

赤松と黒松との中間的性質を有する松の葉の解剖學的研究

森川, 均一
九州帝國大學農學部植物學教室

<https://doi.org/10.15017/20741>

出版情報：九州帝國大學農學部學藝雜誌. 2 (2), pp.96-113, 1926-11. 九州帝國大學農學部
バージョン：
権利関係：

赤松と黒松との中間的性質を有する 松の葉の解剖學的研究

森 川 均 一

(大正十五年八月三十日受領)

I. 緒 言

我が國の本州、九州及朝鮮南部の海岸地方に於て海濱に沿ひて存する黒松林と、陸内に入り潮風に遠ざかると共に多くなる赤松林との間の赤松と黒松の混生する部分には赤松と黒松の中間的性質を有する松の存する事は夙に知られ、通常之をアイグロマツ（間黒松）と呼べり (7, 26)。

余は大正 14 年 5 月松類の葉の組織的觀察中 アカマツ (*Pinus densiflora* SIEB. et ZUCC.) 及びクロマツ (*P. Thunbergii* PARL.) の材料として九州帝國大學農學部及工學部構内に存する松林中より採集せる松の中に該中間的性質の葉を有するものを發見したり。

此處に於て福岡市附近の主なる松林に付き調査せしに千代の松原及び生の松原一帯に之を認められ、其中には 10-25 年生のもの、80-150 年生のもの等ありたり。

元來松類の分類に外部形態學的性質の他に葉の解剖學的性質を加へ居る事は古くより行はれ居るも (1. 2. 3. 9. 11. 13. 15. 17. 18. 19. 26. 28), 問題の中間性松に關する今日までの發表は主して外部形態に就ての觀察にして、組織的には唯僅かに樹脂道の位置を調査したるのみにして (26), 然も之等の文獻に依る時は該中間性松の中には何等變化無く一見固定せるものの如く見做さる。

本研究は種々の年齢のものに付き其外部的觀察と之等の葉の組織的觀察を行ひ、赤松及黒松と相異せる點を知り、兼ねて植村教授の厚意に依り九大演習林事務室より該中間性松に生じたる種子を播種せる稚苗を得て其の葉の解剖學的性質をも調査し、之が赤松と、黒松に分離するや否やを見、以てアイグロマツと稱するものの成因を考察したり。

本研究は恩師土井教授指導の下に造林學教室に於て行ひたるものなり、茲に懇篤なる御指導を給りたる同教授並に有益なる助言と種々の便宜を與へられたる植村、藤岡、瀨瀬三教授に深甚なる謝意を表す。

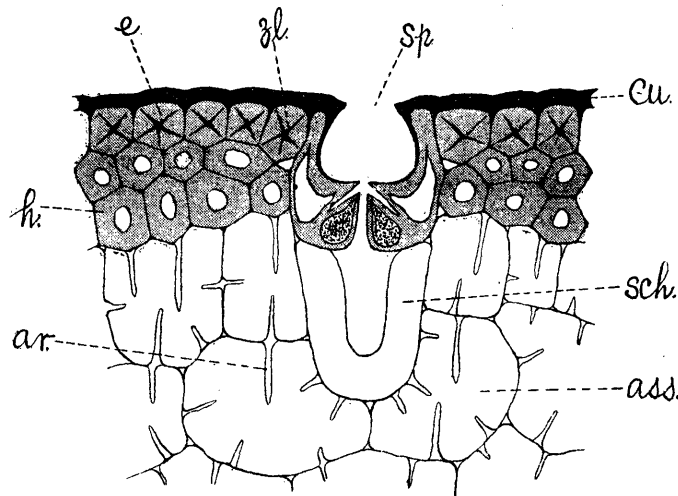
II. 解剖學的性質

松の葉には外側に多くの氣孔に因りて貫かれたる皮膚組織 (Hautgewebe) あり、之に續いて同化組織が多くの層をなして存し、其中に鞘狀の内皮組織 (Endodermis) に取圍まれて葉綠素を有せざる中心部組織の存する事は周知の事實なり。然れども赤松及黒松の如き二葉松にありては葉の基部の低出葉鞘 (Niederblattscheide) に近き部分及び先端部の横斷面は其固有の構造を示さず、故に之等の組織的比較研究は何れも葉の中央を横切る横斷面に付て行ひたり。

1. 皮膚組織

表皮細胞と其下に横はる皮下組織細胞 (Hypodermzelle) とは非常に密に結合し (12) 其半徑方向の細胞膜は規則正しく交互に配列して皮膚組織を形成するものなるが此二者は分離する事極めて困難なるものなり (25, 28)。

赤、黒松及其の中間性松の表皮細胞の形狀は略々同様なるも唯其の横斷面に於て中心より四隅に走れる輻射狀の細胞内腔 (Zellumen) は黒松及之に近き中間性松の方が赤松及それに近き中間性松よりも著しく明瞭なり (第1圖参照)。



第1圖、極めて黒松に近き中間性松の葉の皮膚組織と同化組織。e=Epidermis, cu.=Kutikula, zl.=Zellumen, sp.=Spaltöffnungen, h=Hypodermis, sch.=Schenkelzelle, ass.=Assimilationsgewebe, ar.=Arm.

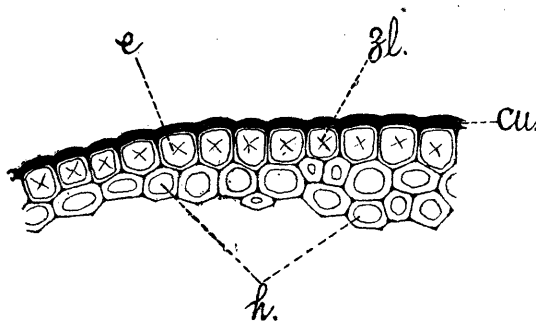
次に皮下組織は機械的の意味を有し、其の細胞膜は木化し居れども、之の發達程度は各松

の種類に依りて非常に異り識別上の一標準となり、既に多くの學者 (14. 15. 18. 19. 20. 28) は屢之を分類に使用せり。

赤松の皮下組織は殆んど1層にして唯僅かに断面の兩隅のみが2-3層よりなり、其の細胞膜は稍々暗色を帯ぶれども、黒松にありては殆んど2層よりなり所々に3層の所あり、然れども断面の内方に向つて楔狀に突出する事なし (第1圖參照)、而して其細胞膜は非常に厚く且つ銀色に輝き綠色の同化組織に對比して顯微鏡實驗上の一美觀を呈す。

而して中間性松の皮下組織には非常に興味あり、良く赤松と黒松の中間的性質を表せり。即ち1本の個體に就ては成る可く種々の方向及高さより成る可く多くの葉を採集し、而して多くの中間性松の葉を檢鏡せしに後述すべき樹脂道の位置の關係より見て (II の3參照)、殆んど赤松に近寄れる中間性松より全く中間のものまでは皮下組織は殆んど1層にして赤松の如し、之より黒松に近附くに從ひ周圍の所々に2層の部分を混じ來り (第2圖參照)、殆んど黒松に接近すれば横断面の周圍全部が2層となり黒松の如くなれり。

即ち中間性松の皮下組織にも亦大體に赤松と黒松との間に變異あるが如し。



第2圖、稍々黒松に近寄れる中間性松の葉の皮下組織細胞。e=Epidermis, cu=Kutikula, zl.=Zelllumen, h=Hypoderm.

更に之等の皮膚組織を貫ける氣孔の位置及數、其他に因りても種類を鑑別する事を得るものなるが (1, 8, 14, 22, 27, 28,)、赤、黒松及中間性松の葉の氣孔の數は何れも12-23にして其間に差異を認めざれども、黒松の氣孔の前庭 (Vorhof) は外側が廣く開き且つ非常に深けれども (第1圖參照)、赤松にありては淺く扁平なり

又赤松の孔邊細胞は淺きに存すれども黒松のそれは比較的深所にあり、而して中間性松の前庭の形狀及孔邊細胞の位置は皮下組織の1層の部分にあるものは赤松の如く、2層の部分に存するものは黒松に於けるが如し。

2. 同化組織

松の同化組織に於て注目すべきものは有臂同化組織細胞 (Armpalisadenparenchymzelle) なり、此ものは最初 T. HARTIG 氏に依り認められ、後 G. HABERLÄNDT 氏 (5) に依りて説明せられたるものなるが、其臂の數は赤、黒松及其の中間性松何れに於ても各細胞に付き3-7個にして其數は内部の細胞に於ては外部の細胞に於けるよりも多少減少の傾向あり而して臂の長

さは外部細胞のもの程長く、細胞の半徑以上に突出するもの多く、内部細胞に於ては次第に短くなり居るを認めたり。

又此の臂は葉の基部低出葉鞘にて被はるる部分の細胞には何れも發達し居らず、即ち同化組織細胞の性質、構造に於ては赤、黒松及其の中間性松何れも共通にして其間に認むべき差異無し。

3. 分 泌 組 織

中間性松の葉には他の赤松及黒松と同様に非常に良く發達せる分泌組織系 (Sekretions-system) を有し、其の縦軸に平行して走れる 2-13 箇の樹脂道あり。

此の樹脂道の位置及數は松の種類に因りて非常に多種多様にして松類を組織的に分類する基點となり既に多くの學者 (1. 2. 3. 8. 9. 11. 13. 16. 17. 19. 25. 28) は之等の關係を屢々識別に用ひ居り、幼齡樹にして未だ特徴ある花、毬果又は種子を生ぜざるものにありては特に役立つものなり。

赤松、黒松及び中間性の松に於ても最も著しき差異あるは此の樹脂道にして之等の中、葉の横斷面の兩隅に近く存する 2 箇の樹脂道は常に大にして葉の基部より先端に至るまで縦軸に沿ひて貫通し、幼樹にありては此の二大樹脂道のみを有す、而して年齢の高まると共に樹脂道の數も増加し、余は 90-100 年生の老木に於て 13 箇の樹脂道を認めたり。

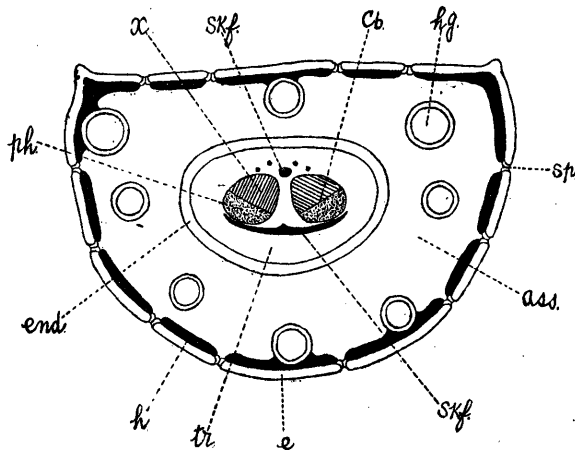
即ち幼時より存する 2 箇の大なるものは主樹脂道 (Hauptharzkanäle) にして、壯齡樹以上に存する他の小なる樹脂道は何れも副樹脂道 (Nebenharzkanäle) と云ふべきものなり。(第 3 圖參照)。

又主樹脂道は葉の基部より先端に至るまで貫通し居れども副樹脂道は葉の全長に亙らず中央部附近に限らる。故に樹脂道の最大數は葉の中央を横切る横斷面に於て示され其數が分類の標準となるものなり。

尙樹脂道鞘を形成する厚膜細胞の數は之等の松にては何れも 7-13 箇にして、1 本の葉に於ても樹脂道の大なるもの程多くなり、樹脂道の大さに從つて個々の厚膜細胞の大さには變化無きものの如し、唯黒松の樹脂道鞘の細胞膜は他のものよりも稍々厚し、斯く樹脂道の構造、大さ及其の數に關する變化は大體に三者共通にして、其間に何等差異を認めざれども位置の關係に付ては著しき差異を示せり。

即ち赤松の樹脂道は總て周圍の皮下組織に接し、黒松のそれは同化組織の中央に存する事は既に知られ兩者識別の重要點となり居れども (1. 2. 3. 9. 28) 中間性の松は一部は皮下組織

に接して赤松の性質を表し、他は同化組織の中央に存して黒松の性質を表す。此兩者の性質を具備する事實が中間性の松なる事を判斷する爲に最も重要なものなり（第3圖參照）。即ち他の組織に付ても可成りの差異あれども此樹脂道の位置程明瞭に示すものなし。



第3圖、赤松と黒松の中間的性質を有する松の葉の横断面。

e. = Epidermis, *h.* = Hypoderm, *sp.* = Spaltöffnungen, *ass.* = Assimilationsgewebe, *hg.* = Harzgänge, *end.* = Endodermis, *tr.* = Transfusionsgewebe, *skf.* = Sklerenchym-faser, *ph.* = Phloem, *x.* = Xylem, *cb.* = Cambiumzone.

2 箇の主樹脂道は何れも中部にあり、他の副樹脂道が外部と中部に分れ居るもの即ち幼時は黒松の如くなりしも後に中間性なる事を表したるもの、及び主樹脂道の中1箇が外部にあり他の1箇は中部に存して最初より赤松と黒松との中間性松なる事を表し居るもの（第3圖參照）は多く認めたれども、主樹脂道が2箇共に外接し副樹脂道が分れ居るもの即ち幼時は赤松の如くなりしも後に中間性松なる事を示したるものは極めて少し。

此事實に付て本研究中最も注意を引きたる事は、赤松の苗木の葉を檢鏡せんが爲に2年生の苗木にして冬芽の色赤く、葉の長さ、硬さ等全く外觀的に赤松なりと信じて其葉を採集檢鏡せしに主樹脂道2箇を有するのみなれども何れも同化組織の中部に存し組織的には黒松の如し、故に樹脂道の位置に次いで重要な皮下組織に付調査せしに他の外觀的にも組織的にも全く黒松なる同齡の苗木の葉の皮下組織は既に高齡のもの如く2層存し且つ銀色なるに、此のものは全周の約3分の2は所々に離れて2層なれども他の3分の1は全く1層の皮下組織細胞よりなり其の膜も稍と薄く赤松に似たり、之れ未だ幼齡にして主樹脂道のみなる故一見黒松の如くなるも皮下組織と外部形態の模様より考察せば高齡となり副樹脂道増加

更に興味ある事は中間性松の樹脂道の中、皮下組織に接し居るもの（外部のもの）と同化組織の中央にあるもの（中部のもの）との割合にして、單に1箇のみが中部にあり他は皆外部にありて殆んど赤松に近寄れるもの、半數宛等分になり全く中間のもの、又は殆んど全數が中部に存して黒松に似寄れるもの等ありて赤松と黒松との間に大なる連続せる變異あり（第2表及第5圖參照）。

而して余の認めたる中間性松の中には葉の横断面の兩隅に存する

するに至らば其の中の幾分は外接のものを生じ中間性のものなる事を一層明瞭に示すに至るものと信ず。

即ち幼時（發芽後滿1箇年以内のものは除く）に於ては皮下組織は中間性松を識別する爲に壯齡以上のものに於けるよりも一層効果あるものなり。

中間性の松には樹脂道の外部のものと中部にあるものとの割合が木に因りて連續せる變異の存する事は既記の如しと雖も、更に1本の木に於ても枝に因りて樹脂道の總數も異り、該割合にも亦多少變異あるを認めたり（第1表參照）。

而して前者の異なる木の間に於ける變異は極めて廣く兩極端に互れども（第2表及第5圖參照）、後者の同一個體の枝の間に於ける變異は狭く、樹脂道の外部又は中部何れか一方に存する數の總數に對する百分率を求め其の中間性松の中に含まれて居る赤松か又は黒松何れか一方の性質を表せば其偏差は其個體の平均值より約 $\pm 20\%$ 以内にありたり（第1表參照）。

之等の事實は前記の皮下組織其他の組織を觀察したる結果及外部形態の模様と共に、該中間性の松は赤松と黒松との間に連續せる一大變異の存する事を示すものならん。

4. 中 心 部 組 織

中心部組織は内皮組織 (Endodermis) にて圍まれ同化組織と境す、而して其中央には2箇の維管束あり、内皮組織と維管束の間を Transfusionsgewebe を以て填充し居るものなるが一般に松類の内皮組織は稍々木化し居り (24, 28)、其木化の程度は種類に因りて著しき差異あり場合に依りてはコルク化せるものもあり、從つて此の内皮組織細胞の性質、形狀及其の數は松類の識別上重要なものなれども (15, 28)、赤、黒松及其の中間性松にありては何れも23-33箇の細胞よりなり殆んど同一程度に木化し大なる差異を認めず。

尙之等の松の内皮組織の形狀は何れも橢圓形なれども葉の形狀に多少支配せられ上面よりも下面の方が多く彎曲せるを見る。

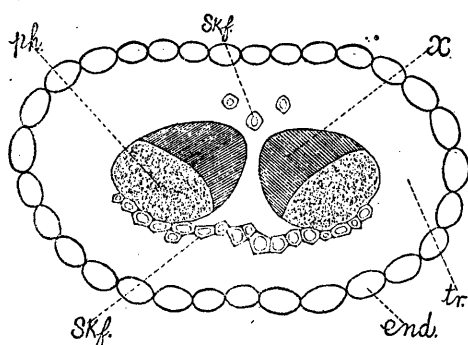
次に H. V. MOHL 氏に因りて始めて名付けられたる Transfusionsgewebe は水分及營養物轉流の媒介をなすものにして其細胞は紋孔を有す (28, 29)。

此の組織の中に於て維管束の上下に接して厚膜細胞あり、就中維管束内韌皮部の下縁に沿ひて存するものは殆んど1層の厚膜細胞よりなり長き列狀をなすも、上方導管部の方にあるものは2箇の維管束の中央附近に數箇散在するのみなり。

而して下方の長き列狀のものに付ては黒松及之に近き中間性松程發達し2層の部分多けれども、赤松に偏寄るに従ひ殆んど1層となり稀に2層のところあるのみなり（第4圖參照）。

即ち此の Transfusionsgewebe 中の厚膜細胞にも多少の變異の存するものゝ如し。

次に此中間性の松も赤、黒松と同様に双脈 (Diploxyton) にして 2 箇の維管束あり、此ものは互ひに導管部の方を内方に向けて傾斜し (第 3 圖及第 4 圖参照) 平行して縦走し (2, 4, 8, 9, 10, 11, 28, 29), 其間に廣き柔組織層 (Parenchymlamelle) あり、此維管束は葉の基部の



第 4 圖、殆んど赤松に偏寄れる中間性松の葉の中心部組織。

end. = Endodermis, x. = Xylem, ph. = Phloem, tr.

= Transfusionsgewebe, skf. = Sklerenchymzelle.

を認めず、即ち葉の基部は組織的にも尖端部より著しく強固なる構造を有す。

低出葉鞘の中及び尖端にては再び接近して遂に合一するものなるが低出葉鞘の中にては維管束は合して大となり、且つ之の下面に接し存すべき厚膜細胞の數は非常に少くなり最早葉の中央附近に於ける如く列狀をなさず集團狀をなす、之に反し維管束の上面には木化せる細胞著しく増加せるを見る。而して葉の尖端部にては相合したる維管束は極めて小さく、之の上面に數箇の厚膜細胞存するのみにして下面には殆んど之

を認めず、即ち葉の基部は組織的にも尖端部より著しく強固なる構造を有す。

尙維管束内の篩管部及導管部には夫々形成層に向つて垂直に 3-5 箇の髓線様の柔組織層を貫通し、何れも周囲の Transfusionsgewebe に連絡す。

III. 内部組織と外部形態との關係

赤松及黒松の中間的性質を有する松の外部形態に就て最も著しきものは樹皮の色及龜裂なり、而して余の見出したる福岡千代の松原、生の松原及び丹後の天の橋立に存するものは何れも其の外観決して一定せず非常に赤松に近きものより殆んど黒松の如きものに至るまで連續せる變異あり。

即ち樹皮の色には赤褐色のもの、灰黒褐色のもの及其中間の種々の色彩のものあり、又樹皮に存する龜裂は多くのものは、赤松にては樹幹の基部僅かの部分に止るも黒松にありては基部より枝の存する部分にまで入り込み、然るに中間性松の龜裂は殆んど樹幹の中央部附近にて、高くとも枝下の部分に止る。

次に葉の色は生育せる土地に因り多少の差異あるものなれば確定的には云はれ難きも極く赤松に近きものの他は多く濃綠色にして黒松に近し、尙葉の硬さも此關係を有し葉の尖端を掌にて打ちし時の痛さに因りても其大體を察知するを得べし。

更に筆頭狀をなせる冬芽の色は殆んど赤味を帯び赤松に近きが如し、又毬果及種子の形狀にも種々の變異あり。

今内部組織と外部形態との關係を考察せんが爲に外部形態は之を數字的に最も明かに示し得る葉の長さ、幅及び厚さを一々實測して表し、内部組織は樹脂道の總數に對する皮下組織に接せる樹脂道數の百分率即ち其中間性松の中に含まれ居る赤松の性質の多少を以て其大體を表したり。

而して葉の長さは低出葉鞘より引き抜きて眞の葉の長さを計り、葉の幅は葉の中央を横切る横斷面に付て上面（維管束内導管部の存する側）即ち平面をなせる側の長さを計り、葉の厚さは其上面の中央に立てたる垂線の長さを計りたり。

斯くして縦軸に葉の長さ、幅及厚さを取り、横軸には前記樹脂道の百分率を取り兩者の關係を見るに、一本の中間性松に於ては内部組織の偏差は略々 $\pm 20\%$ 以内にして其變異の範圍狹し、而して百分率の大なるもの即ち赤松に近きもの必ずしも葉の長さ、幅又は厚さ等が小ならず、又組織的に全く同一のものにても外觀的には非常に長きものと、短きものとあり、即ち一本の中間性松に於ける内部組織と外部形態との間には何等並行的關係の存せざるが如し（第1表參照）。

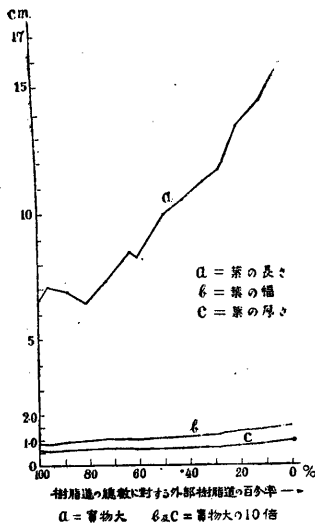
第1表、1本の中間性松に於ける葉の變異

試 驗 枝番號	試験枝 の位置	供試葉の 位 置	葉の樹脂 道の總數	外部樹脂 道と中部 樹脂道の 比	樹脂道の總 數に對する 外部樹脂道 の百分率 %	葉の長さ cm.	葉 の 幅 mm.	葉の厚さ mm.
1	樹冠の 上部	枝の上部	8	6:2	*75	8.70	0.95	0.60
		枝の中部	5	3:2	60	9.20	1.00	0.50
		枝の中部	7	4:3	57	8.70	0.80	0.50
		枝の下部	6	4:2	67	9.40	1.00	0.60
2	樹冠の 上部	枝の上部	6	4:2	67	7.40	0.80	0.50
		枝の中部	6	4:2	67	7.50	0.90	0.50
		枝の中部	*4	2:2	50	7.30	0.80	*0.40
		枝の下部	6	4:2	67	8.05	0.80	0.50
3	樹冠の 上部	枝の上部	7	5:2	71	8.80	0.90	0.50
		枝の中部	5	3:2	60	9.05	0.80	0.50
		枝の中部	4	2:2	50	8.65	*0.75	0.45
		枝の下部	7	5:2	71	9.10	1.00	0.60
4	樹冠の中 部	枝の上部	7	3:4	43	7.95	1.10	0.70
		枝の中部	8	6:2	75	9.80	1.10	0.50
		枝の中部	6	4:2	67	9.60	0.90	0.60
		枝の下部	6	4:2	67	10.50	1.00	0.60

5	樹冠の中部	枝の上部	8	6:2	75	7.35	1.00	0.70
		枝の中部	6	4:2	67	6.95	1.00	0.60
		枝の中部	6	3:3	50	7.75	0.90	0.50
		枝の下部	6	4:2	67	7.85	1.00	0.60
6	樹冠の中部	枝の上部	7	4:3	57	6.60	1.10	0.70
		枝の中部	7	5:2	71	8.20	1.00	0.60
		枝の中部	8	3:5	*38	7.25	1.00	0.50
		枝の下部	8	4:4	50	10.20	1.00	0.70
7	樹冠の下部	枝の上部	6	4:2	67	7.90	1.15	0.70
		枝の中部	**12	9:3	75	5.90	1.25	**0.75
		枝の中部	7	3:4	43	12.20	1.20	0.75
		枝の下部	7	4:3	57	*4.95	1.00	0.75
8	樹冠の下部	枝の上部	11	8:3	73	5.43	1.15	0.65
		枝の中部	8	4:4	50	14.60	1.20	0.70
		枝の中部	4	3:1	75	7.50	0.90	0.60
		枝の下部	7	3:4	43	11.40	1.20	0.60
9	樹冠の下部	枝の上部	9	4:5	44	**15.25	**1.30	0.75
		枝の中部	6	4:2	67	7.75	1.00	0.50
		枝の中部	4	3:1	75	6.75	1.00	0.60
		枝の下部	11	8:3	73	5.75	1.25	0.70

* 最小値。

** 最大値。



第五圖 内部組織と外部形態との関係

然れども此の各個體に就て其平均値を求め、而して前記の如くして多くの中間性松に於ける兩者の關係を見るに組織的に赤松に近きものは葉の長さ、幅及び厚さ何れも小にして、次第に黒松に近付くと共に増加して遂に黒松に達す、即ち異なる木の間に於ては内部組織の變異と外部形態の變異とは略と並行的關係を有す（第2表及第5圖参照）。

而して此の各個體間に於ける變異は全く赤松より黒松に互り、1本の木の枝の間に於ける變異に比し遙かに廣きを知り得べし。

斯くの如く内部組織と外部形態は略と並行的關係を有すれども、之等の比較研究に於て單に外部の形態學的性質のみに因る時は非常に困難なるのみならず到底詳細なる結果を得難く、又木材の解剖的性質に因らんとするも元來赤松と黒松の

木材の識別も非常に困難なるものなれば、其の中間性松の木材の研究に至りては誠に至難の事に屬す、故に松の葉の解剖的性質特に樹脂道の位置及數に因り數字的に比較を行はば相互の關係を非常に明確に知る事を得極めて便利なり、之に就ては THOMAS (25) 及 BERTRAND (1) 兩氏も既に力説せられ居る所なり。

第 2 表、種々異なる中間性松の間に於ける葉の變異

試 驗 木 番 號	樹脂道の總數		樹脂道の總數に 對する外部樹脂 道の百分率 %		葉の長さ cm.		葉の幅 mm.		葉の厚さ mm.	
	最 大	最 小	偏 差	平 均	偏 差	平 均	偏 差	平 均	偏 差	平 均
1	11	6	± 0	100	±1.48	6.56	±0.12	0.90	±0.08	0.60
2	10	7	± 6.5	96	±2.08	7.10	±0.08	0.85	±0.05	0.57
3	9	4	±19.0	89	±2.00	6.93	±0.10	0.97	±0.10	0.60
4	12	6	±21.0	81	±1.80	6.43	±0.12	1.00	±0.08	0.63
5	11	7	±23.0	73	±2.20	7.31	±0.12	1.05	±0.10	0.63
6	8	4	±14.0	64	±1.10	8.49	±0.13	1.08	±0.10	0.64
7	9	6	±18.5	60	±1.95	8.33	±0.10	1.05	±0.10	0.62
8	8	4	±21.0	51	±3.65	9.96	±0.20	1.10	±0.15	0.63
9	12	7	±17.5	43	±2.13	10.50	±0.05	1.12	±0.08	0.68
10	10	6	±12.0	34	±3.13	11.30	±0.15	1.19	±0.13	0.69
11	9	5	±15.0	28	±1.75	11.75	±0.10	1.21	±0.08	0.71
12	12	8	±19.5	26	±1.85	12.05	±0.10	1.28	±0.05	0.74
13	11	8	±16.5	21	±2.13	13.45	±0.10	1.35	±0.06	0.75
14	10	7	±11.3	12	±2.25	14.45	±0.11	1.40	±0.05	0.80
15	13	8	± 0	0	±2.98	16.74	±0.30	1.55	±0.25	0.99

本表は多くの中間性松を觀察調査せる結果の一部なり。

IV. 中間性松の種子より生じたる苗木の葉の解剖學的性質

赤松と黒松の中間的性質を有する松の外部形態及其葉の組織的觀察の結果は既記の如しと雖も、該中間性の松に生じたる種子を採集播種し得たる苗木が赤松と黒松に分離するや否やを確めんが爲に丁度九州帝國大學農學部構内に生育せる中間性松の 80-100 年生のものに自然に生じたる種子を演習林事務室に於て 1 本毎に別々に採集、播種研究中の苗木ありし故植村教授の厚意に依り之を觀察せしに種子の發芽率は他の赤松及黒松よりも極めて悪く、漸く發芽せしものも枯死するもの多きを認めたり。而して始めは子葉の次に長枝に生じたる葉 (Longtrieb-nadel) のみにして固有の二葉のものを生ぜず、播種後 5 箇月を経て漸く之に混じて發生せる固有の葉 (Kurztrieb-nadel) の組織的觀察をなして差支無きに至るを待ちて檢鏡せしに意外に興味ある結果を得たり。

即ち赤、黒松及其中間性松は幼齡の間は其横斷面の兩隅に近く2箇の主樹脂道が存するのみなる事は既記の如くなる故、苗木に付て中間性の松を鑑別する爲には其一方が皮下組織に接し、他が同化組織の中央に存する場合の外は至大の不便を來すものにして樹脂道の次に比較研究に重要な皮下組織に付き詳細なる注意を拂はざるべからず。

此點に注意し多數の苗木に付き檢鏡せしに良く赤松及黒松的のものと其中間性のものとの3類が混生し居りたり。

尙黒松的のものは概して葉太く、長く稍と剛強なれども、赤松と思はれるものの葉は非常に細く短し、而して中間性松のそれは赤松より硬く、太き故詳細なる觀察を行へば外觀的にも大體に三者の相混じ居るを知り得べし。

斯くの如く中間性松に生じたる種子を1本毎に別々にして播種せば其苗木には赤松的のもの、中間性松及黒松と思はれるものゝ三者が相混じ居るといふ事實は前記の種々の年齢に於ける中間性の松に、赤松に近きものより黒松に偏寄りたるものに至るまで連續せる一大變異あり且つ1本の中間性松に於ても枝に因りて多少の變異ありと云ふ結果と共に、該中間性の松はヘテロ接合体なる事を示すと共に赤松と黒松との雜種なりと考ふる方合理的なると信ず。

V. 中間的性質を有する松の命名に就て

余の研究せる赤松と黒松の中間的性質を有する松に生じたる種子が若し其の中間性松に自家授精をなさしめて得たるものにして、斯く赤松及黒松的のものと其中間性のものを生じたるものならば、先づ合の子松なりと斷定して可ならんも、余の用ひたる種子は花粉の風媒に因りて自然に生じたるものなる故自家授精に因りて生じたるものと考へられると同時に他の松の花粉を受けたるものとも考ふる事を得べし。故にメンデルの法則に従ひて種々の掛け合せ實驗を行ひ、之より生じたる種子より得たる苗木に付て、更に嚴密には之等の苗木の高齡となり固有の毬果を結び、樹皮の色を表すまで待ちて精密なる研究を行はば始めて該中間性の松は松屬の如き裸子植物の始めて發生せし石炭紀以來永年間に互り生じたる赤松と黒松との確實なる雜種なるや、將又意外にも元は兩者の性質を有する松のみなりしも種々複雑なる條件の下に次第に現今の赤松及黒松に相當するものゝみが淘汰せられて唯僅かに或る條件の適合せる場所にのみ兩者の性質を有するものが生育し居るものなりや否や又は其他の關係に因りて生じたるものなりや等を斷定する事を得べし。

然りと雖も今日までの分類學上に於ては中間性の松よりも赤松及黒松の方が遙かに重大な

る位置を有する事實と、嚴密なる意味のものにはあらざれども比較的好結果を得たる余の研究の結果とよりして、恐らく嚴密なる實驗も亦赤松と黒松の雜種なりと云ふ結果に到着するならん。

此の見地よりして少くとも現在存する中間性松はヘテロ接合體の如く思はれる故、此ものは一の種と見做し得べきものに非ざるが如く思考せられる。故に此の中間性の松を本多博士(7)は *Pinus densiflora* × *P. Thunbergii*; *Pinus Thunbergii* × *P. densiflora* とせられ、植木氏(26)は *Pinus densi-Thunbergii* なる學名を新に附せられ居るも、精密なる研究の結果は多分本多博士の方の傾向を表すならんと信ず。

又從來該中間性松をアイグロマツ(間黒松)と稱し居るも(7, 26), 此の言葉は赤、黒松の中間の意味ならんも遺傳學上の合の子と別個のものなるやの疑ひを生ずる恐れある故、赤黒合の子松と稱する方適切ならんと考ふるものなり。

VI. 中間的性質を有する松の分布

余は赤松と黒松の中間的性質を有する松を始め九州帝國大學農學部及工學部構内に於て見出せしも引續き調査の結果、此の兩學部附近一帶の千代の松原及び生の松原にも存在する事を確めたり。然れども文獻に依れば此ものば既に陸前、尾張、紀伊、日向等の海岸附近にも産し(7)、朝鮮南部の海岸地方の赤松及黒松の混生せる部分にも見出されたり(26)。

又余は大正14年6月下旬より7月上旬に亙りて土井教授指導の下に林學二年の學生諸君と共に主として裏日本に見學旅行をせし際に海邊松の名所として有名なる丹後の天の橋立を江尻より文珠の方に向つて見學通過中、始めの約半分は黒松の老木のみなりしに千貫松附近より赤松を混じ來り、此赤松と黒松の間に本學部構内に於て常に見るが如き中間的形態を有する松ありし故最も此疑ひの濃厚なる木を7本選び、1本毎に種々の方向の枝より可成り多量の葉を採集し來り歸學後檢鏡せしに7本の中5本は中間性松にして殘餘2本は赤松なりし故、更に5本の中間性のものに付き組織的に詳細なる觀察の結果、其中2本は何れの組織に於ても略々中間にあり、2本は稍々赤松に近寄り、残り1本は黒松に偏寄り且つ之等何れの木に於ても多少の變異あり、誠に僅少の材料なるに係らず良く福岡千代の松原に於けるものと同様の關係を表したり。

されば此天の橋立附近に於ても亦其他の本州、四國、九州等各地の海岸に於ても詳細なる調査を行はば赤松と黒松の混生せる間に多くの中間的性質を有する松が見出さるならんと思考す。

次に余の組織的觀察を行ひたる福岡千代の松原のものと、天の橋立の松にありては組織的に大差なかりしも唯 Transfusionsgewebe 中にて維管束の下面に接して存する長き列狀の厚膜細胞は前者に於ては、赤松に近きものは殆んど1層にして2層の部分少く、黒松に近きものが2層の部分多し、而して維管束の上面には僅かに2-4箇の厚膜細胞が散在せるのみなりしに、後者は赤松に近きものと雖も維管束の下面の列狀のものは2層の部分多く黒松に近きものは幾分之よりも發達し、維管束の上面に存する數も亦多し。

即ち福岡千代の松原のものよりも天の橋立に存する中間性松の方が稍々機械的組織發達し居りたり、之等の關係は生態學的に非常に興味ある問題にして同じ福岡海岸地方に於ても中間的性質を有する松の存する部分と黒松のみの生育せる部分との間には夫々極めて微妙なる植物の適應性が表れ居るものの如く、此事實に就ても生態學的に深く研究せば林學上又は植物學上極めて有益なる結果を得らるるならんと信ず。

VII. 總 括

1. 赤松と黒松との中間的性質を有する松は福岡千代の松原、生の松原の一帯及び丹後の天の橋立に於ても其の赤松と黒松の混生する部分に存し、其中には10-25年生のもの、80-150年生のもの等種々の年齢のものありたり。

2. 中間性松の外部形態には非常に赤松に似寄りたるものより、黒松に偏寄りたるものに至るまで連續せる大なる變異あり。

3. 中間性松の葉の表皮細胞の横斷面に於て、其中心より四隅に走れる副射狀の細胞内腔(Zellumen)は大部分は赤松の如く稍々不明瞭なれども黒松に非常に近きものは極めて明瞭なり。

4. 皮下組織細胞(Hypodermzelle)は良く赤松と黒松の中間的性質を表し、1層の所と2層の部分とが相混じて存す。而して赤松に近寄れるものは殆んど1層を有するのみなれども黒松に偏寄るに従ひ2層の部分を増加し、概して赤松に近き構造のもの多し。

5. 赤松、黒松及其中間性松の同化組織細胞の有する臂(Arm)の中、皮下組織に近きものは稍々長く、其細胞の半徑以上に突出するもの多けれども内皮組織(Endodermis)に近く存するものは稍々短きもの多きが如し、然れども各細胞の有する臂の數は場所に因りて變化無し。

6. 樹脂道の最大數は葉の中央を横切る横斷面に於て示され2-13箇を有す、而して之等の樹脂道の中には赤松の如く皮下組織に接し居るものと、黒松の如く同化組織の中央に存する

ものとの二様あり。

此事實は皮下組織の構造と共に赤松と黒松の中間的性質を有する松なる事を組織的に識別する爲に最も重要なものなり。

7. 中間性松の中、葉の横斷面の兩隅に存し最も大なる主樹脂道（幼時より存し、葉の基部より尖端まで貫通せるもの）が2箇共に同化組織の中央に存し、他の副樹脂道（壯齡樹以上に生ずるもの）が外部と中部に分れ居るものは最も多く、此の副樹脂道が兩所に分れ居るのみならず2箇の主樹脂道の一方が外部にあり他は中部に存するものは之に次ぎ、2箇共に外部にありて副樹脂道のみが兩所に分れ居るものは極めて稀なり。

8. 樹脂道の皮下組織に接するもの又は同化組織の中央に存するものの何れか一方の、總樹脂道數に對する百分率は赤松と黒松との間に連続せる一大變異あり、且つ同じ1本の中間性松に於ても枝に因りて多少の偏差あるを認めたり。

9. Transfusionsgewebe 中にて維管束内篩管部の下縁に沿ひて存する列狀の厚膜細胞層は黒松及之に極めて近き中間性松の方が赤松及之に似寄れる大部分の中間性松よりも良く發達す。

10. 多くの中間性松に就て葉の内部組織の變異と外部形態の變異との關係を見るに略々並行的關係を有す。

11. 赤松と黒松の中間的性質を有する松に自然に生じたる種子より發芽生長せしめたる苗木には赤松及黒松的のものと、其中間性のものとの三類が混生し居りたり、而して之等の苗木の中尙ほ中間性のものは同じ1本に付ても葉に因りて多少の偏差ありたり。

即ち該中間性の松は恐らくヘテロ接合體にして其性質は固定せるものに非ず。

12. 之等の事實より見る時は此の中間的性質を有する松は赤松と黒松との雜種なりと考ふる方合理的ならん。

又從來間黒松と稱せられしは意味不徹底の嫌ひあり、之を赤黒合の子松と稱するを可とせん。

（大正十五年八月。九州帝國大學造林學教室に於て）

文 獻

- (1) BERTRAND, C. E., Anatomie comparée des tiges et des feuilles chez les Guétacées et les Conifères. (Annal. d. sci. nat. Bot. V. Ser., Tome XX, No. 1-3, 1874.) Thèses présentées a la faculté des sciences de paris pour obtenir le grade de docteur ès sciences naturells. Paris 1874.
- (2) DALLIMORE, W. und A. B. JACKSON, A Handbook of Coniferae including Ginkgoaceae. 1, 357-471, 1923.
- (3) ENGELMANN, G., Revision of the genus Pinus, and description of Pinus Elliottii. (Transac. Acad. Sci. St. Loui. 4, 161-189, 1880.) Ref. in Just's Bot. Jahresber. 2, 417, 1880.
- (4) GEYLER, H. Th., Ueber den Gefässbündelverlauf in den Laubblattregionen der Coniferen. Jahrbü. f. wissenschaftl. Bot. 6, 55-208, 1867.
- (5) HABERLANDT, G., Vergleichende Anatomie des assimilatorischen Gewebesystems der Pflanzen. Jahrbü. f. wissenschaftl. Bot. 13, 1-117, 1881.
- (6) HABERLANDT, G., Physiologische Pflanzenanatomie. 2-Aufl. Leipzig 1918.
- (7) HONDA, S. (本多静六), あいぐるまつ一名ひうがまつ. 本多造林學各論(針葉林木篇) 1, 282, 1919.
- (8) HOUGH, R. B., Handbook of the trees of the Northern States and Canada. 2, 1-19, 1918.
- (9) KANEHIRA, R. (金平亮三), 松屬ノ葉ノ横断面ニヨル樹種ノ識別. 林學會雜誌 11, 1-4, 1921.
- (10) KNY, L., Botanische Wandtafeln. Eckstück eines Blattquerschnittes von Pinus Laricio. Berlin 1876. Ref. in Just's Bot. Jahresber. 1, 370, 1876.
- (11) KOEHNKE, E., Deutsche Dendrologie. Stuttgart 1893.
- (12) KRAUS, Gr., Ueber den Bau der Cycadeenfiedern. Jahrbü. f. wissenschaftl. Bot. 4, 305-346, 1865.
- (13) KRONFELD, M., Bemerkungen über Coniferen. Bot. Centrbl. 1, 65-70, 1889.
- (14) MAHLERT, A., Beiträge zur Kenntnis der Anatomie der Laubblätter der Coniferen mit besonderer Berücksichtigung des Spaltöffnungsapparates. Bot. Centrbl. 24, 54-312, 1885.
- (15) MASTERS, M. J., A general view of the genus Pinus. (Jour. o. th. Linn. Soc. 248, 560-659, 1904.) Ref. in Bot. Centrbl. 96, 123, 1904.
- (16) MÜBIUS, M., Die mechanischen Scheiden der Sekretbehälter. Ber. d. Bot. Ges. 2, 25-27, 1884.
- (17) NAB, W. R. Mc., Minute structure of the leaves of Pinus grandis Douglas and P. lasiocarpa Hooker. (Quart. Jour. o. microscop. Sci. 15, 413, 1875.) Ref. in Just's Bot. Jahresber. 1, 416, 1875.
- (18) NAB, W. R. Mc., Structure of leaves of Pinus Mertensiana and P. canadensis. (Quart. Jour. o. microscop. Sci. 15, 415, 1875.) Ref. in Just's Bot. Jahresber. 1, 416, 1875.
- (19) NAB, W. R. Mc., Differential characters found in the minute structure of the leaves in Pinus Nordmanniana, etc. (Quart. Jour. o. microscop. Sci. 1, 104, 1876.) Ref. in Just's Bot. Jahresber. 1, 427, 1876.
- (20) PFITZER, E., Beiträge zur Kenntniss der Hautgewebe der Pflanzen. Jahrbü. f. wissenschaftl. Bot. 8, 16-72, 1872.
- (21) SCHIMPER, A. F. W., Pflanzengeographie auf physiologischer Grundlage. Jena 1898. Ref. in Just's Bot. Jahresber. 1, 403, 1898.

- (22) SCHWABACH, E., Zur Entwicklung der Spaltöffnungen bei Coniferen. Ber. d. deut. Bot. Ges. 20, 1-7, 1902.
- (23) SCHWARZ, F., Forstliche Botanik. 1, 61-64, 1892.
- (24) STRASBURGER, E., Das botanische Practicum. 3-Aufl. Jena 1897.
- (25) THOMAS, F., Zur vergleichenden Anatomie der Coniferen-Laubblätter Jahrbü. f. wissenschaftl. Bot. 4, 23-63, 1865.
- (26) UEKI, H. (植木秀幹), 間黒松の產地. 水原學報 8, 4, 1925.
- (27) WILHELM, K., Ueber eine Eigentümlichkeit der Spaltöffnungen bei Coniferen. Ber. d. deut. Bot. Ges. 1, 325-330, 1883.
- (28) ZANG, W., Die Anatomie der Kiefernadel und ihre Verwendung zur systematischen Gliederung der Gattung Pinus. Dissertation Giessen 1904.
- (29) ZIMMERMANN, A., Ueber das Transfusionsgewebe. (Flora. 1, 2, 1880.) Ref. in Bot. Centrbl. 1, 113-114, 1880.

ANATOMISCHE UNTERSUCHUNGEN UEBER DIE NADELN
DER ZWISCHEN-FORMEN VON *PINUS DENSIFLORA*
UDN *P. THUNBERGII*.

(Zusammenfassung)

Kin-ichi MORIKAWA

Die Nadelblätter der Zwischen-Formen von *Pinus densiflora* und *P. Thunbergii*, welche systematisch unter den Namen von *P. densiflora* × *P. Thunbergii*, *P. Thunbergii* × *P. densiflora* oder *P. densi-Thunbergii* bekannt sind, wurden anatomisch untersucht, um daraus auf ihre Entstehungsweise zu urteilen.

Als Versuchsmaterial wurden sowohl die Nadeln von 10-25 oder 80-150 Jahre alten Bäumen, als auch die Blätter von Sämlingen, welche aus den Samen der Zwischen-Formen gekeimt waren, gebraucht.

Die Resultate waren die folgenden:

1. Die äussere Gestalt der mit den intermediären Merkmalen versehenen Kiefern zeigt eine Reihe von Variationen zwischen *Pinus densiflora* und *P. Thunbergii*.

2. Die strahlenförmigen Zelllumen in den Epidermiszellen der Nadeln von Zwischen-Formen sind meistens undeutlich wie bei *P. densiflora*, aber bei den Spezimen, deren äussere Gestalt der von *P. Thunbergii* sehr ähnlich ist, waren diese Zelllumen sehr klar zu sehen.

Die Hypodermzellen waren bei den *Pinus densiflora*-ähnlichen Zwischen-Formen einschichtig wie bei *P. densiflora*. Je näher aber die Zwischen-Formen der *P. Thunbergii* ähnlich waren, desto deutlicher traten die zweischichtigen Teile des Hypodermgewebes hervor.

3. Die maximale Zahl der Harzkanäle, welche man in dem Querschnitt des Mittelteils der Nadel zu zählen pflegt, war 2-13.

Diese Harzkanäle liegen teils direkt unter dem Hypoderm wie bei *P. densiflora* und teils im Parenchym völlig eingebettet wie bei *P. Thunbergii*. Diese Tatsache ist samt dem Bau des Hypodermis wesentlich, um die intermediäre Natur der Zwischen-Formen klar zu machen.

4. Unter den untersuchten Zwischen-Formen waren solche Spezimen zahlreich, die zwei grosse an den beiden Kanten der Nadel vorkommenden Hauptharzkanäle im Assimilationsgewebe völlig eingebettet und die anderen

Nebenharzkanäle teils unmittelbar unter dem Hypoderm und teils im Assimilationsgewebe eingebettet besaßen.

Wenig Zahlreich waren die Spezimen, welche einen von beiden Hauptharzkanälen unmittelbar unter dem Hypoderm und einen anderen im Assimilationsgewebe eingebettet und die Nebenharzkanäle auf den erwähnten beiden Lagen hatten.

Die Zwischen-Formen, in welchen die beiden Hauptharzkanäle sich unmittelbar dem Hypoderm anschließen, kamen selten vor.

5. Das Prozentsatz der direkt unter dem Hypoderm befindlichen Kanäle oder der im Assimilationsgewebe eingebetteten gegen die Gesamtzahl der Kanäle zeigt eine ununterbrochene Reihe von Variation; und zwar Variiert diesbezügliche Eigenschaft der Zwischen-Formen zwischen denen von *Pinus densiflora* und *P. Thunbergii*.

6. Eine Reihe von Sklerenchymzellen, welche sich in dem Transfusionsgewebe entlang der Unterseite der Gefäßbündel befinden, kommt je stärker entwickelt bei den Spezimen vor, je näher sie der *Pinus Thunbergii* ähnlich sind.

7. Zwischen der Variation der erwähnten anatomischen Charaktere der Nadeln und derjenige der morphologischen Charaktere der untersuchten *Pinus densiflora*, *P. Thunbergii* und Zwischen-Formen gibt es eine beinahe lineare Beziehung.

8. Unter den aus den Samen der Zwischen-Formen gezogenen Sämlingen wurden drei Arten von Spezimen gefunden, die teils der *P. densiflora* teils der *P. Thunbergii* und teils den Zwischen-Formen ähnlich waren.

Vielleicht ist eine solche Mutterpflanze, die drei Arten Samen produziert, eine Mendel'sche Heterozygote.

9. Nach allen gesagten mögen die untersuchten Zwischen-Formen Bastardformen zwischen *Pinus densiflora* und *P. Thunbergii* darstellen, obwohl eine exakte Entscheidung der Sache noch nicht ohne weiteres möglich ist.