

アワ・ヒエ・キビの同定

椿 坂 恭 代

アワ・ヒエ・キビの同定

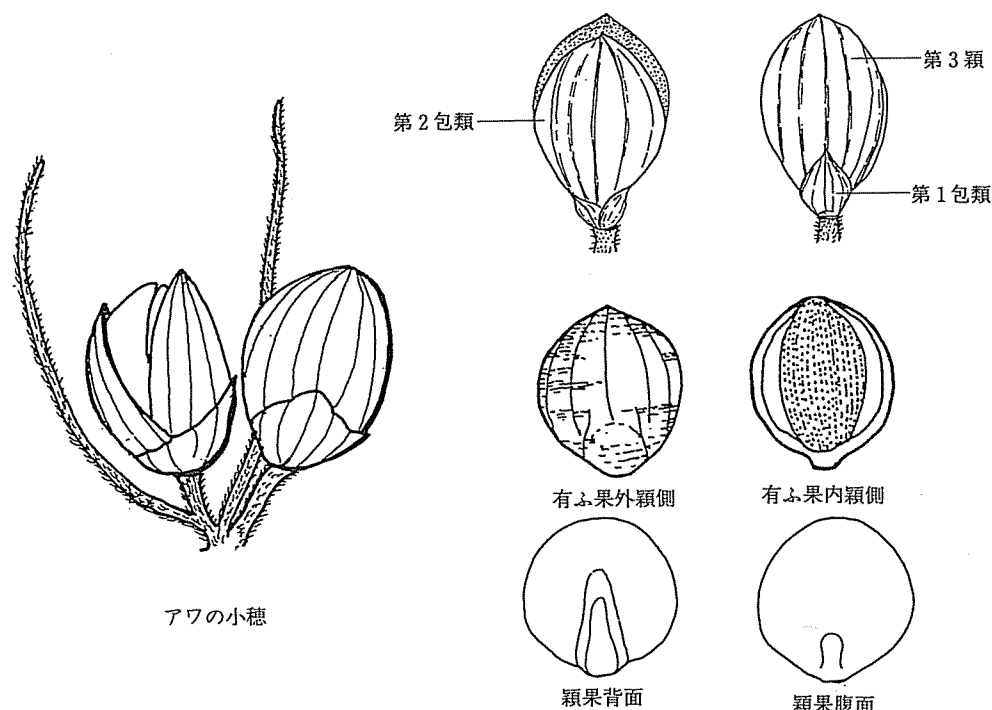
椿 坂 恭 代

はじめに

この数年来遺跡の調査システムの一部に浮遊選別法⁽¹⁾が採用され、多数の炭化植物種子が検出できるようになってきた。もちろん、採取された種子のすべてが同定可能なわけではないし、なかには同定のための基準が明確でないものも存在している。しかし、分類された種子資料の情報が、時代別や地域ごとに蓄積され、それが人間集団や文化とどのような関わりを有していたかについて検討できるようになるならば、過去の人間生活を復原するうえに重要な手がかりを与えてくれることになる。言い換えれば、古代人の食料のうちで大きな範囲を占める植物性食糧利用の実態が明確になると、その生活や文化の基本的な枠組みについても再考を必要とする可能性が生まれてくる(吉崎:1988・1992)。こうした前提のもとに本稿では、最近われわれの実施している作業のなかで気づいたデータに基づき、栽培植物種子、特に雑穀の仲間についての観察とその同定の基準やプロセスについて、主として現生標本を中心に扱い、加えて若干の出土資料との比較検討を行ってみた。

1 走査電子顕微鏡像(SEM)による種子の形態観察について

種実(種子と果実)は、形状、大きさ、胚・へその位置や形の差異、独自の表面組織構造の特徴を手がかりにして種類の同定が可能である。これらの特徴を基準としてまず現生のアワ・ヒエ・キビの各部位の特徴と思われるものを述べていきたい。観察試料には、十分に自然乾燥をさせた未炭化の種子を使用した。灰像試料の観察には、灰像法(渡辺:1973)に基づき試料を作成した。これをイオンスパッタリング法5mA・1kVDCで5~10分間金をコーティングした後、走査型電子顕微鏡にセットして、加速電圧1.25kVで観察を行った。また、ここで使用している小穂の各部位の名称については図1を参照のこと。



【使用した用語について】
小穂の各部分名称は、『雑草図説』（笠原 1985）に従った。
アワ・ヒエ・キビの各部位の細胞組織の用語は、『農学研究』23（近藤・笠原 1934）に従った。

図1 小穂の各部分名称

2 現生アワ・ヒエ・キビの観察

アワ (*Setaria italica* BEAU.) の形態的特徴 [写真1] 1a~3bに示す。

小穂のもとには鱗片状の包穎があり、その包穎の表面を拡大すると、表皮細胞が細長く並び、側壁は波状をなし、その両端にヒョウタン形をした「石英細胞」が一面に分布する (1a, 1b)。

包穎を取り除くと有ふ果である。つまり、内穎・外穎に包まれた果である。その表面は黄白色で光沢があり、果皮の厚さはヒエ・キビよりも薄い。内外穎の表皮細胞は細胞壁が著しく凹凸をなし、各細胞の一端に乳頭状に突起した「乳頭突起」細胞が存在する。これはアワに特有の構造である。ヒエとキビには見られない (2a, 2b)。

内・外穎の穎を取り除くと、穎果である。その表皮細胞には突起した波状の細胞組織が一面に広がっている。穎果の形態はやや球形、その背面中央には、粒長の2/3ほどの長さでA字形をした「胚」がみられる。その反対側、腹面には褐色の小さなへら形をした「へそ」がある。ここに示した穎果の大きさは、長さ1.7 mm、幅1.6 mm、厚さ1.15 mm (3a, 3b)。

ヒエ (*Echinochloa utilis* OHWI et YABUNO) の形態的特徴 [写真2] 1a~3bに示す。

包穎の表皮細胞は、細長く波状に並び、四葉形をした「石英細胞」が分布し、刺毛が大小密生している (1a, 1b)。

内・外穎の表面は滑らかで光沢がある。果皮の厚さはキビより薄い。表皮細胞には突起した波状の細胞組織「長細胞」が観察される。外穎の先端には四葉状の「石英細胞」が分布する。この部位の「石英細胞」はヒエにだけに存在する (2a, 2b, 2c)。

穎果の表皮細胞には、突起した波状の細胞組織がある。粒はやや菱形の卵形、背面中央には粒長の2/3ほどを占める大きな「胚」がある。腹面には褐色で尖った「へそ」がある。穎果の長さ2.0 mm、幅1.7 mm、厚さ1.1 mm (3a, 3b)。

キビ (*Panicum miliaceum* L.) の形態的特徴 [写真3] 1a~3bに示す。

包穎の表皮組織は、細長く波状の組織はなく、一面に扁平な「石英細胞」が分布する (1a, 1b)。

内・外穎の表面には光沢があり、果皮はアワ・ヒエより厚い。波状の細胞組織「長細胞」が観察される (2a, 2b)。

穎果の表皮組織は、突起した波状の細胞組織がある。穎果の形態は広卵形または球形である。背面の中央には粒長の1/2ほどの長さの「胚」がある。腹面には褐色でへら形をした「へそ」がある。穎果の長さ2.5 mm、幅2.0 mm、厚さ1.6 mm (3a, 3b)。

【写真4・5】は、現生アワ・ヒエ・キビの内・外穎と穎果の形態比較をわかりやすく一括で図示しておいた。

3 灰像法処理による現生アワ・ヒエ・キビの観察

アワ・ヒエ・キビ包穎の組織 [写真6] 1a~3bに示す。

アワ・ヒエ・キビの包穎には石英細胞が存在するが、その石英細胞の形態的な違いがこの比較で鮮明に観察される。

アワの外穎・内穎の組織 [写真7] 1a, 1b, 1cに示す。

「長細胞」の輪郭は、穀粒の縦軸方向に対して左右の側壁は深く切れ込み波状を示し、それに隣接する長細胞の側壁とかみあって連結している。個々の長細胞の端には小さく突起した「乳頭突起」の細胞が存在する。資料の状況により長細胞の波状の輪郭は明瞭にみえるが、突起は認められないものもある。

ヒエの外穎・内穎の組織 [写真7] 2a, 2b, 2cに示す。

「長細胞」の輪郭は、深く切れ込んだ側枝をもつ。特徴的なのは、側枝がきわめて長い。長細胞は縦径に比べて横径が大きい。穎の部位によって長細胞の大きさや形が異なるがこれらの特徴はヒエに特有である。

キビの外穎・内穎の組織 [写真7] 3a, 3b, 3cに示す。

「長細胞」の輪郭は特徴のある形をしている。波状の側枝を噛みあって長細胞が連結している。その枝は側方ばかりでなく、縦方向にも出ている。枝は比較的短く枝と枝の間隔があき、縦径のほうが横径よりも大きい。枝の出方は縦、横方向へ多少放射状を呈している。

4 出土炭化種子に対する応用

これまでは現生アワ・ヒエ・キビに見られる部位の主な相違を中心に述べてきた。この所見を出土雑穀種子にあてはめ検討してみると、同定に利用できる部位としては、包穎、内・外穎、穎果の形態ならびに特定部位に残存する細胞の形態が主になる。

まず、アワ・ヒエ・キビ包穎の表皮細胞組織には、「石英細胞」が見られ、その形態は種により明瞭に異なる。ただし、この石英細胞は、ヒエの外穎先端部位を除き、アワ・キビの内・外穎、穎果には見られない。

アワ・ヒエ・キビ内・外穎の表皮細胞組織には、特有の「長細胞」が見られるが、その形態も種によって明瞭な差を見せる。また、アワの内・外穎には長細胞の表面に乳頭状の組織が特徴的に見られる。

さらにアワ・ヒエ・キビの穎果の大きさ、胚、へその形態的特徴の違いも同定の基本的な手がかりとして重要である。

遺跡から穀粒の状態出土するものの中には、ダメージが大きく、砕けている場合がある。このような保存状態の資料では同定がきわめてむずかしい。しかし、こうした場合にも、その資料の一部に包穎、内・外穎の部分が残存していれば、特有の細胞組織が観察できることが多い。この観察にはSEMの利用が効果的である。この手法で同定可能になった例が[写真8・9・10]である。

穎果の表面組織にも「長細胞」が見られる。穎果の長細胞は、形態の差異はあるものの、炭化することによりその組織は残りづらく、同定の決め手に欠けることが多い。この場合には、穎果の形態とその特徴である胚・へその形態、粒の大きさの違いなどが同定の手掛かりになる。穎果の形態的特徴を基準にして同定した資料が[写真11・12]である。同様にヒエについては、[写真12]が示すように栽培型、イヌビエ型、タイヌビエ型に分類することが可能である。

5 人工炭化処理試料から得られたデータ

現生のアワ・ヒエ・キビを電気炉で人為的炭化処理を実施した。まず、十分自然乾燥させた試料を、180℃～300℃まで10℃ごとに温度を設定し、さらに1時間ごとに最長24

時間までの加温データをとってみた。この実験結果からは、加熱や時間の経過によって種子に徐々に変化が現れるのではなく、急激な変化のステップが何段階かに見られることである。つまり、300℃で加熱すると穎果は瞬く間に破裂してしまうのに対し、200℃では24時間加熱をしても胚部分の膨らみが観察されるものの、穎果の形態にほとんど変形が見られない。また、200℃以下の加熱では水分だけが蒸発し、炭化するには至らなかった。230℃以上の加熱設定ではサンプル種子に亀裂が入り、変形がおきはじめのが観察された。こうしたデータから、穎果の形態が同定可能な炭化現象は、200℃～280℃くらいでおきていたのではないかと推定される。

しかし、遺跡から出土する炭化した種子は、実験下におけるような単純な炭化現象と同様に扱うことができないことは言うまでもない。加熱を受ける状態が予想外に複雑であったと推測する。例えば、穎果が厚く堆積していたり、内・外穎をかぶったままの状況であったり、土砂の中に埋蔵されていたりするなどの諸条件も考えられる。こうした異なった条件下では、熱の伝播状態も異なるだろうし、制御された実験では予測できないような現象が起きる可能性も考えられる。こうした問題については、今後の課題として実験を試みていきたい。

[写真13]は人工炭化処理をした試料、[写真14]は出土種子の炭化の例を示す。

6 おわりに

以上、現生のアワ・ヒエ・キビを対象として各部位の観察から、それぞれに特徴的な形態的部分の検討を実施してきた。そしてこれらの諸特徴が遺跡から出土する炭化種子の検討にも十分利用可能であることについて説明してきたつもりである。言い換えれば、本稿において同定の基準として扱った各部位を比較することによって、あるレベルまでの保存状態であれば、その形態的特徴の利用により遺跡から発掘される炭化種子でも同定が可能である。

また、粒形をとどめないような過度に焼失したような資料、例えば灰化してしまったようなものについても、灰像処理を行って詳細に検討すればある程度分類が可能である。この手法については渡辺が先に詳しく述べている(渡辺:1973・1974)。灰像処理で見られる組織の形態的な特徴は、処理方法の相違によっては多少の違いが認められるものの炭化種子にのこる同部位の構造形態とほとんど変わらない。したがって、灰像法は本稿で述べてきた種子分類の手法と、補完的な関係で利用できる利点を持つであろう。しかし、渡辺が灰像法の限界について触れているように(渡辺:前出)、この方法で観察できる組織構造からだけでは、扱った資料が栽培されていたものであるのか、野生のものであるかを区別することができないのである。こうした限界を克服するためにも、これか

らの考古学的な発掘調査においては浮遊選別法を用いた植物遺体の検出に留意することが望ましい。

末尾になりましたが、吉崎昌一先生の還暦記念を心からお祝い申し上げます。思い出してみると、先生のもとでご指導をいただくようになってもう18年になりました。その間、先生のあきれんくらいのスピードで各分野に広がっていく好奇心と知識についていくのがやっと、というのが本当のところでした。その幅広い研究のなかのごく一部分だけですが、なんとかお手伝いをさせて頂くことができました。まだまだ研究に関しては未熟ですが、こうした作業の糸口を作って頂いた先生に深く感謝申し上げますと同時に、今後とも変わらぬご指導をお願い申し上げつつ、この未完成の結果を献呈させていただきます。

本稿の作成にあたり多くの方々のご指導・ご協力を賜りました。特に雑穀類の形態分類などにつきましては、大阪府立大学名誉教授薮野友三郎先生、京都大学農学部教授阪本寧男先生には格別なご教示をいただきました。また、走査型電子顕微鏡についてご指導いただいた農林水産省森林総合研究所平川康彦博士、種子研究の糸口を作って下さったトロント大学教授 Gary W. Crawford 博士、サイモン・フレーザ大学 A. Catherine D'Andrea 氏、札幌大学女子短期大学高宮広土氏などの方々には大変お世話になりました。そのほか、試料の検討やその地史的な背景についていつもご助言をいただいている北海道開拓記念館学芸員山田悟郎氏はじめ、資料の提供をいただいている北海道各地の教育委員会ならびに埋蔵文化財担当の方々に末筆ながら厚くお礼申し上げます。

註

(1) フローテーション法 (Floatation): 多孔質の炭化物を水の中に浮上させて採取する方法。

引用文献

- 笠原安夫 1985 『日本雑草図説』養賢堂
近藤萬太郎・笠原安夫 1934 「粟，稗，黍及び近縁植物の穎の灰像の比較研究」『農学研究』23
吉崎昌一 1988 「縄文農耕から擦文農耕へ」『鎌倉義昌先生古稀記念論集考古学と関連科学』鎌倉義昌先生古稀記念論集刊行会
吉崎昌一 1992 「古代雑穀の検出」『考古学ジャーナル』12月号 NO.355 ニュー・サイエンス社
渡辺直経 1973 「灰像による穀物遺残の検出法について (上)」『考古学研究』20-2
1974 「灰像による穀物遺残の検出法 (下)」『考古学研究』21-1

参考文献

- 大井次三郎 1983 『新日本植物誌』「顕花編」至文堂
長田武正 1989 『日本イネ科植物図譜』平凡社
松谷暁子 1984 「走査電顕像による炭化種実の識別」『古文化財に関する保存科学と人文・自然科

学』古文化財総括班

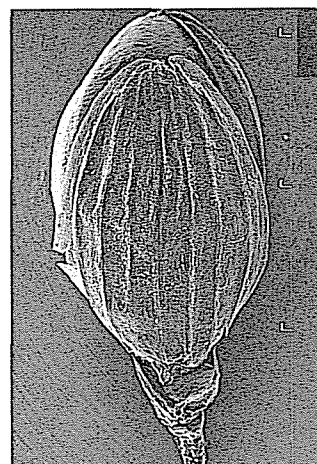
北海道大学埋蔵文化財調査室編 1988 『サクシュコトニ川遺跡』北海道大学

Crawford, Gary W. 1986: Sakushu-Kotoni-River Plant Remains. 『北海道における初期農耕関連資料』北海道大学文学部

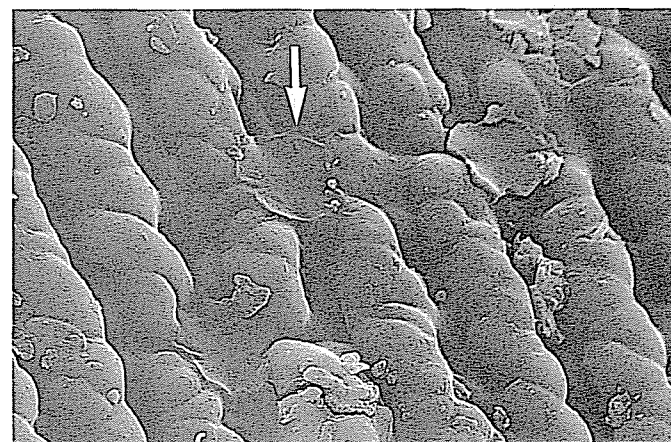
Akiko, Matsutani 1984: Identification of Japanese Millet from the Gangetu Site by Means of a Scanning Electron Microscope. 『人類学雑誌』95-2

Rapp, George, Jr. and Susan C. Mulholland (ed) 1992: Phytolith Systematics. 350 p. Plenum, New York

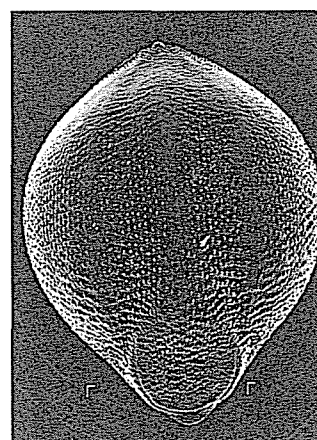
Renfrew, Jane M. 1973: Palaeoethnobotany. Methuen & Co., Ltd.



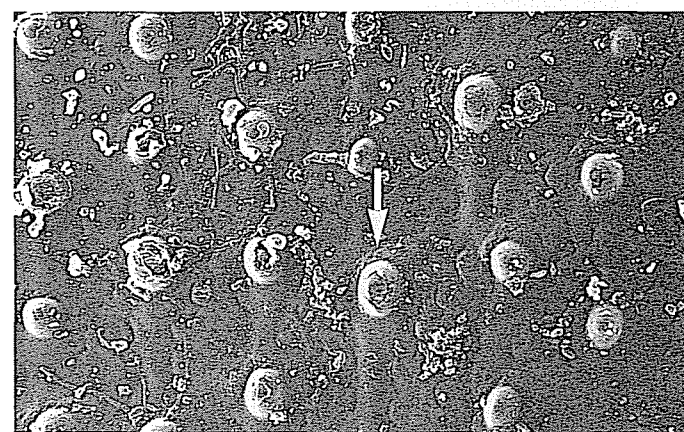
1 a 包穎部分 ×35



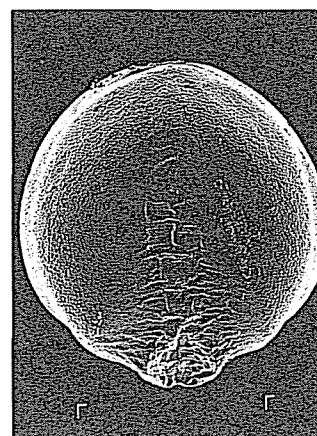
1 b 包穎の表面組織「石英細胞」 ×2000



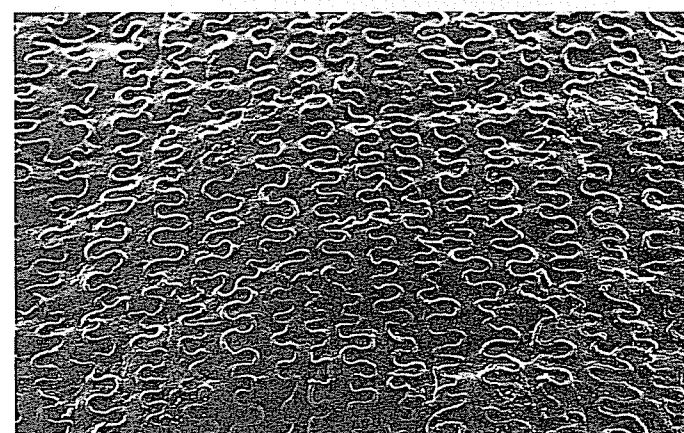
2 a 有ふ果外穎側 ×35



2 b 外穎の表面組織「乳頭突起」 ×500

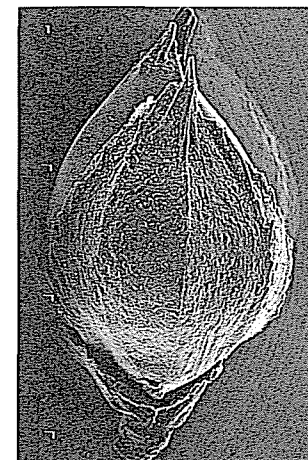


3 a 穎果 ×35



3 b 穎果の表面組織「長細胞」 ×500

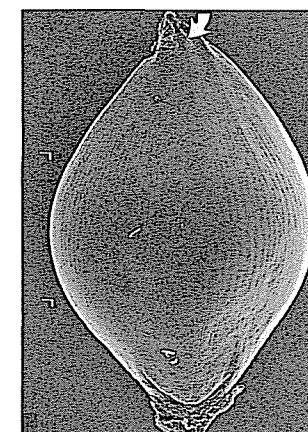
×0000 は撮影時の倍率である。35 倍で撮影のスケール「」の間隔 1.0 mm



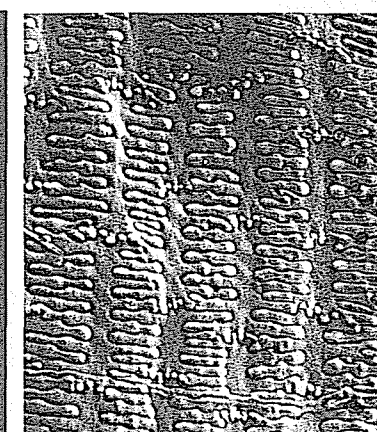
1 a 包穎部分 ×35



1 b 包穎の表面組織「石英細胞」 ×1000



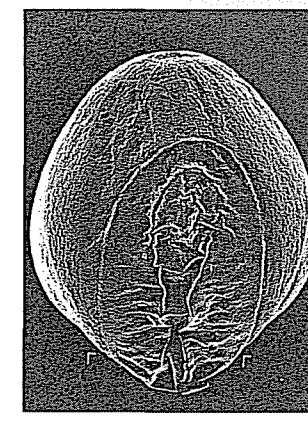
2 a 有ふ果外穎側 ×35



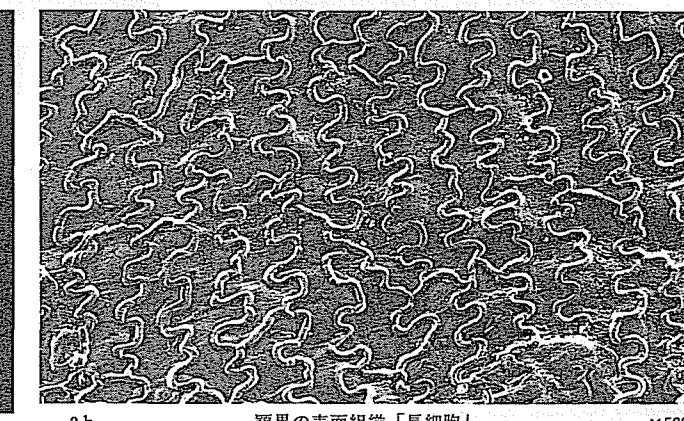
2 b 外穎の表面組織「長細胞」 ×1000



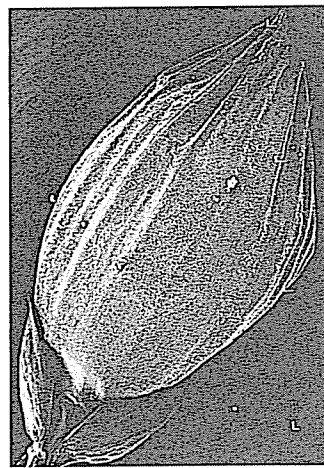
2 c 矢印部分「石英細胞」 ×200



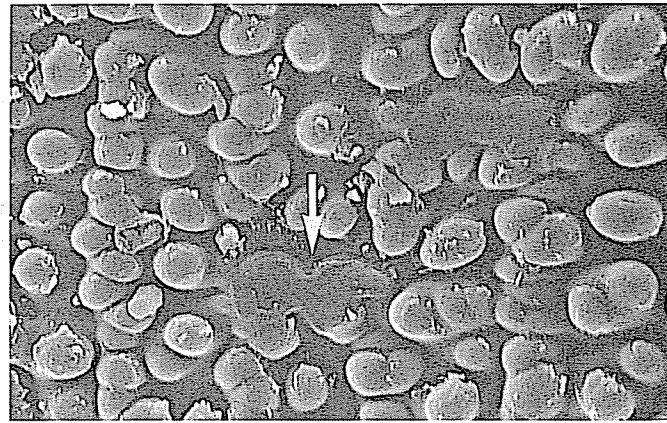
3 a 穎果 ×35



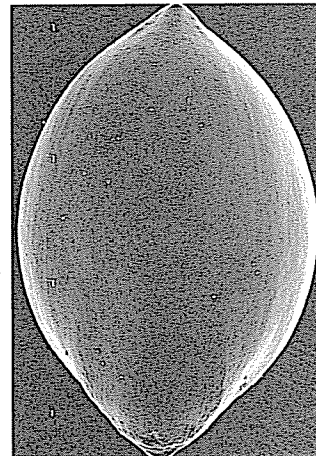
3 b 穎果の表面組織「長細胞」 ×500



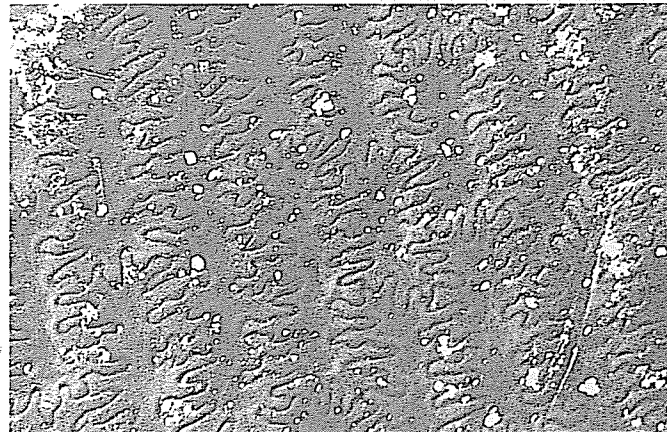
1 a 包穎部分 ×35



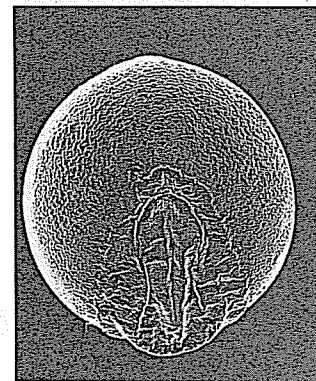
1 b 包穎の表面組織「石英細胞」 ×2000



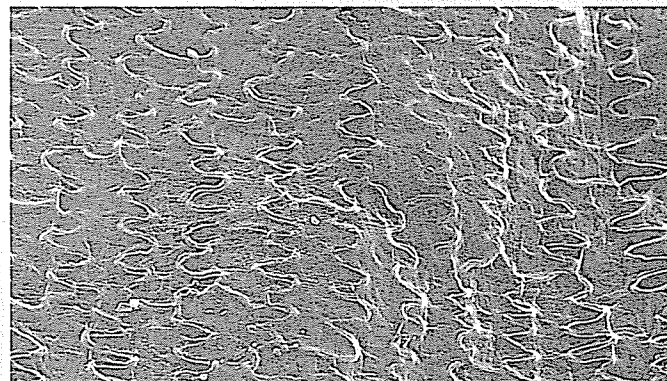
2 a 有ふ果外穎側 ×35



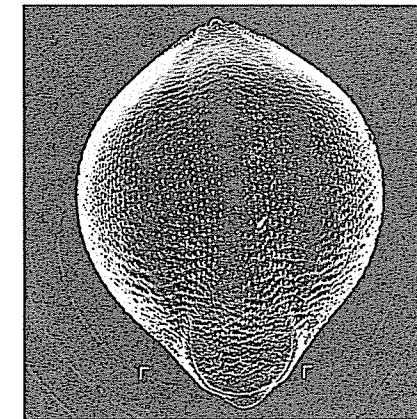
2 b 外穎の表面組織「長細胞」 ×2000



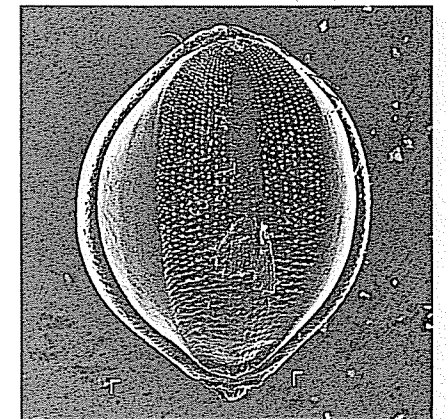
3 a 穎果 ×35



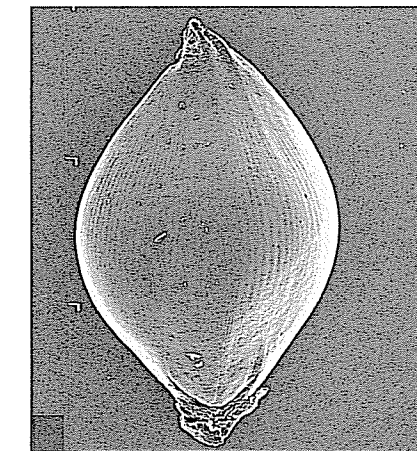
3 b 穎果の表面組織「長細胞」 ×500



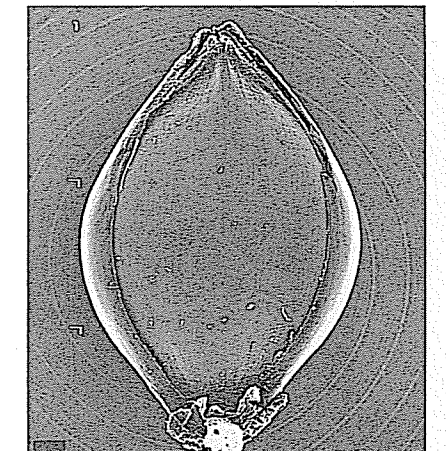
1 a アワ 外穎側 ×35



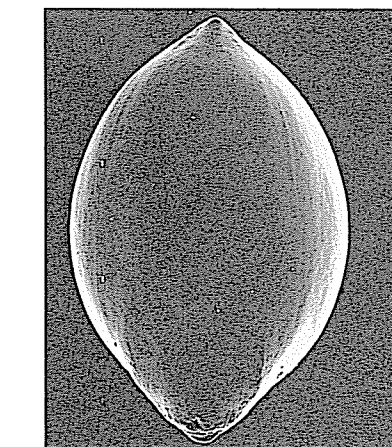
1 b アワ 内穎側 ×35



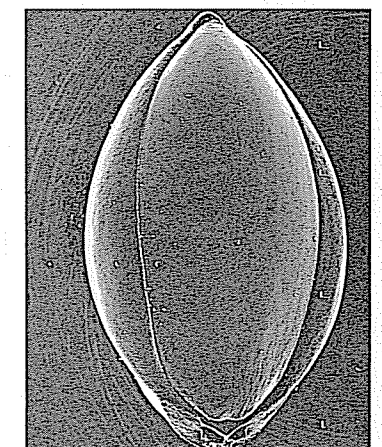
2 a ヒエ 外穎側 ×35



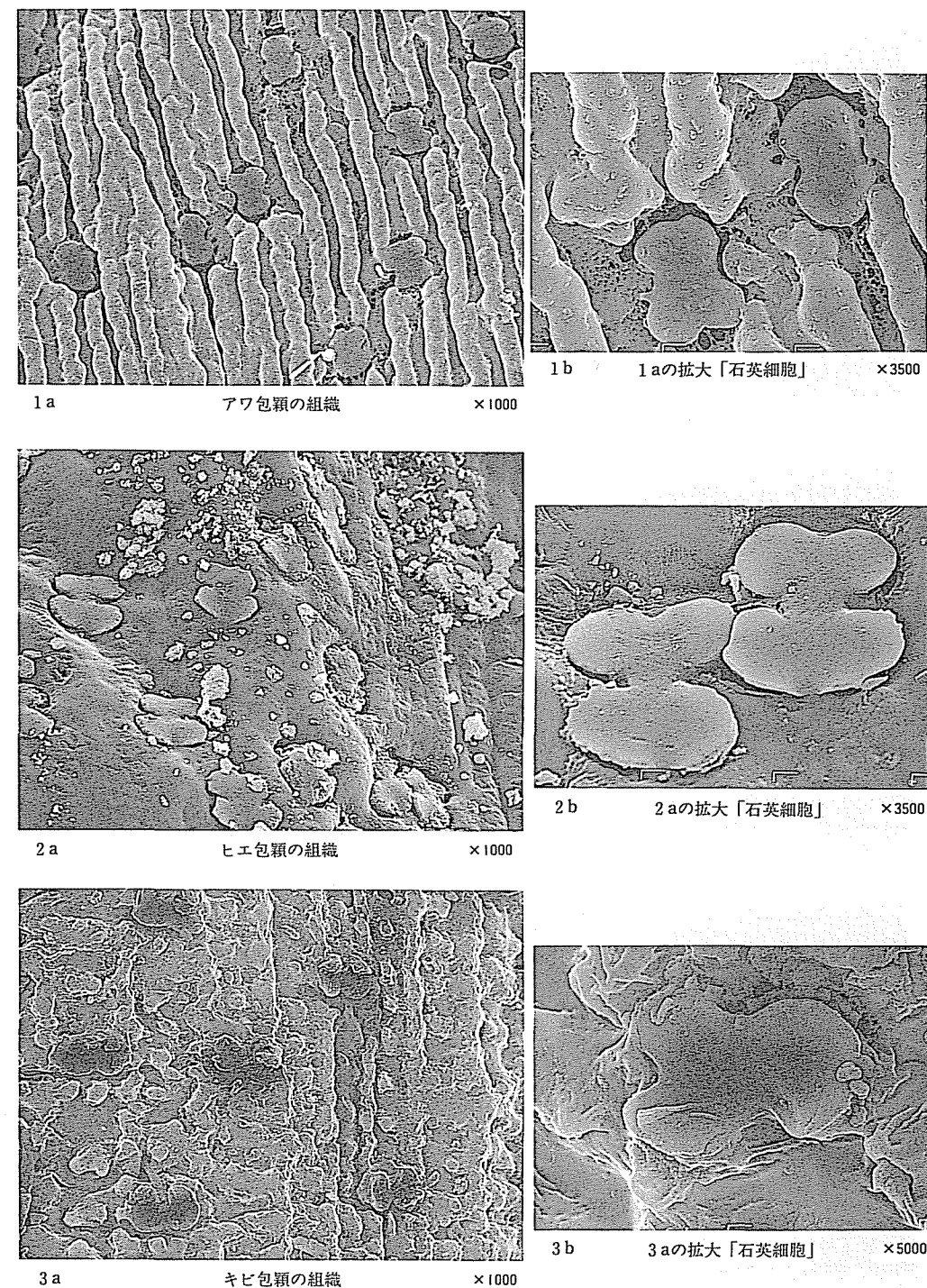
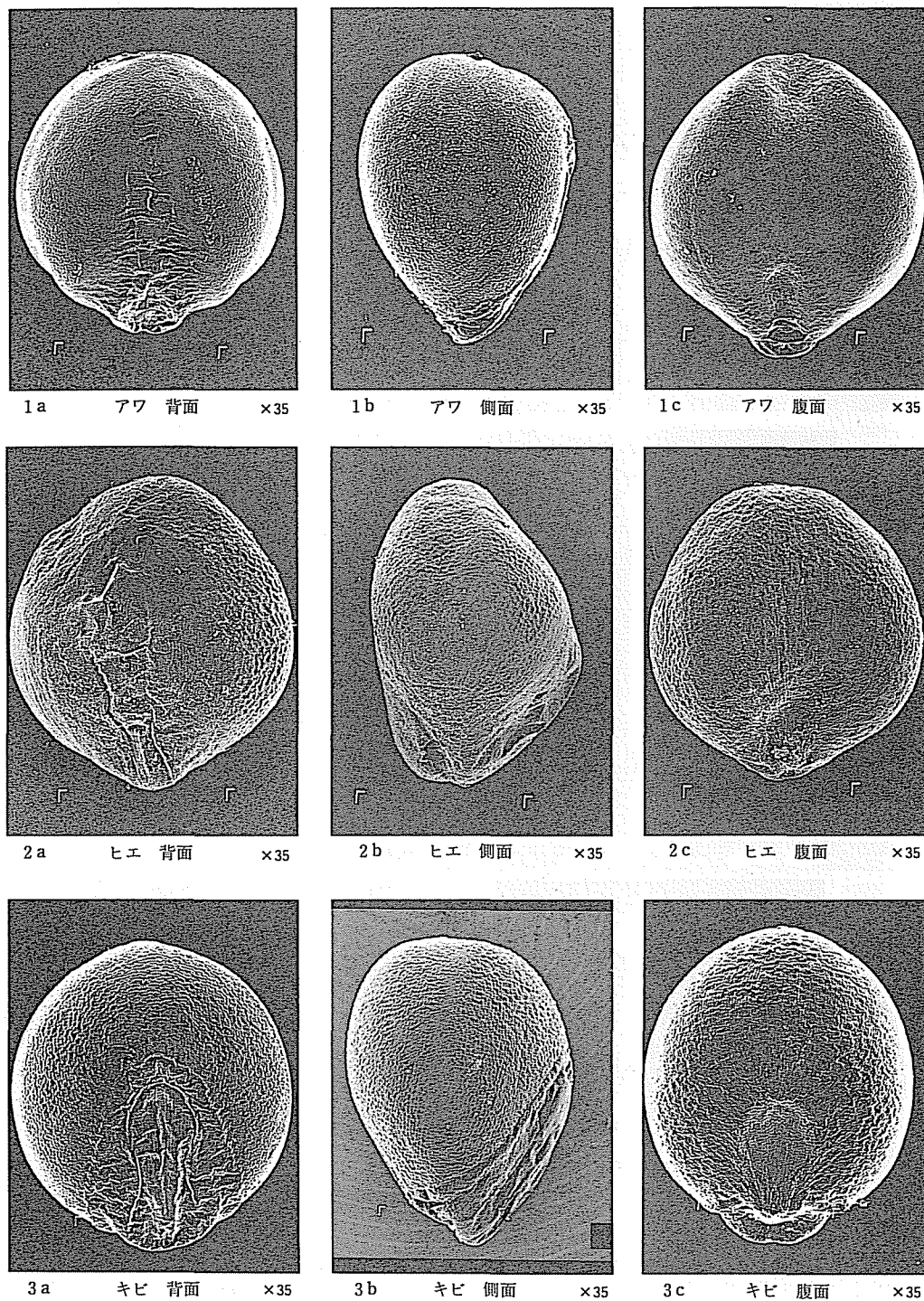
2 b ヒエ 内穎側 ×35

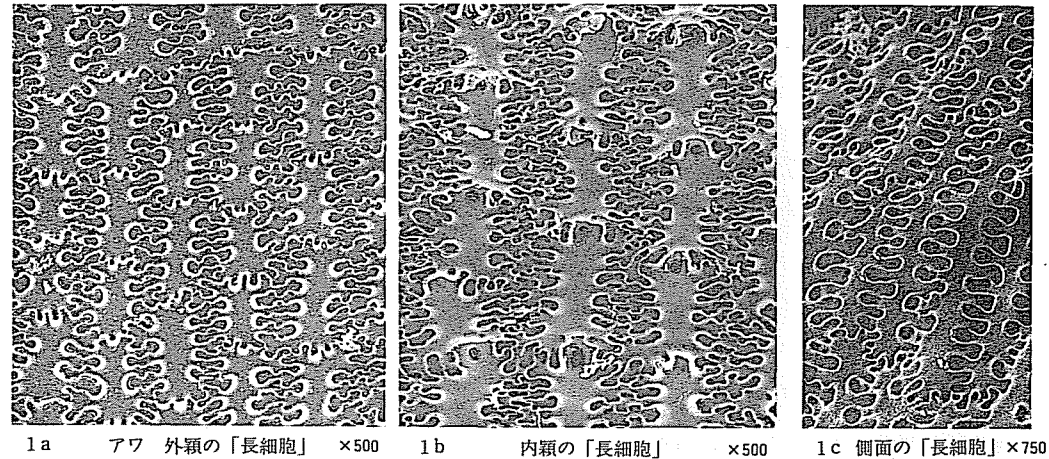


3 a キビ 外穎側 ×35



3 b キビ 内穎側 ×35

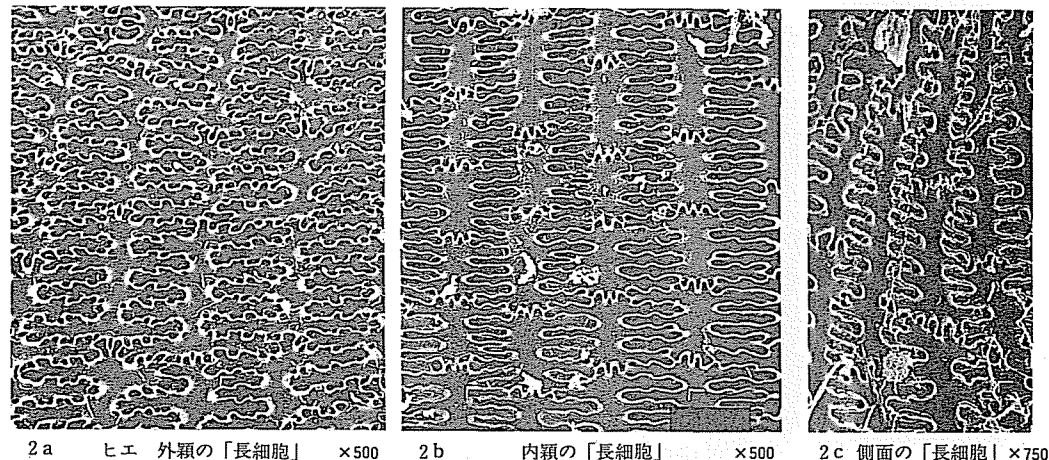




1a アワ 外穎の「長細胞」 ×500

1b 内穎の「長細胞」 ×500

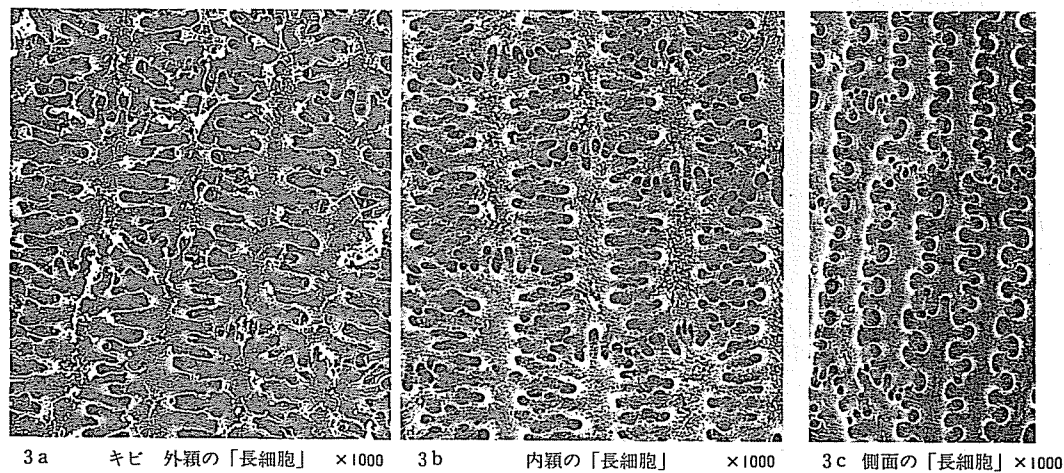
1c 側面の「長細胞」 ×750



2a ヒエ 外穎の「長細胞」 ×500

2b 内穎の「長細胞」 ×500

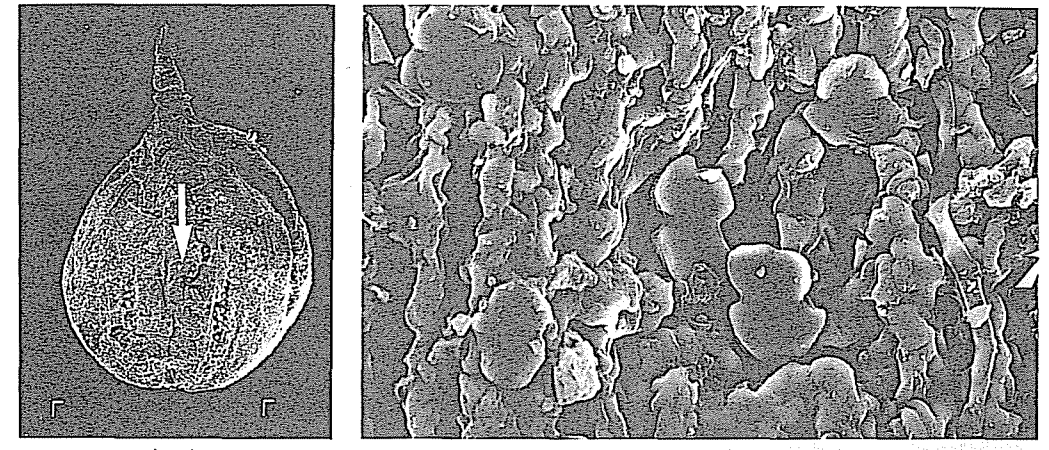
2c 側面の「長細胞」 ×750



3a キビ 外穎の「長細胞」 ×1000

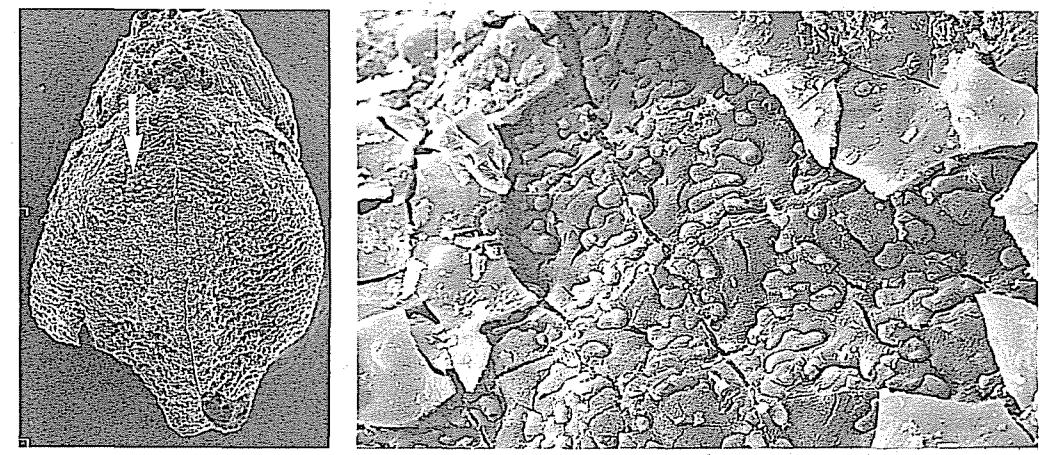
3b 内穎の「長細胞」 ×1000

3c 側面の「長細胞」 ×1000



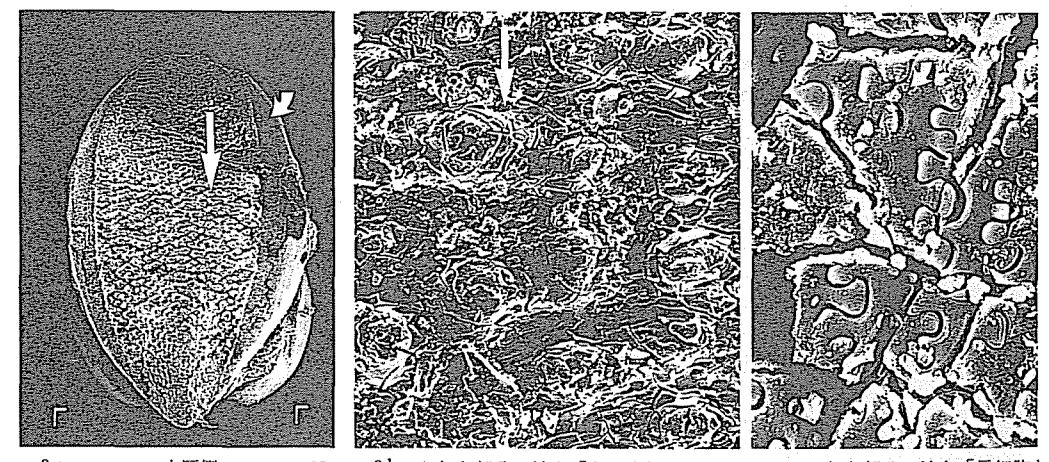
1a 包穎部分 ×35

1b 矢印の部分の拡大「石英細胞」 ×2000



2a 外穎側 ×35

2b 矢印部分の拡大「長細胞」 ×1000



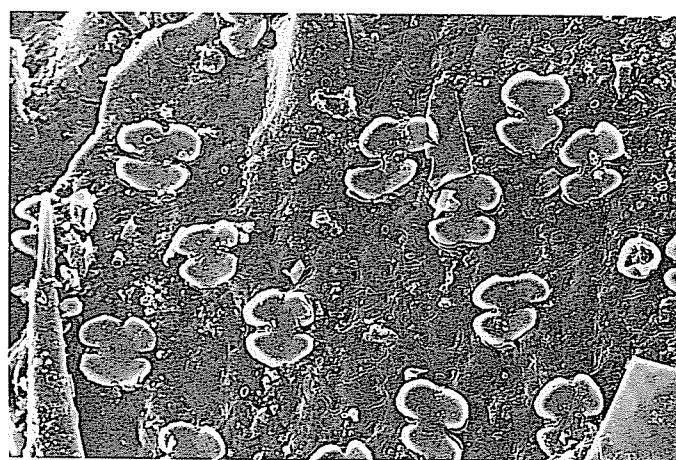
3a 内穎側 ×35

3b ↓ 矢印部分の拡大「乳頭突起」 ×500

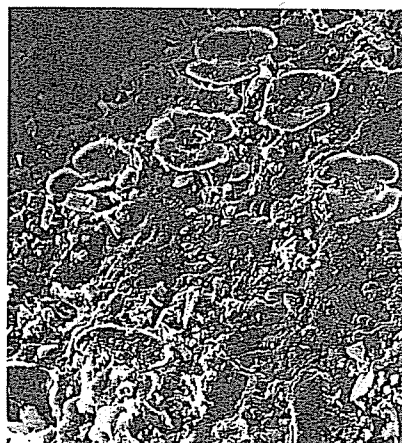
3c ↓ 矢印部分の拡大「長細胞」 ×1500



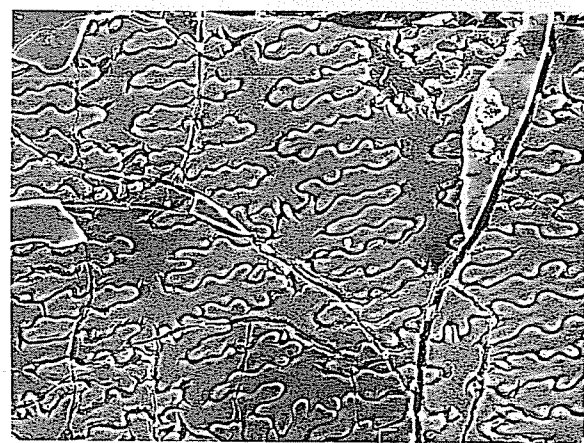
1 a 包穎部分 ×35



1 b ↓ 矢印部分の拡大「石英細胞」 ×1000



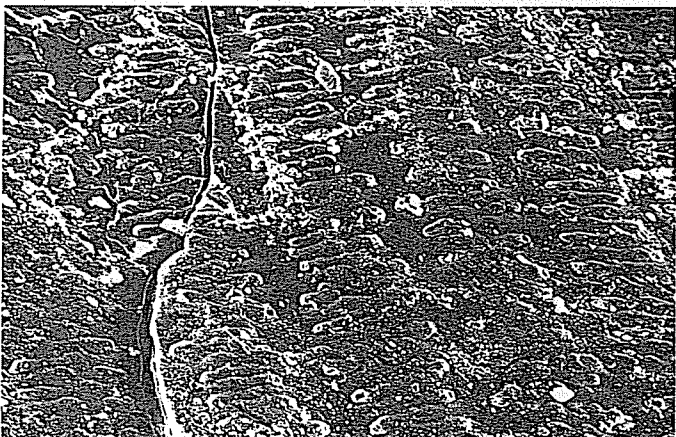
1 c ↓ 矢印部分の拡大「石英細胞」 ×1000



1 d ↓ 矢印部分の拡大「長細胞」 ×750



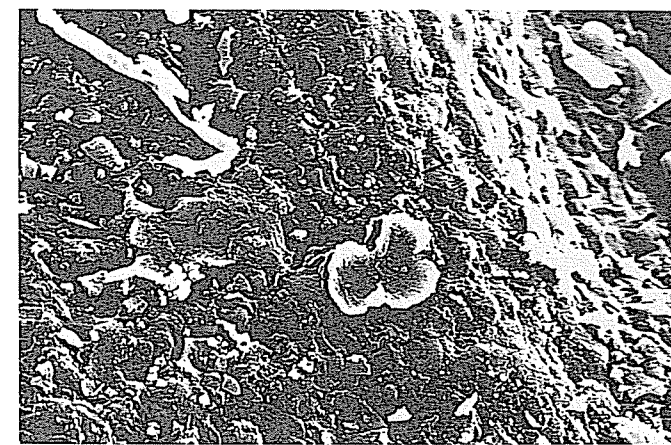
2 a 内穎側 ×35



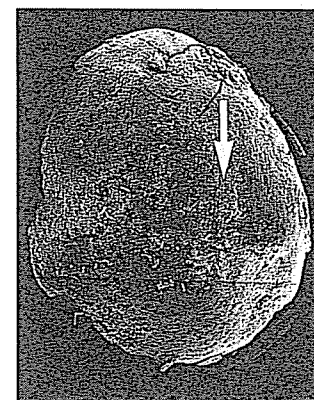
2 b 矢印部分の拡大「長細胞」 ×750



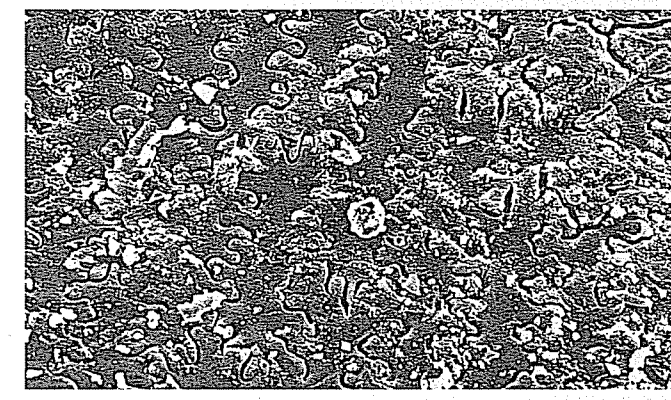
1 a 包穎部分 ×35



1 b 矢印部分の拡大「石英細胞」 ×2000



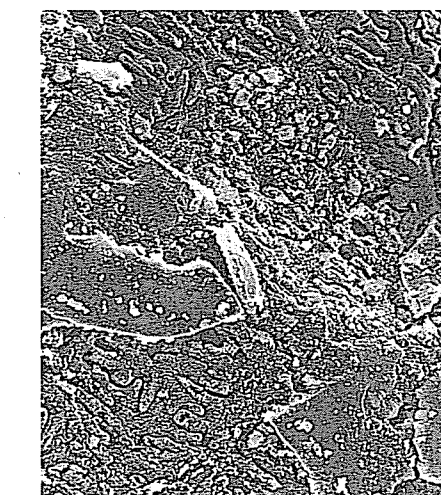
2 a 内穎側 ×35



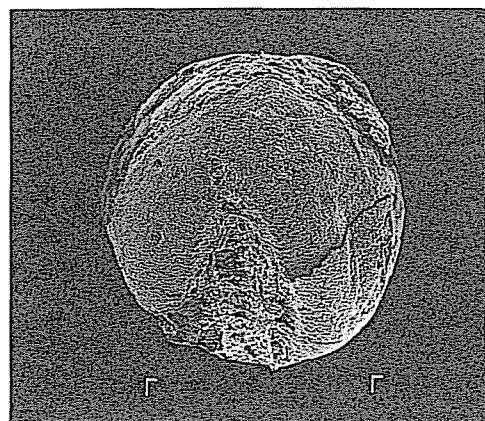
2 b 矢印部分の拡大「長細胞」 ×1000



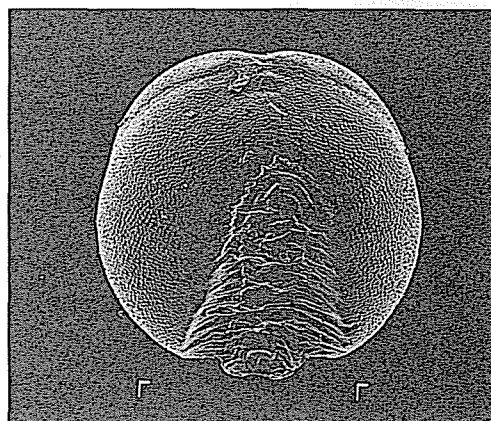
3 a 穎果 ×35



3 b 矢印部分の拡大
穎果の一部分に外穎の組織
「長細胞」が残存
×1000



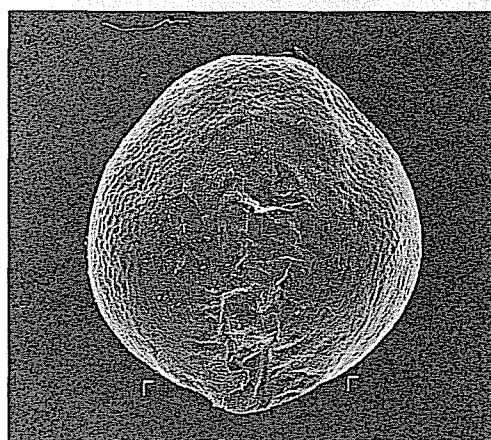
1 出土 アワ ×35



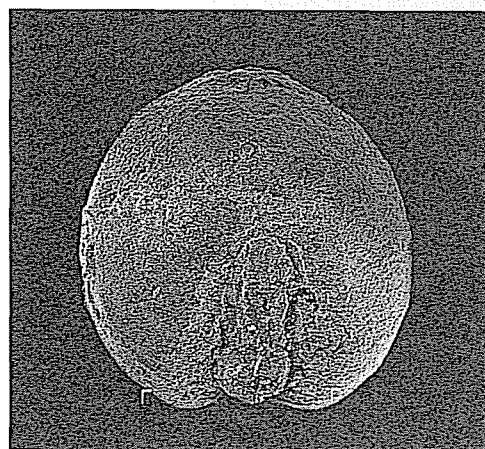
2 現生のアワ ×35



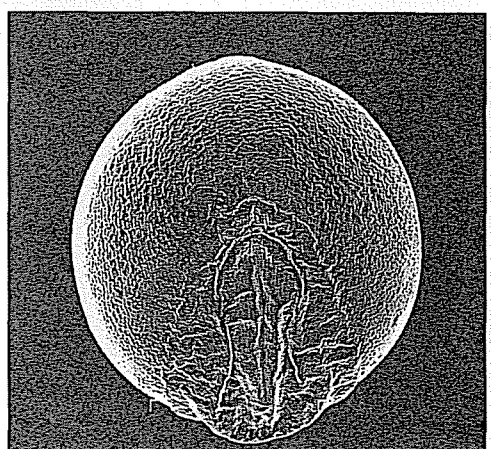
3 出土 ヒエ ×35



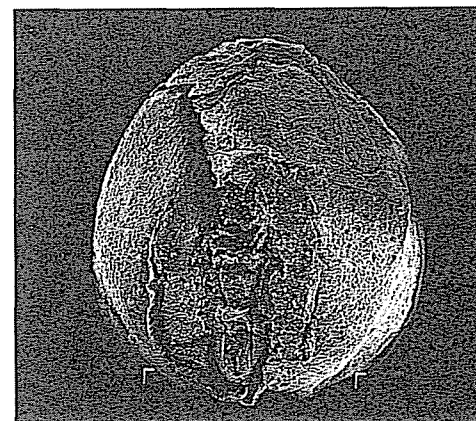
4 現生のヒエ ×35



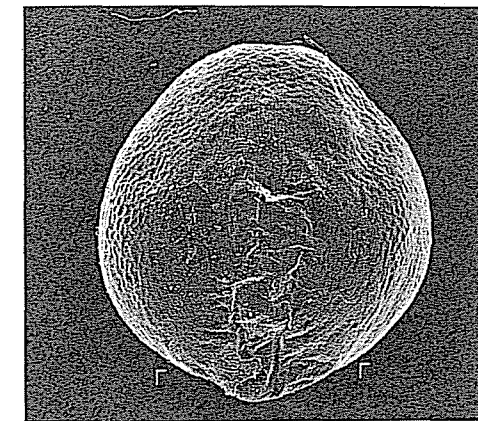
5 出土 キビ ×35



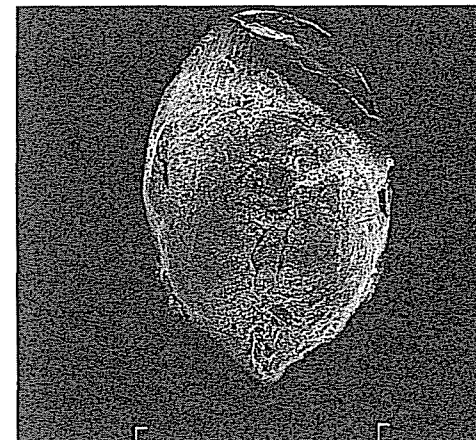
6 現生のキビ ×35



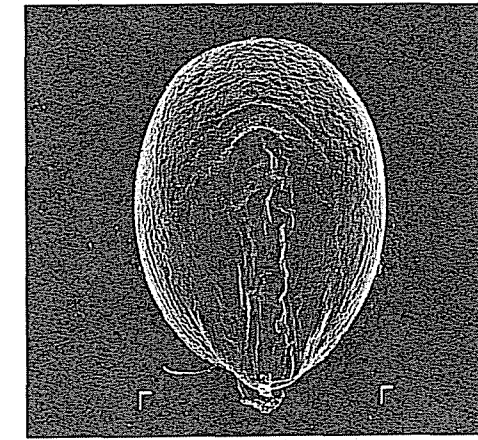
1 出土 ヒエ属 ×35



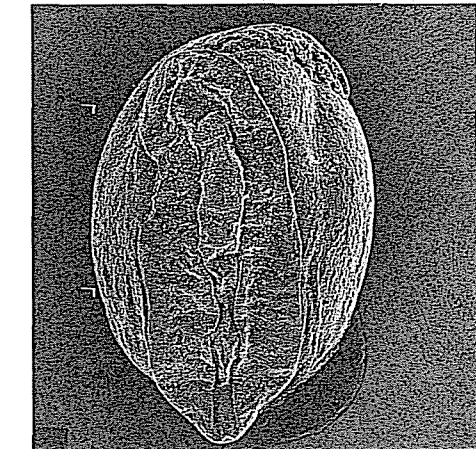
2 現生のヒエ属 ×35



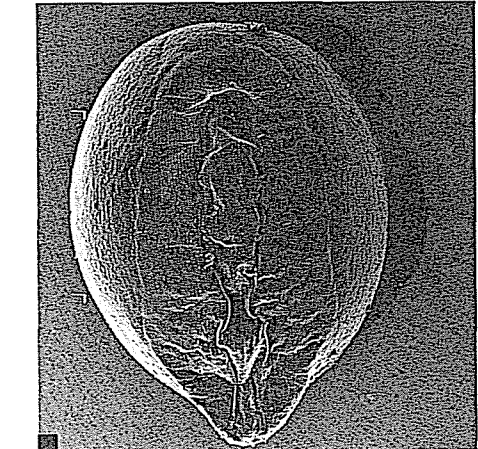
3 出土ヒエ属 ×35



4 現生のイヌヒエ ×35

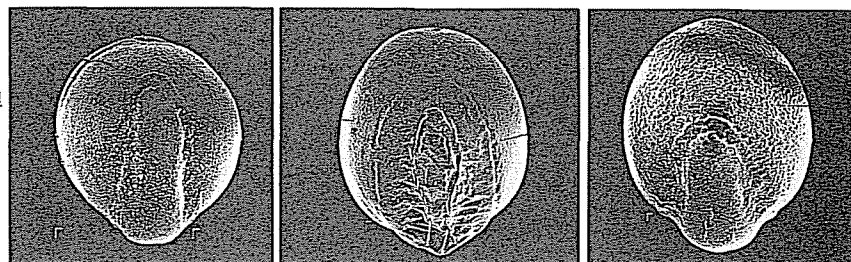


5 出土ヒエ属 ×35



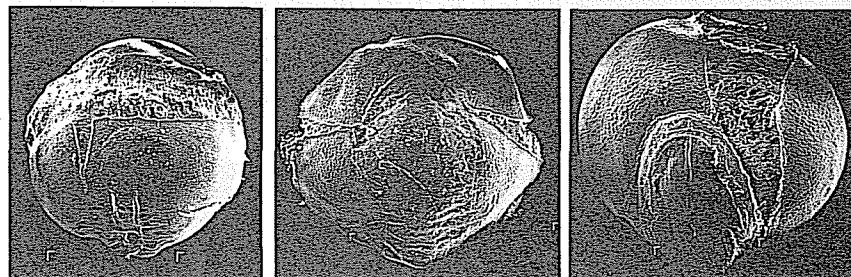
6 現生のタイヌヒエ ×35

200℃
24 時間加熱処理



アワ ×35 ヒエ ×35 キビ ×35

260℃
1 時間加熱処理



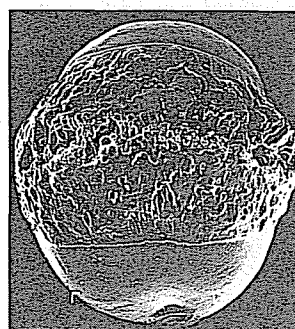
アワ ×35 ヒエ ×35 キビ ×35

260℃
1 時間加熱処理



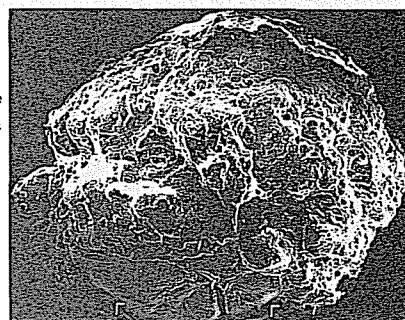
アワ ×35 ヒエ ×35 キビ ×35

280℃
1 時間加熱処理

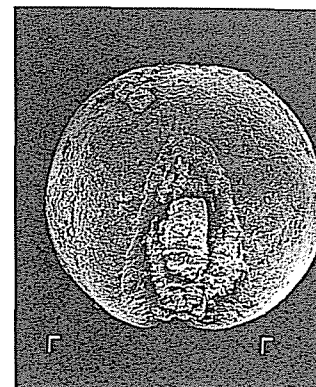


ヒエ ×35

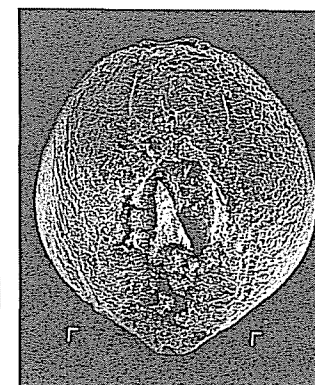
300℃
30 分間加熱
処理



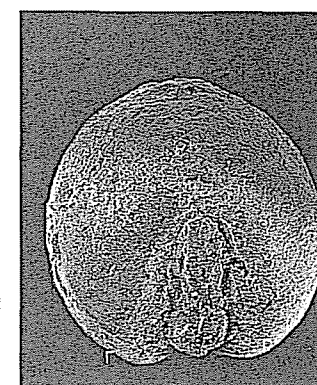
アワ ×35



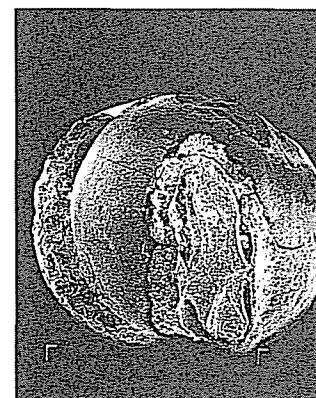
アワ ×35



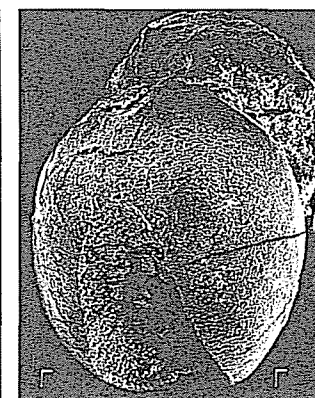
ヒエ ×35



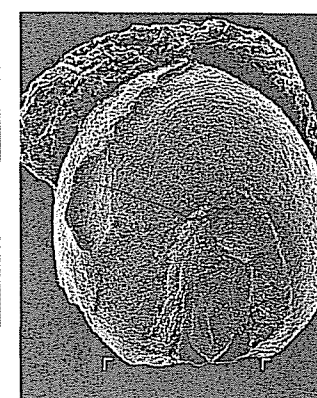
キビ ×35



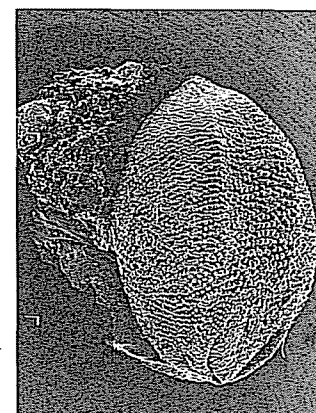
アワ ×35



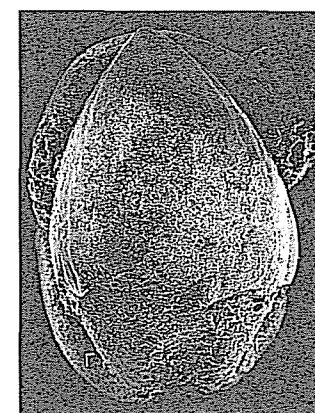
アワ ×35



キビ ×35



アワ ×35



キビ ×35