊きの最初の水温を決める

XやYが好きな人は



加熱し始め沸騰までの時間を計ります.....  分 → A

炊き始めるまえの水温を測りましょう.....  °C → B





沸騰温度(海拔の高さにもよりますが)一応..... 100°C

最初の湯炊き温度を求め.....  → y





①炊き始めから沸騰までの水温の差を求めます

まず 100°Cから  を引きます → 100 - 

②「①炊き始めから沸騰までの水温の差」を「沸騰までの時間」で割り、1分間あたりの上昇温度を求めます。

100 -  を  で割ります → (100 - ) ÷ 

③沸騰を10分にしたいとき、10分間に何度上昇できるか計算します。この釜の能力に合わせるのです。

(100 - ) ÷  に10(分)を乗じます → (100 - ) ÷  × 10

④沸騰温度100°Cから「③沸騰時間10分までに上昇できる温度」を引くと炊き始めに必要な水温が決まります。

 = 100°C - [(100 - ) ÷  × 10] 炊き始めの水温が求められます。

このように最初の水温を決めて炊き始める(湯炊きをする)と、炊飯量に比べて火力が弱く、沸騰遅れになる釜でもおいしいご飯がいただけるというお話。沸騰時間が大切！

まとめ & 計算例

図2-6 沸騰時間を炊き始めてから10分に合わせたいとき

$$Y = 100 - \left[(100 - B) \div A \times 10 \right]$$

$$= 100 - \left[(100 - 12) \div 19 \times 10 \right] = 53.6$$

沸騰温度 " 最初の水温

いつも遅れる沸騰時間

適正沸騰時間

約55°C

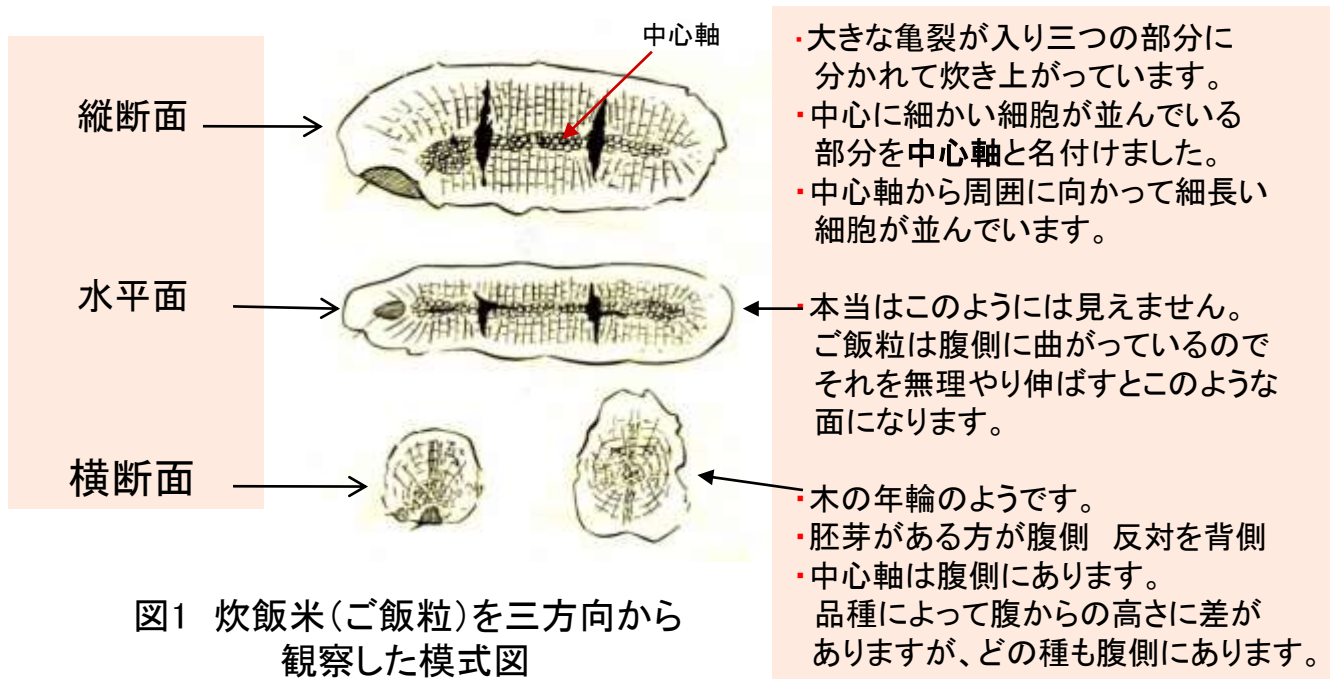
図2-6の場合、最初55°Cから炊き始めるとおおよそ10分で沸騰し、その後20分間高温を保つとおいしいご飯が炊き上がる。

Ⅱ コメデンプンの形態

1. コメ(炊飯米)の細胞構造 光学顕微鏡で覗いてみましょう …小さな米粒の規則性

長さはたった1cm前後のご飯粒
良く炊けたごはんには、組織や細胞に規則性が残っています

規則性がくずれ糊状になった米粒はとてもまずいご飯です



これが本当のご飯の細胞構造(縦断面)です。品種によって中心軸の高さや炊いた時の亀裂の状態がやや異なります。



2. コメ(米)のデンプングループとデンプンの配列

ご飯粒(炊飯米)の中はほとんどが膨潤したデンプン(澱粉)粒で満たされています。下の図で紹介しましょう。まず規則的に配列した細胞、その中にデンプングループがあり、そのデンプングループの中にデンプン粒がぎっしりと詰まっています。

乾燥したコメは堅くてプレパラートが作れないので、ご飯粒を標本にします。

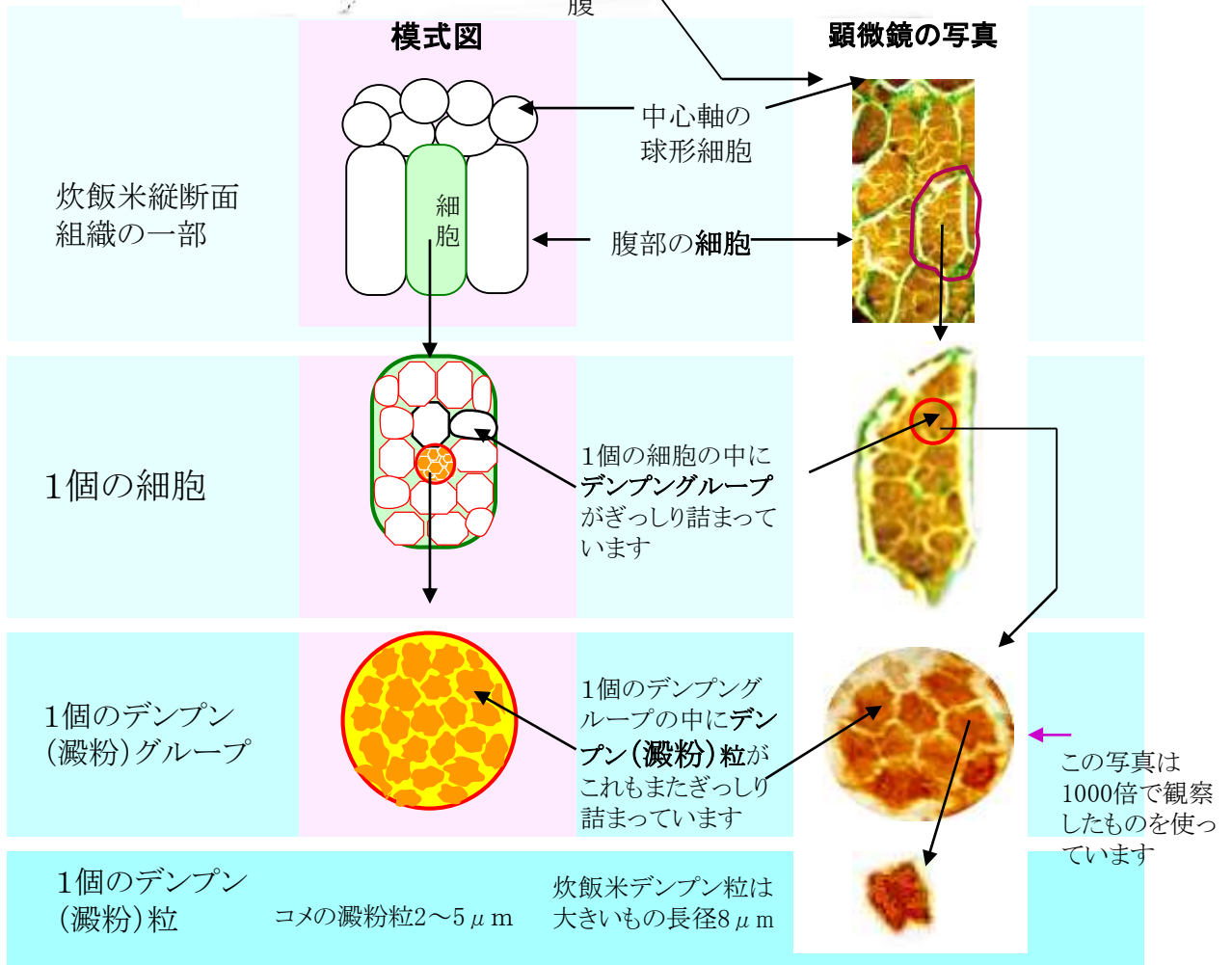
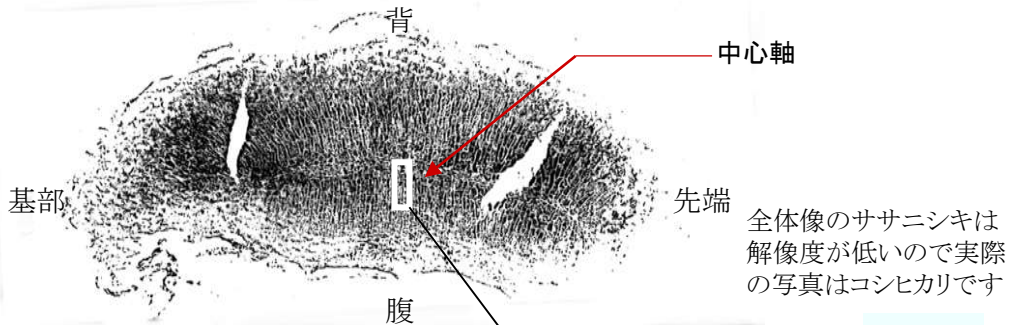


図3 炊飯米(ご飯粒)の細胞、デンプングループ、デンプン粒の構造

お願い:コメデンプンは微細で観察が困難なので、デンプングループを1個のデンプン粒としている報告もあるので確認しましょう

コメのデンプングループはどうしてできる

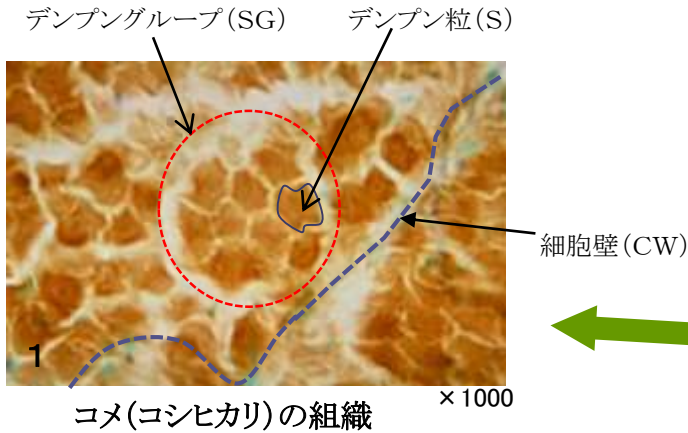
[炊飯の科学目次へ](#)

[おいしいご飯の炊き方](#)

3. コメデンプンのグループ形成および ジャガイモデンプンとの大きさを比較

コメのデンプンは「酵素の袋」と考えられるものの中で、いくつものデンプンがつくられるので、これが一つのグループとして観察されるのです。詳しくは川上いつゑ著「デンプンの形態」を図書館等でご覧ください。

炊飯米のデンプン粒は $5\mu\text{m}$ 前後です。同じイネ科のトウモロコシデンプンも同じくらいの大きさです。もっと小さなデンプンはサトイモのもので $1\mu\text{m}$ 。反対に大きいデンプンは、ジャガイモや百合根です。



青い点線部分が、細胞膜(CW)。赤い点線で囲まれている部分は、デンプングループ(SG)。その中にたくさんのデンプン粒(S)が詰まっています。

これは一つの酵素の袋の中でいくつものデンプン粒がつくられているからです(文献:川上いつゑ デンプンの形態 p.198 医歯薬出版株式会社)。ここでは平面の観察ですが、実際は下の電顕写真のように、ぎっしりデンプン粒が詰まっています。

上の炊飯米と同じ倍率の
ジャガイモデンプンです。



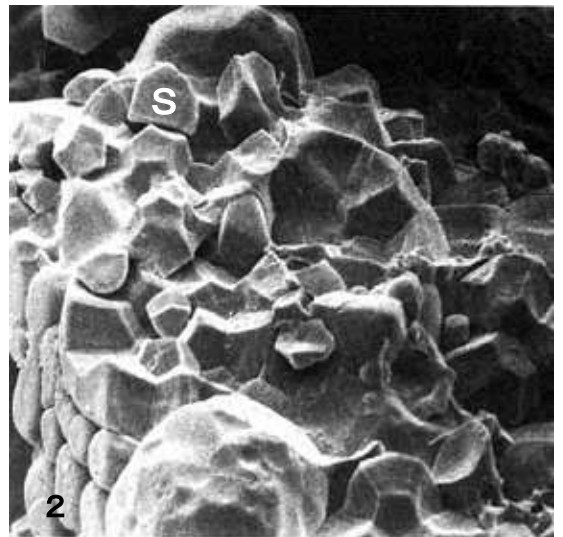
炊飯米一個のデンプン
1000倍

図4 コメ(炊飯米)とジャガイモのデンプンの大きさ

ジャガイモデンプン。観察したなかで最も大きいものを選びました。これは長径 $87\mu\text{m}$ 。炊飯して膨潤したコメデンプンは、大きいものでも $8\mu\text{m}$ と微細です。

川上いつゑ先生の電顕写真

3000倍で観察したものです(この写真の大きさが3000倍ではありません)。電顕では乾燥した状態で観察されます。コメのデンプン粒(S)が無数にみられます。



文献:デンプンの形態 p.24 医歯薬出版株式会社

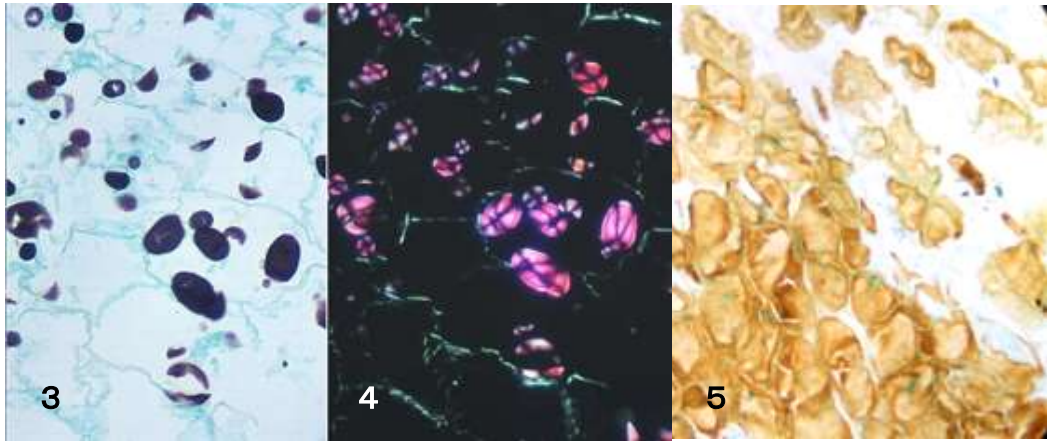
NEXT コメデンプンである染色の証明

[炊飯の科学目次へ](#)

[おいしいご飯の炊き方](#)

4. コメ(炊飯米)デンプンの染色の証明

皆さんがよくご存知のジャガイモの切片にライトグリーン、ゲンチャンバイオレット、ヨード・ヨードカリ染色をして、デンプンが識別できることを証明した写真です。



生のジャガイモの組織

写真3を偏光で観察

茹でたジャガイモの組織

生のジャガイモの組織
ライトグリーン部分には
細胞壁(CW)、これに
囲まれた部分が1個の
細胞。その細胞の中に
紫色に好染している
のがデンプン粒
×150

「写真3」を偏光顕微鏡で
観察。紫色に好染した同じ
部分に偏光十字が現れ
デンプンであることが
証明される
×150

茹でたジャガイモを同じ
方法で染色。
デンプンが薄茶色に染まり
細胞一面に広がり
デンプン粒(S)の
痕跡が残っている
×150

5. ご飯(炊飯米)のデンプン染色方法



光学顕微鏡を使った観察は、それぞれの物質に合った色づけ(染色)をして、組織のどの部分にどのような形で何が存在しているかを調べます。このように形を見ることを形態観察と言います。米飯を固定、脱水、包埋し5 μ m厚さの切片にしてライトグリーン、ゲンチャンバイオレット、ヨード・ヨードカリの三重染色をして観察します。

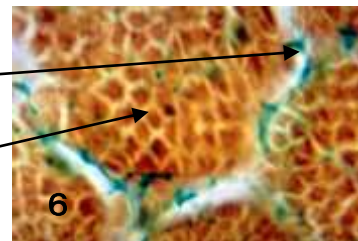
ライトグリーン(緑色):細胞質染色

米の場合この辺りに細胞壁がある

ゲンチャンバイオレット(紫):デンプンの染色を助ける

ヨード・ヨードカリ(青・紫・茶・黄色など):デンプン染色

デンプンの変化によって色も変化



炊飯米(ご飯)のデンプンも茹でたジャガイモと同様に発色しています

ご飯(炊飯米)の構造、細胞の並び方を「2、3、4の項」にも書きましたが、グリーンで囲まれたものが一つの細胞。その中にいくつもデンプングループがあり、さらにグループの中にデンプン粒がたくさん詰まっています。



NEXT クイズ

[炊飯の科学目次へ](#)

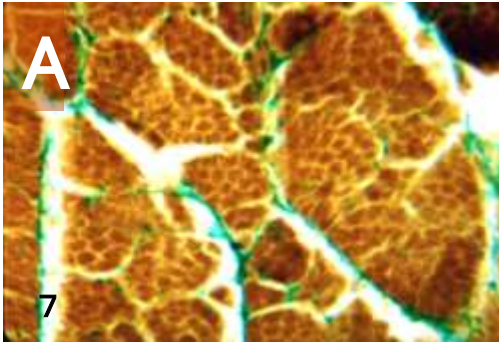
[おいしいご飯の炊き方](#)

6. クイズ

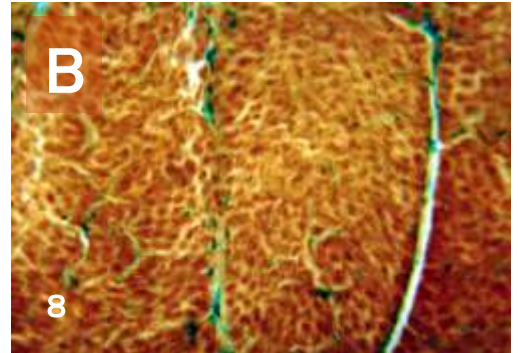
このコメ(米)粒の細胞組織の写真AとBは、同じ広島コシヒカリを炊いたものです。

問題1. 食感がよく噛みごたえもありおいしいご飯はどちらでしょうか。

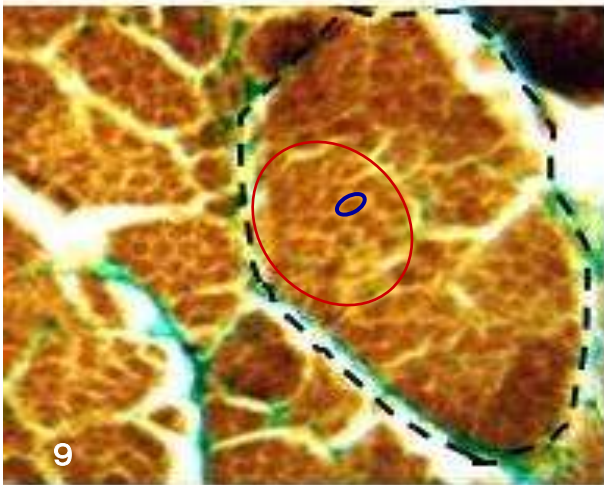
もう一方は柔らかく、水っぽくなったご飯。



おいしい
のは
A B



問題2. 炊飯したコメ(米)粒の細胞組織ですが、次のア、イ、ウに入るのは、a,b,c のどれでしょうか



黒の点線で囲まれた

赤い線で囲まれた

青い線の中は

a デンプン粒 b 細胞 c デンプングループ

解答 1. おいしいご飯はA Bは蒸らしすぎのご飯 → 11. 蒸らし過ぎ

2. アはb, イはc, ウはa

NEXT 炊飯米の形態 品種の差、
沸騰時間の差、炊飯料の差
など

[炊飯の科学目次へ](#)

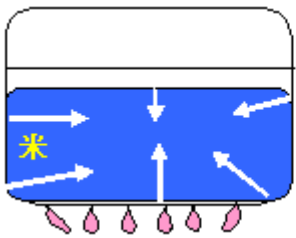
[おいしいご飯の炊き方](#)

7. クイズ

おいしいご飯が炊きあがるときの熱の伝わり方

A,B,Cからひとつ選んでください

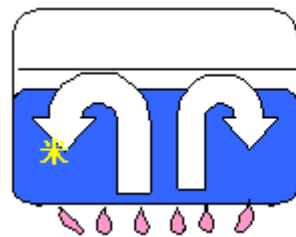
A



熱伝導形

米は動かず、釜肌からの熱を吸収して炊きあがる。

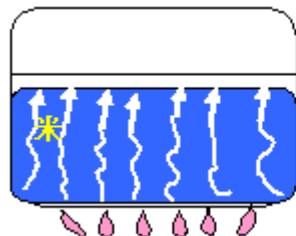
B



対流形

上下に渦を巻きながら、米も水も対流して、熱が全体に伝わり炊きあがる。

C

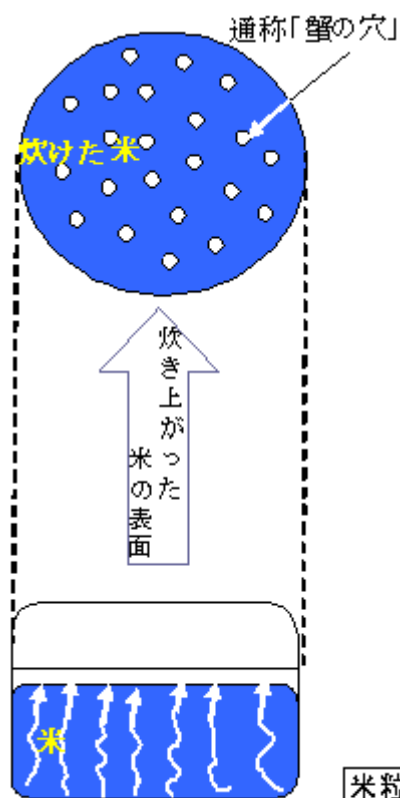


一筋上昇形

主に釜底から熱が伝わり、何本かの熱の通り道が上に向かってでき、米は上下せず、ほぼ元の位置で炊きあがる。

答え

正解は C

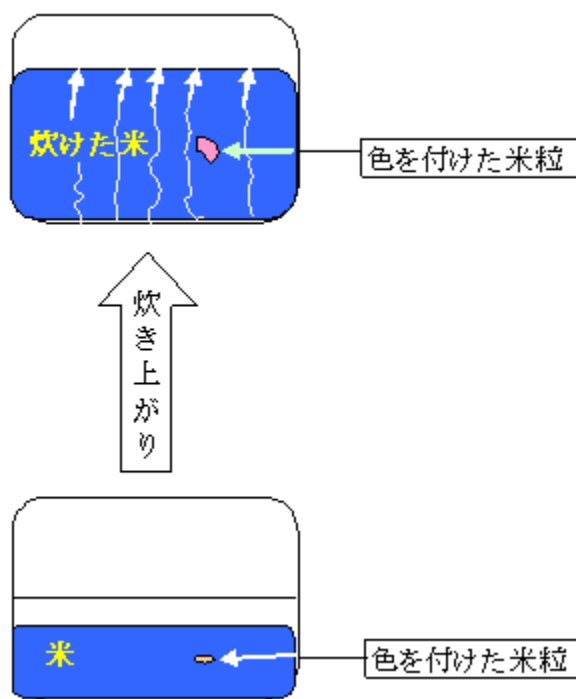


よく炊けたご飯は、タイミングよく適度な熱を受けて、釜底から徐々に気泡が上がり、さらに熱を得て、米層の上まで蒸気の穴が開きます。

炊き上がったご飯の表面に開いた穴は、多少 曲がりくねっていますが釜底まで続いています。

火力が弱いときは、この蒸気の穴は途中で止まってしまい、炊き上がったご飯の表面に穴は見られません。熱不足なため味が良いとはいえません。

米粒は最初の位置で炊き上がり、米粒はなぜ立つのでしょうか



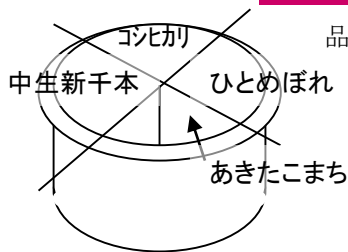
・ 炊飯中、米の位置が大きくいれかわることはありません。赤く色を付けた米粒を炊き始める前に入れると、炊き上がったときも同じ配置にとどまっています。

・ 炊き上がったご飯の高さは、最初の米の高さのおよそ倍になっています。

・ おいしいご飯の米が立つといわれるのは、強い蒸気が米粒の間を通り抜ける勢いで、米が立ち上がるからです。

重量では最初の米の約2.3倍に炊き上がります。

8. 品種の差による炊飯米組織形態の比較

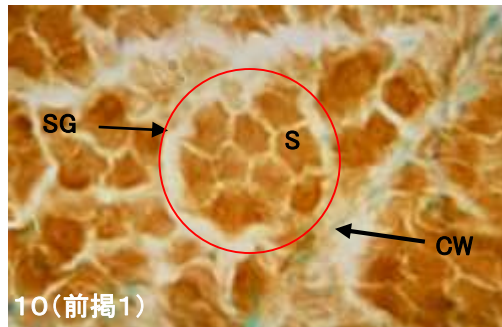


品種の差によって炊飯米(ご飯)の組織やデンプンの形態に差があるのでしょうか

釜内部を図のように仕切り、四品種のコメを同時に
適正炊飯。コメ粒の中央部分を観察しています。

図5 ガス炊飯器の内釜を仕切る

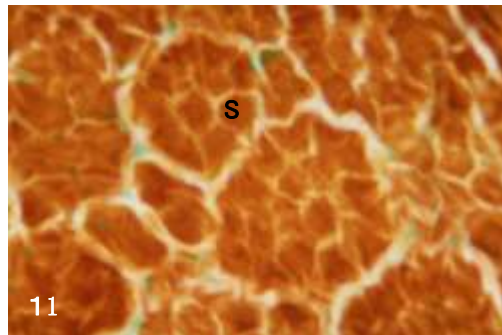
味もそれぞれに美味でした



←||| コシヒカリ(♀農林22号×♂農林1号)

○で囲まれた手まり状の固まりがデンプングループ(SG)。この中の顆粒がデンプン粒(S) ×1000

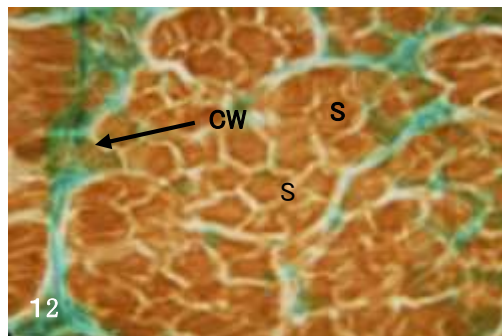
コシヒカリのデンプンは、十分膨潤したものでこのように多角形であり、グループの外縁まで粒と粒との間隙が鮮明です。他の品種では観察されない特徴です。この鮮明な構造が噛みごたえなどのコシヒカリの勝れた食感に影響していると推察しています。



←||| ひとめぼれ

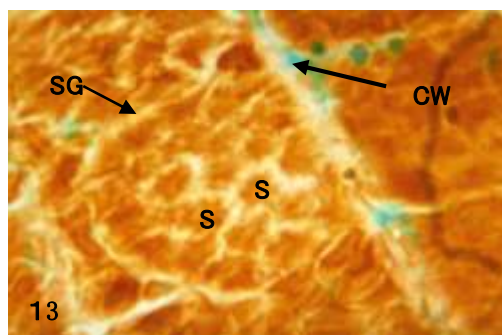
(♀コシヒカリ×♂初星《♀コシヒカリ×♂喜峰》)

二代にわたり母方がコシヒカリ、その特性を継ぎコシヒカリに似た形態を持っています。しかし、コシヒカリほど鮮明ではありません。×1000



←||| あきたこまち(♀コシヒカリ×♂奥羽292号)

母方がコシヒカリ。グループの境界は、上の二品種に比べ鮮明さがやや欠けていますが、デンプン粒はしっかり膨潤しながら多角形です。×1000



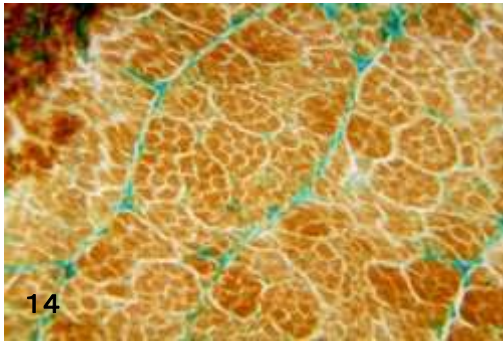

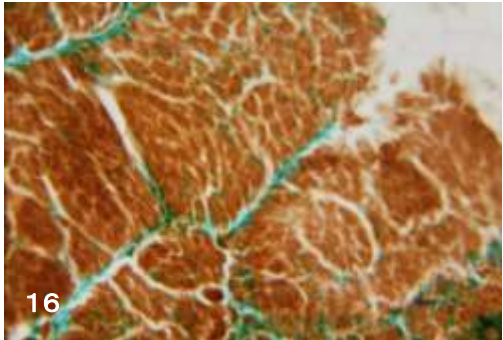
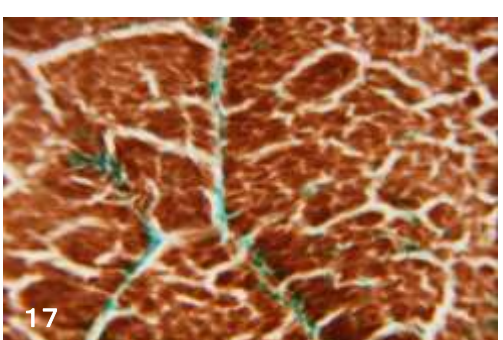
←||| 中生新千本

(なかにしんせんぼん: ♀農林22号×♂隼)

母方がコシヒカリと同じ農林22号です。像はコシヒカリとは異なり、デンプングループ内のデンプン粒はコシヒカリのようにはっきりした多角形ではなく、グループ周辺部では、粒と粒とが密着して観察される部分が多いのです。デンプン粒の膜または隔壁がコシヒカリほど強くないのでしょう。×1000
*** どなたか調べてください ***

9. 沸騰おくれの炊飯米組織形態とネバ

適正加熱過程と沸騰遅れについて四品種調べましたがここでは、二品種について比較しましょう。

| | コシヒカリ | 中生新千本 (ナカデシセンボン) |
|--|---|--|
| <p>適正加熱した炊飯米組織</p> <p>図5と同様釜内部を仕切り同時炊飯</p> |  <p>14</p> |  <p>15</p> |
| <p>沸騰遅れの炊飯米組織</p> <p>図5と同様釜内部を仕切り同時炊飯</p> |  <p>16</p> |  <p>17</p> |

この写真から、微細な変化ですが、どのような差をご覧になりましたか。

炊き方や品種で味や食感の違いがありますが、組織や細胞、デンプンの状態も違います。

加熱後20分前後またはそれ以上沸騰が遅れると米粒周辺にデンプンがのり状に溶け出しネバが大量に出ます。このネバが釜底に張り付いて特有の悪臭となるようです。これは、もっともまずい炊き方なので注意しましょう。こんな時は湯炊きにします。

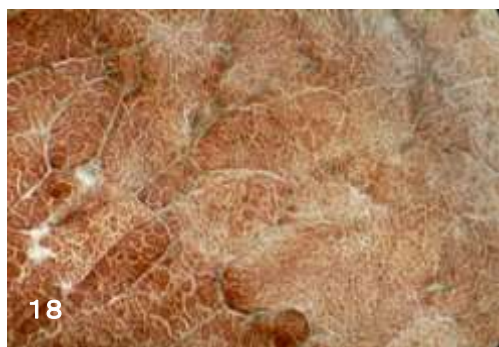
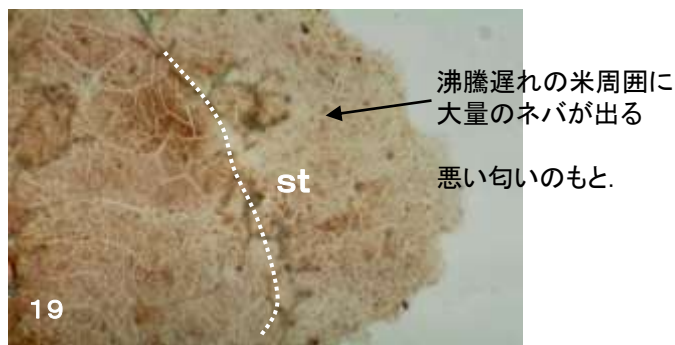


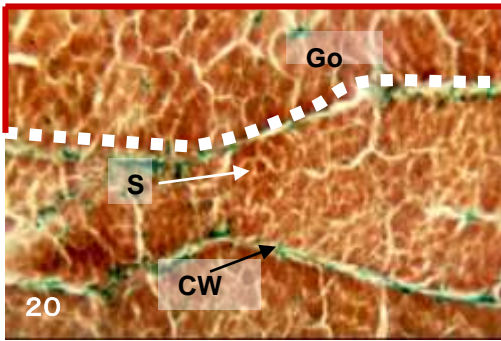
図10 b: 沸騰遅れの炊飯米周辺部
× 100



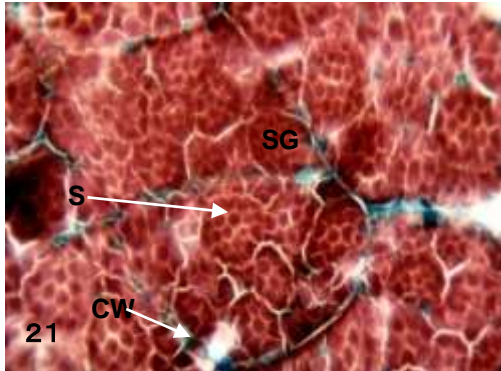
a: 沸騰が遅れると米周辺に「ねば(st)」が出来る。× 100

10. 沸騰時間の差による炊飯米組織形態の比較

試料はすべてコシヒカリです。

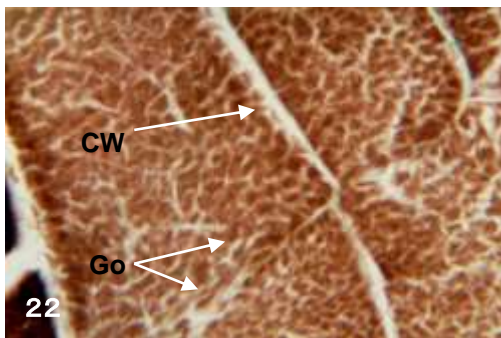


適正加熱したの炊飯米組織
細胞やデンプングループの形態を残しながら、デンプンは良く膨潤している。よいご飯の組織。また 部分的(白い点線の上部)にデンプン粒が同一方向に流れるような動向性(Go)がみられます。×400

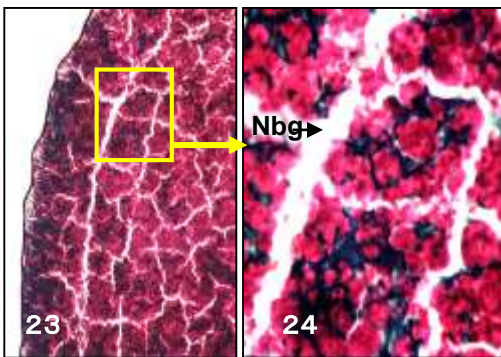


沸騰が早い炊飯米組織
加熱後6分と沸騰が早く、その後98℃以上20分間を経過した米粒組織。細胞やデンプングループの形態を鮮明に残しながら、デンプン粒は膨潤していますが、これもよい状態(おいしいご飯の組織)です。×400

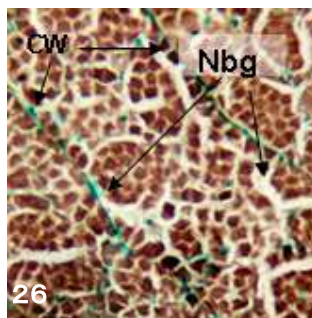
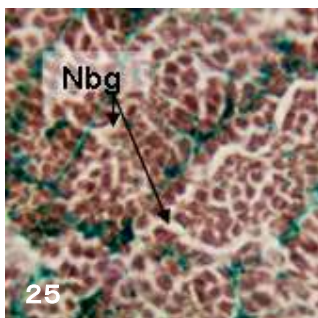
このように沸騰は早い場合は、あらかじめ十分吸水していることが大切。



加熱後19分と沸騰が遅れた炊飯米組織
デンプングループがほとんど消失し、やや動向性が多く見られ、このご飯はまずく、においも食感も悪いご飯です。それを解決するには、炊き始めの温度を高くして沸騰時間を12分前後に合わせます。×400



参考: 浸漬したコメの組織.(加熱前)
亀裂はコメの組織に関係なく生じ、この部分に吸水する。×40
ライトグリーン好染部分は細胞質。
赤色好染の顆粒はデンプン粒、白い亀裂(Nbg)部分に吸水。炊飯が始まると徐々に亀裂は消失し、組織本来の規則性を保ちつつ膨潤します。×100



M施設の場合
加熱後6分と沸騰が早く、すぐ火が切れたご飯です。

熱不足の組織
膨潤しきれない多角形のデンプン粒がみられ、芯(Nb)を残します。芯部分には、写真23・24と同様な亀裂(Nbg)が残ります。×400

11. 炊飯量の差による炊飯米組織形態の比較

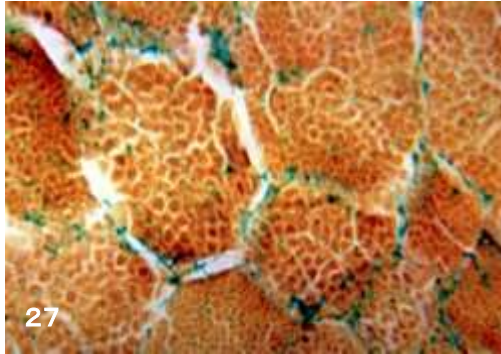
家庭の炊飯、病院や工場給食の大量炊飯さらに市販の包装米飯など、大量少量にかかわらず「一粒の米が良く炊き上がるためには、同じタイミングで同じ量のエネルギーが必要なのです。

それは、20人の教室、200人の大教室、1000人の講堂の授業でも、一人一人の学生さんが大切なと同じなのです。

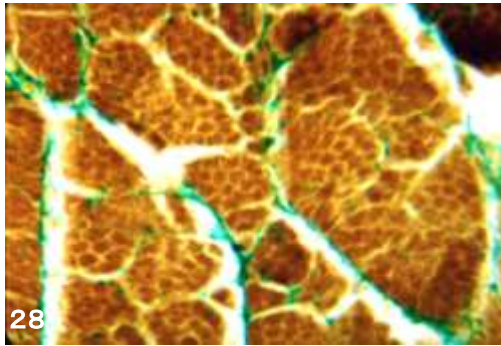
おいしいご飯が炊き上がる条件は次のようでしたね

加熱後8～15分の間に必ず沸騰し始め、沸騰後は98℃以上20分間(蒸らしを含み)継続させることなのです。余熱がとても大切です。

次はどれも「おいしいご飯が炊き上がる条件」で炊いたものです。家庭の五合炊き、集団給食の縦型炊飯器、工場のライスボイラー、市販の包装米飯(ベルトコンベア状に火力調節した釜)です。

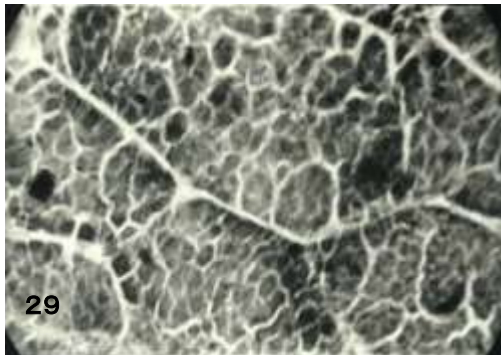


家庭用ガス炊飯器五合炊き(コシヒカリ)
420g(三合)を適正炊飯した米粒組織
細胞壁(CW)、デンプングループ(SG)、
デンプン粒(S)共に崩壊はほとんど無く
鮮明な組織。良いご飯です。×400

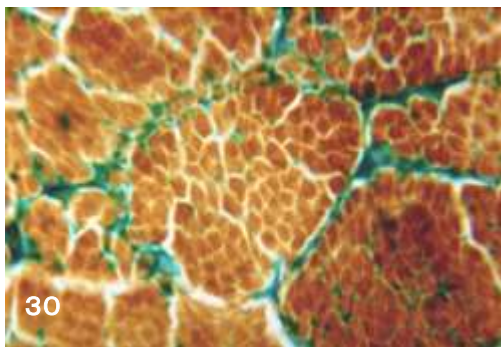


病院給食縦型炊飯器(コシヒカリ)
米3kgを適正炊飯した米粒組織。
デンプン粒が膨潤しながら鮮明な組織。
これも良いご飯です。×400

写真27.28.30は、
コシヒカリのデンプン配列の
特徴が良く出ています



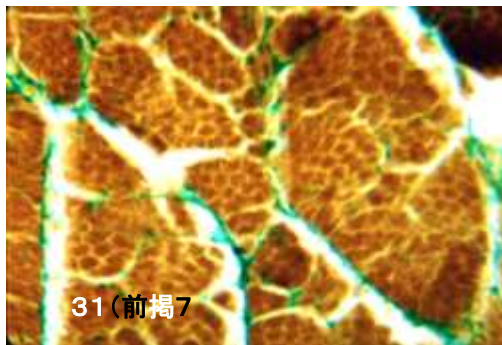
工場給食ライスボイラー(品種不明)
大量のコメ28kg炊飯した米粒
歯ごたえのあるよいご飯に仕上がった。
蒸気圧2.0kg/cm²で炊き8分で沸騰、
その後16分経過(加熱後24分)してに
蒸気を切り、蒸気を抜きます。
沸騰後98℃20分経過。×400
1973年10月21日 広島国鉄工場で実験し、
得た組織です(カラーは高価でした)。



包装米飯(S&Bの280g入り)(コシヒカリ)
表示通り500W電子レンジ3分加熱し88℃
の米粒。組織形態が美しく、味も食感も
良い。優れた商品に感動したこともあり、
エスビー食品株式会社に問い合わせ、釜
と炊飯過程を確認。「適正加熱後無菌状態
でバック詰めを行った」ものと確認しました。
×400

12. 折角おいしく炊けたご飯を蒸らし過ぎた場合

蒸らしすぎるとご飯は噛みごたえがなく水っぽく味が落ちます。折角おいしく炊き上がったご飯の味も台無しになってしまうので注意しましょう。



病院給食縦型炊飯器 米3kg(前掲)を
適正炊飯した米粒組織 良いご飯 ×400

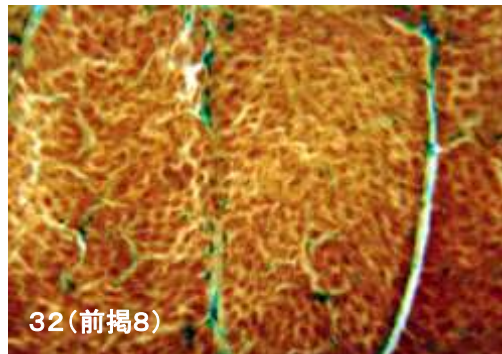
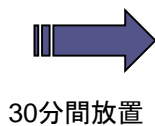
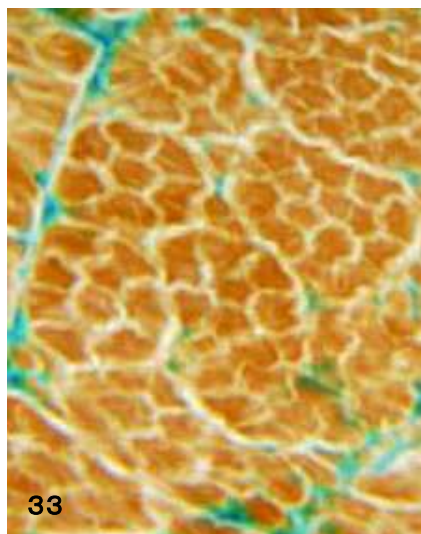
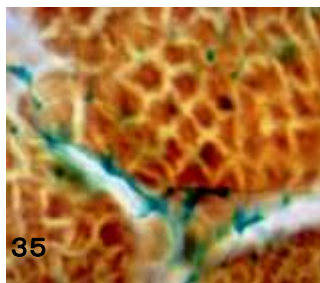
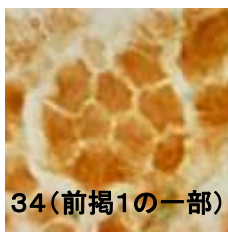


写真31の米飯を蒸らしすぎた米
デンプングループが崩壊した部分が多く
弾力性を失い、水っぽく好ましくない状態
に変化 ×400

13. 美しいコシヒカリのデンプン粒配列の特色 (適正炊飯)



重要

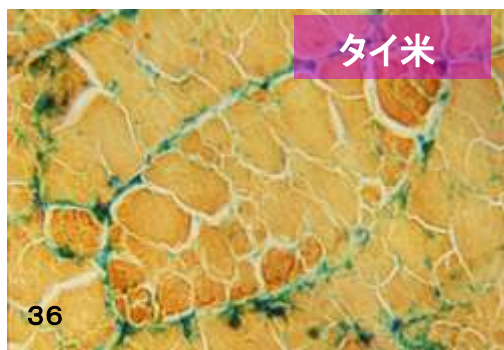


炊飯米コシヒカリのデンプン粒配列が
直線上に二段三段と重なった部分が
観察され、あたかも石垣のような部分
が多く観察されます。

他の品種にはこの鮮明な形態がなく、
コシヒカリを見分ける最大の手がかり
です。

これまでに観察した新潟県産、千葉
県産、石川県産、広島県産のコシヒ
カリすべてに共通しました。

その他の米

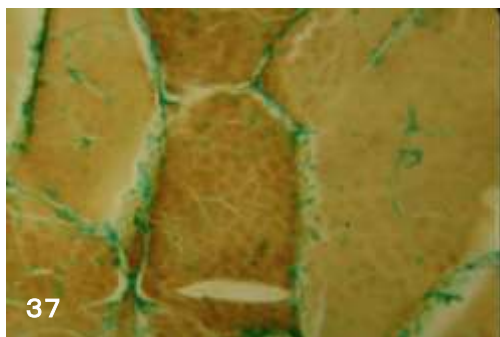


1994年の干ばつのため米が緊急輸入され、この時も中国米、タイ米、カルフォルニア米、日本米をガーゼで仕切り同時に適正炊飯をしました。タイ米のみ紹介します。

タイ米 デンプングループ内が糊状。食すとざらざらと米が崩れる食感があり、澱粉グループ単位で崩れていると推察。×400 インディカ種なりに適切な炊飯方法を行うことが大切です。

カルフォルニア米と中国米は細胞やデンプングループ、デンプン粒ともに崩壊がほとんどな日本米と大きな差はありませんでした。

14. 冷凍・解凍米 塩飯 粥 他



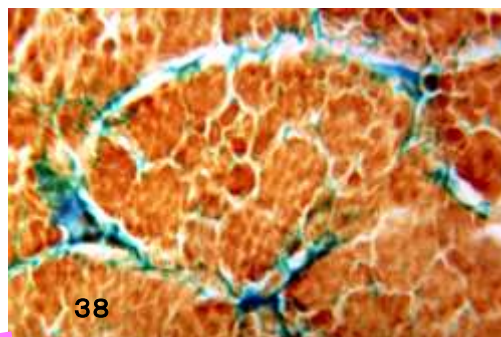
37

冷凍米 解凍せず(コシヒカリ)

「写真27」の炊飯米の一部を冷凍した組織。細胞の崩壊は少ない、デンプン粒、デンプングループともに不鮮明で糊状に見えます。×400



電子レンジ
解凍

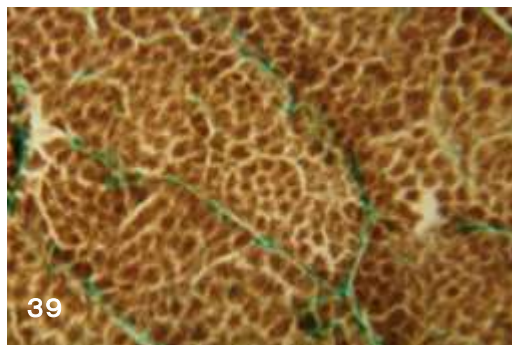


38

解凍米

「写真37」と同じ冷凍ご飯を電子レンジ高周波出力600W4分間解凍・加熱し内部温度80℃になったもの。デンプングループ、デンプン粒ともにコシヒカリと判断できる程度に回復しています。×400

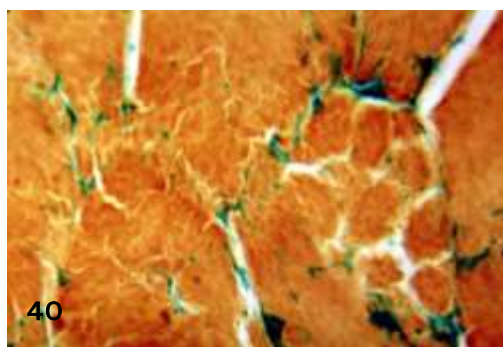
課題:加熱温度90℃前後の観察が必要です。



39

塩飯(コシヒカリ)

細胞やデンプングループおよびデンプン粒の崩壊が少ないので、この図以外の部位や個体ではデンプン粒が膨潤していないなどの像がみられました。塩を加熱以前から加えたため、組織への吸水に影響があると推察しています。×400

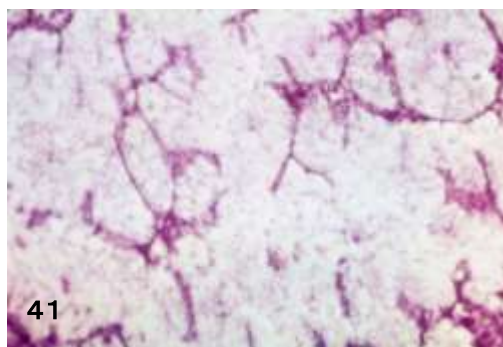


40

粥(コシヒカリ)

細胞内でデンプン粒やデンプングループの痕跡が失われている部分が多いのですが、部分的にデンプングループとその中にデンプン粒が残存しています。×400

粥は沸騰後、弱火にして1時間加熱した。



41

コメ(炊飯米)のたんぱく質

アクロレインシッフ染色。×100

細胞壁付近が好染
ここで顆粒状に観察される粒はデンプングループです。デンプン粒は低倍であるため判別できません。

米は淡泊な味なので、私たちの食事は和洋華折衷 どの国の料理にも相性がよく栄養バランスがとりやすいのです

具体的な、食材料や料理の組み合わせ方は、**左側インデックス 子どもの食事内の主食、副菜、主菜をそろえて元気な子、子育て成功献立の立て方**をクリックしてください。

食べ盛りの中学生の分量ですから、年齢や体格を考えて分量を加減してください。主食、副菜、主菜などに展開した食材料のバランスはどの年齢も同じです。



血や肉をつくる食品

私たちの体をつくる食品群です。主にたんぱく質源ですが、骨をつくるために牛乳とその製品や、大豆とその製品も大切です。

力や熱(体温)になる食品

私たちが生活し活動するためのエネルギーになる食品群です。主に糖質や油脂が主成分の食品です。

体の調子を整える食品

私たちが快適に生活し活動するために必要なビタミンや無機質が多く含まれる食品です。特にガンを予防するカロテンやビタミンCを多く含む**緑や黄色の濃い野菜**を毎日100g以上取りましょう。

メモ: 血や肉を作る食品に含まれる油脂もエネルギーになりますし、たんぱく質も少し複雑な経路で必要に応じてエネルギーにかえられます。

野菜果物海藻全体では最低360g

主食などの糖質から50~60%のエネルギーをとることが生活習慣病を予防して健康づくりに最適です

コメの主成分であるデンプンは有効なエネルギー源 余分な回路を通らないで、エネルギーを産生します。スポーツ時には特に大切

デンプンが消化されてつくられるグルコースがからだの細胞に取り込まれてエネルギーを産生

脳には特にグルコースが必要とされています

主食(主にデンプン)を無視したダイエットはおすすめできません



おいしいご飯にいろいろな食材や料理を組み合わせ、元気で毎日をすごしましょう

食事バランスガイド

炊飯の科学目次へ [おいしいご飯の炊き方](#)

現在は平成17年6月に農林水産省と厚生労働省により、示され**食事バランスガイド**をすすめています。これは「食事の基本」を身につけるための望ましい食事のとり方やおよその量をわかりやすく示しています。詳しいことは次のホームページを利用してください。

http://www.maff.go.jp/j/balance_guide/index.html

ここでも**主食**をしっかりとるように示されています

例 次の夕食は、材料費160円程度ですがバランスがとれています。
主食がご飯の場合は、適量の油脂で献立がまとまりやく、上手にダイエットできます。

食事バランスの計算

| | 主食 | 副菜 | 主菜 |
|----------|----|-----|-----|
| 米飯 | 2 | | |
| 魚のカルパッチョ | | 2 | 2 |
| 三つ葉の卵とじ | | 0.5 | 0.5 |
| 海苔 | | 0.5 | |
| あら炊き | | 0.4 | |
| | 2 | 3.4 | 2.5 |

| | |
|----|----------------|
| 1群 | ハマチ 卵 |
| 2群 | 海苔 |
| 3群 | トマト チシャ 三つ葉 |
| 4群 | 大根 キュウリ 玉葱 リンゴ |
| 5群 | 米飯 |
| 6群 | サラダオイル |

六つの基礎食品もそろいました

2008年初夏の夕食

一粒の米(コメ)の姿

[炊飯の科学目次へ](#) [おいしいご飯の炊き方](#)

あとがき

炊飯米の形態学的研究

—加熱過程の差, 品種による差, 炊飯量の差における炊飯米粒組織の観察—

今中鏡子 加藤集子 川野純子 田方真由美 畠山敏慧

Kyoko IMANAKA, Aiko KATO, Junko KAWANO, Mayumi TAGATA, Toshie HATAKEYAMA

key word: コメデンプン, コシヒカリ, 炊飯加熱過程, 光学顕微鏡観察, 炊飯米の構造
2006

広島文化短期大学紀要 第39号 (7頁-25頁)



2009年度より広島文化学園短期大学



1960年代電気釜やガス釜が一般家庭に定着し始めた頃、熊田ムメ教授の米の研究を頼って、全国の製造元各社から炊飯器の性能検査を依頼され、釜内部の温度測定や味覚テストが盛んに行われました。こうしたテストと併行して「おいしいご飯が炊ける局限」を追求し大学・短期大学がチームを組み、各種実験を行っていましたが、著者は、組織学的形態観察を担当し、その権威である広島大学川上いつゑ教授の指導を仰ぎました。

1969年味覚的においしいご飯の細胞や組織を観察することに成功し、適切な加熱過程を経た炊飯米の細胞や組織は破壊が少なく規則性を保ち、鮮明な像であることを確認しました。次いで1971年不適切な加熱過程の炊飯米組織は、不鮮明で破壊された組織が多いことを確かめ、適正加熱した米飯との比較が可能となりました。1972年には炊飯米を横断面(Cross section)、縦断面(Longitudinal section)、水平縦断面(Sagittal section=矢の方向)の三方向から観察し構造を明らかにしました。

1977年以降は、米の観察を中断していましたが、最初の論文から28年を経てM施設から「マイコン内臓五升炊きガス炊飯器でおいしいご飯が炊けないので調べて欲しい」との依頼があったのをきっかけに、加熱過程の差、米の品種の差、炊飯量および釜の差等について追試を行いました。ちょうど、この1998年に退職しましたが、当時の広島文化短期大学(現在は広島文化学園短期大学)のご好意で従来通り研究室を使わせていただき、ようやく基本的な観察をおえることができました。

発表は、カラー写真が多いこともあり、広島文化短期大学紀要に掲載をお願いをしました。

思いがけずカラーの印刷代も短期大学が負担してくださいました。
暖かいご援助に感謝し厚く御礼申し上げます。

お力添えいただき



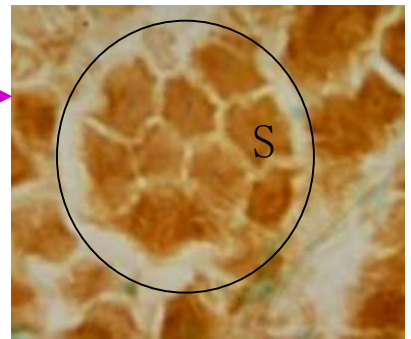
食品形態観察のご指導をいただきました川上いつ彥先生、プレパラート作成の技術をお教えくださいました田村咲江先生、故和泉公子先生、また、当初から長年にわたりたくさんの試料と情報をご提供くださいました橋本萬亀雄様、および試料提供と専門的なご助言をくださいました食協株式会社井尻哲様、恵南悦明様、さらに炊飯米試料を提供くださいました穂山宏子様、工場の炊飯実験に熱心にご協力くださいました当時の国鉄広島工場の皆様に心より深く感謝申し上げます。

小さな米粒の中にミクロの美しい規則性がありました。



あまりに美しいので
再度登場

おいしいご飯の組織
基準の写真



友人たちが笑います
「おいしいご飯は炊飯器が炊いてくれる」
本当ですね
自動炊飯器を開発し製作された
たくさんの皆様に
感謝しましょう

