琉球大学学術リポジトリ

琉球松針葉の形態学的研究

メタデータ	言語:
	出版者: 琉球大学農家政学部
	公開日: 2011-11-07
	キーワード (Ja):
	キーワード (En):
	作成者: 島袋, 俊一, 諸見里, 秀宰, Shimabukuro, Shun-ichi, Moromizato, Shusai
	メールアドレス:
	所属:
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12000/22028

琉球松針葉の形態学的研究

島袋俊一*・諸見里秀宰*

Shun-ichi SHIMABUKURO & Shusai MOROMIZATO: Morphological study of the acerose leaves of the Luchu Islands pine (*Pinus luchuensis* Mayr).

I 緒　　言

今次大戦により森林資源の大部分を灰燼に帰した琉球では，国土保安ならびに増大する木材の需要にこたえるため，よりすぐれた形質を有する樹木の造林につとめねばならない。ことに狭隘な土地と，凋密な人口を有する琉球では，単位面積当りの森林生産を増加させるために，林木の育種が痛感せられる。

本実験はかかる見地から，林木育種の基礎資料とするため，先ず第1に琉球松針葉の形態的特性を究明する目的で行った。

松属の種の分類に関しては，古くから花や毬果，種子などよりも針葉の解剖学的特性が極めて重視されている。

琉球松は，奄美大島およびその属島（トカラ列島の1部を含む）より与那国島にいたる琉球列島に自生分布し，裸子植物中琉球における唯一の有用樹木で，パルプ用材，土木用材，建築用材，薪炭材として広汎な用途を有し，また性強健で生長迅速なため，海岸防潮林，防風林，土砂扞止林として琉球ならびに台湾で広く造林されている。また。その樹形も美しく，念頭平松（伊平屋村），東村役所近傍の老松，国頭村伊地の老松等は広く人々に知られ，変った樹形の五枝の松（久米島）も有名である。今帰仁街道，国頭街頭の並木は今なお，昔日の片鱗を残している。

琉球松は，このように琉球における殆ど唯一の大衆的樹種なので，それぞれの分野から広汎な研究がなされなければならない。

終りに本実験をなすにあたり，大学当局より研究調査費の助成あり厚く御礼を申上げる。

* 琉球大学農家政学部

II 実験材料および方法

本実験に用いた供試木の特性は次の通りである。

1 号 木. 豊見城村南部農林高校西北方 1500 m, 樹高 (H) 7 m, 枝下高 (h) 3 m, 胸高直径 (D) 35 cm, 樹皮 (B) 深裂, 樹令 (推定) (Y) 40 年。

2 号 木. 国頭村伊地部落前方松林, H 7.5 m, h 3 m, D 35 cm, B 深裂, Y 40 年。

3 号 木. 場所 2 号木に同じ。H 9 m, h 5 m, D 45 cm, B 浅裂, Y 40 年。

4 号 木. 今帰仁村諸志部落後方松林, H 9 m, h 3.2 m, D 48 cm, B 深裂, Y 50 年。

5 号 木. 場所 4 号木に同じ。H 13 m, h 4 m, D 1 m, B 浅裂, Y 80～100 年。

供試木は, 3 地区より選抜したため, それぞれ環境条件が異るのはいうまでもないがなるべく諸条件が等しくなるように意を用いた。また供試針葉は充分に生長を完了した旧葉を用い, 採集にあたっては, 樹冠の南側で充分陽光をうけて, 法正な生長をとげた力枝, または力枝附近の枝より採集することにつとめた。

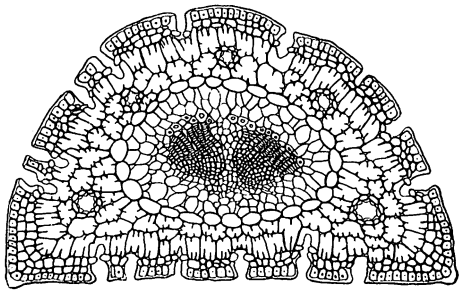
以上の諸点に留意して, 各個体樹毎に 200 束 (即ち 400 葉) の針葉を採集し, 直ちに 70% アルコールに貯蔵し, 適宜次の方法で実験を行った。

外部形態については 200 束 (1 束 1 葉について), 内部形態は各個体樹毎に 25 束 (50 葉) の針葉を用い, 針葉中央部分の徒手切片をつくり, Safranin で染色し, Glycelin で封入し主として皮層, 気孔, 樹脂道, 中心柱, 維管束を観察した。これら針葉の Präparat で, 特徴のあるものは常法により永久 Präparat に作製した。外部形態中色沢や外観上の特徴については, アルコール貯蔵以前の生葉について, 精密を期すため Lupe を用いて観察し, 普遍的な特徴の記載につとめた。針葉の顕微化学は, 酢酸銅飽和水溶液に, 徒手切片を 2～3 日浸漬した後検鏡した。なお, 描画はアッペ氏描画器を用いて描写した。本実験は 1955 年 9 月より 1956 年 4 月までに完了した。

III 実 験 結 果

1. 外部形態

琉球松の針葉は, 濃緑色を呈し螺旋状に枝条に密生している。針葉はアカマツ (*Pinus densiflora* S. et Z.), クロマツ (*Pinus Thunbergii* Parl.) に比し柔軟繊細な感じがする。更に肉眼, もしくは Lupe で精密に観察すれば, 葉縁部に微細鋸歯を有する。針葉の基部は葉鞘で包まれ, 通常 1 束 2 葉であるが稀に 1 束 3 葉の針葉を



1 mm

第1図

生ずる。針葉の横断面は半円形であるが（第1図参照），1束3葉の針葉では扇形を呈する。針葉は真直なのは極めて少く，左または右にそれぞれ旋回している。

A 針葉の長さ

各個体樹毎に針葉の長さには，ある範囲内で連続的な変異が認められ，調査木全体についても同様な結果がえられた。針葉の長さは，最大 198.45 mm 最小 99.80 mm 平均 142.91 ± 0.33 mm であった。調査木全体について針葉の長さを表示すれば，第1表の通りである。

Table 1. Length of leaves (mm)

Subjects \ Sample	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	Total
Mean	157.84 ±0.71	152.23 ±0.59	146.90 ±0.57	132.25 ±0.40	135.70 ±0.49	142.91 ±0.33
Median	156.83 ±0.89	148.93 ±0.74	146.21 ±0.72	130.06 ±0.50	134.08 ±0.61	142.15 ±0.41
Maximum	198.45	191.00	177.80	150.90	157.90	198.45
Minimum	115.55	105.50	104.90	111.00	99.80	99.80
Standard deviation	14.91 ±0.50	12.31 ±0.42	12.50 ±0.41	8.45±0.28	10.29 ±0.34	15.40 ±0.23
Coefficient of valiability	9.45±0.32	8.10±0.27	8.20±0.28	6.38±0.22	7.58±0.25	10.78 ±0.08

B 針葉の巾および厚さ

巾および厚さも，針葉の長さと同じくある範囲内での連続的な変異が認められる。巾および厚さを測定した結果，巾は最大 1.21 mm 最小 0.85 mm 平均 1.00±0.001 mm であり，厚さは最大 0.74 mm 最小 0.49 mm 平均 0.61 ± 0.0009 mm であった。巾および厚さを各個体樹毎に表示すれば，第2表，第3表の通りである。

C 針葉の長さ，巾，厚さとの関係

針葉の長さ，巾，厚さは絶対的なものではなく，環境によってある程度の変動がある。佐藤氏はそれら三者を相互的に考慮した形状比は，分類学的指標になしうると述べている。また断面積および体積の大小は生理作用と密接な関係にあることが推察さ

れる。

Table 2. Width of the leaves (mm)

Subjects \ Sample	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	Total
Mean	1.04 ±0.002	1.02 ±0.003	1.02 ±0.003	0.96 ±0.002	1.00 ±0.003	1.00 ±0.001
Median	1.01 ±0.003	0.99 ±0.003	1.00 ±0.003	0.93 ±0.002	0.97 ±0.003	0.98 ±0.002
Maximum	1.15	1.13	1.21	1.11	1.15	1.21
Minimum	0.90	0.89	0.88	0.85	0.89	0.85
Standard deviation	0.05 ±0.001	0.05 ±0.001	0.06 ±0.002	0.05 ±0.002	0.06 ±0.001	0.06 ±0.0008
Coefficient of variability	5.1±0.17	5.1±0.17	5.9±0.20	4.9±0.17	5.6±0.19	5.9±0.089

Table 3. Thickness of the leaves (mm)

Subjects \ Sample	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	Total
Mean	0.61 ±0.050	0.63 ±0.002	0.62 ±0.002	0.59 ±0.002	0.61 ±0.002	0.61 ±0.0009
Median	0.58 ±0.003	0.60 ±0.002	0.60 ±0.003	0.56 ±0.002	0.59 ±0.003	0.57 ±0.012
Maximum	0.74	0.74	0.70	0.73	0.71	0.74
Minimum	0.48	0.51	0.52	0.49	0.50	0.49
Standard deviation	0.05 ±0.001	0.03 ±0.001	0.04 ±0.001	0.04 ±0.001	0.05 ±0.001	0.05 ±0.001
Coefficient of variability	8.3±0.28	5.9±0.20	7.2±0.24	6.7±0.23	7.6±0.26	7.45 ±0.011

（1） 針葉の横断面形状比（厚さ/巾×100） 針葉の横断面形状比は第 4 表の通りである。

Table 4. Proportion of the thickness to the width of cross section of leaves (thickness/width×100) (%)

Subjects \ Sample	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5
Average	58.57	61.46	60.79	61.45	60.65
Maximum	69.78	73.40	68.09	77.53	69.61
Minimum	48.65	53.15	52.00	51.04	52.08

（2） 針葉の横断面積（巾×厚さ×(π/4)）(mm^2) 針葉の横断面積は，楕円形と見做して計算表示すれば第5表の通りである。

Table 5. Area of the cross section of the leaves (mm^2)

Subjects \ Sample	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5
Average	0.4939	0.5015	0.4999	0.4419	0.4776
Maximum	0.6564	0.6242	0.6649	0.6012	0.6319
Minimum	0.3533	0.3763	0.3661	0.3376	0.3768

（3） 針葉の縦断面形状比（巾/長さ×100） 長さの割に，巾が狭いので縦断面形状比は著しく小さく，外観上繊細な感じを与えることがわかる。表示すれば第6表の通りである。

Table 6. Proportion of width to length of longitudinal section of the leaves (width/length×100) (%)

Subjects \ Sample	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5
Average	0.66	0.67	0.70	0.73	0.74
Maximum	0.91	0.90	0.93	0.92	0.91
Minimum	0.54	0.52	0.56	0.62	0.61

（4） 針葉の体積 針葉の体積は，横断面積および針葉の長さの積で求めた。体積は生理作用と密接な関係にあることはいうまでもない。体積の最大は 120.93 mm^3 最小 39.21 mm^3 平均 58.43 mm^3～78.31 mm^3 の範囲内にある。針葉の体積を表示すれば第7表の通りである。

Table 7. Volumes of the leaves (Area of cross section×length) (mm^2)

Subjects \ Sample	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5
Average	78.31	76.48	73.54	58.43	65.03
Maximum	120.93	108.39	92.82	81.45	91.39
Minimum	44.76	45.63	46.05	40.53	39.21

D 葉 鞘

葉鞘は膜質で多数の鱗片よりなり，針葉の基部を包んでいる。葉鞘は最初赤褐色であるが次第に暗褐色を呈するようになる。鱗片は針葉の枯死脱落まで永存する。

（1） 葉鞘の長さ　葉鞘の長さは，最大 12.4 mm 最小 5.0 mm の範囲にある。各個体樹毎に表示すれば第8表の通りである。

Table 8. Length of the sheath (mm)

Subjects \ Sample	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5
Mean	9.78±0.04	8.78±0.05	9.29±0.07	8.40±0.04	8.70±0.05
Maximum	11.8	12.0	12.4	11.3	11.5
Minimum	7.6	5.5	5.0	6.4	6.4

（2） 葉鞘長が針葉長にたいする割合　葉鞘は針葉の割合に短かく，その割合は最大 9.52 最小 3.00 である。その割合を計算表示すれば第9表の通りである。

Table 9. Proportion of the length of sheath to the length of leaves (Length of sheath/ length of leaves×100) (%)

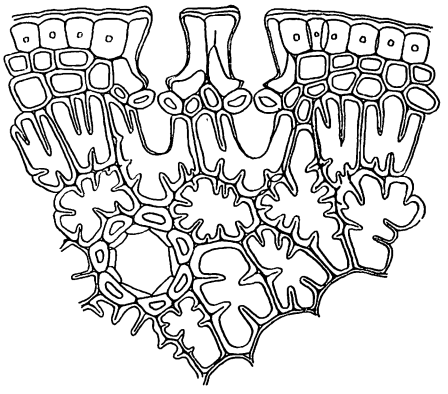
Subjects \ Sample	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5
Average	6.25	5.76	6.34	6.34	6.42
Maximum	8.95	7.93	9.52	8.69	8.61
Minimum	4.64	4.20	3.00	4.70	4.60

2. 内部形態

針葉の内部形態について，表皮，下表皮，気孔，葉肉組織，樹脂道，中心柱，維管束の順に述べる。

A 表皮

表皮は，針葉の横断面では最外囲を取囲む一層の厚膜細胞（Sclerenchymatous cell）よりなり，互に密着するとともに，直下の下表皮とも密に結合し，細胞間隙（Intercellular space）は存在しない。表皮の外側面は厚い Cuticular でおうわれ，ところどころに気孔が存在する。表皮細胞は横断面ではほぼ円形に近い楕円形状をなし，中心部に細胞内腔



100 μ
第2図

(Zelllumen) を明瞭に観察することができる (第2図参照)。

表皮細胞の大きさは，長さで最大 35 μ 最小 12.5 μ 平均値の最大 23.52 ± 0.1 μ 最小 19.14±0.09 μ であった。巾は最大 30 μ 最小 10 μ 平均値の最大 18.75±0.22 μ 最小 16.78 ± 0.08 μ であった。表皮細胞の長さおよび巾の測定結果を表示すれば第 10 表の通りである。表皮細胞の横断面積は最大 765.38 μ^2 最小 98.13 μ^2 であった。表皮細胞の横断面積を表示すれば第 11 表の通りである。

Table 10. Size of epidermis cells of the leaves (μ)

Subjects \ Sample		No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5
Length	Mean	20.6±0.21	21.65±0.12	23.52±0.10	19.16±0.09	19.14±0.09
	Maximum	25.0	32.5	35.0	27.5	27.5
	Minimum	17.5	15.0	15.0	12.5	12.5
Width	Mean	18.75±0.22	17.80±0.10	18.37±0.10	16.78±0.08	17.31±0.09
	Maximum	22.5	30.0	30.0	25.0	25.0
	Minimum	15.0	10.0	10.0	10.0	10.0

Table 11. Area of the cross section of the epidermis cells (Length × Width × π/4) (μ^2)

Subjects \ Sample	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5
Average	304.97	304.36	343.34	255.64	264.06
Maximum	441.56	637.81	765.38	490.63	539.69
Minimum	206.06	117.75	137.38	98.13	98.13

B 下表皮

下表皮は表皮の直下にあって，通常 1 ～ 2 層の柔細胞型の細胞よりなり，表皮に密着していわゆる多層表皮 (Multiseriate epidermis) を形成している (第2図参照)。特に角隅部は極めてよく発達し，2 ～ 4 層の細胞よりなる。下表皮細胞は，通常楕円類似形をなし，細胞膜は肥厚し内部は透明である。下表皮が 2 層よりなる場合は，内側の細胞は内部に突出している形状のものが観察される。

下表皮細胞層の数は 1 ～ 2 層であるが，殆ど 1 層に近いものから 2 層に近いものまで種々の形態のものが観察された。角隅部ではモードが 3 : 3 で，最小 2 : 2 最大 4 : 4 であった。下表皮細胞層の数を表示すれば第 12 表，第 13 表の通りである。

Table 12. Number of the layers of hypodermis cells

Subjects \ Sample	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5
General trend	1～2	1～2	1～2	2	2
at certain places		3		1, 3	1, 3

Table 13. Number of the layers of hypodermis cells at corners (Left & right)

Subjects \ Sample	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5
Mode	3 : 3	3 : 3	3 : 3	3 : 3	3 : 3
Maximum	4 : 3	4 : 4	3 : 3	4 : 4	3 : 3
Minimum	2 : 2	2 : 2	2 : 2	2 : 2	2 : 2

Note; The number at left indicate the number of layers at left and those at right indicate the number of layers at right in the above table.

下表皮細胞の大きさは，長さで最大 37.5 μ 最小 12.5 μ であり，巾は最大 25.0 μ 最小 7.5 μ であった。下表皮細胞の長さおよび巾を測定表示すれば第 14 表の通りである。下表皮細胞の横断面積は，最大 637.81 μ^2 最小 88.31 μ^2 であった。横断面積を表示すれば第 15 表の通りである。

Table 14. Size of the hypodermis cells (μ)

Subjects \ Sample		No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5
Length	Mean	24.4±0.27	21.13±0.12	22.06±0.10	21.43±0.13	21.40±0.10
	Maximum	32.5	30.0	32.5	35.0	37.5
	Minimum	17.5	12.5	12.5	15.0	12.5
Width	Mean	16.35±0.21	13.38±0.10	14.28±0.08	16.17±0.10	13.50±0.08
	Maximum	20.0	25.0	22.5	25.0	25.0
	Minimum	12.5	7.5	7.5	10.0	7.5

Table 15. Area of cross section of the hypodermis cells (Length × Width × $\pi/4$) (μ^2)

Subjects \ Sample	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5
Average	314.59	242.38	249.40	301.37	230.18
Maximum	510.25	431.75	471.00	637.81	529.88
Minimum	196.25	98.13	88.31	117.75	88.31

C 気 孔

気孔は，針葉の背腹両面に存在し，陥没型気孔装置をなし複雑な形態を呈している。気孔は表皮の変形した孔辺細胞（Guard cell）が内部にむかって発達し，孔辺細胞は腎臓型で，気孔開閉の作用を司る。気孔は孔辺細胞によって二分され，前庭（Front cavity）と呼吸腔（respiratory cavity）を形成している（第2図参照)。

気孔の数は環境因子により著しく変化し，また樹令によっても異なり，陰葉と陽葉とでも差異がある。本実験における供試葉は，すでに述べたような方法で採集したためか，各個体樹間に著しい差異は認められない。気孔の数は腹面より背面に多く，大凡 6～18 個の範囲内にあった。気孔の数を表示すれば第 16 表の通りである。

気孔の数および大きさは，生理作用と密接な関係を有する。気孔の大きさは，一般に呼吸腔より前庭がやや大きい。気孔の大きさを測定表示すれば第 17 表，第 18 表の通りである。

Table 16. Number of stomata of the leaves
(Cross section of the middle part of leaves)

Subjects \ Sample		No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5
Dorsal side	Mode	6	10	9	7	7
	Maximum	8	12	11	10	9
	Minimum	4	6	5	5	5
Ventral side	Mode	4	5	5	4	5
	Maximum	6	6	8	6	6
	Minimum	2	3	3	2	2
Total	Mode	10	14	13	11	12
	Maximum	13	18	17	15	15
	Minimum	6	10	10	9	8

Table 17. Size of front cavity of the stomata (μ)

Subjects \ Sample		No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5
Width	Mean	35.41±0.44	29.47±0.32	31.06±0.29	25.66±0.24	30.10±0.31
	Maximum	50.0	37.5	42.5	37.5	47.5
	Minimum	25.0	17.5	20.0	17.5	20.0
The deep	Mean	38.83±0.48	44.21±0.32	45.84±0.30	47.21±0.27	45.80±0.32
	Maximum	47.5	55.0	57.5	57.5	55.0
	Minimum	25.0	30.0	30.0	35.0	30.0
Area of cross section	Average	1345.13	1171.22	1415.00	1229.31	1380.61
	Maximum	2018.75	1625.00	1912.50	1781.25	1875.00
	Minimum	625.00	625.00	687.50	612.50	700.00

Area of cross section = Width × The deep

Table 18. Size of the respiratory cavity of the stomata (μ)

Subjects \ Sample		No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5
Width	Mean	26.63±0.59	21.54±0.26	22.40±0.25	23.03±0.23	28.14±0.28
	Maximum	45.0	32.5	32.5	37.5	40.0
	Minimum	17.5	12.5	12.5	15.0	20.0
The deep	Mean	39.64±0.46	35.56±0.38	34.23±0.33	36.57±0.34	39.20±0.33
	Maximum	47.5	57.5	60.0	50.0	50.0
	Minimum	25.0	20.0	22.5	22.5	27.5
Area of cross section	Average	1040.63	765.36	762.55	920.15	1095.29
	Maximum	1781.25	1462.50	1306.25	1406.25	1875.00
	Minimum	612.50	375.00	281.25	375.00	618.75

Area of cross section = Width × the deep

D 樹脂道

マツの樹脂道は離生分泌組織で，細胞膜のうすい柔細胞からなる9個内外の分泌細胞があり，分泌細胞により樹脂が分泌される。分泌細胞の外側は，9個内外の保護鞘細胞で囲まれ，これら内外2層の細胞によって，円筒状の樹脂道が形成されている（第2，3，4，5，6図参照）。樹脂道は葉肉組織中に散在し，両側角隅部にはそれぞれ1個づつ大型の主樹脂道があり，その他の部分には1～2個，あるいはそれ以上小型の副樹脂道が散在している（第1図参照）。

葉肉内の樹脂道の位置について，G. R. Shaw 氏（1914），Doi & Morikawa 氏（1929），佐藤氏（1931），等はそれらの関係について，通常次の四型に分類している。

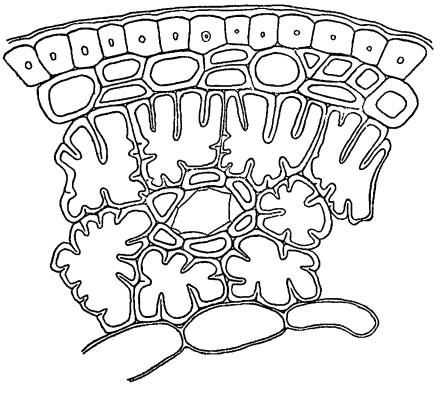
第Ⅰ型樹脂道（中位 Medial） この樹脂道は内皮，下表皮のいずれにも接触することなく，葉肉中に位置する。クロマツの代表型である（第3図参照）。

第Ⅱ型樹脂道（外位 External） 下表皮に内接し，その接触部では保護鞘細胞を欠除する。アカマツの代表型である（第4図参照）。

第Ⅲ型樹脂道（内位 Internal） 内皮細胞に保護鞘細胞が接触して位置する（第5図参照）。

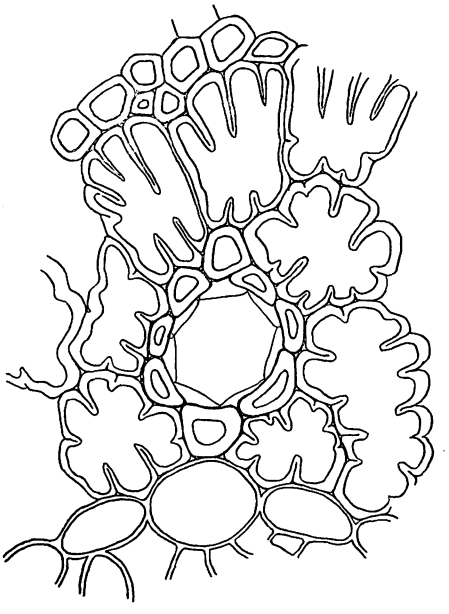
第Ⅳ型樹脂道（両位 Septal） 下表皮と内皮に同時に接触して位置する（第6図参照）。

以上の四型が存在するが，第Ⅱ型樹脂道では下表皮に接触する部分で保護鞘細胞を欠除するものと，接触部で保護鞘細胞を欠除せず単に内接円的に接しているものとが



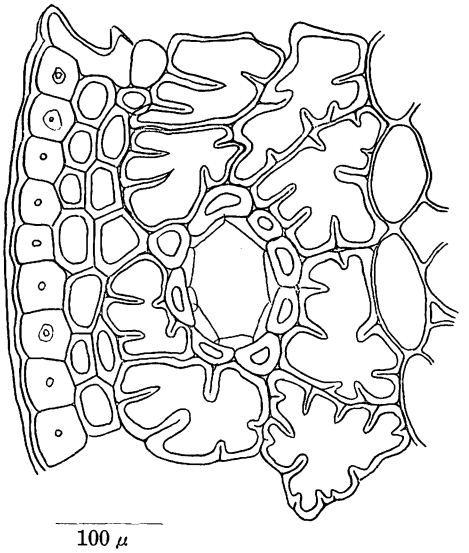
100 μ

第3図



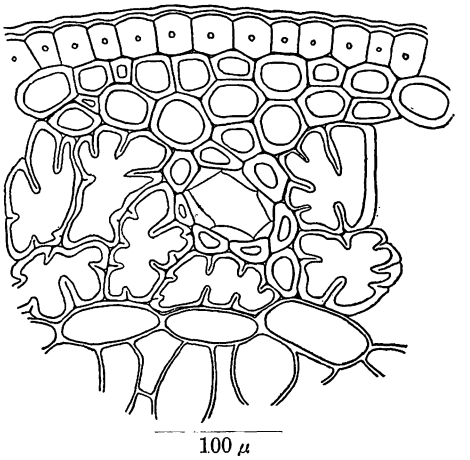
100 μ

第5図



100 μ

第4図



100 μ

第6図

(第4図参照) 観察されたが便宜上両者を合せて第 II 型樹脂道として取扱った。本実験で観察した結果，1号木では中位，外位，内位の3型が観察され，2号木では中位，内位のみでその他の型は観察されなかった。3号木，4号木，5号木では4型とも観察された。

樹脂道は主に背面に多く分布するが，腹面にも見られる。樹脂道の数は少く最大は3号木の6個最小は4号木の2個でモードは4個内外である。樹脂道の型は，4号木を除いてその他は，中位が 83.41％以上で最多頻度を示し，最も少い4号木で 59.63％である。次いで多いのが内位で，4号木の 36.02％ を最大とし，最小は2号木の 0.88％である。外位は2号木では観察されず，3号木の 12.56％を最大とし，その他は 1.05～3.78％の範囲で極く少数観察され，両位は3号木，4号木，5号木で僅かに観察されたにすぎない。4号木で外位より両位が僅かに多いことは注目すべきことである。樹脂道の型および数を表示すれば第 19 表の通りである。

樹脂道の大きさを見るに，主樹脂道は副樹脂道に比し，長径および短径とも大きく，横断面積もまた大きい。樹脂道の大きさおよび横断面積を測定表示すれば第 20 表，第 21 表，第 22 表の通りである。

Table 19. Location and number of the resin canals

Subjects \ Sample		No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5
Number of resin canals	Mode	4	4	5	3	4
	Maximum	5	5	6	5	5
	Minimum	3	3	3	2	3
Number of resin canals at each location	Medial	163	224	186	96	169
	External	7		28	3	2
	Internal	15	2	4	58	18
	Septal			5	4	1
	Total	185	226	223	161	190
Percentage of resin canals at each location	Medial	88.11	99.12	83.41	59.63	88.95
	External	3.78		12.56	1.86	1.05
	Internal	8.11	0.88	1.79	36.02	9.47
	Septal			2.24	2.49	0.53

Table 20. Size of the large resin canals (μ)

Subjects \ Sample		No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5
Major axis	Mean	61.00±1.18	44.19±0.73	58.43±0.81	49.30±0.66	46.32±0.73
	Maximum	90.0	75.0	85.0	72.5	75.0
	Minimum	32.5	25.0	30.0	25.0	20.0
Minor axis	Mean	51.30±0.99	34.90±0.61	46.94±0.80	42.65±0.62	36.13±0.74
	Maximum	80.0	57.5	77.5	62.5	70.0
	Minimum	27.5	17.5	22.5	17.5	15.0
The area of cross section	Average	2526.33	1266.15	2266.68	1711.79	1432.12
	Maximum	5495.00	2821.09	4258.63	3414.75	4121.25
	Minimum	686.88	392.50	574.03	343.44	294.38

Area of cross section = Major axis × Minor axis × $\pi/4$

Table 21. Size of the small resin canals (μ)

Subjects \ Sample		No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5
Major axis	Mean	47.40±1.00	27.85±0.64	42.17±0.55	36.72±0.67	35.20±0.67
	Maximum	75.0	55.0	77.5	65.0	67.5
	Minimum	30.0	5.0	22.5	20.0	17.5
Minor axis	Mean	40.43±0.96	20.60±0.61	34.97±0.51	28.77±0.56	26.02±0.52
	Maximum	57.5	52.5	60.0	42.5	47.5
	Minimum	17.5	5.0	10.0	15.0	7.5
The area of cross section	Average	1492.80	503.46	1211.66	856.67	787.92
	Maximum	3090.94	2266.69	3193.97	1751.53	3179.25
	Minimum	574.03	44.16	196.25	274.75	117.75

Area of cross section = Major axis × Minor axis × $\pi/4$

Table 22. Size of the resin canals (Total = large resin canal + small resin canal)

Subjects \ Sample		No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5
Major axis	Mean	54.38±0.90	36.32±0.63	49.36±0.61	44.53±0.58	41.59±0.57
	Maximum	90.0	75.0	85.0	72.5	75.0
	Minimum	30.0	7.5	22.5	20.0	17.5
Minor axis	Mean	45.88±0.83	28.01±0.55	40.34±0.53	37.39±0.57	31.31±0.52
	Maximum	80.0	57.5	77.5	62.5	70.0
	Minimum	17.5	5.0	10.0	15.0	7.5
Area of cross section	Average	2014.78	898.78	1681.63	1387.80	1123.87
	Maximum	5495.00	2821.09	4258.63	3414.75	4121.25
	Minimum	574.03	44.16	196.25	274.25	117.75

樹脂道の外側は 5 ～ 12 個の楕円形状をした一層の保護鞘細胞で囲まれているが稀に 2 層の部分も観察された。保護鞘細胞の数は，主樹脂道は副樹脂道に比較してやや多い。モードは 8 ～ 9 個である。保護鞘細胞の数を表示すれば第 23 表の通りである。

Table 23. Number of sclerenchyma cells surrounding and protecting the resin canal

Subjects \ Sample		No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5
Large resin canal (a)	Mode	8	9	9	8	8
	Maximum	11	15	12	10	11
	Minimum	6	7	7	6	7
Small resin canal (b)	Mode	7	8	8	7	8
	Maximum	11	12	11	10	10
	Minimum	6	6	5	6	6
Total (a+b)	Mode	8	9	9	8	8
	Maximum	11	15	12	10	11
	Minimum	6	6	5	6	6

保護鞘細胞の大きさを見るに，主樹脂道の保護鞘細胞は，副樹脂道の保護鞘細胞に比し長径および短径とも大きい。保護鞘細胞の長径，短径，横断面積を測定表示すれば，第 24 表，第 25 表，第 26 表の通りである。

Table 24. Size of sclerenchyma cells surrounding and protecting the resin canal (large resin canal) (μ)

Subjects \ Sample		No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5
Major axis	Mean	30.95±0.34	26.59±0.11	27.38±0.11	25.93±0.10	24.48±0.09
	Maximum	40.0	35.0	45.0	35.0	37.5
	Minimum	25.0	17.5	15.0	15.0	17.5
Minor axis	Mean	18.85±0.28	16.03±0.10	14.83±0.10	13.73±0.09	15.29±0.08
	Maximum	25.0	25.0	25.0	25.0	22.5
	Minimum	15.0	10.0	7.5	7.5	7.5
The area of cross section	Average	460.01	335.46	322.62	279.20	295.74
	Maximum	735.94	588.75	662.34	637.81	529.88
	Minimum	294.38	137.38	103.03	117.75	132.47

Area of cross section = Major axis × Minor axis × $\pi/4$

分泌細胞は保護鞘細胞に内接して位置し，6～15 個でモードは 8 ～ 9 個であった。副樹脂道の分泌細胞は，主樹脂道の分泌細胞に比し僅かに数が少い。分泌細胞の数を

Table 25. Size of sclerenchyma cells surrounding and protecting the resin canal (small resin canal) (μ)

Subjects \ Sample		No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5
Major axis	Mean	26.71±0.30	22.14±0.10	23.46±0.09	21.77±0.11	21.22±0.10
	Maximum	37.5	30.0	32.5	30.0	30.0
	Minimum	20.0	12.5	12.5	15.0	12.5
Minor axis	Mean	16.75±0.20	13.33±0.08	10.98±0.10	12.67±0.10	13.35±0.08
	Maximum	20.0	20.0	25.0	22.5	22.5
	Minimum	10.0	7.5	5.0	7.5	7.5
The area of cross section	Average	345.59	232.92	240.95	214.37	224.32
	Maximum	446.47	431.75	446.47	441.56	485.72
	Minimum	215.88	88.31	68.69	88.31	73.59

Area of cross section = Major axis × Minor axis × $\pi/4$

Table 26. Size of sclerenchyma cells surrounding and protecting the resin canal (large resin canal + small resin canal) (μ)

Subjects \ Sample		No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5
Major axis	Mean	29.02±0.26	24.45±0.09	24.49±0.08	24.22±0.09	22.89±0.08
	Maximum	40.0	35.0	45.0	35.0	37.5
	Minimum	20.0	12.5	12.5	15.0	12.5
Minor axis	Mean	17.55±0.09	14.71±0.07	13.92±0.07	13.67±0.07	14.38±0.06
	Maximum	25.0	25.0	25.0	25.0	22.5
	Minimum	10.0	7.5	5.0	7.5	7.5
The area of cross section	Average	402.80	286.34	281.87	226.47	262.22
	Maximum	735.94	588.75	662.34	637.81	529.88
	Minimum	215.88	88.31	68.69	88.31	73.59

Area of cross section = Major axis × Minor axis × $\pi/4$

Table 27. Number of the secreting cells

Subjects \ Sample		No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5
Large resin canal (a)	Mode	9	10	11	8	9
	Maximum	15	13	14	11	12
	Minimum	7	7	7	6	7
Small resin canal (b)	Mode	7	8	9	7	8
	Maximum	12	11	12	9	10
	Minimum	5	5	7	6	5
Total (a+b)	Mode	9	8	9	8	8
	Maximnm	15	13	14	11	12
	Minimum	5	5	7	6	5

表示すれば第 27 表の通りである。分泌細胞の大きさを見るに，長径は3号木の 37.5 μ が最大で，2, 3, 4, 5 号木の 10 μ が最小であった。短径は1号木の 22.5 μ が最大で，最小は 4, 5 号木の 2.5 μ である。分泌細胞の大きさおよび横断面積を測定表示すれば第 28 表の通りである。

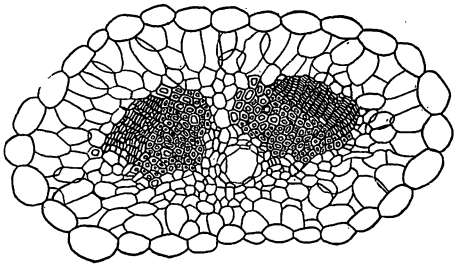
Table 28. Size of the secreting cells

Subjects \ Sample		No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5
Major axis	Mean	22.15±0.32	19.67±0.11	19.06±0.11	18.74±0.08	17.68±0.12
	Maximum	30.0	30.0	37.5	32.5	32.5
	Minimum	15.0	10.0	10.0	10.0	10.0
Minor axis	Mean	10.55±0.35	12.36±0.09	9.77±0.09	8.41±0.08	9.68±0.09
	Maximum	22.5	20.0	20.0	17.5	20.0
	Minimum	5.0	5.0	5.0	2.5	2.5
Area of cross section	Average	183.99	184.21	151.37	23.89	34.90
	Maximum	431.75	353.25	343.84	255.13	309.09
	Minimum	58.88	49.06	58.88	34.34	39.25

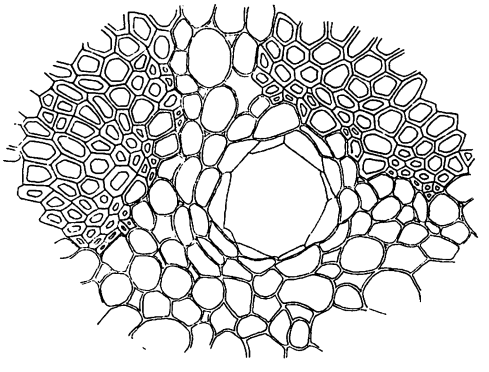
Area of cross section = Major axis × Minor axis × $\pi/4$

E 葉肉組織

松の同化組織で注目すべきものは有椀柵状組織（Arm-palisade parenchyma）で，最初 T. Hartig 氏によって認められ，後 G. Haberlandt 氏によって説明されたものであるが，その襞（arm）の数は 3～11 個で，層の数は 2～3 層である。有椀柵状組織で下表皮に接している細胞は，上下から膜の襞ができてH字型にしきられてやや敷石様排列をなし，内部にある細胞は不規則に襞を有し放射様排列をなす傾向がある（第2図参照）。



500 μ
第7図



100 μ
第8図

F 中心柱

中心柱は一層の内皮で囲まれ同化

組織と境し，特徴のある形態を呈している（第1図参照）。中心柱の中央には2個の維管束があり，内皮と維管束の間は移入組織（Transfusion tissue）で充たされ，移入組織中には1～2個の離生分泌間隙が見られる（第7図，第8図参照）。

（1） 内　皮　内皮は中心柱の周囲を囲む一層の細胞層からなり，細胞は楕円形状を呈し大きさは不等である。

内皮の細胞数もある範囲内での変異が認められ，最小は4号木の 21 個最大は2号木の 34 個，モードは 28 個内外である。内皮細胞の数を表示すれば第 29 表の通りである。

内皮細胞の大きさは，長径で3号木の 70 μ を最大とし，3，4，5 号木の 30 μ が最小であった。短径は2号木の 50 μ が最大で 4，5 号木の 15 μ が最小であった。内皮細胞の大きさおよび横断面積を測定表示すれば第 30 表の通りである。

Table 29. Number of endodermis cells

Subjects \ Sample	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5
Mode	29	28	29	26	25
Maximum	33	34	31	30	30
Minimum	22	25	24	21	22

Table 30. Size of the endodermis cells (μ)

Subjects \ Sample		No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5
Major axis	Mean	52.05±0.54	48.96±0.22	51.36±0.21	48.42±0.18	44.86±0.29
	Maximum	62.5	65.0	70.0	67.5	75.0
	Minimum	40.0	35.0	30.0	30.0	30.0
Minor axis	Mean	29.25±0.38	30.70±0.19	30.49±0.17	26.72±0.14	31.38±0.17
	Maximum	40.0	50.0	47.5	42.5	47.5
	Minimum	20.0	17.5	17.5	15.0	15.0
Area of cross section	Average	1117.06	1196.25	1244.11	1022.85	1286.46
	Maximum	1839.84	2453.13	2296.13	2134.22	2472.75
	Minimum	706.50	480.81	412.13	446.47	529.88

Area of cross section = Major axis × Minor axis × $\pi/4$

（2） 中 心 柱　中心柱はすでに述べたように，1層の内皮で囲まれ楕円形状を呈する真正中心柱である（第7図参照）。

イ　中心柱の大きさ　中心柱の大きさを測定した結果，巾は3号木の 670 μ が最大で，最小は4号木の 390 μ であった。厚さは1号木の 450 μ が最大で，最小は4号木の 280 μ であった。中心柱の大きさを測定表示すれば第 31 表の通りである。

Table 31. Size of central cylinder (μ)

Subjects \ Sample		No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5
Width	Mean	524.0±3.67	550.2±3.26	563.6±3.19	488.6±3.95	527.0±2.61
	Maximum	625	620	670	610	580
	Minimum	425	470	500	390	470
Thickness	Mean	343.0±2.49	361.6±1.87	345.0±1.48	329.2±2.18	349.5±1.41
	Maximum	450	400	380	380	380
	Minimum	300	320	320	280	320
Area of cross section	Average	0.1416	0.1594	0.1553	0.1263	0.1447
	Maximum	0.1855	0.1868	0.1999	0.1820	0.1685
	Minimum	0.1001	0.1205	0.1281	0.0888	0.1243

Area of cross section = Width × thickness × $\pi/4$ (mm^2)

ロ　中心柱の形状比（厚/巾×100）　中心柱の横断面形状比は，最大は 1 号木の 73.68 最小は1号木の 48.00 であった。平均 61.35～67.55 の範囲にある。横断面形状比を表示すれば第 32 表の通である。

Table 32. Proportion of the width to the thickness of cross section of the central cylinder (thickness/width×100) (%)

Subjects \ Sample	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5
Average	65.58	64.55	61.35	67.55	66.40
Maximum	73.68	71.15	68.52	74.51	73.47
Minimum	48.00	56.67	53.85	61.22	60.00

ハ　中心柱の大きさと針葉との割合　針葉の大きさと中心柱の大きさとの関係を見る。まず針葉巾にたいする中心柱巾の割合は，最大が1号木の 59.52 最小は4号木の 44.44 で，平均は 49.27～52.49 である。厚さの関係を見ると最大は1号木の 72.00 最小は3号木の 47.14 であった。平均 51.69 ～ 55.38 である。中心柱の巾および厚さとも針葉の 50% 以上を占めていることがわかる。巾および厚さにたいするそれぞれの割合を表示すれば第 33 表，第 34 表の通りである。横断面積で最大は1号木の

26.23 最小は 4 号木の 21.63, 平均は 25.89 ～ 28.26 であった。針葉の横断面積にたいする中心柱横断面積の割合を示せば第 35 表の通である。

Table 33. Proportion of the width of central cylinder to width of the leaves (width of central cylinder/width of leaves×100) (%)

Subjects \ Sample	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5
Average	51.00	52.29	52.49	49.27	49.32
Maximum	59.52	56.36	56.19	53.04	53.95
Minimum	45.95	46.09	48.37	44.44	45.71

Table 34. Proportion of the thickness of central cylinder to thickness of the leaves (thickness of central cylinder/thickness of leaves) (%)

Subjects \ Sample	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5
Average	55.38	53.79	51.69	52.64	53.71
Maximum	72.00	58.33	55.38	57.39	57.60
Minimum	50.00	49.23	47.14	47.41	49.23

Table 35. Proportion of the area of cross section of central cylinder to the area of cross section of the leaves (Area of cross section of central cylinder/Area of cross section of the leaves×100) (%)

Subjects \ Sample	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5
Average	28.26	28.12	27.55	25.89	26.50
Maximum	36.23	31.74	33.60	29.52	29.58
Minimum	23.98	23.51	24.38	21.63	23.20

（3） 移入組織　移入組織中には維管束の上下に接して厚膜細胞が観察され，維管束の導管部下方には 1 ～ 2 個の離生分泌間隙が観察された。この組織は，内方に分泌細胞状の薄膜の細胞を有し，外方は移入組織につながり葉肉内の樹脂道のように厚膜細胞を有しない（第 8 図参照）。この組織は 70 ～ 94 % の濃度で観察された。酢酸銅試薬，Sudan III に対しては反応は少く判明しなかった。

（4） 維管束　維管束は中心柱のほぼ中央に位置し，数は2個で，篩管部と導管部とからなる並立維管束である。篩管部導管部とも形成層に向って直角に3～4個の柔組織層が貫通し，周囲の移入組織に連結している。2個の維管束はそれぞれある間隔で離れているが稀に2個の維管束が合一して単一の維管束のように見えるものとの2型が存在する。したがって，両維管束間の距離も大きいものから零までの移行が見られる。

維管束の大きさを測定した結果，長径は3号木の 220 μ が最大で4号木の 110 μ が最小であった。短径は，2号木の 160 μ が最大で，1，3，4，5 号木の 100 μ が最小であった。横断面積は2号木の 24728 μ^2 が最大で，4号木の 8635 μ^2 が最小であった。維管束の大きさおよび横断面積を表示すれば第 36 表の通りである。

Table 36. Size of fibro-vascular bundle (μ)

Subjects \ Sample		No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5
Major axis	Mean	148.0±1.66	168.8±1.08	156.4±1.23	142.7±0.97	153.7±0.84
	Maximum	210	210	220	180	190
	Minimum	120	140	120	110	130
Minor axis	Mean	110.2±0.71	136.7±0.67	121.8±0.63	113.7±0.58	115.6±0.63
	Maximum	130	160	140	140	140
	Minimum	100	120	100	100	100
Area of cross section	Average	12825.4	18167.3	15032.0	12788.9	13942.4
	Maximum	17270	24728	22451	18683	18369
	Minimum	9420	13188	10205	8635	10990

Area of cross section = Major axis × Minor axis × $\pi/4$

IV 考　察

現在琉球各地で造林され森林を形成している松林でそれぞれの個体樹について見るに，同一形質を有する林木は殆んど存在しないといっても過言ではない。特に種子(Seeds) で増殖される松は，各種の形質を有する混系で，それぞれの形質を有する林木が雑然と入りまじって林分を形成している。したがって詳細に調査すれば，かなり広い範囲の変異を有するものと考えられる。

針葉の大きさについて2～3学者の記載がある。工藤，正宗氏 (1941) は，長さ 13～16 cm，巾 1 mm と述べ，Egbert H. Walker 氏 (1954) は，12～16 cm，と述べているがいずれも吾々が行った結果の 99.8～198.45 mm に比し変異の巾が過小であ

るが，針葉の長さについては大体一致する。針葉の巾は，0.85～1.15 mm で工藤，正宗氏（1941）の結果と一致する。針葉の厚さについては他に記載なきため比較できないが吾々の行った結果は 0.49～0.74 mm であった。針葉の横断面は半円形（但し1束3葉の針葉は扇形）であったが，中井・神谷氏（1935），Egbert H. Walker 氏（1954）等は半月型と図説しているが，吾々が観察した結果は半月型をしたものは観察されずすべて半円形であった。

琉球松の針葉長は，クロマツの針葉長 10～15 cm（工藤，正宗 1941），6.34～15.14 cm（外山 1954）よりもやや長く，タイワンアカマツ（*P. Massoniana* Lamb.）の5～6寸（金平 1918），12～20 cm（Doi & Morikawa 氏 1929）に著しく類似し，アカマツの 7～10 cm（白沢 1911），7～12 cm（Doi & Morikawa 氏 1929），5.79～12.3 cm（外山 1954）より著しく長い。針葉の巾はクロマツの 1.5 mm（工藤，正宗 1941），984～1947 μ（外山 1954）に比し著しく小さく，アカマツの 915～1338 μ（外山 1954），1 mm 内外（白沢 1911）に類似しているように思われる。厚さはクロマツの 835～1434 μ（外山 1954）に比し著しく小さく，アカマツの 546～1003 μ（外山 1954），に比しやや小さい。

次に針葉の長さ，巾，厚さとの三者を相互的に考慮した形状比は，分類学的指標になしうると佐藤氏(1931)は述べている。巾と厚さとの関係を比較すると，クロマツは最大 84.3 最小 54.4 平均 68.0～74.9（外山 1954）で，アカマツは最大 85.9 最小 52.5 平均 64.8～65.1（外山 1954）で，琉球松針葉の横断面形状比の最大 77.53 最小 48.65 平均 58.57～61.46 に比較して，琉球松は小さい値をとっている。琉球松はクロマツ，アカマツに比較して，巾の割合に厚さが著しく小さいことがわかる。針葉の長さにたいする巾の割合は，クロマツは最大 2.08 最小 1.04 平均 1.23～1.47（外山 1954）で，アカマツは最大 2.15 最小 0.86 平均 1.06～1.27（外山 1954）に比較して，琉球松の縦断面形状比は最大 0.93 最小 0.52 平均 0.66～0.74 で極めて小さく，クロマツ，アカマツに比較して，巾の割合に針葉長が著しく長いことがわかる。また針葉が繊細柔軟な感じを与えるのもこのような関係にあるためである。針葉の横断面積は，巾および厚さに比例するが，琉球松針葉の巾はクロマツ，アカマツより小さく，また，それらより巾の割合に厚さが小さいため横断面積も同様に小さい。即ちクロマツの最小 0.73 mm^2 最大 2.13 mm^2（外山 1954），アカマツの最小 0.40 mm^2 最大 0.89 mm^2（外山 1954）に比較して，琉球松は最小 0.34 mm^2 最大 0.66 mm^2 で，前二者に比較して著しく小さいことがわかる。針葉の体積は，クロマツの最小 62

mm^3 最大 329 mm^3（外山 1952），アカマツの最小 35 mm^3 最大 98 mm^3（外山 1952）に比較すると，琉球松の最小 39.21 mm^3 最大 120.93 mm^3 でクロマツより小さく，アカマツより大きい。これは巾および厚さともクロマツより小さい琉球松では当然である。またアカマツより巾および厚さの小さい琉球松の体積が大きいのは，針葉長がアカマツに比し著しく長いことからうなづける。葉鞘の長さは，クロマツ，アカマツに類似しているが，針葉長に対する葉鞘長の割合を見るとクロマツは最大 13.43 最小 1.39（外山 1954），アカマツは最大 13.64 最小 3.45 で，琉球松の最小 3.00 最大 9.52 に比較して，小さい値をとっている。これは葉鞘長の割にクロマツやアカマツより針葉長の長いことを意味する。これまで述べたことから考えると琉球松はクロマツ，アカマツと比較して，外部形態学的に相当異っていることが理解される。

針葉の内部形態については殆ど研究されず僅かに，Doi & Morikawa 氏が樹脂道の位置について調べたのみである。

表皮細胞について見るに，森川氏（1926）によれば，アカマツでは細胞内腔は不明瞭でクロマツおよびクロマツの近縁種ほど明瞭であると述べている。琉球松の表皮では細胞内腔を明瞭に観察することが出来た。表皮が厚膜細胞よりなり，外側面を cuticular でおうわれていることは，水分発散の防止ならびに針葉の保強に極めて役立っているものと考えられる。表皮細胞の大きさはクロマツ（外山 1954）に著しく類似している。

下表皮を多くの学者は種識別上の1指標として用いている。即ちアカマツは1層でクロマツは2層であると述べている。琉球松では1～2層で極めてクロマツに類似しているものと，またアカマツに類似しているものが見られたが一般に2層に近いものが多かった。針葉角隅部の下表皮は極めて発達しアカマツは最小 1：1（左：右）最大 3：3（外山 1954），クロマツは最小 2：2 最大 5：6（外山 1954）で，琉球松は最小 2：2，最大 4：4 で，クロマツより少く，アカマツより多い，ほぼ両者の中間的な値をとっているようである。クロマツの下表皮は，内側のものは内方に向って突出しているが，琉球松も同じく内方に突出しているのが観察された。細胞層の数および形状は，ややクロマツに類似しているように思われる。下表皮の大きさは，長さは著しくクロマツに類似し，巾はクロマツより小さく，アカマツにほぼ等しい。したがって，断面積はクロマツの最大 962 μ^2，最小 189 μ^2（外山 1954）に比し小さく，アカマツの最大 524 μ^2 最小 106 μ^2（外山 1954）より大きい。これは巾および長さの関係から当然考えられる。

気孔の数および位置も多くの学者によって種識別上一標準として用いられている。琉球松で背腹両面に存在することは Doi & Morikawa 氏が複維管束亜属の種では背面および腹面に存在すると述べていることと一致する。気孔が前庭および呼吸腔からなることは水分の発散を防止するのに極めて役立っているものと考えられる。気孔の数はクロマツの最大 26 個最小 9 個，アカマツの最大 20 個最小 9 個（外山 1954）に比較して，琉球松は最大 18 個最小 6 個で，クロマツ，アカマツに比し少い。前庭の大きさはクロマツの最大 3481 μ^2 最小 784 μ^2，アカマツの最大 805 μ^2 最小 180 μ^2（外山 1954）に比し，琉球松は最大 2018.75 μ^2，最小 612.5 μ^2 でクロマツより小さく，アカマツより大きい。呼吸腔はクロマツの最大 3894 μ^2，最小 840 μ^2（外山 1954），アカマツの最大 1610 μ^2，最小 391 μ^2（外山 1954）で琉球松の最大 1875 μ^2，最小 281.25 μ^2 に比しクロマツより小さくアカマツよりやや大きい。気孔の数および大きさは，耐旱性と密接な関係を有するものであるが，その強弱については断定しがたい。

葉肉を形成している有椀柵状組織で下表皮に接している部分は，敷石様排列に近い形態をなし，内部は放射様排列をなしている傾向が見られるがこれは葉肉を丈夫にし，また葉緑粒を沢山ならべる場所が多くなるという利便がある。下表皮に接する細胞の襞が割に長いことは，光合成にたいして極めて有利な形態をなしているものと考えられる。

樹脂道の型および数は，古くから種識別の拠点として用いられていたため，琉球松についても Doi & Morikawa 氏（1929）によって調査されている。Doi & Morikawa 氏は，樹脂道の数は 2 ～ 3 個で，両側角隅にある 2 個の主樹脂道は中位，副樹脂道の 1 個は外位で背面にあり腹面には樹脂道は存在しないと述べている。しかし吾々が観察した結果は，樹脂道の数は 2 ～ 6 個で Mode は 4 個が多かった。

また樹脂道は背面だけでなく，腹面でも観察された。Doi & Morikawa 氏の結果とは著るしく異る。樹脂道の型は中位と外位であると Doi & Morikawa 氏は述べているが，吾々の観察した結果は 4 型とも観察され，そして中位が最も多く，次いで内位が多かった。外位と両位は極めて少く，2 号木では外位が観察されずまた両位は 1，2 号木では観察されなかった。したがって，従来琉球松の識別に用いられた中位（主樹脂道）および背面に存在する外位（副樹脂道）は，吾々が行った結果から考えてあてはまらない。同様なことは，クロマツ，アカマツについて，外山氏の調査研究の結果，絶対的なものではないと述べているが琉球松についても同様なことがいえる。

樹脂道の遺伝性については，詳細な遺伝学的検定を要するものと考えられる。樹脂道の数は，樹脂道型が中位であるクロマツの 3～11 個（工藤，正宗 1941），2～15 個（Doi & Morikawa 1929）や，樹脂道型が外位であるアカマツの 3～9 個（白沢 1911），2～12（Doi & Morikawa 1929），タイワンアカマツの 5～18 個（Doi & Morikawa 1929），に比して著しく少い。樹脂道の大きさについて見るに，横断面積はクロマツの主樹脂道の最大 10282 μ^2 最小 962 μ^2（外山 1954），アカマツは最大 3324 μ^2 最小 542 μ^2（外山 1954）で琉球松の主樹脂道の最大 5495.0 μ^2 最小 294.38 μ^2 で，クロマツにくらべて小さく，アカマツよりやや大きい。分泌細胞の数は，クロマツの最大 16 個最小 7 個（外山 1954），アカマツの最大 13 個最小 7 個（外山 1954）に比較して琉球松は最大 15 個最小 5 個でクロマツ，アカマツにやや等しく，横断面積はクロマツの最大 769 μ^2，最小 189 μ^2，アカマツは最大 455 μ^2 最小 85 μ^2（外山 1954）で，琉球松は最大 431.75 μ^2 最小 34.43 μ^2 で，クロマツ，アカマツより著しく小さい。保護鞘細胞の数もクロマツの最大 22 個最小 8 個，アカマツの最大 16 個最小 7 個（外山 1954）に比較して，琉球松は最大 15 個最小 5 個でクロマツ，アカマツより少ない。保護鞘細胞の横断面積は，クロマツの最大 1044 μ^2 最小 189 μ^2（外山 1954），アカマツの最大 502 μ^2 最小 106 μ^2（外山 1954）に比較して，琉球松は最大 735.94 μ^2 最小 68.69 μ^2 でクロマツ，アカマツより小さいことがわかる。このように樹脂道がやや小さく，分泌細胞の小さいことは，樹脂含量の少いことを意味する。更に樹脂道の数がクロマツ，アカマツに比較して著しく少いため，樹脂含量は一層少いものと考えられる。樹脂含量の少いことは，パルプ工業において樹脂障害（Pitch trable）を少くしパルプの歩留を向上せしめることができる。このことは，琉球松がパルプ用材として好適であると思われる。

内皮で囲れた中心柱の形状は種分類上極めて重要である。中心柱の形状が楕円形であることは Doi & Morikawa 氏の結果と一致する。内皮の細胞数は，21～34 個で Mode は 25～29 個であった。クロマツの最大 44 個最小 26 個，アカマツの最大 38 個最小 26 個（外山 1954），に比較して少く，横断面積は，クロマツの最大 2654 μ^2 最小 716 μ^2（外山 1954），に比較して，琉球松の最大 2472.75 μ^2 最小 412.13 μ^2 で著しく小さく，アカマツの最大 1184 μ^2 最小 341 μ^2（外山 1954），に比較して大きい。

中心柱の巾および厚さはクロマツより小さく，アカマツよりやや大きい。横断面積も同じくクロマツの最大 0.46 mm^2 最小 0.15 mm^2（外山 1954）に比較して，琉球

松は最大 0.199 mm² 最小 0.088 mm² でクロマツより小さく，アカマツの最大 0.18 mm² 最小 0.07 mm² に比較してやや大きい。これは巾および厚さの関係から理解できる。巾と厚さとの関係を見るに，中心柱横断面形状比は，最大 74.51 最小 48.00 平均 61.35～67.55 で，クロマツの最大 91.8 最小 41.6 平均 66.0～68.9（外山 1954），に比較してやや小さく，アカマツの最大 71.4 最小 43.2 平均 58.0～59.5（外山 1954）に比較して大きい。これは中心柱の巾の割に厚さの大きいことが理解できる。

針葉の大きさに対する中心柱の大きさの割合を見ると，巾は最大 59.52 最小 44.4 平均 49.27～52.49 で，クロマツの最大 63.0 最小 34.2 平均 42.5～46.2（外山 1954）に比較して大きく，アカマツの最大 52.5 最小 36.7 平均 44.7～47（外山 1954）に比較して著しく大きい。厚さは最大 72.0 最小 47.14 平均 51.69～53.79 に比較してクロマツの最大 55.5 最小 33.9 平均 41.7～44.3（外山 1954），アカマツの最大 54.5 最小 34.0 平均 40.5～42.1（外山 1954）でいずれも琉球松より小さい。横断面積は，琉球松は最大 36.23 最小 21.63 でクロマツの最大 30.4 最小 11.9（外山 1954）アカマツの最大 30.9 最小 13.6（外山 1954）に比較して大きい。これは巾および厚さとの関係から当然考えられる。このように中心柱が大きいということは葉肉組織の小さいことを意味する。

移入組織中に離生分泌間隙を有することは松属の他の種についてあまり記載がないが，佐藤氏のシラハタマツについて研究した結果の第2種脂管と一致する。しかしシラハタマツでは 0～77.18％の瀕度で観察されているが琉球松では 70～94％の高瀕度で観察されたことから考えると少数の供試木について行った結果ではあるが，琉球松の特徴であるように思われる。この組織が樹脂道であるか断定しがたいが更に各種の方法で究明する心意である。

維管束は最初 Köhne 氏（1893）によって，分類の1指標として用いられ，松属の種の分類上極めて重要な位置を占めている。Köhne 氏はその数で単維管束亜属（Haploxylon），複維管束亜属（Diploxylon）に分けておりその他多くの学者もこれに従っているようである。琉球松では通常2個の維管束を有することから，複維管束亜属に属することはいうまでもない。しかしながら稀に2個の維管束が合一して1個の維管束のように見えるものもあり，Köhne 氏の複維管束亜属，単維管束亜属の分類は絶対的なものではなく，多少の例外もあるようである。佐藤氏もシラハタマツについて研究した結果，同様なことを述べている。維管束が並立維管束であることは他の

種と同様であるが，その大きさは横断面積で最大 24727.5 μ^2，最小 8635 μ^2，平均 12789～18167 μ^2 で，クロマツの最大 48633 μ^2 最小 11678 μ^2（外山 1954），アカマツの最大 24062 μ^2，最小 6757 μ^2 平均 12127 ～ 16944 μ^2（外山 1954）と比較して，クロマツより著しく小さく，アカマツよりやや大きい。

これまで述べた針葉の形態学的特性は，少数の資料について調査した結果ではあるが，琉球松針葉の特性を示しているように思われる。

V 結　　論

本実験で明らかになったことは次の通りである。

1. 針葉は1束2葉，稀に1束3葉で，色沢は濃緑色を呈し，基部は葉鞘で包まれている。
2. 針葉の大きさは長さで最大 198.45 mm，最小 99.8 mm 平均 142.91 ± 0.33 mm で，巾で最大 1.21 mm 最小 0.85 mm 平均 1.00±0.001 mm 厚さでは最大 0.74 mm 最小 0.49 mm 平均 0.61±0.0009 mm であった。
3. 針葉の横断面形状比の最大は4号木の 77.53 最小は1号木の 48.65 平均 58.57 ～61.46 の範囲内にある。
4. 針葉の横断面積の最大は，3号木の 0.6649 mm^2 最小は4号木の 0.3376 mm^2 平均 0.4419～0.5015 mm^2 の範囲内にある。
5. 針葉の縦断面形状比の最大は3号木の 0.93 最小は2号木の 0.52 平均 0.66～0.74 の範囲内にある。
6. 針葉の体積の最大は1号木の 120.93 mm^3 最小は5号木の 39.21 mm^3 平均 58.43～78.31 mm^3 の範囲内にある。
7. 葉鞘は膜質で暗褐色を呈し，長さの最大は3号木の 12.4 mm で最小は3号木の 5.0 mm 平均 8.40 ± 0.04～9.78 ± 0.04 mm の範囲内にある。
8. 針葉長と葉鞘長との割合は，最大が3号木の 9.52 最小は3号木の 3.00 平均 5.76～6.42 の範囲内にある。
9. 表皮は厚膜細胞で外側面は cuticular でおうわれ，細胞内腔を明瞭に観察することができる。細胞の大きさは，長さの最大 35 μ 最小 12.5 μ 平均 19.14±0.09 ～23.52±0.10 μ である。巾では最大 30 μ 最小 10 μ 平均 16.78±0.08～18.75± 0.22 μ である。横断面積で最大 765.38 μ^2，最小 98.13 μ^2 平均 255.64～343.34

μ^2 の範囲内にある。

10. 下表皮細胞は1～2層で，1層に近いものから2層に近いものまでの変異があり，角隅部の層の Mode は 3：3（左：右）で，最大は 4：4 最小は 2：2 であった。

11. 下表皮細胞の長さの最大 37.5 μ 最小 12.5 μ 平均 21.13±0.12～24.4±0.27 μ の範囲内にあり，巾は最大 25 μ 最小 7.5 μ 平均 13.38 ± 0.1～16.35 ± 0.21 μ の範囲内にある。横断面積は最大 637.81 μ^2 最小 88.31 μ^2，平均 230.18～314.59 μ^2 の範囲内である。

12. 気孔は前庭と呼吸腔からなり，複雑な形態をなし，針葉の背腹両面に存在し，背面は腹面より多い。気孔の数は最大 18 個最小6個 Mode は 10～14 個であった。

13. 前庭の大きさは，巾で 50 μ が最大，最小は 17.5 μ 平均 25.66±0.24～35.41 ±0.44 μ であった。深さの最大は 57.5 μ 最小 25 μ 平均 38.83 ± 0.48～47.21 ± 0.27 であった。横断面積は最大 2018.75 μ^2 最小 612.5 μ^2 平均 1171.22～1415.00 μ^2 の範囲内にある。

14. 呼吸腔の大きさは，巾で最大 45 μ 最小 12.5 μ 平均 21.54±0.26～28.14 ± 0.28 の範囲で，深さは最大 60 μ 最小 20 μ 平均 34.23±0.33～39.64±0.46 μ であった。横断面積は，最大 1875.00 μ^2 最小 281.25 μ^2 平均 762.55～1095.29 μ^2 の範囲内にある。

15. 葉肉部は有椀柵状組織からなり，層の数は2～3層で，細胞の襞（arm）は3～11個である。下表皮に接在する細胞は上下より膜の襞が出て H 字型をなし，内方の細胞は不規則に周囲より襞が出ている傾向が認められる。

16. 樹脂道の数は最大6個，最小2個で，Mode は4個である。

17. 樹脂道型は，中位が最も多く 85.08％を占め，次いで内位が多く 9.9％で，外位，両位は僅かに 4.1％，1.02％に過ぎなかった。

18. 主樹脂道は副樹脂道に比較して大きく，樹脂道の大きさは，主樹脂道で最大値を示し副樹脂道で最小値を示す。樹脂道の長径は最大 90 μ 最小 7.5 μ 平均 36.32 ±0.63～54.38±0.90 μ であり，短径の最大 80 μ 最小 5.0 μ 平均 28.01±0.55～45.88 ± 0:83 μ である。横断面積は，最大 5495.00 μ^2 最小 44.16 μ^2 平均 898.78～2014.78 μ^2 の範囲内にある。

19. 分泌細胞の数は最大 15 個最小5個 Mode は8～9個であった。分泌細胞の数

は，主樹脂道より副樹脂道が僅かに少い。大きさは長径で最大 37.5 μ 最小 10 μ 平均 17.68±0.11～22.15±0.32 μ，短径では最大 22.5 μ 最小 2.5 μ 平均 8.41 ±0.08～12.36±0.09 μ の範囲内にある。

20. 保護鞘細胞の数も主樹脂道にやや多く，最大 15 最小5個 Mode は 8 ～ 9 個であった。

21. 主樹脂道の保護鞘細胞は，副樹脂道の保護鞘細胞に比較して大きい。細胞の長径は最大 45 μ 最小 12.5 μ 平均 22.89±0.08～29.02±0.26 μ，短径で最大25 μ 最小 5.0 μ 平均 13.67 ± 0.07 ～ 17.55 ± 0.09 μ であった。横断面積では最大 735.94 μ^2 最小 68.69 μ^2，平均 226.47～402.80 μ^2 であった。

22. 内皮の数は，最大 34 個，最小 21 個 Mode は 25～29 個であった。

23. 内皮細胞の大きさは，長径で最大 75 μ 最小 30 μ 平均 44.86±0.29～52.05± 0.54 μ，短径は最大 50 μ 最小 15 μ 平均 26.72±0.14 ～ 31.38±0.17 μ であった。横断面積は，最大 2472.75 μ^2 最小 412.13 μ^2 平均 1022.85～1286.46 μ^2 であった。

24. 中心柱は楕円形で特徴のある形をしている。その大きさは，巾で最大 670 μ 最小 390 μ 平均 488.6±3.95 ～ 563.6±3.19，厚さは最大 450 μ 最小 280 μ 平均 329.2 ± 2.18 ～ 361.6 ± 1.87 μ であった。横断面積は最大 0.1999 mm^2 最小 0.1001 mm^2 平均 0.1263～0.1594 mm^2 の範囲内にある。

25. 中心柱の横断面形状比は最大 74.51 最小 48.00 平均 61.35 ～ 67.55 であった。

26. 針葉巾に対する中心柱巾の割合は，最大 59.52 最小 44.44 平均49.27～52.49 であった。

27. 針葉厚さに対する中心柱厚さの割合は，最大 72.00 最小 47.14 平均 51.69 ～ 55.38 であった。

28. 針葉の横断面積に対する中心柱横断面積の割合は，最大 36.23 最小 21.63 平均 25.89～28.26 でった。

29. 移入組織中に 1 ～ 2 個の離生分泌間隙が 70 ～ 94 % の高頻度で観察された。

30. 維管束は 2 個あって中心柱の中央に位置し，大きさは長径で最大 220 μ 最小 110 μ 平均 142.7±0.97 ～ 168.8 ± 1.08 μ 短径で最大 160 μ 最小 100 μ 平均 110.2 ± 0.71 ～ 136.7 ± 0.67 μ 横断面積は最大 24728 μ^2 最小 8635 μ^2 平均 12788.9～18167.3 μ^2 の範囲内にある。

VI 摘　　要

1. 本研究は琉球松育種の基礎資料たらしむるため針葉の形態学的特性を5本の供試木について究明した。

2. 針葉の長さは 99.8～198.45 mm，巾は 0.85～1.21 mm，厚さは 0.49～0.74 mm で，体積は 39.21～120.93 mm^3，葉鞘の長さは 5.0～12.4 mm であった。

3. 針葉の横断面は半円形を呈する。

4. 表皮細胞では細胞内腔が明瞭に観察され，下表皮細胞の層の数は1～2層で，角隅部は2～4層であった。

5. 気孔の数は 6～18 個で背腹両面にあり，前庭は呼吸腔に比較して大きい。

6. 従来分類上の指標とされていた樹脂道の型は絶対的なものではなく，琉球松では中位，外位，内位，両位とも観察され，数は2～6個でモードはそれぞれ3～5個であった。樹脂道の大きさは 44.16～5495 μ^2 であった。

7. 分泌細胞の数は 5～15 個で，その大さは 34.34～431.75 μ^2 であった。

8. 保護鞘細胞の数は 5～15 個で，大きさは 68.69～735.94 μ^2 であった。

9. 内皮の数は 21～34 個で，横断面積は 412.13～2472.75 μ^2 であった。

10. 移入組織中にも1～2個の離生分泌間隙が観察された。

11. 維管束は2個で長径及び短径はそれぞれ 110～220 μ，100～160 μ で，横断面積は 8635～24728 μ^2 であった。

引 用 文 献

Doi, Tōhei & Morikawa, Kin-ichi: An Anatomical study of the leaves of the genus *Pinus*. Jour. of the Dep. of Agr. Kyushu Imp Unv. 2: 149～198 (1929).

外山三郎：林木育種に関する知見．林試研報 66; 57～227 (1954).

外山三郎，野辺忠光，増田憲二郎：倍数性黒松の形態学的特性．日林誌，31，1～2，24～29 (1949).

外山三郎，永田潤一，岡本健治，吉田光男：クロマツ 26 号木の特性（第4報）外部形態，材積成長並に葉の解剖的性質について．日林誌，34，6：188～192 (1952).

佐藤敬二：シラハタマツの植物学的研究特に葉の解剖学的性質に就て．東大演習林報告 15 号，1～167，附図 XV (1931).

佐藤敬二：松縄用マツに関する解剖分類学的研究．東大演習林報告 17 号，1～202 (1933).

佐藤敬二：マツの産地と針葉の解剖学的特性．日林誌 17，3，64 (1935).

佐藤敬二：2～3針葉樹における毬果形状比の分類的価値．日林誌 13，10，18～60 (1931).

佐藤敬二：今日の林木育種．林業解説シリーズ 47 (1952).

森川均一： 赤松と黒松との中間的性質を有する松の葉の解剖学的研究．九大学芸雑誌，2, 2; 96～111 (1925).

飯塚 昌，森川均一： 稚苗期の赤松と黒松の解剖学的識別に就て．九大学芸雑誌，3, 1, 49～59 (1928).

辻 正： 敦賀市松原産マツの葉の解剖学的研究．日林誌，25, 8, 381～384 (1943).

金平亮三： 松属の葉の横断面による樹種の識別．日林誌 11 (1921).

竹中 要： 変り物天然記念物，マツ．遺伝，10, 1; 62～63 (1956).

竹中 要： 倍数性と気孔の大きさとの関係．植雑，55, 319～323 (1941).

竹中 要： 倍数性が示す形態的特徴殊に巨大性の極限に就て．農学綜報第1輯，倍数性 85～114 (1947).

金沢林助： コルヒチン処理による林木育種の研究．日林誌 25, 3; 126～131 (1942).

金沢林助，鍋島，安藤： 4倍性タイワンギリの外部形態と木繊維．日林誌，29, 1～3; 10～13 (1948).

早田文蔵，佐竹義輔： 日本植物に関する解剖分類学的貢献．植雑，43, 73～106 (1929).

佐竹義輔： 日本産モミ属の葉の解剖分類学的特徴について．植及動 2, 86～91 (1934).

初島住彦： 日本産モミ属及びトウヒ属樹種の葉の解剖学的性質に依る識別について．日林誌 14, 158～169 (1932).

猪野俊平： 植物組織学．136 (1952).

岩田，草下： 邦産松柏類図説．145～165 (1952).

中井猛之進，神谷辰三郎： 葉による樹木の鑑定裸子植物篇．118～119 (1931).

金平亮三： 台湾有用樹木誌．608～611 (1918).

Egbert H. Walker, 多和田真淳，園原咲也，天野鉄夫： 琉球有用樹木誌．30～31 (1954).

Résumé

1. The study was carried out in order to provide fundamental data for the breeding of Luchu island pine by studying the morphological characters of acerose leaves of five sample trees.

2. The length of acerose leaves ranged from 99.8 to 198.45 mm, their width from 0.85 to 1.21mm, their thickness from 0.49 to 0.74 mm, and their volume from 39.21 to 120.93 cubic millimeters. The length of their sheaths ranged from 5.0 to 12.4 mm. The cross section of an acerose leaf shows semi-circle.

3. In epidermal cells, Zelllumen was observed clearly, and the number of layers of hypodermal cells were one to two and in the corner sections two to four layers were present.

4. The number of stomata was about six to eighteen and found on both the ventral and dorsal sides. The front cavity is rather large compared with the respiratory cavity.

5. Form of a resin canal which has been so far considered to be a key of classification is not absolute one. In Luchu island pines, medial, external, internal, and septal were also observed, and their number was from two to six. The mode was from three to five, respectively. The sizes of resin canals ranged from 44.16 to 5495.0 square microns.

6. The number of secreting cells was from 5 to 15, and their sizes were in the range of 34.34 to 431.75 square microns.

7. The number of sclerenchyma cells surrounding and protectecting was from 5 to 15 and their sizes ranged from 68.69 to 735.94 square microns.

8. When the sizes of acerose leave and central cylinders were compared, it was 44.44～59.52 % in width, 47.14～72.00 % in thickness, and 21.63～36.23 % in area of cross section.

9. The number of endodermis was from 21 to 34, and the area of the cross section ranged from 412.13 to 2472.75 square microns.

10. One or two schizogenous intercellular spaces were observed in the transfusion tissue.

11. Two fibrovascular bundles were present and sizes of a major axis and a minor axis ranged from 110 to 220 microns and from 100 to 160 microns, respectively. The areas of the cross section ranged from 8635 to 24728 square microns.