

ユーカリの育種学的研究 (第1報)

種子の特性*

外山三郎⁽¹⁾

諸見里秀宰⁽²⁾

I 緒言

わが国の木材需要は年々増加してきたが、特に最近では木材パルプ工業の発展とともに急激に需要の度をたかめてきた。その結果、森林の伐採面積は増加し、ともすれば乱伐におちいりやすい状態となつた。林野庁ではその弊害を防ぎ木材の増産を計るために、林木の品種改良と優良外国樹種の導入の計画をたて、その試験研究を実施するとともに、実用化を計っている。ユーカリの導入試験もその一環として実施されているのであるが、過去においては主として造林学的試験が行われた。今後は育種学的立場も加味されて試験研究が実施されることが望ましいと考えている。この意味において筆者らは育種学的立場から、ユーカリ種子の特性について研究を試みた。周知のとおりユーカリの種子はきわめて微細であり、種子であるか、ごみであるかさえ区別できないほどである。

飯塚氏(1933)は *E. robusta* の種子について、八重倉氏(1954)は発芽力について、原田氏(1954, 1956)はユーカリ属 10 種について、研究結果を発表しているが、わが国におけるユーカリ属種子に関する研究は比較的少ない。筆者らは 14 種の種子について、それぞれの特性を明らかにしたのでここに報告する。

この実験をおこなうにあたり、種々御助言をいただいた農林技官柳沢聡雄氏および御助力いただいた農林技官吉筋正二氏、同染郷正孝氏、同川添 強氏、同川述公弘氏、西村五月氏、黒木富生氏、長友 綏氏その他の研究室の諸君に深謝する。

II 材料および実験方法

実験に使用した種子は 1954 年、主として岡山市山都屋を通じて購入した次の 14 種である。種名については苗圃において苗木を仕立て、その真偽をたしかめた。

学名	和名
1. <i>E. citriodora</i> Hook.	レモンユーカリ
2. <i>E. maculata</i> Hook.	カゴハダユーカリ

* 外山および共同研究者：林木の育種およびその基礎研究，第 29 報
Toyama and Co-worker: Breeding of Forest Trees and its Fundamental Studies.
Report 29.

宮崎分場研究業績 第 41 号，宮崎大学学芸学部 生物学教室研究業績 第 66 号
Contribution from the Department of Biology, Faculty of Liberal Arts and
Education, Miyazaki University, No. 66.

(1) 宮崎分場長・宮崎大学教授・農学博士 Professor, Doctor, Miyazaki University, Chief of Miyazaki
Sub-branch of Government Forest Experiment Station, Japan,
(2) 琉球大学助手 Assistant of Ryukyu University.

第1表 稔性および
Table 1. Characteristics of

種 Species	稔性種子 The fertile seed					
	形状 Shape	色彩 Colour	光沢 Luster	種皮 Seed coat	臍の形 Form of hilum	臍の色 Colour of hilum
<i>E. citriodora</i>	楕円形 ellipsoid	黒色 black	有 lustrous	平滑, 背面に 一条の隆起 flat, one keel line on rear	楕円~円形 ellipsoid~ round	淡褐色 light brown
<i>E. maculata</i>	楕円形 ellipsoid	濃黒色 deep black	無 none	背面に一条 の隆起 one keel line on rear	楕円~円形 ellipsoid~ round	淡褐色 light brown
<i>E. gomphocephala</i>	扁平楕円形 compressed ellipsoid	暗黒色 dark black	無 none	皺縮 wrinkled	円形 round	灰黒色 grayish black
<i>E. globulus</i>	楕円形 ellipsoid	暗黒色 dark black	無 none	粗造 coarse	円形 round	灰褐色 grayish brown
<i>E. corynocalyx</i>	楕円形 ellipsoid	褐色 brown	有 lustrous	平滑, 小溝 flat, small ditch	円形 round	灰色 gray
<i>E. viminalis</i>	扁平楕円形 compressed ellipsoid	濃黒色 deep black	無 none	皺縮背面に 一条の隆起 wrinkled, one keel	円形 round	灰褐色 grayish brown
<i>E. coriacea</i>	截球形 hemisphere	黒色或は黒褐色 black or blackish brown	有 lustrous	平滑, 革質感 flat, leathery	点 spotted	淡褐色 light brown
<i>E. punctata</i>	楔形~截球形 V-shape~ hemisphere	暗黒色 dark black	無 none	粗造 coarse	点 spotted	灰色 gray
<i>E. cinerea</i>	扁平楕円形 compressed ellipsoid	濃黒色 deep black	無 none	皺縮 wrinkled	円形~楕円形 round~ ellipsoid	灰褐色 grayish brown
<i>E. resinifera</i>	楔形~截球形 V-shape~ hemisphere	暗褐色 dark brown	無 none	皺縮 wrinkled	点 spotted	—
<i>E. robusta</i>	楔形 V-shape	暗褐色 dark brown	無 none	平滑, わずか に皺縮 flat, few wrinkled	不明 invisible	—
<i>E. tereticornis</i>	楔形~截球形 V-shape~ hemisphere	濃黒色或は黒褐色 deep black or blackish brown	無 none	粗造, 縦条 coarse striped	不明 invisible	—
<i>E. rostrata</i>	楔形 V-shape	黄 yellow	有 lustrous	平滑 flat	不明 invisible	—
<i>E. saligna</i>	楔形 V-shape	黒 black	無 none	皺縮 wrinkled	不明 invisible	—

不稔性種子の諸形質
the fertile and the sterile seeds

不稔性種子 The sterile seed			鑑別の難易 Identifying		備考 Remarks
形状 Shape	色彩 Colour	含量 Percentage	形による By form	色彩による By colour	
楔形～紐状 V-shape～ slender	赤褐色 brownish red	少 low	易 easy	易 easy	
楔形～紐状 V-shape～ slender	赤褐色 brownish red	少 low	易 easy	易 easy	
楔形(丸味) V-shape (rounded)	赤褐色および 黒褐色 red brown and blackish brown	多 high	易 easy	易 easy	
楔形～紐状 V-shape～ slender	赤褐色 brownish red	中 mediate	易 easy	易 easy	
楔形 V-shape	赤褐色 brownish red	多 high	易 easy	難 difficult	不稔粒はきわめて小さい。 Sterile seeds are very small.
楔形～紐状 V-shape～ slender	赤褐色 brownish red	多 high	易 easy	易 easy	不稔粒は微細。 Sterile seeds are particularly small
截球～楔形 hemisphere ～V-shape	淡褐色～黒褐色 light brown～ blackish brown	多 high	極難 very difficult	極難 very difficult	
楔形 V-shape	赤褐色～黒褐色 brownish red ～blackish brown	多 high	易 easy	難 difficult	不稔粒は大小不同。 The size of the sterile seeds is miscellaneous.
楔形～紐状 V-shape～ slender	赤褐色～暗褐色 brownish red ～dark brown	多 high	易 easy	易 easy	
楔形 V-shape	赤褐色 brownish red	多 high	易 easy	極難 very difficult	不稔粒はきわめて細い。 Sterile seeds are very thin.
楔形 V-shape	赤褐色 brownish red	多 high	難 difficult	難 difficult	不稔粒は豊満度により識別。 Identified by their puffy grades.
楔形 V-shape	赤褐色～暗褐色 brownish red ～dark brown	多 high	易 easy	易 easy	不稔粒はきわめて小さい。 Sterile seeds are very small.
楔形 V-shape	暗褐色 dark brown	多 high	易 easy	易 easy	
楔形 V-shape	赤褐色 brownish red	多 high	易 easy	易 easy	

学 名	和 名
3. <i>E. gomphocephala</i> DC.	ヒロブタユーカリ
4. <i>E. globulus</i> LABILL.	ユーカリノキ
5. <i>E. corynocalyx</i> F. v. M.	サトウユーカリ
6. <i>E. viminalis</i> LABILL.	マンナユーカリ
7. <i>E. coriacea</i> A. CUNN.	アツバユーカリ
8. <i>E. punctata</i> DC.	カタギユーカリ
9. <i>E. cinerea</i> F. v. M.	ハイイロユーカリ
10. <i>E. resinifera</i> SMITH	ユテンユーカリ
11. <i>E. robusta</i> SMITH	テリハユーカリ
12. <i>E. tereticornis</i> SMITH	モリユーカリ
13. <i>E. rostrata</i> SCHLECHT	シダレユーカリ
14. <i>E. saligna</i> SMITH	ホソバユーカリ

種子の外部形態の調査はすべて顕微鏡下でおこなった。種子の大きさは *E. globulus* を 100 として他の種と比較した。形状、色沢等の特徴は完熟した豊満な種子を用いて一般的な特性を把握するように努めた。これらに用いた種子は各種とも 100 粒である。また、種子表面の紋様はスンプ法で型をとり、顕微鏡写真で記録した。

内部形態の観察および測定は次のようにした。充実した種子を各種とも 20~50 粒ずつ選び、24 時間浸水して吸水させ、ナワシン液で 48 時間減圧下で固定した。脱水は材料の硬化をさけるために、ブチルアルコール法を用いた。染色はデラフィールドのヘマトキシリンでおこない、連続切片のプレパラートを作成した。また、他方ハンドセクションを作り、ジヤベル水で処理し、デラフィールドのヘマトキシリンあるいはメチレンブリユーなどで適宜染色し、これらのプレパラートで観察および測定をなした。

種皮の観察は *E. globulus* の種子で行った。ハンドセクションをジヤベル水で処理したのち、50% 苛性加里溶液で 20~30 分間解離、50% アルコールで洗条、直ちにメチレンブリユーで染色、脱水後グリセリンで封入した。

種子成分の検出は顕微化学反応によった。発芽形態についての調査は恒温器内で発芽させた稚苗と、圃場で育てた苗を用いておこなった。

Ⅲ 実 験 結 果

実験結果についてはまず外部形態学的特性、内部形態学的特性について述べ、ついで成分、発芽形態について、最後に各種ごとに特性の記載をおこなうこととする。

I 外部形態学的特性

1. 種子の外観

ユーカリ属の種子は種によつてそれぞれ特徴がある。一般に微細な種子が多いが、種によつて大きさを異にする。形は立体楕円形、偏平楕円形、楔形あるいは截球形等である。種皮の色は黒色、暗褐色、褐色あるいは黄色である。種皮はやや固く、表面の紋様も種によつて特性をもっている。臍は小粒種子では観察できないが、大粒種子では容易に肉眼で観察できる。臍の全形は円形(*E. globulus*, *E. gomphocephala*,

E. viminalis), 楕円形 (*E. citriodora*, *E. maculata*, *E. cinerea*) と点状 (*E. coriacea*, *E. punctata*, *E. resinifera*) の3群がある。色は淡褐色, または灰色である。合点, 臍条および発芽口は観察が困難である。

種によつては多くの不稔粒を含む。不稔粒は一般に小形で細長く, 楔形あるいは紐状をなし, 光沢のある赤褐色を呈するものが多い。充実種子と不稔粒の識別は形状と色沢により, おおむね判定ができる。しかし, *E. coriacea* はこの2形質の比較だけでは充実粒と不稔粒の区別が困難で不稔粒を選別することがむずかしい。*E. robusta* もかなり困難であるが, 豊満度により区別することができる (Plate 1 参照)。充実種子と不稔粒の特性を一括表示すれば Table 1 のとおりである。

2. 種子の大きさ

種子の大きさをあらわすために長さおよび幅を測定した。まず長さについて見るに, 最も長いのは *E. citriodora* で 4.24mm の長さを有する。最も短いのは *E. saligna* で 1.30mm である。だいたい 1mm から 5mm の範囲の長さを有する。幅の最大は同じく *E. citriodora* の 2.43mm であり, 最小は *E. robusta* の 0.86mm である。

長さおよび幅を考え合わせて, ユーカリ属種子をかりに大, 中, 小の3群に分ければ次のようである。

種子の大小による区別

大粒種子

E. citriodora *E. maculata*

中粒種子

E. gomphocephala, *E. globulus*, *E. corynocalyx*, *E. viminalis*, *E. coriacea*

小粒種子

E. punctata, *E. cinerea*, *E. resinifera*, *E. robusta*, *E. tereticornis*, *E. rostrata*,
E. saligna

第2表 ユーカリ種子の大きさや形
Table 2. Size and form of the Eucalyptus seeds

種 Species	長さ Length			巾 Width			指数* Index
	平均値 M±σ	変異係数 Coefficient of variability	比率 Ratio	平均値 M±σ	変異係数 Coefficient of variability	比率 Ratio	
	<i>mm</i>			<i>mm</i>			
<i>E. citriodora</i>	4.24±0.645	15.22±0.770	185	2.43±0.412	16.93±0.861	142	57.3
<i>E. maculata</i>	4.20±0.748	17.81±0.850	183	2.22±0.329	14.86±0.727	130	52.9
<i>E. gomphocephala</i>	2.73±0.538	19.75±0.982	119	2.07±0.336	16.28±0.800	121	75.8
<i>E. globulus</i>	2.29±0.399	17.43±0.848	100	1.71±0.266	15.52±0.602	100	74.7
<i>E. corynocalyx</i>	2.26±0.467	20.70±1.002	99	1.42±0.226	15.91±0.770	83	62.8
<i>E. viminalis</i>	2.20±0.257	11.68±0.574	96	1.30±0.190	14.59±0.725	76	59.1
<i>E. coriacea</i>	2.14±0.214	10.01±0.689	93	1.44±0.156	10.82±0.740	84	67.3
<i>E. punctata</i>	1.62±0.256	23.93±1.360	71	1.07±0.227	23.93±1.360	63	66.1
<i>E. cinerea</i>	1.61±0.159	9.91±0.063	70	1.20±0.152	12.64±0.805	70	74.5
<i>E. resinifera</i>	1.50±0.206	13.73±0.718	66	0.91±0.163	17.87±0.930	53	60.6
<i>E. robusta</i>	1.47±0.192	12.98±0.558	64	0.86±0.151	17.61±0.750	50	58.5
<i>E. tereticornis</i>	1.40±0.187	13.39±0.811	61	1.10±0.173	15.74±0.986	64	78.6
<i>E. rostrata</i>	1.31±0.127	9.72±0.429	57	1.00±0.148	14.86±0.658	58	76.8
<i>E. saligna</i>	1.30±0.183	14.13±0.842	57	0.91±0.186	20.60±1.252	53	70.0

* 指数 = 巾/長さ × 100 Index = Width/Length × 100

大粒種子は不稔粒は少ないが中粒および小粒種子は *E. globulus* を除いては不稔粒がきわめて多い。小粒種子ほど肉眼では、充実種子と不稔粒および混入物との区別が困難である。

Table 2 により明らかなように、一般に長い種子ほど幅も大であるが、種によつては必ずしもそうでない。その関係を表わしたのが Table 2 中の Index (形状比) である。幅を長さで除して 100 を乗じた数値である。この数値が小であるほど細長い種子であり、大であるほど丸味をおびた種子である。または角ばつた種子であれば正方形に近い種子である。今かりに数値が小であるか大であるかにより細型 (50 以下)、中間型 (60~69)、丸型 (70 以上) の 3 群に分ければ次のようである。

種子の形による区別

細型種子

E. citriodora, *E. maculata*, *E. viminalis*, *E. robusta*

中間種子

E. corynocalyx, *E. coriacea*, *E. punctata*, *E. resinifera*

丸型種子

E. gomphocephala, *E. globulus*, *E. cinerea*, *E. tereticornis*, *E. rostrata*, *E. saligna*

ただし、ここに細型、中間型、丸型というのは形状比の大小による類別であつて、種子そのものの形をいいあらわす言葉としては妥当でない。Plate 1~3 に見るとおり楕円形や、楔形や四角形等種々あり必ずしも細い感じや丸い感じを与えない。*E. maculata* は形状比 52.9 であり、最も細長い種子であるが、実際は楕円に近い形をしている。また、*E. tereticornis* は形状比 78.6 であり、長さとお幅があまり違わないが形は四角形、五角形あるいは楔形をしている (Plate 1)。

しかし、これらの数値が示すように、*E. maculata* と *E. tereticornis* では明らかに形のうえにも著しい差をあらわしている。他の種の種子についても同様である。形状比の差は佐藤氏 (1931) がスギ、ヒノキ、マツの毬果について述べているように種の特性をあらわすものと考えてよい。

3. 種子の純度

前にも述べたように二、三の種を除いては不稔粒が多く、また微細なるために多量の不純物を含む場合が多い。5g の種子について不純物を除き種子の純度を示せば Table 3 のとおりである。資料の関係で 8 種について調べたが、*E. citriodora* および *E. globulus* の 2 種だけが 80% 以上の種子を含み、他

第 3 表 種子の重さおよび純度
Table 3. The weight of the seeds and the percentage of purity

種 Species name	純 度 Percentage of purity ¹⁾	重 さ Weight ²⁾	比 率 Ratio ³⁾
	%	g	
<i>E. citriodora</i>	84	6.4582	330
<i>E. globulus</i>	82	1.9954	100
<i>E. viminalis</i>	16	0.8468	43
<i>E. resinifera</i>	9	0.3792	19
<i>E. robusta</i>	12	0.3340	17
<i>E. tereticornis</i>	8	0.3932	20
<i>E. rostrata</i>	8	0.2810	14
<i>E. saligna</i>	10	0.3150	16

注 Remarks : 1) 5g における純度 Percentage of purity in 5g.

2) 1,000 粒重 The weight per 1,000 grains.

3) *E. globulus* の重さに対する比率 The weight ratio per *E. globulus*.

はいずれも 20% 以下、特に *E. tereticornis* と *E. rostrata* は 8% にすぎなかつた*。尾越氏(1936)は林木種子に混入する不純物について広範囲な研究をなしているが、普通中型または大型種子にさえ種々の不純物が混入しているのが普通である。ユーカリ属種子に混入している不純物の多くは果実の付属器官や組織の破片が大部分であるが粉状をなした樹皮、樹葉や、ときには若干の砂を混じている。場合によつては種子であるか不純物であるか見分けがつかない場合も多い。種子に混入する不純物の多寡は種子採取人の注意により、ある程度減少されるであろうがユーカリ属種子のような微細種子では風選やふるいによる選別がでしがたいから不純物が混入したままで種子が厳選されずに取り扱われるのもやむをえないであろう。

4. 種子の重さ

ユーカリ属の種子は、他の林木の種子と比較すればきわめて微小であるから重量も軽いのが当然である。8種のユーカリについて測定した結果は Table 3 に示すとおりである。種子の重量は同じ種に属する種子であつても、品種や系統により、樹木の年令の差異その他の条件によりかなりの差が生ずる場合がある(長谷川, 1943)。したがつて本表に示した重量が、各種の決定的重量を示すものとは考えない。この測定値は 500 粒 4 組の平均値を 1,000 粒当りに換算した値であるが、本表によりユーカリ種子の重量がどの程度のものであるかを知ることができる。

大粒種子である *E. citriodora* だけが 6g 以上の値を示したが大多数の種は 1g 以下である。*E. globulus* および *E. robusta* はそれぞれ 1.9954g および 0.3340g であつたが、他の資料で別の機会に測定した数値は、それぞれ 2.442g および 0.101g であつた。資料により多少の違いがあるのは当然である。

II 内部形態学的特性

1. 概観

ユーカリ属種子の内部形態のなかで最も特性の顕著である組織は種皮、および胚である。種皮は外種皮と内種皮からなり、その内側に外胚乳の組織をわずかに残し内部の胚に接する。胚は巨大な胚軸と 2 枚の子葉からなり胚乳のないのが本属の特性である。種皮については最近原田氏 (1956) の研究があるので、ここにおいては主として胚について述べることにする。

2. 子葉

子葉は著しく発達し、種子内部組織の大半を占めている。種子の横断面では円形の胚軸が中央に存し、それを子葉が囲んでいる。子葉は 2 枚であるが形状は非相称であり、おのおの 1 枚の子葉の左右性も非相称である。葉柄を中心にした場合、胚軸側より眺めて右側の子葉は左側の子葉に比べて、長さおよび巾ともにやや小さい。

種子内における子葉の配列は、子葉の右側の部分が常に内側であり、外側には大型の子葉すなわち子葉の左側の部分が存在する。この配列は全く種による差が認められない。換言すればこの配列はユーカリ属種子の子葉の特性であろう。子葉が横に細長く中央部がくびれているために、胚軸、子葉および葉柄の接合部では子葉は 2 枚に見えるが、それより下部では 4 枚が数えられる。さらに下部では内側の小型子葉が現われず、外側の大型子葉のみが現われるために 2 枚の子葉を数える。縦断面では種子中央部より下方

* ただし *E. citriodora* および *E. globulus* の種子の純度は外観上完全な形態をしているものを純正種子として測定し、それ以外のものは糞粒が内容充実粒と区別できるので、内容充実粒のみを純正種子として測定した。

第4表 胚における気孔の分布

Table 4. Distribution of stomata in embryo

種 Species	柵状組織側 Palisade tissue side	海綿状組織側 Spongy tissue side	胚軸 Hypocotyl
<i>E. maculata</i>	+	+	+
<i>E. gomphocephala</i>	+	+	+
<i>E. globulus</i>	+	+	+
<i>E. corynocalyx</i>	-	+	+
<i>E. viminalis</i>	+	+	+
<i>E. coriacea</i>	+	+	+
<i>E. punctata</i>	-	+	+
<i>E. cinerea</i>	-	+	+
<i>E. resinifera</i>	-	+	+
<i>E. robusta</i>	+	+	+
<i>E. tereticornis</i>	+	+	+
<i>E. rostrata</i>	+	+	+
<i>E. saligna</i>	-	+	+

に1本の太い胚軸があり、子葉がこれを囲む。これらは葉柄で連結される。ゆえに2本の葉柄と4枚の子葉を算える結果となる。胚は原(生)表皮(Protoderm)、基本組織(Ground meristem)、維管束(Vascular bundle)および気孔に分化している。子葉はその周辺を1層の細胞よりなる原(生)表皮で囲まれる。原表皮は楕円形状の細胞で膜は薄い。すべての細胞は緊密に密着しているので細胞間隙はない。気孔は、海綿状組織の存する側、すなわち裏面にはすべての種に存するが、柵状組織を有する側、すなわち表の面は存在する種とほとんど見られない種がある。これを Table 4 に示す。

基本組織原は将来葉肉となる部分で柵状組織と海綿状組織とがある。各細胞は緊密に接合して、細胞間隙はない。膜はきわめてうすい。各組織の数および細胞の大きさは種によつて異なる。柵状組織の層数は Table 5 に示すとおりである。また、柵状組織および海綿状組織の細胞の大きさは Table 6 のとおりである。

第5表 柵状組織層の数
Table 5. Number of palisade layer

種 Species	層の数 Number of layer
<i>E. maculata</i>	2
<i>E. gomphocephala</i>	2
<i>E. globulus</i>	2
<i>E. corynocalyx</i>	2
<i>E. viminalis</i>	2
<i>E. coriacea</i>	2
<i>E. punctata</i>	2
<i>E. cinerea</i>	1
<i>E. resinifera</i>	1
<i>E. robusta</i>	1
<i>E. tereticornis</i>	2
<i>E. rostrata</i>	1
<i>E. saligna</i>	1

子葉の柵状組織のある面は常に胚軸に接し、海綿状組織のある面は種皮に接している。これは子葉が胚軸を上方からおおうようにして包んでいるためである。

3. 胚軸

一般に無胚乳種子の胚軸はきわめて小型であるが、ユーカリ属種子では種子の大きさに比較して大型の胚軸を有する。すなわち、Table 7 に見られるような結果を示す。

胚軸は表皮原、初生皮層、中心柱からなる。表皮原は胚軸周辺を囲む1層の楕円形状の細胞からなる。気孔は表皮原の直下、初生皮層中にあり、未発達の間細胞および近隣細胞からな

第6表 柵状組織および海綿状組織の大きさ
Table 6. Size of palisade and spongy parenchyma

種 Species	柵状組織 Palisade parenchyma		海綿状組織 Spongy parenchyma	
	長さ Length	巾 Width	長径 Long axis	短径 Short axis
<i>E. globulus</i>	42.67 ± 0.59 ^μ	11.63 ± 0.37 ^μ	26.92 ± 0.90 ^μ	22.17 ± 0.57 ^μ
<i>E. robusta</i>	32.37 ± 0.96	12.31 ± 0.41	20.10 ± 0.50	15.11 ± 0.45

第 7 表 胚軸および子葉の大きさ
Table 7. Size of hypocotyl and cotyledon

種 Species	種子中央部の断面 Cross section at middle part of seed			胚 軸 Hypocotyl		子葉の面積 Area of cotyledon (C)	H/S×100	C/S×100	H/C×100
	長さ Length	巾 Width	断面積 Area (S)	直 径 Diameter	断面積 Area (H)				
<i>E. globulus</i>	mm 1.72	mm 1.29	mm ² 0.957	mm 0.53	mm ² 0.221	0.736	23.09	76.80	30.03
<i>E. robusta</i>	0.74	0.49	0.285	0.29	0.066	0.219	23.16	76.84	30.14

S=長さ×巾×π/4 S=Length×Width×π/4 H=π/4×(直径)² H=π/4×(Diameter)²

つている。初生皮層を構成する細胞の大きさおよび形状は、種によつて若干異なる。細胞層の数も種によつて異なる。多層種 (*maculata*, *corynocalyx* 9~10 層), 少層種 (*saligna*, 4~5 層) および中間種 (その他の種, 5~7 層) がある。中心柱は内皮, 内鞘および髓からなる。内皮はあまり明瞭でない。内鞘は数層の柔細胞層よりなる。維管束は未分化で, 原生木部および原生篩部は認められない。中心柱の中心に柔組織の初生髓がある。

胚軸には上・下両端に茎および根の成長点を有する。茎の成長点は原表皮につづく数層の初生皮層の直下であり, やや大型の原始細胞からなる。根の成長点は三叉しており, 中央部は主根, 他の 2 点は種子根 (Seminal root) に発達すると考えられる。

4. 臍

臍は種子の腹部にあり, 各組織層の細胞が複雑に分化している。臍においては, 外部に一層の粘液細胞層があり, 厚膜細胞層との間に柔組織が観察される。柔組織ではところどころに数個の導管を認めることができる。

III 含有成分

ユーカリ属種子は, 子葉だけでなく, 胚軸にも多量の養分を貯蔵している。主成分は脂肪であり, 澱粉は含まない。種皮内のある細胞, 外胚乳の残がいにもわずかに油滴を認める。

第 8 表 子葉内の油滴の大きさ
Table 8. Size of oil drops in the cotyledon

種 Species	平均値 M±σ	変異係数 Coefficient of variability	比率 Ratio	最大 Max.	最小 Min.
	μ			μ	μ
<i>E. citriodora</i>	9.66±2.25	23.32±0.87	104	15	4
<i>E. maculata</i>	12.17±3.22	26.46±0.91	132	20	4
<i>E. gomphocephala</i>	14.06±3.28	23.32±1.11	152	21	7
<i>E. globulus</i>	9.23±3.19	34.60±0.23	100	20	2
<i>E. corynocalyx</i>	12.47±2.81	22.53±0.69	135	22	7
<i>E. viminalis</i>	11.77±2.98	25.29±0.88	128	23	6
<i>E. coriacea</i>	10.00±2.29	22.92±0.76	108	19	4
<i>E. punctata</i>	11.51±2.81	24.43±0.89	125	22	7
<i>E. cinerea</i>	10.58±3.27	30.91±1.13	115	22	4
<i>E. resinifera</i>	9.55±2.93	30.72±0.98	103	21	4
<i>E. robusta</i>	11.16±3.31	29.66±1.64	122	19	4
<i>E. tereticornis</i>	11.58±2.80	24.21±0.74	125	23	7
<i>E. rostrata</i>	9.06±3.19	35.18±1.53	98	19	4
<i>E. saligna</i>	11.76±3.68	31.31±1.05	129	26	3

第 9 表 胚軸内の油滴の大きさ
Table 9. Size of oil drops in the hypocotyl

種 Species	平均値 M±σ	変異係数 Coefficient of variability	比率 Ratio	最大 Max.	最小 Min.
	μ			μ	μ
<i>E. citriodora</i>	9.31±1.76	18.87±0.73	78	14	5
<i>E. maculata</i>	9.68±1.60	16.54±0.49	81	14	6
<i>E. gomphocephala</i>	16.32±3.76	23.07±1.21	135	26	8
<i>E. globulus</i>	12.00±2.94	24.52±1.29	100	20	4
<i>E. corynocalyx</i>	14.53±3.99	27.51±0.86	121	24	6
<i>E. viminalis</i>	11.51±2.77	24.11±0.75	96	21	6
<i>E. coriacea</i>	10.94±2.99	27.35±0.70	91	21	4
<i>E. punctata</i>	10.86±2.09	19.27±0.74	89	16	6
<i>E. cinerea</i>	11.69±3.58	30.16±0.93	97	22	4
<i>E. resinifera</i>	9.88±2.48	25.12±0.79	82	21	5
<i>E. robusta</i>	11.95±3.65	30.54±1.52	100	22	4
<i>E. tereticornis</i>	12.32±3.26	26.46±0.09	102	23	5
<i>E. rostrata</i>	9.48±3.89	37.94±2.28	79	21	4
<i>E. saligna</i>	11.87±2.87	24.24±0.97	99	19	6

第 10 表 1 細胞内の油滴の数
Table 10. Number of oil drops in one cell.

種 Species	子 葉 Cotyledon		胚 軸 Hypocotyl
	柵状組織 Palisade parenchyma	海綿状組織 Spongy parenchyma	
<i>E. citriodora</i>	2~3	2~3	1~2
<i>E. maculata</i>	2~3	1~3	1~2
<i>E. gomphocephala</i>	1~2	1~2	1~2
<i>E. globulus</i>	2~3	1~3	1~2
<i>E. corynocalyx</i>	2~3	1~2	1~2
<i>E. viminalis</i>	1~3	1~2	1~2
<i>E. coriacea</i>	1~3	1~2	1~2
<i>E. punctata</i>	1~3	1~2	1~2
<i>E. cinerea</i>	1~2	1~2	1~2
<i>E. resinifera</i>	1~3	1~2	1~2
<i>E. robusta</i>	2~3	1~2	1~2
<i>E. tereticornis</i>	1~3	1~2	1~2
<i>E. rostrata</i>	2~3	1~2	1~2
<i>E. saligna</i>	1~3	1~2	1~2

子葉および胚軸に含まれる油滴の大きさを Table 8 と 9 に、また細胞内に存在する油滴の数を Table 10 に示す。最大油滴は *E. gomphocephala* の $14.06 \pm 3.28 \mu$ であり、最小油滴は *E. rostrata* の $9.06 \pm 3.19 \mu$ である。また細胞内含有数の最大は *E. citriodora* の 2~3 個である。これらの表で見るとおり、大きさと数は種により多少異なるが、大きさは変異多く、含有総量を顕微鏡下で正

確に測定することは困難である。

ユーカリ種子に含まれる脂肪はズダゲン III で染色され、無水アルコールおよびキシロールに容易に溶解する。

IV 発芽の概観

ユーカリ属種子の発芽様式は、他の無胚乳種子（マメ科、十字科、ウリ科）とは異なる。すなわち、一般の無胚乳種子においては、発芽の際に幼根が種皮を破つて根を伸ばすが、本属は根の成長点の部分の種皮を破り、わずかに露出する。このとき胚軸の周辺から種子根が無数に発生して水分吸収に当る。その後胚軸が伸長をはじめ、胚軸下端の中心部より主根が伸長をはじめ。胚軸と主根の伸長は同時におこなわれ、主根の伸長に伴い種子根は枯死し、つづいて主根は多数の側根を出しはじめる。種皮は付着したまま

第 11 表 発芽後の子葉の大きさと形状
Table 11. Size and shape of cotyledon after germination

種 Species	全長 Length (A)	左辺の長さ Length of left side (B)	右辺の長さ Length of right side (C)	差 Differences (B—C)	中央部の巾 Width in middle part (D)	左辺の巾 Width of left side (E)
	mm	mm	mm	mm	mm	mm
<i>E. globulus</i>	7.92±0.098	4.15±0.056	3.59±0.050	0.56±0.074	2.25±0.039	2.88±0.048
<i>E. robusta</i>	3.76±0.056	2.08±0.030	1.72±0.026	0.36±0.038	1.42±0.021	1.63±0.026
<i>E. rostrata</i>	3.37±0.043	2.03±0.026	1.73±0.022	0.30±0.034	1.87±0.023	1.84±0.022

種 Species	右辺の巾 Width of right side (F)	差 Differences (E—F)	指数(I) Index(I) (D/A×100)	指数(II) Index(II) (E/A×100)	指数(III) Index(III) (F/A×100)	指数(平均) Index (Average) ((I+II+III)/3)
<i>E. globulus</i>	2.36±0.034	0.52±0.062	29.1	37.3	30.6	32.3
<i>E. robusta</i>	1.37±0.021	0.26±0.033	38.3	43.4	36.7	39.5
<i>E. rostrata</i>	1.62±0.020	0.22±0.032	50.1	49.6	46.1	48.6

第 12 表 発芽後の子葉および胚軸の色
Table 12. Colour of the cotyledon and the hypocotyl after germination

種 Species	子 葉 Cotyledon		胚 軸 Hypocotyl
	表 面 Surface	裏 面 Under surface	
<i>E. maculata</i>	黄緑色 yellowish green	紅 色 pink	淡紅色 pale rose
<i>E. gomphocephala</i>	黄緑色 yellowish green	紅 色 pink	淡紅色 pale rose
<i>E. globulus</i>	緑 色 green	鮮紅色 bright red	濃紅色 deep red
<i>E. corynocalyx</i>	黄緑色 yellowish green	鮮紅色 bright red	紅 色 pink
<i>E. viminalis</i>	緑 色 green	鮮紅色 bright red	濃紅色 deep red
<i>E. cinerea</i>	黄緑色 yellowish green	鮮紅色 bright red	紅 色 pink
<i>E. robusta</i>	黄緑色 yellowish green	黄緑色 yellowish green	黄白色 yellowish white
<i>E. tereticornis</i>	黄緑色 yellowish green	黄緑色 yellowish green	紅 色 pink
<i>E. rostrata</i>	緑 色 green	緑 色 green	濃紅色 dark red
<i>E. saligna</i>	緑 色 green	緑 色 green	紅 色 pink

胚軸の伸長により上方へもち上げられる。

その後子葉は下部より上部に向かって開きはじめ、胚軸に対して 90° 付近まで展開する。このころまでに種皮は脱落し、子葉の重合はやや解ける。このとき見える子葉の表面は完全展開した場合の子葉の裏面である。さらに子葉は葉柄に対し直角の線上で、葉柄の伸長方向へ 180° 回転して展開を完全に終る。完全展開した子葉の大きさおよび形は種によつて異なる。その測定結果は Table 11 に示すとおりである。

子葉および胚軸の色沢も、種によつてそれぞれ異なっている。子葉については表裏同色群 (小粒種子たとえば *robusta*) と表裏異色群 (*globulus*, その他) がある。子葉および胚軸の色調の調査結果は Table 12 に示すとおりである。

すなわち子葉の表面は、黄緑色、緑色の 2 系統があるが、裏面は紅色、鮮紅色、黄緑色、緑色の 4 系統がある。裏面に紅色系を有する種は大粒種および中粒種である。また、胚軸は濃紅色、紅色、淡紅色および黄白色の種がある。

なお、Table 12 には圃場に生育した種と、恒温器内で生育した種とが示してあるが、後者は前者よりもいくぶん色調が淡いようであつた。

V 各種子の特性

1. *E. citriodora* HOOK.

英名 Lemon-scented Gum, 和名 レモンユーカリ

本種は大粒種子に属し長径最大 5.6 mm, 最小 2.9 mm, 平均 4.24±0.645 mm, 短径では最大 3.4 mm, 最小 1.4 mm, 平均 2.43±0.412 mm, 種子形状比 57.31 である。1,000 粒当り重量 6.4582g である。

種子は楕円形状で、赤茶色を帯びた黒色を呈し、光沢を有する(Plate 1, Fig. 1)。不稔粒は僅少なも細い紐状で赤褐色を呈する。不稔粒と真正種子とは、形状、色沢の点より容易に識別することができる。

種子の背面には一条の隆起が縦走し、種子は平滑でやや固く、種皮表面の紋様は Plate 2, Fig. 1 において見られるように、大型長方形の網目状を呈する。

脐は種子の腹面にあり、やや陥没し、大型で肉眼でも容易に観察できる。全形は楕円ないし円形で、淡褐色を呈しやや光沢を有する。後者 *E. maculata* とは類縁種で著しく類似しているが色沢、光沢により識別することができる。

2. *E. maculata* HOOK.

英名 Spotted Gum, 和名 カゴハダユーカリ

E. citriodora ときわめて類似した種子で、種子の大きさは、長径において最大 5.6 mm, 最小 2.6 mm, 平均 4.20±0.748 mm, 短径では最大 3.2 mm, 最小 1.4 mm, 平均 2.22±0.329 mm, 種子の形状比は 52.86 である。

種子は楕円形状で濃黒色を呈し、光沢を有しない(Plate 1, Fig. 2)。不稔粒は僅少なも前者よりわずかに多く、楔型ないし細紐状で赤褐色を呈し、やや光沢を有する。不稔粒と真正種子とは、形状、光沢により容易に識別しうる。

種子の背面には一条の隆起が縦走し、種皮はやや固く、種皮表面の紋様は Plate 2, Fig. 2 において見られるごとく大型長方形の網目状をなす。

脐は種子腹面中央にあり、やや陥没し、肉眼でも容易に観察することができる。

全形は楕円形ないし円形で前者よりやや小さく光沢のない淡褐色を呈する点で区別される。

種子の子葉内における柵状組織は2層であり、気孔は子葉の表裏および胚軸内に存在する。

3. *E. gomphocephala* DC.

英名 Tooart Tree, 和名 ヒロブタユーカリ

本種は中粒種で前2者より小さく、直径では最大 4.2 mm, 最小 1.7 mm, 平均 2.73±0.538 mm, 短径では最大 2.8 mm, 最小 1.2 mm, 平均 2.07±0.336 mm, 形状比は 75.81 である。

種子は偏平なる楕円形をなし、真黒色を呈し、不稔粒と真正種子との識別は、形状、大きさ、色沢などで容易におこなうことができる(Plate 1, Fig. 3)。

種皮は皺縮してやや固く、種皮表面の紋様は Plate 2, Fig. 3 に見られるように、きわめて大形長方形の格子状を呈する。この紋様は本種独特のもので、本種の著しい特徴である。これによつて他種との鑑別は容易におこなわれる。

脐は種子腹面の中央にあつて、やや陥没し、円形、灰黒色を呈する。形は前者よりやや小さく不稔粒が多いために容易に鑑別できる。

種子の子葉内における柵状組織は2層であり、気孔は子葉の表裏および胚軸にある。

4. *E. globulus* LABILL.

英名 Blue Gum, 和名 ユーカリノキ, 別名 セイタカユーカリ

本邦で最も多く植栽されている樹種で、種子は長径において最大 3.1 mm, 最小 1.1 mm, 平均 2.29 ± 0.399 mm, 短径では最大 2.3 mm, 最小 1.1 mm, 平均は 1.71 ± 0.266 mm で、形状比は 74.67 である。1,000 粒当り重量 1.9954 g である。

種子は豊満なる楕円形を呈し、暗黒色で光沢を有しない (Plate 1, Fig. 4)。不稔粒は楔形ないし紐状で、光沢のある赤褐色を呈し、不稔粒と真正種子との識別は容易である (Plate 1, Fig. 4)。種皮はやや固く皺縮せず、種皮表面の紋様は Plate 2, Fig. 4 のとおりである。

脐は、腹部中央にあつてやや陥没し、円形にして淡い灰褐色を呈して光沢を有しない。本種は豊満にして種皮に皺縮なきため、*E. viminalis* と容易に鑑別でき、前者の *E. gomphocephala* とは豊満な色沢により、また不稔粒の含量少なく、色沢異なるため容易に鑑別ができる。

種子の子葉内における柵状組織は2層であり、気孔は子葉の表裏および胚軸に存在する。

5. *E. corynocalyx* F. v. M.

英名 Sugar Gum, 和名 サトウユーカリ, 別名 サトウゴムノキ

中粒種子で、長径では最大 3.3 mm, 最小 1.5 mm, 平均 2.26 ± 0.467 mm, 短径では最大 1.9 mm, 最小 1.0 mm, 平均 1.42 ± 0.226 mm で形状比 62.83 である。本種は楕円形、光沢のある褐色を呈する。不稔粒は種子に比較して著しく小さく、赤褐色ないし暗褐色の楔形状を呈する。不稔粒と真正種子との識別は大いさにより容易である (Plate 1, Fig. 5)。種皮は平滑にして小溝を有し、種皮表面の紋様は細い長方形を呈し特徴がある (Plate 2, Fig. 5)。

脐は腹面中央にあつて、やや陥没し、形状円満なるも肉眼では小さな点として観察され灰色を呈する。

本種は中粒種における唯一の褐色種子であるから他種との鑑別は外観だけからでもきわめて容易である。

種子の子葉内における柵状組織は2層であり、気孔は子葉の腹部と胚軸には常に存在するが表面には存在することが少ない。

6. *E. viminalis* LABILL.

英名 Manna Gum, 和名 マンナユーカリ

本種は中粒種に属し、種子の大いさは長径において最大 2.7 mm, 最小 1.5 mm, 平均 2.20 ± 0.257 mm, 短径では最大 1.7 mm, 最小 0.8 mm, 平均 1.30 ± 0.190 mm で、形状比は 59.09 である。1,000 粒当り種子の重量は 0.8468 g である。

種子は扁平楕円形で、真黒色を呈する。種皮の表面は皺縮し、背面にわずかに一条の隆起が縦走する。

不稔粒は楔形ないし紐状で赤褐色を呈し、きわめて微細である。不稔粒と真正種子との識別は容易である (Plate 1, Fig. 6)。

脐は腹面中央にやや陥没して存し、楕円形をなし、光沢なく、褐色をおびた灰色を呈する。種皮表面の紋様は4～6角形の網目状を呈し、*E. resinifera* と類似する (Plate 2, Fig. 6)。

種子の子葉内における柵状組織は2層であり、気孔は子葉の表裏および胚軸に存在する。

7. *E. coriacea* A. CUNN.

英名 Sieber, 和名 アツバユーカーリ

本種は中粒種に属し、種子の大きさは長径では最大 2.5 mm, 最小 1.6 mm, 平均 2.14 ± 0.214 mm, 短径では最大 1.7 mm, 最小 1.2 mm, 平均 1.44 ± 0.156 mm, 形状比 67.29 である。

種子は截球形状を呈し、黒色ないし黒褐色で、やや光沢を有する。不稔粒は截球形状ないし楔形に近い形状で、淡褐色ないし黒味がかつた褐色を呈し光沢を有しない。不稔粒と真正種子の識別はきわめて困難である (Plate 1, Fig. 7)。

種皮は革質にして固く、種子表面の紋様は Plate 2, Fig. 7 に見られるように、長方形の紋様を呈する。この紋様は本種の特徴である。本種は形状、色沢、紋様によつて容易に他種と鑑別することができる。

脐は Plate 1, Fig. 7 に見られるごとく、腹面の巾狭く突出した部分にあり淡褐色を呈する。

種子の子葉内における柵状組織は2層である。気孔は子葉の表裏および胚軸に存在する。

8. *E. punctata* DC.

英名 Leather Jacket, Hickory Gum, 和名 カタギユーカーリ

本種子は小粒種子に属し、長径において最大 2.8 mm, 最小 1.0 mm, 平均 1.62 ± 0.256 mm, 短径では最大 1.8 mm, 最小 0.6 mm, 平均 1.07 ± 0.227 mm で形状比は 66.05 である。

種子は楔形ないし截球状であつて、暗黒色を呈し、種皮は粗造な感じを与えて光沢を有しない (Plate 1, Fig. 8)。本種は多量の不稔粒を含有する。不稔粒は楔形で長さの変異が大きく、黒褐色ないし赤褐色を呈する。

不稔粒と真正種子との識別は困難であるが、真正種子ではやや豊満なるため、経験をつめば色沢、形状を総合して識別することができる。

脐は、楔形状種子では種子下端に、截球状種子では腹面中央にあり、やや陥没して存在し、点状に観察される。色沢は灰色で光沢を有しない。

種子表面の紋様は Plate 2, Fig. 8 に見られるように不規則な四角形の網目状を呈する。

種子の子葉内における柵状組織は2層である。気孔は子葉の表面と胚軸にあり、裏面にはほとんど見られない。

9. *E. cinerea* F. v. M.

英名 Argyll Apple, 和名 ハイロユーカーリ

小粒種で種子の大きさは、長径において最大 2.1 mm, 最小 1.2 mm, 平均 1.61 ± 0.159 mm, 短径においては最大 1.4 mm, 最小 0.9 mm, 平均 1.20 ± 0.152 mm, 形状比 74.54 である。

本種は扁平なる楕円形で真黒色を呈する。不稔粒は楔形ないし紐状にして赤褐色ないし暗褐色を呈し、真正種子に比較して細短なため、形状、色沢の点から容易に識別することができる (Plate 1, Fig. 9)。

種皮は表面皺縮し、種子表面の紋様は四角形の網目状を呈し *E. tereticornis* に著しく類似するがやや小さい (Plate 2, Fig. 9)。

脐は肉眼では腹面に陥没した点状のものとして観察される。全形は円形ないし楕円形で灰褐色を呈する。

種子の子葉内における柵状組織は1層である。子葉内の気孔は表面にはほとんどなく裏面にある。また、胚軸には存在する。

10. *E. resinifera* SMITH

英名 Red Mahogany, 和名 ユテンユーカリ

小粒種子で種子の大きさは長径において、最大 2.0 mm, 最小 1.0 mm, 平均 1.50 ± 0.206 mm, 短径では最大 1.4 mm, 最小 0.6 mm, 平均 0.91 ± 0.163 mm, 種子の形状比は 60.61 である。1,000 粒当り種子重量は 0.3792 g である。

本種は、楔形ないし截球状であり暗褐色を呈する。本種は多量の不稔粒を含む。不稔粒は細長あるいは細短な楔形で赤褐色を呈し、真正種子とは豊満度、形状により識別することができる (Plate 1, Fig. 10)。

臍は楔形種子では種子の下端に、截球状種子では腹面中央に陥没して存する。肉眼では観察が困難であるが、ルーペを用うれば点状に観察される。

種皮は平滑であるがわずかに皺縮し種皮表面の紋様は四角形ないし五角形の網目状を呈し、*E. viminalis* と類似する。

種子の子葉内における柵状組織は1層である。気孔は子葉の裏面と胚軸に存在し子葉の表面にはほとんど見られない。

種皮は *E. robusta* に類似するがやや大きいために鑑別できる。

11. *E. robusta* SMITH

英名 Swamp Mahogany, 和名 テリハユーカリ

種皮は小粒に属する。大きさは、長径において最大 2.0 mm, 最小 1.0 mm, 平均 1.47 ± 0.192 mm, 短径においては最大 1.4 mm, 最小 0.5 mm, 平均 0.86 ± 0.151 mm, 種子の形状比は 58.50 である。1,000 粒当り種子重量は 0.3340 g である。

本種は楔形で暗褐色を呈し、光沢を有しない。不稔粒をきわめて多量に含む。不稔粒は楔形で赤褐色を呈し光沢がある (Plate 1, Fig. 11)。不稔粒と真正種子との区別は困難であるが、色沢や豊満度により区別することができる。

種皮は平滑で種皮表面の紋様は Plate 2, Fig. 11 に見るとおりである。

種子の子葉内における柵状組織は1層である。気孔は子葉の表裏および胚軸に存在する。

本種は *E. resinifera* に類するが、これよりやや小さく、不稔粒は *E. resinifera* のような長い紐状のものを有しないために鑑別することができる。

12. *E. tereticornis* SMITH

英名 Grey Gum, Forest Red Gum, 和名 モリユーカリ

小粒種子に属し、大きさは長径において最大 1.85 mm, 最小 1.05 mm, 平均 1.40 ± 0.192 mm, 短径においては最大 1.5 mm, 最小 0.7 mm, 平均 1.10 ± 0.173 mm である。種子の形状比は 78.57 である。1,000 粒当り種子重量は 0.3932 g である。

種皮は楔形ないし截球状で真黒色ないし黒褐色を呈する。不稔粒を多量に含む。不稔粒は楔形で赤褐色ないし暗褐色を呈する。不稔粒と真正種子との区別は色沢によつて容易に鑑識が可能である (Plate 1, Fig. 12)。

臍は、楔形種子にあつては種子下端に、截球形種子にあつては腹面中央にある。肉眼では観察が困難であるが、ルーペを用うれば点状に観察される。

種皮表面の紋様は五角形ないし六角形の網目状を呈する。

本種は *E. saligna* に類似しているが、やや大きく、また不稔粒もやや粗大な感があるために鑑別は容易である。

種子の子葉内における柵状組織は 2 層である。気孔は子葉の表裏および胚軸に存在する。

13. *E. rostrata* SCHLECHT

英名 Red Gum, 和名 シダレユーカリ

小粒種子に属し、種子の大きさは長径において最大 1.8 mm, 最小 1.0 mm, 平均 1.31 ± 0.127 mm である。短径においては最大 1.4 mm, 最小 0.7 mm, 平均 1.00 ± 0.148 mm で、種子の形状比 76.80 である。1,000 粒当り種子の重量は 0.2810 g である。

本種は小粒種中、黄白色を呈する唯一の種子で楔形である。不稔粒を多量に含む。不稔粒は楔形で赤茶色を呈するため、真正種子と不稔粒との識別は容易である (Plate 1, Fig. 13)。

種皮表面の紋様はやや大形の不規則な四角状の紋様を呈する。

本種は外観的には黄白色を呈する唯一の種子であるから他種との鑑別は容易である。

また、本種子の子葉内における柵状組織は 1 層である。気孔は子葉の表裏および胚軸内に存在する。

14. *E. saligna* SMITH

英名 Sydney Blue Gum, Flooded Gum, Grey Gum of Queensland, 和名 ホソバユーカリ

本種は最も微細なる種子で、大きさは長径が最大 1.7 mm, 最小 0.8 mm, 平均 1.30 ± 0.183 mm, 短径では最大 1.4 mm, 最小 0.6 mm, 平均では 0.91 ± 0.186 mm で種子の形状比は 70.00 である。

本種は楔形状で黒色を呈する種子である。不稔粒も楔形で赤褐色を呈する (Plate 1, Fig. 14)。

不稔粒と真正種子との区別は色沢によつて容易に行われる。1,000 粒当り種子重量は 0.3150 g である。

種皮表面は皺縮し、表面の紋様は長方形の不規則な格子状を呈する。

種子の子葉内の柵状組織は 1 層である。気孔は子葉の表面にはほとんど見られず裏面と胚軸に存在する。

IV 考 察

種子の形状や外部あるいは内部形態学的形質を種の特性として取り扱うことは周知の事実である。また、種子の色沢が固定的な遺伝的特徴であることは KURDIANI (1908) によつて明らかにされている。ユーカリ種子の場合も前述の形態学的特性は種の性質と考へて差し支えあるまいと思う。また、不稔粒の多少、大きさ、色調も種により特性があり、種の識別の資料となしうる。これらの不稔粒はすでに J. W. AUDUS によつて発育不完全 (未登熟) 種子 (abortive seeds) と命名されており、また、飯塚氏は *robusta* を観察した結果、無胚種子であることを確かめ果実中に多数あつて真正種子の保護の役目となすのであろうと述べている。かような無胚種子が特に小粒種子において多量に含まれていることはユーカリ属種子の特長であり、AUDUS および飯塚氏の観察と一致している。なにゆゑに、このような不稔粒が多く生ずるかという点は今後に残された興味ある問題である。

ユーカリ属種子の観察の結果、筆者らは無胚乳種子であることを知つた。飯塚氏 (1933) は *robusta* の種子で胚および胚乳を観察して、有胚乳種子であると報告している。飯塚氏の観察した胚および胚乳は、筆者らの観察した胚軸および子葉に相当する。すなわち筆者らがみた胚軸は幼芽と幼根を有し、内部は表皮原、初生皮層、中心柱から成り、気孔を観察し、根および茎の成長点を認めた。さらに筆者らの観察し

た子葉は、表皮原、原維管束、柵状組織、海綿状組織および気孔を認めた。これらは猪野氏 (1954) が述べた子葉の構造と一致するもので、飯塚氏の称する胚乳とは異なっている。

また種皮に接する部分において、1層の萎縮した外(胚)乳(Perisperm)の残骸を観察した。これは他の無胚乳種子においてもよく観察される。また分類学的には *Myrtaceae* の大部分が無胚乳種子であることが知られている。

ユーカリ属の種子が一般無胚乳種子(マメ科、十字花科、ウリ科等)に比べて巨大な胚軸を有することは、またユーカリ属種子の特色で、種子横断面における比が *E. globulus* および *E. robusta* において、それぞれ 23.09 および 23.16 であることから容易に推察される。

ユーカリ属種子の子葉の形状、種子内における配列の重合性、発芽の様式等については先述したとおりである。一般無胚乳種子とユーカリ種子の相違をこれらの形質について比較すれば次のようである。すなわち、ユーカリの子葉は他の無胚乳種子の子葉のように合掌形および相称形をなしていない。その結果、発芽のさいに、子葉の完全展開には複雑な順序を通らなければならない。また発芽の種子根の発生は、この属の特性の一つである。

本属種子がユーカリ油を含むことは周知のとおりであるが、数種の樹葉はユーカリ油製造の原料に用いられている。これらの主成分は Cineol ($C_{10}H_{18}O$), α -pinen ($C_{10}H_{16}$), Camphen ($C_{10}H_{16}$), Terpeneol ($C_{10}H_{18}O$), Sesquiterpene ($C_{15}H_{24}$) 等であるといわれているが、ユーカリ油の顕微化学的反応では種間における著しい差異を見いだし得なかつた。しかし、油滴の大きさや1細胞内に存する油滴の数は種によつて多少異なること前述のとおりである。大粒種子と小粒種子の間の相関関係は考えられない。

以上要するに、ユーカリ属種子は共通の特性を有すると同時に、種によりそれぞれ特徴を有するので鑑別することができる。

V 摘 要

1. ユーカリ属種子の識別を目的とし、あわせてユーカリ属種子の共通の特性を知るために、外部形態、内部形態、成分および発芽の様式について実験をおこなつた。

2. この実験に用いた種子は次の 14 種である。

学 名	和 名
(1) <i>Eucalyptus citriodora</i> Hook.	レモンユーカリ
(2) <i>E. maculata</i> Hook.	カゴハダユーカリ
(3) <i>E. gomphocephala</i> DC.	ヒロブタユーカリ
(4) <i>E. globulus</i> Labill.	ユーカリノキ
(5) <i>E. corynocalyx</i> F. v. M.	サトウユーカリ
(6) <i>E. viminalis</i> Labill.	マンナユーカリ
(7) <i>E. coriacea</i> A. Cunn.	アツバユーカリ
(8) <i>E. punctata</i> DC.	カタギユーカリ
(9) <i>E. cinerea</i> F. v. M.	ハイイロユーカリ
(10) <i>E. resinifera</i> Smith	ユテンユーカリ
(11) <i>E. robusta</i> Smith	テリハユーカリ

(12) <i>E. tereticornis</i> SMITH	モリユーカリ
(13) <i>E. rostrata</i> SCHLECHT	シダレユーカリ
(14) <i>E. saligna</i> SMITH	ホソバユーカリ

これらの材料を用いて得た実験結果は次のとおりである

3. 実粒種子および混入している不稔粒の外形、色、種子表面の彫刻（スンプ法による）、臍の有無、その形等は種によりそれぞれ特性を有し、種の鑑別に資することができる（Table 1~2, Plate 1~2）。

4. 種子の大きさは種により異なり次の 3 群に類別できる（Table 2）。

(1) 大粒群 (*E. citriodora*, *E. maculata*)

(2) 中粒群 (*E. gomphocephala*, *E. globulus*, *E. corynocalyx*, *E. viminalis*, *E. coriacea*)

(3) 小粒群 (*E. punctata*, *E. cinerea*, *E. resinifera*, *E. robusta*, *E. tereticornis*, *E. rostrata*, *E. saligna*)

5. 種子の重量は大粒種子ほど重く、小粒種子ほど軽い。種により著しく重さを異にし種の特性をなす（Table 3）。

6. 中粒以下の種子は一般に多量の不稔粒と不純物を含み純度がきわめて低い（一般に 20% 以下）（Table 3）。

7. ユーカリ属種子は無胚乳種子で、胚は大きな胚軸と 2 枚の子葉を有する。

8. 2 枚の子葉は左右非相称で胚軸の上端付近から左右に伸び、それぞれ途中にくびれがあり、規則性ある重合配列をなし胚軸を取りかこんでいる（Plate 3~17）。

9. 胚軸は巨大であり、上下両端に成長点をもち、かつ気孔を有する（Table 4, Plate 19）。

10. 子葉には各種とも、柵状組織、海綿状組織、維管束、気孔等の分化が見られる（Plate 18）。

11. 子葉の柵状組織の層は 1 層のものと 2 層のものがあり種により異なる（Table 5）。

12. 子葉の柵状柔細胞と海綿状柔細胞の大きさは種により異なる（Table 6）。

13. 胚軸と子葉の大きさは種により異なる（Table 7）。

14. 気孔は胚軸と子葉の裏側（海綿状組織の側）には普遍的に存在するが、子葉の表側（柵状組織の側）には常に存在する種と、ほとんど見られない種とがある（Table 4）。

15. ユーカリ属の種子は子葉の配列が複雑であるために、きわめて特徴のある発芽形式をとる。

16. 発芽直後の子葉や胚軸の大きさ、形、色は種によつて異なり種鑑別の資料となる（Table 11, 12）。

17. 以上要するに、ユーカリ属種子は各種を通じての大きな共通の特性を有するとともに、他方、種によりそれぞれ異なつた特徴を有するので、それらの特性を総合して種の鑑別をなすことができる。

文 献

1. AUDUS, J. W.: Native trees of Australia. 396 pp.
2. 外国樹種導入研究会：インドのユーカリ（1953） 30 pp.
3. 長谷川孝三：林木種子の活力に関する実験的研究，帝室林野局林試報告，4，3（1943） p. 1~355
4. HARADA, M.: Anatomical Characteristics of the Seed-Integument observed on 10 Species of Eucalyptus. The Reports of the Kyushu University Forests No. 6 (1956) p. 1~19
5. 飯塚 肇：ユーカリプタス・ロブスターの種子，台湾山林会報，90（1933） p. 23~27
6. 草下正夫：ユーカリの和名について，林業技術，148，（1954） p. 14~15
7. 草下正夫：ユーカリの和名についての補訂，林業技術，151（1954） p. 47
8. 日本ユーカリ研究会：ユーカリ造林のすすめ，（1953） 30 pp.
9. 緒方清八：ユーカリ研究旅行について，日林試，35，1（1953） p. 28~29
10. 尾越 豊：林木種子中に混入せる夾雑物に関する研究，林試報告，35，（1936） p. 309~389
11. 佐藤敬二：二三針葉樹（スギ，ヒノキ，マツ），毬果の形状比と品種分類上の価値，日林試，13，10（1931） p. 18~60
12. TROUP, R. S.: The Silviculture of Indian Trees. I, II, III（1921） 1195 pp.
13. 八重倉優：ユーカリ種子の発芽力について，日林九州支部講演集，9（1954） p. 27~29

図版の説明
(Explanation of plates)

Plate 1 ユーカリ属種子の外部形態
Outer form of *Eucalyptus* seeds.

- Fig. 1 *E. citriodora* { 上段 Upper: 種子の背面 The back of seeds.
下段 Lower: 種の腹面 The abdomen of seeds.
- Fig. 2 *E. maculata* { 上段 Upper: 稔性種子 The fertile seeds.
下段 Lower: 不稔性種子 The sterile seeds.
- Fig. 3 *E. gomphocephala* (同上 ditto) Fig. 4 *E. globulus* (同上 ditto)
- Fig. 5 *E. corynocalyx* (同上 ditto) Fig. 6 *E. viminalis* (同上 ditto)
- Fig. 7 *E. coriacea* (同上 ditto) Fig. 8 *E. punctata* (同上 ditto)
- Fig. 9 *E. cinerea* (同上 ditto) Fig. 10 *E. resinifera* (同上 ditto)
- Fig. 11 *E. robusta* (同上 ditto) Fig. 12 *E. tereticornis* (同上 ditto)
- Fig. 13 *E. rostrata* (同上 ditto) Fig. 14 *E. saligna* (同上 ditto)

Plate 2 スンプ法によるユーカリ種皮の顕微鏡写真
Micro-photographs of *Eucalyptus* seed coat by Sump Method
(Suzuki Universal Press Method).

- Fig. 1 *E. citriodora* Fig. 2 *E. maculata*
- Fig. 3 *E. gomphocephala* Fig. 4 *E. globulus*
- Fig. 5 *E. corynocalyx* Fig. 6 *E. viminalis*
- Fig. 7 *E. coriacea* Fig. 8 *E. punctata*
- Fig. 9 *E. cinerea* Fig. 10 *E. resinifera*
- Fig. 11 *E. robusta* Fig. 12 *E. tereticornis*
- Fig. 13 *E. rostrata* Fig. 14 *E. saligna*

Plate 3 *E. citriodora* 種子の横断面
Cross section of *E. citriodora* seed.

- Fig. 1 下部の断面 A section at the lower part.
- Fig. 2 胚軸下端より 1/4 の部分の断面 A section at the 1/4 part from the lower top of hypocotyl.
- Fig. 3 中央部の断面 A section at the middle part.
- Fig. 4 胚軸の下端から 3/4 の部分の断面 A section at the 3/4 part from lower top of hypocotyl.
- Fig. 5 最上端の断面 A section at the upper part.

Plate 4 *E. maculata* 種子の横断面
Cross section of *E. maculata* seed.

- Fig. 1 45 μ Fig. 2 800 μ Fig. 3 1000 μ Fig. 4 1150 μ Fig. 5 1450 μ
- Fig. 6 1900 μ Fig. 7 2050 μ Fig. 8 2600 μ Fig. 9 3000 μ Fig. 10 3400 μ
- Fig. 11 3600 μ Fig. 12 3900 μ Fig. 13 4000 μ Fig. 14 4150 μ Fig. 15 4200 μ

(おのおのの値は胚軸下端から横断面までの距離を示す。
(Each value shows the distance to the cross section from the lower top hypocotyl.))

Plate 5 *E. gomphocephala* 種子の横断面Cross section of a *E. gomphocephala* seed.

Fig. 1 250 μ Fig. 2 400 μ Fig. 3 500 μ Fig. 4 750 μ
 Fig. 5 1100 μ Fig. 6 1600 μ Fig. 7 1800 μ Fig. 8 1900 μ
 Fig. 9 2100 μ Fig. 10 2150 μ Fig. 11 2200 μ (同上 ditto)

Plate 6 *E. globulus* 種子の横断面Cross section of a *E. globulus* seed.

Fig. 1 900 μ Fig. 2 2100 μ Fig. 3 2520 μ Fig. 4 2850 μ
 Fig. 5 3120 μ Fig. 6 3300 μ (同上 ditto)

Plate 7 *E. corynocalyx* 種子の横断面Cross section of a *E. corynocalyx* seed.

Fig. 1 450 μ Fig. 2 1350 μ Fig. 3 1420 μ Fig. 4 1440 μ
 Fig. 5 1460 μ (同上 ditto)

Plate 8 *E. viminalis* 種子の横断面Cross section of a *E. viminalis* seed.

Fig. 1 510 μ Fig. 2 690 μ Fig. 3 800 μ Fig. 4 1100 μ Fig. 5 1200 μ
 Fig. 6 1350 μ Fig. 7 1500 μ Fig. 8 1600 μ Fig. 9 1700 μ (同上 ditto)

Plate 9 *E. coriacea* 種子の横断面Cross section of a *E. coriacea* seed.

Fig. 1 150 μ Fig. 2 270 μ Fig. 3 390 μ Fig. 4 460 μ
 Fig. 5 600 μ Fig. 6 700 μ (同上 ditto)

Plate 10 *E. punctata* 種子の横断面Cross section of *E. punctata* seed.

Fig. 1 100 μ Fig. 2 250 μ Fig. 3 350 μ Fig. 4 500 μ Fig. 5 670 μ
 Fig. 6 730 μ Fig. 7 770 μ Fig. 8 870 μ Fig. 9 920 μ (同上 ditto)

Plate 11 *E. cinerea* 種子の横断面Cross section of a *E. cinerea* seed.

Fig. 1 270 μ Fig. 2 350 μ Fig. 3 400 μ Fig. 4 470 μ Fig. 5 550 μ
 Fig. 6 700 μ Fig. 7 820 μ Fig. 8 920 μ Fig. 9 1160 μ Fig. 10 1240 μ
 Fig. 11 1330 μ Fig. 12 1400 μ (同上 ditto)

Plate 12 *E. resinifera* 種子の横断面Cross section of a *E. resinifera* seed.

Fig. 1 300 μ Fig. 2 700 μ Fig. 3 800 μ Fig. 4 1000 μ
 Fig. 5 1200 μ Fig. 6 1250 μ (同上 ditto)

Plate 13 *E. robusta* 種子の横断面Cross section of a *E. robusta* seed.

Fig. 1 150 μ Fig. 2 230 μ Fig. 3 430 μ Fig. 4 750 μ Fig. 5 900 μ
 Fig. 6 1100 μ Fig. 7 1250 μ Fig. 8 1350 μ (同上 ditto)

Plate 14 *E. tereticornis* 種子の横断面Cross section of a *E. tereticornis* seed.

Fig. 1 250 μ Fig. 2 500 μ Fig. 3 650 μ Fig. 4 750 μ (同上 ditto)

Plate 15 *E. rostrata* 種子の横断面
Cross section of a *E. rostrata* seed.

Fig. 1 150 μ Fig. 2 250 μ Fig. 3 350 μ Fig. 4 550 μ
Fig. 5 650 μ Fig. 6 800 μ Fig. 7 950 μ (同上 ditto)

Plate 16 *E. saligna* 種子の横断面
Cross section of a *E. saligna* seed.

Fig. 1 300 μ Fig. 2 400 μ Fig. 3 550 μ Fig. 4 950 μ Fig. 5 1280 μ
Fig. 6 1400 μ Fig. 7 1500 μ Fig. 8 1600 μ (同上 ditto)

Plate 17 種子の縦断面
Longitudinal section of a seed.

Fig. 1 *E. gomphocephala* Fig. 2 *E. globulus*
Fig. 3 *E. viminalis* Fig. 4 *E. coriacea*
Fig. 5 *E. punctata* Fig. 6 *E. cinerea*
Fig. 7 *E. resinifera* Fig. 8 *E. tereticornis*
Fig. 9 *E. rostrata* Fig. 10 *E. saligna*

Plate 18 子葉の横断面
Cross section of the cotyledon.

Fig. 1 *E. maculata* Fig. 2 *E. gomphocephala*
Fig. 3 *E. globulus* Fig. 4 *E. viminalis*
Fig. 5 *E. coriacea* Fig. 6 *E. punctata*
Fig. 7 *E. cinerea* Fig. 8 *E. resinifera*
Fig. 9 *E. robusta* Fig. 10 *E. tereticornis*
Fig. 11 *E. rostrata* Fig. 12 *E. saligna*

Plate 19 *E. globulus* 種子の胚軸
Hypocotyl of the *E. globulus* seed.

Fig. 1 中央部における横断面 Cross section at the middle part.
Fig. 2 種子の下部の縦断面 Longitudinal section at the lower part of seeds.
Fig. 3 下部の縦断面 Longitudinal section at the lower part.
Fig. 4 上部の縦断面 Longitudinal section at the upper part.
Fig. 5 中央部の縦断面 Longitudinal section at the middle part.

Caly.	根冠形成層	Calyptrogen	Cot.	子葉	Cotyledon
E.	内皮	Endodermis	G.P.	成長点	Growing point
Hyp.	胚軸	Hypocotyl	P.	髓	Pith
Pal.	棚状組織	Palisade tissue	P.C.	一次皮層	Primary cortex
Pe.	内鞘	Pericycle	Pet.	葉柄	Petiole
Prot.	原表皮	Protoderm	S.	中心柱	Stele
Sp.	海绵状組織	Spongy tissue	St.	気孔	Stomata
V.	導管	Vascular bundle			

Breeding of Eucalyptus Trees (Report 1)
Characteristics of Eucalyptus Seed

Saburo TOYAMA and Shusai MOROMIZATO

(Résumé)

1. We have pursued our work for some years in order to find the general characteristics and identification method of Eucalyptus seeds chiefly based upon the outer and inner morphological structures, chemical components and germination types.

2. We have experimented on the seeds of the following 14 species of Eucalyptus:

- | | |
|------------------------------------|-----------------------------------|
| (1) <i>E. citriodora</i> HOOK. | (2) <i>E. maculata</i> HOOK. |
| (3) <i>E. gomphocephala</i> DC. | (4) <i>E. globulus</i> LABILL. |
| (5) <i>E. corynocalyx</i> F. v. M. | (6) <i>E. viminalis</i> LABILL. |
| (7) <i>E. coriacea</i> A. CUNN. | (8) <i>E. punctata</i> DC. |
| (9) <i>E. cinerea</i> F. v. M. | (10) <i>E. resinifera</i> SMITH |
| (11) <i>E. robusta</i> SMITH | (12) <i>E. tereticornis</i> SMITH |
| (13) <i>E. rostrata</i> SCHLECHT | (14) <i>E. saligna</i> SMITH |

3. The seeds of each species could be classified by the form, the color fertile and sterile seeds, the presence of hilum and its form, and the state of the surface of the seeds when the Sump method (Suzuki Universal Method of Press) was applied (Table 1, 2. Plate 1, 2).

4. The size of the seeds was different by the species, and we classified it into the following three groups.

- (1) Large grain group (*E. citriodora*, *E. maculata*).
- (2) Middle grain group (*E. gomphocephala*, *E. globulus*, *E. corynocalyx*, *E. viminalis*, *E. coriacea*).
- (3) Small grain group (*E. punctata*, *E. cinerea*, *E. resinifera*, *E. robusta*, *E. tereticornis*, *E. rostrata*, *E. saligna*).

5. The larger the seeds, the heavier the weight and the weight was very different by the species. This characteristic is serviceable for the identification of seeds.

6. Many sterile seeds and admixtures were found in the middle and the small grain group, and so the percentage of the normal seeds were very low (generally less than 20%) (Table 3).

7. The seeds of Eucalyptus were exalbuminous seeds, and the embryo had a large hypocotyl and two cotyledons.

8. The two cotyledons were not symmetry, and they grew up to be bilaterally from the point near to the top of the hypocotyl, and each cotyledon had a constriction, and they surrounded the hypocotyl to overlap one another (Plate 3—17).

9. The hypocotyle was gigantic and had a growing point at the inside of the top of the upper and the lower parts, and the stomata were distributed over all the parts (Table 4, Plate 19).

10. The palisade tissue, spongy tissue, vascular bundle and stoma in the tissue of the cotyledon in all the species were differentiated with one another (Plate 13).

11. The number of the layer of the palisade tissue was different owing to the

species—some species had one layer and other had two layers (Table 5).

12. The size of the palisade and the spongy parenchyma was different by the species (Table 6).

13. The size of the hypocotyl and the cotyledon was different by the species (Table 7).

14. The stomata in the hypocotyl and the cotyledon were generally distributed to the spongy tissue side (the back), but some species to the palisade tissue side (the surface) (Table 4).

15. All the seeds of Eucalyptus were oil seeds and the spherical oil drops were contained not only in the cotyledon but also in the hypocotyl. The size and the mass of oil drops were different by the species (Table 8, 9, 10).

16. The size, form and color of the cotyledon and the hypocotyl just after germination were different by species (Table 11, 12).

17. The seeds of each species of Eucalyptus had common characteristics, but the each species had peculiar characteristics, and by this reason we could identify the individual seed quite satisfactorily.

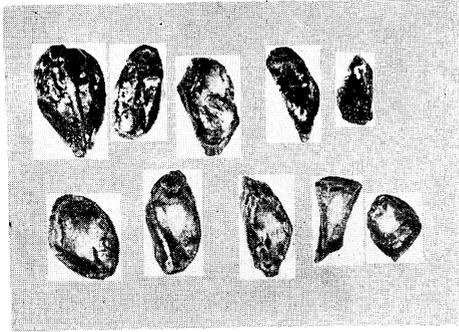


Fig. 1 *E. citriodorae*

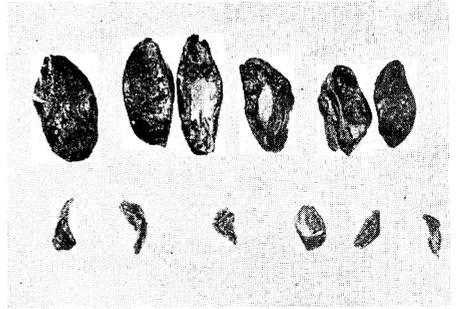


Fig. 2 *E. maculata*

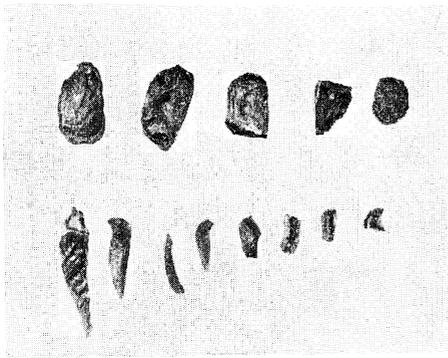


Fig. 3 *E. gomphocephala*

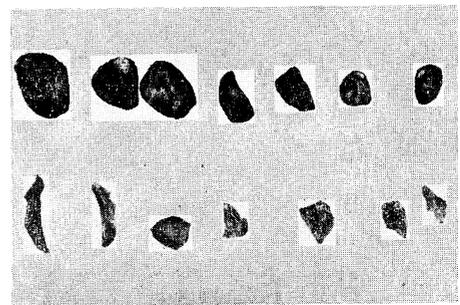


Fig. 4 *E. globulus*

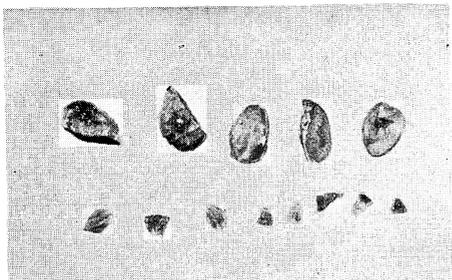


Fig. 5 *E. corynacalyx*



Fig. 6 *E. viminalis*

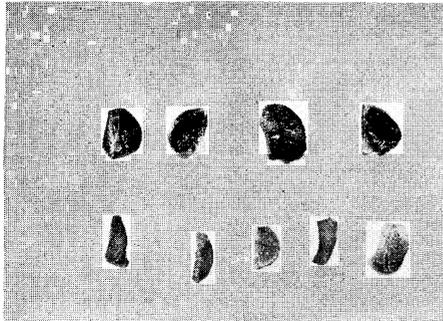


Fig. 7 *E. coriacea*



Fig. 8 *E. punctata*



Fig. 9 *E. cinerea*



Fig. 10 *E. resinifera*

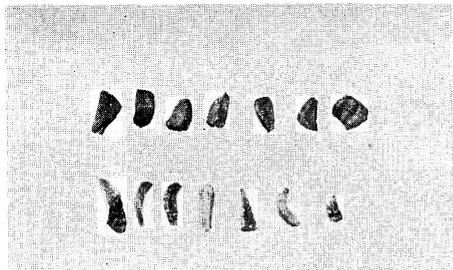


Fig. 11 *E. robusta*

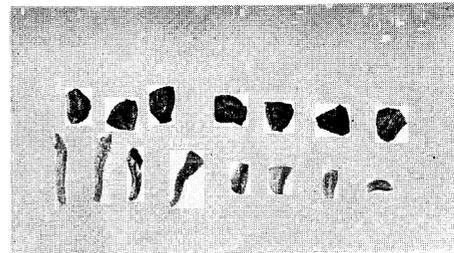


Fig. 12 *E. tereticornis*

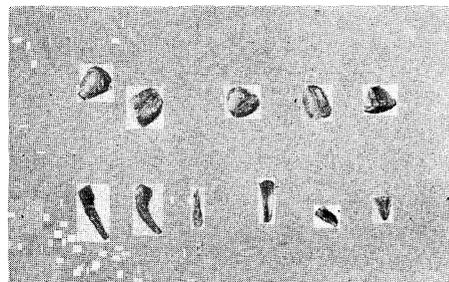


Fig. 13 *E. rostrata*

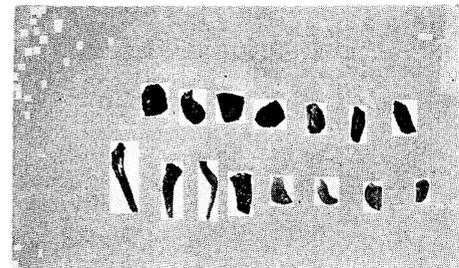


Fig. 14 *E. saligna*

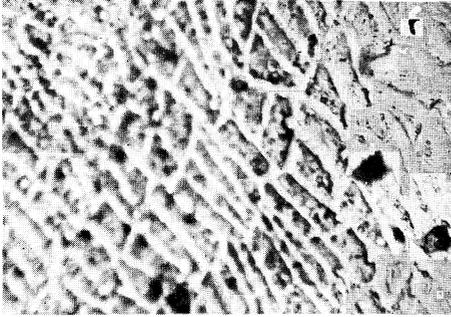


Fig. 1 *E. citriodora*

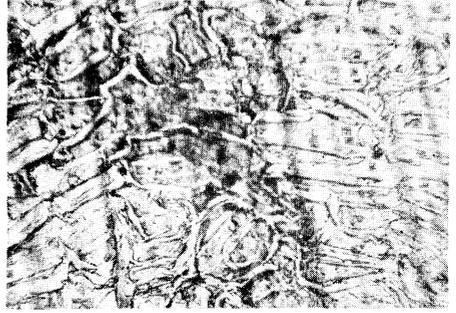


Fig. 2 *E. maculata*

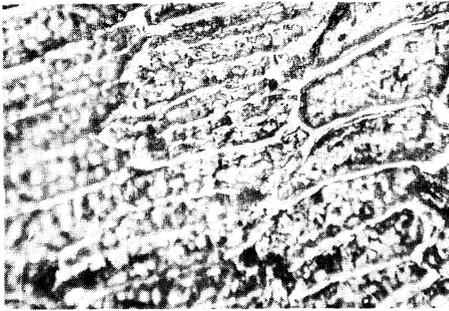


Fig. 3 *E. gomphocephala*

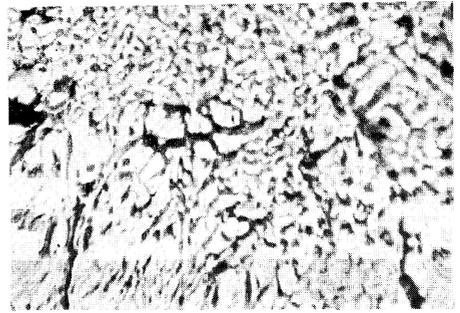


Fig. 4 *E. globulus*

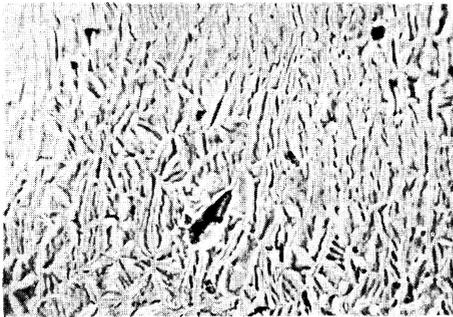


Fig. 5 *E. corynacalyx*

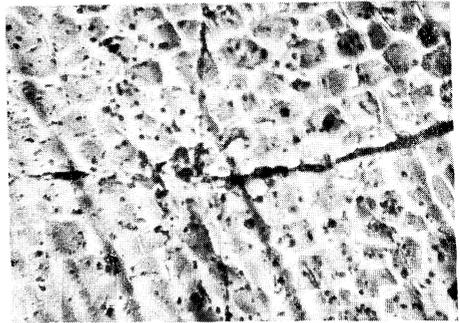


Fig. 6 *E. viminalis*

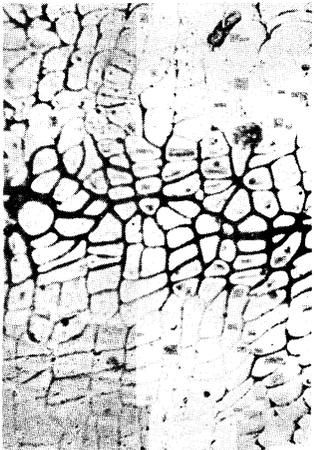


Fig. 7 *E. coriacea*

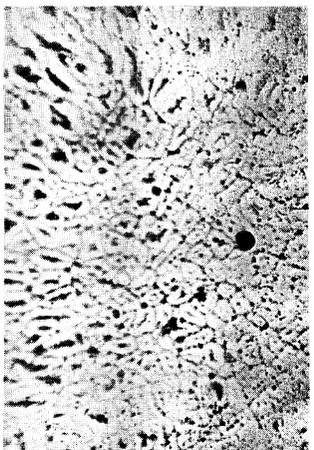


Fig. 8 *E. punctata*

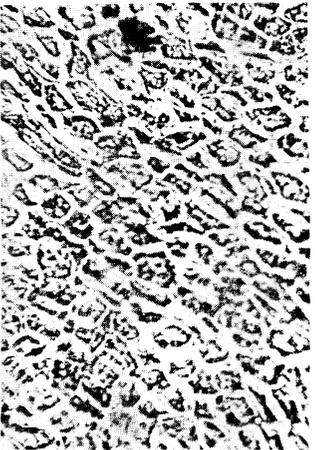


Fig. 9 *E. cinerea*

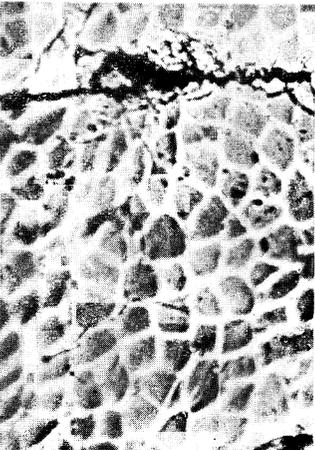


Fig. 10 *E. resinifera*

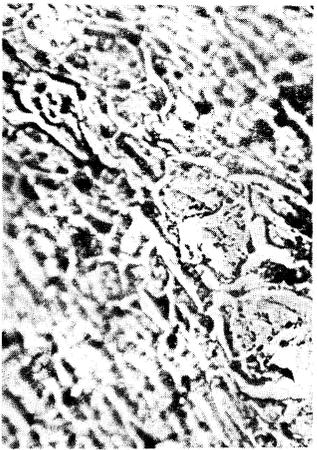


Fig. 11 *E. robusta*

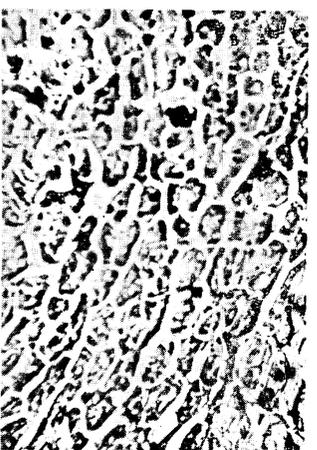


Fig. 12 *E. leveticornis*

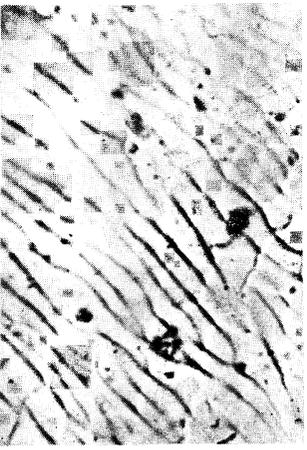


Fig. 13 *E. rostrata*

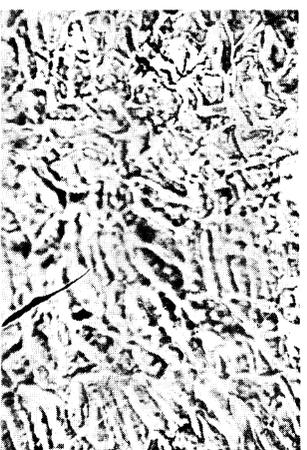


Fig. 14 *E. saligna*

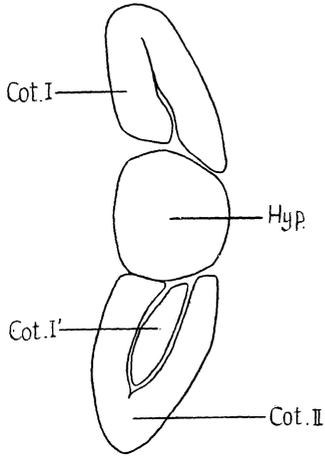


Fig. 1

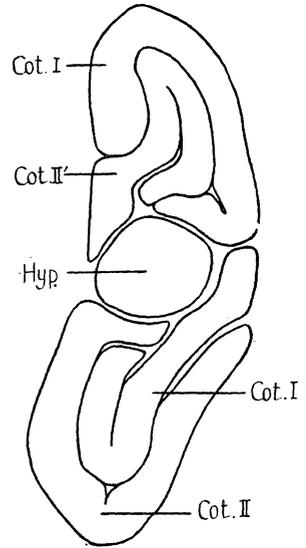


Fig. 2

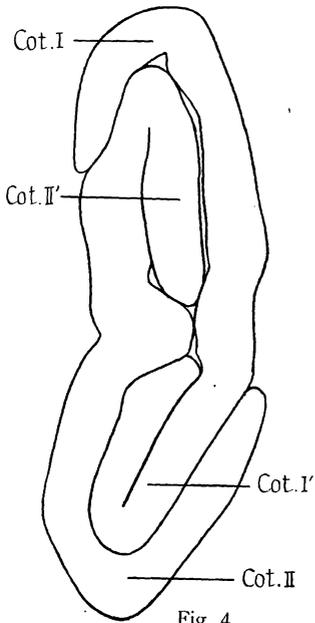


Fig. 4

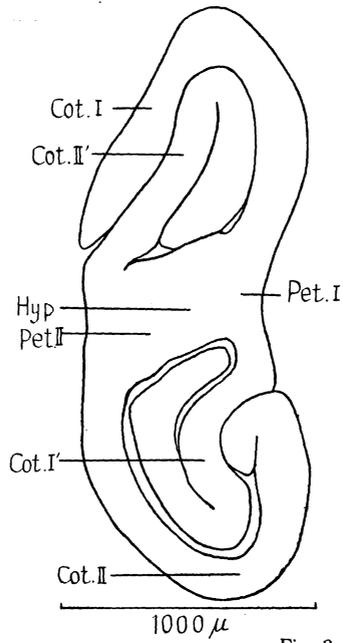


Fig. 3

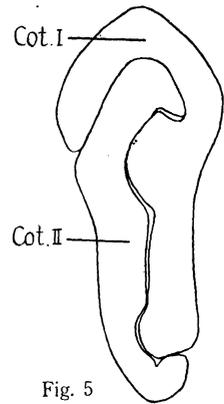


Fig. 5

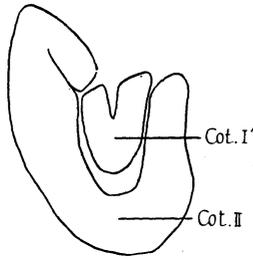


Fig. 1

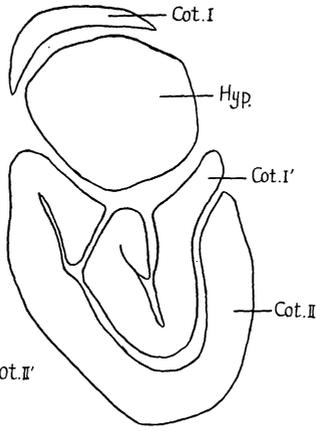


Fig. 2

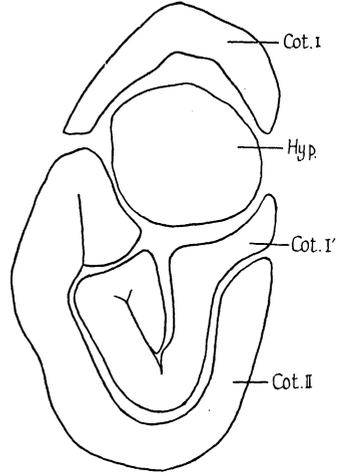


Fig. 3

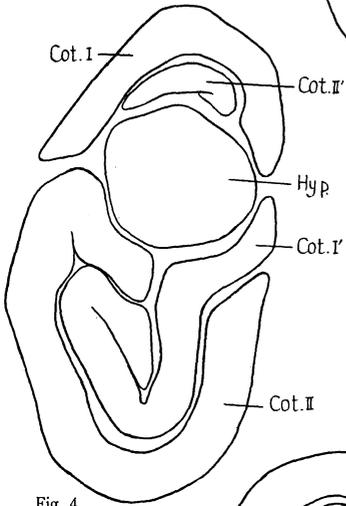


Fig. 4

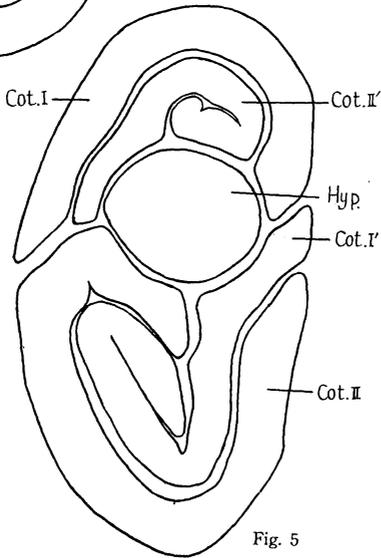


Fig. 5

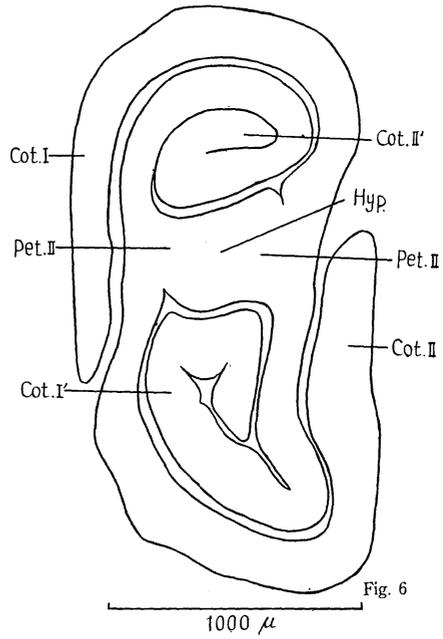


Fig. 6

1000 μ

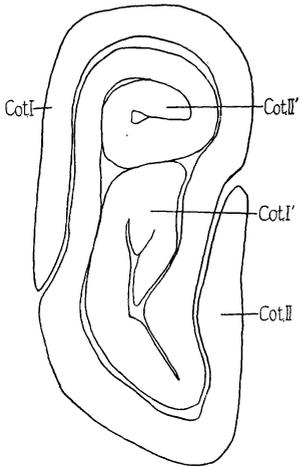


Fig. 7

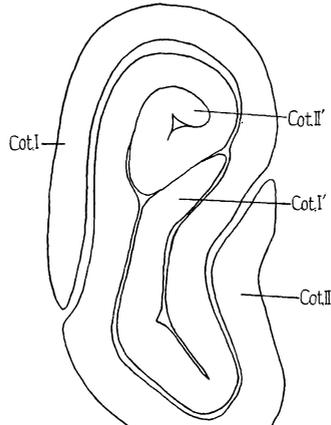


Fig. 8

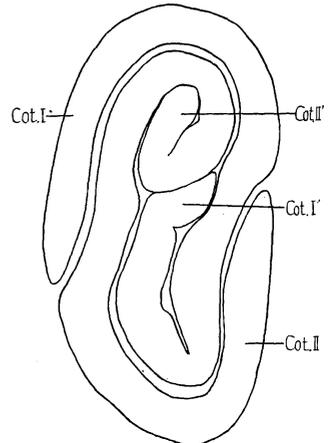


Fig. 9

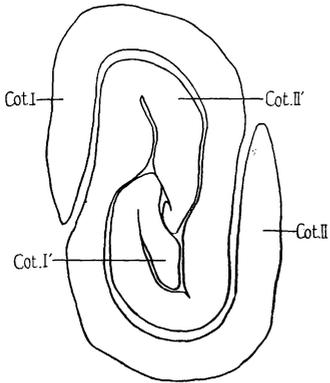


Fig. 10

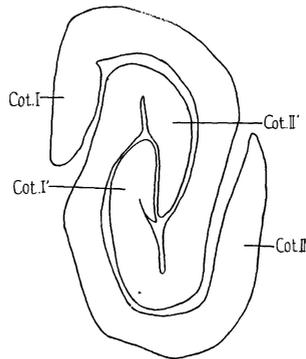


Fig. 11

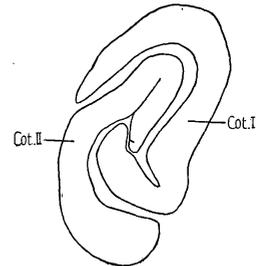


Fig. 12

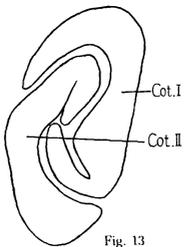


Fig. 13

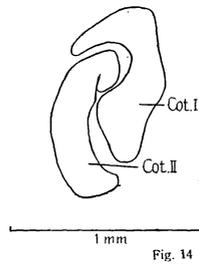


Fig. 14

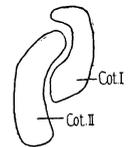


Fig. 15

—Plate 5—

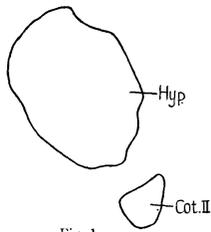


Fig. 1

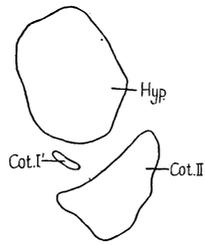


Fig. 2

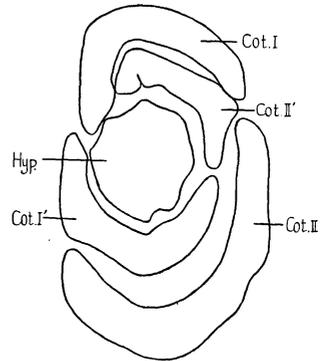


Fig. 5

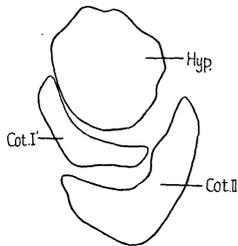


Fig. 3

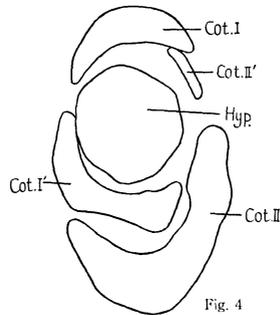


Fig. 4

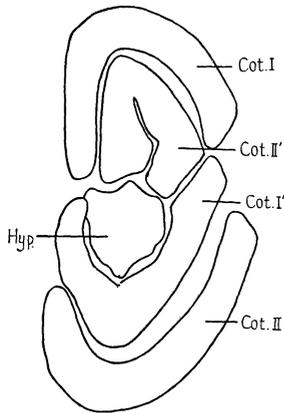
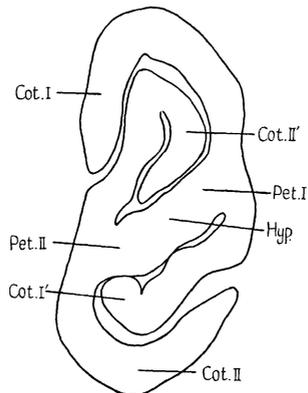


Fig. 6



1000 μ

Fig. 7

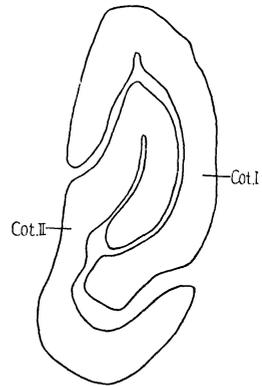


Fig. 8

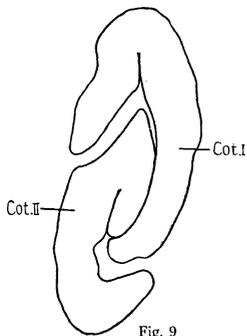


Fig. 9

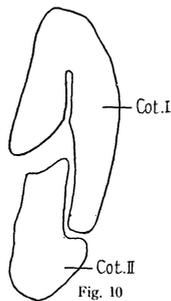


Fig. 10

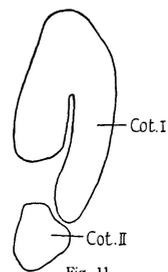


Fig. 11

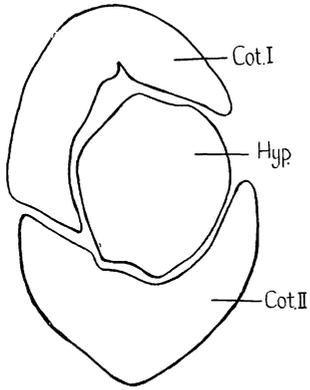


Fig. 1

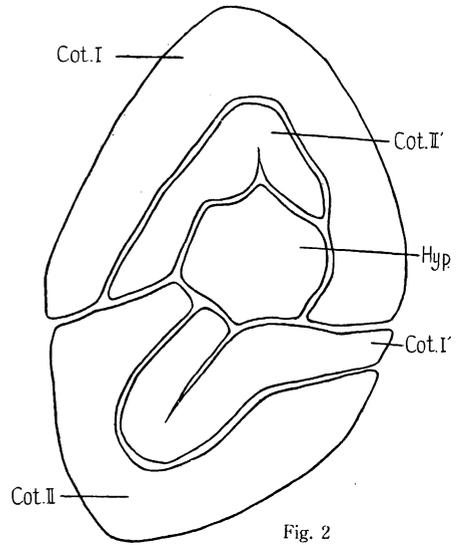


Fig. 2

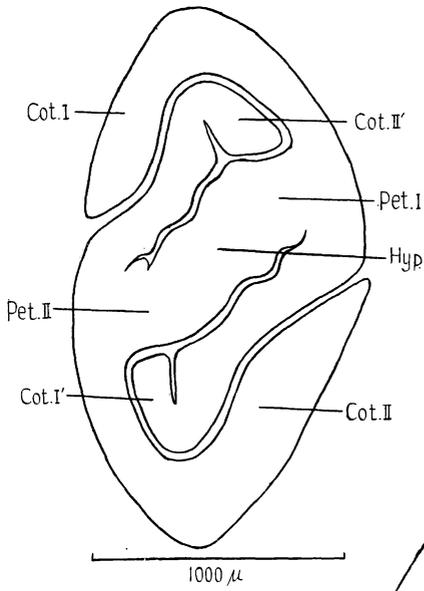


Fig. 3

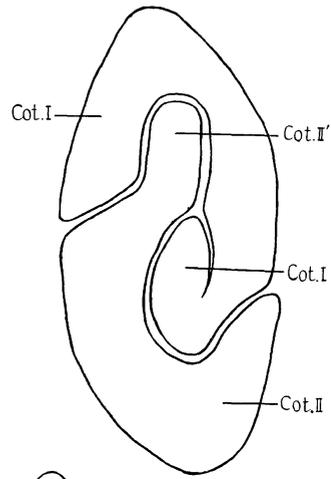


Fig. 4

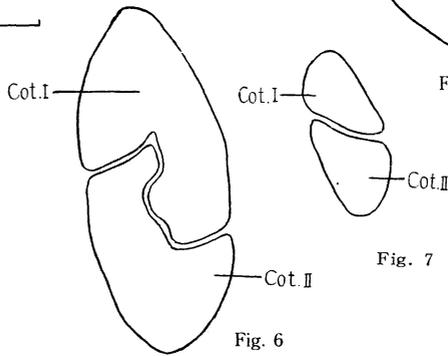


Fig. 6

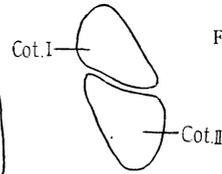


Fig. 7

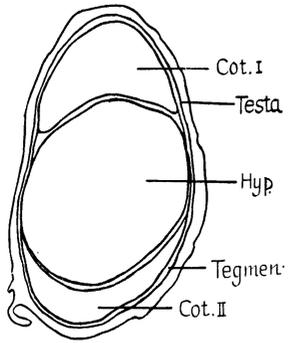


Fig. 1

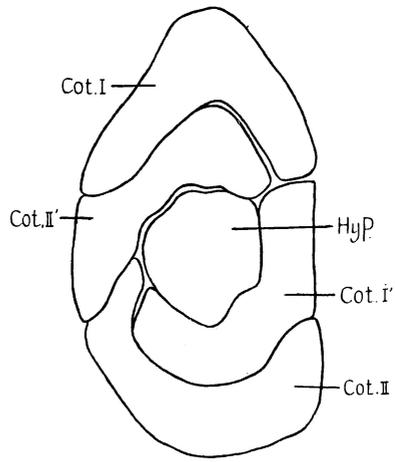


Fig. 2

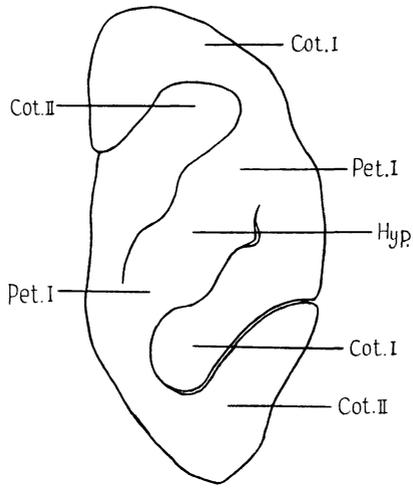


Fig. 3



Fig. 4

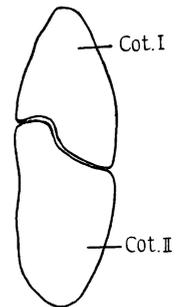


Fig. 5

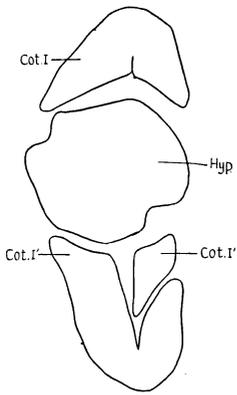


Fig. 1

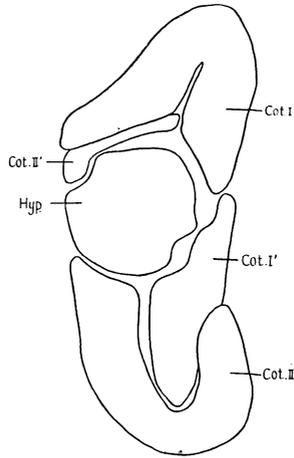


Fig. 2

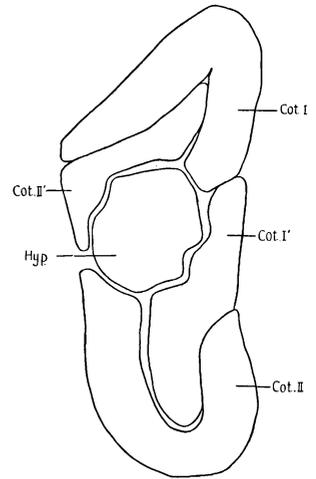


Fig. 3

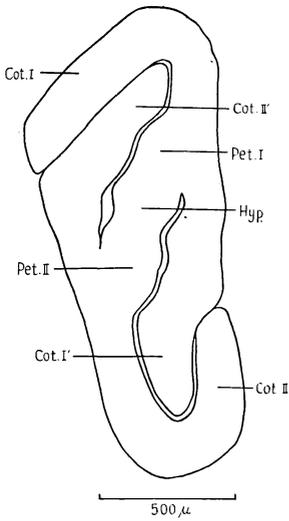


Fig. 4

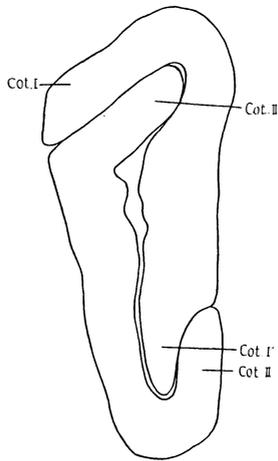


Fig. 5

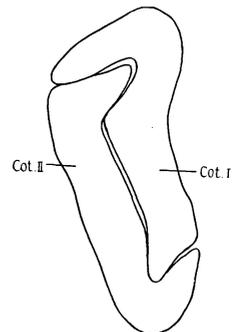


Fig. 6

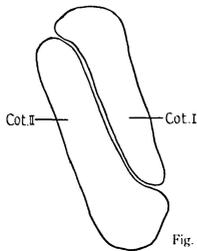


Fig. 7

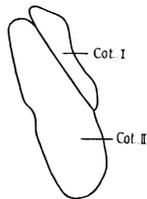


Fig. 8

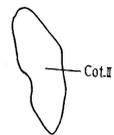
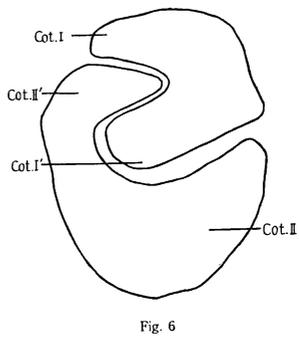
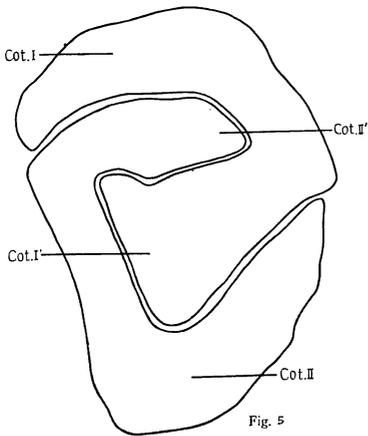
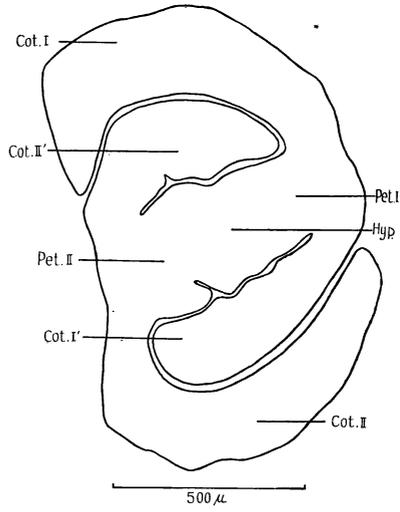
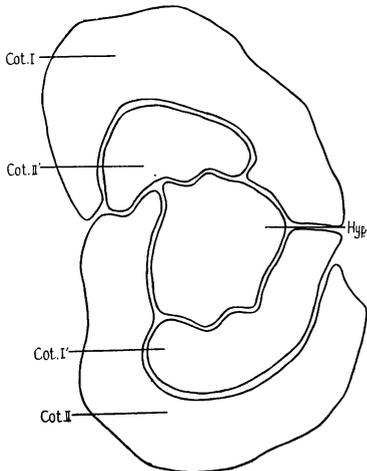
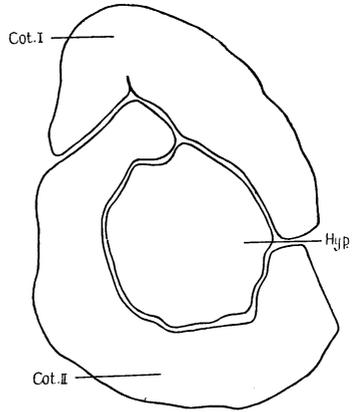
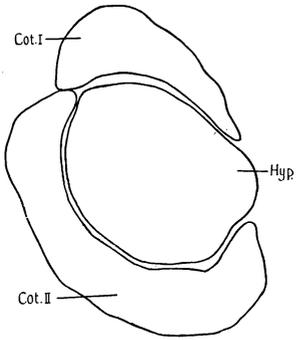


Fig. 9

—Plate 9—



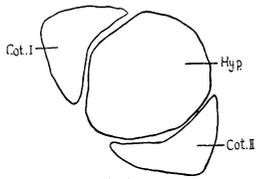


Fig. 1

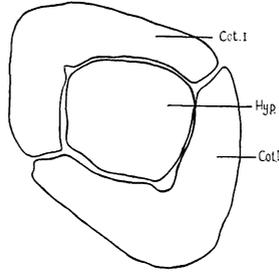


Fig. 2

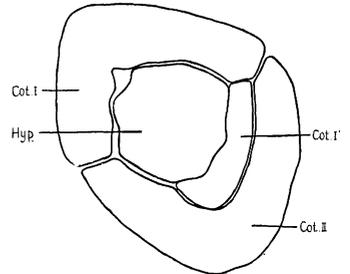


Fig. 3

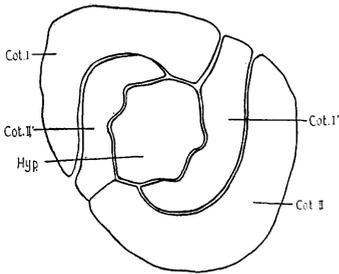


Fig. 4

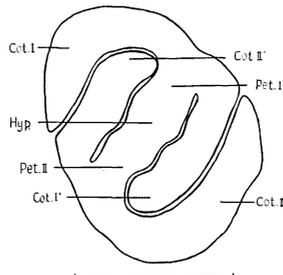


Fig. 5

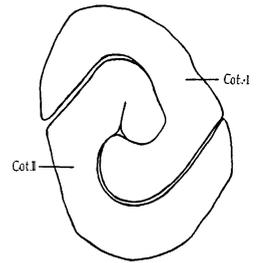


Fig. 6

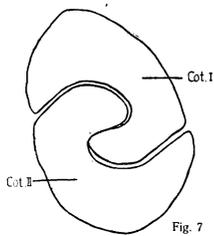


Fig. 7

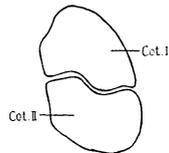


Fig. 8

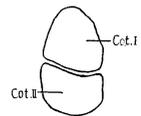


Fig. 9

—Plate 11—

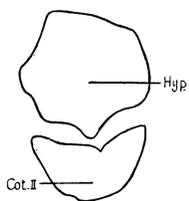


Fig. 1

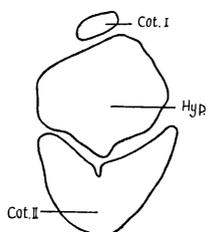


Fig. 2

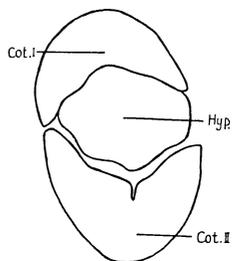


Fig. 3

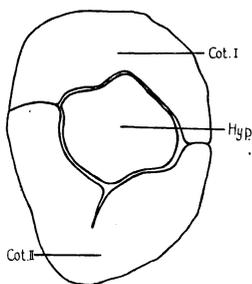


Fig. 4

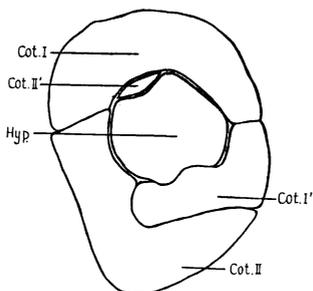


Fig. 5

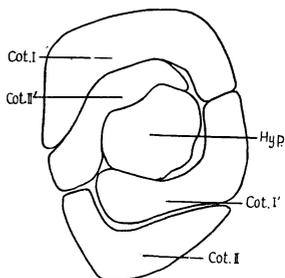


Fig. 6

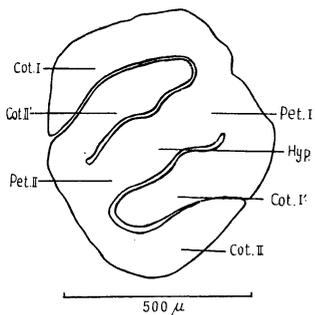


Fig. 7

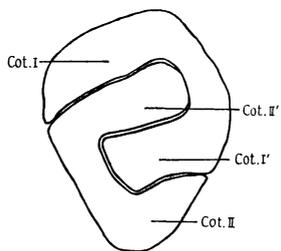


Fig. 8

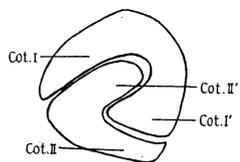


Fig. 9

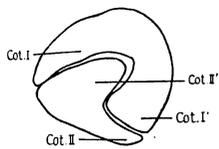


Fig. 10



Fig. 11



Fig. 12

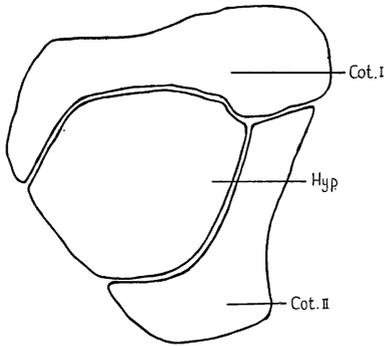


Fig. 1

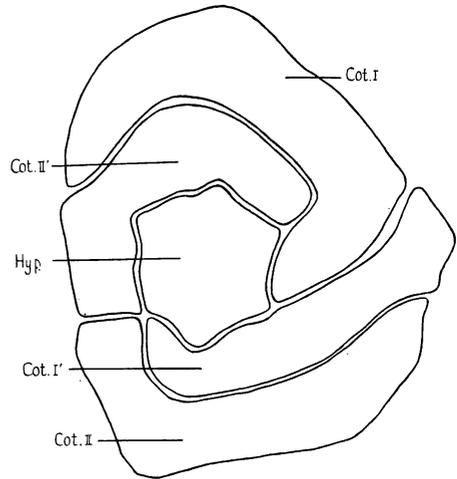


Fig. 2

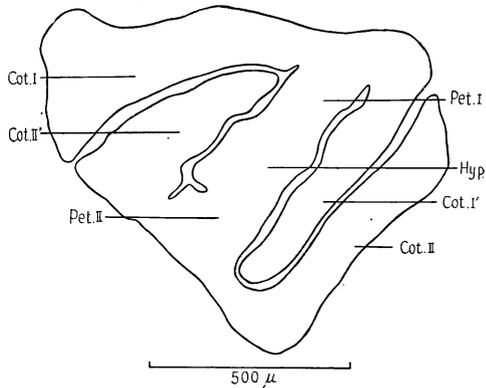


Fig. 3

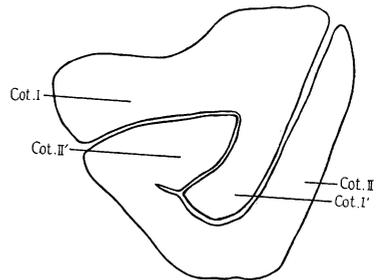


Fig. 4

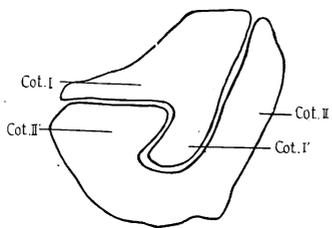


Fig. 5

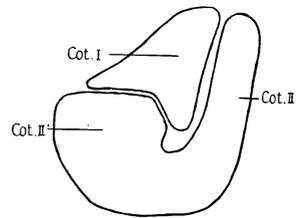


Fig. 6

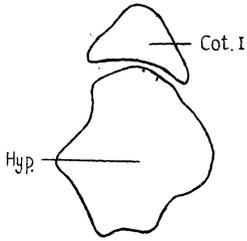


Fig. 1

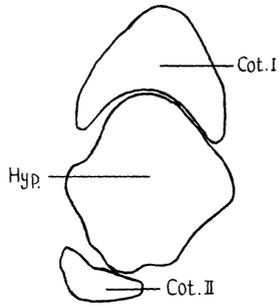


Fig. 2

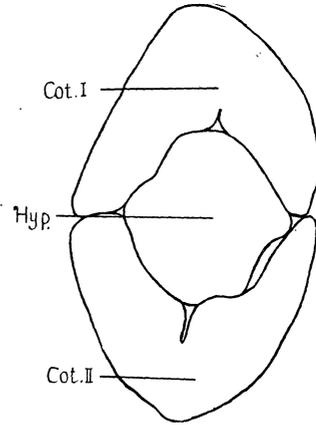


Fig. 3

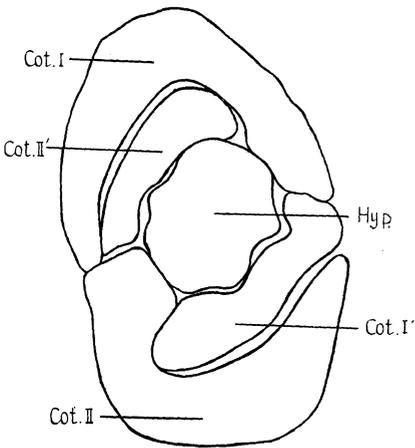


Fig. 4

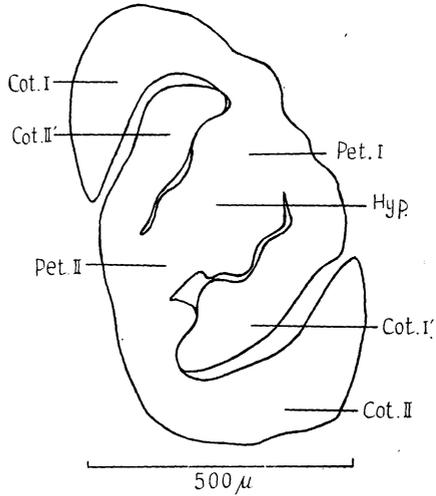


Fig. 5

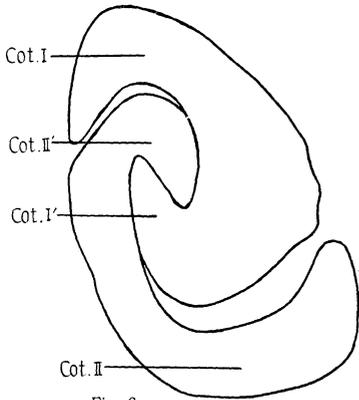


Fig. 6

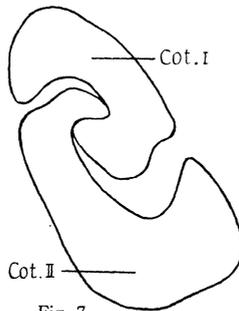


Fig. 7

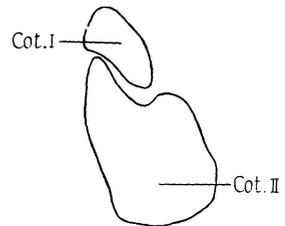


Fig. 8

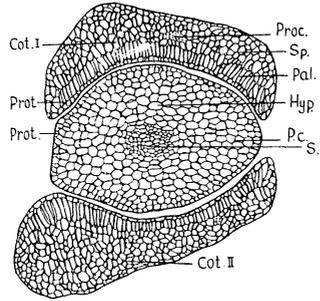


Fig. 1

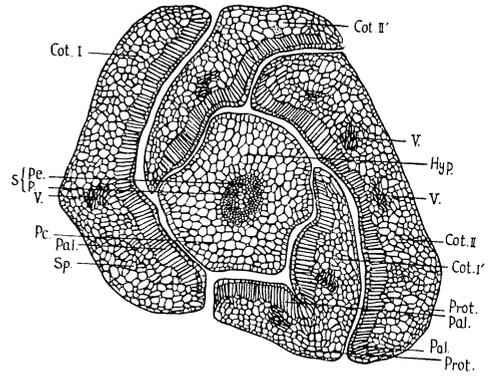


Fig. 2

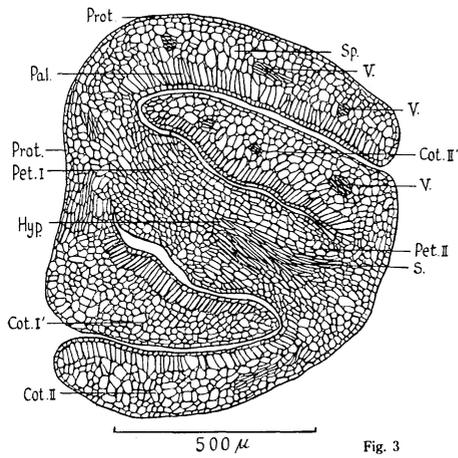


Fig. 3

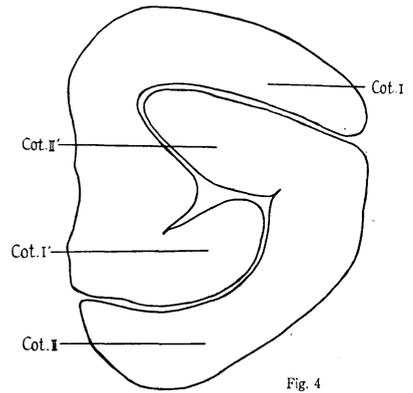


Fig. 4

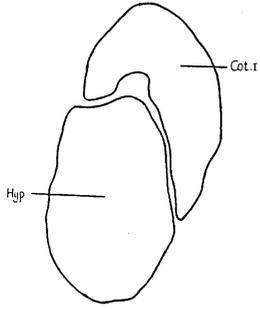


Fig. 1

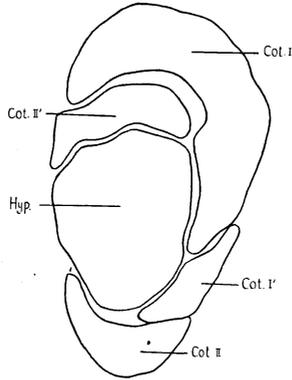


Fig. 2

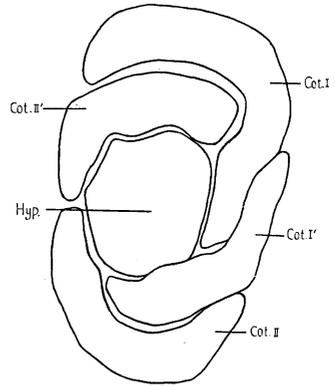


Fig. 3

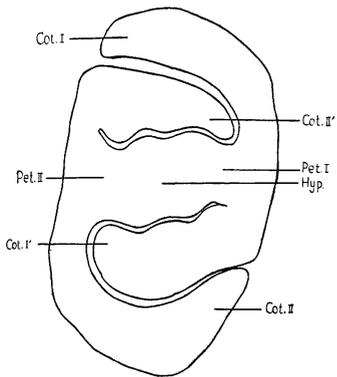


Fig. 4

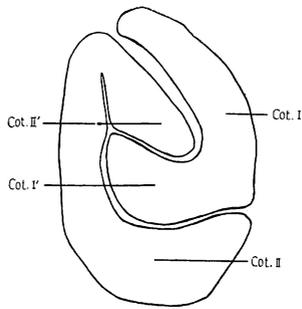


Fig. 5

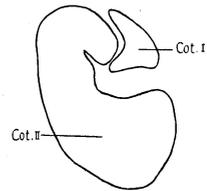


Fig. 6

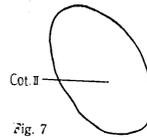
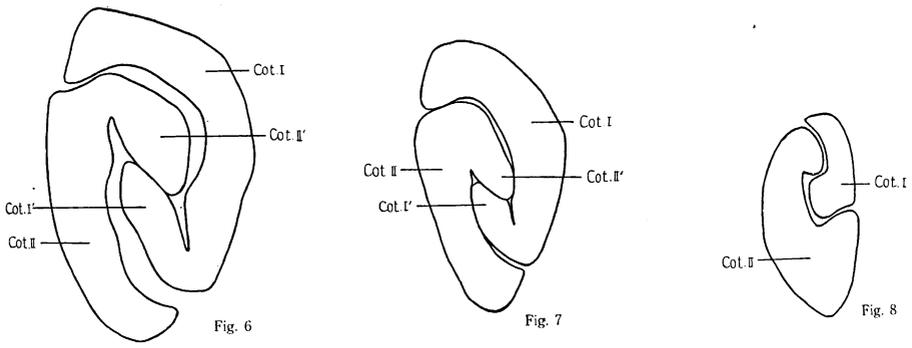
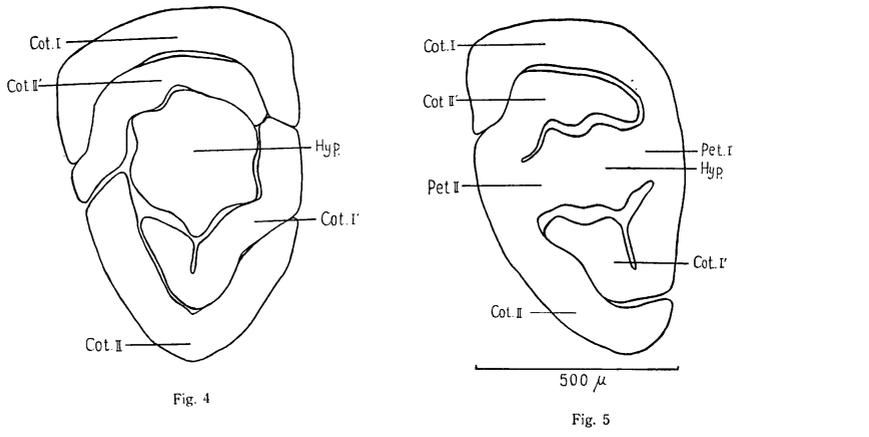
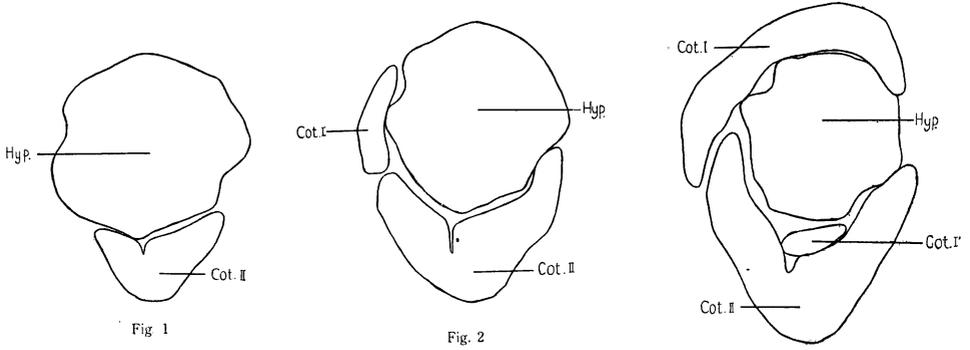


Fig. 7



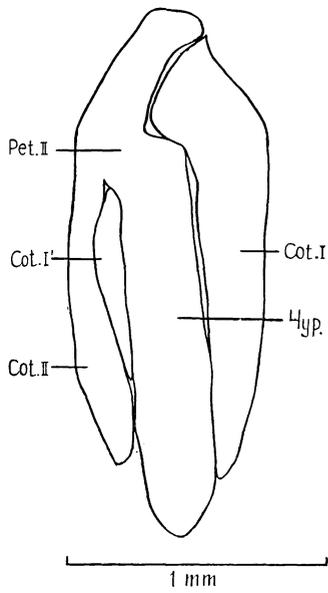


Fig. 1

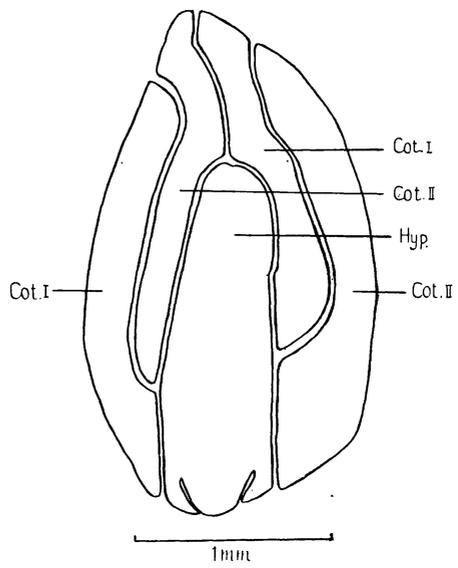


Fig. 2

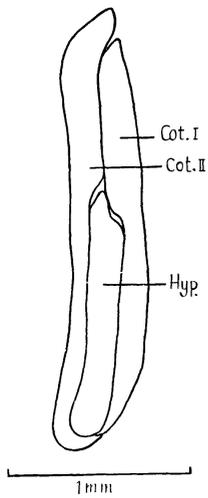


Fig. 3

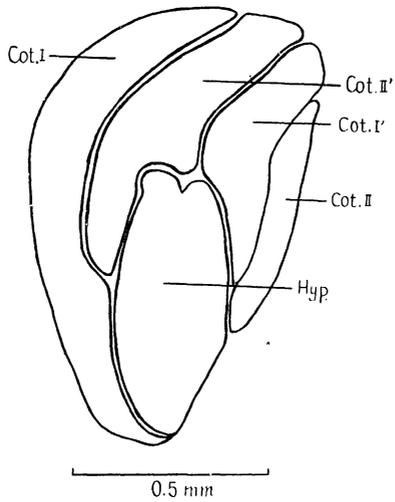


Fig. 4

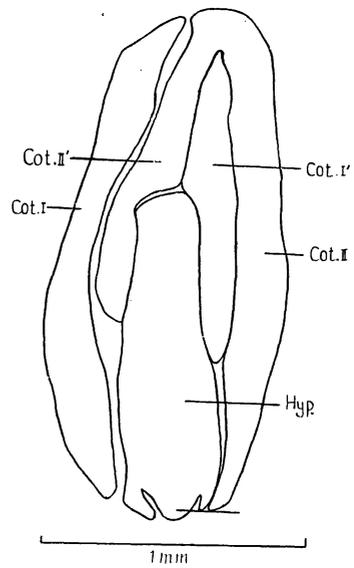
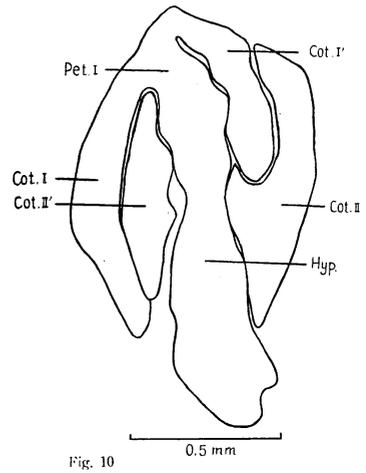
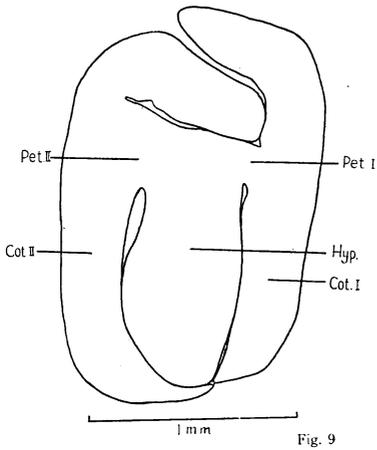
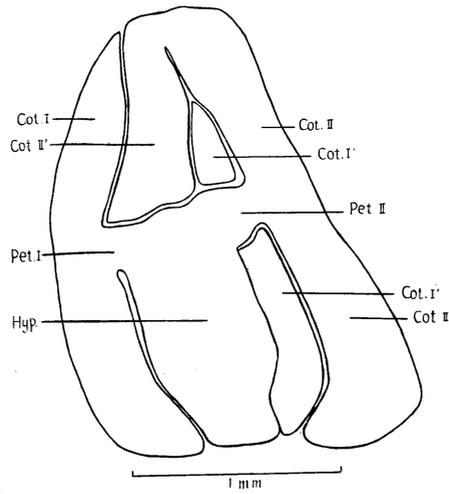
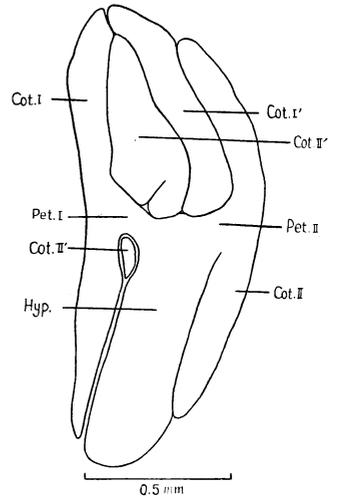
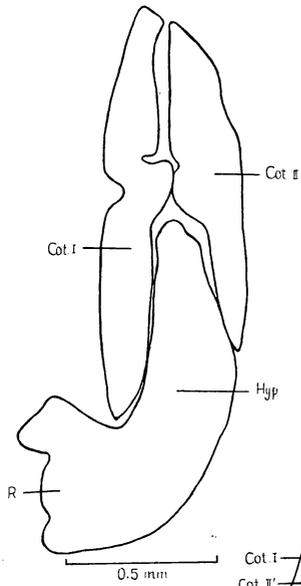


Fig. 5



—Plate 18 (1)—

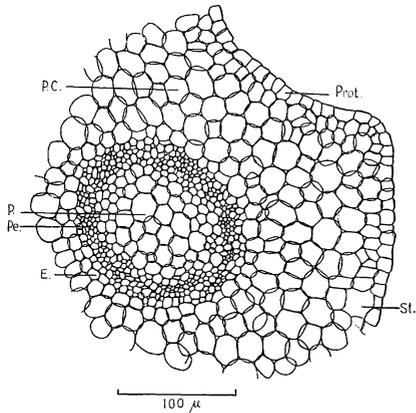


Fig. 1

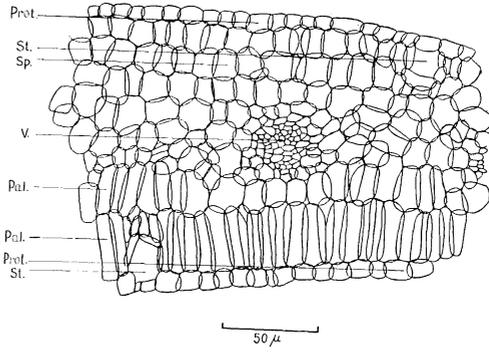


Fig. 2

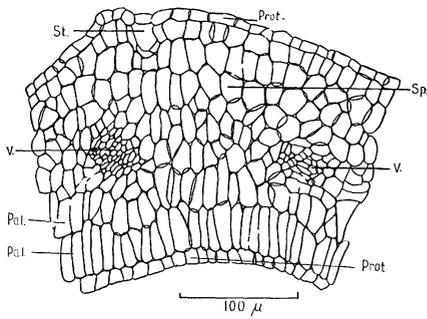


Fig. 3

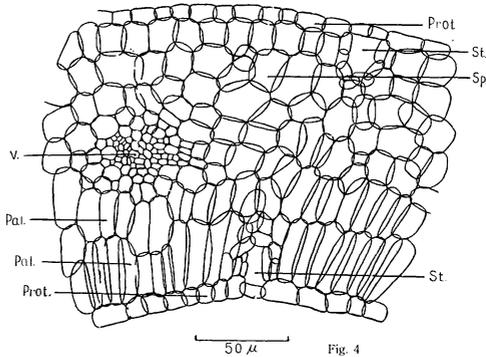


Fig. 4

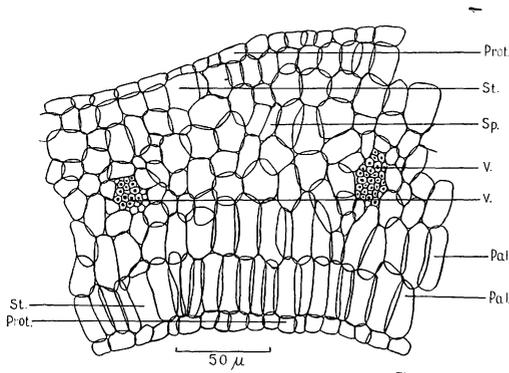


Fig. 5

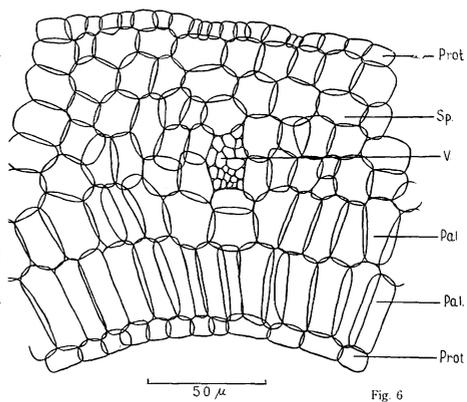


Fig. 6

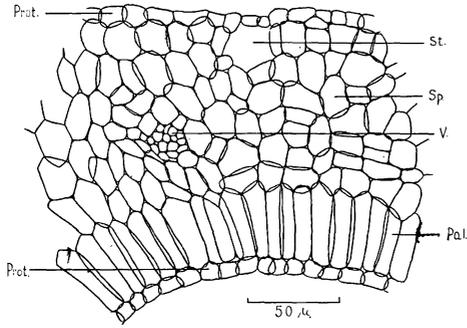


Fig. 8

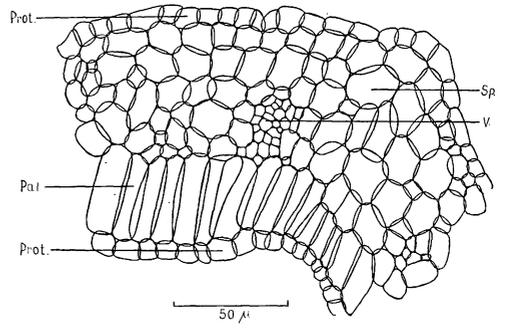


Fig. 7

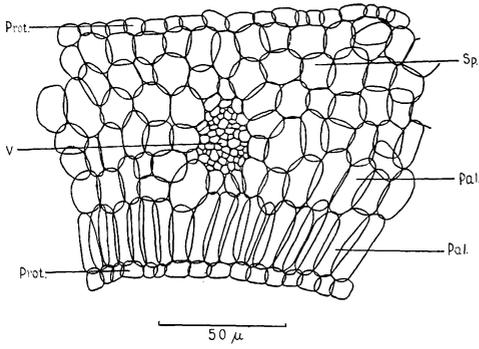


Fig. 9

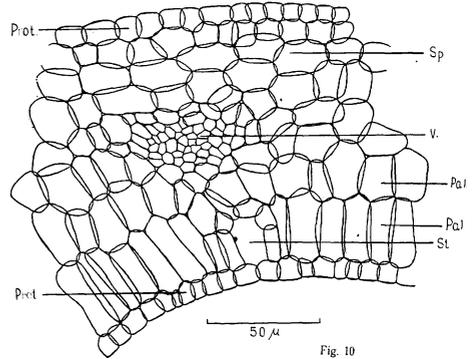


Fig. 10

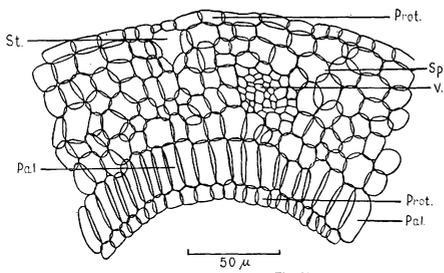


Fig. 11

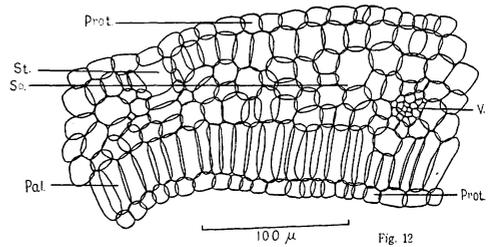


Fig. 12

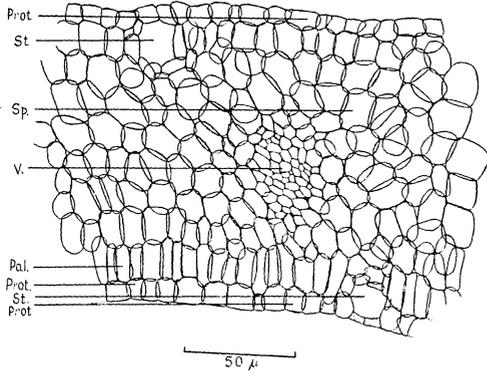


Fig. 1

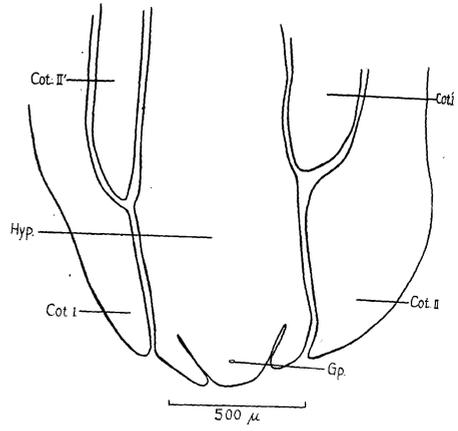


Fig. 2

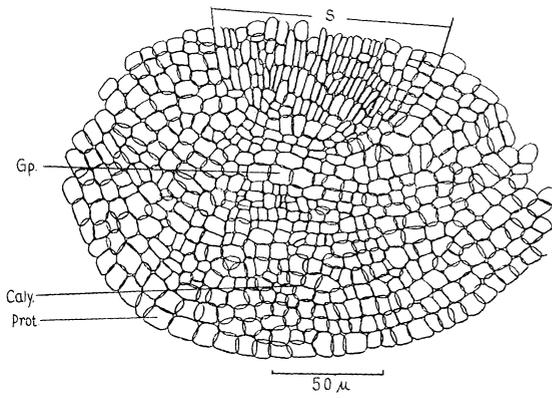


Fig. 3

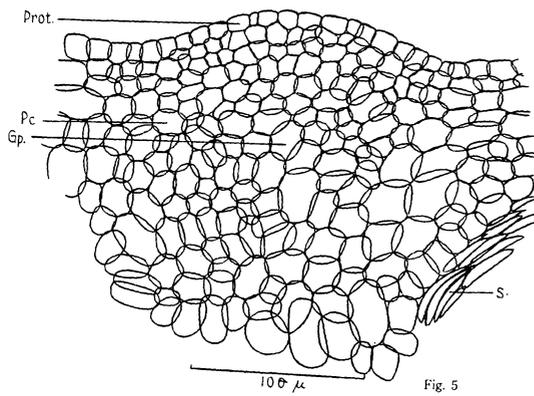


Fig. 5

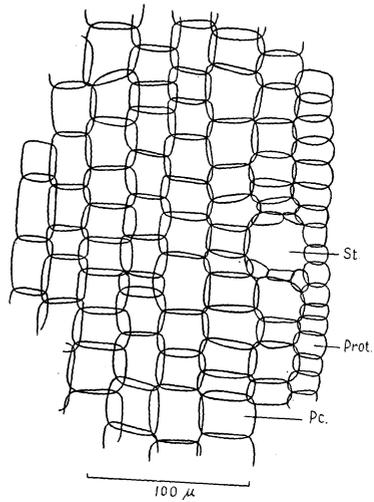


Fig. 4