

炊飯の形態学的考察

今中鏡子^{*}・藤井純子^{*}・川上いつゑ^{**}

Morphological studies on the cooked rice

Kyoko IMANAKA, Junko FUJII and Itsue KAWAKAMI

緒言

種々の条件下における炊飯実験において、炊飯の組織学的形態変化を観察するにあたり、その基礎として、組織学的構造を把握する必要性に迫られた。そこで、一般に、硬質米といわれるシンセンボン（広島県産）を主体とし、比較のため、軟質米に属するサワニシキ（山形県産）、ササニシキ（岩手県産）、トヨニシキ（岩手県産）の4品種について、その構造を観察した。

実験方法

1. 炊飯方法

a) 炊飯米の組織学的構造を観察するため、前報⁸⁾で報告したものと同一方法で米100gを少量炊飯した。また、これまでの実験から、沸騰が加熱後8分～10分と比較的早く起ったものほど、組織学的構造を明瞭に観察できることから、今回も加熱後8分～10分の間に沸騰が起るように火力を調節した。沸騰後は、98℃以上20分間¹⁾を経過し、炊きあがった炊飯米を試料とした。

b) サワニシキ、ササニシキ、トヨニシキ、シンセンボンの4品種を同時に同一釜内で炊飯した。そのうち、好的条件で炊いた「おいしい御飯」の組織を一部掲げる。この場合の炊飯方法は、釜内部をガーゼで放射状に4つに区切り品種別に米250gづつを入れて炊いた。区切りに用いたガーゼは、糸をさらに抜きとり、熱伝

達の抵抗をなるべく軽減するように努力した。

用いた釜は、パロマガス炊飯器LPガス/P20である。釜内部温度の測定には六点式熱電対温度計を用いた。

2. 試料切片の作成

切片の作成にあたっては、炊飯後、試料をカルノア氏液で固定し、アルコール脱水の後、常法に従ってパラフィン包埋し、厚さ5μの薄片とした。

切片の方法は、第1図のようにSagittal section, Cross section, Longitudinal sectionの3方向から行った。包埋後、5μの切片にするが、この時、炊飯米のように、非常に硬い組織を切る場合は、マイクローム刀を、ブロック面に対して、できるだけ角度を大きく（25°前後）かたむけて、あてた方が、スムーズに切れるようである。

3. 染色

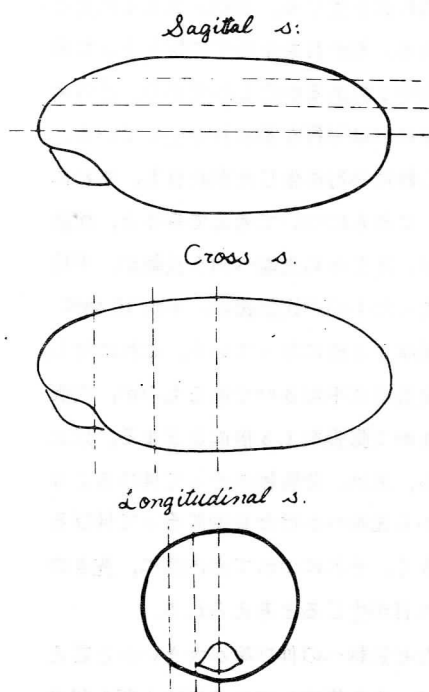
スライドガラスに切片をとり、1～2日間乾燥した後染色するが、乾燥の期間は、大気中の湿度によって異なる。例えば、湿度が40%と、たいへん乾燥している日には、4時間～6時間乾燥すれば染色できる。

染色には、蛋白質、細胞質検定のためにライトグリーンを、澱粉粒観察のためにゲンチャンバイオレット、およびヨード・ヨードカリの三重染色を行った。

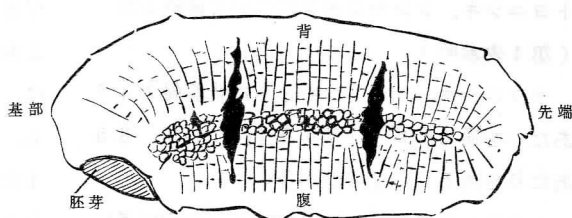
* 集団給食管理研究室

** 広島大学東雲分校

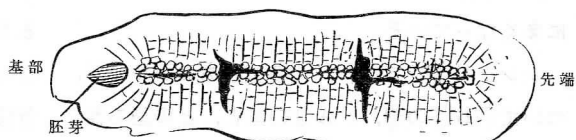
第 1 図



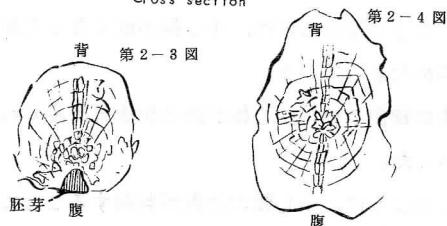
第 2-1 図 Longitudinal section



第 2-2 図 Sagittal section



Cross section



第 3 図

第 1 表

中心軸の位置

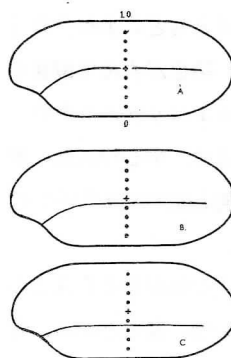
実験結果および考察

A) 基部から先端へ向う中心軸の位置

第 2-1 図は、炊飯米を Longitudinal section した模式図である。胚芽がある側を基部、反対側を先端という。

胚芽近くから先端へ向って小さな長短軸の等しい四角ないし多角の細胞が続いている。これを中心軸と呼ぶ。この中心軸は、どの炊飯米にも観察できる。今回 88 個の炊飯米について鏡検した結果は、第 3 図・第 1 表のとおりである。

すなわち、背腹軸を 10 等分し、腹側を 0、背側を 10 とした場合、中心軸は、どの炊飯米でも必ず 3~5 の間を通るように存在している。88 個のうち、1 個だけが、ちょうど「3」の位置を通るように中心軸がのびているが、他のものは次の 3 つの型にわけられる。



中心軸の位置の型	(個)			
	米の量	サウニシキ	ササニシキ	トヨニシキ
A	11	5	21	25
B	46	56	65	88
C	43	89	14	39

5.0 あたりを通るもの

4.5 あたりを通るもの

3.5 あたりを通るもの

の 3 種類になる。「3.0~3.4」、「3.9~4.4」、「4.8~4.9」を通るものは少ない。)これを図のように、5.0 あたりを通るものを「A」、4.5 あたりを通るものを「B」、3.5 あたりを通る

ものを「C」としてサワニシキ、ササニシキ、トヨニシキ、シンセンボンについて観察した（第1表参照）。

サワニシキ、ササニシキともに背腹軸の4.5あたりを通る「B」の型が多く、ついで、3.5あたりを通る「C」の型が多い。

トヨニシキでは、やはり、「B」の型が多いが、5.0あたりを通る「A」の型が21%と次に多くなっている。

シンセンボンでは「C」の型のものが多いが、ついで「B」の型、「A」の型と、どの型も他の品種に比べて比較的 평균している。

「C」の型のものは、中心軸が低くなって腹側にかたよっている。

また背側半分に中心軸が通る炊飯米はみられなかった。

このように、中心軸の位置が判明することによってCross sectionの観察が容易になった。Cross sectionを観察する場合、4mm前後の切片の背腹を記憶してスライドグラスに取ることはむずかしい。しかし、ほとんどの米が「B」か「C」の型であるため、染色がすんで鏡検の段階で判別できる。photo 1はササニシキのCross sectionである。まず、中心軸に近い側を腹側とし、反対側を背側と定めてまちがいない。

背腹軸の5.0あたりを中心軸が通る「A」の型であれば、更に、細胞の型、数などから、背腹の判断がつけられる。この型は比較的少数である。

また、背側の細胞数と、腹側の細胞数とを比べると、背側の方が細胞数が多い。米を炊いた時、炊飯された米の背側の方がのびているのは、このように細胞数のちがいによるものと判断される。

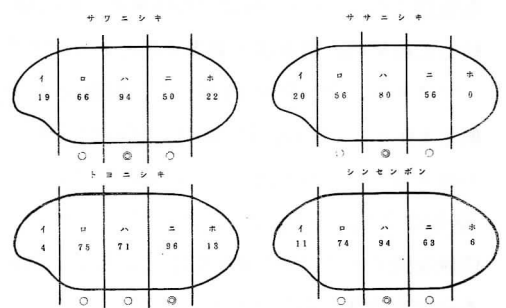
B) 炊飯米の割れ目の発生箇所

炊き上った米は、どの米も必ず、1つから5つまでの割れ目を生じる。photo 2,3,4に見るとおりである。割れ目を生ぜずに炊き上った米は、100粒中1粒あるかなしかである。どの米も、背腹軸にはほぼ平行な割れ目を生じている。また、中心軸に平行に生じた割れ目も、まれに見られる。これらについて考えてみると、炊飯前の米では、基部から先端へ向う長軸が、平均5.5mmであったものが炊飯後は、平均10mmになり、膨張率1.8倍になっている。これに対し、背腹軸は炊飯前に平均3mmであるものが、炊飯後は平均4mmで膨張率1.3倍にとどまる。以上のことから、米は、背腹軸にそって伸びるよりも、基部から先端へかけた長軸にそって伸びる割合が大きく、それにつれて米内部に、先きのような割れ目が生じると考えられる。

また、なぜ長軸への伸び率が大きいのかと言えば、これは、米を構成している細胞1個1個の膨張についてのべなければならぬ。現在のところ、生の米について、その組織学的構造を明確に把握していないので、このことについては今後、更に究明してゆきたい。

さて、割れ目の発生箇所について第4図のように、炊飯米を5つに区切って比較観察した。

第4図 割れ目の発生箇所 (%)



サワニシキ イ部：19%，ロ部：66%，ハ部：94%，ニ部：50%，ホ部：22%
これは100個の炊飯米のうち、94個が「ハ」の部分に割れ目が生じているという意味である。「ニ」の部分には100個のうち50個の炊飯米に割れ目がみられる。図中◎印の部分が最も多く、ついで、○印の部分に多い。

ササニシキ イ部：20%，ロ部：56%，ハ部：80%，ニ部：56%，ホ部：0%
トヨニシキ イ部：4%，ロ部：75%，ハ部：71%，ニ部：96%，ホ部：13%
4品種のうち、このトヨニシキだけが「ニ」の部分に、ほとんどの米が割れ目を生じている。

シンセンボン イ部：11%，ロ部：74%，ハ部：94%，ニ部：63%，ホ部：6%
サワニシキ、ササニシキと同様、「ハ」の部分に割れ目を生じる米がほとんどである。

C) 炊飯米1個あたりの割れ目の発生数

1個あたりの割れ目の発生数は第2表のとおりである。

第2表 割れ目の数 (%)

割れ目の数 米の種類	サ ワ ニ シ キ	サ サ ニ シ キ	ト ヨ ニ シ キ	シ ン セ ン ボ ン
1 コ	4	23	8	9
2 コ	47	39	25	35
3 コ	31	31	63	47
4 コ	14	4	4	9
5 コ	4	4	0	0

サワニシキ 2個が最も多く、ついで3個。
ササニシキ 2個が最も多く、ついで3個。
1個だけのものも他の品種に比べて多い。

トヨニシキ 3個が多く、ついで2個。
シンセンボン 3個が多く、ついで2個。

以上のように「中心軸の位置」、「割れ目の発生箇所」、「1個あたりの割れ目の数」など、炊飯米を数多く統計的に比較すれば品種毎に、それぞれの特色があげられる。

しかし、上にのべた実験方法では、組織や細胞について、形態的に顕微鏡観察する場合は観察にさしさわるほど品種別による差は、ほとんど見られない。

D) 実 例

photo 2 はシンセンボンの、photo 3 はサワニシキの、photo 4 はササニシキの Longitudinal section である。いずれも、胚芽近くから先端へ小さな長短軸の等しい四角ないし多角の細胞が続いている。これが、中心軸の特徴である。この中心軸から、背側、腹側に向って細長い細胞が伸びている。そして、炊飯米が多少変形していても、中心軸の流れから、胚芽の位置がわかる。特に、胚芽近くには、小さな細胞の特有な集まりも見られる。胚芽の位置がわかれば、自ずと、基部、先端、背側、腹側が判明する。このシンセンボン、サワニシキ、ササニシキともに腹側の細胞数が少なく、背側の細胞数が多いことがわかる。そのため、腹側に向ってわん曲している。

シンセンボンおよびササニシキは適度な熱を得て炊き上った「おいしい御飯」で澱粉が膨潤しているが、サワニシキは沸騰が早いいため水分を十分に吸収できず、澱粉の膨潤が少ない。そのため、細胞間にやや間隙が多い。

第2-2図は、Sagittal sectionの模式図である。基部から先端へ向って中心軸があり、そこから両側へ細長い細胞が並んでいる。炊飯後の米は腹側へわん曲しているため、1個の米で第2-2図のような型を見ることはむづかしい。しかし、比較的わん曲が少い米ではSagittal sectionしても、胚芽から先端へかけて中心軸がほぼみられる。

第2-3図、第2-4図はCross sectionの模式図である。第2-3図は胚芽を通るようにCross sectionしたもので胚芽近くに中心をもつ放射状がみられる。

さらに、米の中央や先端近くをCross sectionすると、前掲のphoto 1や第2-4図のような美しい放射状がみられる。

E) 好適条件で炊飯された「おいしい御飯」の組織

さきに、実験方法の中でのべたように、4品種の米を同時に炊飯した。釜内部温度の測定位置は第5図のとおりである。第6図は、その炊飯の一例で、グラフのような釜内部温度で炊飯した。

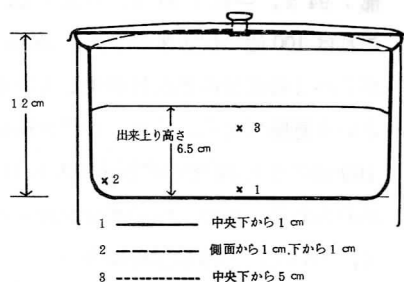
炊飯条件は、熊田ら^{2)・7)}による「おいしい御飯を炊く条件」による。すなわち、①米を1時間水に浸漬する。②炊きはじめてから4分までは弱火にして釜全体を一樣にあたためる。③その後、火力を強くして、加熱後12分～15分の間に沸騰させ、④その後も、焦げない程度の高温を保って98℃以上20分¹⁾を経過させる。以上の方法に準じた。

この時の米の味は良く、特にサワニシキ、トヨニシキ、ササニシキ、シンセンボンの順においしいという批評を得たものである。この時の4品種の顕微鏡写真を掲げる。

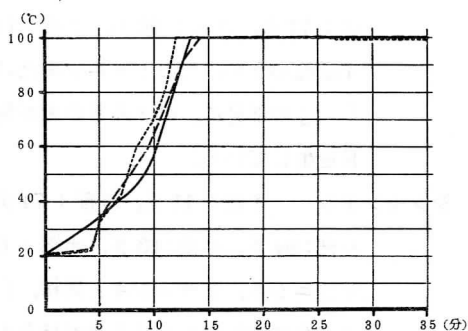
photo 5 サワニシキ photo 6 ササニシキ

photo 7 トヨニシキ photo 8 シンセンボン

第5図 釜内部測定位置と凡例



第6図 おいしい御飯の釜内部温度



である。どの米も細胞、澱粉グループ、澱粉粒ともにくずれないで、美しい状態を保っている。

「良く炊けた御飯の組織はくずれている」とか、「消化が進むと言われるように澱粉がとけた状態がおいしい御飯の組織だ」ということが一般にのべられているが、これは誤りである。組織がくずれているのは、沸騰遅れの御飯とか過熱しすぎた御飯などで、味も、香も、触感も悪い。

好適条件で炊飯された「おいしい御飯」の組織や細胞や澱粉は、これらの写真のように、くずれていない。

また、photo 6, 7がLongitudinal sectionした中心軸の部分であることも、これまでのA)～D)のことから、写真だけで判断することができる。

結 論

1. 中心軸は、炊飯米の腹側を0、背側を10とした時、背腹軸の3～5の間を通るように必ず存在する。また、背側部、上半には決して存在しない。
2. 炊飯米に生じる割れ目は、米の品種により1～5個みられる。米1粒あたり2～3個発生するものが多く、その発生箇所は、サワニシキ、ササニシキ、シンセンボンでは中央部分に割れ目を生じた米がほとんどである。トヨニシキでは、中央部分よりも、やや先端によった部分に割れ目が発生しやすい。
3. 「中心軸の位置」、「割れ目の発生箇所」、「割れ目の数」など、炊飯米を統計的に比較すれば品種毎に、それぞれの特色があげられるが、個々の炊飯米について、顕微鏡観察する場合、観察にさしさわるほどの差は、以上の実験ではほとんどみられない。
4. Longitudinal section, Sagittal section, Cross section の実例をあげた。(第2-1, 2-2, 2-3, 2-4図およびphoto 1, 2, 3 4参照)。
5. 適度に炊かれた「おいしい御飯」の組織は決して、くずれず、すこぶる整然としている。組織がくずれるのは、「沸騰遅れの御飯」⁸⁾、「蒸らし過ぎの御飯」⁸⁾、「過熱の御飯」⁸⁾にみられる現象で、この時は味、香、触感ともに悪い。

今回の形態学的な観察をいっそう深めるとともに、これまでの炊飯実験の諸問題の究明をもさらに進めて、100 g という少量炊飯から1 kg 前後の家庭での炊飯、ひいては、30 kg 前後を一時に炊く集団給食の炊飯まで、いずれの場合も好適条件でおいしく炊飯される事を願って、今後とも、炊飯実験を続けてゆきたい。

最後に、本実験にあたり、貴重な御助言、御協力をいただいた当大学の教職員の皆様に厚く感謝いたします。

参 考 文 献

1. 二国二郎：デンプンハンドブック
朝倉書店(1961)。
2. 熊田ムメ：御飯の炊き方研究
広島理化教育 PP 174～181 (1931)。
3. 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)。
4. 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)。
5. 熊田ムメ：炊飯科学 広島女学院大学短期大学家政学会誌 № 5. PP 59～64 (1966)。
6. 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 PP 47～52 (1969)。
7. 熊田ムメ・今中鏡子・南有田民子：おいしい御飯が炊ける局限の調査 IV 広島文化女子短期大学紀要 4号 PP 59～67 (1971)。

1. The first part of the report discusses the general situation of the country and the progress of the work in the various departments. It also mentions the results of the work in the various departments.

2. The second part of the report discusses the results of the work in the various departments. It also mentions the results of the work in the various departments.

3. The third part of the report discusses the results of the work in the various departments. It also mentions the results of the work in the various departments.

4. The fourth part of the report discusses the results of the work in the various departments. It also mentions the results of the work in the various departments.

5. The fifth part of the report discusses the results of the work in the various departments. It also mentions the results of the work in the various departments.

6. The sixth part of the report discusses the results of the work in the various departments. It also mentions the results of the work in the various departments.

7. The seventh part of the report discusses the results of the work in the various departments. It also mentions the results of the work in the various departments.

8. The eighth part of the report discusses the results of the work in the various departments. It also mentions the results of the work in the various departments.

9. The ninth part of the report discusses the results of the work in the various departments. It also mentions the results of the work in the various departments.

10. The tenth part of the report discusses the results of the work in the various departments. It also mentions the results of the work in the various departments.

Longitudinal section

photo 1
×14

(先端)

(基部)

photo 2
×14

(先端)

(基部)

photo
×14

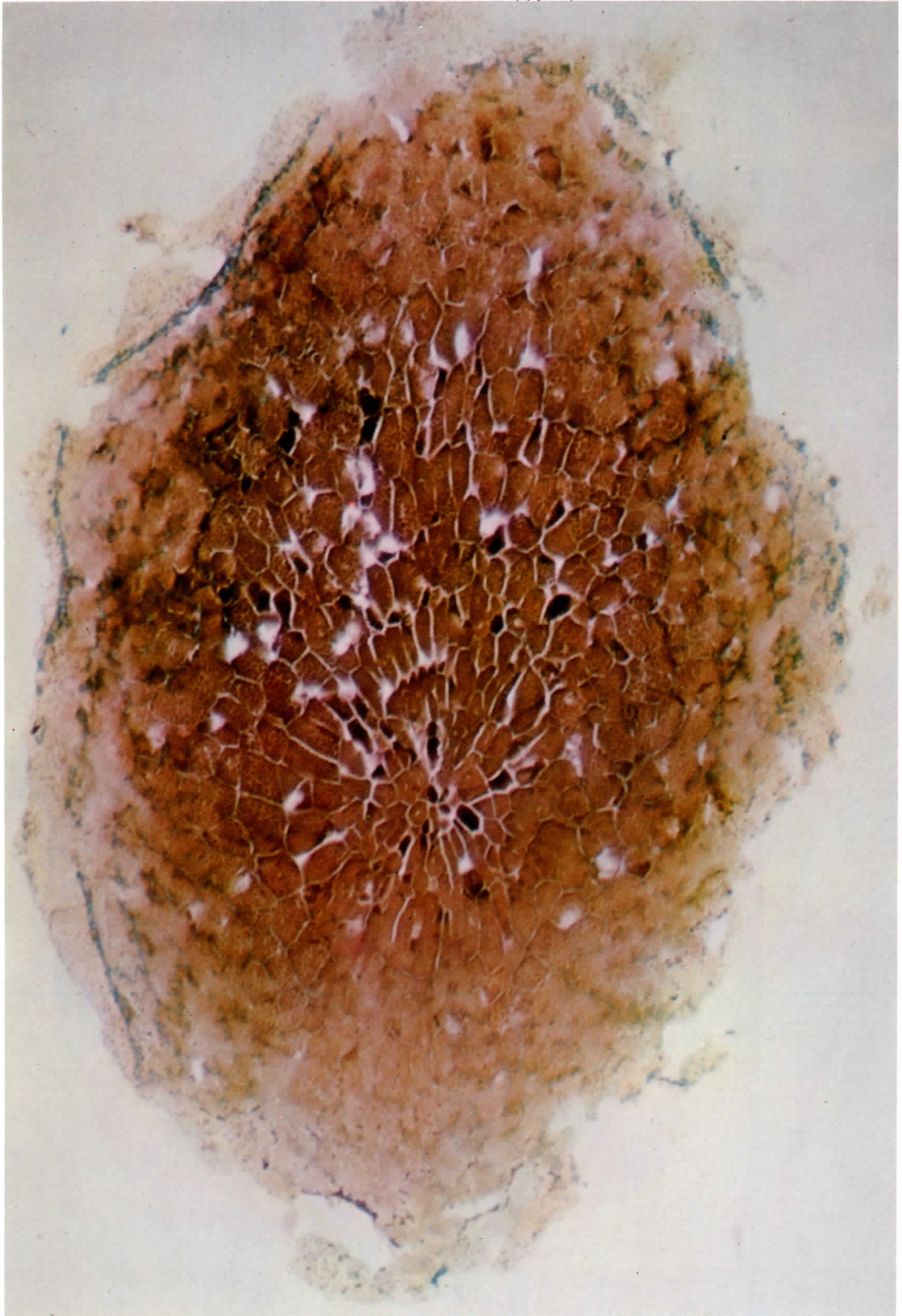
(先端)

(基部)

Cross section

photo 4 ササニシキ

(背側)



(腹側)

×50

おいしい御飯の細胞組織

photo 5 サワニシキ

× 150

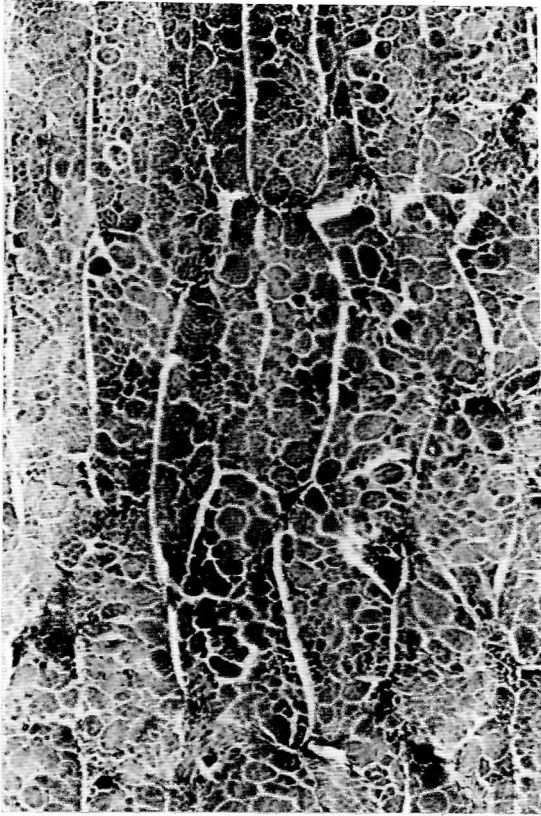


photo 6 ササニシキ

× 150

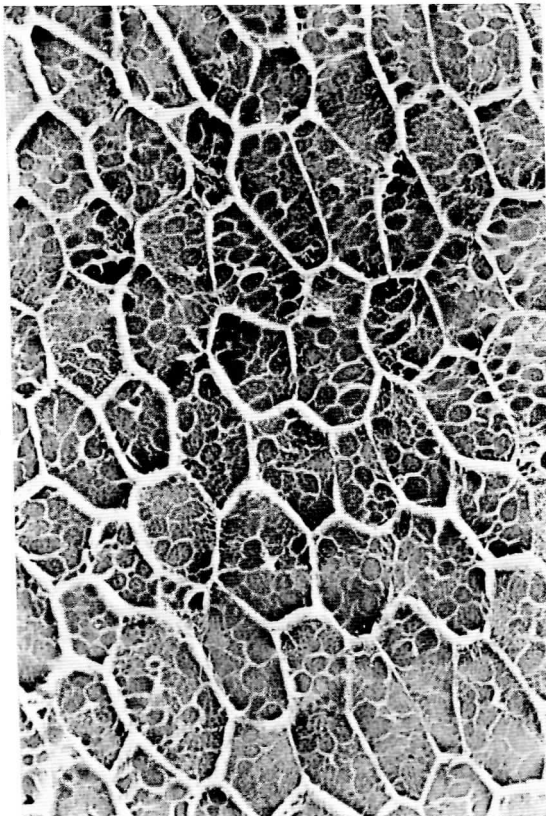
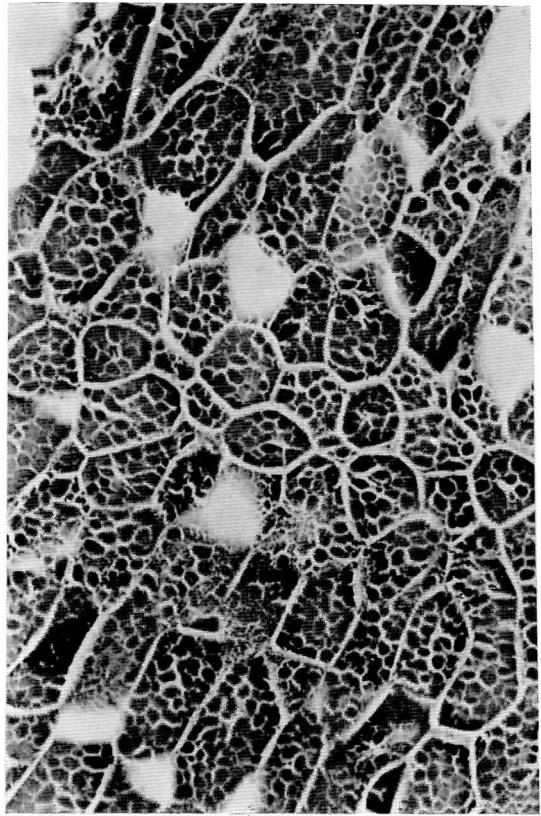


photo 7 トヨニシキ

× 150

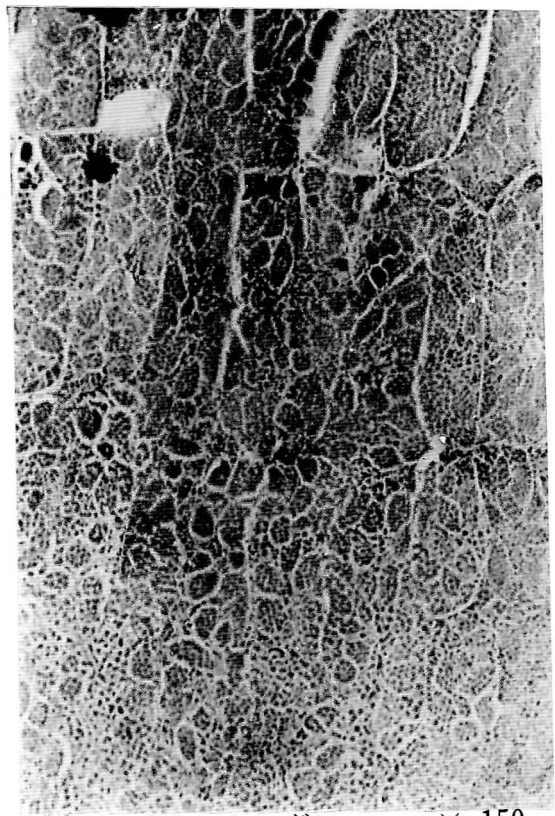


photo 8 シンセンボン

× 150