

I は じ め に

林業におけるさし木は従来苗木養成の上から発達してきたが、とくに最近では育種の面から一段とその重要性が増してきた。しかしながら、林業用重要樹種のうちで実際にさし木増殖の行なわれているのはスギ・ヒバなど遺伝的に発根力が高いとされる樹種にとどまっており、他の大部分の樹種は一層その研究が必要とされている。また、そのスギ・ヒバなどでも高齢木からのさし穂は発根が困難とされ、この解決も望まれている。

ところで、さし木の種類にはさし穂に用いる部分によつて葉ざし、枝ざし、根ざしなどがある。しかし、一般には枝ざしをさし木と呼んでおり、また林木や果樹などのさし木で実用上おもに行なわれるのは枝ざしである。

このため本研究においても枝ざしを対象としたが、さし木がうまくいくためには『さし穂が生きつづけること』、それから『根がでること』が必要である。したがって、さし木の容易化の研究においては、いかにしてさし穂を長く生かし、いかにして早く発根させるかということが重要な課題となつてくるが、とくにさし木成績の飛躍的向上をはかつていくには早く発根させることをより重要視し、これについての研究をさらに強く推し進めていく必要があろう。

さし穂が早く発根するためには、これに必要な物質がさし穂自体に十分に含まれていること、さらにそれをさしつける環境条件が発根力を発揮するうえに好適であることが必要である。しかしながら、とくに遺伝的あるいは樹齡的に発根が困難とされているような樹種あるいは品種のさし木では、たとえそのさし穂を長期間生かしておくことができてても容易に発根しない。したがって、これら発根を困難にしている原因を究明していく場合は、さし穂の内部的条件がより重要視されてよい。しかもそのような原因は体内成分に基づくいろいろな因子の複雑なからみ合いとみられるので、それら諸要因の解析的研究が必要である。

このような観点から、筆者は1948年以来まずヤマモモとクリをとりあげ、ついでハンノキ属、スギの老齢木、アカマツの順に、これらさし穂の発根困難な原因を究明し、あわせてそのさし木増殖の実用性を明らかにすることに努めてきた。

その結果、発根力の低い原因として発根阻害物質の存在を認めることができ、また、その作用を排除する方法をとり入れることによつて発根能力が向上した。なお、このような阻害物質は樹体のいろいろな部分にみられるので、たとえば針葉中にある場合は落葉のためその種子の発芽を阻害し、ひいては天然更新にも何らかの影響を及ぼすであろうと考えられるし、根部に多くある場合には忌地現象の一因とも推察されるなど、育苗、育林上、無視できない存在であると思う。

これらの試験結果は、そのつど日本林学会誌、林業試験場研究報告、林業技術、その他の学会および技術関係雑誌で発表に努めてきたが、その後の研究結果を加えて、ここに本報告としてとりまとめた。

この研究は1948～52年まで在勤した林業試験場岡山分場（当時高島分場）および1953年以降在勤中の林業試験場関西支場において実施された。本研究の着手は現東京農業大学教授倉田益二郎博士のご指示によるもので、研究の遂行にあたつても同博士の終始適切なお啓示と、当造林研究室長森下義郎博士の終始変わらざる直接のご指導を賜わつた。また、本稿の全般的とりまとめにあたつては元林業試験場長・現東京農業大学教授長谷川孝三博士のご懇切なご指導を賜わつた。また、本研究の遂行には当支場長として佐治秀太郎、西村太郎両技官より多大のご支援をいただき、生理学的実験の遂行には林業試験場造林部生理研

研究室長谷川正男博士、京都大学助教授柴田信男博士、岡山大学助教授井口 透博士により有力なご助言をいただいた。なお、各種試験の実行および調査には岡山分場の小林治子技官、関西支場元造林研究室員水谷博子技官の多大のご協力のほか、とくにスギ老齢木のさし木については関西支場の辻 一男技官、マツ類のさし木については当研究室員豊島昭和技官、本稿のとりまとめにあたっては当研究室員磯尾泰子技官にそれぞれご協力をいただいた。ここに以上の各位に心から感謝の意を表する。

II 研 究 史

さし木の発根現象の研究は古くから植物学者により行なわれていたが、樹木のさし木が科学的研究の対象として活発にとりあげられたのは1900年代にはいつてからのことで、その後は植物学者にかぎらず生化学・農学などの研究者からも、それぞれの分野に関する多数の研究が発表せられ、さし木技術面においても著しい進歩を示すに至った。以下それら研究の中から、さし木困難樹種の発根の特性、発根困難な生理学的要因、発根能力増進法などについての研究経過をとりまとめ、本研究に至った道すじを明らかにしておきたい。

1. 発根の特性

樹種の性質によつてさし穂の発根に難易があることは古い文献¹²⁶⁾にも記載されているが、本多造林学¹⁸⁾ (1911) ではそれまでの文献をもとに日本産樹種88種、外国産樹種14種をさし木に適するものと適しないものに分類された。その後、柳田¹³⁴⁾ (1923)は広葉樹約80種のさし木試験の活着成績を報告したが、樹種による発根の可否が調べられた程度にとどまつた。また若林¹³³⁾ (1936)は43種の広葉樹(常緑樹30種)でさしつけ深さを違えてさし木試験を行ない、浅ざし、中ざしで活着したもの各25種、深ざしで活着したものの22種、全く活着しなかつたものの16種が示され、樹種によるさし木の可否が一段とはつきりするとともに、樹種によつて適当なさしつけ深さのあることが知られた。

またこの間の1929年には、親木の年齢によつて発根力がかかることを調べた GARDNER⁸⁾ (1929) の大切な研究が発表された。すなわち、発根の困難なマツ属やリンゴのさし木でも1年生稚苗を親木に使えば容易に発根することが知られ、その後の研究者も親木の年の問題には注意をはらうようになった。

一方では樹種によるさし木時期と発根力との関係が調べられ、落葉性の樹種でも夏ざしの活着のよいことがみられた。すなわち、落葉性の樹種は冬眠枝を冬より春先にかけてさし木するのが活着がよいものと考えられていたが、KNIGHT³⁹⁾ (1929)は同じ落葉性樹種でもスモモは休眠枝を用いて発芽前までにさし木する方が活着がよいが、リンゴ・サクランボなどは新梢を用いて夏ざしする方が活着がよいことを報告した。また、田村ら¹¹⁸⁾ (1957)は50種の樹木について周年の時期別さし木の活着率を調査し、つぎのことを明らかにした。すなわち、常緑針葉樹のうちアカマツはやはり各月とも活着が認められないが、他のスギ・ヒバ・ヒノキ科のものは9~11月の秋ざしがよいものが多く、また常緑広葉樹では一般に入梅ざしのほかに8~11月の秋ざしのよいものが少なくない。なお、落葉樹では春ざしが普通とされているが、秋ざしのほかに5~6月の未熟枝のさし木の方がよいものがあり、とくにソメイヨシノが8月にかぎつて活着したことは、従来さし木の不能とされているものの中にも新梢の成熟あるいは木化するまえにさし木することによつて活着するものがあることを暗示しており、さし木時期についてなお研究する点があろうといっている。

1940年ごろからは、植物成長ホルモンの応用実験と樹芸研究が活発化するにつれ、それまでさし木が困

難とされていた樹種を対象に、そのさし木を成功させようとしていろいろの面から検討が行なわれた。そして、それまでさし木が不可能視されていた樹種でも、コルクガシ²³⁾、アカシア属¹⁰³⁾、クス¹⁰⁴⁾、クルミ⁴¹⁾などは若木の枝を用いることによって全く不可能ではなく、またさし木が困難視されていた樹種でも青島トゲナシニセアカシア³²⁾は腐敗回避と成長ホルモンで発根を促進することにより、コウゾ¹²⁷⁾は温度条件により、それぞれさし木増殖の事業化も可能なことがわかってきた。また、林木育種の重要性が高まるにつれ、とくにクローン増殖の問題として老齢木からのさし木が試みられ、さし木が容易とされていたスギでも親木の年齢が古いと発根しにくいことが村井⁶³⁾ (1949)、飯盛²⁵⁾ (1950)などの報告で明示されて以来、ヒノキ、ヒバ、メタセコイアなどでも同様なことがみられている。親木の年齢増加にともなつて発根力が低下することは前述の GARDNER⁸⁾の報告以後多くの樹種で認められており、いまでは程度に差はあるとしても大い樹種でみられるさし穂の一般的生理現象であるとみてよからう。

また、同じ樹種内でも品種や親木の個体によつて発根に著しい難易のあることが知られた。すなわち、さし木容易樹種のスギでも個体³⁰⁾あるいはクローン⁷⁾によつて発根力の弱いものがあり、反対にさし木困難なマツ属のものでもストロブマツ¹²³⁾では60~80年という年とつた木からのさし穂が発根したことがみられている。このようなことは、ヒノキ⁵⁴⁾、アカマツ⁸⁵⁾、クルミ⁴¹⁾などにおいても知られているが、いまのところ親木による発根力の違いのいくらかは遺伝¹²³⁾によつて決まってくるものと考えられている。

他面、1930年ごろからは発根の解剖的研究が活発に行なわれ、いろいろの樹種について根の分化・発達過程が調べられた。これらについては戸田¹²¹⁾ (1952)、佐藤¹⁰⁷⁾ (1955)の総説がある。さらに佐藤¹⁰⁸⁾ (1956)は針葉樹24属30種についての研究成果をとりまとめ、スギ、ヒノキ、ヒバ、その他の発根容易とされている樹種の多くは、不定根の大部分が髄線の形成層・篩部付近の細胞から分裂し、カルス細胞とは直接関係をもっていないが、発根しにくいとされているマツ属、カラマツ、モミ、ツガ、ヨーロッパトウヒ、センペルセコイアなどは、カルスおよびカルスと同質のものと考えられる切口付近の未分化の柔組織にかぎられてここから発根しているので、これらの樹種の繁殖にあつてはまずカルスの形成をうながす研究が必要であるといつている。

以上要約すると、さし木困難樹種のさし穂の発根力が低いのは、樹種あるいは品種としての遺伝的な性質によつていふとみられているが、反面1年生稚苗のようなごく若木からのさし穂ならば一般によく発根することから、生理的には樹齢の増加にともなつて発根力が低下するという一般的生理現象が発根困難樹種ほど早く急激にあらわれることにあるとみなされる。なお、以上のべたことのほかに、本研究では直接とりあげていないが、さし穂自体がもっている発根力を左右する外的要因として、水分、温度、酸素、光の影響のほか、菌害に対する抵抗性の問題⁶¹⁾についても研究報告がかなりある。

2. 発根困難な生理学的要因

発根の理論的研究としては、C—N率による解釈が最初で、1923~1928年にかけて盛んに実験が行なわれた。すなわち、KRAUS, KRAYBILL 両氏⁴⁵⁾ (1918)がトマトを実験材料として、植物体のC—N率の大小により、結実および栄養成長の消長、枝の発根作用の難易を説明して以来、STARRING (1923)、SCHRAEDER (1924)、REID (1926)、志佐 (1928)ら¹²⁰⁾は、いずれもトマトの枝をさし木する場合の発根現象とC—N率につき実験を行ない、さし木の発根には炭水化物の量の大なることが必要であるというほぼ同様な結果を報告している。その後このC—N率説は草本植物のほか樹木の新梢のさし木の場合には組織の充実度に関係あるものとしてかなり支持され、シヨ糖液による浸漬処理の効果も炭水化物の補給によるもの

として提唱された。

しかし植物ホルモンの研究が進展するにつれて、根の形成と成長ホルモンとの関係を調べた多数の研究が発表され、さし穂の発根作用はC—N率のような栄養関係に基づいて起こるというよりは、根形成物質の存否によるものであるということが重要視されはじめた。すなわち、根の形成にはある種の成長ホルモンが関与するものであるとし、とくに BOUILLENNE と WENT¹³²⁾ (1933~1938) は発根には植物体内にできるホルモンと根の形成にあずかる特別なホルモン類似物質が必要であるという仮説を提起した。しかし、Rhizocalin と命名されたこの物質はまだ生理化学的に証明されておらず、坂村¹⁰⁰⁾ (1959) はこの Rhizocalin はビタミンB₁ではないかとも考えられるとしている。WENT と THIMANN¹³²⁾ (1937) はさし木の発根生理に関する1936年秋以前の多くの文献について論及し、少なくとも植物ホルモンの一列のものは根形成物質の作用をもっていることを裏づけるとともに、根の形成過程には成長ホルモン以外の諸要素として、とくに炭水化物、一群の Biotin 状物質などが影響していることを明らかにし、それらの相互関係を明らかにするためにはさらに数多くの研究が必要であると強調している。

その後成長ホルモンは発根を促進させる物質として非常に重要視されるとともに、発根困難樹種のさし木では成長ホルモンの問題に注意がはられ、とくに1950年ごろまでには成長ホルモンの効果にふれられた研究⁷⁰⁾ が非常に多い。しかし研究が進むにつれて、とくにさし木が不能とされている樹種では、ある種の成長ホルモン処理をもつてしても容易に発根しないことが明らかになり、これら成長ホルモン以外のものについての研究も重要視されてきた。そのあらわれの一つとして発根困難な原因をさし穂内の含有物質に求めようとする考え方がでてきた。塚本¹²⁸⁾ (1949) は61種の樹木を対象に成長ホルモン処理の効果とさし穂内の澱粉とタンニン含有量との関係を攻究し、概して成長ホルモン処理によつて発根の促進される種類はタンニンに比して澱粉含量が高く、反対に成長ホルモン処理によつて発根の促進されないものにはタンニンが多く含まれると報告している。また、浅田・野笹³⁾ (1959) はカラマツの母樹および枝の年齢の異なるさし穂について樹体養料を調べ、このタンニン含量と澱粉含量の比率をもとめることは発根促進の説明に都合がよいとし、さらに発根力の高い幼齡樹にはビタミン B₁ の含量が多いことを報告している。

一方、橘高・筆者³⁵⁾ (1951) はさし木困難樹種のクリの鋸屑とその浸出液には、さし木の発根を阻害する作用があり、鋸屑にはそのような阻害物質がふくまれているようであると報告し、つづいて佐藤¹⁰⁶⁾ (1952) は追試を行ない、クリとシダレヤナギの浸出液には阻害作用があるが、アカマツにはないと報告した。その後、筆者はヤマモモ⁷⁸⁾・スギ老齡木⁸³⁾ のさし穂の発根力について発根阻害物質と発根促進物質との関係から研究を進めたが、これらのことがらは本論でのべる。

また、発根の栄養生理的研究として、さし穂内の窒素と糖との関係から追求しようとする実験、すなわちC—N率説の検討が行なわれた。坂口・山路¹⁰¹⁾ (1951) はトゲナシセアカシアのC—N率の変化と活着との関係を調べ、さし穂に含まれる窒素量はさし木可能期間の方が困難期間に比して著しく多いことを報告し、従来の発根には炭水化物の量の大きいことが必要であるとするC—N率説とはむしろ反対の結果を得ている。また、斎藤⁹³⁾ (1954) はさし木困難樹種では概してさし穂に含まれる窒素分が少なく、さし木容易樹種では比較的多く含まれていることをのべており、さらにスギのさし穂についてしらべた結果⁹²⁾ でも、親木が老齡になるにしたがつて窒素が減少し、糖が多くなる傾向が認められたことを報告している。これと同じようなことは、筆者⁸³⁾ (1959) の調査でもスギの老齡木のさし穂で認められている。

ほか、斎藤⁹⁶⁾ (1958) はメタセコイアのさし木で、浅田・野笹³⁾ (1959) はカラマツのさし木で報告している。このように樹木では親木の年齢が進むと樹体内のC—N率は向上するわけであるが、そのさし穂の発根力は逆に低下するという現象があるので、とくにさし木困難樹種の場合は従来のようなC—N率説では発根困難な原因は説明できず、むしろ組織の若さという点から窒素の絶対量を重要視した報告⁹²⁾ も少なくない。

このようなことから、さし木の発根作用を解明していくには、根形成物質の一つとして最も確実視されている成長ホルモンの問題を中心に考究するのが望ましいと考えられ、その一つとして根形成に関与する植物ホルモンはどのような種類のものであるか、またそれがどのように発根と関係しているかなど、さし穂中のホルモンの推移が調べられている。すなわち、斎藤・吉川⁹⁴⁾ (1955)、斎藤⁹⁵⁾ (1956)、斎藤・小笠原⁹⁷⁾ (1960) はそれぞれメタセコイア、スギ、ヤナギのさし木で植物ホルモンの種類および変化を明らかにし、さらに小笠原⁷²⁾ (1960) はアカマツのさし穂で成長調整物質と樹齢との関係を調べ、樹齢が高まるにしたがって成長促進物質は減少し、成長阻害物質はむしろ増加する傾向があることを見ている。

以上要約すると、さし木困難樹種の発根力が低い原因には、成長ホルモンやビタミンB₁のような根形成物質の欠乏、窒素化合物や炭水化合物その他無機成分のような発根助長物質の不足、発根に不利な物質の存在などの問題が概括的にとりあげられてはいるが、なぜ樹種により、親木の年齢によつて発根力に差があるのかということになるとほとんどわかっていない。さらに最近では根形成物質として証明されつつある植物ホルモンの問題を中心に、他の発根諸因子の相互関係から解析しようとする研究がはじめられており、根形成に関与する物質としても核酸・蛋白質・酵素などの生化学的研究が注目されてきた。

3. 発根能力増進法

従来さし木の活着をよくする方法として、さし穂の切口に赤土団子をつけるとか墨汁を塗ることは古い文献¹²⁶⁾にもみられるが、化学薬品を用いてさし穂自体の発根能力を高めようとした研究はCURTIS (1918) が最初であろう。かれはイボタ属の *Ligustrum ovalifolium* を材料として種々の薬品溶液の処理効果について実験を行ない、リン酸、硼酸等の無機栄養液はほとんど影響を示さないが、過マンガン酸カリの0.5~2.0%液にさし穂の基部を20時間浸漬したものは、平均根長比で3.1倍に発根が促進されたことを報告している。この効果は休眠期を破り、呼吸作用を促進した結果によると考えられている。これと同様な意味で効果があるとされている処理法³⁷⁾ には、アセチレン、プロピレンなどの不飽和性の炭化水素ガス、水素ガス、30~35° Cの温湯などによる処理が知られている。しかし、これらの処理はポプラ、ブドウ、リンゴなど比較的発根が容易とされている樹種で効果がみられたもので、さし木困難樹種については決定的な効果が認められていない。

他方 GARDNER⁹⁾ (1937) は発根困難なリンゴについて新梢の基部黄化が発根作用を促進するという注目すべき研究を発表した。すなわち、展葉前の新梢の部分に黒色のテープを巻きつけて黄化させ、これを切りとつてさし木したところ、品種によつて一様でないが、最低30~40%から最高100%の発根率を示している。この効果は黄化により根源体の形成または発達を促進した結果によると考えられている。この黄化処理の実用的方法については菊地³⁷⁾ (1953) が詳述している。

発根を促進させる成長ホルモンが発見されてからは、その応用が盛んに試みられた。樹木のさし木については COOPER⁵⁾ (1935) により行なわれたのが最初で、かれはレモンのさし木の際、3-インドール酢

酸を1 lの水に500 mgを溶かし、その中にさし穂の切口を8時間浸漬してからさし木したところ、17日目には完全に発根し、無処理のものにくらべ著しく発根が促進されたことを報告している。つづいてHitchockとZimmerman (1936)、Cooper (1936)ら¹³²⁾はモチノキ、イチイ、レモンなどのさし木に利用して成功を収めている。その後わが国においても実用的見地から成長ホルモン処理の応用試験が行なわれた。造林用樹種では石井²²⁾ (1939)がスギでヘテロキシンのほか、シヨ糖、ビタミンB₁の単用および併用処理の効果を報告して以来、スギ、ヒノキにかぎらず、さし木困難とされているカラマツ、マツ属をはじめ広葉樹についての実験成績がかなり報告された。しかし、その効果は多くの場合に認められたが、反面安定したものではなく、とくにさし木困難樹種では確実な効果は認められないことが明らかとなつてきた。また、ホルモン処理は果樹類のさし木についても試みられたが、とくに高木性果樹ではいずれも予期したほどの成績はあがらず、菊地³⁷⁾ (1953)はそれまでの文献に基づいて、木質化せる前年生の枝についてホルモン処理の実用化を期待することは尚早であり、残された研究課題であると結論づけている。

しかし、他面ホルモン処理の方法についての検討も行なわれるにつれて、とくに他の発根促進処理と併用することによつてホルモン処理の効果の増大することが知られた。すなわち、石井²²⁾ (1939)はスギでシヨ糖液との併用処理により、橘高・小寺³²⁾ (1948)はトゲナシニセアカシアで温湯による前処理の併用により、Deuber¹²³⁾ (1942)はストロブマツでアルコール溶液をツマヨウジにしみこませ、これをさし穂の根元近くにつきさしておく方法により、それぞれホルモン処理の効果を増大させている。これらと同様な効果は以後の研究においてもかなり多く認められているが、筆者 (1952~1959)はとくにさし木が困難とされているハンノキ属⁷⁴⁾、クリ⁷⁹⁾、ヤマモモ⁷⁸⁾、スギ老齢木⁸³⁾などのさし木で、発根阻害物質の除去という見地に立つた併用処理の効果について検討を行なつた。これらのことがらは本論でのべる。

一方スギでは台木仕立ての穂木が一般に発根しやすいことから知られていたが、剪定などによつて幹あるいは太枝から発生させた萌芽枝は発根力の強いことが認められた。すなわち、高原¹¹⁵⁾ (1943)はカシ属、村井⁶⁴⁾ (1950)はスギの老齢木、筆者 (1953~58)はハンノキ属、ヤマモモなど一般にさし木困難とされている樹種⁷⁴⁾ ⁸¹⁾のさし木で、それぞれ普通枝にくらべ萌芽枝を用いた方が発根力の高いことを報告している。その後、この事実は一般に広く知られるに至り、マツ属においてすら萌芽枝が穂木に用いられ、小笠原⁷¹⁾ (1959)はそれについて発根のよいことを報告している。

また、WentとThimann (1937)の白色光線は根の形成を抑制するとの報告をはじめ、前述のGardnerによる黄化処理の発根促進効果など、実験的に光線と発根とは関係の深いことがみとめられているが、相沢¹⁾ (1951)はヒノキ、サワラでさし穂の環境が日陰であつたものの発根がよいとのべ、戸田¹²²⁾ (1952)はアカマツのさし木で赤色のセロハン紙を覆つたものの葉束さしは発根がよかつたこと、さらに筆者⁸²⁾ (1958)はアカマツとヤマモモのさし木で緑と青のセロハン紙を覆つて育てた穂木は発根がよいことを報告している。また、塚本¹²⁹⁾ (1960)は枝さしの困難とされていたカキについてGardnerの発表した黄化処理を行ない、それをさらにホルモン処理との併用によつて発根率を90%までに高めることに成功している。

以上がいままでに行なわれた発根能力増進に関する研究の概要であるが、このほかさし穂の発根能力をそのまま十分に発揮させて良好な活着成績をあげるといふ見地からは、さし穂の腐敗防止⁶¹⁾、蒸散作用の抑制その他による乾燥防止、発根最適温度の保持¹⁰²⁾などに関した研究成果が得られているほか、とくに近年はさし木してからさし穂に断続的に霧を吹きかけること⁸⁹⁾によつて発根成績を向上させようと

する試みが活発化してきている。

III 発根阻害物質の存在

III-1 まえがき

研究史でその概要をのべたように、遺伝的に発根が困難といわれるような樹種は発根能力が不足していると考えられ、さらに樹齢が増すにしたがつて発根力が落ちる一般的現象は、発根能力の老化現象であるということができよう。

そこで、さし木の技術を飛躍的に発展させるためには、それらの原因を解明してかからねばならないが、これを発根の栄養生理的観点からみれば、根の分化・発達に必要な成分の不足または欠除と、発根を阻止するようなある種の物質の存在または蓄積という両面の見方が考えられる。ところで、前者には発根を促す成長ホルモン・Biotin・ビタミン類をはじめ発根を助長するような炭水化物・窒素化合物などが影響しているものとして、その質ならびに量的関係についてかなり検討されてきたが、後者としてはタンニンが注目されているほかは、樹種による特殊の阻害成分が仮想されているにすぎない。しかしながら、発根促進物質として最も重要視されている成長ホルモンをはじめ、発根増進に効果がありそうな各種成分の補給など理化学的な助成処理を行なつても、その目的は果たしえない場合も少なくない。このため、とくにさし木不可能とされている樹種については、後者の影響を考えてみないわけにはいかないし、これを追求することによつて前者の諸要素の影響をより明確にさすこともでき、それら因子の複雑なからみ合いをひとつひとつ、しだいに解析していくことができるものと考えられる。よつて以上の観点から、発根阻害物質の存否と阻害作用の影響について研究した。

III-2 成長阻害物質に関するこれまでの研究

さし穂から根が肉眼で見える程度にまで発育するには、内鞘の細胞が分裂機能を回復し、根の原基となる過程、根の原基が根の形態をそなえた始原体となる過程、根の始原体が成長を開始する過程の3段階を連続的に経過している。そこで本研究にあたつては、単に発根阻害物質のみにかたよらず、一般成長阻害物質に関する既往の研究成果を重視しつつ行なつた。

1. さし木の発根阻害物質

成長ホルモンの発根促進作用が認められてからは、それに対する抑制物質の概念⁴⁰⁾もあらわれてきた。また、さし木困難樹種の含有する成分中にはタンニン・弾性ゴム・揮発油・テレピン・バルサムなどの特殊成分を含んでいるものが少なくないことから、これらの成分⁹¹⁾が発根を妨げる物質ではないかとみられてきた。しかし、これらの物質の発根に対する影響について深く研究されたものは少ない。

その点、塚本¹²⁸⁾ (1949) は61樹種の新梢を用いて発根の難易と澱粉およびタンニンの含有量との関係について吟味を行ない、1) タンニンに比して澱粉含量の高いものは概してよく発根し、成長ホルモン処理による発根促進効果も著しく、2) 澱粉含量低くタンニン含量の大きいものでは概して発根悪く成長ホルモン処理の効果も不良であつたと報告している。その後タンニンは発根阻害物質としてかなり注目されてきたし、つぎ木に対しても阻害するという研究報告⁴²⁾ (1929~49) が少なくない。

森下および筆者³⁵⁾⁵⁸⁾ (1951~2) は発根困難なクリの鋸屑やヤマモモのさし穂の浸出液にかぎらず、発根容易なカワヤナギの鋸屑にも、カワヤナギや青島トゲナシニセアカシアなどのさし木の発根を阻害する作用があり、これらに有害物質が含まれていることを示していると報告した。佐藤¹⁰⁶⁾ (1952) はこれにつ

いて追試を行ない、アカマツの浸出液については認められないが、クリとシダレヤナギの浸出液にはそうした発根阻害作用のあることを確かめた。その後、筆者⁷⁸⁾ (1957) はヤマモモについて研究を進め、ヤマモモのさし穂中にはそうした発根阻害物質が存在し、それは成長ホルモンの発根促進作用を阻害する性質をそなえているらしいことを明らかにし、つづいてスギの老齢木のさし穂⁸³⁾ (1959) においても同様な阻害物質の存在が発根を困難にしている一原因であることを確認した。また、その間にヤマモモ・アカマツのさし穂について、発根阻害物質の生成に及ぼす光線の影響を発表⁸²⁾ (1958) した。その後、小笠原⁷²⁾ (1960) はアカマツのさし木の発根に成長調整物質が大きく関係しているものと考え、それと樹齢との関係について調べ、成長促進物質は樹齢が高まるにつれて減少する傾向があり、成長阻害物質は樹齢が高まるにつれて増加する傾向があることを認め、親木の年齢が高まるにつれて発根が低下することは、これらのこととも関係あるものと推定している。

また、さし木の忌地現象に関係したものとして、平井¹³⁾ (1955) はイチジクの忌地の原因がイチジクの根とくに根皮中に含まれる物質によるものであるとの考えのもとに、イチジクの根皮加用土壌においてイチジクのさし木試験を行ない、根皮加用区では強く発根が阻害され、枯死するものもあつたことから、そのような物質はさし木の発根作用にも有害であることを報告している。

以上のべたように、植物によつてはさし穂の発根を不利にしている成分があると考えられるが、それがどのようなもので、どの程度発根作用に影響しているかというような知見はいまだ研究されていない。

2. 生育阻害物質

この研究は栽培植物の忌地現象との関係についてのものが多い。従来忌地と称せられる連作不能の原因については、毒素説・養分消耗説・微生物説そのほかいろいろとりあげられて学説の一致をみないが、このうち毒素説は忌地の直接要因を解明しようとする点から、とくに樹木類については有力な手がかりとして注目されている。なかでも果樹類についてはかなり研究が進んでいるもようであるが、林業用樹種についてはほとんど未開拓といえよう。

PROEBESTING と GILMORE⁸⁸⁾ (1941) はモモ栽培地の忌地について調査し、それが決して土壌養分の消耗、微量元素の欠乏、病気などによるものでないことを明らかにするとともに、それが根または根の分解物質の直接の毒作用であろうと推定し、モモの根皮粉末加用土壌とモモ苗の発育との関係について実験を行なつた結果、モモの連作の害は土壌中に残っている前作のモモの根そのものが有毒なためにおこるものであり、しかも、それは木部ではなく皮部に存在し、アルコールで浸出されることを明らかにしている。その後 HAVIS と GILKESON¹⁰⁾ (1947) はこれについて追試を行なつたが、予期に反して根の毒性を認めることができなかった。しかしながら、平野^{15)~17)} (1951~7) が前後3回にわたつてモモ根中の毒物質の存否について追試した結果、いずれも根の粉末やその浸出液はモモ実生の生育を阻害することが明らかにされ、なお葉の浸出液にも阻害作用のあることが認められた。

それまでも平井・平野^{11) 12)} (1949) はイチジクの忌地現象の存在を確認するとともに、イチジクの葉・茎の乾燥粉末およびその浸出液がイチジク苗の生育を阻害することを認め、さらにイチジク各部の粉末が蔬菜種子の発芽に及ぼす影響について実験を行ない、その根皮・樹皮・根木部の粉末およびその水浸出液が種子の発芽を抑制すること、ただし根木部粉末はその作用が弱いこと、これらの抑制作用は粉末の量に比例し、対象植物の種類によつて差があることなどを明らかにしている。

また、これらの毒物質は他作物の成長をも阻害することが認められている。すなわち、前述の平井・平

野²⁾ (1949) の実験結果のほかに, MASSEY⁵⁰⁾ (1925) はクログルミの根部浸出液がリンゴ・トマトの生育を, 平野¹⁵⁾ (1951) はイチジク・モモの植栽地土壌および葉の細片混入土壌がモモ苗の生育を, 傍島¹¹²⁾ (1951) はカギ・モモ・イチジクの根部浸出液がムギ・イネ・キユウリ・ナンキン・ダイコンなどの発芽を, それぞれ抑制または阻害することを報告している。小林⁴³⁾ (1953) はこれらの実験結果を総合して, 「イチジク・モモの忌地原因物質は自己と同一種類の果樹の成長を抑制するばかりでなく, 他の種類の果樹, さらに広く他植物の成長をも抑制するから, 単に一作物の連作の害と決めるわけにはいかず, 改植にあたっては跡作を十分に考慮する必要がある, その点では従来の概念で単に忌地とはいえないものがある」とのべている。

ところで, このような生育阻害物質は直接的に分離検定されるまでには至っていないが, その性状はかなり明らかになってきている。MASSEY⁵⁰⁾ (1925) はグルミの根部の細片加用培養液がトマトの生育を阻害したのはグルミの根に含まれる Naphtaquinone の一種である Juglone の作用によるのであろうとのべ, また KLAUS³⁸⁾ (1936) は二硫化炭素処理が果樹の忌地には最も有効で, 蒸気消毒や電熱による熱消毒なども有効であり, 抑制物質は熱によつて容易に破かいされ, または変質するものとのべている。平井¹⁴⁾ (1957) もモモの根皮加用土壌について各種処理の効果を比較調査した結果, フォルマリン・二硫化炭素の燻蒸および活性炭加用の効果は少しもなかつたが, 焼土の効果は十分に認められ, また, 石灰加用の効果も多少認められたことから, 「モモの根皮中の阻害物質は熱によつて作用が弱められ, また石灰によつて変質または不活性化することが想像できる」とのべている。PATRICK⁸⁷⁾ (1955) はモモの残根から生成される毒物質は, モモの跡地の残根に含まれる Amygdalin がその分解微生物である Fusarium 菌や細菌により CN イオンに分解され毒性を発揮することをあげている。しかし BÖRNER⁴⁾ (1959) は, リンゴの根皮に含まれる阻害物質を確かめた。すなわち, 乾燥したリンゴの根皮を粉末にして培養液に添加すると毒性を示し, リンゴの実生の生育は著しく阻止された。そこでペーパークロマトグラフィによつて根皮添加の培養液から 5 種類のフェノール系物質を分離した。そしてその同一物質が残根を含む土壌の浸出液にも存在することを確認した。それら 5 種の物質のうち, Phloridzin と Phloretin とはその阻害作用が最も強く, Phloroglucinol は弱く, Phloridzin だけはリンゴの根の天然成分であり, 他のものは Phloridzin の分解生成物であるという。なお, 草本作物では根から老廃有毒物質として排出される根酸は, とくに穀物類の根の活力に影響するとして注目されているが, そのような根酸として, 林・滝島¹¹⁷⁾ (1959) はトマト・エンドウ・リクトウを供試植物としてイネなどの作物培養液中の生育阻害成分の検索を試み, エーテル酸性抽出部が微量かつ有毒であることを見出し, それは根から排出される有機酸のうち, とくに炭素数 4 以上の脂肪族および芳香族のものと考えられたことを明らかにしている。

林業でも, 育苗畑においてはヤシヤブシ類, カラマツ, ヒノキ, トゲナシセアカシア等で忌地現象が問題となつたが, その原因はよくわかっていない。倉田⁴⁹⁾ (1953) は連作がきかない代表的樹種のヒメヤシヤブシは, 多分有害な発育抑制物質をヒメヤシヤブシ自身が出して, その後の苗の成長をはばむためのようであるが, この本当の原因について調べられていないので, まだその対策もわかっていないとのべた。その後筆者⁷⁶⁾ (1955) は英国トゲナシセアカシアのさし木畑において, その忌地現象を確認するとともに, 忌地土壌の処理法について試験を行なつた結果, 蒸気熱, 石灰, 客土, 二硫化炭素, 過マンガン酸カリなどの処理はいずれも有効で, とくに熱処理はきわめて効果が優れ, 石灰処理も効果が大きいことを報告した。このうち, 熱処理, 二硫化炭素処理の効果は前述の KLAUS が果樹の忌地に有効であるとの

べていることをうらがきし、また、熱処理、石灰処理の結果も、平井らがモモ根皮加用土壌について処理した試験と同様な効果を示している。

造林木においては最近、尾鷲、吉野をはじめとした有名スギ林業地、カラマツ 2 次造林の不成績地、瀬戸内地帯における第 1 次緑化地の肥料木類で造林木の生育衰退現象が認められ、これらの実態を毒素による忌地現象と解すべきか、あるいは林地せき悪化現象とみるべきかは問題であるが、この種の研究はきわめて少ない。筆者⁷⁵⁾ (1954) はスギのさし木でさし穂の葉や枝の浸出液に強い発根阻害作用があつたことから、さらにアカマツ、スギ、ヒノキの落葉間近の葉から浸出液と粉末とをつくり、それぞれの種子の発芽に対する阻害作用を調べたところ、それらは同じ樹種の種子だけでなく、他の樹種の種子の発芽と稚苗の生育をも阻害し、その阻害力はアカマツよりはスギ、スギよりはヒノキが強かつたことから、このような阻害作用は天然林成立の阻害因子になることも考えられると報告した。永野⁶⁹⁾ (1961) はカラマツ 2 次造林の不良なことに関連して、カラマツの植物体各部の浸出液の成長阻害作用の有無の検討を試み、根部の皮部・木部の液には強い害作用が、太枝の皮部・木部や葉の液には弱い作用があり、落葉・腐植・土壌の液にはほとんど害作用が見られないことを報じた。しかし、大政⁸⁶⁾ (1961) はカラマツの 2 次林でも初代に劣らないよい成長を示すところが諸所にあることからみて、葉の中に毒成分があるということはあまり考えられず、毒成分があるとすれば、それは落葉の分解中途に生産されるということになり、それもカラマツの葉の分解にとつて不良環境で分解したときにはじめてその毒成分が生産されるということになるとのべ、厳密な意味では、土壌の化学的性質を悪化する多量の酸性物質でもその生産要素となる落葉の厚い堆積という条件を重要視している。

以上が樹木の成長阻害物質に関する研究の概要であるが、なおこのほかに種子の発芽生理面⁶⁸⁾ において同様な研究がなされていることはいうまでもない。

Ⅲ—3 発根阻害物質を確認するまでのいきさつ

筆者は 1948 年に林業試験場高島分場（現岡山分場）に勤務し、森下義郎技官のもとで主として特用樹さし木の研究に従事した。当時高島分場では分場長であつた現東京農業大学教授倉田益二郎博士を中心に特用樹および飼肥料木の試験研究が活発に行なわれていたが、とくに特用樹種では無性繁殖の重要性から、かなり多くの樹種を対象にさし木・つぎ木増殖の検討が行なわれていた。それはとくに菌害回避⁴⁶⁾ という観点から研究が進められ、すでに青島トゲナシエセアカシア³²⁾ のさし木では休眠期における採穂、さし穂の成長ホルモン処理、好適さし木用土の採用などによつて優れた活着成績のあげられる見とおしがついていた。

そこで筆者は青島トゲナシエセアカシアの大量さし木増殖法の研究³³⁾ に着手するとともに、青島トゲナシエセアカシアを含めたさし木困難な特用樹およそ 10 種³⁴⁾ を対象に、さし穂の腐敗防止法および発根促進法の試験研究を進めた。そのうち 1948～49 年度の試験でつぎの事実が注目された。

1) 青島トゲナシエセアカシア・クリ・ヤマモモ・アベマキなどのさし木でホルモン処理の効果を増大させる前処理として温湯処理を行なっているうち、その温湯が茶褐色ににごることから、さし穂から変色成分が浸出されていることを認めた。

2) 掘り取り時さし穂を傷つけることの少ないさし床として好適ではないかと考えられた鋸屑（スギ・ヒノキ・アカマツの混合）を用い、青島トゲナシエセアカシアのさし木を行なつたところ、発根が極端に阻害され、発根したものが全くないばかりか、発芽もきわめておくれるという驚くべき事実を確認した。

このうち、とくに興味を引いたのは鋸屑をさし床に用いて失敗したことである。そこで鋸屑には何か阻害物質があるらしいし、もし阻害物質を含むとすれば、さし穂の木質部にもこれが存在し、さし穂自体の発根能力をかなり阻害している場合があるのではないかと考えられた。それで、あらたに1950~51年に、クリ・エセアカシア・カワヤナギの鋸屑のほか、クリなど7樹種についてその浸出液をとり、カワヤナギ・イタチハギ・青島トゲナシエセアカシアなどのさし木に対する発根阻害作用を調べた³⁵⁾ところ、やはり鋸屑のほか浸出液にも著しい発根阻害作用をもつものが少なくなく、とくにさし木困難樹種のクリの鋸屑やヤマモモの枝の浸出液に阻害作用の強いことが認められた。かくして発根阻害物質の問題をとりあげて深く追求するに至つたものである。

III-4 実験材料と検定方法

1. 実験材料

さし穂の生理的特性を異にしたつぎの4樹種を用いた。

スギ：わが国の主要造林樹種で、さし木容易な針葉樹。

アカマツ：わが国の主要造林樹種で、さし木困難な代表的針葉樹。

ヤマモモ：特用樹および肥料木で、さし木困難な常緑広葉樹。

クリ：特用樹というよりも果樹として重要で、さし木困難な代表的落葉広葉樹。

これら材料の品種、親木の年齢、枝の年齢、枝の大きさなどは各種実験ごとに異なっているものが多いので、材料の条件は実験ごとに示す。阻害物質の検定は材料からの水浸出液を用いて行なつた。その浸出材料は原則としてさし穂に用いるような枝を用いたが、実験によつては枝の樹皮部、葉をも用いた。これらの浸出材料はいずれも生体のまま幅1~2 mmに細く切り、直ちに2~5倍量の蒸溜水またはイオン交換樹脂純水装置で採集した純水を加え、 $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ の暗室定温器内で24時間または48時間浸出させ、綿でこしたその液を用いた。なお、浸出材料に加えた水の量と浸出時間は、その材料の種類や実験時期によつてある程度違えたので実験ごとにのべる。

2. 検定方法

上記のようにしてつくつた浸出液が示す発根阻害作用を定性的に検定し、その阻害作用の有無・程度により阻害物質の検索を行なつた。この検定方法としては、さし穂自体の発根阻害作用を究明するのが本研究の第1目的であるから、それと同じ樹種のさし穂を用いて調べることが望ましいが、スギ以外の樹種は発根がきわめて困難で無理をとまうので、このような方法は一部の実験にとどめ、他の大部分は実験の目的をはずれないかぎり、発根容易なシダレヤナギまたはイタチハギのさし穂を用いて検定した。その方法は、浸出液300~400 ccをガラス製の直径15 cm・深さ7 cmの大型シャーレに入れ、これにさし穂固定用の金網をかぶせ、その穴目からさし穂を垂直にさし木した(Phot. 1)。この場合、さし穂はいずれも長さ10 cmに切りそろえて用いたが、さしつけたさし穂は下部2~3 cmが液中につかつた。さし終わったものは $25\sim 28^{\circ}\text{C}$ の暗室定温器内に置いた。また、浸出液をとつたものと同じ樹種のさし穂を用いる場合は、比較的発根しやすい若木からさし穂をとり、そのさし穂の下部を浸出液に24時間つけて自然に液を吸収させ、有機質の少ない赤土または鹿沼土にさしつけて阻害作用を検定した。以上の検定材料の条件は実験ごとに示す。

なお、実験に用いた各種浸出液のpHは、全般的には5.0~6.0の範囲内にあつて、浸出材料の種類・採集時期・採集方法などにより必ずしも一定していなかつた。このことは浸出液の阻害作用を検討すると

き問題になる。それで液の pH とシダレヤナギおよびイタチハギのさし穂の発根との関係をあらかじめ調べたので、その方法を Table 1, 結果を Table 2～3 に示しておく。

Table 1. 液の pH とさし穂の発根との関係を調べた材料の条件

Characters of materials were used, some of experimental conditions for experiment shown in Table 2～3.

条件 Conditions	樹 種 Species	シダレヤナギ <i>Salix babylonica</i>	イタチハギ <i>Amorpha fruticosa</i>
親 木 の 年 齢 Ages of parent trees		約 15 年 生	5 年 生 株
穂 木 の 年 齢 Ages of cuttings		1 年 生 萌 芽 枝	1 年 生 萌 芽 枝
さ し 穂 の 直 径 Diameter of cuttings		6 ～ 8 mm	8 ～ 10 mm
さ し 穂 の 長 さ Length of cuttings		10 cm	10 cm
さ し つ け 本 数 Number of cuttings		1 区 50 本	1 区 50 本
液 の 調 整 剤 Chemicals in solution		Cl O, NaOH	Cl O, NaOH
液 の 交 換 Exchange of solution		隔 日	隔 日
実 験 期 間 Periods tested		12月7日～12月20日	1月19日～2月4日
実 験 場 所 Room tested		26±1°C の暗室定温器内	26±1°C の暗室定温器内

Table 2. さし床液の pH とシダレヤナギのさし穂の発根との関係

Rooting of cuttings of *Salix babylonica* steeped in buffer solutions with various pH.

さし穂 Cuttings	pH	3	4	5	6	7	8	9
発 根 率 (%) Rooted cuttings		0	96	96	94	100	98	100
平 均 根 数 Number of roots per rooted cuttings		—	3.87	3.58	3.76	3.16	3.97	3.38
平 均 根 長 (cm) Length of roots per rooted cuttings		—	0.27	1.37	1.17	1.52	1.82	2.14

Table 3. さし床液の pH とイタチハギのさし穂の発根との関係

Rooting of cuttings of *Amorpha fruticosa* steeped in buffer solutions with various pH.

さし穂 Cuttings	pH	3	4	5	6	7	8	9
発 根 率 (%) Rooted cuttings		0	78	78	62	66	78	68
平 均 根 数 Number of roots per rooted cuttings		—	1.94	2.08	2.19	2.36	2.40	2.38
平 均 根 長 (cm) Length of roots per rooted cuttings		—	2.95	3.38	2.64	3.38	2.97	2.82

Ⅲ—5 発根阻害物質の存在の確認

Ⅲ—3の発根阻害物質を確認するまでのいきさつのところでのべたとおり、クリの鋸屑とヤマモモの枝の浸出液に著しい発根阻害作用のあることが認められたことから、このような発根阻害作用は有害成分の存在を示すもので、とくに発根困難樹種では発根しにくいことと関係があるのではないかと考えられた。そこでこれらのことを明らかにするためにつぎの実験を行なった。

1. 鋸屑を用いての実験

1) 実験—1

A. 材料と方法

クリの鋸屑に発根阻害物質が含まれているとすれば、まず水に可溶性のものであることが考えられるので、簡単な水処理とか、さらに石灰水で酸度を矯正することによつて阻害作用がなくなるかどうかという観点から調べた。鋸屑は1951年5月12日林試岡山分場構内のクリの45年生樹を地際から伐り倒し、樹幹部を皮のついたまま製材機にかけ採用した。この鋸屑は一たん風乾して貯蔵し、7月2日に Table 4 に示す方法にしたがつて流水、煮沸、再煮沸の各処理を行なった。流水処理は水道の流水につけておき、煮沸処理はアルミ鍋で水道水を加えて煮沸した後、流水処理に準じて流水につけておいた。再煮沸処理は煮沸処理して貯蔵しておいたものを使用前に再煮沸した後、1昼夜流水につけておいた。それぞれ処理をした

Table 4. 鋸屑の処理法

Methods of treatment of saw dust from *Castanea crenata* trees.

処 理 の 種 類 Treatment	処 理 時 間 Time treated	処 理 の 操 作 Operation	備 考 Note
無 処 理 Non treatment	—	風乾して暗所に貯蔵 Store up in dark room.	処理後風乾してから 使用 Used after dry in the sun.
流 水 Water	2 週 間 2 week	毎日1回かく拌 Once agitated in one day.	
煮 沸 Boiling	2 時 間 2 hours	処理後2週間流水処理 Treated with water after treated.	
再 煮 沸 Over again boiling	前後各2時間 Each 2 hours	煮沸処理したものを使用前再煮沸 Repeated with treatment of boiling.	

鋸屑はすべて含水率を60% (重量比) に調整して5万分の1のワグネル・ポットに風乾重量で0.6 kg (8分目程度) あて入れ、これに阻害作用の検定用としてイタチハギをさし木した。なお、その含水率を調整する際、石灰水加用区として、無処理、流水処理、再煮沸処理の各鋸屑に生石灰10%の水道水溶液の上澄液をそれぞれ1ポットに30 cc あて加えよく混ぜ合わせた区を設けた。イタチハギのさし穂は8月21日に直径8~10 mm の当年生枝を長さ10 cm に穂作りし、1区あたり50本を、1区2ポットとして1ポットに25本ずつ深さ9 cm にさしつけた。対照区としては無処理の鋸屑のほか赤土区を設けた。実験は室内で行ない15日目に調査を行なった。この間さし床の水分は隔日に消失量だけ秤量法により補給した。実験に用いた鋸屑の性状は Table 5 に示す。

B. 結 果

調査結果は Table 6~7 に示すように、赤土にさし木したイタチハギは発根率60%を示しているが、無処理の鋸屑にさし木したものは1本も発根しなかつただけでなく、発芽とその生育もきわめて悪く、鋸

Table 5. 処理した鋸屑の性状

Characters of saw dust of *Castanea crenata* treated with various methods.

処 理 の 種 類 Treatment	pH		最大容水量 (対重量) Water holding capacity (weight) (%)	色 Color
	石灰水無加用 Standard	石灰水加用 With water calcium		
無 処 理 Non treatment	4.6	5.2	388	黄 褐 色
流 水 Water	5.4	5.8	453	黄 褐 色
煮 沸 Boiling	5.6	—	465	灰 褐 色
再 煮 沸 Over again boiling	5.8	6.6	425	濃灰褐色
赤 土 Control (red soil)	5.8	—	45	褐 色

屑にはさし木の発根・発芽に対する著しい阻害作用のあることがわかつた (Phot. 2—3)。しかしながら、この阻害作用は鋸屑を流水に2週間つけておいただけでかなり減少している。また、流水につける前に2時間水で煮沸処理したものでは、発根率と地上部の成長量において赤土区のものに及ばないが、根長・根重量ではむしろ赤土区よりよくなっている。さらにこの鋸屑を再煮沸処理したものでは発根後の根の成長に対する阻害作用は全く認められない。ただ鋸屑を再煮沸処理しても、イタチハギの発根率と地上部の成長量が赤土区に及ばないのは、さし穂の組織が何ら害されていなかったことからみて、再煮沸処理の鋸屑に阻害作用が残っているのではなく、むしろ鋸屑の水分供給力が弱いことがさし穂の生理活動に不利を招いたとみるべきであろう。

また、無処理の鋸屑に石灰水を加えたものでは、発芽はわずかながらよくなっているが、発根に対する阻害作用は少しも緩和されていないようにみうけられる。むしろ流水処理あるいは再煮沸処理をして阻害作用が緩和あるいは排除されている鋸屑に石灰水を加えたものでは、根の平均絶対乾量がかえって少なくなっている。

2) 実験—2

A. 材料と方法

鋸屑の阻害作用については一応養分的面から検討しておく必要があるので、つぎの試験を行なつた。実験1と同じ鋸屑を無処理のほか、実験1 (Table 4) に準じて再煮沸処理し、9月20日に Table 8 に示す礫耕用培養液を1ポットに1 l あて加えてよく混ぜ合わせ、その日のうちにイタチハギをさし木した。実験は25~28°Cの通光定温室内で行ない、1カ月目に調査を行なつた。その他の材料と方法は実験1に準じた。

B. 結 果

調査結果は Table 9 に示すように、赤土に培養液を加えてさし木したイタチハギは発根・発芽成績とも向上しているが、無処理の鋸屑では発芽した芽の重量がわずかながら多くなっただけで発根したものは1本もなく、発根に対する阻害作用は減つているとはみうけられない。また、阻害作用が完全になつている再煮沸処理をした鋸屑に培養液を加用すると、発芽した芽の重量は増加しているが、発根率と根の

Table 6. 処理した鋸屑の発根阻害作用 (実験1)

Rooting of cuttings of *Amorpha fruticosa* steeped in saw dust of *Castanea crenata* treated with various methods (experiment 1).

鋸屑の処理 Treatment		発根率 Rooted cuttings (%)	平均根数 Number of roots per rooted cuttings	平均根長 Length of roots per rooted cuttings (cm)	平均絶乾根量 Dry weight of roots per rooted cuttings (mg)	発根の特徴 Characteristic of roots
石灰水無加用 Standard	無処理 Non treatment	0	—	—	—	下部切口は黒褐色となりアオカビ寄生。
	流水 Water	26	1.0	4.3	1.9	黒褐色で死んだ根もある。
	煮沸 Boiling	42	1.1	8.9	3.8	白色で局部的に褐色化。
	再煮沸 Over again boiling	46	1.4	11.2	4.3	純白色で長い。
石灰水加用 Mix with water calcium	無処理 Non treatment	0	—	—	—	石灰水無加用区とはほぼ同じだがアオカビやや少ない。
	流水 Water	30	1.0	4.1	1.3	石灰水無加用区とはほぼ同じだが黒味やや濃い。
	再煮沸 Over again boiling	50	1.6	10.7	3.0	純白色で太く長い。
標準 Control	赤土 Control (red soil)	60	1.1	6.2	1.6	白色で2次根発達。

Table 7. 処理した鋸屑の発芽阻害作用 (実験1)

Germination of cuttings of *Amorpha fruticosa* steeped in saw dust of *Castanea crenata* treated with various methods (experiment 1).

鋸屑の処理 Treatment		発芽率 Germinated cuttings (%)	平均伸長量 Length of tops per germinated cuttings (cm)	平均絶乾芽量 Dry weight of tops per germinated cuttings (mg)	発芽の特徴 Characteristic of tops
石灰水無加用 Standard	無処理 Non treatment	24	0.5	12.5	発芽しても先端から黒くなくて全部枯死状態。
	流水 Water	58	1.1	20.0	約20%は無処理区と同じ状態。
	煮沸 Boiling	94	5.7	40.4	発芽・生育とも順調。
	再煮沸 Over again boiling	68	6.8	46.4	〃
石灰水加用 Mix with water calcium	無処理 Non treatment	48	0.7	14.7	石灰水無加用区と大差ない。
	流水 Water	48	1.0	22.7	〃
	再煮沸 Over again boiling	72	5.6	40.8	〃
標準 Control	赤土 Control (red soil)	70	12.0	83.8	発芽・生育とも旺盛。

Table 8. 鋸屑に加工した培養液 (調布および大津水耕農場礫耕培養液)⁹⁰⁾

Composition of culture solution mixed in saw dust.

KNO ₃	550 mg	FeSO ₄ · 7 H ₂ O	5 mg
K ₂ SO ₄	500	Mn SO ₄ · 4 H ₂ O	1
CaSO ₄	760	H ₃ BO ₃	20
MgSO ₄ · 7H ₂ O	520	CuSO ₄ · 5 H ₂ O	0.1
Ca(H ₂ PO ₄) ₂	310	ZnO ₄ · 7 H ₂ O	0.2
(NH ₄) ₂ SO ₄	140	蒸溜水 Distilled water	1 l

Table 9. 鋸屑の発根・発芽阻害作用 (実験2)

Rooting and germination of *Amorpha fruticosa* steeped in saw dust of *Castanea crenata* treated with various methods (experiment 2).

鋸 屑 の 処 理 Treatment		発 根 率 Rooted cuttings (%)	平均絶乾根量 Dry weight of roots per rooted cutt- ings (mg)	発 芽 率 Germinated cuttings (%)	平均絶乾芽量 Dry weight of tops per ger- minated cutt- ings (mg)	備 考 Note
無 処 理 Non treat- ment	培養液無加用 Standard	0	—	22	15.0	下部切口1mmは黒褐色に害されている。
	培養液加用 With culture solution	0	—	20	16.5	下部切口1mmは黒褐色に害されている。
再 煮 沸 Over again boiling	培養液無加用 Standard	88	6.9	94	75.9	根は純白で長い。
	培養液加用 With culture solution	74	3.2	96	82.7	根は2次根多い。
標準・赤土 Control (red soil)	培養液無加用 Standard	54	2.1	66	74.5	根は白く短い。
	培養液加用 With culture solution	58	9.7	68	98.3	根は長く2次根多い。

重量はむしろ少なく、鋸屑をさし床とした場合の成績不良となつた原因が養分関係にあるとはいえないことを明らかにすることができた。

なお、本実験では再煮沸処理した鋸屑区の発根・発芽成績は赤土区のものにくらべて少しも劣らず (Phot. 4), むしろ発根率・発根重量では優り、実験1の場合 (Table 6, 7) とは全く反対の結果を示している。このことは本実験場所が定温室内であり、実験1とは違って水分供給力の差はそれほど影響なく、むしろ鋸屑の方が通気と保温の点で優ることによって、さし穂の生理活動が有利に行なわれたためとみなされる。

3) 考 察

クリの鋸屑に著しい発根阻害作用があることは、カワヤナギをさし木して調べた最初の実験³⁵⁾ によって認められているが、本実験結果においてもイタチハギのさし木の発根・発芽を不能にするほど強い阻害作用のあることが確認された。この原因追求の対象事項となるものとしては、鋸屑が土壌にくらべて酸性

が強いこと、養分が欠乏していること、および有害物質の存在⁵⁷⁾⁶²⁾ していることなどが考えられよう。ところが前にのべたように、鋸屑の発根阻害作用はこれに石灰水や培養液を加えることによって少しも緩和される様子がみられなかつたという事実や、同じ鋸屑を流水に浸漬しただけでかなりその阻害作用が緩和され、さらに水で煮沸することによって阻害作用が認められなくなるという実験結果からみると、そのような阻害作用は有害物質の存在によるものであることはもはや疑う余地はないと思う。

2. さし穂を用いての実験

1) 実験-1

A. 材料と方法

クリの鋸屑中にあると考えられたような発根阻害物質は、さし穂に用いるような枝にも含まれているかどうかを知るため、スギ、アカマツ、ヤマモモ、クリについて枝の浸出液をつくり、発根阻害作用の有無

Table 10. 供試樹種と材料の条件 (実験1)
Conditions of experimental materials used (experiment 1).

条 件 Conditions	樹 種 Species	ス ギ <i>Cryptomeria japonica</i>	ア カ マ ツ <i>Pinus densiflora</i>	ヤ マ モ モ <i>Myrica rubra</i>	ク リ <i>Castanea crenata</i>
浸出材料 Extracted	産 地 Source	富山県宮島村	京都市松尾山	高槻市安満山	林試関西支場
	品 種 Race	リョウウスギ	天 然 生	野 生	銀 寄
	個 樹 数 Number of trees	3	3	1	3
	樹 齢 Ages of trees	約 50 年 生	約 10 年 生	約 100 年生	8 年 生 (つぎ木)
	枝 齢 Ages of branches	2 年生	1 年生	1 年生	1 年生
	枝の直径 (mm) Diameter of branches	8 ~ 10	4 ~ 6	4 ~ 6	6 ~ 8
	採 集 年 月 日 Date of collection	1954年 4 月 2 日	1960年 3 月 10 日	1954年 1 月 19 日	1954年 1 月 19 日
検定材料 Examined	樹 種 Species	シダレヤナギ <i>Salix babylonica</i>	シダレヤナギ <i>Salix babylonica</i>	シダレヤナギ <i>Salix babylonica</i>	〃
	親 木 年 齢 Ages of parent trees	約30年生	約10年生	約50年生	〃
	さし穂年 齢 Ages of cuttings	1 年生	1 年生	1 年生	〃
	さし穂の直径(mm) Diameter of cuttings	6 ~ 8	6 ~ 8	6 ~ 8	〃
	さし穂の長さ(cm) Length of cuttings	10	10	10	〃
	さしつけ月日 Date of planting	4 月 7 日	3 月 13 日	1 月 21 日	〃
	調 査 月 日 Date of investigation	4 月 14 日	3 月 18 日	2 月 1 日	〃

Table 11. 供試浸出液の pH と浸透圧 (実験1)

Osmotic pressure and pH value of extract from branches of each trees (experiment 1).

浸 出 液 Water extract of :	濃 度 Conc. (g/ l)	pH		浸 透 圧 Osmotic pressure (At)
		試 験 前 At the beginning	試 験 終 了 時 At the close	
ス ギ <i>Cryptomeria japonica</i>	0	6.2	6.2	—
	100	5.7	6.0	0.51
	200	5.7	6.0	—
	500	5.3	5.9	1.03
ア カ マ ツ <i>Pinus densiflora</i>	0	5.8	5.9	—
	100	4.4	5.9	—
	200	4.4	6.0	—
	500	4.4	6.0	—
ヤ マ モ モ <i>Myrica rubra</i>	0	6.1	6.2	—
	100	5.2	6.0	0.51
	200	5.2	6.0	—
	500	5.2	6.0	1.55
ク リ <i>Castanea crenata</i>	0	6.1	6.2	—
	100	5.2	6.2	0.51
	200	5.2	6.4	—
	500	5.2	6.6	1.67

を調べることにした。その材料の条件は Table 10 に示す。浸出材料はいずれも剪定鋏で幅 1～2 mm に輪切りし、浸出液はその濃度が問題になるので、各樹種とも浸出材料の量をそれぞれ 500 g, 200 g, 100 g とした異なつた濃度区を設け比較した。なお、浸出液はそれぞれ蒸留水または純水 1 l を加え 2 昼夜放置したものからとり、各 400 cc を大型シャーレに入れ、シダレヤナギを 1 区あたり 50 本あてさし木して発根阻害作用を調査した。試験に用いた各浸出液の pH とアカマツ以外の液で調べた浸透圧は Table 11 に示す。

B. 結 果

各浸出液にさし木したシダレヤナギの発根成績は Table 12 に示すとおりで、いずれの樹種も穂木の浸出液には著しい発根阻害作用があり、さらに、この阻害作用は一般に濃度の高い液ほど強いことが認められる。

2) 実験—2

A. 材料と方法

実験 1 と同じ目的で、同じような浸出液を、これと同一樹種のさし穂に吸収させてさしつけ、発根阻害作用の有無を調べた。その樹種と材料の条件は Table 13 に示す。浸出液はいずれも実験 1 に準じて採集したが、ただ濃度を 500 g/l で 1 昼夜浸出とした。この浸出液 300 cc に、これと同一樹種のさし穂を下部 4 cm の深さで 1 昼夜つけ、液を自然に吸収させてからさし床土壌にさしつけた。また、対照区としては蒸留水区のほか、鋸屑の発根阻害作用は煮沸処理すると減少していることがすでにわかっている (Table 6) ので、1 時間煮沸処理した浸出液の区も設けた。これら浸出液による吸収処理は、ヤマモモは実験室内で行ない、他の樹種は 25～28°C の通光定温器内で行なつた。また、Table 13 に示したとおり、これらの浸出液を吸収させるさし穂には発根能力の高い若木の枝を用いた。これらの供試本数は 1 区 20 本とし、ヤマモモは直径・深さとも 15 cm の素焼ポットに入れた赤土 (Table 53 のような関西支場苗畑の心土) に

Table 12. 穂木浸出液の発根阻害作用 (実験 1)
Rooting of cuttings of *Salix babylonica* steeped in extract from branches of
each trees (experiment 1).

浸 出 液 Water extract of:		発 根 率 Rooted cuttings (%)	平 均 根 数 Number of roots per rooted cuttings	平 均 根 長 Length of roots per rooted cuttings (cm)
ス ギ <i>Cryptomeria japonica</i>	0 g/l	80	3.85	0.78
	100 g/l	46*	2.39*	0.48
	200 g/l	18*	1.33*	0.83
	500 g/l	14*	1.42*	0.92
ア カ マ ツ <i>Pinus densiflora</i>	0 g/l	100	4.56	1.73
	100 g/l	92*	5.00	1.70
	200 g/l	90*	4.78	1.03*
	500 g/l	82*	3.51*	0.25*
ヤ マ モ モ <i>Myrica rubra</i>	0 g/l	98	3.49	1.15
	100 g/l	86*	3.72	2.49
	200 g/l	76*	3.28	1.46
	500 g/l	24*	2.33*	0.39*
ク リ <i>Castanea crenata</i>	0 g/l	98	3.49	1.15
	100 g/l	94	3.45	2.66
	200 g/l	86*	3.12	1.82
	500 g/l	78*	3.38	0.73

* は各 0 g/l 区との間に危険率 5% 以下の有意差があることを示す。

* Significant at 5% level.

Table 13. 供試樹種と材料の条件 (実験 2)
Conditions of experimental materials used (experiment 2).

条 件 Conditions		樹 種 Species	ス ギ <i>Cryptomeria japonica</i>	ア カ マ ツ <i>Pinus densiflora</i>	ヤ マ モ モ <i>Myrica rubra</i>
浸 出 材 料 Extracted	産 地 Source		林 試 関 西 支 場	京 都 市 松 尾 山	高 槻 市 安 満 山
	品 種 Race		リ ヨ ウ フ ス ギ	天 然 生	野 生
	個 樹 数 Number of trees		10	2	1
	樹 齢 Ages of trees		4 年 生 (さ し 木)	約 15 年 生	約 100 年 生
	枝 齢 Ages of branches		1 年 生	1 年 生	1 年 生
	枝の直径 (mm) Diameter of branches		4 ~ 6	6 ~ 8	4 ~ 6
	採 集 年 月 日 Date of collection		1961 年 3 月 13 日	1961 年 3 月 13 日	1956 年 7 月 25 日
検 定 材 料 Examined	樹 種 Species		ス ギ <i>Cryptomeria japonica</i>	ア カ マ ツ <i>Pinus densiflora</i>	ヤ マ モ モ <i>Myrica rubra</i>
	品 種 Race		ト ミ ス ス ギ	大 山 104 号	瑞 光
	親 木 年 齢 Ages of parent trees		3 年 生 (さ し 木)	1 年 生	2 年 生
	さ し 穂 年 齢 Ages of cuttings		1 年 生	1 年 生	当 年 生
	さ し 穂 の 直 径 (mm) Diameter of cuttings		4 ~ 6	3 ~ 4	3 ~ 4
	さ し 穂 の 長 さ (cm) Length of cuttings		20	5	8 (3 葉)
	さ し っ け 月 日 Date of planting		3 月 16 日	3 月 16 日	7 月 27 日
調 査 月 日 Date of investigation			5 月 16 日	5 月 16 日	9 月 25 日

1ポット5本あてさしつけ、露地においてよしずで日よけをした。他のスギとアカマツは中国電力KK・技術研究所考案¹³¹⁾のさし木用ポットム・ヒーター (Phot. 5) 内の鹿沼土にさしつけた。さしつけ後は地表面にいつも湿り気がある程度に給水を心掛け、ヤマモモは隔日に給水したが、ポットム・ヒーター内のスギとアカマツはこれが湿度ならびにさし床水分の条件がよいので1週間目ごとの給水を行なつた。さしつけおよび調査月日は Table 13 に示したとおりである。

B. 結 果

各浸出液を同一樹種のさし穂に吸収処理してさしつけた各樹種の発根成績は Table 14 に示すとおりで、アカマツは必ずしも阻害作用があるとはいえないが、他のスギとヤマモモは無処理の浸出液区は発根が著しく悪く、明らかに発根の阻害されていることが認められる (Phot. 6)。

Table 14. 穂木浸出液の同一樹種のさし穂に対する発根阻害作用 (実験2)

Rooting of cuttings of same species which were got to absorb extract from branches of each trees and then planted (experiment 2).

浸 出 液 Water extract of :		試験前の液のpH pH at the beginning	発 根 率 Rooted cuttings (%)	平均根数 Number of roots per root- ed cuttings	平均根長 Length of roots per rooted cuttings (cm)
スギ <i>Cryptomeria japonica</i>	純 水 Water	6.2	40	3.00	1.00
	無処理浸出液 Non treated	5.8	0*	—	—
	煮沸浸出液 Treated with boiling	6.0	40	2.28	1.27
アカマツ <i>Pinus densiflora</i>	純 水 Water	6.2	50	5.00	3.26
	無処理浸出液 Non treated	4.4	35	6.57	3.42
	煮沸浸出液 Treated with boiling	4.8	60	9.12*	6.17*
ヤマモモ <i>Myrica rubra</i>	蒸 溜 水 Water	6.2	45	4.44	3.45
	無処理浸出液 Non treated	5.2	5*	1.00*	0.50*
	煮沸浸出液 Treated with boiling	5.4	55	6.18*	4.07

* は各純水または蒸溜水区との間に危険率5%以下の有意差があることを示す。

* Significant at 5% level.

他方、このような浸出液を1時間煮沸処理した区のもの、いずれの樹種も発根は阻害されておらず、逆に発根促進の効果さえみられる。

3) 考 察

橘高・筆者³⁵⁾ (1951) は最初クリ、ニセアカシア、カワヤナギの鋸屑とその浸出液にはカワヤナギのさし木の発根を阻害する作用があることを報告し、つづいて佐藤¹⁰⁶⁾ (1952) はクリ、シダレヤナギ、アカマツの太枝 (直径3~8 cm) の浸出液にシダレヤナギをさし木して追試を行ない、クリ、シダレヤナギの浸出液には橘高・筆者の指摘したごとく発根阻害作用があるが、アカマツの浸出液には阻害作用があると

はいえないことを報じている。

これらの報告と実験1の結果 (Table 12) とを総合して考察するとき、クリの浸出液に発根阻害作用があることは上記の両報告と一致するが、アカマツ浸出液の発根阻害作用については必ずしも一致しない。この点に関してはさらに浸出液に供した材料の相違点から検討してみる必要がある。佐藤の実験材料は直径3~8 cmの太枝であり、筆者が用いたのは穂木を想定したため直径0.4~0.6 cmの細い1年生枝であつた。この差は後述の「発根阻害物質の存在部位」の実験結果 (Table 36) で詳述するように、枝でも樹皮部の浸出液には阻害作用があるが、木質部の浸出液には阻害作用が少ないことと関係があるように考えられる。すなわち、佐藤の実験では太枝であるだけに量的にみても阻害作用が少ない木質部の多い材料であつたことが推察される。

ところで、これら浸出液の発根阻害作用と浸出液の浸透圧やpHとは何か関係があるようにみえるが、スギ、ヤマモモ、クリの浸出液で調べた浸透圧はTable 11に示したとおり、濃度が最も高いクリの500 g/l液でも1.67気圧であり、植物の浸透価⁹⁹⁾は普通5~11気圧とされていることからみても、この程度の浸透圧ではこれほど強い発根阻害作用があるとは認められない。また、ことに後述の「発根阻害物質の性質」の耐熱性の実験結果 (Table 21~22) で認められるように、これらの浸出液は煮沸処理すると濃度がわずかながらも高くなるはずであるが、発根阻害作用は反対に煮沸処理することによつて完全になつていくことが、それを証明している。

他方、浸出液のpH値もTable 11に示したとおり、各樹種とも蒸溜水のpH 6.2に対して浸出液ではpH 5.2~5.7とかなり低くはあつたが、実験終了時にはシダレヤナギをさし木したことによつて蒸溜水のpHと大差がなくなつており、また最初に液のpHとシダレヤナギのさし穂の発根との関係を明らかにしておいた (Table 2) とおり、pHが5.0~7.0の範囲内では発根率はあまり変わらない結果からみて、これら浸出液のpH程度では、これほど強く発根は阻害されないものと認められる。

したがつて、これらの浸出液に認められる発根阻害作用は、浸出液中の有害物質によるものであると推定される。また、このような浸出液は同一樹種の発根しやすい若木のさし穂に吸収させてさしつけた場合でも、発根を不可能に近くするほど著しい発根阻害作用を示したことから、これら浸出液をとつたような穂木に発根阻害物質が含まれていることは明らかで、さらに、この阻害物質が含まれているさし穂では、さし穂自体の発根力がこれにより大きな影響をうけているものと推察される。

III-6 発根阻害物質の性質

前項の実験によつて、枝の浸出液にみられる発根阻害作用は、阻害物質の存在によるものであることがほぼ決定的になつたので、このことを十分に確認するため、このような阻害物質はイオン交換樹脂によつて分別できるかどうか、透析性かどうか、加熱処理によつてなくなるかどうかという観点から検討を加えた。

1. 阻害成分の分別

1) 材料と方法

2種類のイオン交換樹脂を使つて穂木の浸出液を酸性部分とアルカリ性部分にわけ、阻害作用がどちらの部分にあるかを調べた。その樹種と材料の条件はTable 15に示す。

この浸出材料はいずれも樹皮部のみを用いた。これは、後述の「発根阻害物質の存在部位」の実験結果 (Table 36) のところで詳述するように、同じ枝でも木質部より樹皮部の浸出液の方が阻害作用が強かつ

Table 15. 供試樹種と材料の条件
Conditions of experimental materials used.

条 件 Conditions	樹 種 Species	ス ギ <i>Cryptomeria japonica</i>	アカマツ <i>Pinus densiflora</i>	ヤマモモ <i>Myrica rubra</i>	ク リ <i>Castanea crenata</i>
浸出材料 Extracted	産 地 Source	林試関西支場	林試関西支場	京都市東山	林試関西支場
	品 種 Race	シバハラ	不 明	野 生	銀 寄
	個 樹 数 Number of trees	2	2	2	1
	樹 齢 Ages of trees	6年生(さし木)	7年生	約15年生	約15年生(つぎ木)
	枝 齢 Ages of branches	1～2年生	1～3年生	2～4年生	2～4年生
	枝の直径 (mm) Diameter of branches	5～15	10～20	10～20	10～30
	採 集 年 月 日 Date of collection	1960年2月16日	1960年2月16日	1960年2月7日	1960年3月5日
検定材料 Examined	樹 種 Species	シダレヤナギ <i>Salix babylonica</i>	シダレヤナギ <i>Salix babylonica</i>	シダレヤナギ <i>Salix babylonica</i>	シダレヤナギ <i>Salix babylonica</i>
	親 木 年 齢 Ages of parent trees	8年生	8年生	約15年生	約50年生
	さし穂年 齢 Ages of cuttings	1年生	1年生	1年生	1年生
	さし穂の直径 (mm) Diameter of cuttings	4～6	4～6	4～6	4～6
	さし穂の長さ (cm) Length of cuttings	10	10	10	10
	さしつけ月日 Date of planting	2月18日	2月18日	2月9日	3月7日
	調 査 月 日 Date of investigation	2月27日	2月27日	2月19日	3月16日

たからである。浸出液は樹皮部 500 g に純水 2 l を加え、25±1°C の暗室定温器内で2昼夜浸出し、綿でこして用いた。

この浸出液は、イオン交換樹脂の IRA 410 でろ過して酸性部分を除き、また IR 120 でろ過してアルカリ性部分を除き、それぞれアルカリ性部分と酸性部分との液にわけた。このうち酸性部分の液は pH があまりにも低く、検定材料のシダレヤナギの発根が明らかに阻害されたと考えられたので、同じ酸性部分の液を NaOH で純水の pH と同じになるよう補正した液も用いてみた。このようにしてつくった浸出液は 300 cc を大型シャーレに入れ、シダレヤナギを1区50本あてさし木してその阻害作用を調べた。

2) 結 果

各浸出液にさし木したシダレヤナギの発根成績は Table 16 に示すとおりで、4 樹種とも無処理の浸出液には発根阻害作用のあることが認められる。ただ、その阻害程度はクリの浸出液では発根率と根長とが

Table 16. 枝の樹皮部浸出液の酸性・アルカリ性部分の発根阻害作用

Rooting inhibiting activity of various fraction separated from an aqueous extract of branches bark of each trees. Activity is shown by rooting of *Salix babylonica* cuttings in each medium.

浸 出 液 Water extract of :	液の pH pH of solution			発 根 率 Rooted cuttings (%)	平均根数 Number of roots per rooted cuttings	平均根長 Length of roots per rooted cuttings (cm)
	試 験 前 At the beginning	試験 1 日目 After 1 days	試験終了時 At the close			
スギ <i>Cryptomeria japonica</i>	純 水 Water	6.0	6.0	6.5	100	3.32
	原 液 Standard	5.8	5.8	6.8	94	3.06
	酸性部分を除いた液 Without acid fraction	11.4	7.2	7.2	92*	3.23
	アルカリ性部分を除いた液 Without alkalic fraction	2.5	2.6	3.0	2*	1.00*
	pH を修正した同上液 Neutralized alkalic fraction	6.0	7.2	7.2	92*	2.39
アカマツ <i>Pinus densiflora</i>	純 水 Water	6.0	6.0	6.5	100	3.32
	原 液 Standard	4.8	5.0	6.8	92*	3.15
	酸性部分を除いた液 Without acid fraction	10.2	7.0	7.0	98	2.97
	アルカリ性部分を除いた液 Without alkalic fraction	2.8	3.2	4.8	78*	2.51
	pH を修正した同上液 Neutralized alkalic fraction	6.0	7.0	7.0	94	2.91
ヤマモモ <i>Myrica rubra</i>	純 水 Water	5.8	—	6.2	100	3.56
	原 液 Standard	4.8	—	6.2	94	3.59
	酸性部分を除いた液 Without acid fraction	7.2	—	6.4	96	3.66
	アルカリ性部分を除いた液 Without alkalic fraction	2.8	—	5.8	94	3.46
	pH を修正した同上液 Neutralized alkalic fraction	5.8	—	6.4	96	3.58
クリ <i>Castanea crenata</i>	純 水 Water	6.0	—	6.4	98	2.65
	原 液 Standard	5.4	—	6.3	38*	1.94
	酸性部分を除いた液 Without acid fraction	8.0	—	6.9	92	2.15
	アルカリ性部分を除いた液 Without alkalic fraction	3.4	—	4.2	28*	1.92
	pH を修正した同上液 Neutralized alkalic fraction	6.0	—	6.5	38*	1.97

* は各純水区との間に危険率 5% の有意差があることを示す。

* Significant at 5% level.

強く阻害されているが、他の3樹種ではそれほど強くなく、もっぱら根長で阻害されていることがわかる。

また、これら浸出液中から酸性部分とアルカリ部分をそれぞれ除いた液で阻害作用を調べた結果、酸性部分を除いた液では、スギの液のみは阻害作用がまだ残っているが、他の3樹種の液では阻害作用がほとんどみられないまでになくなっていることがわかる。また、これらの液はアルカリ性部分を除くことによつて最初からpHが3.0前後に低下していたが、この液のpHを純水と同じ6.0までに高めた場合でも阻害作用はほとんど減少していない。すなわち、これらの結果はアカマツ、ヤマモモ、クリの浸出液中の発根阻害作用はほとんど全部のものが液の酸性部分にあることを示している。

ただ、スギの浸出液のみは、酸性部分を除いた液中にもまだ根長を阻害する作用が残っており、このことは阻害作用がアルカリ性部分にもあることを示すものとして注目しておく必要がある。

また、浸出液にかぎらず対照区の純水の場合でも、シダレヤナギをさし木した翌日にはすでに液のpHの中性化がみられ、試験終了時にはアルカリ性部分を除いた液のみは、その中性化が小さく、なかでもスギの液は試験終了時でもpHは3.0で止まっていた。pHが4.0程度ならばあまり問題がないが、それが3.0だと発根が不可能に近いことは最初に示したTable 2から認められるので、アルカリ性部分を除いた浸出液で、阻害作用が原液よりも強くなっている分は、pHが低かつた影響をうけていると考えられる。

2. 透析性

1) 材料と方法

穂木の浸出液を透析処理して阻害作用が失われるかどうかを調べた。その樹種と材料の条件はTable 17

Table 17. 供試樹種と材料の条件

Conditions of experimental materials used.

樹 種 Species		スギ <i>Cryptomeria japonica</i>	アカマツ <i>Pinus densiflora</i>	ヤマモモ <i>Myrica rubra</i>	ク　リ <i>Castanea crenata</i>
条 件 Conditions					
浸出材料 Extracted	産 地 Source	富山県宮島村	林試関西支場	高槻市安満山	林試関西支場
	品 種 Race	リョウワスギ	不 明	野 生	銀 寄
	個 樹 数 Number of trees	3	2	1	1
	樹 齢 Ages of trees	約50年生	7 年生	約50年生	8 年生 (つぎ木)
	枝 齢 Ages of branches	2 年生	2 年生	2 年生	2 年生
	枝の直径(mm) Diameter of branches	8～10	6～10	6～10	10～20
	採 集 年 月 日 Date of collection	1954年4月2日	1960年2月3日	1954年11月7日	1954年11月7日
検定材料 Examined	樹 種 Species	シダレヤナギ <i>Salix babylonica</i>	シダレヤナギ <i>Salix babylonica</i>	シダレヤナギ <i>Salix babylonica</i>	〃
	親 木 年 齢 Ages of parent trees	約30年生	約15年生	約15年生	〃
	さし穂年 齢 Ages of cuttings	1 年生	1 年生	当年生	〃
	さし穂の直径(mm) Diameter of cuttings	6～8	6～8	6～8	〃
	さし穂の長さ(cm) Length of cuttings	10	10	10	〃
	さしつけ月日 Date of planting	4月7日	2月6日	11月10日	〃
	調 査 月 日 Date of investigation	4月14日	2月17日	11月20日	〃

に示す。これらの浸出材料は枝のまま剪定鋏で幅 1~2 mm に輪切りした。浸出液は材料 500 g に蒸溜水 1 l を加えて 25±1°C の暗室定温器内で 1 昼夜浸出して綿でこし、400 cc を硫酸紙に包んで水道水で 48 時間、ひきつづいて蒸溜水で 3 時間透析した。これら浸出液の阻害作用の検定は前項の実験 (Table 15 ~16) に準じて行なつた。

2) 結 果

各浸出液にさし木したシダレヤナギの発根成績は Table 18 に示すとおりで、4 樹種ともその無処理の浸出液には強い発根阻害作用のあることがわかる。また、これらの浸出液を透析処理すると、スギの浸出

Table 18. 透析処理した枝浸出液の発根阻害作用

Rooting inhibiting activity of dialysis treated from extract of branches of each trees.

Activity is shown by rooting of *Salix babylonica* cuttings in each medium.

浸 出 液 Water extract of :		試験前の液のpH pH at the beginning	発 根 率 Rooted cuttings (%)	平 均 根 数 Number of roots per rooted cuttings	平 均 根 長 Length of roots per rooted cuttings (cm)
ス ギ <i>Cryptomeria japonica</i>	蒸 溜 水 Water	6.2	80	3.85	0.78
	無 処 理 Non dialyzed	5.3	14*	1.42*	0.92
	透 析 処 理 Dialyzed	5.4	54*	2.50*	0.74
アカマツ <i>Pinus densiflora</i>	純 水 Water	6.2	90	3.01	2.14
	無 処 理 Non dialyzed	5.4	72*	2.70	1.03*
	透 析 処 理 Dialyzed	5.8	86	2.64	2.37
ヤマモモ <i>Myrica rubra</i>	蒸 溜 水 Water	6.2	76	2.18	1.58
	無 処 理 Non dialyzed	5.5	34*	1.47	0.42*
	透 析 処 理 Dialyzed	6.0	64	1.75	1.25
ク リ <i>Castanea crenata</i>	蒸 溜 水 Water	6.2	76	2.18	1.58
	無 処 理 Non dialyzed	5.6	48*	2.12	0.41*
	透 析 処 理 Dialyzed	6.5	74	2.27	2.13

* は各蒸溜水または純水区との間に危険率 5 % 以下の有意差があることを示す。

* Significant at 5 % level.

液の阻害作用は蒸溜水区の 65% 程度までしかなくなつていないが、他の 3 樹種の阻害作用はほとんど完全になくなつていくことがわかる。すなわち、スギの浸出液の阻害作用は一部に透析しないものがあるが、アカマツ・ヤマモモ・クリの浸出液の阻害作用は透析性のものであることを示している。

3. 耐熱性

1) 材料と方法

実験—1

穂木の浸出液を煮沸して阻害作用が失われるかどうか調べた。その樹種と材料の条件は Table 19 に示す。浸出液の採集および阻害作用の検定は Table 15~16 の実験に準じて行ない、浸出液の熱処理は、400 cc をフラスコに入れ、これを蒸器に入れて 1 時間加熱した。

Table 19. 供試樹種と材料の条件 (実験 1)
Conditions of experimental materials used (experiment 1).

条 件 Conditions		樹 種 Species	ヤ マ モ モ <i>Myrica rubra</i>	ク リ <i>Castanea crenata</i>
浸 出 材 料 Extracted	産 地 Source		高槻市安満山	林試関西支場
	品 種 Race		野 生	銀 寄
	個 樹 数 Number of trees		1	3
	樹 齢 Ages of trees		約 100 年生	8 年生 (つぎ木)
	枝 齢 Ages of branches		1 年生	1 年生
	枝の直径 (mm) Diameter of branches		4 ~ 6	6 ~ 8
	採 集 年 月 日 Date of collection		1954 年 1 月 19 日	1954 年 1 月 19 日
検 定 材 料 Examined	樹 種 Species		シダレヤナギ <i>Salix babylonica</i>	〃
	親 木 年 齢 Ages of parent trees		約 50 年生	〃
	さ し 穂 年 齢 Ages of cuttings		1 年生	〃
	さし穂の直径 (mm) Diameter of cuttings		6 ~ 8	〃
	さし穂の長さ (cm) Length of cuttings		10	〃
	さ し つ け 月 日 Date of planting		1 月 21 日	〃
	調 査 月 日 Date of investigation		2 月 1 日	〃

実験—2

穂木の浸出液の阻害作用はどの程度の熱で失われるかを調べた。その樹種と材料の条件は Table 20 に示す。浸出材料は枝の樹皮部のみを用い、その 500 g に純水 2 l を加え 2 昼夜浸出した。浸出液の熱処理は 400 cc をフラスコに入れ、これを 100°C 区は実験 1 に準じ、75°C 区は湯煎器に入れ、それぞれ 1 時間加熱した。阻害作用の検定は実験 1 に準じて行なつた。

Table 20. 供試樹種と材料の条件 (実験2)

Conditions of experimental materials used (experiment 2).

樹 種 Species		ス ギ <i>Cryptomeria japonica</i>	アカマツ <i>Pinus densiflora</i>	ヤマモモ <i>Myrica rubra</i>	ク リ <i>Castanea crenata</i>
条 件 Conditions					
浸出材料 Extracted	産 地 Source	林試関西支場	林試関西支場	高槻市安満山	林試関西支場
	品 種 Race	リョウウスギ	不 明	野 生	銀 寄
	個 樹 数 Number of trees	10	10	1	1
	樹 齢 Ages of trees	4 年生(さし木)	7 年生	約 100 年生	約 15 年生 (つぎ木)
	枝 齢 Ages of branches	1 ~ 2 年生	1 ~ 3 年生	1 ~ 3 年生	2 ~ 4 年生
	枝の直径 (mm) Diameter of branches	5 ~ 15	10 ~ 20	5 ~ 15	10 ~ 30
	採 集 年 月 日 Date of collection	1960年11月15日	1960年11月15日	1956年2月27日	1960年1月25日
検定材料 Examined	樹 種 Species	シダレヤナギ <i>Salix babylonica</i>	シダレヤナギ <i>Salix babylonica</i>	シダレヤナギ <i>Salix babylonica</i>	シダレヤナギ <i>Salix babylonica</i>
	親 木 年 齢 Ages of parent trees	約 15 年生	約 15 年生	約 10 年生	約 30 年生
	さ し 穂 年 齢 Ages of cuttings	当 年 生	当 年 生	1 年 生	1 年 生
	さし穂の直径 (mm) Diameter of cuttings	4 ~ 6	4 ~ 6	4 ~ 6	4 ~ 6
	さし穂の長さ (cm) Length of cuttings	10	10	10	10
	さ し つ け 月 日 Date of planting	11月18日	11月18日	3 月 1 日	1 月 29 日
	調 査 月 日 Date of investigation	11月29日	11月29日	3 月 9 日	2 月 12 日

Table 21. 煮沸処理した枝浸出液の発根阻害作用 (実験1)

Rooting inhibiting activity of boiling treated from extract of branches of each trees
(experiment 1).

浸 出 液 Water extract of :		試験前の液の pH pH at the beginning	発 根 率 Rooted cuttings (%)	平 均 根 数 Number of roots per rooted cuttings	平 均 根 長 Length of roots per rooted cuttings (cm)
ヤマモモ <i>Myrica rubra</i>	蒸 溜 水 Water	6.2	98	3.49	1.15
	無 処 理 Non treated	5.2	24*	2.33*	0.39*
	煮 沸 処 理 Treated with boiling	5.4	98	4.75	1.24
ク リ <i>Castanea crenata</i>	蒸 溜 水 Water	6.2	68	3.49	1.15
	無 処 理 Non treated	5.2	78*	3.12	0.73*
	煮 沸 処 理 Treated with boiling	5.6	96	3.96	3.23*

* は各蒸溜水区との間に危険率 5 % 以下の有意差があることを示す。

* Significant at 5% level.

2) 結 果

実験—1

各浸出液にさし木したシダレヤナギの発根成績は Table 21 に示すとおりで、ヤマモモ、クリの浸出液とも、無処理の浸出液には強い発根阻害作用があるが、これと同様な浸出液を1時間煮沸処理（蒸器に入れて加熱した）することによつてその阻害作用は失われることがわかつた。

実験—2

各浸出液にさし木したシダレヤナギの発根成績は Table 22 に示すとおりで、4 樹種とも無処理の浸出液には発根阻害作用がある。ただし、アカマツの浸出液の阻害作用は弱いと認められる。

Table 22. 加熱処理した枝浸出液の発根阻害作用（実験2）

Rooting inhibiting activity of heating treated from extract of branches of each trees
(experiment 2).

浸 出 液 Water extract of :		試験前の液の pH pH at the beginning	発 根 率 Rooted cuttings (%)	平均根数 Number of roots per rooted cuttings	平均根長 Length of roots per rooted cuttings (cm)
ス ギ <i>Cryptomeria japonica</i>	純 水 Water	5.8	90	2.77	1.63
	無 処 理 Non treated	4.8	28*	1.38*	0.29*
	75°C 処 理 Treated with 75°C	4.8	56*	1.85	0.20*
	100°C 処 理 Treated with 100°C	4.8	76*	2.02	0.25*
ア カ マ ツ <i>Pinus densiflora</i>	純 水 Water	5.8	90	2.77	1.63
	無 処 理 Non treated	5.0	80	2.20	1.27
	75°C 処 理 Treated with 75°C	5.0	94	2.91	1.58
	100°C 処 理 Treated with 100°C	5.0	100	2.98	1.58
ヤ マ モ モ <i>Myrica rubra</i>	蒸 溜 水 Water	6.6	96	3.48	0.94
	無 処 理 Non treated	5.2	66*	4.14	0.48*
	75°C 処 理 Treated with 75°C	5.2	94	4.08	0.60
	100°C 処 理 Treated with 100°C	5.2	98	3.68	1.11
ク リ <i>Castanea crenata</i>	純 水 Water	5.8	98	3.30	2.29
	無 処 理 Non treated	4.8	68*	2.26*	0.20*
	75°C 処 理 Treated with 75°C	4.8	90	2.64	0.31*
	100°C 処 理 Treated with 100°C	4.8	92	2.97	2.32

* は各純水または蒸溜水区との間に危険率5%以下の有意差があることを示す。

* Significant at 5% level.

また、このような浸出液を1時間煮沸すると、ヤマモモ、クリ、アカマツの液の阻害作用はほぼ完全になくなっており、実験1の結果とはほぼ一致する。しかし、スギの液の阻害作用は発根率と根数に対してはかなり弱くなっているが、根長に対しては全く減少していないようみうけられる。

なお、75°C で1時間加熱したものをみると、ヤマモモとアカマツの液の阻害作用はすでにこの温度で大部分のものがなくなっていることがわかる。また、クリの液の阻害作用もヤマモモにほぼ近くなっている。これに対しスギの液の阻害作用はまだかなり残っていることがわかる。

以上の両実験結果をあわせると、アカマツ、ヤマモモ、クリの浸出液の発根阻害作用は75°C の1時間の加熱で大部分がなくなり、それが1時間も煮沸するとほぼ完全になる性質のものであることが認められるが、他面スギの浸出液の阻害作用は、このようなもののほかに、1時間煮沸してもなくなる性質のものもあることがわかる。

4. 考 察

以上の各実験結果を総合すると、4樹種の枝の浸出液にある発根阻害作用はつぎのような性質をもつ物質によるものであることが認められる。

スギ：大部分は酸性で透析性で1時間の煮沸でなくなるが、一部にこれらと全く反対のものも含む。

アカマツ：ほとんど全部が酸性の透析性のもので、1時間の煮沸でなくなる。

ヤマモモ：アカマツに類している。

クリ：アカマツ・ヤマモモに類している。

浸出液の発根阻害作用が枝から浸出された有害成分によるものであることはほぼ明らかであるが、さらに本実験結果から考えられるその有害成分は、アカマツ、ヤマモモ、クリの3樹種はよく似た性質のもので、75~100°C の加熱で破かいされやすい酸性イオン物質であり、また、スギはそのような物質のほか一部にアルカリ側のものもあることが推察される。

ところで、宮道⁵²⁾ (1949) の系統的植物成分分離抽出法および山口¹³⁵⁾ (1958) の植物成分分析法によれば、冷水浸出では、有機酸、アルカロイド、タンニン、配糖体、糖、塩類、蛋白質粘液、グミ質、苦味質などが浸出される。本実験に用いた浸出液も25±1°C の温度下で浸出させたものであるから、そのような特殊成分が浸出材料の枝に存在しておれば、当然浸出されていたものと考えられる。しかしながら、その中で発根阻害作用が75~100°C の加熱で失なわれやすい酸性物質ということになると、有機酸とタンニンのようなものにかぎられてくる。有機酸類がさし木の発根を阻害することを明らかにした報告はまだないようであるが、果樹や農作物の忌地の問題では生育阻害物質として注目されている。すなわち、BÖRNER⁴⁾ (1959) はリンゴの根皮に含まれる生育阻害物質としてフェノール系物質の Phloridzin を分離しており、滝島・林¹⁷⁾ (1959) はトマト・エンドウ・リクトウの水耕廃液中の生育阻害物質として、それはとくに炭素数4以上の脂肪族および芳香族の有機酸であると考えられたことを明らかにしていることなどこれに関する報告²⁾ は少なくない。なお、タンニン類がさし木の発根を左右するとは決められないという見方もあるが、塚本¹²³⁾ (1949) は澱粉含量低く、タンニン含量の大きい樹種は概して発根が悪く、成長ホルモン処理の効果も不良であつたことを報告しており、さらにタンニン類はつぎ木にも阻害物質として作用するとの報告⁴²⁾ もある。スギ・アカマツ・ヤマモモ・クリなどの樹体に有機酸類が生成されていることも当然考えられるし、またタンニン類⁵¹⁾ も比較的多く含まれているので、これらの水浸出液に認められる発根阻害成分は、このような有機酸またはタンニンに類したものか、あるいはこれらの関連成分ではないかと考え

られる。

なお、スギではこれ以外の発根阻害成分、すなわち一部にはアルカリ性の透析しない耐熱性の阻害物質もあることが認められたが、浸出液中で考えられる成分の中では、配糖体、糖類のほか、浸出液はかなりの粘性を帯びていたことから粘液もうかびあがつてくる。しかし、このようなものが発根阻害作用をもっているか否かはわかつておらず、しかも、このような成分の変転はとくに酵素作用との関係¹⁰⁰⁾を切り離しては論じられないし、また上記の有機酸やタンニンに類する成分の場合でも、そのうちのどのようなものが発根阻害作用をもっているかについてはなおわかつていないが、これらのことを明らかにしていくには生化学的な面からの研究を必要とする。

III—7 発根阻害物質の存在と発根促進ホルモンの作用との関係

すでに研究史でのべたように、不定根の発生に成長ホルモンの存在が必要であることは、LAIBACH と MÜLLER¹⁰⁾ (1935) の仕事以来多くの研究でほぼ証明されている。また、このような成長ホルモン剤による処理がさし木の発根促進に有効であることも種々の植物で認められている。しかしながら、さし木困難樹種にホルモン処理を行なつて、青島トゲナシニセアカシア³²⁾のように非常によい成績が得られているものがある反面、樹種によつては安定した効果が得られないばかりではなく、普通の使い方では効果のあらわれない場合⁷⁰⁾が少なくない。

WENT と THIMANN¹³²⁾ (1937) はさし穂を成長素で処理する場合、発根に失敗する原因の中で最も重要なものを3つあげている。第1は成長素が発根の制限因子でない場合、第2は処理した成長素とか、その他の物質が切断面から失なわれていくことで、発根困難なさし穂にあつてはしばしば著しい浸出現象が行なわれている。第3は成長素がさし穂の切断面で切口から分泌される酵素のために不活性化されることであつて、この現象も明らかにその1つの原因であるとのべている。

このようなことから、穂木の浸出液中にあるような発根阻害物質は、さし穂のホルモン処理の効果をも抑制するのではないかと考えて、つぎの2つの実験を行なつた。

1. エンドウ試験法による成長阻害作用の確認⁷⁸⁾

1) 材料と方法

ヤマモモの枝の浸出液と蒸留水にホルモン剤を溶かしたものを用意して、浸出液中におけるホルモンの働きをエンドウ試験法¹³²⁾により比較判定した。この浸出液は、1954年2月3日に林試岡山分場構内の約20年生の瑞光種(つぎ木)から2年生部分の枝をとり、その500gを長さ15cmに切りそろえて蒸留水1lに下部10cmをつけ、そのまま20°Cの暗室定温器内に1昼夜おいてその液をとつた。この浸出液はろ紙でこし、直ちにアルファ・ナフタリン酢酸ソーダの5mg/l溶液とし、その20ccをベトリ皿にとり、黄化エンドウ(品種アラスカ)の芽生の縦切した茎片を1皿に5本あて浸し、25±2°Cの暗室定温器内におき、12時間後に各茎片の屈曲度を比較した。対照区としては蒸留水溶液区のほかに、アルファ・ナフタリン酢酸ソーダを含まない浸出液区をつくつた。なお、浸出液のpHはNaOHで、蒸留水と同じ6.8に調整して用いた。また、ベトリ皿数は1試験区2枚あてとした。

2) 結果

Fig. 1に示すように、蒸留水のホルモン溶液中につけたエンドウの茎片はよく屈曲して、ホルモンの働きが認められたにかかわらず、浸出液のホルモン溶液中につけたものは全く屈曲せず、ホルモンの働きを認めることができなかった。

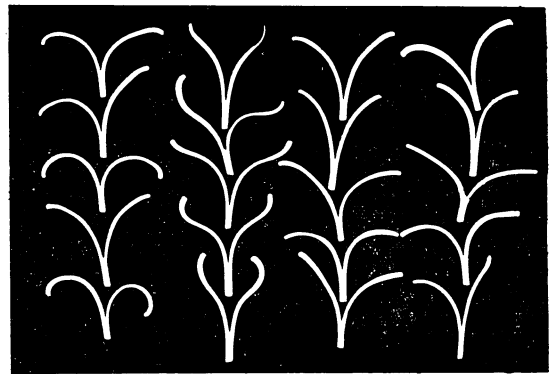
ただホルモンの定量法はエンドウ試験法だと、その量的関係を示す茎片の屈曲が供試液の酸性や重金属類によって阻害される場合もあるとの報告¹⁹²⁾があるが、当試験の浸出液はpHを蒸溜水と同じ6.8に調整して用いたので、少なくともpHの影響はなかつたものとみてよい。したがって、ヤマモモの枝の浸出液中にはアルファ・ナフタリン酢酸ソーダのホルモンの作用を消失させるか、また阻害する作用があるとみなされる。

2. ホルモン処理の効果に対する阻害作用⁵⁹⁾

1) 材料と方法

実験—1

ヤマモモなど7樹種の浸出液と蒸溜水にホルモン剤を溶かし、ホルモン処理の発根促進効果が顕著な青島トゲナシニセアカシアを処理してさしつけ、その発根状態から、各浸出液中におけるホルモン剤の効果の減少程度を判定した。その樹種と浸出材料の条件はTable 23のとおりで、各浸出材料はそれぞれ300gを長さ15cmに切りそろえ、蒸溜水300ccに下部10cm



A B C D

A : 5mg/l 浸出液溶液 NAA 5mg in extract/l
B : 5mg/l 蒸溜水溶液 NAA 5mg in distilled water/l
C : 0mg/l 浸出液溶液 NAA 0mg in extract/l
D : 0mg/l 蒸溜水溶液 NAA 0mg in distilled water/l

Fig. 1 ヤマモモの枝浸出液と蒸溜水の各アルファ・ナフタリン酢酸ソーダ溶液に浸漬した黄化エンドウ芽生の屈曲度

Bending angle of germination of peas steeped in each 5mg/l solution of sodium-alpha-naphthalene acetate which was dissolved in extract from branches of *Myrica rubra* and in distilled water.

Table 23. 供試樹種と浸出材料の条件 (実験1)

Conditions of extraction materials used (experiment 1).

樹種 Species	産地 Source	品種 Race	個樹数 Number of trees	樹齢 Ages of trees	枝齢 Ages of branches	枝の直径 Diameter of branches(mm)	採集年月日 Date of collection
ヤマナラシ <i>Populus sieboldii</i>	林試岡山分場	—	1	約10年生	2年生	8~12	1952年4月9日
クリ <i>Castanea crenata</i>	〃	銀寄	1	約15年生 (つぎ木)	2年生	8~12	〃
ハンノキ <i>Alnus japonica</i>	〃	—	1	約15年生	2年生	8~12	〃
イタチハギ <i>Amorpha fruticosa</i>	〃	—	3	2年生	2年生	8~12	〃
ヤマハギ <i>Lespedeza bicolor</i> var. <i>japonica</i>	〃	—	3	4年生	2年生	6~8	〃
フサアカシア <i>Acacia dealbata</i>	〃	—	1	約15年生	2年生	8~12	〃
ヤマモモ <i>Myrica rubra</i>	〃	瑞光	1	約20年生 (つぎ木)	2年生	6~8	〃

をつけて、そのまま室内の常温に1昼夜、ひきつづいて30～35°Cの温湯内に12時間おき、さし穂から自然に浸出される状態として液をとつた。そしてこの浸出液をそれぞれ200ccを用い、これを溶媒としたアルファ・ナフタリン酢酸ソーダの0.01%溶液を調製し、これに青島トゲナシエアカシアのさし穂(12年生樹の貯蔵休眠枝・直径8～12mm・長さ12cm)を1区50本あて12時間浸漬処理した。処理したさし穂は26±3°Cの通光定温室内の木箱に入れた赤土にさしつけた。さし床の水分は含水率50%(重量)に調整し、隔日に消失量を秤量法により補給した。対照区は蒸溜水のホルモン溶液区のほかに、蒸溜水だけの区をつくり、処理後同様な操作でさしつけた。4月12日にさしつけ、5月9日に実験をしめきつて調査した。

実験—2

実験1と同じ目的で行なつたが、樹種を新たにしたことと浸出材料に枝の樹皮部を用いた点が異なっている。その樹種と材料の条件はTable 24のとおりで、これらの浸出材料からそれぞれ樹皮部をはぎとり、その100gに純水400ccを加えて15～20°Cの暗室内に1昼夜おいて浸出液をとつた。この浸出液は200ccを実験1に準じてアルファ・ナフタリン酢酸ソーダの0.01%液にし、青島トゲナシエアカシアのさし穂(5年生樹の貯蔵休眠枝・直径6～8mm・長さ10cm)を1区40本あてとし、14時間浸漬処理した。処理したさし穂は、直径・深さとも約15cmの素焼ポットに赤土(Table 53)を入れて、1鉢に13～14本あてさしつけた。このポットは屋外におき、その後地表面にいつも湿り気がある程度に適宜かん水をつづけたほかは、特別な管理を行なわなかつた。5月12日にさしつけ、6月14日に調査を行なつた。

Table 24. 供試樹種と浸出材料の条件(実験2)
Conditions of extraction materials (experiment 2).

樹 種 Species	産 地 Source	品 種 Race	個樹数 Number of trees	樹 齢 Ages of trees	枝 齢 Ages of brachches	枝の直径 Diameter of branches(mm)	採集年月日 Date of collection
ク リ <i>Castanea crenata</i>	林試関西支場	銀寄	1	約20年生 (つき木)	2～3年生	10～20	1959年5月10日
シダレヤナギ <i>Salix babylonica</i>	京都市桃山町	—	1	約20年生 (さし木)	2～3年生	10～20	〃
オオバヤシヤブシ <i>Alnus sieboldiana</i>	林試関西支場	—	2	6年生	2～3年生	10～15	〃
青島トゲナシエアカ シア <i>Robinia pseudo- acacia</i> var. <i>bessoniana</i>	〃	—	3	6年生 (さし木)	1年生	8～10	〃
フサアカシア <i>Acacia dealbata</i>	〃	—	2	5年生	2～3年生	10～15	〃
ヤマモモ <i>Myrica rubra</i>	高槻市安満山	野生	1	約50年生	2～3年生	10～15	〃
ス ギ <i>Cryptomeria japonica</i>	林試関西支場	シバハラ	2	4年生 (さし木)	1～2年生	4～10	〃
アカマツ <i>Pinus densiflora</i>	〃	不明	2	10年生	2～3年生	6～15	〃
ヒ ノ キ <i>Chamaecyparis obtusa</i>	〃	不明	1	8年生	2～3年生	6～10	〃

2) 結 果

実験—1

浸出液を溶媒としたホルモン溶液で処理してさし木した青島トゲナシニセアカシアの発根状態は Table 25 に示すとおりで、まず青島トゲナシニセアカシアのさし穂はホルモン処理しないとやはり容易に発根しない樹種であることがわかる。すなわち、無処理区は1本も発根しなかつたのに対し、アルファ・ナフタリン酢酸ソーダの蒸溜水溶液で処理した区は発根率 100% を示し、その処理が絶対的な効果をあらわすことが認められた。ところが、ホルモン剤の濃度がこれと同じになるよう各種樹木の枝の浸出液に溶かし、これで処理した区のもの、いずれも発根率が低く、発根量も少なく、最も発根成績の悪いヤマナラシ液区では蒸溜水溶液区の約半分の効果しか得られていない。

Table 25. 枝浸出液のホルモン処理の効果に対する阻害作用 (実験1)

Rooting of cuttings of *Robinia pseudoacacia* var. *bessoniana* which were treated with solution dissolved chemicals as hormone in extract from branches of each trees (experiment 1).

アルファ・ナフタリン酢酸ソーダの溶媒 Solvent of hormone	発 根 率 Rooted cuttings (%)	平均絶乾根重量 Dry weight of roots per rooted cuttings (mg)	平均絶乾芽重量 Dry weight of tops per germinated cuttings (mg)
蒸 溜 水 Water	100	5.4	85.0
ヤマナラシ液 <i>Po. sieboldii</i> extract	54*	2.5	91.5
イタチハギ液 <i>Am. fruticosa</i> extract	62*	3.8	81.0
ヤマモモ液 <i>M. rubra</i> extract	68*	2.6	92.4
クリ液 <i>Ca. crenata</i> extract	74*	4.3	94.6
ハンノキ液 <i>Al. japonica</i> extract	78*	4.3	97.0
ヤマハギ液 <i>L.b.var.japonica</i> extract	94	2.7	98.9
フサアカシア液 <i>Ac.dealbata</i> extract	98	3.8	62.4
無 処 理 (蒸溜水) Non treated	0*	0	0

* は蒸溜水溶液区との間に危険率 5% 以下の有意差があることを示す。

* Significant at 5% level.

実験—2

実験1と同様に浸出液を溶媒としたホルモン溶液で処理してさし木した青島トゲナシニセアカシアの発根成績は、Table 26 に示すとおりで、実験1のヤマナラシの浸出液ほど著しくはないが、いずれの樹種の浸出液区もホルモン剤の発根促進効果が劣っている。ただ、発根苗の根重量は実験1のように純水溶液区より劣ることはなく、むしろ多くなっている。このように両実験の結果がある程度異なつたのは、これに用いた青島トゲナシニセアカシアのさし穂の発根力に差があつたためと思われる。すなわち、実験1の材料は12年生の木のものであるが、実験2の材料は5年生の木からとつたもので、実験1の場合より樹齢

Table 26. 枝の樹皮部浸出液のホルモン処理の効果に対する阻害作用(実験2)

Rooting of cuttings of *Robinia pseudoacacia* var. *bessoniana* which were treated with solution dissolved chemicals as hormone in extract from branches bark of each trees (experiment 2).

アルファ・ナフタリン 酢酸ソーダの溶媒 Solvent of hormone	発 根 率 Rooted cuttings (%)	平均絶乾根重量 Dry weight of roots per rooted cuttings(mg)
純 水 Water	87.5	12.5
ク リ 液 <i>Ca. crenata</i> extract	65.0*	20.4
ヒ ノ キ 液 <i>Ch. obtusa</i> extract	65.0*	12.9
青島トゲナシニセアカ シア液 <i>R. p. var.</i> <i>bessoniana</i> extract	70.0	15.2
オオバヤシヤブシ液 <i>Al. sieboldiana</i> extract	70.0	25.9
アカマツ液 <i>Pin. densiflora</i> extract	72.5	22.7
ヤマモモ液 <i>M. rubra</i> extract	75.0	19.1
ス ギ 液 <i>Cr. japonica</i> extract	77.5	12.1
フサアカシア液 <i>Ac. dealbata</i> extract	77.5	18.1
シダレヤナギ液 <i>S. babylonica</i> extract	77.5	24.0
無 処 理 (純水) Non treated	7.5*	7.6

* は純水溶液区との間に危険率5%以下の有意差があることを示す。

* Significant at 5% level.

が若いだけ発根力の強かつたことが考えられる。このことはホルモン処理をしない区の発根率が、実験1の場合は0%であるが、実験2の場合は7.5%発根していることから十分うかがわれる。

いずれにしても、これら2つの実験結果を合わせると、これら13樹種の枝の浸出液にはアルファ・ナフタリン酢酸ソーダの発根促進効果を減退させた作用があると認められる。

3. 考 察

エンドウ試験法と青島トゲナシニセアカシアのさし穂を使って調べた実験結果を総合していえることは、供試樹種13樹木の枝の浸出液にはアルファ・ナフタリン酢酸ソーダの発根促進効果を減退させる作用があるということだ。そして、その程度は同一樹種でも浸出材料の条件によつてはかなり異なつてくるが、一応樹種としてはヤマナラシ>イタチハギ>クリ・ヤマモモ・ヒノキ>ハンノキ>青島トゲナシニセアカシア・オオバヤ

シヤブシ>アカマツ>スギ・フサアカシア・シダレヤナギの各浸出液の順に並べることができよう。

このうち、とくに青島トゲナシニセアカシアの浸出液にもその作用が認められたことは、その浸出材料と検定材料が全く同一母樹から採取されたものであるだけに、このような作用が単に浸出液にあるということのみにとどまらず、同一樹種のさし穂内においても同様な作用があることを示すものとして注目される。

このように、浸出液に溶かしたアルファ・ナフタリン酢酸ソーダの発根促進効果が減退した要因としては、第1にアルファ・ナフタリン酢酸の相当量が浸出液中で不活性化されたということがあげられる。このことはエンドウ試験結果の Fig. 1で見られるように、ヤマモモの浸出液に溶かした 5mg/l のアルファ・ナフタリン酢酸はほぼ完全にその作用を失っていることから推定される。第2にはこのようなホルモンの不活性化現象とは別に、これまでの各種実験で確認されているとおり、クリ・ヤマモモ・スギ・アカマツの浸出液に発根阻害作用があるように、浸出液が直接さし穂の発根を阻害したため、ホルモン処理の

効果が相対的に減退されたということが当然考えれる。しかしながら、さし穂の発根作用は単に成長ホルモンの量的作用だけによるものでなく、これがさらに体内の発根に必要な物質や酵素作用などと複雑にからみ合つて生化学的に行なわれていることを考えれば、浸出液が示す発根阻害作用とホルモン処理効果の減退作用とが別個のものとは判定できず、むしろ共通のないしは同一のものではないかと思われる。

ただ、WENT と THIMANN¹³²⁾(1937) はさし穂を成長ホルモン処理する場合、発根に失敗する最も重要な原因の一つに、成長ホルモンがさし穂の切断面で切口から分泌される酵素のために不活性化される現象をあげている。このような酵素は Peroxydase とか Oxydase など酸化系のものであることが坂村¹⁰⁰⁾(1959) によつても論及されいるが、各種樹木の浸出液が示したホルモン処理効果の減退作用のうち、とくに実験1の場合の浸出液 (Table 25) は普通のさし穂そのものから浸出させたものであるから、阻害作用の強い樹種の浸出液にはホルモンが不活性化されるような酵素系物質が分泌されていたことも考えられる。

また、従来さし木困難樹種でホルモン単用処理で確実な発根促進効果が見られていないものでも、温湯処理してからホルモン処理することによつて、一段とその効果の増大することが青島トゲナシエセアカシア³²⁾、ハンノキ属³⁴⁾⁷⁴⁾、シラハギ⁶⁶⁾、スギ壮齡木⁷⁷⁾などのさし木で知られている。この温湯処理の効果は分子間呼吸促進によるものとみられているが、これらの樹種の浸出液にホルモン処理効果の減退作用がみられることと対比した場合、温湯処理がホルモン処理の効果を増大させることに役だつているのは、むしろこれが発根阻害物質をいくらかでも除去する効果をもつていることにかなり大きな原因があるためではないかと考えられる。このことは後述のIV-3の発根阻害物質の除去法 (Table 45~49) のところで検討を加えて、温湯処理以外に、過マンガン酸カリ、石灰、硝酸銀などによる処理のほか、単に水処理だけでも少しは同様な効果があることを明らかにした。また、後述のVの発根能力増進法に関する実験のところでものべるが、とくに硝酸銀液による処理はさし木がきわめて困難とされていたヤマモモ⁷⁸⁾、クリ⁷⁹⁾などのさし木に実際に役だつことを明らかにした。以上のような現象は、これら供試樹種以外の場合にも、佐藤・江口¹⁰¹⁾(1948) がグスのさし木で浸水処理の効果について報告しているように、とくにさし木困難樹種では阻害物質がホルモン処理効果を不安定なものとする一つの大きな原因になつている場合が少なくないものと思われる。

III-8 発根阻害物質の生成と光との関係

植物の生育に光線が必要であることはいふまでもないが、一般に光線量が少ないと植物体は徒長し乾物重量は減る。また、光線の質によつて差のあること²⁶⁾も知られている。ところで、さし木では一般に日当りのよい充実した枝が発根しやすいといわれている反面、日陰の枝が発根がよいこともヒノキやサワラ¹⁾で観察され、また戸田¹²²⁾(1952) はアカマツの葉束ざしで赤色のセロハン紙をかぶせておいた枝からのものは発根がよかつたと報じている。このようなことから、さし穂に含まれていると考えられる発根阻害物質も、その生成は光線と重要な関係があるのではないかと考えられる。そこで、この関係を解明するために光線の質と量との両面から追求することにした。まず、Phot. 7 のようにアカマツとヤマモモの幼樹に色の違つた数種のセロハン紙と硫酸紙をフィルターとしてかぶせて穂木を育て、これら穂木の浸出液が示す発根阻害作用について試験調査を行なつた。なお、この実験に関連して穂木の発根力も調べたが、その結果は後述のVの発根能力増進法に関する実験のところ (Table 80・90) でのべる。

1. 光の質

1) 実験—1

A. 材料と方法

アカマツとヤマモモの実生幼樹に透明・青・緑・赤の4種の厚さ 0.02 mm のセロハン紙（大日本セロハンKK製）をかぶせ、その中で育てた穂木の浸出液を、それぞれ同一樹種のさし穂に吸収させてさしつけ、各浸出液が示す発根阻害作用を調べた。これに用いた材料の条件は Table 27 に示す。穂木育成材料は、大型素焼鉢（直径 25 cm・深さ 21 cm）に有機質の多い苗畑土壌を入れて、1鉢にアカマツは3個体、ヤマモモは1個体あて植え込んだ。この場合、アカマツは側枝を全部切り落とし、ヤマモモは不定芽が出るよう根元から台切りしたものを植えた。この鉢数は1区7鉢ずつで、その後、新芽が開葉し始めた時期のアカマツは5月2日、ヤマモモは5月16日に、Fig. 2 に示すAの方法でセロハン紙を全体にかぶせた。これらセロハン紙の光線透過率は Fig. 3 に示す。セロハン紙をかぶせたものは1箇所を集め、日陰率30

Table 27. 供試樹種と材料の条件（実験1）
Conditions of experimental materials used (experiment 1).

条 件 Conditions	樹 種 Species	ア カ マ ツ <i>Pinus densiflora</i>	ヤ マ モ モ <i>Myrica rubra</i>
穂木育成材料 Extracted	産 地 Source	林試関西支場	林試関西支場
	品 種 Race	不 明	野 生
	実 生 年 月 Date of seedling	1954年 4 月	1950年 4 月
	移 植 年 月 日 Date of transplanting	1957年 3 月14日	1957年 3 月19日
	供 試 本 数 Number of young trees	1 区21本	1 区 7 本
	フ ィ ル タ ー 被 覆 期 間 Periods covered with cellophane	1957年 5 月 2 日～8 月14日	1957年 5 月16日～7 月22日
検 定 材 料 Examined	樹 種 Species	ア カ マ ツ <i>Pinus densiflora</i>	ヤ マ モ モ <i>Myrica rubra</i>
	品 種 Race	ナ メ ラ マ ツ	瑞 光
	実 生 年 月 Date of seedling	1956年 4 月	1955年 4 月
	さし穂の直径 (mm) Diameter of cuttings	2～3	2～3
	さし穂の長さ (cm) Length of cuttings	6	8
	さ し つ け 月 日 Date of planting	8 月17日	7 月24日
	調 査 月 日 Date of investigation	10月22日	10月18日

%の竹ずの屋根の下においた。この屋根

には雨よけとして透明のビニール布をかぶせた。鉢への給水は原則として1週間おきに底穴から水がもれでる程度に行なった。このようにして育てた穂木はアカマツは8月14日に各親木から1本あて、ヤマモモは7月22日に各親木から3本あてぎりとり、それぞれ下部10 cm部分を1~2 mmに輪切りして40 gずつとり蒸溜水200 ccを加え、常温に1昼夜お

いて浸出液をとった。浸出液は各100 ccを200 cc容量のビーカーにとり、これに1区あたりアカマツは30本、ヤマモモは20本あて、さし穂の下部5 cmを24時間つけて浸出液を吸収させ、これを直径・深さとも15 cmの素焼鉢に赤土を入れて1鉢に5本あてさしつけた。さし終わった鉢はフレーム枠内にランダムに並べてよしずをおおい、試験をしめきるまで地表面にいつも湿り気がある程度に給水を心がけた。

B. 結果

実験に使ったセロハン紙の光線透過率は Fig. 3 に示したとおり、これは240~1,150 $m\mu$ 内の波長の光を対象に測定したものであるが、透明セロハン紙はこれらの光線を80%以上ほぼ均一に透過させ、その透過光は質的には無覆の場合と大差がないのに対し、他の青・緑色のセロハン紙はおよそ700 $m\mu$ 以下と1,000 $m\mu$ 以上の光線を50%以下の透過率におさえ、さらにその特徴として青色セロハン紙は500~680 $m\mu$ の光線を30~1%に、緑色セロハン紙は380~480 $m\mu$ の光線を30~11%におさえしている。また、赤色セロハン紙も580 $m\mu$ 以下の光線は透過率10%以下ではほとんど透過させていない。ただし、これらのセロハン紙フィルターを実験に使用した場合、とくに緑と赤のものは2カ月を過ぎると色の淡くなることが見られたので、2カ月を過ぎても取り替えなかつた本実験の場合は、光の透過率もそれだけ高くなつていたものと思われる。

また、これらセロハン紙フィルター内の光線量は Table 28 のとおりである。これは明るさで比較した

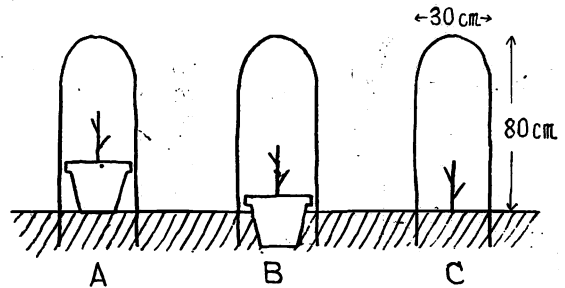


Fig. 2 しや光フィルターのかぶせ方
Covering methods of shading filter.

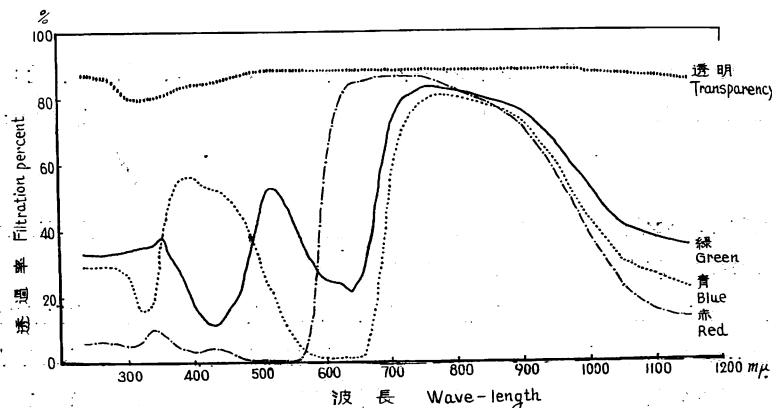


Fig. 3 各種セロハン紙の光線透過率

Filtration percentage of sunlight of various cellophane paper.

Table 28. セロハン紙および硫酸紙フィルター内の明るさ
Intensity of sunlight under the shade of cellophane or parchment paper.

フィルター種類 Filter 明るさ Intensity of sunlight	セロハン紙 Cellophane				硫酸紙 Parchment paper		無覆 Non covered
	透明 Trans- parency	青 Blue	緑 Green	赤 Red	1重 Single	2重 Double	
照度 (Lux) Amount of rays	12200	6000	6400	4600	5600	3800	14000
比 Ratio	87.1	42.8	45.7	32.8	40.0	27.1	100

備考 1) 測定年月日：1959年7月31日13～14時

2) 雲量：3

Note 1) Date of investigation : 13~14 time in 31 July, 1959

2) Amount of cloudiness : 3

ものであるが、透明のものは無覆の場合の87.1%を示し、この比率は Fig. 3 に示した光線透過率の場合とほぼ等しい。これに対して青・緑・赤のものは $600m\mu$ あるいは $700m\mu$ 以下の光線の透過率がおさえられているため、全体的な光線量は約33～46%に低下している。この光線量と Fig. 4 に示すフィルター内の温度は後述の光の量と比較しながら測定したものであるが、セロハン紙フィルター内の温度は無覆の場合よりいつも高く、とくに日中における較差が大きい。

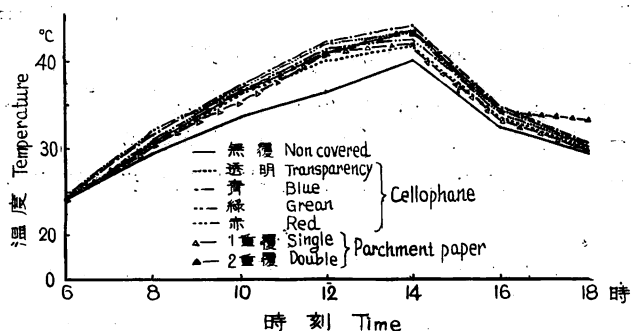


Fig. 4 セロハン紙および硫酸紙フィルター内の温度 (測定：1959年7月27日，雲量：3～8)

Temperature under the shade of cellophane or parchment paper (investigation : July 27, 1959, amount of cloudiness : 3~8).

このような各種セロハン紙をかぶせて育てた穂木の浸出液に、それぞれ1昼夜浸漬処理してさしつけたアカマツとヤマモモの発根成績は Table 29 に示すとおりである。

アカマツの浸出液では、透明区は発根率が蒸留水区のわずか20%比で著しい発根阻害作用があるが、緑区はそのような発根阻害作用が少しも認められず、また青区と赤区も発根率は蒸留水区の80%比であり阻害作用が見られない。なお、根数・根長に対する阻害作用も透明区にはあることを示しているが、他の区はいずれも促進効果を示し阻害作用は全く見られない。

ヤマモモの浸出液では、さし穂の枯損率が多い区は50%にも達しているので、健全数に対する発根率も

Table 29. 光の質を違えて育てた穂木浸出液の同一樹種のさし穂に対する発根阻害作用 (実験)

Rooting of cuttings of same species which were got to absorb extract from shoots brought up under the shade of cellophane and then planted (experiment 1).

浸 出 液 Water extract of:		枯 損 率 Dead cuttings (%)	発 根 率 Rooted cuttings (%)	健全数に対する発根率 Rooted in accordance with survival number (%)	平均根数 Number of roots per rooted cuttings	平均根長 Length of roots per rooted cuttings (cm)
アカマツ <i>Pinus densiflora</i>	蒸 溜 水 Water	0	33.3	33.3	2.40	1.12
	透 明 Transparency	0	6.6*	6.6	1.00	1.00
	青 Blue	0	26.6	26.6	2.66	3.50
	緑 Green	0	33.3	33.3	2.43	2.63
	赤 Red	0	26.6	26.6	2.50	2.70
ヤマモモ <i>Myrica rubra</i>	蒸 溜 水 Water	30	30	42.8	4.16	5.92
	透 明 Transparency	40	20	33.3	5.00	3.85
	青 Blue	50	25	50.0	4.60	4.47
	緑 Green	10	45	50.0	4.88	7.43
	赤 Red	50	20	40.0	3.75	4.40

* は各蒸溜水区との間に危険率5%以下の有意差があることを示す。

* Significant at 5% level.

考慮に入れる必要があるが、透明区はどちらの場合も発根率が蒸溜水区より低く、発根阻害作用があることを示している。これに対して他の緑区は蒸溜水区よりも発根成績が優れ、反対に発根促進効果さえあることを示している。その点、青区と赤区はさし穂の枯損率が50%にものぼっていることにもよって判定しかねる。なお、根長に対する阻害作用も緑区は少しも見られないが、他の区ではあることを示している。

(2) 実験-2

A. 材料と方法

目的は実験1と変わらないが、穂木育成材料につき木クローンを選んだことと、阻害作用の検定材料にシダレヤナギを用い、また阻害作用を葉の浸出液で調べた点が違う。このうち葉を浸出材料に用いたことは、枝さしを対象として考えれば奇異に感じられるが、Ⅲの9の発根阻害物質の存在部位 (Table 36) のところでのべてあるとおり、阻害物質は葉にも含まれており、また阻害物質の生成と光との関係を見るにも同化器官である葉を用いる方が適切といえるので、葉の浸出液で調べることにした。なお、アカマツの穂木育成ではセロハン紙の被覆期間を9月1日から翌年3月3日までの成長休止期としたが、これはヤマモモの場合と同時に着手したものが夏季の高温障害を受けたことと、阻害物質の生成が9月以降の生理活動とも関係があるように考えられたからである。

この材料の条件は Table 30 に示す。穂木育成材料は Fig. 2 のCの方法で苗畑にじかに植え込み、

Table 30. 供試樹種と材料の条件 (実験2)

Conditions of experimental materials used (experiment 2).

条 件 Conditions		樹 種 Species ア カ マ ツ <i>Pinus densiflora</i>	ヤ マ モ モ <i>Myrica rubra</i>
穂木育成材料 Extracted	産 地 Source	林試関西支場	徳島県小松島市
	品 種 Race	西伯5号	瑞 光
	つぎ木年月 Date of grafting	1958年3月	1958年4月
	移植年月日 Date of transplanting	1959年3月1日	1959年3月5日
	供試本数 Number of young trees	1区7本	1区7本
	フィルター被覆期間 Periods covered with cellophane	1960年9月1日～ 翌年3月3日	1960年5月14日～ 翌年3月3日
検 定 材 料 Examined	樹 種 Species	シダレヤナギ <i>Salix babylonica</i>	シダレヤナギ <i>Salix babylonica</i>
	親木年齢 Ages of parent trees	約10年生	約10年生
	さし穂年齢 Ages of cuttings	1年生	1年生
	さし穂の直径 (mm) Diameter of cuttings	4～6	4～6
	さし穂の長さ (cm) Length of cuttings	10	10
	さしつけ月日 Date of planting	3月22日	3月23日
	調査月日 Date of investigation	3月28日	3月30日

アカマツは何ら整枝しなかつたが、ヤマモモは実験1と同じように台切りした。これにかぶせたセロハン紙の種類と方法は実験1の場合に準じたが、ただ場所が露天なので、セロハン紙の袋の頂部に綿栓をした直径1.5cmの樹脂管3本ずつを束ねて入れるとともに、地表3cmほどすかして換気をはかつた。また、これらセロハン紙が風や雨で破れるのを防ぐため、透明の厚さ0.03mmのポリエチレンで2重にしたほか、2カ月おきに新しいものと取り替えた。このようにして育てた穂木は翌春の3月3日に各親木から3本あてきりとり、その穂木の葉から浸出液をとつた。ただし、アカマツの青色区のものだけは育成中枯れたので使えなかつた。浸出材料の葉は幅1mm以下に細切りし、その40gに純水400ccを加えて1昼夜浸出させた。このようにしてつくつた浸出液の350ccずつを大型シャーレに入れ、シダレヤナギを1区50本あてさし木して発根阻害作用を調べた。

B. 結 果

実験1と同じようなセロハン紙をかぶせて穂木を育て、その葉の浸出液にさし木したシダレヤナギの発

Table 31. 光の質を違えて育てた穂木の葉浸出液のシダレヤナギのさし穂に対する発根阻害作用 (実験2)

Rooting of cuttings of *Salix babylonica* steeped in extract from leaves of shoots brought up under the shade of cellophane (experiment 2).

浸 出 液 Water extract of :		液 の pH pH of solution		発 根 率 Rooted cuttings (%)	平均根数 Number of roots per rooted cuttings	平均根長 Length of roots per rooted cuttings (cm)
		試 験 前 At the beginning	試験終了時 At the close			
アカマツ <i>Pinus densiflora</i>	純 水 Water	5.8	6.2	86	1.95	2.08*
	無 覆 Non covered	5.1	6.6	68*	1.71	0.39*
	透 明 Trans- parency	5.1	6.6	74	1.67	0.22*
	青 Blue	—	—	—	—	—
	緑 Green	5.1	6.6	96	1.97	1.01*
	赤 Red	5.1	6.6	86	2.00	0.68*
ヤマモモ <i>Myrica rubra</i>	純 水 Water	5.8	6.2	96	2.44	2.49
	無 覆 Non covered	6.2	6.2	80*	2.31	2.53
	透 明 Trans- parency	6.2	6.2	84*	2.22	2.21
	青 Blue	6.2	6.4	92	2.13	2.33
	緑 Green	6.2	6.3	88	2.29	2.12
	赤 Red	6.2	6.2	94	2.14	2.53

* は各純水区との間に危険率5%以下の有意差があることを示す。

* Significant at 5% level.

根成績は Table 31 に示すとおりである。

アカマツの浸出液では、無覆区と透明区はかなり著しい発根阻害作用があるが、他の緑区と赤区は発根阻害作用が少しも見られず、むしろ緑区は発根促進効果があることを示している。ただ、根長に対する阻害作用はいずれの区も見られるが、緑区のみはその阻害作用がかなり弱い。

ヤマモモの浸出液でも、無覆区と透明区は発根阻害作用があるが、他の赤区と青区は発根率が純水区の98~96%比で阻害作用がほとんどなく、また緑区も発根率は純水区の92%比で阻害作用が少ない。なお、根数・根長に対する阻害作用は無覆区のものでもあるとは認められない。

以上光の質の実験1および2の結果をあわせると、アカマツとヤマモモの浸出液とも、無覆区や透明セロハン紙区のものには発根阻害作用があるが、青・緑・赤の各セロハン紙区のものには阻害作用がないか、あつても弱いことが認められる。また、そのようなセロハン紙フィルターの効果は緑のものが比較的優れている。

2. 光の量

1) 実験—1

A. 材料と方法

アカマツとヤマモモのつぎ木クローンの苗木に光線量を違えた厚さ 0.03 mm の硫酸紙をかぶせ、その中で育てた穂木の浸出液をそれぞれ同一樹種のさし穂に吸収させてさしつけ、各浸出液が示す発根阻害作用を調べた。それら材料の条件は Table 32 に示す。穂木育成材料は Fig. 2 の B の方法で苗畑の 1 カ所に植え込み、新芽の葉が開きはじめるころに硫酸紙の 1 重と 2 重のフィルターをかぶせ、この対照区としては無覆区をつくつた。硫酸紙をかぶせてからは、光の質の実験 1 の方法に準じて穂木を育てるとともに、浸出液の発根阻害作用も同様な方法で調べた。ただし、その検定材料のさし穂数はいずれも 1 区あたり 50 本とし、同様の素焼鉢に 20~25 メッシュの鹿沼土を入れて、1 鉢に 10 本あてさしつけた。

Table 32. 供試樹種と材料の条件 (実験1)
Conditions of experimental materials used (experiment 1).

条 件 Conditions		樹 種 Species ア カ マ ツ <i>Pinus densiflora</i>	ヤ マ モ モ <i>Myrica rubra</i>
穂木育成材料 Extracted	産 地 Source	林試関西支場	徳島県小松島市
	品 種 Race	西伯 8 号	瑞 光
	つぎ木年月 Date of grafting	1958年 3 月	1958年 4 月
	移植年月日 Date of transplanting	1959年 3 月 5 日	1959年 3 月 5 日
	供試本数 Number of young trees	1 区 7 本	1 区 7 本
	フィルター被覆期間 Periods covered with parchment paper	1959年 5 月 7 日 ~ 7 月 28 日	1959年 5 月 15 日 ~ 7 月 21 日
検 定 材 料 Examined	樹 種 Species	ア カ マ ツ <i>Pinus densiflora</i>	ヤ マ モ モ <i>Myrica rubra</i>
	品 種 Race	ツシママツ	瑞 光
	実 生 年 月 Date of seedling	1958年 4 月	1958年 4 月
	さし穂の直径 (mm) Diameter of cuttings	2 ~ 3	3 ~ 4
	さし穂の長さ (cm) Length of cuttings	6	8
	さしつけ月日 Date of planting	7 月 30 日	7 月 23 日
	調 査 月 日 Date of investigation	11 月 13 日	10 月 1 日

B. 結 果

硫酸紙フィルター内の光線量はすでに Table 28 に示したように、無覆の場合の明るさを 100 とすると、1 重覆は40%比で青のセロハン紙よりやや暗く、また2 重覆は27%比でどのセロハン紙よりも一段と暗い。なお、これら硫酸紙は実験中一度も新しいものと取り替えなかつたので、それがわずかながらも汚れるにつれて光線透過量もそれだけ低下したものと思われる。また、温度はすでに Fig. 4 に示したように、1 重覆は赤のセロハン紙に、2 重覆は透明のセロハン紙に近い日変化を示している。

このような硫酸紙をかぶせて育てた穂木の浸出液に、1 昼夜浸漬処理してさしつけたアカマツとヤマモモの発根成績は Table 33 に示すとおりである。

Table 33. 光の量を違えて育てた穂木浸出液の同一樹種のさし穂に対する発根阻害作用 (実験 1)

Rooting of cuttings of same species which were got to absorb extract from shoots brought up under the shade of parchment paper and then planted (experiment 1).

浸 出 液 Water extract of :		枯 損 率 Dead cuttings (%)	発 根 率 Rooted cuttings (%)	健全数に対す る発根率 Rooted in accordance with survival number (%)	平均生根重量 Weight of roots per rooted cuttings (mg)
アカマツ <i>Pinus densiflora</i>	純 水 Water	14	24	28	166
	無 覆 Non covered	50	6*	12	166
	1 重 覆 Single cover	42	8*	14	127
	2 重 覆 Double cover	28	16	22	163
ヤマモモ <i>Myrica rubra</i>	純 水 Water	6	92	98	351
	無 覆 Non covered	0	94	94	265
	1 重 覆 Single cover	0	98	98	261
	2 重 覆 Double cover	0	96	96	374

* は各純水区との間に危険率5%以下の有意差があることを示す。

* Significant at 5% level.

アカマツの浸出液では、さし穂の枯損率が高い区は50%にものぼっているためもあつて、全般的に発根率が低い、それでも無覆区は発根率が純水区のわずか25%しか示さず、著しい発根阻害作用のあることが認められる。これに対して、1 重覆区も無覆区に近い発根率しか示さず、同程度の発根阻害作用が見られるが、2 重覆区は発根率が純水区の67%比で発根阻害作用はかなり弱い。一方の発根量をくらべると、無覆区と2 重覆区は純水区とほとんど同一量で阻害作用は見られないが、1 重覆区のみはやや阻害作用があることを示している。

ヤマモモの浸出液では、発根率を阻害する作用はいずれの区も認められないが、発根量をくらべると、無覆区と1 重覆区は純水区の75%程度で、この面では阻害作用があることを示している。2 重覆区のみはそのような阻害作用も見られない。

2) 実験—2

A. 材料と方法

実験1と同じ目的で、同様な硫酸紙をかぶせて穂木を育て、その葉の浸出液にシダレヤナギをさし木して発根阻害作用を調べた。なお、この実験は光の質の実験2の関連試験区として行なつたもので、材料の条件および方法もその Table 30 と同じにした。

B. 結 果

実験1と同様な硫酸紙をかぶせて穂木を育て、その葉の浸出液にさし木したシダレヤナギの発根成績は Table 34 に示すとおりである。

Table 34. 光の量を違えて育てた穂木の葉浸出液のシダレヤナギのさし穂
に対する発根阻害作用 (実験2)

Rooting of cuttings of *Salix babylonica* steeped in extract from leaves of shoots brought
up under the shade of parchment paper (experiment 2).

浸 出 液 Water extract of :		液 の pH pH of solution		発 根 率 Rooted cuttings (%)	平均根数 Number of roots per rooted cuttings	平均根長 Length of roots per rooted cuttings (cm)
		試 験 前 At the beginning	試 験 終 了 時 At the close			
アカマツ <i>Pinus densiflora</i>	純 水 Water	5.8	6.2	86	1.95	2.08
	無 覆 Non covered	5.1	6.6	68*	1.71	0.39*
	透 明 Trans- parency	5.1	6.6	74*	1.67	0.22*
	1 重 覆 Single cover	5.1	6.6	76	1.61	0.32*
	2 重 覆 Double cover	5.1	6.5	74*	1.57	0.23*
ヤマモモ <i>Myrica rubra</i>	純 水 Water	5.8	6.2	96	2.44	2.49
	無 覆 Non covered	6.2	6.2	80*	2.31	2.53
	透 明 Trans- parency	6.2	6.2	84*	2.22	2.21
	1 重 覆 Single cover	6.2	6.1	84*	1.92	0.94*
	2 重 覆 Double cover	6.2	6.1	96	2.31	2.41

* は各純水区との間に危険率5%以下の有意差があることを示す。

* Significant at 5% level.

アカマツの浸出液では、いずれの液も発根率を阻害する作用だけでなく、根長に対する阻害作用も見られ、硫酸紙をかぶせた穂木の液が発根阻害作用が弱いということはほとんど認められない。

ヤマモモの浸出液では、1重覆区は無覆区および透明セロハン紙区と同程度に発根阻害作用が見られるほか、さらに根長に対する阻害作用も見られるが、2重覆区は純水区とくらべても何ら阻害作用が見られない。

以上、光の量の実験1および2の結果をあわせると、アカマツとヤマモモの浸出液とも、1重覆では阻害作用を少なくする効果が認められないが、1重覆より一段と暗くした2重覆では、アカマツは実験1において阻害作用の弱いことが見られ、ヤマモモは両実験の場合ともほとんど阻害作用のないことが認められる。

3. 考 察

以上の実験によつて、アカマツ・ヤマモモの場合とも、光の質による影響を知るために青・緑・赤の各セロハン紙フィルターをかぶせて育てた穂木の浸出液には発根阻害作用がほとんどないか、あつても少ないことが認められた。また、そのような効果は硫酸紙の2重覆の場合にも認められた。ところで、これらの効果がフィルターをかぶせたことによつていことは明らかであるが、ただフィルターをかぶせた場合、その内部の温度は無覆よりいつも高く、しかも日中は温度が上昇しやすいため日変化も大きかつた。植物の同化作用は光とともに温度によつても影響されるから、フィルター内の温度の影響を無視することはできないが、一方、阻害作用を少なくする効果が認められなかつた透明セロハン紙の場合でも温度条件には変わりはないので、フィルターによる効果は主として透過光線の質あるいは量の影響からきたものと考えざるを得ない。また、以上の事実からみると、少なくともアカマツとヤマモモの穂木の浸出液にあらわれた発根阻害物質は、穂木の生育中に光線と何らかの関係をもつて生成されていることが推察される。

なお、この場合、アカマツのフィルターの効果は穂木の成長開始期からかぶせた場合と、穂木の上長成長がほぼ止まつた9月1日からかぶせた場合との2つの実験によつていことが、9月からかぶせた場合でも、最初からの場合とほぼ同じような効果が認められたことは、それまでに生成されていた阻害物質はフィルターをかぶせたことによつて他の部位、すなわち浸出材料は葉であつたので、この葉以外の場所へ移転あるいは消失したことを示していると考えられる。

ところで、このような発根阻害物質の生成は光線の質と量のどちらが強く影響しているかについてみると、青・緑・赤の各セロハン紙はそれぞれ青色・緑色・赤色光線および700~1,000 $m\mu$ あたりの波長光線のほかは0~30%程度しか透過しないため、これらセロハン紙フィルター内の明るさも無覆の場合の約33~46%に低下していた。しかし、それら阻害物質の生成を少なくするセロハン紙フィルターの効果が単に光線量が少なかつたことによるならば、明るさの等しい硫酸紙フィルターでも同様な効果があつてよいはずである。ところが、アカマツ、ヤマモモの場合ともその明るさが40%相当であつた硫酸紙の1重覆では効果がなく、これより一段と暗かつた約27%相当の2重覆の場合にかぎつてセロハン紙フィルターと同様な効果が認められたことからみても、セロハン紙フィルターの効果は光線の量よりも質的なものによつていと考えられ、また阻害物質の生成は光線の質の影響が大きいのではないかと考えられる。ただし、光線量が非常に少ない場合は光合成の度合は低いのが普通であり、また事実フィルター内の明るさが無覆の場合の27%ほどであつた硫酸紙の2重覆は、阻害物質の生成を少なくする効果が認められたことから、全体の光線量が一定限度より少ない場合は光線の質的影響を及ぼさないことが想像される。

それではいかなる光線が阻害物質の生成に関与しているかということが問題になるが、青・緑・赤のセロハン紙フィルターはいずれも阻害作用を軽減する効果が認められたことからみると、これらのセロハン紙フィルターを比較的によく透過する波長、すなわち50%以上透過している600~1,000 $m\mu$ あたりの光線はあまり関与していないと考えられる。しかし、このほかの波長をもつ光となると、セロハン紙の色による効果に断定できるだけの明確な差は認められるに至らなかつたほか、阻害物質の生成が光線と関係がある

以上、光合成の度合あるいは光合成物質との関係からも調べねばならないので、今後の研究にまところが多い。

ただ、これらセロハン紙のうち、緑のものは効果が比較的确实であつただけでなく、とくにアカマツではその穂木の浸出液に発根促進作用が見られたが、このことは緑のセロハン紙は阻害作用を少なくすることのほかに、発根促進物質の生成には好都合な光線条件であつたということを示しているのかも知れない。また、青のセロハン紙はアカマツでは穂木の枯損しやすいことが認められたが、これは葉緑素の吸収スペクトル¹²⁵⁾にあたる 580~680 $m\mu$ 部分の光線がほとんど透過していないことによると考えられ、発根阻害物質の生成防止という見地から穂木を育成するにあつては、その樹種の光線要求量とともに考慮してかからねばならないことがらであろう。

Ⅲ—9 発根阻害物質の存在部位ならびに樹齡の変動

さし穂の発根力は、樹種・品種・個体など遺伝的性質によつて異なるほか、さし穂に供する植物体の部位、親木および枝の年齢、穂木の経歴などによつても大きな差異のあること⁵⁶⁾が知られている。このことから穂木の浸出液中に認められるような発根阻害物質は、樹体のどの部分に多く含まれているのか、また、発根困難樹種でも若木の枝や萌芽枝は一般に発根しやすいが、発根阻害物質はこのような穂木には少ない

Table 35. 供試樹種と材料の条件

Conditions of experimental materials used.

樹 種 Species		スギ <i>Cryptomeria japonica</i>	アカマツ <i>Pinus densiflora</i>	ヤマモモ <i>Myrica rubra</i>	クリ <i>Castanea crenata</i>
条 件 Conditions					
浸出材料 Extracted	産 地 Source	林試関西支場	高槻市安満山	高槻市安満山	林試関西支場
	品 種 Race	シバハラ	天 然 生	野 生	銀 寄
	個 樹 数 Number of trees	1	1	1	1
	樹 齡 Ages of trees	6年生(さし木)	約15年生	約20年生	約10年生(つぎ木)
	枝 齡 Ages of branches	1年生	1年生	1年生	1年生
	枝の直径(mm) Diameter of branches	4~8	6~8	4~8	6~8
	葉 齡 Ages of leaves	1年生	1年生	1年生	1年生
	根 齡 Ages of roots	1~2年生	2~3年生	2~3年生	2~3年生
	採 集 年 月 日 Date of collection	1959年3月3日	1959年1月14日	1959年1月14日	1958年11月14日
検定材料 Examined	樹 種 Species	シダレヤナギ <i>Salix babylonica</i>	シダレヤナギ <i>Salix babylonica</i>	シダレヤナギ <i>Salix babylonica</i>	シダレヤナギ <i>Salix babylonica</i>
	親 木 年 齡 Ages of parent trees	約100年生	約15年生	約15年生	約15年生
	さし穂年 齡 Ages of cuttings	1年生	1年生	1年生	1年生
	さし穂の直径(mm) Diameter of cuttings	4~6	4~6	4~6	4~6
	さし穂の長さ(cm) Length of cuttings	10	10	10	10
	さしつけ月日 Date of planting	3月5日	1月17日	1月17日	11月16日
	調 査 月 日 Date of investigation	3月13日	1月31日	1月31日	11月27日

のではないかと考え、いろいろの材料について研究をすすめた。

1. 樹体の部位別発根阻害作用

1) 材料と方法

阻害物質は樹体のどの部分に含まれているかを知るために、葉・枝・根皮の各浸出液について発根阻害程度を比較した。なお、枝は木質部と樹皮部にわけて調べた。その供試樹種と材料の条件は Table 35 に示す。この浸出材料は各樹種とも同一個体のものであり、葉も供試した枝のものである。これらの浸出材料は剪定鋏で細切りし、それぞれ 250 g を秤量し、これに純水 1 l を加えて 25±1°C の暗室定温器内に 2 昼夜おいて浸出液をとつた。この浸出液 400 cc ずつを大型シャーレに入れ、シダレヤナギを 1 区 50 本あてさし木し、28±1°C の暗室定温器内において発根阻害作用を調べた。

Table 36. 樹体の部位別浸出液の発根阻害作用

Rooting of cuttings of *Salix babylonica* steeped in each extract from various parts of trees.

浸 出 液 Water extract of :			液 の pH pH of solution		発 根 率 Rooted cuttings (%)	平均根数 Number of roots per rooted cuttings	平均根長 Length of roots per rooted cuttings (cm)
			試 験 前 At the beginning	試験終了時 At the close			
ス ギ <i>Cryptomeria japonica</i>	純 水	Water	5.8	7.0	96	2.87	2.97
	木 質 部	Wood	5.6	7.0	94	3.29	1.46*
	樹 皮 部	Bark	5.4	7.0	94	2.95	0.69*
	葉	Leaves	5.4	7.0	52*	1.92*	0.46*
	根 皮	Root bark	5.0	7.0	84*	2.97	0.94*
アカマツ <i>Pinus densiflora</i>	純 水	Water	5.8	6.8	100	5.52	3.88
	木 質 部	Wood	5.4	6.8	92*	2.47*	0.83*
	樹 皮 部	Bark	5.0	6.6	84*	2.92*	0.39*
	葉	Leaves	5.0	6.6	98	3.18*	1.22*
	根 皮	Root bark	4.8	6.4	82*	2.97*	0.82*
ヤマモモ <i>Myrica rubra</i>	純 水	Water	5.8	6.8	100	5.52	3.88
	木 質 部	Wood	5.6	7.0	98	4.55	4.07
	樹 皮 部	Bark	5.4	7.0	14*	2.42*	0.97*
	葉	Leaves	5.4	7.0	92*	3.54*	1.19*
	根 皮	Root bark	4.8	6.4	6*	2.66*	0.50*
ク リ <i>Castanea crenata</i>	純 水	Water	5.6	6.8	100	4.08	3.34
	木 質 部	Wood	5.4	6.9	96	3.66	3.29
	樹 皮 部	Bark	5.4	6.9	82*	2.97*	1.12*
	葉	Leaves	5.2	7.0	46*	1.95*	0.57*
	根 皮	Root bark	5.0	7.0	54*	2.70*	0.73*

* は各純水区との間に危険率 5% 以下の有意差があることを示す。

* Significant at 5% level.

2) 結 果

各浸出液にさし木したシダレヤナギの発根成績は Table 36 に示すとおりで、樹体の部位による浸出液の発根阻害程度を比較するとつぎのようである。

スギの浸出液では、発根率においては葉と根皮の液に、根数においては葉の液のみに、根長においては全部の液に阻害作用のあることが認められる。よつて、それらの程度から阻害作用の強さをみると葉>根皮>樹皮部>木質部の順となる。

アカマツの浸出液では、発根率においては根皮・樹皮部・木質部の各液に、根数と根長においては全部の液に阻害作用のあることが認められる。よつて、それらの程度から阻害作用の強さをみると根皮>樹皮部>木質部>葉の順となる。

ヤマモモの浸出液では、発根率・根数・根長とも木質部以外の全部の液に阻害作用のあることが認められる。よつて、それらの程度から阻害作用の強さをみると、根皮>樹皮部>葉>木質部の順となり、とくに根皮と樹皮部の阻害作用は著しく、これに反して木質部は阻害作用があるとは認められない。

クリの浸出液では、発根率・根数・根長とも木質部以外の全部の液に阻害作用のあることが認められる。よつて、それらの程度から阻害作用の強さをみると、葉>根皮>樹皮部>木質部の順となり、とくに木質部はヤマモモと同様に阻害作用があるとは認められない。

これらの結果を4樹種を通じてみると、樹体の部位では一般に根皮の液に阻害作用の強いことが見られ、また枝では木質部より樹皮部の液に強いことが認められる。

さらに樹種の特徴としてみると、スギとクリでは根皮より葉の液が強く、アカマツとヤマモモは葉の液は枝の樹皮部より弱いことが認められる。

2. 樹齢別発根阻害作用

1) 材料と方法

阻害物質は年とつた木に多く含まれているかどうかを知るため、親木の年齢が異なる枝の浸出液について発根阻害程度を比較した。その樹種と材料の条件は Table 37 に示す。これらの浸出材料はいずれも日当たりのよい樹冠の上部から採集したものであるが、スギは80本分のさし穂から下部1cm部分を切り集めて用いた。また、その浸出部位はアカマツは枝の樹皮部のみを細切りして用い、他樹種のものは枝をそのまま幅1~2mmに輪切りして用いた。

これらからの浸出液は、スギは200g、ヤマモモとクリは500g、アカマツは樹皮部なので100gとし、それぞれに蒸留水または純水1lを加え、 $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ の暗室定温器内で1昼夜浸出させてとつた。各浸出液はヤマモモの場合のみ300ccとして他のものは400ccをそれぞれ大型シャーレに入れ、Table 38に示す検定材料のシダレヤナギを1区50本あてさし木し、 $28\pm 1^{\circ}\text{C}$ の暗室定温器内において発根阻害作用を調べた。

2) 結 果

各浸出液にさし木したシダレヤナギの発根成績は Table 39 に示すとおりで、樹齢による浸出液の発根阻害程度を比較するとつぎのようである。

スギの浸出液では、発根率においては200年生の木の液のみに、根数においては200年生・25年生・5年生の木の液に、根長においてはいずれの木の液にも阻害作用のあることが認められる。このことから阻害作用が最も強いと認められるのは発根率・根数・根長がともに阻害されている200年生の木の液であ

Table 37. 供試樹種と浸出材料の条件
Conditions of extraction materials used.

樹 種 Species	産 地 Source	品 種 Race	樹 齢 Ages of trees	個 樹 数 Number of trees	枝 齢 Ages of branches	枝の直径 Diameter of branches (mm)	採集年月日 Date of collection
ス ギ <i>Cryptomeria japonica</i>	富山県宮島村	リョウウスギ	5 年生	40	2 年生	6 ~ 8	1955年4月1日
	〃	〃	約25年生	1	3 年生	6 ~ 8	〃
	〃	〃	約50年生	1	3 年生	6 ~ 8	〃
	〃	〃	約 100 年生	1	3 年生	6 ~ 8	〃
	〃	〃	約 200 年生	1	3 年生	6 ~ 8	〃
アカマツ <i>Pinus densiflora</i>	京都市松尾山	天然生	3 年生	30	1 年生	4 ~ 6	1960年12月14日
	〃	〃	7 年生	5	1 年生	4 ~ 6	〃
	〃	〃	15年生	1	1 年生	4 ~ 6	〃
ヤマモモ <i>Myrica rubra</i>	林試関西支場	野生種	7 年生	5	1 年生	4 ~ 6	1956年2月24日
	高槻市安満山	〃	約25年生	1	1 年生	4 ~ 6	〃
	〃	〃	約 100 年生	1	1 年生	4 ~ 6	〃
ク リ <i>Castanea crenata</i>	林試関西支場	銀 寄	5 年生 (つぎ木)	2	1 年生	6 ~ 8	1958年3月9日
	〃	〃	約10年生 (つぎ木)	1	1 年生	6 ~ 8	〃
	〃	〃	約20年生 (つぎ木)	1	1 年生	6 ~ 8	〃

Table 38. 検 定 材 料 の 条 件
Conditions of examined materials used.

浸出液 Water extract		ス ギ <i>Cryptomeria japonica</i>	ア カ マ ツ <i>Pinus densiflora</i>	ヤ マ モ モ <i>Myrica rubra</i>	ク リ <i>Castanea crenata</i>
検定材料	Conditions				
樹 種 Species		シダレヤナギ <i>Salix babylonica</i>	シダレヤナギ <i>Salix babylonica</i>	シダレヤナギ <i>Salix babylonica</i>	シダレヤナギ <i>Salix babylonica</i>
親 木 年 齢 Ages of parent trees		約15年生	約10年生	約50年生	約10年生
さ し 穂 年 齢 Ages of cuttings		1 年生	1 年生	1 年生	1 年生
さし穂の直径 (mm) Diameter of cuttings		4 ~ 6	4 ~ 6	4 ~ 6	4 ~ 6
さし穂の長さ (cm) Length of cutting		10	10	10	10
さ し つ け 月 日 Date of planting		4 月 7 日	12月15日	2 月 26 日	3 月 10 日
調 査 月 日 Date of investigation		4 月 14 日	12月27日	3 月 6 日	3 月 16 日

Table 39. 樹齡別枝浸出液の発根阻害作用

Rooting of cuttings of *Salix babylonica* steeped in extract from branches
of various ages of trees.

浸 出 液 Water extract of :		液 の pH pH of solution		発 根 率 Rooted cuttings (%)	平均根数 Number of roots per rooted cuttings	平均根長 Length of roots per rooted cuttings (cm)
		試 験 前 At the beginning	試験終了時 At the close			
ス ギ <i>Cryptomeria japonica</i>	蒸 溜 水 Water	6.8	6.8	100	3.82	2.93
	5 年 生 木 5 years old tree	5.6	6.2	96	2.84*	1.08*
	25 年 生 木 25 years old tree	6.0	6.8	100	2.94*	1.30*
	50 年 生 木 50 years old tree	5.8	6.8	98	3.89	1.27*
	100 年 生 木 100 years old tree	5.8	6.8	98	3.47	1.35*
	200 年 生 木 200 years old tree	6.0	6.6	92*	3.06*	0.75*
アカマツ <i>Pinus densiflora</i>	純 水 Water	5.8	7.0	84	1.92	2.79
	3 年 生 木 3 years old tree	5.0	7.2	58*	1.52	1.27*
	7 年 生 木 7 years old tree	5.0	7.0	48*	2.08	0.52*
	15 年 生 木 15 years old tree	5.0	7.2	34*	2.00	1.43*
ヤマモモ <i>Myrica rubra</i>	蒸 溜 水 Water	6.8	6.8	100	4.98	2.75
	7 年 生 木 7 years old tree	5.8	6.8	98	5.34	1.10*
	25 年 生 木 25 years old tree	5.8	6.2	98	4.97	0.69*
	100 年 生 木 100 years old tree	5.6	6.0	82*	4.80	0.51*
ク リ <i>Castanea crenata</i>	純 水 Water	5.8	6.8	96	4.64	2.23
	5 年 生 木 5 years old tree	5.6	6.8	98	4.93	2.09
	10 年 生 木 10 years old tree	5.4	6.4	100	4.54	1.90
	20 年 生 木 20 years old tree	5.6	6.6	96	3.07*	0.57*

* は各蒸溜水または純水区との間に危険率5%以下の有意差があることを示す。

* Significant at 5% level.

るが、100年生以下のものについては著しい差は認めがたい。

アカマツの浸出液では、発根率と根長においてはいずれの木の液も阻害作用のあることが認められる。よつて、これらの程度から年とつた木の液に阻害作用が強いかどうかをみると、発根率においては15年生>7年生>3年生の順に阻害作用が強いので、年とつた木の液ほど阻害作用が強いと認められる。ただ、

根長においては3年生よりは7年生の方が阻害作用が強いが、7年生と15年生とでは年とつたものが強いとは認めがたい。

ヤマモモの浸出液では、根数においてはいずれの木の液にも阻害作用が認められないが、発根率においては100年生の木の液のみに、根長においてはいずれの木の液にも阻害作用のあることが認められる。よつて、これらの程度から阻害作用の強さをみると、100年生>25年生>7年生の順となり、年とつた木の液ほど明らかに阻害作用の強いことが認められる。

クリの浸出液では、20年生の木の液のみに根数と根長において阻害作用のあることが認められ、他の若い木の液にくらべて阻害作用の強いことが認められる。ただ、10年生と5年生の木の液はともに阻害作用が認められなかつたので、この間では何ともいえない。

以上の結果を4樹種を通じてみると、年とつた木の浸出液ほど発根阻害作用は強い傾向が認められる。ただし、スギの場合は非常に年とつた200年生の木についてはそのことが認められるが、これ以下の100～5年生の木の間では一定の傾向を認めることはできなかつた。

3. 枝の年齢別発根阻害作用

1) 材料と方法

阻害物質の量は枝の年齢によつて異なっているかを知るため、親木1個体からとつた1本の枝を1年生部分と2年生部分にわけて、浸出液の発根阻害程度を比較した。この場合、ヤマモモは第2次成長枝として8月以降に発生した秋枝をも比較に供した。実験に用いた樹種と浸出材料の条件はTable 40に示すとおりで、スギは年齢による特性が区別しにくいので用いなかつた。また、ヤマモモとクリは前項の樹齢別発根阻害作用の実験、アカマツはⅢ-5でのべたTable 10～12の実験の際に、それぞれ同一実験として行なつたもので、浸出液の作り方、阻害作用の検定方法などもそれと同じにした。ただ、これら樹種間では浸出液の浸出時間が異なっている。すなわち、浸出濃度はいずれも枝のまま輪切りしたもの500 g/lであるが、浸出時間がヤマモモとクリは1昼夜、アカマツは2昼夜であつた。阻害作用の検定材料の条件はヤマモモとクリは前項の実験のTable 38、アカマツはⅢ-5の実験のTable 10でそれぞれ示したとお

Table 40. 供試樹種と浸出材料の条件

Conditions of extraction materials used.

樹 種 Species	産 地 Source	品 種 Race	樹 齢 Ages of trees	個 樹 数 Number of trees	枝 齢 Ages of branches	枝の直径 Diameter of branches mm	採集年月日 Date of collection
アカマツ <i>Pinus densiflora</i>	京都市松尾山	天 然 生	約10年生	3	1 年生 2 年生	4～6 6～8	1960年3月10日
ヤマモモ <i>Myrica rubra</i>	高槻市安満山	野 生	約100年生	1	秋 枝 1 年生 2 年生	4～6 4～6 6～8	1956年2月24日
ク リ <i>Castanea crenata</i>	林試関西支場	銀 寄	約20年生 (つぎ木)	1	1 年生 2 年生	6～8 8～10	1958年3月9日

りである。

2) 結 果

各浸出液にさし木したシダレヤナギの発根成績は Table 41 に示すとおりで、枝の年齢による浸出液の発根阻害程度を比較するとつぎのようである。

Table 41. 枝の年齢別浸出液の発根阻害作用

Rooting of cuttings of *Salix babylonica* steeped in extract from branches of various ages.

浸 出 液 Water extract of:		液 の pH pH of solution		発 根 率 Rooted cuttings (%)	平均根数 Number of roots per rooted cuttings	平均根長 Length of roots per rooted cuttings (cm)
		試 験 前 At the beginning	試験終了時 At the close			
アカマツ <i>Pinus densiflora</i>	純 水 Water	5.8	5.9	100	4.56	1.73
	1 年 生 枝 1 years branches	4.4	6.3	94	3.51*	0.25*
	2 年 生 枝 2 years branches	4.4	5.9	98	4.06	0.25*
ヤマモモ <i>Myrica rubra</i>	蒸 溜 水 Water	6.8	6.8	100	4.98	2.75
	秋 枝 Autumn branches	5.8	6.2	96	5.22	0.76*
	1 年 生 枝 1 years branches	5.6	6.0	82*	4.80	0.51*
	2 年 生 枝 2 years branches	5.6	6.0	82*	4.76	0.64*
ク リ <i>Castanea crenata</i>	純 水 Water	5.8	6.8	96	4.64	2.23
	1 年 生 枝 1 years branches	5.6	6.6	96	3.07*	0.57*
	2 年 生 枝 2 years branches	5.4	6.6	100	3.30	0.45*

* は各純水または蒸溜水区との間に危険率5%以下の有意性があることを示す。

* Significant at 5% level.

アカマツの浸出液では、1年生枝の液は根数と根長において阻害作用のあることが認められる。これにくらべて2年生枝の液は根長においてしか阻害作用のあることが認められず、しかも、この程度は1年生枝の液と全く差がない。したがって、2年生枝の液は根数における阻害作用が認められないだけ、むしろ1年生枝の液よりも阻害作用は弱いと認められる。

ヤマモモの浸出液では、秋枝の液は根長においてしか阻害作用が認められないが、1年生枝と2年生枝

の液は根長だけでなく、発根率においても同程度に阻害作用のあることが認められる。すなわち、秋枝の発根阻害作用は弱い、1年生枝と2年生枝の間にはほとんど差がない。

クリの浸出液でも、1年生枝と2年生枝の液には根数と根長において阻害作用のあることが認められるが、その阻害程度は両区の間にはほとんど差がない。

以上3樹種を通じてみても、1年生枝より2年生枝の液が発根阻害作用が強いということは認められない。ただ、ヤマモモで用いた組織の若い秋枝は明らかに阻害作用の弱いことが認められた。

4. 萌芽枝の発根阻害作用

1) 材料と方法

樹幹とか太枝などから発生した萌芽枝(不定枝とも呼ばれる)は、阻害物質が少ないかどうかを知るため、1個樹の1太枝から普通枝と萌芽枝をとり、両浸出液の発根阻害程度を比較した。その樹種と浸出材料の条件は Table 42 に示すとおりで、アカマツは用いなかつた。また、スギは前述の樹齢別発根阻害作用の実験 (Table 37~39)、ヤマモモとクリも前項の枝の年齢別発根阻害作用の実験 (Table 40~41) の際にそれぞれ同一実験として行なつたもので、浸出材料の条件をはじめ浸出液の阻害作用の検定方法もそれと同じにした。

Table 42. 供試樹種と浸出材料の条件
Conditions of extraction materials used.

樹 種 Species	産 地 Source	品 種 Race	樹 齢 Ages of trees	枝の種類 Kind of branches	枝 齢 Ages of branches	枝の直径 Diameter of branches (mm)	採集年月日 Date of collection
ス ギ <i>Cryptomeria japonica</i>	富山県宮島村	リョウワスギ	約 200 年生	普通枝	1 年生	6 ~ 8	1955 年 4 月 1 日
				萌芽枝	1 年生	6 ~ 8	
ヤマモモ <i>Myrica rubra</i>	高槻市安満山	野 生	約 100 年生	普通枝	1 年生	4 ~ 6	1956 年 2 月 24 日
				萌芽枝	1 年生	4 ~ 6	
ク リ <i>Castanea crenata</i>	林試関西支場	銀 寄	約 20 年生 (つぎ木)	普通枝	1 年生	6 ~ 8	1958 年 3 月 9 日
				萌芽枝	1 年生	6 ~ 8	

2) 結 果

各浸出液にさし木したシダレヤナギの発根成績は Table 43 に示すとおりで、普通枝と萌芽枝の浸出液の発根阻害程度を比較するとつぎのようである。

スギの浸出液では、普通枝の液は発根率・根数・根長のいずれにおいても阻害作用のあることが認められるが、萌芽枝の液はそのような阻害作用があるとは認められない。

ヤマモモの浸出液では、普通枝、萌芽枝の液とも発根率と根長において阻害作用のあることが認められる。しかし、その発根率における阻害程度をみると、萌芽枝の液の方が明らかに阻害作用の弱いことがわ

Table 43. 萌芽枝浸出液の発根阻害作用

Rooting of cuttings of *Salix babylonica* steeped in extract from adventitious branches of trees.

浸 出 液 Water extract of :		液 の pH pH of solution		発 根 率 Rooted cuttings (%)	平均根数 Number of roots per rooted cuttings	平均根長 Length of roots per rooted cuttings (cm)
		試 験 前 At the beginning	試験終了時 At the close			
ス ギ <i>Cryptomeria japonica</i>	蒸 溜 水 Water	6.8	6.8	100	3.82	2.93
	普 通 枝 Ordinary branches	6.0	6.6	92*	3.06*	0.75*
	萌 芽 枝 Adventitious branches	6.0	6.8	98	3.75	2.50
ヤマモモ <i>Myrica rubra</i>	蒸 溜 水 Water	6.8	6.8	100	4.98	2.75
	普 通 枝 Ordinary branches	5.6	6.0	82*	4.80	0.51*
	萌 芽 枝 Adventitious branches	5.6	6.0	92*	4.21	0.54*
ク リ <i>Castanea crenata</i>	純 水 Water	5.8	6.8	96	4.64	2.23
	普 通 枝 Ordinary branches	5.6	6.6	96	3.97	0.57*
	萌 芽 枝 Adventitious branches	5.6	6.6	100	4.52	1.59

* は各蒸溜水または純水区との間に危険率5%以下の有意差があることを示す。

* Significant at 5% level.

かる。

クリの浸出液でも、普通枝の液は根長において阻害作用のあることが認められるが、萌芽枝の液はそのような阻害作用があるとは認められない。

以上3樹種を通じてみても、萌芽枝の液は明らかに発根阻害作用が弱く、このことは各樹種とも一致している。

5. 考 察

1) 発根阻害物質の存在部位

スギ、アカマツ、ヤマモモ、クリの4樹種を通じ、その1個樹からの葉・枝・根皮の各部浸出液に発根阻害作用のあることが認められたが、このような阻害作用は阻害物質の存在を示すものであり、その物質は樹体の樹皮、根皮、葉、木質部などの各部に広く含まれているものと考えられる。しかしながら、各部浸出液が示した発根阻害作用の強さは、スギは葉>根皮>樹皮部>木質部、アカマツは根皮・樹皮部>木質部>葉、ヤマモモは根皮>樹皮部>葉>木質部、クリは葉>根皮>樹皮部>木質部の順であると認めら

れたことから、樹体の部位では一般に根部に多く含まれ、また枝の中では樹皮部に多く含まれていると判定される。

阻害物質が根部や樹皮部に多く存在することは同化産物の下降あるいは貯蔵部位⁹⁸⁾としてうなずかれるが、なお葉にも阻害物質の少なくないことが認められたことと、Ⅲ—8の実験 (Table 27~34) で明らかにされたように発根阻害物質の生成は光線と密接な関係があることを考えあわせると、阻害物質は葉で生成されていることが推察される。また、それがとくにスギとクリでは根皮よりも葉の方に阻害作用の多いことが認められたが、これはおそらく樹種の特徴ではないかと考えられる。

すなわち、葉の採集時期はクリは成長終期の11月であつたが、スギはまだ成長をはじめていない3月3日で、他のアカマツやヤマモモの1月14日とは成長休止期という生理条件においては大差がなかつたことから、スギの場合は発根阻害成分の1つにアルカリ性の透析しにくいものが含まれていること (Ⅲ—6の Table 18 および考察参照) との関係、すなわち、このような成分は直接下降するようなことはないのかも知れず、またクリの場合は落葉間近の葉で調べたものであるだけに、このような落葉樹では落葉期が近づくにつれて同化産物の急速な下降と相まつて、葉に阻害成分が増加するという生理現象によるのではないかと考えられる。

いずれにしても葉に阻害成分が多くあるということは、それがとくにスギのさし木のように葉をつけたさし穂を繁殖に供する場合は、さし穂中の阻害成分の濃度が高くなるという点から発根促進上考慮すべきことがらである。ことに筆者⁹⁹⁾ (1959) はさきにこのようなスギさし穂の乾燥粉末を加えた土壌においてもスギさし木の発根が阻害されることを明らかにしたが、これらの事実から、スギの伐採跡地に直ちにさし木造林を行なつたり、さし床をつくつたりすることは、阻害物質の存在という面から慎重な検討を要する。また、連年使われているスギのさし床では落ちた葉などが蓄積されて発根の阻害作用も繰り返されているものと思われる。これらのことがらはいままで造林学上、技術上、全く無関心であつたといえよう。

2) 発根阻害物質の樹齡的変動

親木の年齢が高まるにつれてさし穂の発根力が低下することは、GARDNER⁸⁾ (1929) が発根困難なマツ属やリンゴのさし木で発表して以来、いまでは大ていの樹種について認められる発根能力の一般的生理現象であると見られているが、なぜ親木が年をとると発根しにくくなるのかはほとんどわかつていない。ただ、樹種的に発根力が高いスギでは大体の傾向として親木が老齢になると窒素含量⁹²⁾の少ないことが見られ、またホルモン処理の発根促進効果⁹³⁾¹⁹⁸⁾が小さくないことからみて、そのようなホルモン状物質の不足ということも考えられる。とくに吉田ら¹⁹⁸⁾ (1960) によるとシヨ糖液につけてからホルモン処理すると、一層増大した効果が見られているので、シヨ糖に関係があるような物質の不足していることも想像される。また、浅田ら⁹⁾ (1959) はカラマツの母樹齡の異なるさし穂について樹体養料を調べ、発根力の高い幼樹にはビタミンB₁の含量が多いことを報告している。小笠原⁷²⁾ (1960) はアカマツのさし穂で成長調整物質と樹齡との関係について調べ、樹齡が高まるにつれ成長促進物質は減少し、成長阻害物質は増加する傾向があることを明らかにした。

以上のような報告から、親木の年齢が高まるにつれて発根力が落ちるのは、そのような発根促進物質や栄養物質の減少などがその一原因になつていることも十分考えられる。しかし、本実験において樹齡による枝の浸出液が示した発根阻害作用は、発根困難なアカマツ、ヤマモモ、クリでは一致して樹齡の高いものほど阻害作用が強く、また、発根が比較的容易なスギでも非常に年とつた200年生のものでは明らかに

阻害作用の強いことが認められた。これら浸出液が示す発根阻害作用が阻害物質の存在を示すものであることはこれまでの各種実験によつて明らかであるし、そのような阻害作用が年とつた木に多いことも発根能力低下の要因になつていゝと考えられる。また、このような浸出液の発根阻害作用は成長ホルモン剤の発根促進作用をも阻害すること（Ⅲ—7参照）からみて、小笠原⁷²⁾がアカマツについて樹齢が高まるにつれ成長促進物質は減少し、成長阻害物質は増加することをみたように、発根阻害物質の増加と実質的に役立つ発根促進ホルモンの減少とは密接な関係があるものと考えられる。

ただ、その親木が同じの場合、1年生枝と2年生枝の間では阻害作用の強さに差がなかつたので、枝の年齢によるさし穂の発根力の差は阻害物質の作用以外に直接の要因があるものといえよう。その反面、同一親木の1年生枝でも萌芽枝は明らかに阻害作用が少なかつたので、萌芽枝のさし穂が発根しやすいのは、発根に役立つ栄養物質が多く含まれていると考えられるだけでなく、発根阻害物質が少ないことにもよるとみなされる。

なお、ヤマモモで調べた結果では、萌芽枝よりもさらに秋枝に阻害作用の少ないことが認められたが、この秋枝は8月ごろになつて発生した第2次成長枝で、その表皮はまだ緑色を帯びていた点からみて、同じ1年生枝でも秋枝のような組織の若い枝は阻害物質の少ないことが推察される。

Ⅲ—10 あとがき

スギ、アカマツ、ヤマモモ、クリのさし穂について発根阻害の現象を追求した結果、阻害物質の存在を確認するとともに、この物質の生成に関与する諸因子の解明に努めた。すなわち、各実験を通じて、これら穂木の浸出液には発根阻害作用のあることが見られたが、このような阻害作用は定性的実験によつて阻害物質によるものであることが確かめられ、さらに阻害作用は生育中に光線と密接な関係をもつて生成されていることも認められ、さし穂中にそのような発根阻害物質の存在していることが明らかになつた。

また、このような浸出液を同一樹種の発根力の高い若木からとつたさし穂に吸収させてさしつけた場合、その発根が著しく阻害される場合が少なくないことから、そのような阻害物質が含まれているさし穂では、そのさし穂自体の発根力に影響を及ぼしているものと推察されるが、このことはさらにさし穂の発根力と阻害作用の関係を考究した諸実験によつてほぼ確認できた。すなわち、一般に発根力が高いとされている若木の枝や萌芽枝のさし穂には阻害物質がほとんど含まれていないか、あるいは少なく、またセロハン紙フィルターを用いたために阻害作用が少なかつた穂木は実際にさし木して発根のよいことを認めた。

このほか、とくにその阻害機構の一端を示したものとして注目されたのは、発根阻害作用のある浸出液中で成長ホルモン剤の発根促進効果が弱められたことで、さし木困難樹種のさし穂に対してはホルモン処理の効果がほとんどあらわれないか、あるいは効果に安定性のない場合の多いことも知られているだけに、発根阻害物質の存在がさし穂内のホルモンあるいはホルモン処理の効果を減退させる一要因として働いていることには十分考慮してみる必要があろう。

なお、この研究の中で、発根阻害作用のある浸出液中では発根がきわめて容易なシダレヤナギなどのさし穂でも発根が阻害されるだけでなく、その根および新芽の成長も著しく阻害されることが認められたが、他方これらの阻害物質は樹体の各部に広く存在している中で、とくに根部、また樹種によつては葉に多いことが認められたこともあわせ考えると、生育中の植物体の成長をもかなり阻害している場合があるのではなからうか。この問題は今後に残された重要な研究課題であると考ええる。

IV 発根阻害物質の生成防止ならびに除去法

IV-1 まえがき

前編では主にスギ、アカマツ、ヤマモモ、クリのさし穂について、その発根と生育を阻害する物質の存在を追求し、これを確認すると同時に、主要な2、3の性状を明らかにしたので、本編ではさし木がとくに困難といわれるものの発根力を高めるために、さし穂をいためることなくして阻害物質の影響を軽減あるいは排除する方法について研究をすすめた。

まず考えられることは、阻害作用が少ないか、あるいは目立つほどの阻害作用がない—いいかえればほとんど阻害物質を含まないような穂木あるいは親木を育成することと、さもなければ穂作り後にさし穂を処理して阻害物質を除くやり方と2とおりある。

以下このような見地から阻害物質の生成防止および除去方法に大別してのべるが、生成防止法は大部分が前編で検討された結果にもとづいて導きだされたものであり、除去法はクリの鋸屑とスギのさし穂を材料に用いた実験の成果である。

IV-2 発根阻害物質の生成防止法

前編の結果からつぎの方法を導きだすことができる。

1. さし木・つぎ木の繰り返し操作による方法

Ⅲ-9において親木の年齢が異なる枝の浸出液の発根阻害程度比較の結果である Table 39 によると、アカマツ、ヤマモモ、クリではいずれも若い木の枝の浸出液ほど阻害作用の少ないことが認められた。

すなわち、全般的には若い木ほど阻害物質は少ないようにうかがわれるので、さし木あるいはつぎ木によつて年齢が若返つたものは阻害物質が少なくなつていのではないかとうかがわれる。ただ、クリの場合はいずれもつぎ木によつて仕立てられた親木を用いているので、そのことがはつきりいえるが、他の3樹種の親木はいずれも実生なので直ちにクリの場合と同じように断定を下すわけにはいかない。しかし、スギ、ヒノキのさし木¹⁹⁾にかぎらず、さし木困難なオリーブ、コルクガシなど²¹⁾でも最初は親木が年をとつていて発根が悪くても、第1次さし木苗をもとに繰り返しさし木を行なつていけば発根のよくなることが見られており、また、これと同様に一たんつぎ木したもの¹⁸⁷⁾からとつたさし穂も発根のよいことが見られているように、さし木あるいはつぎ木によつて親木の年齢が若返つたものは、一般に阻害物質が少ないようにみうけられる。

年を重ねて阻害物質が多くなつた親木は、さし木あるいはつぎ木の繰り返しによつて著しい阻害作用はまぬがれるだろうが、もつともいくら若返つた親木でもその後年齢が増加するにつれて再び阻害物質は多くなるものとみられるので、これを防ぐには山行苗の枝のような若木のものを繰り返しさし木しておくことが望ましい。なお、さし木とつぎ木とでは、さし木の方が台木の年齢の影響をうけないだけ効果が大きからう。

2. 萌芽枝の育成による方法

Ⅲ-9において同じ親木の同じ太枝からとつた普通枝と萌芽枝の浸出液について発根阻害程度を比較した Table 43 の結果によると、スギ、ヤマモモ、クリの3樹種では一致して萌芽枝の浸出液は阻害作用が著しく少なく、とくにスギとクリの場合には阻害物質の存在すら認められなかつた。

このことから剪定によつて幹あるいは太枝から勢いよくでた萌芽枝を使えば阻害作用のない穂木をうる。

ことができる。もつともマツ類の場合は幹や太枝からの萌芽枝を期待することは無理であるが、枝を刈り込んで葉（短枝）から萌芽枝を発生させることもできる（Phot. 8）し、後述の Table 77～79 のとおり事実このような方法によつて発根力のより高いさし穂の得られることも明らかとなった。

3. しや光フィルターによる方法

Ⅲ—8において阻害物質の生成と光との関係を明らかにするため、アカマツとヤマモモの実生およびつぎ木の幼樹に、透明、青、緑、赤の各セロハン紙フィルターをかぶせて穂木を育て（被覆期間：アカマツは5月2日～8月14日・ヤマモモは5月16日～7月22日）、その浸出液の発根阻害程度を比較した結果、Table 29と31のとおり、アカマツおよびヤマモモとも青、緑、赤の各セロハン紙区のは阻害作用がほとんどないか、あるいは少ないことが認められ、とくにこのうち緑のものは効果が比較的優れていた。また、このようなフィルターの効果は光の量を非常に少なくした場合、すなわち、明るさが無覆の場合の約27%であつた硫酸紙の2重覆の場合にも認められた。

このような結果からみると、青、緑、赤色などのしや光フィルターを用いることによつて全然あるいはほとんど阻害作用がみられないような穂木を育てることができると考えられる。ただ、ここでアカマツに対する青のセロハン紙フィルターが穂木ばかりでなく、親木までも枯らす結果となつた点は、さらに追求すべき研究課題である。その点、緑のフィルターは阻害物質の生成防止効果が確実であつただけでなく、後述のV—4において Table 89に示すように、ヤマモモでは穂木の成長も悪くなく、これらのうちでは最も実用性が高いものといえよう。

なお、ヤマモモなどの場合、硫酸紙の2重覆も緑のフィルターに劣らない効果が認められたが、その光線量が緑のセロハン紙は45%あるのに、2重覆ではわずか27%程度しかなく、穂木あるいは親木の生育上決して好ましいとはいえず、とくに光線要求量の高い樹種に対する2重覆はなお検討の余地がある。

したがつて、しや光フィルターによる方法としては、いまのところ緑のセロハン紙フィルター下の光線条件が適当であると考ええる。ただ、この方法でも大きい親木では実行しにくいので、若木につき木を行なつて、それにフィルターをかぶせれば事業化もできる。もちろん枝だけにかぶせる方法も考えられるが、親木全体にかぶせた場合に劣らないだけの効果が得られるかということについてはなお検討してみる必要がある。また、フィルターも破れやすいセロハン紙よりもビニール製の方が丈夫で実用価値があると思われる。

4. 黄化处理による方法

まえにのべた硫酸紙の2重覆の効果のように、光線量を非常に少なくして育てた穂木に阻害作用が小さいことから、穂木を黄化处理すれば同様な効果があるのではないかということに気づく。とくにさし穂の黄化处理は GARDNER⁹⁾ (1937) がリンゴのさし木で発表して以来、さし木困難樹種のカキ¹²⁹⁾ などに対しても発根促進効果のあることが知られているだけに検討を加えてみる価値があると思う。そこでクリについてその新梢を靱殻を用いて黄化させ、この浸出液に発根阻害作用があるかどうかを検討した。

1) 材料と方法

用いた親木は5～7年生と推定される野生のクリ10個体で、いずれも1951年2月14日に樹幹を地際から切り除き、その株より3本あて萌芽させた。そのうち5個体は対照区として萌芽を普通に生育させ、あとの5個体の萌芽を黄化处理した。その方法は萌芽が15～20 cm 伸びたところの同年4月20日～5月5日に35×35×20 cm の木枠をかぶせ、その中に新梢の頂部10 cm が見える程度に靱殻を入れた。その後も新梢

が伸びるにしたがつて籾殻を追加するとともに、木杵もあと1杵を積み重ね、5月末日までに基部35~40 cmを黄化させた。その後新梢は伸びるにまかせ、秋までに20~30 cm伸びた。このようにして黄化させた枝は10月25日にきりとり、黄化した部分200 gを1~2 mmに輪切りし、蒸留水400 ccを加えて、15~20°Cの暗室内で2昼夜浸出させて液をとった。対照区の普通の萌芽枝もこれと同様な方法で浸出液をとった。この両浸出液および対照区として蒸留水の各300 ccを500 cc容のビーカーに入れ、これに当年生枝からとった直径6~8 mm、長さ10 cmのイタチハギのさし穂を50本あて下部7 cmを2昼夜つけて液を吸収させ、23~27°Cの定温室内の赤土にさしつけた。この赤土は水道水で含水率を45%に調整して25×25×15 cmの木箱に入れたもので、1区あたり50本を2箱にわけて、1箱に各区25本あて75本さしつけ、その後秤量法により消失水分量を補給した。実験は約1カ月目の11月30日にしめきつて調査を行なった。

2) 結 果

各区の発根成績は Table 44 に示すとおりで、蒸留水区にくらべて、無処理の枝の浸出液を吸収させたイタチハギの発根率はかなり低いが、黄化处理したものの方は優っている。すなわち、黄化处理した枝の浸出液には阻害作用のないことが認められる。

この試験のように1本の枝のうち頂部20~30 cmが全く黄化していなくても、その下部の黄化した部分には阻害作用が認められなかつたが、黄化处理による方法はさし穂に用いる部分の枝だけを処理して目的が達せられるから親木や太枝を衰弱させずに行なえる実用上好ましい方法といえよう (Phot. 9)。

Table 44. 黄化处理した枝の浸出液の発根阻害作用

Rooting of cuttings of *Amorpha fruticosa* which were got to absorb extract from shoots etiolated of *Castanea crenata* and then planted.

さし穂が吸収した液の種類 Water extract of :	発 根 率 Rooted cuttings (%)	平 均 根 数 Number of roots per rooted cuttings	平 均 根 長 Length of roots per rooted cuttings (cm)
蒸 溜 水 Water	70	3.40	6.71
無 処 理 枝 の 浸 出 液 Ordinary shoots	54	2.03	4.15
黄 化 処 理 枝 の 浸 出 液 Etiolated shoots	78	3.37	6.50

IV-3 発根阻害物質の除去処理法

クリの鋸屑およびスギの穂木の中に発根阻害物質が含まれていることはⅢ編において明らかにしたが、ここではこれらを材料に用いて、従来さし穂の発根促進に効果があるといわれている処理の中から、阻害物質の除去手段に役立つであろうと考えられるものを選び、さし穂を害せずに阻害物質を除くことができる処理法の追究を試みた。すなわち、クリの鋸屑を用いた実験では、それら種々の方法で鋸屑を処理し、これにイタチハギをさしつけて発根阻害作用が除けたかどうかを調べ、もう一つのスギのさし穂を用いた実験では、さし穂を処理し、そのさし穂の浸出液にイタチハギをさしつけて発根阻害作用が残っているかどうかを調べて検討を加えた。

1. 鋸屑を用いての実験⁵⁸⁾

1) 材料と方法

1951年5月12日に45年生のクリ樹を地際から切り倒して、皮のついたまま製材機で鋸屑をとり、Table 45のような各処理法にしたがつて阻害物質を除く処理を行なった。処理したそれぞれの鋸屑は含水率を60%にして5万分の1ワグネル・ポットに入れ、これにイタチハギをさし木して発根阻害作用がどの程度除去されたかを室内で試験した。イタチハギのさし穂は3月6日にとつた貯蔵枝で、6月1日に直径6~8 mmのものを長さ10 cmに穂作りし、1区あたり50本、計300本を7 cmの深さにさしつけた。調査はさしつけ後15日目に実験をしめきつて行ない、さし穂の発根状態から処理効果について比較検討した。

Table 45. 鋸屑の処理法
Methods of treatment of saw dust from *Castanea crenata* trees.

処理の種類 Treatment	処理の濃度・温度 Concentration	処理時間 Time treated (hr)	処理した鋸屑のpH pH of saw dust treated	処理した鋸屑の色 Color of saw dust treated
無処理 Non treatment	—	—	4.6	黄褐色
煮沸 Boiling	約 100°C	3	6.0	灰褐色
温湯 Hot water	30 ~ 35°C	60	5.4	淡褐色
流水 Water	—	240	5.4	黄褐色
エチルアルコール Ethyl alcohol	5 %	90	5.4	黄褐色
消石灰 Slaked lime	5 %	90	7.6	黒褐色

2) 結果

各種処理した鋸屑にさし木したイタチハギの発根成績は Table 46, 発芽成績は Table 47 に示すとおり

Table 46. 各種処理した鋸屑にさし木したイタチハギの発根成績
Rooting of cuttings of *Amorpha fruticosa* steeped in saw dust of *Castanea crenata*
treated with various methods.

処理の種類 Treatment	発根率 Rooted cuttings (%)	平均根数 Number of roots per root- ed cuttings	平均根長 Length of roots per rooted cutt- ings (cm)	平均絶乾根量 Dry weight of roots per rooted cuttings (mg)	備 考 Note
無処理 Non treatment	0	—	—	—	下の切口は黒褐色化しア オカビが寄生していた。
煮沸 Boiling	84	4.7	15.7	5.7	切口にカルスを形成して 発根し、根は局部的に褐 色化していた。
温湯 Hot water	88	3.8	6.1	3.1	根のなかたは煮沸区とは ほとんど同じ。根は基部が 褐色化していた。
流水 Water	64	3.1	7.8	3.4	下の切口は黒褐色化し、 根は褐色で死んだものも あつた。
エチルアルコール Ethyl alcohol	62	2.8	1.4	1.0	発根状態は流水区とほと んど同じ。根は黒褐色化 し死んでいた。
消石灰 Slaked lime	54	2.3	4.7	2.6	下の切口にカルスを形成 し、根は純白色で太く長 かつた。

Table 47. 各種処理した鋸屑にさし木したイタチハギの発芽成績

Germination of cuttings of *Amorpha fruticosa* steeped in saw dust of *Castanea crenata* treated with various methods.

処 理 の 種 類 Treatment	発 芽 率 Germinated cuttings (%)	平均絶乾発芽量 Dry weight of roots per germinated cuttings (mg)	備 考 Note
無 処 理 Non treatment	72	30.3	芽は伸びないで、出芽したものは先端から黒くなつて全部枯れた。
煮 沸 Boiling	98	121.0	出芽基部はうすい赤味を帯びて発育が順調であつた。
温 湯 Hot water	100	109.2	煮沸区とほとんど同じ。
流 水 Water	88	84.2	出芽したものの20%ほどは無処理区と同じように枯れた。
エチルアルコール Ethyl alcohol	98	65.9	芽は伸びないが枯れたものはなかつた。
消 石 灰 Slaked lime	84	73.3	出芽したものは健全で、葉は濃緑色を帯びて発育した。

りで、対照区（無処理）のものはⅢ—5における実験の Table 6～7 の場合と同じようにさし穂の切り口が害されて1本も発根しなかつたのに対し、処理区はそれぞれ発根し、発根阻害作用の軽減されている (Phot.10) ことから、阻害物質が処理によつて少なくなつたものと考えられる。

つぎに処理について比較検討すると、発根率においては温湯および煮沸区が他の処理区にくらべて成績がよく、流水、アルコール、石灰水の各区の間には有意の差が認められなかつた。発根量については絶乾重として測定した結果、煮沸区 5.7 mg, 流水区 3.4 mg, 温湯区 3.1 mg, 石灰水区 2.6 mg, アルコール区 1.0 mg と順次少ないが、温湯区と流水区の間には有意の差が認められなかつた。

これら処理区のうちで、とくに流水区およびアルコール区のさし穂からでた根は黒色ないしは褐色になつて腐れかかつていたが、石灰水区は根が純白色で、太くて長く、健全であつた。また、アルコール処理および石灰水処理は、その処理時間が4昼夜たらずで流水処理の10昼夜にくらべてかなり短かつたが、それらの処理効果には有意の差が認められなかつた。したがつて、いずれも同じ時間で処理した場合には、アルコール、石灰水が流水より有効ではないかと思われる。なお、煮沸処理は他の処理にくらべて阻害物質を除く効果の大きいことが認められたが、さし穂からでた根が局部的に褐色化されていたことからみてまだ阻害物質が完全に除かれているとはいえないようである。

2. さし穂を用いての実験⁸³⁾

1) 材料と方法

前項の実験結果を参考にし、さし穂を害せずに阻害物質を除く効果がありそうな Table 48に示す処理法にしたがつてスギのさし穂を処理し、そのさし穂の浸出液にイタチハギをさし木して、その発根状態から処理効果について比較検討した。

処理に用いたさし穂は1955年4月5日に50年生のリョウワスギ1個体からとり、2年生枝の径の6～8 mmの部分長さ10 cmにきりそろえ、1区あたり150 g あてを Table 48に示した各処理液800 ccにそ

Table 48. さし穂の処理液
Methods of treatment of *Cryptomeria japonica* cuttings.

処 理 の 種 類 Treatment	処理液の濃度・温度 Concentration
水 道 水 Water	—
温 湯 Hot water	30~35°C
エチルアルコール Ethyl alcohol	5%
過マンガン酸カリ Potassium permanganate	0.1%
消 石 灰 Slaked	5%
硝 酸 銀 Silver nitrate	0.05%

れぞれさし穂全体を24時間処理した。処理したさし穂は処理液の反応がなくなるまで水道水で1時間水洗いして枝の中間7 cm部分から100gをとり、それを約1 mmに輪切りして、蒸溜水500 ccを加えて2 昼夜浸出した。この浸出液は綿でこし、250 ccを大型シャーレに入れ、発根阻害作用の検定用にイタチハギの貯蔵休眠枝を長さ12 cmに切りそろえて1区25本あて浸し、25±2°Cの定温器内におき、10日目に発根状態を調査した。なお、この場合、処理の効果を判定するための対照区として、無処理の枝の浸出液区のほか蒸溜水区を設けた。

2) 結 果

各種処理したさし穂の浸出液に浸したイタチハギの発根状態は Table 49のとおりであるが、これら浸出液に阻害作用が残っているかどうかを判定するため、さらにその発根率、根数、根長について蒸溜水区との間の有意差の χ^2 —検定を行なった結果は Table 50に示すとおりである。これによると無処理の穂木の浸出液区は、どの処理区の浸出液も根長についてのみ阻害作用があるといえるだけで、発根阻害作用の少なくなっていることが認められた。

それで、さらにどの処理が最も阻害作用が少なくなっているかを比較判定するため、つぎに無処理区と処理区との間の有意差の χ^2 —検定を行なった結果は Table 51のとおりである。これによると過マンガン

Table 49. 各種処理した枝の浸出液にさし木したイタチハギの発根成績
Rooting of cuttings of *Amorpha fruticosa* steeped in extract from branches of *Cryptomeria japonica* treated with various methods.

処 理 の 種 類 Treatment	試験前の液のpH pH at the beginning	発 根 率 Rooted cuttings (%)	平 均 根 数 Number of roots per rooted cuttings	平 均 根 長 Length of roots per rooted cuttings (cm)
対 照 (蒸溜水) Control	6.4	80	3.46	2.52
無 処 理 Non treatment	6.2	52	3.30	1.22
水 Water	6.2	76	3.61	1.65
温 湯 Hot water	6.2	60	2.98	1.68
エチルアルコール Ethyl alcohol	6.0	72	2.98	2.07
過マンガン酸カリ Potassium permanganate	6.2	96	3.15	2.08
消 石 灰 Slaked lime	7.1	88	3.70	1.16
硝 酸 銀 Silver nitrate	6.2	80	3.80	1.37

酸カリ区は阻害作用が最も減少しており、発根率と根長がよいことについて5%以下の危険率の有意差が認められる。この区は蒸溜水区のものくらべてみても、発根率がかえつて16%も高く、根長も蒸溜水区のものに最も近づいており、発根阻害作用はほぼ十分に除去されたものとみてよからう。これについて阻害作用が減少している区は石灰区と硝酸銀区である。この両区は根長からみてなお阻害作用が除去されているとはいえないが、発根率については蒸溜水とくらべて少しも劣らないほどに向上し、阻害作用は全くなくなつているといえよう。アルコール区は根長については過マンガン酸カリ区と違わないぐらいの値を示しているが、発根率については無処理区との間に5%以下の危険率では有意差が認められず、統計的に阻害作用が減少しているとはいえない。また、他の水および温湯などの処理は、発根率、根長とも少しはよくなつてはいるが、無処理区との間に5%以下の危険率では有意差がなく、阻害作用を除く効果があるとはいえない。

3. 考 察

クリの鋸屑を用いた処理試験では、ほぼ煮沸>温湯>流水・石灰水・アルコールの順位で、いずれの処理も発根阻害物質を除く効果があつたが、しかし、さし穂の場合は生体であるだけにさし穂を害しないような処理法でなければ採用することができない。このため煮沸処理は用いられないが、他の温湯、流水、アルコール、石灰水などの処理は有望と思われる。

ここで注意すべきは処理を行なう際にさし穂中の発根に役立つような成分をも失わせるおそれのないように導かねばならないことである。このような考えから、スギのさし穂を用いた処理試験では、さらに CURTIS⁶⁾ (1918) によつて発根促進効果があるとされた過マンガン酸カリと、有機酸の実性反応に用いられる硝酸銀による処理法も採用したが、この試験結果では過マンガン酸

Table 50. 蒸溜水区との有意差

Significant difference between control and treated section of rooting results shown in Table 49.

処 理 の 種 類 Treatment	発根率 Rooted cuttings	平均根数 Number of roots per rooted cuttings	平均根長 Length of roots per rooted cuttings
無 処 理 Non treatment	*	—	**
水 Water	—	—	**
温 湯 Hot water	—	—	**
エチルアルコール Ethyl alcohol	—	—	*
過マンガン酸カリ Potassium permanganate	—	—	*
消 石 灰 Slaked lime	—	—	**
硝 酸 銀 Silver nitrate	—	—	**

**, * はそれぞれ危険率1%, 5%以下の有意差があることを示す。

** Significant at 1% level.

* Significant at 5% level.

Table 51. 無処理区との有意差

Significant difference between non treated and treated section of rooting results shown in Table 49.

処 理 の 種 類 Treatment	発根率 Rooted cuttings	平均根数 Number of roots per rooted cuttings	平均根長 Length of roots per rooted cuttings
水 Water	—	—	—
温 湯 Hot water	—	—	—
エチルアルコール Ethyl alcohol	—	—	*
過マンガン酸カリ Potassium permanganate	**	—	*
消 石 灰 Slaked lime	**	—	—
硝 酸 銀 Silver nitrate	*	—	—

**, * はそれぞれ危険率1%, 5%以下の有意差があることを示す。

** Significant at 1% level.

* Significant at 5% level.

カリと、有機酸の実性反応に用いられる硝酸銀による処理法も採用したが、この試験結果では過マンガン酸

カリに十分な効果が認められたほか、石灰、硝酸銀などの処理も発根阻害物質をある程度除く効果があると認められた。なお、水道水、温湯による処理法は本実験の範囲で統計的に効果があるとはいきれないが、阻害物質は水溶性のものと解されるので、簡単に効果がないとは決められない。むしろ浸出液の阻害作用はわずかながら軽減されている傾向が認められるので軽視してはならない。

なお、スギのさし穂の発根阻害作用を除くのに役立つこれらの処理が、実際に発根促進法としてどの程度有効であるかについて別に行なつた試験結果をのべておく必要がある。これら処理法の発根促進効果は後述のV—2におけるスギのさし木試験によつて検討したが、その結果（Table 61~64）によると、過マンガン酸カリ処理は確実に発根促進効果があり、また石灰や硝酸銀のほか温湯などの処理も効果のあることが認められた。ただ、石灰、硝酸銀、温湯の3種類の処理は単用処理では効果がなく、あとからホルモン処理を併用しないかぎり発根率を高めることには役立つていない。これらの処理がなぜホルモン処理と併用しなければ発根がよくならなかつたかということについてまず考えられることは、阻害物質を除いてももともと発根促進物質が不足していたためか、あるいはまたこれらの処理によつて発根促進物質も失つてしまつたかのいずれかであろう。

以上のように、クリの鋸屑とスギのさし穂を用いて行なつた両実験結果からは、温湯、過マンガン酸カリ、石灰、硝酸銀、アルコールなどにかぎらず、水につけておくだけでも阻害物質を除く効果があると考えられるが、ただこれらの処理をさし穂に適用しようとするときは、そのスギの場合にもみられたように、どれもがそのまますぐ役立つくれるとはかぎらない。これら処理のあいだには効果にかなりの差があるだけでなく、Ⅲ—6の考察でのべたように、スギのさし穂中には他のアカマツ、ヤマモモ、クリなどでは見られなかつた一部アルカリ性の阻害物質も認められたこと、あるいは処理によつては発根に役立つ成分をも損失させるというようなことも十分考慮して、それぞれの樹種に適した処理法を導きだしていくことが必要であろう。

IV—4 あとがき

以上、発根阻害物質の生成防止ならびに除去法を明らかにしたが、これらのうち、どの方法が効果的であるかということについては樹種の生理的特性によつても異なるものと考えられるので、さらにそれぞれの樹種について確かめてみる必要があろう。

ただ、一般的にいつて、穂作り後にさし穂を処理する方法はさし穂を害しやすく、またさし穂中の発根に役立つ成分をも消失させるおそれがあるので、計画的に最初から阻害物質をほとんど含まない穂木を育てる方法を採用していくことが好ましい。そして、その場合も発根促進物質の増加にも役立つような方法であればさらに望ましい。

なお、以上のべた方法でも、つぎ木によつて若返らせた親木から、さらに萌芽枝を育てるとか、あるいは黄化処理を併用するというように、一つの方法だけに頼らず、効果的なものは相互に併用していき、とくに発根困難なものにおいては、さし木苗が得られてからも、これら若いさし木苗を親木としたさし木の繰り返しによつて若返りの効果を活用していけば、より大きな成果があげられるものと思われる。

V さし木困難樹種の発根能力増進法に関する実験

V—1 まえがき

さし木で活着成績をあげるには、発根力の高いさし穂を発根しやすい環境条件下にさしつけることが大

切であるが、発根が困難とされているような樹種、品種、個体などでは、一般にさし穂自体の発根力を高めてやらないかぎり満足な活着成績は望めない。

さし穂自体の発根力を高める方法としては、これまで発根に必要な物質が足りないとか、あるいは欠けていると解して、ホルモン剤やビタミン類、シヨ糖などが補給され、また呼吸促進の意味から過マンガン酸カリ、水素ガス、温湯などによる処理がいろいろ試みられてきたが、これらのうちで比較的多くの樹種で効果がみられているのは成長ホルモン剤による処理ぐらいである。

この成長ホルモンは根形成物質¹³²⁾の一つとして最も確実視されているもので、さし木困難樹種については一応これによる処理を試みる価値はあろう。しかし、このようなホルモン処理も、ある場合には非常に優れた効果がみられている反面、肝心な発根困難樹種ほど効果があらわれにくいという例¹²⁸⁾が多い。

本研究では、まず発根阻害物質の存在を確認し、ついで発根阻害物質の生成防止ならびにさし木に当たつてあらかじめ阻害物質を除去する手段を究明し、本編においては、この排除法を取り入れるることによつてどれだけ発根成績が向上されるかについて検討を加えたものである。

とりあげた樹種は、スギ老齢木、アカマツ、ヤマモモ、ハンノキ属、クリ、ヤマナラシなどであるが、とくに上位4樹種についてはさし木実行上知つておく必要がある発根の特性についても検討を行ない、さし木の実用性を明らかにすることに努めた。

V-2 スギ老齢木のさし木

スギのさし木は比較的容易なものとして古くから実用的に行なわれてきたが、高齢な親木からのさし穂は一般に発根が悪い。このことは村井⁶³⁾ (1949) や飯盛²⁵⁾ (1950) の報告があつて以来いまでは広く知られ、このようなことが一般に高齢な精英樹からの増殖を困難にしている。それで、このような発根しにくい高齢木からのさし木の容易化をはかることを目的として、1955年から57年にわたり研究を行なつた。この成果はさきに「スギ老齢木のさし木の困難性と発根能力増強法」として林業試験場研究報告⁶³⁾で発表したので、ここではそのうち論及しておく必要のある発根の特性、発根能力増進法についてのべることにする。

1. 発根の特性

1) さし穂の発根率

スギのさし木についても親木の年齢が古くなるにつれて発根しにくくなることは今日ではよく知られているが、筆者が各種さし木試験に用いた材料の発根成績を示すと Table 52 のとおりである。これらは Table 53 に示したような比較的保水力が大きく、通気性も悪くないなど、発根にほぼ好適と考えられる赤土のさし床において得られたものであるが、老齢木のさし穂はやはり一般に発根率が低く、なかでも京都北山地方の品種であるシバハラではそれが顕著である。

なお、老齢木のさし穂は発根率が低いが、さらに Table 52 によつても見られるように、発根しても若い親木のものにくらべて根数が少なく、その発根も遅いので根の木質化が遅れ、さし木当年で山出しに使えるほど根系のよい苗木をうることはあまり期待できない。

したがつて、老齢木のさし穂の発根促進法としては、発根率が向上すると同時に根量も増加するような方法であることが要求されてくる。

2) 未発根苗の2年目の発根率

老齢木のさし穂が発根しにくいということについての報告はかなり多くあるが、しかし、これらは一般

Table 52. 老齡木のさし穂の発根成績一覧表

Rooting results of *Cryptomeria japonica* cuttings planted in nursery.

スギ品種 Race of cuttings	親木番号 No. of parent trees	親木年齢 Ages of parent trees	さしつけ本数 Number of cuttings	発根率 Rooted cuttings (%)	平均根数 Number of roots per rooted cuttings	平均根長 Length of roots per rooted cuttings (cm)	枯損率 Dead cuttings (%)	実験年月日 Experiment period
リョウワスギ Ryowa	0	5	40	92.5	9.35	8.31	7.5	1955.4.6 ~10.25
	1	25	40	92.5	6.24	9.09	0	
	2	50	40	70.0	4.91	6.67	0	
	3	100	40	67.5	3.66	8.10	0	
	4	200	40	20.0	3.25	4.30	5.0	1956.3.29~12.10
	5	150	40	5.0	2.00	7.50	15.0	
	5	150	40	10.0	3.25	5.35	7.5	
	6	150	40	27.5	3.56	7.52	7.5	
シバハラ Shibahara	7	150	40	55.0	3.44	8.42	0	1957.4.6 ~10.11
	8	150	40	72.5	5.06	7.60	0	
	0	5	40	85.0	6.64	8.54	2.5	1955.4.23 ~10.25
	1	100	40	30.0	1.91	6.28	2.5	
	2	200	40	2.5	1.00	10.00	2.5	1956.4.18 ~57.2.14
	3	100	40	5.0	1.25	14.44	0	
	4	200	40	0	—	—	10.0	

Table 53. さしつけ土壌の性質

Properties of medium soil

最大容水量 (%) Water-holding capacity		腐植 Humus (%)	pH	土の色 Color of soil	機 械 的 組 成 Mechanical composition			
容 積 Volume	重 量 Weight				粗 砂 Coarse sand	細 砂 Fine sand	微 砂 Silt	粘 土 Clay
53.25	61.75	0.34	5.0	濃 黄 橙	7.10	16.50	10.20	66.20

にさし木当年の発根成績についてのべられているものであつて、2年目あるいは3年目の発根率の増加について調査された報告はきわめて少ない。これは1年目の発根率があまりに低いので、そのまま放つておくうちに枯れてしまつたり、あるいは気温その他の気象条件がさし木に不適当な地方¹⁰⁵⁾では未発根苗の多くはいわゆる根頭がんしゅ病にかかり、その部分から腐敗をおこして枯れていく場合も多く、2年目以降の発根率の増加はあまり期待できないということから調査そのものも行なわれなかつたことによるかもしれない。しかし、さし木後の気象条件が発根にさほど悪くないといえる関東以南の暖かい地方では、さ

しつけ土壤が悪くないかぎり根頭がんしゅ病的な未発根苗は比較的少ないので、未発根苗はそのまま枯らさないよう管理をつづけ、その後の発根についても検討してみる必要があろう。

このことについてはさきの研究報告⁸³⁾で、横山・前田¹⁸⁹⁾、江藤ら⁸¹⁾の調査結果とあわせて検討したが、そのうち筆者がシバハラスギとリョウワスギのさし木で調査した結果を示すと、Table 55 のとおりである。この調査は1年目の発根成績が Table 54 のような場合の未発根苗のうちから、健全なもののみを痛めることなく、前年と同一のさし床 (Table 53 のような赤土) に同様な方法でさしつけて2年目の発根成績を調査したものであるが、この結果によると1年目には5~10%の発根率しか得られなかつたような老齢木のさし穂でも、2年目には未発根苗の50~70%もが発根し、その根数も1年目のものより多いなど優れた発根成績が得られた。そこで、さらに1年目と2年目との発根率を比較するため、最初の年にさしつけた本数から兩年度の発根率を算出してみると Table 56 のとおりになる。これによれば、25年生の木のさし穂ではやはり1年目に発根するものが多いが、他の発根しにくい100~200年生の老齢木のさし穂ではいずれも1年目より2年目に発根するものが著しく多く、その割合は1年目の5~8倍の発根率となっている。

これらの結果から、老齢木のさし穂は一般に発根所要日数が著しく長いということを知っておき、1年目ではよい発根率が得られなくても、2年目あるいは3年目になつて発根するものが多くなることを期待

Table 54. さし木1年目の発根状況

Rooting results in the first year of *Cryptomeria japonica* cuttings.

スギ品種 Race of cuttings	親木年齢 Ages of parent trees	さしつけ本数 Number of cuttings	発根率 Rooted cuttings (%)	平均根数 Number of roots per rooted cuttings	平均根長 Length of roots per rooted cuttings (cm)	枯損率 Dead cuttings (%)
シバハラ Shibahara	25	240	47.0	7.10	10.20	23.3
	100	240	10.8	1.82	9.13	3.7
	200	240	7.5	2.75	10.09	19.1
リョウワスギ Ryowa	150	40	5.0	2.00	7.50	15.0

Table 55. さし木2年目の未発根苗のみの発根状況

Rooting results in the second year of *Cryptomeria japonica* cuttings.

スギ品種 Race of cuttings	親木年齢 Ages of parent trees	さしつけ本数 Number of cuttings	発根率 Rooted cuttings (%)	平均根数 Number of roots per rooted cuttings	平均根長 Length of roots per rooted cuttings (cm)	枯損率 Dead cuttings (%)
シバハラ Shibahara	25	71	73.2	8.80	11.52	14.0
	100	205	68.3	4.14	15.10	3.5
	200	176	57.3	3.64	14.27	13.6
リョウワスギ Ryowa	150	32	53.3	4.57	9.58	12.5

Table 56. さしつけ後2年間の発根率
Rooting percentage in two years of *Cryptomeria japonica* cuttings.

スギ品種 Race of cuttings	親木年齢 Ages of parent trees	さしつけ本数 Number of cuttings	発根率(%) Rooted cuttings in			枯損率(%) Dead cuttings in		
			1年目 First year	2年目 Second year	計 Total	1年目 First year	2年目 Second year	計 Total
シバハラ Shibahara	25	240	47.0	21.6	68.6	23.3	4.2	27.5
	100	240	10.8	58.3	69.9	3.7	2.9	6.6
	200	240	7.5	42.5	49.9	19.1	10.0	29.1
リョウワスギ Ryowa	150	40	5.0	42.5	47.5	15.0	10.0	25.0

し、さし穂をいつまでも枯らさない環境条件下にさしつけてやる必要がある。

3) 次代さし木の発根率

発根しにくい老齢木のさし穂でも、一度さし木苗が得られれば、これをもとに繰り返しさし木していくとしたいに発根率がよくなる²⁰⁾といわれているが、リョウワスギについて調査した結果を示すと Table 57 のとおりである。

この初代さし木の発根成績は、5年生の親木は40個体、他の年齢の親木は各1個体からさし穂をとり、1955年4月6日にさしつけ、10月25日に調査したものであり、次代さし木の発根成績は、初代さし木によつて得られた同一クローンの発根苗25個体ずつを1年間床替培養し、その2年生枝のさし穂を1957年4月26日さしつけ、11月1日に調査したものである。なお、さしつけ場所はいずれも関西支場構内の苗畑であるが、ただ、さし床用土には初代さし木は Table 53 のような赤土、次代さし木は黒色火山灰土壌を

Table 57. 次代さし木の発根成績
Rooting results in second generations of *Cryptomeria japonica* cuttings.

さし木世代 Generation	親木年齢 Age of parent trees	さしつけ本数 Number of cuttings	発根率 Rooted cuttings		平均根数 Number of roots per rooted cuttings		平均根長 Length of roots per rooted cuttings		枯損率 Dead cuttings
			%	比 Ratio	本 Number	比 Ratio	cm	比 Ratio	
初代 First	5	40	92.5	100	9.35	100	8.31	100	7.5
	50	40	70.0	76	4.91	53	6.67	80	0
	100	40	67.5	73	3.66	39	8.10	97	0
	200	40	20.0	22	3.25	35	4.30	52	5.0
次代 Second	5	20	92.0	100	11.39	100	9.04	100	8.0
	50	20	88.0	96	8.50	76	7.27	80	8.0
	100	20	72.0	78	7.22	63	6.37	70	28.0
	200	20	52.0	57	4.76	42	4.83	53	4.0

用いたため、発根成績をそのまま比較したのでは検討の意味がないので、発根しやすかつた5年生の木のさし穂の発根成績との比率によつて比較検討することにした。すなわち、この Table 57 によると、5年生：50年生：100年生：200年生の木の各さし穂の発根率の比は、初代さし木の場合は100：76：73：22で、200年生の木のさし穂は5年生の木のものの1/5ほどの発根率しか得られていないが、次代さし木の場合は100：96：78：52で、最も発根しにくかつた200年生の木のさし穂でも、初代さし木の場合の発根率の2倍強に向上している。また、平均根長については何もいえないが、平均根数はいずれのさし穂も次代さし木の場合が多い (Phot. 11)。

これらのことから、老齢木のさし穂は最初は発根しにくい、発根した苗が何本か得られれば、それらの苗木を培養して得た穂木は発根能力の向上していることがうかがわれる。しかし、もともと老齢木であつた親木から得られたさし木苗は、発根力の貧弱であつた影響がある程度残つている場合²⁰⁾が多いので、Table 57 の調査結果にもみられるようにその木が直ちに完全に若返つているとは簡単にはいえない。ただ、当試験で用いた次代さし木の穂木は肥料をほどこさずに1年培養した程度の苗木からとつたものであるため、最初の親木が高齢であつたものほど貧弱であつたことを思えば、初代さし木苗に十分肥料をほどこし、さらに台木仕立てに肥培するなどして充実した勢いのよい穂木がとれるようにして比較した場合には、最初の親木が老齢であつたものでも、Table 57 に示された以上に枝の発根能力の高まつていることが認められることとなろう。

2. 発根能力増進の方法

さきの研究報告⁸³⁾で、スギ老齢木のさし穂の発根困難な主な内的因子としては、発根をうながすホルモン状物質の不足、発根を助長するような窒素化合物の減少、発根阻害物質の影響の3つがあげられることを論及したが、以下これらに対する発根促進方法についてのべよう。

1) 成長ホルモン処理による方法

経済的に重要な植物のさし木において、成長ホルモン剤をもちいて発根をよくさせる研究は COPER⁵⁾ (1935)によつて最初に行なわれて以来、種々の植物について効果のあることが認められているが、スギについてはホルモン処理を行なつてよい成績を得た報告がある反面、効果がなかつたという例⁷⁰⁾もかなりあるので、ここにホルモン処理の効果があらわれない場合について少し考察してみよう。

WENT および THIMANN¹³²⁾ (1937) はさし穂を成長素で処理する場合、発根に失敗する原因の中で最も重要なものを3つあげている。第1は成長ホルモンが発根の制限因子でない場合、第2は処理した成長ホルモンとか、その他の物質が切断面から消失していくことで、発根困難なさし穂にあつてはしばしば著しい浸出現象が起こつている。第3は成長ホルモンがさし穂の切断面で切口から分泌される酵素のために不活性化されることであつて、この現象も明らかにその1つの原因であるとのべている。なお、筆者はⅢ-7においてさし穂中に存在する発根阻害物質は成長ホルモンの働きを阻害する性質をもつていることを明らかにしたが、この現象は明らかに WENT らがあげている第3の原因をうらがきするものといえよう。なお、ホルモン処理をして負の結果がでる原因としては、ホルモン剤の種類、処理液の濃度、処理時間、処理中の温度および湿度など処理条件の不備、あるいは発根を助長させるに必要なさし木の環境的条件の不適などをあげることができる。

したがつて、いままでにホルモン処理の効果を疑うような実例がかなりあつたとしても、ことに発根しにくい老齢木のさし穂に対するホルモン処理の問題は慎重に吟味すべきものと考えて、ここにリョウワス

ゴの老齢木4個体のさし穂を用いてホルモン効果の比較検討を行なつた。

A. 材料と方法

親木は富山県西礪波郡宮島村の地神社の境内に生育する推定150年生のリョウワスギ4個体を用いた。1957年3月29日に樹冠の中ごろから穂木をとり、4月5日に下部切口が3年生になるように長さ20~25cmに穂作りした。この場合、No. 1およびNo. 2の親木からは太枝から芽ばえた2年生の萌芽枝が得られたので、普通枝の場合と同様に穂作りしてホルモン処理はせずにさしつけ、発根能力を比較した。ホルモン処理はアルファ・ナフタリン酢酸ソーダの0.01%液にさし穂の下部5~6cmを24時間浸し、処理した。無処理は水に同時浸した。処理本数は1区あたり20本とし、試験区はこれを2区制とした。処理したさし穂は、支場構内の苗畑に1m×2mの木枠をつくり、これにTable 53のような赤土を入れ、各親木の個体番号順に、無処理のものとホルモン処理したものを2列あて、順次ベルト状に1枠に200本さしつけた。調査は4月6日にさしつけたものを10月11日に掘りとりて行なつた。

B. 結果

発根状況を調査した結果はTable 58のとおりで、ホルモン処理はいずれの木のさし穂についても大きい効果が認められた。すなわち、無処理区とホルモン処理区の発根率比は、No. 1の親木では55%:100%、No. 2では27.5%:90%、No. 3では10%:92.5%、No. 4では72.5%:90%とホルモン処理区は発根率が90~100%に向上している。また、根数についてもNo. 1の親木では無処理区の6.1倍、No. 2では3.7倍、No. 3では3.9倍、No. 4では2.3倍にそれぞれ増加している(Phot. 13)。ただ

Table 58. ホルモン処理の効果

Effects of hormone treatment on rooting behavior of *Cryptomeria japonica* cuttings.

親木 Parent trees	ホルモン処理 Treatment	発根率 Rooted cuttings (%)	平均根数 Number of roots per rooted cuttings	平均根長 Length of roots per rooted cuttings (cm)	新芽の平均 伸長量 Length of tops per germinated cuttings (cm)
No. 1	無処理 Water	55.0	3.44	8.42	0.38
	ホルモン処理 Hormone	100	21.10	8.93	1.17
	萌芽枝 Water (Adventitious shoots)	90.0	3.67	8.86	0.95
No. 2	無処理 Water	27.5	3.56	7.52	1.20
	ホルモン処理 Hormone	90.0	14.10	9.56	2.02
	萌芽枝 Water (Adventitious shoots)	87.5	4.51	8.02	1.98
No. 3	無処理 Water	10.0	3.25	5.35	1.39
	ホルモン処理 Hormone	92.5	12.15	9.66	3.26
No. 4	無処理 Water	72.5	5.06	7.60	0.79
	ホルモン処理 Hormone	90.0	11.68	10.25	0.82

根長については発根率や根数についてみられたほど大きい効果はあらわれていない。また、新芽の成長量は一般にホルモン処理区の方が発根したものが多いため優れている。

C. 考 察

スギ老齢木のさし穂にホルモン処理が有効なことは、杉村・越智¹¹³⁾ (1952)、右田⁵⁵⁾ (1955)、中江・鬼石⁶⁷⁾ (1956)、今井²⁷⁾ (1957) の諸氏によつて報告されてはいるが、それらの成績にくらべると筆者が150年生のリョウワスギで行なつた実験ではホルモン処理が驚異的な効果をあげている。このことは結局ホルモン剤としてアルファ・ナフタリン酢酸ソーダを選んだことや、処理濃度および処理時間が最適であつたばかりでなく、さし床土壌も発根能力を発揮させるうに適当であつたというような好条件の総合的結果によるものであつて、いいかえれば処理の手段が最適であつたということだが、さし穂の内的因子からみれば、成長ホルモンが発根の制限因子であつたということに帰するわけである。

ただ、同じリョウワスギといわれる親木でも個体が違ふと発根能力も異なるので、ホルモン処理による効果の程度は必ずしも同じとはいえない。たとえば、Table 58 の結果をみても、No. 1 の親木ではホルモン処理によつて発根率が100%まで向上しているが、他のものでは発根能力の大小にかかわらず90%程度でとどまつている。この違いについてはにわかに断定しかねるが、おそらく親木の個体によつて発根をうながす成長ホルモンの不足量が異なるということのほか、発根率を100%に向上させない発根制限因子が成長ホルモンのほかにあるのではあるまいか、さらに検討を要するものがある。

また、発根するために成長ホルモンの要求度が高いさし穂でも、ホルモンの働きを阻害するような物質が存在する場合には、ホルモン処理の効果があらわれなかつたり、小さかつたりすることが考えられる。たとえば、後述の Table 61 の結果では、無処理区の発根率8.7%の場合、ホルモン処理だけの区は発根率13.7%でホルモン処理の効果はわずかしかなかったが、発根阻害物質を除くのに少しでも役立つ温湯や石灰や硝酸銀などの処理を行なつてからホルモン処理した区では、発根率が20~50%に向上し、根数も多くなるなどホルモン処理の効果が大きくあらわれている。このように阻害物質を除く処理を行なつた場合でないとホルモン処理の効果が十分あらわれていないという事実は、WENT および THIMANN¹³²⁾ がホルモン処理を行なつても発根に失敗する原因としてあげている第3の因子、すなわち、ホルモンが切口から分泌される酵素のために不活性化されるというような事実と同一のものであるかもしれないが、要するに、いままでホルモン処理を行なつて大した効果がなかつたという例のうちには、このような原因による場合が少なからず含まれていたものと考えられる。

以上のべてきたことから、ホルモン処理の効果の大きさは個々の親木によつて差異はあるだろうが、ホルモン処理の方法に欠点がなく、発根能力も十分発揮できるだけの環境条件を与えてやるならば、発根能力の低い老齢木のうちには単にホルモン処理だけによつて発根が十分よくなるものも少なくないと推定される。そして、またホルモン処理だけでは効果があらわれなとか、少ししか役立たないというような木のさし穂では、さらに温湯や石灰水などのほか適当な方法で前処理を行なうようにすれば、ホルモン処理の効果は増大するので、ホルモン処理の応用価値はいままでよりも一段と高くなるであろう。

2) 尿素の葉面散布による方法

さし穂中の窒素量を高めてやる方法としては、まず尿素の葉面散布が考えられる。この散布法としては、さしつけたさし穂に散布する方法と、採穂前に親木に散布する方法とが考えられるが、親木に散布するのは穂木に用いない枝にも散布することになるので、散布液が多くいり、散布労力も多くかかる。また、そ

の親木が造林木の場合には一層散布に困難がともなう。このため簡便で、しかも実用的な方法としては、さしつけ後のさし穂への散布効果の方が期待される。

スギのさし木で尿素の葉面散布を行なつて発根をよくしようとする試みは塘¹⁰⁰⁾ (1954) により記載されていたが、その後、筆者は主として北山地方の発根不良品種であるシバハラを用いて試験をすすめ、尿素の葉面散布は発根促進に役立つことのほか、さらに効果的な散布液の濃度、散布時期、散布回数、散布量などについても明らかにした。それらの詳しいことは林業試験場研究報告⁸⁰⁾ (1958) で発表したもので、ここでは、そのうちから老齡木のさし穂に対する散布効果の概要をのべることにする。

A. 散布の効果

尿素の葉面散布が老齡木のさし穂に有効であるか否かについて試験した結果を示せば Table 59 のとおりである。試験に用いたさし穂は5年生のものは40個体からとり、他の親木のものはいずれも1個体からとつた。尿素の散布全量はさし穂1本あたり0.3gとし、この1%液を6回にかけてブゾム機で散布し、なお無散布区は水のみを同様に散布した。第1回目はさしつけた翌日に行ない、その後はほぼ5日ごとに繰り返して散布した。さしつけ本数は1区あたり20本で、試験区は2区制にした。さし床用土は Table 53 のような赤土であり、リョウウスギは1955年4月6日、シバハラは同年4月23日にさしつけ、10月25日に掘りとりて調査した。

この Table 59 によると、尿素の葉面散布は発根しにくい老齡木のさし穂の発根促進に役立つことが認められる。すなわち、200年生の親木のさし穂についてみると、リョウウスギでは無散布区の発根率20%に対し散布区はその約2.5倍に、シバハラでは無散布区の発根率2.5%に対し約7倍に、それぞれ高くなっている。また、老齡木でも普通枝より萌芽枝をさし穂に用いると比較的発根しやすいことが知られているが、リョウウスギの200年生の木から得られたこのような萌芽枝のさし穂では、無散布区の発根率50%に対し散布区の発根率は90%までに高くなっている。

ただ、尿素の葉面散布は200年生の木のさし穂ではその発根に役立つているが、無散布でも発根率が60%以上も得られたような年の若い木のさし穂では、根数を多くすることには役立つていても、発根率の向上にはあまり効果があらわれない。しかし、これは研究報告⁸⁰⁾で論及したように、尿素の散布量は窒素が比較的多く含まれているさし穂では、さし穂1本あたり0.1gぐらいで十分で、これより多すぎるとかえつて効果が小さかつたという結果からみて、さし穂1本あたり0.3gの尿素散布量は、さし穂中の窒素が不足しているような老齡木のさし穂では適量に近かつたが、若い木のさし穂では多すぎたという結果によるものと考えられる。なお、尿素散布区のものに枯損率が高いのは、散布液の1%濃度がやや高すぎて葉焼けによる害が生じたものと思われる。

B. 散布適量および散布方法

尿素の葉面散布の効力は、散布量だけでなく、液の濃度、散布時期、散布回数など散布の方法によつて大きく違つてくるものである。これらの試験結果や実施の方法については林業試験場研究報告⁸⁰⁾に詳述してあるが、要旨はつぎのとおりである。

散布の適量：発根率の向上に対する散布適量は根数に対する適量より少ない傾向があり、また、散布量を多くしてさし穂中の窒素量をむやみに高めてやることは発根促進にはかえつてよくない。なお、尿素の散布適量はさし穂自体の窒素含量の多少により違つてくるが、ほぼ100年生以上の老齡木のさし穂では、本試験に用いた長さ30cm、重さ30g程度のさし穂の場合、さし穂1本あたり0.1~0.2g程度の散布

Table 59. 尿 素 葉 面 散 布 の 効 果

Effects of foliage sprays of urea on rooting behavior of *Cryptomeria japonica* cuttings.

スギ品種 Race of cuttings	親木年齢 Ages of parent trees	葉面散布 Foliage sprays	発根率 Rooted cuttings (%)	平均根数 Number of roots per rooted cuttings	平均根長 Length of roots per rooted cuttings (cm)	新芽の平均伸長量 Length of tops per germinated cuttings (cm)	枯損率 Dead cuttings (%)
リョウワスギ Ryowa	5	水 (対照) Water	92.5	9.35	8.31	8.97	7.5
		尿 素 Urea	95.0	8.06	9.91	13.56	5.0
	25	水 (対照) Water	92.5	6.24	9.09	2.55	0
		尿 素 Urea	82.5	9.34	9.20	3.28	7.5
	50	水 (対照) Water	70.0	4.91	6.67	1.22	0
		尿 素 Urea	67.5	6.45	7.16	4.31	12.5
	100	水 (対照) Water	67.5	3.66	8.10	1.37	0
		尿 素 Urea	57.5	5.33	9.14	2.68	25.0
	200	水 (対照) Water	20.0	3.25	4.30	0	5.0
		尿 素 Urea	52.5	3.49	7.43	0.88	7.5
	200 (萌芽枝) (Adventitious shoots)	水 (対照) Water	50.0	3.87	8.34	1.70	0
		尿 素 Urea	90.0	6.07	12.88	3.97	0
シバハラ Shibahara	5	水 (対照) Water	85.0	6.64	8.54	1.64	2.5
		尿 素 Urea	90.0	6.26	9.26	4.36	7.5
	25	水 (対照) Water	32.5	4.14	5.69	0.46	5.0
		尿 素 Urea	47.5	4.66	5.69	2.03	25.0
	50	水 (対照) Water	65.0	4.10	10.19	0.51	0
		尿 素 Urea	50.0	5.46	9.37	2.17	7.5
	100	水 (対照) Water	30.0	1.41	6.26	0.75	2.5
		尿 素 Urea	47.5	3.98	5.93	0.67	12.5
	200	水 (対照) Water	2.5	1.00	10.00	0	2.5
		尿 素 Urea	17.5	2.58	1.67	0	15.0

全量で尿素の効果は十分得られるものと認められる。

液の濃度：適濃度は濃くても1%までで、新芽の伸びすぎたさし穂では0.5%液が安全である。

散布時期：第1回目の散布はさしつけ後5日目からおそくとも15日以内に行なうのが効果が大きく、これよりおそくなると発根率を高める効果が小さい。また、穂作り後散布してさしつけると害が生じやすい。なお、散布時刻は全試験とも午前9時～11時とした。

散布回数：さしつけ後5～7日目おきに計8回ぐらいまで多い方が効果が大きく、4回ぐらいでは十分な効果が得られがたい。

3) 発根阻害物質を除く処理による方法

前編における Table 45～51 の実験結果で、クリの鋸屑またはスギのさし穂中の発根阻害物質を除く効果が見られた各種処理を、実際にさし穂に適用してみた。この試験の実施方法と結果の検討は研究報告⁸³⁾に詳述してあるので、ここではその概要をのべるにとどめる。

A. 材料と方法

1953年4月28日に富山県宮島村に生育する47年生のリョウウスギ1個体をきり倒して2,000本のさし穂をとり、1区あたり80本を Table 60 の方法にしたがつて3回の処理を交互に組み合わせて行ない、その24区の処理区から各処理の効果を検討した。これらの処理はさし穂の基部5～8cmの浸漬処理で、処理時間は毎回12時間とした。処理が終わつたさし穂は5月2日に石動町の県営苗畑にさしつけた。各試験区はFig. 5 のとおりに配置し、11月10日に試験をしめきり調査を行なつた。

Table 60. さし穂の処理液

Methods of treatment of cuttings of *Cryptomeria japonica*.

処理順位 Order of treatment	処理液の種類 Kind of treatment	処理液の濃度 Concentration	処理記号 Mark
1	水 (対 照) Water (control)	—	I
	温 湯 Hot water	30～35°C	II
	エチルアルコール+エーテル Alcohol+Ether	各1%	III
2	水 (対 照) Water (control)	—	1
	過マンガン酸カリ Potassium permanganate	0.1%	2
	消 石 灰 Slaked lime	5%	3
	硝 酸 銀 Silver nitrate	0.05%	4
3	水 (対 照) Water (control)	—	A
	アルファ・ナフタリン酢酸ソーダ Sodium-alpha-naphthalene-acetate	0.01%	B

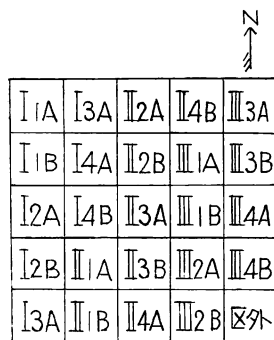


Fig. 5 試験区配置図
Arrange plan of experiment plot.

B. 結 果

さし穂の発根成績と枯損率の調査結果は Table 61~64 のとおりである。これら各試験区は3種類の処理の組合せによつてできているので、各処理の効果は分散分析により判定することにした。また、とくに発根率については阻害物質を除く処理とホルモン処理の相互効果のあらわれかたを知るため χ^2 -検定を行なつた。それらの検定結果は Table 65~69 のとおりである。

Table 61. 処理別さし木の発根率 (%)
Rooting percentage of cuttings of *Cryptomeria japonica* treated with various methods.

第1回処理 First treatment	第2回処理 Second treatment	第3回処理 Third treatment	
		水 (対照) Water (control)	アリン酢酸ソーダ Sodium-alpha-naphthalen acetate
水 (対照) Water (control)	水 (対 照) Water (control)	8.7	13.7
	過マンガン酸カリ Potassium permanganate	27.5	17.5
	消 石 灰 Slaked lime	10.0	22.5
	硝 酸 銀 Silver nitrate	6.2	21.2
温 湯 Hot water	水 (対 照) Water (control)	11.2	33.7
	過マンガン酸カリ Potassium permanganate	30.0	21.2
	消 石 灰 Slaked lime	12.5	31.2
	硝 酸 銀 Silver nitrate	3.7	50.0
エチルアルコール Alcohol + Ether	水 (対 照) Water (control)	7.5	10.0
	過マンガン酸カリ Potassium permanganate	35.0	32.5
	消 石 灰 Slaked lime	17.5	28.7
	硝 酸 銀 Silver nitrate	0	18.7

Table 62. 処理別さし木の平均根数
Number of roots per rooted cuttings of *Cryptomeria japonica* treated with various methods.

第1回処理 First treatment	第2回処理 Second treatment	第3回処理 Third treatment	
		水 (対照) Water (control)	アリン酢酸ソーダ Sodium-alpha-naphthalen acetate
水 (対照) Water (control)	水 (対 照) Water (control)	2.8	2.8
	過マンガン酸カリ Potassium permanganate	3.1	3.2
	消 石 灰 Slaked lime	2.8	3.5
	硝 酸 銀 Silver nitrate	3.0	4.1
温 湯 Hot water	水 (対 照) Water (control)	3.2	4.3
	過マンガン酸カリ Potassium permanganate	3.5	3.9
	消 石 灰 Slaked lime	2.8	3.3
	硝 酸 銀 Silver nitrate	1.6	6.8
エチルアルコール Alcohol + Ether	水 (対 照) Water (control)	2.3	3.2
	過マンガン酸カリ Potassium permanganate	3.0	3.1
	消 石 灰 Slaked lime	2.5	3.1
	硝 酸 銀 Silver nitrate	—	3.3

Table 63. 処理別さし木の平均根長 (cm)
Length of roots per rooted cuttings of *Cryptomeria japonica* treated with various methods.

第 1 回 処 理 First treatment	第 2 回 処 理 Second treatment	第 3 回処理 Third treatment	
		水 (control) (対 照)	アリン 酢酸ソー ダ Sodium-alpha-na- phthalen acetate
水 (対 照) Water (control)	水 (対 照) Water (control)	4.96	6.17
	過マンガン酸カリ Potassium permanganate	5.80	8.68
	消 石 灰 Slaked lime	6.60	8.57
	硝 酸 銀 Silver nitrate	5.20	7.87
温 湯 Hot water	水 (対 照) Water (control)	8.06	8.18
	過マンガン酸カリ Potassium permanganate	6.02	11.44
	消 石 灰 Slaked lime	7.60	8.36
	硝 酸 銀 Silver nitrate	10.81	9.48
エチルアルコール Ether Alcohol	水 (対 照) Water (control)	5.43	6.12
	過マンガン酸カリ Potassium permanganate	5.33	7.93
	消 石 灰 Slaked lime	8.40	7.48
	硝 酸 銀 Silver nitrate	—	8.97

Table 64. 処理別さし木の枯損率 (%)
Dead percentage of cuttings of *Cryptomeria japonica* treated with various methods.

第 1 回 処 理 First treatment	第 2 回 処 理 Second treatment	第 3 回処理 Third treatment	
		水 (control) (対 照)	アリン 酢酸ソー ダ Sodium-alpha-na- phthalen acetate
水 (対 照) Water (control)	水 (対 照) Water (control)	6.2	1.2
	過マンガン酸カリ Potassium permanganate	2.5	6.0
	消 石 灰 Slaked lime	0	0
	硝 酸 銀 Silver nitrate	5.0	5.0
温 湯 Hot water	水 (対 照) Water (control)	3.7	7.5
	過マンガン酸カリ Potassium permanganate	0	3.7
	消 石 灰 Slaked lime	0	2.5
	硝 酸 銀 Silver nitrate	1.2	1.2
エチルアルコール Ether Alcohol	水 (対 照) Water (control)	3.7	0
	過マンガン酸カリ Potassium permanganate	2.5	0
	消 石 灰 Slaked lime	3.7	3.7
	硝 酸 銀 Silver nitrate	3.7	3.7

Table 65. 発 根 率 の 分 散 分 析

Analysis of variance of rooting percentage shown in Table 61.

変 動 因 Factor	平 方 和 SS	自 由 度 DF	分 散 MS	分 散 比 F
第 1 回処理間 A	278.00	2	139.00	2.93
第 2 回処理間 B	585.24	3	195.08	4.11
第 3 回処理間 C	726.00	1	726.00	15.32**
A × B	353.58	6	58.93	1.24
B × C	910.59	3	303.19	6.40*
C × A	223.12	2	111.56	2.35
誤 差	284.01	6	47.33	
計	3360.54	23		

**, * はそれぞれ危険率 1%, 5% 以下の有意差があることを示す。

** Significant at 1% level.

* Significant at 5% level.

Table 66. 第3回処理の水(対照)区とホルモン処理区との間の発根率の有意差

Significant difference between non treated and treated section with hormone of rooting percentage shown in Table 61.

第1回処理 First treatment	第2回処理 Second treatment	χ^2 (1)
水(対照) Water (control)	水 (対 照) Water (control)	0.99
	過マンガン酸カリ Potassium permanganate	2.28
	消 石 灰 Slaked lime	4.54*
	硝 酸 銀 Silver nitrate	7.58**
温 湯 Hot water	水 (対 照) Water (control)	11.53**
	過マンガン酸カリ Potassium permanganate	0.80
	消 石 灰 Slaked lime	4.11*
	硝 酸 銀 Silver nitrate	40.62**
エチルアル コール + エーテル Alcohol + Ether	水 (対 照) Water (control)	0.10
	過マンガン酸カリ Potassium permanganate	0.10
	消 石 灰 Slaked lime	3.57
	硝 酸 銀 Silver nitrate	16.55**

**, * はそれぞれ危険率1%, 5%以下の有意差があることを示す。

** Significant at 1% level.

* Significant at 5% level.

Table 67. 第2回処理群の水(対照)区と処理区との間の発根率の有意差

Significant difference between non treated and treated section with various method of rooting percentage shown in Table 61.

第1回処理 First treatment	第2回処理 Second treatment	ホ な い モ ル ホ ン の 処 理 χ^2 (1)	ホ た ル 場 合 の モ ル ホ ン の 処 理 χ^2 (1)
水(対照) Water (control)	過マンガン酸カリ Potassium permanganate	9.48**	0.41
	消 石 灰 Slaked lime	0.06	2.05
	硝 酸 銀 Silver nitrate	0.35	1.55
温 湯 Hot water	過マンガン酸カリ Potassium permanganate	8.59**	3.13
	消 石 灰 Slaked lime	0.05	0.12
	硝 酸 銀 Silver nitrate	3.24	4.13*
エチルアル コール + エーテル Alcohol + Ether	過マンガン酸カリ Potassium permanganate	18.07*	12.09**
	消 石 灰 Slaked lime	2.91	9.02**
	硝 酸 銀 Silver nitrate	6.23*	2.47

**, * はそれぞれ危険率1%, 5%以下の有意差があることを示す。

** Significant at 1% level.

* Significant at 5% level.

Table 68. 平均根数の分散分析

Analysis of variance of number of roots per rooted cuttings shown in Table 62.

変 動 因 Factor	平 方 和 SS	自 由 度 DF	分 散 MS	分 散 比 F
第1回処理間 A	4.88	2	2.44	10.60*
第2回処理間 B	0.36	3	0.18	0.52
第3回処理間 C	8.64	1	8.64	37.56**
A × B	4.98	6	0.83	3.56
B × C	8.43	3	2.81	12.21*
C × A	1.72	2	0.86	3.73
誤 差	1.43	6	0.23	
計	30.44	23		

**, * はそれぞれ危険率1%, 5%以下の有意差があることを示す。

** Significant at 1% level.

* Significant at 5% level.

Table 69. 平均根長の分散分析

Analysis of variance of length of roots per rooted cuttings shown in Table 63.

変 動 因 Factor	平 方 和 SS	自 由 度 DF	分 散 MS	分 散 比 F
第1回処理間 A	30.56	2	15.28	2.79
第2回処理間 B	6.12	3	2.04	0.37
第3回処理間 C	29.28	1	29.28	5.36
A × B	11.38	6	1.89	0.34
B × C	7.92	3	2.64	0.47
C × A	3.60	2	1.80	0.32
誤 差	32.78	6	5.46	
計	121.64	23		

C. 考 察

本試験は、さし木の発根がよくない47年生のリョウウスギを用いたうえ、さしつけ場所も発根適温期間がかなり短い富山県西礪波郡石動町の県営苗畑のうち、落葉や粗腐植が豊富で発根阻害作用があると思われるスギ伐採跡地3年目の土地であるなど、スギさし木としては好ましいとはいえない条件下で行なつたものである。しかるに阻害物質を除いて発根をよくするための各種処理の結果によれば、無処理（水）区の発根率がわずか8.7%であるのに対し、過マンガン酸カリ処理は発根率を27.5%に高め、最も発根促進効果が大きいことを認めた。また、温湯処理は根数を増す効果があり、しかも石灰処理とともにホルモン処理を後続させると過マンガン酸カリ処理に劣らないほど発根率向上の効果が認められる。その点、硝酸銀処理もホルモン処理を後続すれば石灰処理と同程度の効果が認められるが、単独処理ではかえつて発根率を低下させる。なお、アルコール＋エーテル処理の効果は認められない。

これら処理のうち、過マンガン酸カリ処理は単独処理でも発根率向上の効果が認められた（Table 67）のに対し、他の温湯、石灰、硝酸銀などの処理はホルモン処理を併用しないと発根率向上の効果が認められなかつたことについては、過マンガン酸カリ処理は阻害物質を除く効果が大きいのに対し、他の温湯、石灰、硝酸銀などの処理はそのような効果が劣るということのほか、処理中に発根促進物質をわずかながらも消失させるというような結果によるのではないかと解釈される。

他方、ホルモン処理の効果の大きさが、スギの品種、採穂親木、採穂時期、その他さし穂の内的条件の差によつて違つてくることは従来のホルモン処理に関する試験結果⁷⁰⁾からも十分うかがわれるところであるが、本試験結果で認められたように、ホルモン処理の効果が温湯、石灰、硝酸銀などの前処理を行なつたものでないと十分あらわれなかつた（Table 66）ことについては、さし穂中の阻害物質と関係があると考えられる。すなわち、Table 23～26 で明らかにされたように、さし穂の浸出液には一般にホルモン処理の効果を減退させる作用があること、また実際にホルモン処理の効果を増大させた温湯、石灰、硝酸銀などの前処理には発根阻害物質を除く効果がある（Table 45～51）ことからみて、ホルモン処理の効果がこれら前処理の有無によつて大きく違つてくるのは、阻害物質によつてホルモンの働きが軽減または

失われるものと解釈される。

要するに、ホルモン処理の効果があらわれにくいさし穂でも、阻害物質を除く前処理を行えば、その効果を発揮する場合が少なくないと考えられる。そして、スギに対するこの前処理としては、温湯に次ぐものが石灰水であり、硝酸銀は最も劣るものと認められる。

4) 萌芽枝を穂木に用いる方法

さし木がむずかしい樹種⁸¹⁾でも、幹や太枝から芽ばえた萌芽枝をさし穂に用いると比較的発根しやすいことが知られている。このような事実は、スギ老齢木の枝についても認められ、すでに穂木として積極的に活用している人も少なくない。

親木が同じであるにもかかわらず、普通の枝よりも萌芽枝のさし穂が発根しやすいことについては、さきに研究報告⁸²⁾で論及したように、老齢な親木からとつた穂木では、ホルモン状物質の不足、窒素化合物の減少、発根阻害物質の存在という3つの発根制限因子によって発根しにくい、萌芽枝では少なくともあとの2つの原因が強く働かないからであると考えられる。

このような考えから200年生リョウフスギの萌芽枝をさし木した結果はTable 59に示したとおりで、普通枝のさし穂の発根率20%に対し、萌芽枝のさし穂は発根率50%を示し、普通枝に対して2.5倍の発根率が得られ、また、これと同様なさし穂に尿素の葉面散布を行なった場合でも、普通枝の発根率52.5%に対し発根率90%が得られている。

もつともここに用いた萌芽枝は、自然に発生した4年生枝で普通の枝にかなり近い形態のものであり、新しく剪定して強ちに芽ばえさせた萌芽枝であれば、その発根能力はより強いと考えられる。すなわち、前述のTable 58のNo. 2の親木の萌芽枝は1955年3月採穂の際に太枝を切り落したために萌芽が成長した2年生のものであるが、このさし穂だと普通枝の発根率27%に対し87%の発根率が得られている。また、No. 1の親木の萌芽枝も同様なものであるが、この場合も普通枝の発根率55%に対し90%のよい発根率が得られている。そして、これらの発根成績は無処理のままでさしつけ、しかも、さし木当年に調査した結果であるから、老齢木のさし木の発根成績としてはほぼ満足できるものであるといえよう。このように萌芽枝といつても萌芽枝としての発根能力が十分に保持されているものが得られるよう剪定などによって強ちに芽ばえさせたものを穂木に用いるならば、これは確実に発根させる方法としてきわめて効果的であると考えられる。

3. さし木の実用性

以上のべてきたさし穂の発根促進法のうち、どの方法が最も効果が大きく、実用価値が高いかということについては一概にはいえない。たとえば、発根困難な主因が発根促進ホルモンの不足・欠乏ならばホルモン処理を必要とするであろうし、窒素が減少しすぎているさし穂ならば、尿素の葉面散布が効果的に役立つであろう。また、発根阻害物質が強く働くさし穂ならば過マンガン酸カリ処理を行なうとか、あるいは温湯や石灰水で処理した後ホルモン処理するのが効果的であろうと考えられる。

しかし、老齢木でもとくに発根不可能といわれるほどの木のさし穂では、これら発根しにくい原因は主因または従因として相互にからみ合つて存在していることが認められるので、最も効果的な発根促進法といえば、それはこれらの発根制限因子を同時にとり除くことができる方法であろう。

ところで、このような効果的方法として第1にあげられるのは、幹あるいは太枝などから芽ばえた萌芽枝を穂木に用いる方法である。親木が同じものであるにもかかわらず普通の枝にくらべて萌芽枝の穂木が発

根しやすいことは従来明らかにされているが、筆者の研究⁸³⁾によつてこのような萌芽枝には普通枝にくらべて発根阻害物質も少なく、窒素化合物も多い——いいかえれば、2つの発根制限因子の働きがある程度自然にとり除かれていることが明らかになつたのである。ただ、さし穂に含まれる成長ホルモン様物質の多少については未確認であるが、萌芽枝のさし穂は無処理でも90%の発根率を示す実証例からみると、萌芽枝ではホルモン不足の問題も同時に解消されているのではあるまいか。強ちに芽ばえさせた萌芽枝について、さらに追求すべき課題であると思う。

要するに、老齡な親木からのさし木のように発根困難な場合には、あらかじめ幹または太枝に優勢な萌芽枝を出すように仕向けて、これを使うべきだが、なお数量の関係で止むをえず普通枝を供用する場合には発根能力を高めてやる方法を考えていかなければならない。

この場合、ぜひ試みる必要があるのは植物成長ホルモン剤による処理である。老齡木のさし穂では発根促進ホルモンの不足ということがまず第1に考えられるので、これを補給するという意味である。従来ホルモン処理は効果があるとしても、事業的にこれを取りあげるだけの価値があるかどうかということについては、なお疑問をもたれる場合が多いようであつたが、筆者がホルモン処理の効果を老齡木4個体のさし穂について比較調査した Table 58 の結果では、発根率わずかに10%しか得られないようなさし穂でも、ホルモン処理によつて発根率が90%以上に高まり、根数も2~6倍に増加されるなど優れた効果が得られており、後述の Table 70 においても同様な効果が得られている。これらの成績は従来の報告からみると驚異的な効果を示している。また、ホルモン処理は大いの場合、根数の増加に対して優れた効果を示すものであつて、このような効力は他の処理法ではほとんど期待できないものである。

ただ、ホルモン処理はスギの品種あるいは個体によつては効果があらわれない場合²⁷⁾¹³⁸⁾がある。すなわち、さし木時期やホルモン処理の方法に誤りがなく、また、さし穂の発根能力も十分に発揮されるだけのさし床条件が与えられているにもかかわらず、ホルモン処理の効果があらわれないどころか、かえつて発根が悪くなつたというような場合である。このようなさし穂ではさし穂中の発根阻害物質によつてホルモンの働きが妨げられていることを想定し、これを除くのに有効な過マンガン酸カリ処理を行なつてみる必要がある。しかし、阻害物質を除いても一方で発根促進ホルモンが不足しているさし穂では、この処理だけで十分満足できるほどの発根促進効果をあげることはむずかしいので、この処理はあくまで阻害物質を除いてホルモン処理の効果を増大させる前処理として適用するのが望ましい。なお、このような処理として行なう場合、温湯や石灰水や硝酸銀なども効果がある。

他方、尿素有の葉面散布は窒素化合物が減少しすぎているさし穂では、これを補給するという意味から行なう必要があり、その効果が期待できる。しかし、さし穂中の窒素化合物は根形成物質のような成長ホルモン類とは異なり、さし穂の栄養物質として発根を助長するために必要なものであるから、尿素有の葉面散布だけで決定的な発根率向上の効果を得ようとするのは無理であろう。むしろ阻害物質を除きホルモン処理を行なつても、まだ十分に発根がよくならないというような場合にのみ補助的に採用するのが適当であろう。

以上のべたように、ホルモン処理、阻害物質を除く処理、尿素有の葉面散布はそれぞれ普通枝のさし穂の発根能力を高めるうえに異なつた役割をもち、いずれかの単用処理で十分発根成績を向上させることができる場合も少なくないことが認められたが、しかし発根困難な主因が2つ以上相互にからみ合つて強く働いているさし穂の場合には、これらの併用処理によらなければ優れた発根成績は得られない場合があると

いうことを十分記憶しておく必要がある。ここに、これらの併用処理の効果について試験した結果例を示せば Table 70 のとおりである。この試験の方法は研究報告⁸³⁾でのべているが、前述の Table 58 の試験に用いた No. 3 の親木からのさし穂を1区あたり40本として、それら併用処理の効果を明らかにしたものである。

この試験結果の Table 70 によると、過マンガン酸カリ処理、ホルモン処理、尿素の葉面散布とも単用で発根率を高めることに役立つている。しかし、それらの効果は無処理区の発根率5%に対し、ホルモン処理区は発根率90%で優れた効果が得られているが、過マンガン酸カリ処理区は発根率15%で大したことがなく、また尿素の葉面散布区は発根率10%でわずかししか役立つていない。このように、これら処理の効果の大きさはいままでのべてきたのと一致し、ホルモン処理は発根率の向上に大きく役立つていることからみて、他の処理に先だつて試みてよいものといえるし、また、この場合はその効果だけでは満足できる発根成績が得られている。

しかし、この場合でもホルモン処理区の発根率90%をさらに100%にまで高めようとするからには、他の処理との併用効果を期待する必要がある、また、ことに前述の Table 61 の結果のようにホルモン処理の効果が単用処理では阻害物質の作用によつてほとんどあらわれないというような場合には、ぜひとも阻害物質の作用を除く処理を併用することが必要で、少なくとも阻害物質を除く処理とホルモン処理との併用は効果が相互に増大されるものとして常に採用してよいものといえよう。

その点、尿素の葉面散布は過マンガン酸カリ処理との併用は効果が相互に増大されているが、ホルモン

Table 70. 過マンガン酸カリ処理・ホルモン処理・尿素散布の併用効果
Rooting results of cuttings of *Cryptomeria japonica* treated with various methods.

第1回処理 First treatment	第2回処理 Second treatment	第3回処理 Third treatment	発根率 Rooted cuttings (%)	平均根数 Number of roots per rooted cuttings	平均根長 Length of roots per rooted cuttings (cm)	枯損率 Dead cuttings (%)
水 (対照) Water (control)	水 (対照) Water (control)	水 (対照) Water (control)	5.0	2.00	7.50	2.5
		尿 素 散 布 Urea	10.0	2.50	9.50	15.0
	アルファ・ナフタ リン酢酸ソーダ Sodium-alpha- naphthalen acetate	水 (対照) Water (control)	90.0	8.55	12.25	0
		尿 素 散 布 Urea	85.0	9.53	10.13	0
過マンガン酸 カリ Potassium permanganate	水 (対照) Water (control)	水 (対照) Water (control)	15.0	2.16	19.28	17.5
		尿 素 散 布 Urea	25.0	2.00	10.00	10.0
	アルファ・ナフタ リン酢酸ソーダ Sodium-alpha- naphthalen acetate	水 (対照) Water (control)	100	8.57	12.91	0
		尿 素 散 布 Urea	85.0	9.13	11.69	0

処理の発根促進効果をかえつて減少させる結果になっている。しかし、この点についてはホルモン処理の方法を散布法としてみるとか、あるいは併用処理に適する尿素の濃度、散布量、散布時期などについてなお検討してみる余地があると思われる。また、これらの点について検討する場合でも、必ずしも尿素を用いることのみにとらわれず、尿素のほかにリン酸、カリも含まれ、さらには微量元素、ビタミン類、植物成長ホルモンなども含まれているようなヨーゲン、ラビッドグロー、フォリウムなどの葉面散布肥料¹¹⁴⁾を用いることも必要であろう。

なお、老齢木のさし穂は最初は発根しにくいのが普通であるが、一度さし木苗が得られれば、これを十分培養した若い木の枝は一般に発根能力が高まっているものであるから、精英樹クローン増殖の進め方としては、第1次さし木苗をもとに逐次くり返し若い木の枝を穂木に用いていくことが望ましい。そして、この場合でもその親木は台木仕立にして萌芽枝を育て、これを穂木に用いることがより確実な発根能力増進法といえよう。

V-3 アカマツその他マツ属のさし木

マツ属はさし木がむずかしいものとして昔からよく知られている。ことにわが国の主要造林樹種であるアカマツは *P. strobus* や *P. radiata* からみればさし木のむずかしい部類に属するようで、最近とはとくに各方面で試みられているが、やはり1~2年生の実生苗からのさし穂でないかぎり実用性のある発根率は得られていない。アカマツのさし木増殖がこのように不可能に近いことは、この樹種の育種上大きな隘路となっており、その容易化が望まれていることはいうまでもない。

マツ属のさし木の研究は1940年ごろからはかなり盛んに行なわれてきたようで、その1950年までの研究は一部1952年までの文献を加えて戸田¹²³⁾ (1953) が総合抄録「マツ類のサシキについて」としてまとめて発表している。その後アカマツについては、沖村・遠山⁷³⁾ (1954) が10~13年生の親木のさし穂を発根させた報告、高山¹¹⁶⁾ (1957) が親木の年齢別、薬品処理別、埋蔵処理別にさし木を行なつた中で砂糖処理によつて20年生の親木からのさし穂が発根している報告、石川・大橋²⁹⁾ (1960) がホルモン処理で大山マツの精英樹候補木からのさし穂を発根させた報告がある。しかしながら、いまのところ発根をうながす決め手は見つかっていないようである。

筆者は1957年以来、発根促進法を考究することにとどまらず、さし木養苗を実用化していく方法を明らかにするため試験をすすめてきたが、また、他方では豊島昭和技官とともにさし穂の発根力の遺伝的変異について検討し、サシキマツ品種の育成をはかるための研究も手がけてきた。以下それらについてのべる。

1. 発根の特性

1) さし木の時期

林業におけるさし木時期は春ざしが普通とされているが、田村ら¹¹⁸⁾ (1959) は常緑針葉樹は9~11月の秋ざしがよいものが多く、またソメイヨシノザクラが8月ざしにかぎつて活着したことから、従来さし木不能とされている樹種の中にも、このような新梢をさし木することによつて活着するものがあることを暗示しているとのべている。

マツ属については戸田¹²³⁾ (1953) が総合抄録で、さし木によい時期は1~3月の春ざしと8~9月の秋ざしの2回で、そのどちらがよいかはたやすくいいきれないと論及している。このようなことから、アカマツのさし木研究を進めるにあたって、まず採穂およびさしつけ適期を明らかにしておく必要があるた

め、このことについて試験を行なつた。

A. 材料と方法

用いた親木は関西支場昆虫飼料林の7年生のもの10個体 (Phot. 13) で、1959年1月から翌年5月まで毎月1日に、1個体から5本ずつ計50本あて穂をとって直ちにさしつけ、さし木後の健全率の推移を調べた。なお、穂木には1月から5月までは前年生枝を、6月と7月は前年生枝のほかに4月から伸長した当年生枝を、8月以後は当年生枝のみを用いた。さし穂はいずれも直径4~6mmのものを長さ10cmに穂作りし、さし穂頂部の芽と針葉のみが露出するよう深さ10cmにさしつけた。また、さし床は苗畑に物理性のよいTable 53のような赤土を1m×2mの木枠に入れて設定し、よしずの日おいをかけ続けた

(Phot. 14)。その間の管理としては、

さしつけ時期ごとに十分均一にかん水したほか、その後も早朝地表面に湿り気が認められる程度に必要な応じてかん水したが、7~8月の乾燥期のほかはほとんど給水を必要としなかつた。健全率の調査はさし穂の全葉量の3分の2が枯れてしまわないかぎり健全なものとみなした。なお、試験に用いた親木の新梢の成長経過をFig. 6に示す。これは梢頭主枝について調べたもので、10個体の平均値で示した。

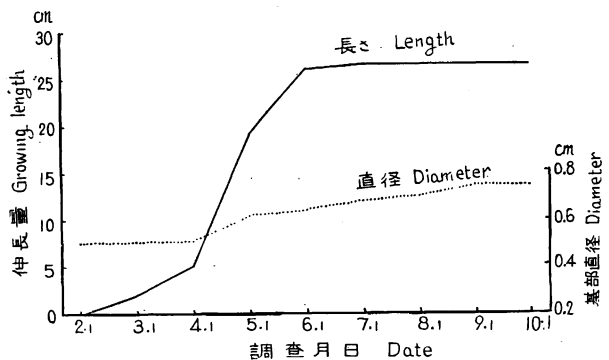


Fig. 6 さし穂をとつた親木の新梢の成長量

The growth of shoots of parent trees which cuttings of *Pinus densiflora* were taken.

B. 結果と考察

さしつけ後1カ月目ごとに調べた生存率の推移をFig. 7に示す。

これによると、1~4月さしのものは、いずれも芽の伸長最盛時期の6月1日から7月1日までに大部分が枯れてしまい、5~7月さしのものも同一傾向でもつて2カ月目までに大部分が枯れてしまった。その点、8月さしのものは2カ月たつても50%が健全で、さらに4%は翌年5月1日まで生き続けた。また、9~10月さしのものも、年内の枯損率5~10%、翌年4月1日までの枯損率40~54%と枯れるものが

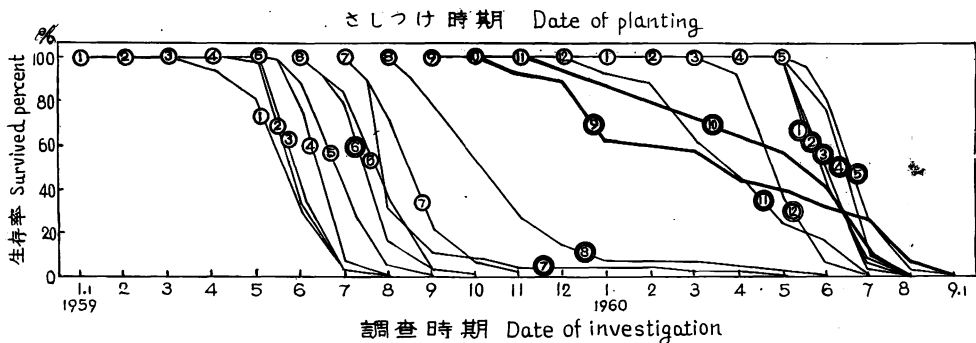


Fig. 7 さし穂の枯損経過

Relation between the date of planting of *Pinus densiflora* and survived percentage of cuttings.

比較的少なく、さらに6%のものは8月1日まで生き続け、翌年の1~4月さしのものよりも長く生き続けた。なお、11~12月さしのものは翌年7月1日までに全部枯れてしまった。

しかし、この試験ではいずれの時期も発根したものが得られていないので、長く生き続けたものが直ちに発根力も高いとみるのは早計である。ただ、さし木がうまくいくためには発根するまで生き続ける必要があることから考えると、9~10月さしのもののように翌年の1~4月さしのものより長く生き続けたものはそれだけ発根が期待できるさし穂であるといえよう。

2) さし床の日おいの日射率の影響⁸⁴⁾

スギ、ヒノキなどのさし木では、さし穂の蒸散作用の抑制および床地の乾燥を防ぐために日おいを施しているが、アカマツのさし木では従来のよしず程度の日おいをすると活着が悪くなる傾向が2、3の試験結果から観察された。今後のアカマツのさし木研究上この関係を明らかにしておく必要があるため、春ざしと秋ざしにおいてそれぞれスギと比較しながら日おいの日射率の影響について試験を行なった。

A. 材料と方法

春ざしは支場構内に設定した黒色火山灰土壌の畑地に、1区の面積 1 m^2 で高さ 30 cm の木枠をつくり、その無おい区（日射率 100%）のほか、幅 3 cm で厚さ 0.7 cm の薄板の日陰格子で日射率 75%、50%、25%の日おい区を設定した（Phot. 15）。ただし、この日射率は格子板のすき間率で決めたもので、日射率50%だからといつても季節・天候・時刻に関係なく陽光量の50%が常に照射しているという意味でないことを承知しながら、便宜上こういう構造のものを日射率と呼ぶことにした。そして、これら各日おい区の中に、アカマツは霧島マツ満4年生実生苗の1年生枝を、スギはリョウワスギ150年生樹から殖した満3年生さし木苗の1年生枝を、それぞれ1960年4月7日に1区20本あてさし木した。このうちアカマツはアルファ・ナフタリン酢酸 5 mg/g のタルク粉末剤を切口にまぶすホルモン処理をしてさしつけた。また、そのさし穂はアカマツ、スギとも20個体から12本あてとつて各試験区に1本あて均一に分配し、親木の個体差による影響をなくした。さし穂の長さはアカマツ 8 cm 、スギ 25 cm にそろえ、そのさしつけ深さはアカマツ 18 cm 、スギ 13 cm とした。さしつけ後は土壌水分量の差をできるだけ少なくするため、排水をよくして、8月末日まで雨天を除き隔日に 1 m^2 あたり 10 l 程度のかん水を行なった。試験区は3区制とし、乱塊法により配置した。さしつけ後毎月1日に枯損率の推移を調査し、9月15日に試験をしめきつた。

秋ざしの場合はこの春ざし試験の跡地をそのまま使用し、試験区の設定数、その配置、さし床用土なども春ざしの場合と同じにした。また、試験に使ったさし穂の親木およびその個体数も春ざし試験のものと同じにし、アカマツ・スギともその当年生枝を1960年9月20日にホルモン処理は行わずに1区20本あてさし木した。なお、さし穂の長さはアカマツ 10 cm 、スギ 25 cm にそろえ、そのさしつけ深さをアカマツ 10 cm 、スギ 13 cm とした。さしつけ後は直ちに十分かん水を行なったきりで、その後は無管理に等しい取扱いをし、翌春4月まで毎月1日に枯損率の推移を調査し、1961年10月6日に試験をしめきつた。

B. 結果と考察

春ざしの枯損率の推移を Fig. 8、発根成績を Table 71 に示す。

まず、その枯損経過をみると、スギでは日射率50%区と75%区が終始枯損率が低く、それが10%程度にとどまつた。その点100%区は最初から少しずつ次第に枯れるものがふえ、試験をしめきつたときには枯損率が40%になつた。また、25%区は8月1日までは100%区よりも枯損率が低かつたが、その後9月に

かけて急に枯損するものがふえ、最後にはそれが60%に達した。ところがアカマツでは枯損率が低いのは75%区と100%区で、ともにその枯れかたが遅く、スギで最も枯損率が少なかった50%区は7月中に70%が枯れている。また、25%区は6月中に早くも90%が枯れてしまい発根にほとんど期待がもてなかった。

つぎにこれらの発根成績をみると、スギでは50%区が発根率56%で最もよく、75%区がこれにつき、以下100%区、25%区の順となつている。ところがアカマツでは75%区が発根率28%で最もよく、100%区が発根率21%でこれにつき、スギでよかった50%区は発根率がわずかに10%で急に低下し、25%区では90%のものが枯れて1本も発根していない(Phot.16)。

また、秋さしの枯損率の推移は Fig.9, 発根成績は Table 72 に示す。

まず、その秋さしの枯損経過をみると、スギではいずれの区も最初から少しずつ枯れるものがふえ、冬を越した4月1日までに25%区は枯損率が60%に達したが、これより明るい50%・75%・100%区はそれぞれ18%・15%・20%の枯損率にとどまり大差がない。ところがアカマツではいずれの区も4月1日まで

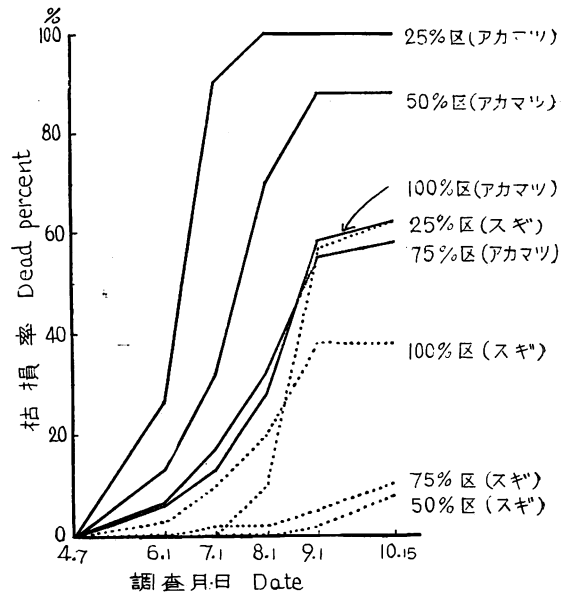


Fig. 8 日おきの日射率とさし木の枯損率との関係 (春さし)

Relation between rates of the sunshine through the shades of cutting beds and dead percentage of cuttings (April planting).

Table 71. 日おきの日射率とさし木の発根との関係 (春さし試験)

Effects of rates of the sunshine through the shades of cutting beds on rooting of cuttings (April planting).

樹 種 Species	ア カ マ ツ <i>Pinus densiflora</i>			ス ギ <i>Cryptomeria japonica</i>		
	発 根 率 Rooted cuttings (%)	平均根数 Number of roots per rooted cuttings	平均根長 Length of roots per rooted cuttings (cm)	発 根 率 Rooted cuttings (%)	平均根数 Number of roots per rooted cuttings	平均根長 Length of roots per rooted cuttings (cm)
日 射 率 Rates of sunshine						
100%	21.6	4.96	11.98	25.0	2.59	8.19
75%	28.3	4.81	9.81	46.6	3.38	9.57
50%	10.0	4.77	11.00	56.6	3.58	8.64
25%	0	—	—	10.0	2.50	6.31

Table 72. 日おいの日射率とさし木の発根との関係 (秋ざし試験)

Effects of rates of the sunshine through the shades of cutting beds on rooting of cuttings (Sept. planting).

樹 種 Species	ア カ マ ツ <i>Pinus densiflora</i>			ス ギ <i>Cryptomeria japonica</i>		
	発 根 率 Rooted cuttings (%)	平均根数 Number of roots per rooted cuttings	平均根長 Length of roots per rooted cuttings (cm)	発 根 率 Rooted cuttings (%)	平均根数 Number of roots per rooted cuttings	平均根長 Length of roots per rooted cuttings (cm)
日 射 率 Rates of sunshine						
100%	20.0	5.16	15.88	25.0	5.06	13.48
75%	13.0	2.37	17.36	28.3	3.88	14.28
50%	0	—	—	33.3	4.13	9.37
25%	0	—	—	1.6	4.00	6.25

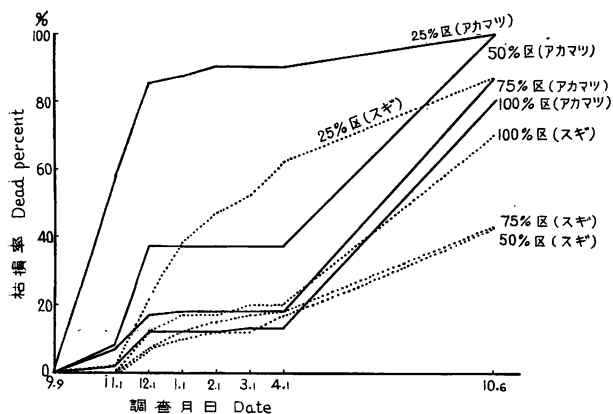


Fig. 9 日おいの日射率とさし木の枯損率との関係 (秋ざし)

Relation between rates of the sunshine through the shades of cutting beds and dead percentage of cuttings (Sept. planting).

区・25%区の順となり、春ざし試験の結果とも一致する。ところがアカマツでは発根率がよかつたのは100%区で、75%区がこれにつき、スギでよかつた50%区は25%区とともに未発根のうちに枯れてしまい、1本も発根したものがない。

このように日おいの日射率は、とくに発根率からみて、スギでは春ざし・秋ざしとも50%区が最もよかつたのにくらべ、アカマツでは春ざしの場合は75%区、秋ざしの場合はさらに100%区が最もよかつたことから、アカマツのさし木ではスギの場合よりも明るくしなければ活着成績が低下することを示していると判断してよからう。もちろんこれら試験の場合は明るさのほかに日射率を違えたことによつて土壌水分・地温などの差が生じ、このような影響も一緒になつてあらわれてきていることが考えられる。したがつて、これらの試験結果はそのような影響も含まれた日おいの効果であるとみておくのが望ましい。

に枯れたものの大部分はさしつけ当年の12月1日までに枯れており、25%区はその枯損率が早くも90%に達し、春ざしと同様に発根にほとんど期待がもてなかつた。その点、これより明るい50%区は36%の枯損率にとどまり、さらに明るい75%区と100%区はそれぞれ19%と13%の枯損率しか示さず、明るい日おい区ほど枯れるものが少なかつた。

また、これら秋ざしの発根成績をみると、スギではその差はわずかではあるが、50%区が発根率33%で最もよく、75%区がこれにつき、以下100%

なお、これら試験区の日射率は日陰格子のすき間率から決めたものであるが、この明るさを照度計で測定した結果は Table 73 に示すように、明るさの率は日射率より5~6%あて低かつた。また、同時によしずについて調べた例によると、その明るさは無おい区の27%、日射率にして35%程度しかなく、アカマツのさし床の日おいとしては明らかに暗すぎ、活着上よくないと推察されたが、このことはさし木実行上大いに配慮する必要があると思われる。

3) マツ属さし木発根能力の変異⁶⁵⁾

発根能力の高いさし木マツ品種育成の可能性を明らかにするため、まず樹種別・個体別のさし穂の発根能力の変異について3回にわたり試験調査を行なった。

A. 材料と方法

外国産マツ6種、日本産有名マツ10品種を供試した。外国産マツは8年生(第1回調査当時)で、いずれも当支場の樹木園に種類別に団状に集植されている(Phot. 18)もののうちから5個体を選定し、さ

Table 73. 日おいの日射率と明るさの関係
Relation between rates of sunshine through the shades of cutting beds and intensity of sunlight.

日 射 率 Rates of sunshine	照 度 (Lux)	比 Ratio
100%	7380	100
75%	5090	69
50%	3320	45
25%	1420	19
よ し ず Marsh-reed screen	1992	27

Table 74. 供 試 樹 種 と さ し 穂 の 条 件

Conditions of cuttings used.

種 類 Species of <i>Pinus</i>			実生年月 Date of seedling	1958年9月9日 さしつけ Planted on 9 Sept. 1958		1959年9月22日 さしつけ Planted on 22 Sept. 1959		1960年9月19日 さしつけ Planted on 19 Sept. 1960	
				さし穂直径 Diameter of cuttings (mm)	さし穂長さ Length of cuttings (cm)	さし穂直径 Diameter of cuttings (mm)	さし穂長さ Length of cuttings (cm)	さし穂直径 Diameter of cuttings (mm)	さし穂長さ Length of cuttings (cm)
<i>P. strobus</i>			1951.4	4~6	15~20	4~6	15	4~6	12
<i>P. echinata</i>			"	4~6	15~20	4~6	15	4~6	12
<i>P. taeda</i>			"	6~8	15~20	6~8	15	6~8	12
<i>P. elliotii</i>			"	6~8	15~20	6~8	15	6~8	12
<i>P. rigida</i>			"	6~8	20~25	6~8	15	6~8	12
<i>P. pungens</i>			"	4~6	20~25	4~6	15	4~6	12
<i>P. densi- flora</i> or <i>P. thunb- ergii</i> a local races	津島マツ	Tsushima	1956.4	4~6	10~15	4~6	15	6~8	12
	仙台マツ	Sendai	"	4~6	10~15	4~6	15	6~8	12
	東山マツ	Tôzan	"	4~6	10~15	4~6	15	6~8	12
	霧島マツ	Kirishima	"	4~6	10~15	4~6	15	6~8	12
	信州マツ	Shinshû	"	4~6	10~15	4~6	15	6~8	12
	矢びつマツ	Yabitsu	"	4~6	10~15	4~6	15	6~8	12
	御堂マツ	Midô	"	4~6	10~15	4~6	15	6~8	12
	霧上マツ	Kiriue	"	4~6	10~15	4~6	15	6~8	12
	甲地マツ	Katsuchi	"	4~6	10~15	4~6	15	6~8	12
	茂道マツ	Modô	"	4~6	6~10	4~6	15	6~8	12

し穂は日当りのよい樹冠の上半部の四方から1個体あたり25本あてとり、他方日本産有名マツは当支場苗畑で最初から均一な取扱いによつて養成した3年生の実生苗をそれぞれ25個体あて選び、1個体から1本ずつ計25本あてとつた。これらさし穂の条件は Table 74 に示す。なお、これらは秋ざしで、さし穂には当年生枝を用いたが、第1回目は9月9日ざしのため、とくにさし穂の充実度を一定にする必要があると考え、切断位置を前年生枝部分から3cm 上部とした。このためさし穂の長さは樹種間ではかなりの差が生じた。その点、第2回目と第3回目はさし穂がかなり充実しそろつた9月22日と19日ざしなので、さし穂の長さをそれぞれ15cm と12cm にそろえた。また、さし床は第1回目と第2回目はともに苗畑に物理性のよい Table 53 のような赤土を1m×2m の木枠に入れて設定したが、第3回目は前項の「さし床の日おいの日射率の影響の試験」と同様の黒色火山灰土壌の畑地に1区画1m×10m ごとに風よけとして高さ30cm の木枠を囲つて設定した。さし穂のさしつけ深さはいずれも原則的に穂長と同じにして頂部の芽と針葉のみを露出させた(Phot. 17)が、第1回目は樹種によつては穂長が15cm 以上のものもあつたので、これらは最高15cm の深さにとどめた。さしつけ後は十分かん水を行なつたうえ日おいをほどこしたが、その日おいには第1回目と第2回目はよしずを用い、第3回目は光線透過率80%のクレモナ寒冷紗を用いた(Phot. 14)。また、その第1回および第2回目の試験にかけたよしずは10月末日に一たんとりはずし、その後霜柱がひどくなつた12月25日～2月末日と乾燥期にはいつた7月20日以降試験をしめきるまでの2期間にふたたびよしずをかけた。その点、第3回目試験の寒冷紗は終始かけつづけた。試験はいずれも約13か月目の第1回目は10月1日、第2回目は10月27日、第3回目は10月13日にしめきり、掘りとり調査を行なつた。

Table 75. 外国産マツ属の親木別さし木発根率(%)

Rooting percentage of cuttings of *Pinus* spp.

実験年月 Date	樹種 Species	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	平均 Mean
1958.9～1959.9	<i>P. strobus</i>	16	24	32	0	0	14.4
	<i>P. echinata</i>	20	0	32	4	64	24.0
	<i>P. taeda</i>	0	0	32	0	4	7.2
	<i>P. elliotii</i>	0	0	0	8	0	1.6
	<i>P. rigida</i>	8	0	0	0	0	1.6
	<i>P. pungens</i>	4	0	0	0	4	1.6
1959.9～1960.10	<i>P. strobus</i>	0	0	0	4	4	1.6
	<i>P. echinata</i>	8	0	4	4	(親木枯損)	4.0
	<i>P. taeda</i>	0	0	24	0	0	4.8
	<i>P. elliotii</i>	0	0	0	0	0	0
	<i>P. rigida</i>	0	0	0	0	0	0
	<i>P. pungens</i>	0	0	0	0	0	0
1960.9～1961.10	<i>P. strobus</i>	0	0	0	0	0	0
	<i>P. echinata</i>	12	0	8	0	(親木枯損)	5.0
	<i>P. taeda</i>	0	0	28	0	0	5.6
	<i>P. elliotii</i>	0	0	0	0	0	0
	<i>P. rigida</i>	0	0	0	0	0	0
	<i>P. pungens</i>	8	0	0	0	0	1.6

B. 結果と考察

外国産マツ属の親木別さし木の発根率は Table 75, 日本産有名マツのさし木の発根成績は Table 76 に示す。

まず外国産マツ属の発根率をみると、これらの親木は年齢が同じで、生育場所の立地条件も大差はないのに、やはり種類によつて発根力に差が見られる。すなわち、前後3回の試験を通じて *P. elliotii* と *P. rigida* は発根が見られた親木数が0~1個体であるのに対して、*P. echinata* は2~4個体のものが発根している。また、他方親木によつて発根力に著しい差のある樹種が見られる。すなわち *P. taeda* の No. 3

Table 76. 日本産有名マツのさし木発根成績

Rooting results of cuttings of *P. densiflora* or *P. thunbergii* a local races.

実験年月 Date	種 類 Species	発 根 率 Rooted cuttings (%)	平均根数 Number of roots per rooted cuttings	平均根長 Length of roots per rooted cuttings (cm)	地上部の平均伸長量 Length of tops per rooted cuttings (cm)
1958.9 ~1959.9	津島マツ Tsushima	72	7.0	13.5	11.7
	仙台マツ Sendai	56	6.4	13.7	9.7
	東山マツ Tôzan	44	6.1	11.0	8.5
	霧島マツ Kirishima	40	5.0	14.8	9.6
	信州マツ Shinshû	28	5.8	13.7	10.5
	矢びつマツ Yabitsu	24	4.5	12.2	6.3
	御堂マツ Midô	20	4.8	13.5	7.2
	霧上マツ Kiriue	16	5.0	18.0	12.7
	甲地マツ Katsuchi	8	6.5	13.0	8.0
	茂道マツ Modô	24	2.3	12.6	3.8
1959.9 ~1960.10	津島マツ Tsushima	0	—	—	—
	仙台マツ Sendai	4	3.0	21.6	5.0
	東山マツ Tôzan	20	2.8	18.5	3.8
	霧島マツ Kirishima	0	—	—	—
	信州マツ Shinshû	0	—	—	—
	矢びつマツ Yabitsu	0	—	—	—
	御堂マツ Midô	0	—	—	—
	霧上マツ Kiriue	0	—	—	—
	甲地マツ Katsuchi	0	—	—	—
	茂道マツ Modô	24	3.0	18.3	6.0
1960.9 ~1961.10	津島マツ Tsushima	0	—	—	—
	仙台マツ Sendai	0	—	—	—
	東山マツ Tôzan	8	7.5	12.0	6.0
	霧島マツ Kirishima	0	—	—	—
	信州マツ Shinshû	0	—	—	—
	矢びつマツ Yabitsu	0	—	—	—
	御堂マツ Midô	0	—	—	—
	霧上マツ Kiriue	0	—	—	—
	甲地マツ Katsuchi	0	—	—	—
	茂道マツ Modô	40	2.3	15.4	8.2

は3回の試験を通じて24~32%の発根率を示し、他の4個体のものが発根しにくいこととときわめて対照的である(Phot. 19)。また、第1回目の試験で *P. echinata* の中の No. 5 は64%の発根率を示し、この5個体の平均発根率24%からみて明らかに発根力の高いことが認められる。ところが、その後この親木は台風で倒れて枯れたため、第2回目以降の試験に用いることができず、そのことを確かめることができずに終わった。

つぎに日本産有名マツの発根力についてみると、第1回目の試験、すなわち満2年5カ月目の実生苗の枝をさし木したもの(Phot. 20)では品種によつて発根率が最高72%から8%と著しい差が見られ、またその翌年の第2回目の試験でも茂道マツが24%、東山マツが20%、仙台マツが4%発根しただけで、他は1本も発根していない。このうち茂道マツと東山マツは第3回目の試験においてもそれぞれ40%と8%の発根率を示し、他の品種にくらべて発根力の高いことが認められる。また、とくに茂道マツは年齢が若い第1回目の試験においても第2回目の試験結果と同様に発根率が24%にとどまつているのは、これだけが6~10 cmの短いさし穂が用いられたためと思われるが、親木年齢が増加した第3回目の試験においても発根率は40%と低下せずに反対に向上しているほどである。

以上これらの試験に用いた親木は遺伝的にみてそれぞれ日本産の有名マツあるいは外国産マツの各樹種を必ずしも十分に代表しているとはいえないが、さし穂の発根力がマツ属の種類によつてかなり差があるだけでなく、また *P. taeda* と *P. echinata* の結果からも見られるとおり、その発根力が親木によつてかなりの差のあることも認められた。これら発根力の差が遺伝的なものであるか、単なる生理的なものであるかということについては、さらに多くの試験について繰り返し試験を行なうとか、交雑試験によつて検定しないかぎり断定できないかも知れないが、以上の結果、またとくに *P. taeda* の No. 3 が3回行なつた試験を通じて発根がよかつた結果から、アカマツなどにおいてもある程度発根力の高いマツ品種を育成しようすることに一つの希望が与えられたものともいえよう。

2. 発根能力増進の方法

1) アカマツの萌芽枝育成の効果

アカマツのさし木においても、萌芽枝を用いたさし穂の発根がよいことは、すでにある程度知られている。すなわち、小笠原¹¹⁾ (1959) は約9~10年生と推測せられる天然生アカマツを用いて普通枝の発根率43.5%に対し萌芽枝で63.6%の発根率が得られたことを報告している。また、石川・草下²⁸⁾ (1959) は12年生のクロマツからの葉束さしでホルモン処理によつて54%の発根率をあげているが、このような葉束さしに用いたさし穂も頂芽を切りとつて短枝の潜伏芽を啓発させたものであるかぎり、いわゆる萌芽枝の短小なものとみなすべきである。つぎにこのような萌芽枝(Phot. 8)を育て、さらにホルモン処理の併用効果を調べた試験についてのべる。

A. 材料と方法

当支場構内に植栽されている満7年生のアカマツ2個体を選び、1960年2月2日に、それぞれ樹冠の上半部にある1年生枝を15本あてその枝の頂部1 cmを切り落とした。この場合、対照区として普通の枝もうるため、それと同じ枝の1年生枝を相対的に残した。その後その1年生枝の葉(短枝)から萌芽した枝と普通の枝とを1961年3月7日にとつて直ちに長さ6 cmに穂作りし、ホルモン処理区としてインドール酪酸 20 mg/g タルク粉、その対照区としてインドール酪酸を含まないタルク粉を、それぞれ切口にまぶして、25±3°Cのさし木用ポットム・ヒーター(Phot. 5)内の鹿沼土にさしつけた。さしつけ本数は1

区あたり15本で、萌芽枝のさし穂は1本の枝からでたものごとにホルモン処理区と無処理区に均一に分配し、また普通の枝もそのように配慮し、材料の均一化をはかった。さしつけ後は十分に水をやり、その後も地表面が乾かない程度に給水したが、さし木用に考案されたポットム・ヒーター内であるため1週間に1回しか給水する必要がなかった。その後約80日目の5月25日に試験をしめきつて調査した。

B. 結果と考察

萌芽枝と普通枝のさし穂の発根成績は Table 77 に示すとおりで、萌芽枝のさし穂は発根のよいことが認められる。すなわち、No. 1 の親木のものでは普通枝のさし穂はホルモン処理の有無にかかわらず発根率 6.6% で、15本のうち1本しか発根していないが、萌芽枝は無処理でも3本発根し、さらにホルモン処理すれば8本発根している (Phot. 21)。No. 2 の親木のものでは萌芽枝のホルモン処理区が1本発根したのみで比較のしようがないが、萌芽枝の発根がよいことを示しているとみなされる。

このように萌芽枝のさし穂は普通枝のさし穂よりも発根力が高いものと見うけられるが、とくにそのさし穂をホルモン処理した場合、萌芽枝のさし穂ではホルモン処理の効果が著しくあらわれている。このことは萌芽枝ではホルモン処理の効果があらわれやすい体内条件をそなえていることを示すもので、これにはホルモン処理の効果を発揮させるのに必要な何らかの物質¹⁸²⁾がふえているというようなことも考えられるが、またさらに本研究で示された発根阻害物質の影響を指摘することができる。すなわち、アカマツも含めた11樹木の枝の浸出液にはホルモン処理の効果を減退させる作用が見られた (Table 23~26) こと、またこれと同じような浸出液が示す発根阻害作用は、スギ、ヤマモモ、クリなどでは萌芽枝の浸出液には阻害作用が少なかった (Table 42~43) ことなどから、アカマツの萌芽枝でもホルモン処理の効果を減退させるような阻害物質が少なくなっているのではないかと考えられる。

Table 77. アカマツの萌芽枝育成の効果
Effects of kind of shoots on rooting of *P. densiflora* cuttings.

親 木 Parent trees	さし穂の種類 Kind of cuttings	ホルモン処理 Treatment	発 根 率 Rooted cuttings (%)	平均根数 Number of roots per rooted cuttings	平均根長 Length of roots per rooted cuttings (cm)
No. 1	普 通 枝 Ordinary shoots	無 処 理 Talc control	6.6	8.00	4.10
		処 理 IBA in talc, 20mg/g	6.6	10.00	7.20
	萌 芽 枝 Adventitious shoots	無 処 理 Talc control	19.9	3.50	3.65
		処 理 IBA in talc, 20mg/g	53.2	9.00	4.97
No. 2	普 通 枝 Ordinary shoots	無 処 理 Talc control	0	—	—
		処 理 IBA in talc, 20mg/g	0	—	—
	萌 芽 枝 Adventitious shoots	無 処 理 Talc control	0	—	—
		処 理 IBA in talc, 20mg/g	6.6	11.00	2.50

2) 外国産マツ属の萌芽枝育成の効果

さきにのべた「マツ属さし木発根能力の変異」の第3回目の試験の際に、外国産マツ属5種について萌芽枝育成の効果をあわせて調べてみた。

A. 材料と方法

供試樹種は Table 78 に示す5種で、*P. elliotii* と *P. rigida* のほかはいずれも親木2個体を用いた。これらは当支場の樹木園に種類別に団状に集植されているもので、親木の個体番号はさきに示した Table 75 のものと同一である。試験に用いた萌芽枝はいずれも1959年9月22日にさし穂を切りとつた跡の当年生枝部分から発生したもので、普通枝とともに1960年9月19日にとつて穂作りし、直ちに1区25本あて黒色火山灰土壌の畑地にさしつけた。これらのさし床、さしつけ方法、さしつけ後の管理などはすべてさきにのべた「マツ属さし木発根能力の変異」の第3回目の試験方法と同様にした。また、調査もさしつけ後約13カ月目の10月13日に試験をしめきつて行なつた。

Table 78. 供試樹種とさし穂の条件

Conditions of cuttings used.

樹 種 Species	親 木 年 齢 Ages of parent trees	普 通 枝 Ordinary shoots		萌 芽 枝 Adventitious shoots	
		さし穂直径 Diameter of cuttings (mm)	さし穂長さ Length of cuttings (cm)	さし穂直径 Diameter of cuttings (mm)	さし穂長さ Length of cuttings (cm)
<i>P. echinata</i>	10	4 ~ 6	12	4 ~ 6	12
<i>P. taeda</i>	10	6 ~ 8	12	4 ~ 6	12
<i>P. elliotii</i>	10	6 ~ 8	12	4 ~ 6	12
<i>P. rigida</i>	10	6 ~ 8	12	4 ~ 6	12
<i>P. massoniana</i> (1)	6	6 ~ 8	12	4 ~ 6	12
<i>P. massoniana</i> (2)	5	6 ~ 8	12	4 ~ 6	12

B. 結果と考察

萌芽枝と普通枝のさし穂の発根成績は Table 79 に示すとおりで、*P. massoniana* はいずれの親木も萌芽枝は発根力が高く、その発根率は普通枝のおよそ2~13倍を示している(Phot. 22)。また、*P. echinata* のうち No. 2 の親木のものも萌芽枝のみが1本発根している。その点、他の *P. taeda*, *P. elliotii*, *P. rigida* の3樹種では普通枝・萌芽枝とも発根したものがない。

このように、*P. massoniana* 以外の樹種では必ずしも萌芽枝のさし穂が発根しやすいとは認められなかつたが、この違いは樹種的な差であるとともに親木の年齢増加による発根力の低下度にも関係があると考えられる。すなわち、さしつけ当時におけるこれら親木の年齢は、萌芽枝の発根率が優れていた *P. massoniana* は、5年5カ月と4年5カ月のもので比較的若く、したがって、その普通枝でもまだいくらかは発根率が得られていたのに対し、他の樹種はいずれも親木年齢が9年5カ月で、その普通枝の発根率は *P. echinata* の No. 1 を除いては0%であつたことから、普通枝の発根率が皆無なほど発根力が低下してしまつたものでは萌芽枝といえどもそのままでは容易に発根しないことも考えられる。このことは前項

Table 79. 外国産マツ属数種の萌芽枝育成の効果
Effects of kind of shoots on rooting of *Pinus* spp. cuttings.

樹 種 Species	親 木 Parent trees	さし穂の種類 Kind of cuttings	生 存 率 Survived cuttings (%)	発 根 率 Rooted cuttings (%)	平均根数 Number of roots per rooted cuttings	平均根長 Length of roots per rooted cuttings (cm)
<i>P. echinata</i>	No. 1	普 通 枝 Ordinary shoots	24	12	1.33	22.50
		萌 芽 枝 Adventitious shoots	52	12	1.00	20.00
	No. 2	普 通 枝 Ordinary shoots	0	0	—	—
		萌 芽 枝 Adventitious shoots	4	4	1.00	20.00
<i>P. taeda</i>	No. 1	普 通 枝 Ordinary shoots	0	0	—	—
		萌 芽 枝 Adventitious shoots	20	0	—	—
	No. 2	普 通 枝 Ordinary shoots	0	0	—	—
		萌 芽 枝 Adventitious shoots	0	0	—	—
<i>P. elliottii</i>	No. 1	普 通 枝 Ordinary shoots	0	0	—	—
		萌 芽 枝 Adventitious shoots	0	0	—	—
<i>P. rigida</i>	No. 1	普 通 枝 Ordinary shoots	32	0	—	—
		萌 芽 枝 Adventitious shoots	32	0	—	—
<i>P. massoniana</i> (1)	No. 4	普 通 枝 Ordinary shoots	12	12	2.66	18.75
		萌 芽 枝 Adventitious shoots	96	84	1.23	21.66
	No. 5	普 通 枝 Ordinary shoots	24	24	2.16	20.38
		萌 芽 枝 Adventitious shoots	44	40	1.75	20.37
<i>P. massoniana</i> (2)	No. 13	普 通 枝 Ordinary shoots	12	12	4.33	14.61
		萌 芽 枝 Adventitious shoots	60	60	2.06	19.67
	No. 14	普 通 枝 Ordinary shoots	4	4	3.00	20.00
		萌 芽 枝 Adventitious shoots	64	52	1.69	22.04

のアカマツでの結果の Table 77 で示されているとおり、No. 1 の親木のものでは萌芽枝育成の効果が著しくあらわれているが、No. 2 の親木のものでは萌芽枝でもホルモン処理しないかぎり発根していないことからうかがわれる。また、同時にそのアカマツの結果で示されたように、萌芽枝でもホルモン処理してさしつけたものでは一層その発根率が向上していることから、萌芽枝育成の効果が十分あらわれなかった *P. echinata* などの4樹種でも、ホルモン処理を併用した場合には発根率向上の役割が認められるかもしれない。なお確かめてみる必要がある。

3) しや光フィルターの効果⁸²⁾

Table 29 の実験で、アカマツの幼樹に青・緑・赤の各セロハン紙をかぶせて (Phot. 7) 育てた穂木の浸出液には発根阻害作用の少ないことが認められたが、それと同一材料の穂木をさし木して発根力を調べた。

A. 材料と方法

穂木の育成材料および方法はそのときに示した Table 27 のとおりで、それを要約するとつぎのようである。満3年生の実生幼樹に5月2日から8月14日まで透明、青、緑、赤の4種のセロハン紙をかぶせ、その中で育てた新梢を親木1個体から1本あて各20本きりとり、葉は痛めずに全葉をつけ、切口面はナイフで平滑に切り直して、長さ10~15cmに穂作りした。さし穂の長さに差が生じたのは、この穂木が十分に成熟していないため、その切断位置を前年生枝部より上部5cmのところにそろえたことによる。さし床は支場構内の苗畑に1m×2mの木枠をつくり、Table 53のような赤土を入れて設定し、これにさし穂を5分の4の深さにさしつけた。さしつけ後は直ちに十分水をやり、よしずで日おい（周囲の側面は透かして）をし、地表面が乾かない程度に適宜かん水を行なった。さしつけ後約11カ月目の1958年7月17日に掘りとりて調査した。

B. 結果と考察

各セロハン紙フィルター内で育てたさし穂の発根成績は Table 80 に示すとおりで、対照としての透明区の発根率20%に対し、青区85%>緑区55%>赤区35%の順に明らかに発根のよいことが認められた。また根数では効果が見られないが、根長は明らかに優れ、早く発根したことがうかがわれる (Phot. 23)。

ところで、これら穂木の浸出液の発根阻害作用を検定した Table 29 の実験においては、透明セロハン

Table 80. セロハン紙フィルターの効果

Rooting results of cuttings of *P. densiflora* from shoots brought up under the shade of cellophane paper.

セロハン紙の種類 Kind of cellophane	枯 損 率 Dead cuttings (%)	発 根 率 Rooted cuttings (%)	平 均 根 数 Number of roots per rooted cuttings	平 均 根 長 Length of roots per rooted cuttings (cm)
透 明 Transparency	40	20	3.00	3.75
青 Blue	0	85	2.11	11.94
緑 Green	30	55	2.54	13.78
赤 Red	40	35	3.14	11.45

紙区の穂木の浸出液には著しい発根阻害作用があるのに、他の青、緑、赤の各セロハン紙区の穂木の浸出液には発根阻害作用の少ないことが認められた。そのこととこのさし木試験結果とをあわせると、青、緑、赤のセロハン紙区の穂木が透明区の穂木よりも発根がよかつたのは、このような発根阻害作用が少なかったことに大きな原因があるものと考えられる。

ただ、これら発根率を高めたセロハン紙フィルターの効果はその色によつて著しい差が見られ、穂木浸出液で認められたような発根阻害作用の有無だけでは説明できない。やはり他の体内成分の差によつて生じる発根についてのプラス要因も考慮に入れなければならない。すなわち、これら穂木浸出液の発根阻害作用を調べた結果 (Table 29) でも、緑のセロハン紙区の穂木には阻害作用がないというよりも、むしろ発根促進作用が見られたし、また、石川・高市²⁶⁾ (1957) は色光線を違えて幼植物の Lignin 生成量を調べた実験で、アカマツ幼植物の成分量の中で澱粉および糖の生成量は黄緑色光線下よりは赤黄色光線下で栽培したものに多いとのべ、これに反し、Shikimic acid は黄緑色光線下で栽培したものが最大であつたことを見ているが、いずれにしてもこのような成分はさし木の発根作用とも関係が深いことが考えられるからである。したがつて、セロハン紙の色による発根促進効果の違いについては、さらに発根の栄養生理面からも研究することが必要であらう。

なお、アカマツのさし穂の発根力を高めるのにセロハン紙フィルターが効果があつたことについては、この試験のほかに、すでに戸田¹²²⁾ (1952) が6年生のアカマツの枝に赤いセロハン紙の袋をかぶせることにより、親木5本のうちの2本で発根率が著しくふえたのを葉束さしで見ていた。ただ、実験の手抜きから効果に影響したのが光の色か、単に光が弱められたことか、あるいは温度が高まつたことによるのかはわからないといつてゐる。しかし、Table 29 の実験によると、Fig. 4 に示したとおり温度条件は透明と他の色のついた青、緑、赤のセロハン紙との間には大差が見られず、また穂木の浸出液に見られる発根阻害作用は光の量よりも質によつて生成されていると考えられたことから、これらセロハン紙フィルターの発根促進効果も主として光の質的な影響によつてゐるのではないかと考える。

3. さし木の實用性

アカマツのさし木はマツ属のうちでもとくに発根がむずかしいようで、スギやヒノキに準じた普通の方法で優れた活着成績をあげることは無理であらう。しかし、以上の試験結果からみて、アカマツの発根特性に適応した合理的なさし木法を追究すること、また、さらには育種面からの操作も考慮することによつて、その実用化は必ずしも期待できないとは考えられない。

まず、最初に考慮しなければならないことは、親木の年齢の増加にともなう発根力の低下が急激であること、また、それが一たん発根力の低いさし穂となつたものは技術的に発根力を高めうる余地が非常にせまいということから、樹齢の増加にともなう発根力の低下をいかにして抑制するかということを重要視して、親木の若返り処理とさし穂の発根促進処理を併用していくことである。

スギのさし木では萌芽枝の育成、さし木の繰り返し、つぎ木操作の適用などいずれも効果のあることが知られているが、マツ属のさし木では、これらの処理がどの程度役立つくれるかはほとんどわかつてゐない。ただ、このうちの萌芽枝育成の効果について筆者が7年生のアカマツ親木2個体を用いて試験した結果 (Table 77)、そのうちの1個体では普通枝のさし穂の発根率6.6%に対し、萌芽枝のさし穂は19.8%を示し、さらにホルモン処理を併用した場合、普通枝のさし穂では発根率向上の効果があらわれなかつたのに、萌芽枝のさし穂では発根率が52.8%と飛躍的に向上した事実を認めた。たとえ親木の個体差はある

としても、若返り処理とホルモン処理との併用によつて発根率が著しく高められたことから、今後このような併用効果を中心に追求していけば、さらに発根力が高められる余地があるのではないかと考えられる。

さきに石川・草下²⁸⁾ (1959) は12年生のクロマツの葉束さしで、ホルモン処理しないものの発根率0%に対し、ホルモン処理したものは54%の高い発根率を得ているが、これら葉束さしに用いたさし穂は頂芽を切りとつて短枝の潜伏芽を啓発させたもので短小な萌芽枝とみなされることから、この場合の著しいホルモン処理の効果もそのような親木処理の併用効果を物語っているように考えられる。

なお、以上のようなことから、他の若返り処理として、さし木、あるいはつぎ木の繰り返し効果があつたとしても、そのさし穂はやはりホルモン処理などを行なう必要があるものと考えられる。

このほか Table 80 に示したセロハン紙フィルターの効果も親木の処理によるもので、これも発根阻害物質の生成を防止したという効果からみて、親木の若返り処理と老化防止処理という両面からの意味がある。ただ、この方法がそのまま実用になるとはいいきれないが、この方法をつぎ木した親木に適用するか、さらに枝さしにとどまらず、戸田¹²⁴⁾ (1958) が主張するように葉束さしを考えていくことによつて、実用化も不可能ではないと思われる。

つぎにさし木養苗の計画的進め方として、以上のべたような方法あるいは他の適当な方法によつてさし木苗が得られれば、これら山行苗の枝を繰り返しさし木していくようにしてはどうかということが考えられる。アカマツではまだわかつていないが、スギ、ヒノキにかぎらず、さし木困難なオリーブ、コルクガシなど²¹⁾でもさし木を繰り返したものは最初のものより発根力の高まつていることが見られているので、アカマツなどでも一般の苗畑をそのまま採穂畑に適用できるという面も考慮し、山行苗の枝をさし穂に用いていく方法に期待がかけられる。この場合、山行苗の掘りとり時期との関係から、さしつけ時期は秋ざしが考えられるが、この秋ざしは Fig. 7 からみられるように、採穂時期としてかえつて好ましいものと考えられるし、また親木年齢の増加にともなう発根力の低下度は、若いあいだに著しく低下することからも望ましいと思われる。

ただ、秋ざしはその地方の気候条件によつては春までに寒さで痛められるおそれもあり、地域的にかなり制約されるものとみななければならないので、発根に最適な環境にさしつけて早く確実に発根させ、しかも春にはそれを床替えして育苗期間を短縮するという見地から、広島県林業試験場¹⁰²⁾、中国電力株式会社技術研究所¹³¹⁾などがスギやヒノキで研究し、実用化される段階に達した電熱さし木床の応用を計画する必要がある。Table 77 の7年生アカマツのさし木の発根成績は、このような方針のもとに3月7日にさしつけ約80日目に調査したものであるが、でた根はいずれも褐色に木化し、十分床替えにたえうる根系を示していたことからみて、マツ属のさし木に対しては、このような発根に最適の環境を与えられるような施設に関しても検討する必要がある。

しかしながら、さらに根本的な問題は、育種によつてなるべく早く発根力の高い系統のマツを育成するように進めることである。外国産マツ属の実生後8~10年目の発根力を試験した結果 (Table 75) によると、*P. taeda* の親木5個体のうち4個体はほとんど発根しなかつたのに、1個体だけは8年目が32%、9年目が24%、10年目でも28%の発根率を示し、また、*P. echinata* でも親木5個体のうち4個体のものの発根率が0~32%のとき、あとの1個体は64%の高い発根率を示すなど、明らかに発根力の優れている個体があつた。これと同じようなことは実生後3~5年目にさしつけた日本産有名マツ10種の場合にも見

られた (Table 76)。このように全般的に発根力が低いマツ属の中で、とくに発根力の高い系統や品種あるいは個体があり、この性質のいくらかは遺伝によつて決まってくるものだという事はすでに戸田¹²³⁾ (1953) によつても論及されているが、発根力の優れた個体をさがしだし、この性質を優れた系統のマツにもとりいれることによつて、そのさし木の事業化もより大きな期待がもてるようになるものと考えられる。

V-4 ヤマモモのさし木

ヤマモモは常緑性の肥料木で、肥料木類のうちでは耐陰性が強く、立地的にもかなり広い適応性をもっていることから、近時、ハゲ山の第2次林への移行用樹、せき悪地でもとくに石英粗面岩地帯の緑化改良用樹、マツ類との混植用樹などとして、それらの利用価値が高く評価され、造林される量が多くなつてきた。また、そればかりでなく、徳島県方面では以前から果実生産を目的とした優良品種が栽培され、それが特用樹経営として成功を取めていることから、肥培樹として造林する場合でも、果実から収入が得られるよう優良品種を植栽しようという機運が高まつてきている。

しかしながら、ヤマモモの苗木は造林用のものはもつぱら実生で養成されているが、その実生法も発芽率のよい種子が得られにくいとか、発芽させにくいかなどによつて必ずしも容易でなく、また、たとえ実生がやさしくできるようになつたとしても、果実生産を目的とする優良品種はぜひ無性繁殖によることが必要であるとされ、早くからさし木法の成功が要望⁴⁷⁾されていた。このようなことから、1952年から1957年にわたりそのさし木法について研究をすすめた。その結果はさきに林業試験場研究報告⁷⁹⁾ (1957) で発表したの、ここではそのうち発根の特性と発根能力増進法についてその後の試験結果も加えてのべることにする。

1. 発根の特性

1) さし木の時期

さし木の適期は樹種によつて違ふだけでなく、気候によつても異なり、さらにさし穂の内的要因と外的条件から考えるならば、さし穂をとる適期とさしつけの適期とは一致しない場合さえある。しかし、一般¹¹⁹⁾に落葉樹は休眠枝を春さしするのが適当であるといわれているのに対して、常緑性の広葉樹は落葉性のものにくらべると発根に高温を要するとされ、新梢がある程度充実したころに、これをさし木するのが最適といわれている。

ヤマモモにおいて新梢を夏さしした例はあまり見当たらないが、さし木が不可能といわれていたほど発根しにくい樹種だけに、前年生枝を用いる春さしとともに、新梢を用いる夏さしについても十分検討してみる必要がある。とくに Table 38~41 の実験結果で認められたとおり、発根阻害物質は若木の枝とか秋枝のように組織の若い枝に少ないことから、新梢は前年生の古枝より阻害物質も少なく、より発根しやすい条件を具えているのではないかと考えられる。

このような意味から、ヤマモモのさし木の適期を知ると同時に、さし穂として前年生枝と当年生の新梢とどちらが発根しやすいかを知るために、1954年4月1日から9月30日までの期間にわたり、定温室内と露地ざしとで時期別さし木試験を行なつた。

この試験の方法や結果は林業試験場研究報告⁷⁹⁾に詳述してあるが、その要旨はつぎのとおりである。

さし穂の採取適期：前年生枝を用いる場合は芽が出はじめる直前の4月下旬から5月上旬ごろ、当年生の新梢を用いる場合は新梢の伸長が一時止まり、それがある程度かたまる7月中旬から8月上旬ごろでは

ないかと見られる。

新梢のさし穂の発根性：7～8月の夏さしにおいては、一般に前年生枝より当年生枝のさし穂が、発根率、発根量とも多く、発根力は強いもののように見うけられる。

2) さし木に適する親木年齢と発根促進処理の効果

さし木困難樹種でもごく若い木からとつたさし穂は比較的发根しやすいことが知られている。当試験は春さしでこれを調べるとともに、年とつた親木の枝でも後ほどのべるように発根促進効果のある硝酸銀とアルファ・ナフタリン酢酸の併用処理を行なえば、どの程度まで発根成績がよくなるかを知るために行なつた。

A. 材料と方法

さし穂は前述の Table 37 に示した実験のものと同じ 100 年生、25 年生、7 年生の親木を用い、100 年生と 25 年生の木からは 1 年生枝と秋枝、7 年生の木からは 1 年生枝をそれぞれとり、いずれも直径 4～6 mm のものを葉を 2 枚あてつけて剪定鋏で長さ 8 cm に切りそろえ、ナイフで切口面を削りなおして穂作りした。さし穂は 1 区あたり 20 本とし、さし穂の下部 5 cm を硝酸銀 0.05% 液に 24 時間浸してからアル

Table 81. 親木の年齢と枝の種類を異にしたヤマモモのさし木の発根成績

Rooting results of cutting of *Myrica rubra* of various ages of tree and of various kinds of shoot.

親木の 年 齢 Ages of parent trees	さし穂の種類 Kind of cuttings	発根促進処理 Treatment of cuttings	生 存 率 Survived cuttings (%)	発 根 率 Rooted cuttings (%)	平均根数 Number of roots per rooted cuttings	平均根長 Length of roots per rooted cuttings (cm)
2	普 通 枝 Ordinary shoots	無 処 理 Water	100	85	3.70	6.60
		処 理 Treated	—	—	—	—
7	普 通 枝 Ordinary shoots	無 処 理 Water	100	20	3.00	4.00
		処 理 Treated	100	65	5.23	8.19
25	秋 枝 Autumn shoots	無 処 理 Water	20	5	1.00	1.00
		処 理 Treated	55	25	2.40	1.66
	普 通 枝 Ordinary shoots	無 処 理 Water	35	—	—	—
		処 理 Treated	60	10	2.50	4.00
100	秋 枝 Autumn shoots	無 処 理 Water	5	0	—	—
		処 理 Treated	55	25	2.20	1.40
	萌 芽 枝 Adventitious shoots	無 処 理 Water	0	0	—	—
		処 理 Treated	60	35	1.57	1.72

ファ・ナフタリン酢酸ソーダ 0.01% 液に 24 時間つけたものと、無処理区として水道水に同時につけたものを、幅 1 m、長さ 4 m の木枠に Table 53 のような赤土を入れ、葉と葉が重なり合わぬよう列状にさしつけた (Phot. 24)。さしつけ後は十分水をやり、よしずで日おいをし、その後は地表面がいつも湿り気を保っている程度にかん水を続けた。なお、比較対照区の意味で満 1 年生実生苗 (瑞光種) の主軸をとって同様に穂作りし、無処理 (水道水に浸しただけ) のままさしつけた。いずれも 1956 年 4 月 26 日にさしつけ、同年 10 月 8 日に掘りとり調査した。

B. 結果と考察

各区の発根状態は Table 81 のとおりである。すなわち、採穂母樹の年齢が 2 年生のものは無処理でも 85% の発根率が得られたが、7 年生のものは 20%、25 年生のものと 100 年生のものはいずれも 0% の発根率で、25 年生のものではすでに発根が不可能に近いことを示した。しかし、硝酸銀とアルファ・ナフタリン酢酸ソーダで処理した場合には、7 年生のものは発根率が 65% で約 3 倍に向上し、また年とつた 25 年生のものでも秋枝のさし穂は無処理区の 5% に対し 25%、普通枝のさし穂は無処理区の 0% に対し 10%、さらに 100 年生のものでは秋枝は無処理区の 0% に対し 25%、萌芽枝は無処理区の 0% に対し 35% の発根率で、いずれも発根率が数倍以上に向上し、発根量も多くなつた。これらのことからみて、発根が不可能なような年とつた木の枝でも硝酸銀とアルファ・ナフタリン酢酸ソーダで処理を行えば発根させることは可能であることがわかる (Phot. 26)。

さし穂に用いる枝の種類についてみると、秋枝は普通枝にくらべれば発根しやすいものと認められるが、100 年生のものが示したように萌芽枝にくらべると必ずしも発根しやすいとは認められない。また、25 年生の親木の普通枝より 100 年生のものの萌芽枝の方が発根率がよかつた事実からみて、親木の年が同一ならば萌芽枝は普通枝よりも発根しやすいものと考えられるが、このことは後述の Table 88 で確かめられた。

2. 発根能力増進の方法

1) 各種薬剤処理の効果

さし穂中の阻害物質をとり除いて発根をよくするという見地から、IV—3 における Table 45~51 の実験で阻害物質を除く効果が認められたような処理法の発根促進効果を調べた。

A. 材料と方法

Table 82 のような各種処理がヤマモモのさし木にも有効であるかどうかを試験した。さし穂は 1952 年 4 月 6 日に、15 年生の木 (岡山市岡山営林署操山国有林) 1 個体から直径 5~6 cm の 1 年生枝をとり、葉を 4 枚つけて剪定鋏で長さ 14 cm に切り揃え、下部切口面をナイフで削りなおして穂作りした。さし穂は 1 区あたり 25 本とし、Table

Table 82. ヤマモモのさし穂の処理液
Methods of treatment of cuttings of
Myrica rubra.

処理の順位 Order of treatment	処理の種類 Kind of treatment	濃度 Concentration
1	水 (対 照) Water (control)	—
	温 湯 Hot water	30~35°C
	エチルアルコール Ethyl alcohol	1%
2	水 (対 照) Water (control)	—
	過マンガン酸カリ Potassium permanganate	0.1%
	消 石 灰 Slaked lime	5.0%
	硝 酸 銀 Silver nitrate	0.05%
3	水 (対 照) Water (control)	—
	アルファ・ナフタリン酢酸ソーダ Sodium-alpha-naphthalene acetate	0.01%

82 に示した各種処理を交互に組み合わせて下部 5 cm の浸漬処理を行ない、計 24 区の試験区を設けた。この第 1 回処理と第 2 回処理は発根阻害物質を除くという見地から行なつたが、第 3 回処理は発根ホルモンを補給するという意味で行なつた。その処理時間は毎回 12 時間で計 36 時間になつた。処理がすんださし穂は林業試験場岡山分場構内にさしつけた。そのさし床は幅 1 m、長さ 4 m の木枠に腐植質が少ない赤土（山土）7 に細砂を 3 の割合に混ぜて入れ、排水と通気性をよくした。さしつけ間隔は 15 cm × 8 cm で 2 条あてベルト状にさしつけ、よしずで日おいをし、かん水は乾燥がつかないかぎり特別に行なわなかつた。4 月 9 日にさしつけ、約 6 カ月目の 10 月 10 日に調査を行なつた。

つぎに、これら薬剤処理の効果は処理する液の濃度によつて異なつてくる場合もあるので、この点を普通枝よりも発根しやすいと思われる秋枝をさし穂に用いて試験してみた。すなわち、さし穂として 1954 年 4 月 15 日に 25 年生の木 3 個体から直径 4~6 mm の秋枝をとり、葉を 2 枚つけて長さ 6 cm に切り揃え、下部切口面をナイフで削りなおして穂作りした。さし穂は 1 区 25 本とし、Table 84 で示した各種溶液で基部 3 cm を 18 時間浸漬処理し、関西支場構内の Table 53 のような赤土を入れた幅 1 m、長さ 3 m の木枠のさし床にさしつけた。さしつけ後は十分水をやり、よしずで日おいをし、その後は地表面に湿り気を保つ程度にかん水をつづけた。調査は約 7 カ月目の 11 月 15 日に掘りとつて行なつた。

B. 結果と考察

各種薬剤液で組み合わせ処理した試験区の発根率は Table 83、また濃度別試験区の発根成績は Table 84 のとおりである。

Table 83. 各種の処理を行なつたヤマモモのさし木の発根率

Rooting percentage of cuttings of *Myrica rubra* treated with various methods.

第 1 回 処 理 First treatment	第 2 回 処 理 Second treatment	第 3 回 処 理 Third treatment	
		水 (対 照) Water (control)	アルファ・ナフタ リン酢酸ソーダ Sodium-alpha-naph- thalene acetate
水 (対 照) Water (control)	水 (対 照) Water (control)	0	0
	過マンガン酸カリ Potassium permanganate	0	0
	消 石 灰 Slaked lime	0	0
	硝 酸 銀 Silver nitrate	0	12
温 湯 Hot water	水 (対 照) Water (control)	0	0
	過マンガン酸カリ Potassium permanganate	0	0
	消 石 灰 Slaked lime	0	0
	硝 酸 銀 Silver nitrate	0	16
エチルアルコール Ethyl alcohol	水 (対 照) Water (control)	0	0
	過マンガン酸カリ Potassium permanganate	0	0
	消 石 灰 Slaked lime	0	0
	硝 酸 銀 Silver nitrate	0	16

Table 84. 各種処理液の濃度と処理を行なつたヤマモモのさし木の発根成績
 Concentration of various treating-solution and rooting results of treated cuttings
 of *Myrica rubra*.

処理の種類 Kind of treatment	濃度 Concentration (%)	生存率 Survived cuttings (%)	発根率 Rooted cuttings (%)	平均根数 Number of roots per rooted cuttings (%)	平均根長 Length of roots per rooted cuttings (cm)
水 (対 照) Water (control)	—	4	0	—	—
硝 酸 銀 Silver nitrate	0.001	4	0	—	—
	0.005	12	0	—	—
	0.01	40	8	1.50	0.40
	0.05	44	20	2.40	4.75
過マンガン酸カリ Potassium permanganate	0.05	8	0	—	—
	0.1	4	0	—	—
	0.5	4	0	—	—
	1.0	4	0	—	—
消 石 灰 Slaked lime	1.0	0	0	—	—
	5.0	8	0	—	—
エチルアルコール Ethyl alcohol	1.0	0	0	—	—
	5.0	0	0	—	—
アルファ・ナフタ リン酢酸ソーダ Sodium-alpha-na- phthalene acetate	0.01	4	0	—	—
	0.005	0	0	—	—

まず各種薬剤の組み合わせ処理した試験区の発根率についてみると、無処理区の発根率0%に対し、温湯、アルコール、過マンガン酸カリ、石灰水の各処理区はいずれも発根率0%で発根をよくする効果が全く認められなかつたが、硝酸銀処理をしてからアルファ・ナフタリン酢酸ソーダで処理した区は発根率12~16%が得られ、その処理効果のあることが認められた。ただし、この発根率について分散分析を行なつた結果では、第2回処理の硝酸銀区と第3回処理のアルファ・ナフタリン酢酸ソーダ区の交互作用にのみしか有意差（危険率5%以下）は認められなかつたので、硝酸銀処理が単独で有効だとは認められない。

しかし、普通枝より多少は発根しやすいと思われる秋枝をさし穂に用いて、硝酸銀、過マンガン酸カリ、石灰水、アルコール、アルファ・ナフタリン酢酸ソーダの各単独処理の効果を濃度別に試験した結果ではTable 84 のとおり、対照区の発根率0%に対し、硝酸銀0.05%液処理区だけは発根率20%を示し、その単独でも効果のあることが明らかに認められた。

以上2つの試験結果から、さし穂中の発根阻害物質を除くという見かたから行なつた処理のうち、硝酸

銀処理のみは発根率を向上さす効果があり、それもとくにアルファ・ナフタリン酢酸ソーダとの併用処理によつてより確実に役だつことを認めた。他方、発根促進物質であるアルファ・ナフタリン酢酸ソーダは硝酸銀処理をしてから用いないと発根率を高めることには役だたないことが認められる。

2) 硝酸銀処理の Ag イオンと NO₃ イオンの効果

硝酸銀処理の発根促進の効果は AgNO₃ の Ag イオンと NO₃ イオンのどちらの働きによるものであるかを知るため、Ag と NO₃ を別々に含む数種の薬品の水溶液を用い、その効果を比較判定した。

A. 材料と方法

処理液の薬品は Table 85 のとおり AgNO₃ のほかに、NO₃ イオン物質としては HNO₃, NaNO₃,

Table 85. 硝酸銀処理の Ag と NO₃ の効果を判定する試験に用いた薬品

Chemicals used for experiments for the purpose of deciding on effect of Ag or NO₃ in treatment with silver nitrate.

薬 品 Chemicals	蒸溜水 1 l 中の 薬 品 量 Conc. g/1000cc
AgNO ₃	0.50
Ag ₂ SO ₄	0.25
HNO ₃	0.50
NaNO ₃	0.50
KNO ₃	0.50
Ca(NO ₃) ₂	0.25

KNO₃, Ca(NO₃)₂ の4種を用い、Ag イオン物質としては、一応 Ag₂SO₄ だけを用いた。各溶液は NO₃ イオンまたは Ag イオンが AgNO₃ の 0.05% 液のものと同一量になるよう、各薬品ごとに濃度を決めて蒸溜水に溶かした。ヤマモモのさし穂はそれぞれの液 400 cc に基部 3 cm を 24 時間浸し、さらにあとからアルファ・ナフタリン酢酸ソーダ 0.01% 液に同様に 24 時間浸したものと、蒸溜水だけにつけたものとに分けてさしつけた。このさし穂は1956年5月7日に25年生の木1個体から直径4~6 mm の1年生枝をとり、葉を2枚つけて剪定鋏で長さ 8 cm に切り揃え、切口面を削りなおして穂作りし、1区あたり25本供試した。さしつけ場所は林業試験場関西支場構内の苗畑で、幅 1 m、長さ 3 m の木枠に Table 53 のような赤土を入れ、15 cm × 4 cm の間隔にさしつけた。さしつけ後は十分水をやり、日おいをし、その後地表面にいつも湿り気がある

程度にかん水をつづけた。5月9日にさしつけ、10月8日に掘りとつて発根状態を調査した。

B. 結果と考察

各溶液で処理したさし木の生存率は Table 86、発根率は Table 87 のとおりである。

Table 86. Ag, NO₃ の各種薬品溶液で処理を行なつたヤマモモさし木の生存率

Survival percentage of cuttings *Myrica rubra* treated with solution of various chemicals containing Ag or NO₃.

第1回 処理 First treatment	第2回処理 Second treatment	水 (対照) Water (control)	アルファ・ナフタ リン酢酸ソーダ Sodium-alpha- naphthalene acetate
蒸 溜 水 Distilled water		5	0
AgNO ₃		70	65
Ag ₂ SO ₄		40	35
HNO ₃		10	10
NaNO ₃		5	15
KNO ₃		15	5
Ca(NO ₃) ₂		20	20

Table 87. Ag, NO₃ の各種薬品溶液で処理を行なつたヤマモモさし木の発根率

Rooting percentage of cuttings of *Myrica rubra* treated with solution of various chemicals containing Ag or NO₃.

第1回 処理 First treatment	第2回処理 Second treatment	水 (対照) Water (control)	アルファ・ナフタ リン酢酸ソーダ Sodium-alpha- naphthalene acetate
蒸 溜 水 Distilled water		0	0
AgNO ₃		5	50
Ag ₂ SO ₄		0	15
HNO ₃		0	0
NaNO ₃		0	10
KNO ₃		5	0
Ca(NO ₃) ₂		0	20

まず発根率についてみると、対照(蒸留水)区はあとからアルファ・ナフタリン酢酸ソーダで処理しても発根率0%で全く発根しなかつたのに対し、 AgNO_3 液処理区は、あとからアルファ・ナフタリン酢酸ソーダ処理しなかつたものは発根率5%であるが、アルファ・ナフタリン酢酸ソーダ処理したものは発芽率50%を示し、アルファ・ナフタリン酢酸ソーダ処理と併用することにより発根率を高める効果が大きく認められた。ところが、この硝酸銀処理液と同一量の NO_3 イオンが含まれる HNO_3 、 NaNO_3 、 KNO_3 、 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ の各溶液で処理を行なつたもののうち、あとからアルファ・ナフタリン酢酸ソーダ処理を行なつて有効であると認められたのは発根率が20%得られた $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 区だけで、他の区は統計的に効果があるとは認められなかつた。また、 AgNO_3 処理液と同一量の Ag イオンが含まれる Ag_2SO_4 液で処理した区も、あとからアルファ・ナフタリン酢酸ソーダ処理を行なつても発根率15%で、統計的にみて効果があるとは認められなかつた。

このように AgNO_3 以外の溶液で発根をよくする効果があると認められたものは $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ だけであるが、しかし、その効果は AgNO_3 区の発根率50%に対し発根率20%で、 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ の効果は AgNO_3 の効果にとうてい及ばないことが認められた。

したがつて、以上の結果から、発根率を高める AgNO_3 の効果はその処理液中の NO_3 イオンの働きではなさそうであり、また他の Ag イオンも Ag_2SO_4 液だけしか調べなかつたので検討の余地は残されているが、 Ag イオンの働きによるものであるとも考えられない。すなわち、硝酸銀処理の発根促進効果は AgNO_3 の化学的作用によつて生ずるもの、いいかえれば、さし穂中の発根阻害物質の作用をなくするような意味で役だつてのではないかと考えられる。

ただ、発根率とは別に Table 86 のさし穂の生存率についてみると、 Ag_2SO_4 区は AgNO_3 区に似た傾向でさし穂の生存率が比較的高いことからみて、 Ag イオンは生存率を高める効果、すなわち、さし穂の腐敗防止には役だっているかも知れない。

3) 萌芽枝の育成の効果

薬剤処理によつて発根を促進させるだけでなく、最初から発根阻害物質の少ない穂木を育てて実用性のある発根成績をあげるという見地から、萌芽枝育成の効果を知るために試験を行なつた。

A. 材料と方法

用いた親木は瑞光種の満4年生の実生幼樹10個体で、萌芽枝を出させるため1959年3月26日に前年生枝を刈り込んだ。この場合、対照の普通枝を得るため、それとほぼ同じ太さの前年生枝を半数あて残した。その後、2年生枝の部分より発生した萌芽枝を、7月10日に1個体から4本あて計40本とり、展葉5枚つけて摘心したものを長さ15cmに切り揃え、切口面をナイフで削りなおした。また、対照の普通枝も同じ本数を同じように穂作りした。これらのさし穂は直ちに関西支場構内の黒色火山灰土壌の苗畑にさしつけた。さし床は幅1m、長さ2m、高さ50cmの木枠床で、15cm×5cmの間隔に葉と葉が重なり合ひぬよう整然とさしつけた。さしつけ後は十分水をやり、よしずで日おいをした。その後は地表面に湿り気がある程度に給水をつづけ、10月10日に掘りとつて調査した。

B. 結果と考察

調査結果は Table 88 のとおりで、普通枝の穂木は全部枯れて1本も発根したものがなかつたが、萌芽枝の穂木は発根率60%が得られ、極端なほど発根がよかつた。このような著しい差は、瑞光種は他の各種実験に用いた野生種の場合よりも一般に根数が少ないことからみて、もともと発根しにくい品種であると

Table 88. ヤマモモの萌芽枝育成の効果
Effects of kind of shoots on rooting of *Myrica rubra* cuttings.

さし穂の種類 Kind of cuttings	生存率 Survived cuttings (%)	発根率 Rooted cuttings (%)	平均根数 Number of roots per rooted cuttings	平均根長 Length of roots per rooted cuttings (cm)
普通枝 Ordinary shoots	0	0	—	—
萌芽枝 Adventitious shoots	60	60	2.41	6.80

というようなことによるかも知れない。

4) しや光フィルターの効果

Table 29 の実験で青・緑・赤のセロハン紙フィルターをかぶせて育てた穂木の浸出液には発根阻害作用の少ないことが認められたが、その実験と同じ材料からのさし穂をさしつけて、実際にその発根力を調べた。

A. 材料と方法

穂木の育成材料はそのときに示した Table 27 のとおりで、その育成方法もそれと同じである。それを要約すると、満7年生の実生幼樹を不定芽がでるよう根元から台切りして、その新芽が開葉し始めた5月16日に透明・青・緑・赤のセロハン紙をかぶせ、その中で育てた萌芽枝を7月22日にきりとつてさし木した。なお、この場合それと同じ方法でよしずの2重覆の中で育てたものも用いてみた。これら穂木の成長量と、これより穂作りしてさしつけたさし穂の重量は Table 89 に示す。このさし穂は3葉つけた長さ8cmのもので、1区20本とし、直ちに Table 86~87 の試験と同じ方法でさしつけ、10月15日に掘りとりて調査した。

Table 89. フィルターの種類による穂木の成長量比較表 (20本平均)

Growing results of green shoots from *Myrica rubra* brought up under the shade of cellophane (average in 20 shoots).

フィルターの種類 Kind of cellophane	長さ Length (cm)	基部直径 Diameter (cm)	調整さし穂重量 Weight (g)
透明セロハン紙 Transparency	12.50	0.24	0.77
青色セロハン紙 Blue	10.82	0.22	0.87
緑色セロハン紙 Green	11.81	0.22	0.85
赤色セロハン紙 Red	12.04	0.19	0.68
2重よしず Double with marsh-reed screen	8.95	0.18	0.74

B. 結果と考察

調査結果は Table 90 に示すとおりで、これらのさし穂は親木を台切りして発生した萌芽枝であるため

Table 90. フィルターの種類によるさし穂の発根成績

Rooting results of cuttings of *Myrica rubra* from shoots brought up under the shade of cellophane.

フィルターの種類 Kind of cellophane	生存率 Survived cuttings (%)	発根率 Rooted cuttings (%)	平均根数 Number of roots per rooted cuttings	平均根長 Length of roots per rooted cuttings (cm)
透明セロハン紙 Transparency	100	65	4.69	6.65
青色セロハン紙 Blue	100	85	8.26	4.86
緑色セロハン紙 Green	100	85	8.58	6.57
赤色セロハン紙 Red	100	65	5.46	4.46
2重よしず Double with marsh-reed screen	100	90	6.66	3.68

全般的に発根率が高いが、それでも緑と青のセロハン紙区のものより透明区のものよりも発根率と根数ははるかに優り、穂木の浸出液に発根阻害作用が少なかつただけでなく、実際に発根促進効果のあることが認められる。その点、赤のセロハン紙区のものより透明区とほとんど差がなく、そのような発根促進効果は認められない。なお、2重よしず区のものより発根率においては緑と青のセロハン紙区に劣らない効果が認められる。ただ、これらさし穂のうち緑と青のセロハン紙区のものより葉が大型を示していたため他の区のものより重量がやや優つたが、葉が大きいことはさし穂がしおれないかぎり発根作用には有利¹⁸²⁾なので、このような効果も無視できないものと思われる。

3. さし木の実用性

さし木困難樹種でも若木の枝をさし穂に用いれば比較的发根しやすいことが知られているが、ヤマモモにおいても2年生の実生苗からとつたさし穂では発根率85%を示し、根の量も多い苗木として得られている。しかし7年生の木の枝では発根率わずかに20%で実用性は認められない。ところが、本実験によつてはじめて硝酸銀による前処理とホルモン剤処理の優れた効果が認められ、この処理を行なえば発根率は65%に向上し、発根量も2年生の若い木からとつたさし穂に劣らないほどに増加し、ほぼ実用性のある発根成績が得られている（Phot. 26）。なお、25年生の木と100年生の木の枝では発根促進処理を行なつても50%以上の発根率をうることはいまのところ期待できない。

しかし、これらの発根成績は春さしの場合であつて、露地におけるさし木の適期は親木の新芽がでる直前の4月下旬から5月上旬ごろと新梢の成長が一時鈍る7月中旬から8月上旬ごろの2期で、このうち夏さしの方が地温が20°C以上の発根適温¹¹⁰⁾にあるため、さしつけ後短期間で発根するせいか、親木の年が7年生程度ならば無処理でも40%の発根率が得られている⁷⁸⁾。また、同じ夏さしでも、この時期においては前年生の古枝よりも新梢の方がさし穂として発根性がよく、この新梢のさし穂では無処理でも発根率60%が得られている⁷⁸⁾。さらに同じ新梢でもより発根しやすいよう萌芽枝として育てて用いれば、普通枝の発根率0%の場合でも60%の発根率が得られている（Table 88）。

以上のべたように、ヤマモモのさし木で実用性のあるよい発根成績を得るには、硝酸銀とホルモン剤で発根促進処理を行なうことも一方法ではあるが、発根力の強い穂木を用いることがまず第1の要件であ

る。この発根能力の旺盛な穂木とは、発根に役だつ栄養物質が豊富に含まれているだけでなく、発根阻害物質が含まれていないか、あるいは少ないと考えられる若い木の枝で、とくに肥培管理した萌芽枝である。

ただ、ヤマモモのさし木の実用的価値は、果実生産を主目的として栽培されているような優良品種の増殖に適用してこそ、より大きいものがあるわけだが、本実験ではこの意味での適当な材料を欠いたが、しかし1956年4月に瑞光種の苗木（つぎ木後満3年生）を親木として定植する際、その前年生枝を春ざしした結果⁷⁹⁾では、硝酸銀とアルファ・ナフタリン酢酸ソーダで処理したものは発根率48%が得られ、これらは山地植栽後2年で樹高1.1mの成長を示している。また、その後1962年に満4年生のつぎ木幼樹からのさし穂を電熱温床に春ざしした結果（Table 91）でも、萌芽枝を硝酸銀とアルファ・ナフタリン酢酸ソーダで処理したものは6月20日ですでに56%の発根率を示している。これらの結果からみて、第1次さし木苗を親木とし、その若いうちに萌芽枝を肥培して育てるなど好条件のさし穂を用いれば、さらに優れた発根率を示すことであろう。

Table 91. ヤマモモ瑞光種のさし木成績

Results of cuttings from *Myrica rubra* a agricultural race "Zuiko".

さし穂の種類 Kind of cuttings	さし穂の発根 促進処理 Treatment of cuttings	さしつけ本数 Number of cuttings	生 存 率 Survived cuttings (%)	発 根 率 Rooted cuttings (%)
普 通 枝 Ordinary shoots	無 処 理 (水) Non treated	10	0	0
	処 理 Treated	10	40	20
萌 芽 枝 Adventitious shoots	無 処 理 (水) Non treated	20	45	25
	処 理 Treated	25	84	56

備 考 1) 発根促進処理はさし穂の基部3cmを硝酸銀液0.05%とアルファ・ナフタリン酢酸ソーダ液0.01%に各20時間あて浸した。

2) 3月26日電熱温床にさしつけ、6月20日に調査した。

Notes 1) Author treated with 0.05% solution of silver nitrate and then 0.01% solution of sodium-alpha-naphthalene acetate in order to promote rooting. Author steeped the part in 3cm length from out end of cuttings every 20 hours.

2) Author planted them on Mar. 26, and investigated them on Jun. 20.

V-5 ハンノキ属のさし木

ハンノキ属は肥料木・せき悪地造林用樹などとして以前から重視されているが、これらの苗木は従来実生苗にかぎられ、さし木はできないものとされていた。さし木養苗については奈可山⁶⁵⁾ (1936) がヒメヤシヤブシとヤシヤブシ（オオバヤシヤブシではないかと考えられる⁴⁹⁾）の1年生実生苗の梢端切断部を用いてさし木し、平均、ヒメヤシヤブシ19%、ヤシヤブシ36%の得苗率を得ており、また、その試験結果から将来得苗率を50%以上に高めることができれば、養苗費は実生苗より少なくてすみ有利であるとのべている。このようなことから、そのさし木養苗の実用化を目的として1950~52年にさし木試験³⁶⁾⁷⁴⁾を行なつ

た。以下その概要をのべる。

1. 発根の特性

1) さし木の時期

さし木の活着と密接な関係があるさし穂の腐敗は、採穂時期の親木の生育状態いかんによつて大きな差がある。このことについてはすでに森下と筆者³⁴⁾ (1951) が10樹種について明らかにしたとおりで、オオバヤシヤブシの調査結果では Fig. 10 のように、休眠期の2月中旬ごろ採取したさし穂は比較的腐敗しにくい、新芽が出はじめるにつれて順次腐敗率が多くなり、4月上旬以後になるとさしつけ後1カ月目に早くも80%以上腐敗して活着はほとんど期待できない。

このようにハンノキ属は親木の新芽が活動しはじめる時期が2月下旬～3月中旬でかなり早いから、それ以前にさし穂を採取し、さしつけ適期まで貯蔵しておくことは、さし木を失敗させないための重要な1つの条件である。

2) ハンノキ属の種類による活着の難易

奈可山⁶³⁾ (1936) の試験結果では、ヤシヤブシの得苗率36%のときヒメヤシヤブシは19%で、ヒメヤシヤブシは得苗率がきわめて悪く、また倉田⁴⁸⁾ (1950) はそれまでの試験結果を参考にして活着率の高い順をオオバヤシヤブシ>ヒメヤシヤブシ>ハンノキ>ヤマハンノキとされている。これらのことと後述の各試験結果とをあわせて考えると、それらの活着はハンノキが最もやさしく、つぎがヤマハンノキで、オオバヤシヤブシはヤマハンノキに近く、ヒメヤシヤブシは最もむずかしいようである。

3) 親木の年齢による活着の難易

親木の年齢による発根の難易を知るためにつぎの試験を行なつた。

1952年2月12日にハンノキ、オオバヤシヤブシの10年生および3年生樹から各1年生枝をとり、屋外の地下30cmの砂土中に埋蔵しておき、4月7日にとりだして長さ15cmに穂作りし、その下部切口を水道水に36時間つけてからさしつけた。さし床は有機質の少ない排水のよい山土で、深さ8cmにさしつ

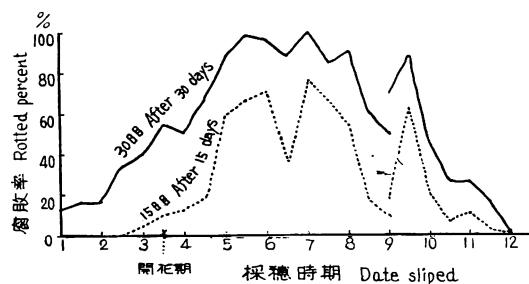


Fig. 10 オオバヤシヤブシのさし穂採取時期と腐敗との関係

Relation between date slipped of cuttings of *Alnus sieboldiana* and rotted percentage of cuttings.

Table 92. 材 料 の 条 件

Conditions of cuttings used

樹 種 Species	親 木 年 齢 Ages of parent trees	親 木 本 数 Number of parent trees	さし穂の直径 Diameter of cuttings (mm)	さしつけ本数 Number of cuttings
ハ ン ノ キ <i>Alnus japonica</i>	3	3	4~6	29
	10	2	6~8	28
オオバヤシヤブシ <i>Alnus sieboldiana</i>	3	6	4~6	64
	10	2	6~8	25

Table 93. 親木の年齢による活着成績

Rooting results of *Alnus* spp. cuttings of various ages of parent trees.

樹種 Species	親木年齢 Ages of parent trees	発根率 Rooted cuttings (%)	平均苗高 Length of tops per rooted cuttings (cm)
ハンノキ <i>Alnus japonica</i>	3	65.5	17.5
	10	0	—
オオバヤシヤブシ <i>Alnus sieboldiana</i>	3	0	—
	10	0	—

け、かん水は行なわずに、よしずの日おいを9月上旬まで用いた。供試したさし穂の太さ、1区あたりの本数は Table 92 に示す。

さしつけたものを11月20日に掘りとりて調査した結果は Table 93 に示すとおりで、オオバヤシヤブシは親木が3年生のものでも1本も発根しなかつたが、ハンノキは65.5%発根しており、親木が若ければかなり発根することがわかる。このようなことからハンノキ属のさし木でも実用性のある活着率を得るには1～3年生の若木からのさし穂を用いることが必要であろう。

2. 発根能力増進の方法

1) 温湯およびホルモン処理の併用効果

ハンノキ属ではさし穂の貯蔵、さしつけ土壌などを考慮してさし木しても、実用性のある活着率は得られにくいので、適当な発根促進処理方法を考究する必要がある。このような考えから最初ホルモン処理を試みたが⁹⁶⁾、発根増進の効果はほとんど認められず、ときにはかえつてさし穂の腐敗を多くするような害作用が見られた。また、このとき年齢の古い親木からのさし穂は水につけておいても切口面が著しく褐色に変色するが、発根しやすい1～2年生の実生苗からのさし穂はあまり変色しないことが見られ、この変色の度合は活着に関係があるように思われた。このようなことからホルモン処理の効果を増大させるための前処理として温湯処理の併用を試みた。

用いた樹種はハンノキ、ヤマハンノキ、オオバヤシヤブシ、ヒメヤシヤブシの4種で、親木には4年生と5年生のものを用いた。4年生の親木のものはいずれも同一箇所に集植し、地際で台切りして出させた萌芽枝であり、5年生の親木のものは普通の枝である。これらさし穂材料の条件は Table 94 に示す。さし穂はいずれも1年生枝で、1952年2月28日に親木からきりとつて穴蔵の砂土中に埋藏しておき、4月3日にとりだして長さ15cmに穂作りした。温湯処理は30～35°Cの湯に下部5cm部分を10時間つけた。ホルモン処理は温湯処理してからアルファ・ナフタリン酢酸ソーダ0.01%液に12時間つけた。この対照区としては温湯およびホルモン処理の単用区もつくるべきであつたが、最初の試験⁹⁶⁾で併用処理以外は発根促進の効果がなかつたことから、水にそれと同時間つけておいた区のみを対照区とした。これら処理したさし穂は開こん2年目の赤土土壌の苗畑にさしつけ、さしつけ後は敷わらをほどこしたほかは無管理に近かつた。

さしつけ後約6ヵ月目の10月10日に掘りとりて調査した結果は Table 95 に示すとおりで、4年生親木のもので温湯とホルモンの併用処理を行なつたさし穂は、ハンノキは100%、ヤマハンノキは72%も発根

Table 94. 材 料 の 条 件

Conditions of cuttings used.

親木年齢 Ages of parent trees	樹 種 Species	親木本数 Number of parent trees	さし穂の直径 Diameter of cuttings (mm)	さし穂の長さ Length of cuttings (cm)	1区さしつけ本数 Number of cuttings
4 (萌芽枝) (Adventitious shoots)	ハ ン ノ キ <i>Alnus japonica</i>	10	6~8	15	50
	ヤマハンノキ <i>Alnus tin. var. obtusiloba</i>	10	6~8	15	50
	オオバヤシヤブシ <i>Alnus sieboldiana</i>	10	6~8	15	40
5 (普通枝) (Ordinary shoots)	ヤマハンノキ <i>Alnus tin. var. obtusiloba</i>	3	6~8	12	40
	オオバヤシヤブシ <i>Alnus sieboldiana</i>	3	6~8	12	40

Table 95. ハンノキ属のさし木における温湯・ホルモン併用処理の効果

Rooting results of cuttings of *Alnus* spp. treated with hot water and hormone.

親木年齢 Ages of parent trees	樹 種 Species	さし穂の処理 Treatment of cuttings	発 根 率 Rooted cuttings (%)	平均根数 Number of roots per rooted cuttings
4 (萌芽枝) (Adventitious shoots)	ハ ン ノ キ <i>Alnus japonica</i>	水 Water	56	9.2
		温湯・ホルモン Hot water. NAA	100	9.8
	ヤマハンノキ <i>Alnus tin. var. obtusiloba</i>	水 Water	32	3.7
		温湯・ホルモン Hot water. NAA	72	8.3
	オオバヤシヤブシ <i>Alnus sieboldiana</i>	水 Water	14	6.3
		温湯・ホルモン Hot water. NAA	18	11.3
5 (普通枝) (Ordinary shoots)	ヤマハンノキ <i>Alnus tin. var. obtusiloba</i>	水 Water	0	—
		温湯・ホルモン Hot water. NAA	14	6.2
	オオバヤシヤブシ <i>Alnus sieboldiana</i>	水 Water	7	4.2
		温湯・ホルモン Hot water. NAA	26	5.3

し、無処理区のはほぼ倍近い発根率が得られ、また根数も増加され、頑丈な苗木として得られた (Phot. 27)。また、5年生の親木のもので温湯とホルモン併用処理の効果がヤマハンノキ、オオバヤシヤブシともはつきり認められる。

2) 萌芽枝育成の効果

前項の試験で4年生の親木からのさし穂は発根促進処理しなくても、ハンノキは56%、ヤマハンノキは

32%の発根率が得られたが、これらのさし穂は台切りして出させた萌芽枝であるために比較的発根がよかつたものと考えられる。このことは、それと同じ試験に用いた5年生の親木からのさし穂がほとんど発根していないことから十分うかがわれるが、さらにその試験のときにハンノキの同一個体で調べたものをのべるとつぎのようである。13年生樹1個体を親木とし、その太枝の半数を剪定して萌芽枝を出させ、これを前項の試験と同じ取扱いをしてさし木し、普通枝のさし穂と発根力を比較した。ただ、本数が十分にとれなかつたため供試本数は1区あたり10本となつた。その発根成績は Table 96 に示すとおりで、普通枝のさし穂は全部枯れてしまい1本も発根しなかつたのに対し、萌芽枝のさし穂は無処理でも10本中4本、処理すればさらに10本中6本発根し、萌芽枝のさし穂の方が発根力の高いことを示している。

Table 96. ハンノキの萌芽枝育成の効果

Effects of kind of shoots on rooting of *Alnus japonica* cuttings.

さし穂の種類 Kind of cuttings	さし穂の処理 Treatment	発根率 Rooted cuttings (%)	平均根数 Number of roots per rooted cuttings
普通枝 Ordinary shoots	水 Water	0	—
	温湯・ホルモン Hot water, NAA	0	—
萌芽枝 Adventitious shoots	水 Water	40	6.0
	温湯・ホルモン Hot water, NAA	60	10.8

3. さし木の実用性

ハンノキ属のさし木を行なう場合には、3年生ぐらいまでの若い親木を選び、春先き芽が活動しはじめる直前にまずさし穂をとつて貯蔵しておく。そして、さし木の適期になつたらあらかじめ温湯とホルモン剤にそれぞれ所定時間さし穂の下部切口を浸漬するという発根促進処理が必要である。なお、この場合もあらかじめ親木を台切りして発根力の高い萌芽枝を育ててかかることが望ましい。このような方法でさし木するならば、少なくともハンノキのさし木養苗はさほどむずかしいものではなく、かなりその実用性が認められる。ことにそのようにして育てたハンノキとヤマハンノキのさし木苗は、根系が実生苗よりはむしろ優れているぐらい切口部分だけでなく、地際付近からもよく発根した頑丈な苗木が得られた (Phot. 27)。

V-6 クリその他発根困難樹種のさし木

1. 硝酸銀処理の効果⁷⁹⁾

クリはさし木困難な代表的樹種とされているが、若木の枝をさし穂に用い、さらに硝酸銀とホルモン剤で処理を行ない、発根の可能性を調べてみた。

A. 材料と方法

1954年3月31日に品種「岸根」の満1年生実生苗の径 6~10 mm の主枝を長さ 10 cm に穂作りし、1区25本として、さし穂の基部 5 cm を硝酸銀 0.01%, 0.05%, 0.1% の各蒸留水溶液にそれぞれ24時間つけてから、さらにアルファ・ナフタリン酢酸ソーダの 0.01% 液に12時間つけて、苗畑に設定した赤土

(Table 53) のさし床にさしつけた。さしつけ後は十分水をやり、よしずで日おいをしたが、そのほかは無管理に等しかつた。なお、対照区の穂木は蒸留水に同じ時間つけておいた。さしつけ後約5ヵ月目の9月6日に調査を行なった。

B. 結果と考察

発根成績は Table 97 に示すとおりで、対照区の発根率0%に対し、硝酸銀0.1%液につけてからホルモン処理した区は発根率36%を示し最も発根がよかつた (Phot. 28)。ついでよかつたのは硝酸銀0.05%液につけてからホルモン処理した区で発根率20%が得られた。他の硝酸銀0.01%液とホルモン剤の併用処理区はあまり効果がなく、また硝酸銀およびホルモン剤の単用処理だけではほとんど役だたなかつた。なお、硝酸銀処理はさし穂の生存率を保持する効果が大きく認められた。このように硝酸銀処理とホルモン処理の併用効果が著しかつたことは、Table 87 でのべたヤマモモの場合と一致し、両樹種のさし木の困難性が似ていることを示しているように思われる。

Table. 97 クリさし木の発根成績
Rooting results of *Castanea crenata* cuttings.

さし穂の処理 Treatment of cuttings		生存率 Survived cuttings (%)	発根率 Rooted cuttings (%)	平均根数 Number of roots per rooted cuttings	平均根長 Length of roots per rooted cuttings (cm)
硝酸銀 Silver nitrate	アルファ・ナフタリン酢酸ソーダ Sodium-alpha-naphthalene acetate				
0%	0%	8	0	—	—
	0.01%	8	4	2.00	1.50
0.01%	0%	32	4	2.00	8.50
	0.01%	28	8	2.50	10.00
0.05%	0%	56	8	1.50	7.33
	0.01%	68	20	2.20	7.36
0.1 %	0%	80	4	1.00	7.00
	0.01%	64	36	2.77	10.00

いずれにしても、これらの結果からみれば、従来きわめて困難視されていたクリのさし木でも若木の枝をさし穂に用い、あらかじめ硝酸銀液とホルモン剤で適濃度の処理を行なえば、ある程度発根する見込みがついた。

2. 萌芽枝育成の効果⁵⁹⁾

さし木が困難視されているヤマナラシのほか、低木性のヤマハギ、アキグミについて、萌芽枝育成の効果をホルモン処理と併用して調べてみた。

A. 材料と方法

1950年3月に、ヤマナラシは推定13~15年生の親木2個体の3年生枝部分を、またヤマハギは4~5年

生と推測せられる古株 5 個体の枝を地際から、アキグミは樹高 1.5 m・根元直径 5 cm の親木 1 個体の 3 年生枝部分を切り落とした。この場合、対照として普通の枝を得るため半数の枝は相対的に残しておいた。その後剪定した部分よりでた萌芽枝を 1951 年 3 月 1 日にとり、穴蔵の砂土中に貯蔵した。これを 4 月 21 日にとりだし、普通枝、萌芽枝ともヤマナラシとヤマハギは直径 6~8 mm、アキグミは直径 4~6 mm のものをそれぞれ長さ 15 cm に穂作りし、アルファ・ナフタリン酢酸ソーダ 0.01% 液と、その対照として同じ水道水に 24 時間基部 5 cm をつけてから、苗畑に設定した赤土のさし床にさしつけた。さしつけ本数は 1 区あたりヤマナラシとヤマハギは各 40 本、アキグミは 50 本とした。さしつけてからは直ちにかん水を行ない、その後は無管理に等しかつた。さしつけ後 2 カ月目に調査を行なった。

B. 結果と考察

発根成績は Table 98 に示すとおりで、ヤマナラシでは普通枝のさし穂はホルモン処理の有無にかかわらず 1 本も発根したものが無いのに、萌芽枝のさし穂は無処理で 17.5%、ホルモン処理したものは 25.0% の発根率が得られ、萌芽枝のさし穂は明らかに発根がよかつた。他のヤマハギ、アキグミも萌芽枝のさし穂は発根率が高いだけでなく、根数、根長も優り、萌芽枝のさし穂の発根力の高いことが認められた。

Table 98. 萌 芽 枝 育 成 の 効 果

Effects of kind of shoots on rooting of cuttings.

樹 種 Species	さし穂の種類 Kind of cuttings	さし穂の処理 Treatment of cuttings	発 根 率 Rooted cuttings (%)	平均根数 Number of roots per rooted cuttings	平均根長 Length of roots per rooted cuttings (cm)
ヤマナラシ <i>Populus sieboldii</i>	普 通 枝 Ordinary shoots	水 Water ホルモン NAA	0 0	— —	— —
	萌 芽 枝 Adventitious shoots	水 Water ホルモン NAA	17.5 25.0	1.1 13.7	17.4 48.1
	普 通 枝 Ordinary shoots	水 Water ホルモン NAA	15.0 27.5	2.4 4.4	3.0 9.5
	萌 芽 枝 Adventitious shoots	水 Water ホルモン NAA	20.0 60.0	5.3 12.3	15.0 25.1
ヤマハギ <i>Lespedeza bicolor</i> var. <i>japonica</i>	普 通 枝 Ordinary shoots	水 Water ホルモン NAA	35.0 31.0	4.5 3.0	12.0 8.8
	萌 芽 枝 Adventitious shoots	水 Water ホルモン NAA	42.0 76.0	6.3 6.2	19.9 22.9
	普 通 枝 Ordinary shoots	水 Water ホルモン NAA	35.0 31.0	4.5 3.0	12.0 8.8
	萌 芽 枝 Adventitious shoots	水 Water ホルモン NAA	42.0 76.0	6.3 6.2	19.9 22.9
アキグミ <i>Elaeagnus crispa</i>	普 通 枝 Ordinary shoots	水 Water ホルモン NAA	35.0 31.0	4.5 3.0	12.0 8.8
	萌 芽 枝 Adventitious shoots	水 Water ホルモン NAA	42.0 76.0	6.3 6.2	19.9 22.9
	普 通 枝 Ordinary shoots	水 Water ホルモン NAA	35.0 31.0	4.5 3.0	12.0 8.8
	萌 芽 枝 Adventitious shoots	水 Water ホルモン NAA	42.0 76.0	6.3 6.2	19.9 22.9

また、とくにそのさし穂をホルモン処理した場合、普通枝のさし穂ではあまり効果があらわれただけでなく、むしろアキグミでは逆効果を示しているのに、萌芽枝のさし穂では著しい効果があらわれている。このことはさきにのべたアカマツの場合（Table 77）とほぼ一致し、萌芽枝のさし穂はホルモン処理の効果があらわれやすい体内条件をそなえていることを物語っている。

以上のことから、萌芽枝のさし穂は一般に発根力が高いものとして、他の発根困難樹種についても試みしてみる価値があると考えられる。

V-7 あとがき

従来、わが国にかぎらず海外においても発根困難樹種のさし木については一般に発根促進物質の補給のみがとりあげられて、いろいろの薬品処理が試みられたり、新しい薬剤が創製されたりしてきたが、穂木自体に含まれる発根阻害物質の阻害作用や、その物質の生成防止またはその除去手段などについてはほとんど関心がもたれなかつた。本研究はこれらの問題をとりあげて、その阻害物質の存在を確認するとともに、阻害物質の生成防止と除去手段を明らかにして、その方法と発根促進物質の補給とをあわせ行なうことによつて、いままでさし木がきわめて困難とみなされていたアカマツ、ヤマモモ、ハンノキ属などのさし木に対しても期待をもち得る段階に達することができたのである。

このうち、特筆されてよいのは発根阻害物質をほとんど含まない萌芽枝を育ててさし穂に用いることで、このさし穂の発根がよいことは、スギの老齢木、アカマツ、ヤマモモ、ハンノキ属、ヤマナラシ、ヤマハギ、アキグミなど本研究を通じて確かめられた。そして、さらにこれが優れている点は萌芽枝では概してホルモン処理の効果が大きくあらわれることで、アカマツ、ハンノキ属、ヤマハギ、アキグミなどの場合は顕著である。つぎにさし穂中の発根阻害物質を除くことによつてホルモン効果の増大をきたすことも興味ある現象といえよう。たとえば、スギの老齢木、ハンノキ属、ヤマモモ、クリなどでしばしば実証されている。

本編においては、これらの発根能力増進法を取り入れてそれぞれの樹種のさし木の実用性を明らかにすることに努めてきたが、スギ老齢木を除き他樹種についてはさらに検討を加えるつもりである。

VI 本研究成果の造林学的発展

VI-1 まえがき

本研究では、スギ、アカマツ、ヤマモモ、クリなどのさし穂中に発根阻害物質の存在を確認し、さらにその阻害物質をほとんど含まないか、あるいはごく少ないような穂木を使うことによつてさし木成績を飛躍させる場合が少なくないことを明らかにした。つぎに、このような阻害物質を水に浸出して、その水浸出液を使うと、シダレヤナギのような容易に根をだすそのさし穂でさえ発根が阻害されるばかりでなく、でた根の成長までも著しく抑えられることを知つた。また、材部を鋸屑化して、それにさし木をすると、多くの樹種において芽の伸長も強く抑制される例が多い事実も認めることができた。このような結果からみると、阻害物質なるものはいろいろの形で植物の成長を抑制しているものと考えられるし、なお、この物質は萌芽枝や若木の枝には少なく、年とつた木に多く含まれるような傾向があり、その浸出液のために成長ホルモン剤の働きも弱められることがわかつた。これらの新しい事実はさし木の研究ならびに実施しきわめて意義あるものと信ずるが、なお、この阻害物質の存在部位が樹体の一部特定のところにかぎられず、枝、根皮、葉などいろいろのところにみられるので、このように広く存在するものの影響がさし

木にだけあらわれるということはありません。阻害する程度は一様でないにしても、育苗、育林の上で、あるときは苗畑の忌地現象に関連をもち、あるときは天然下種更新に際して種子の発芽を阻害し、子苗の成長を抑制するなどのこともあり得よう。かくして本研究でとりあげた「発根阻害物質」は連鎖的に造林学へ幾多の新課題を投げかけるものと考えられる。

このような意味から、本研究においてはさらにアカマツ、スギ、ヒノキの葉中の成長阻害物質と英国トゲナシエアカシアのさし木苗畑における忌地土壌の処理問題を取りあげて検討を試みた。

VI-2 主要針葉樹の葉中の成長阻害物質

Table 36 の実験においてスギの葉の浸出液に著しい発根阻害作用のあることを明らかにし、別にスギさし穂の乾燥粉末を加えた黒色火山灰土壌でボカスギのさし木の発根が阻害されたことを報告⁸³⁾したが、このような阻害物質はまた他面種子の発芽を阻害して天然林の成立を困難にするのではないかと考え、まずアカマツ、スギ、ヒノキについて、その葉の浸出液や葉の粉末がそれぞれの種子の発芽や子苗の成長を阻害するかどうかについて吟味⁷⁵⁾した。

1. 実験材料

関西支場構内の林地に植えられた約 20 年生のアカマツ・スギ・ヒノキ各 1 個体から葉を 1953 年 6 月 29 日に採集し、日かげで風乾したものを試験の目的に応じて、一部は浸出液をつくり、一部は粉末にして用いた。供試種子は 1952 年秋採集貯蔵したアカマツ（倉吉営林署内産）、スギ（日原営林署内産）、ヒノキ（山崎営林署内産）で、このうちスギとヒノキは石けん水 0.7% 液で精選してから用いたが、発芽率は低いものであった。もつとも葉浸出液の砂耕試験に供するヒノキの種子だけは別に発芽率の高いものを用いた。これらの種子はいずれもあらかじめメルクロン 0.1% 液に 1 時間つけて殺菌したのち蒸留水でよく洗ってから用いた。

2. 葉浸出液による発芽試験

1) 方法

1953 年 7 月 16 日に、アカマツ、スギ、ヒノキの各葉 20 g を細切りして蒸留水 250 cc で 2 昼夜浸出し、ろ紙でこしたその液と蒸留水（対照区）を、それぞれシャーレの外皿 3 個あて計 12 個に入れ、その内側に液が自然に吸い上げられるように内皿を浮かせてろ紙を敷き（Fig. 11）、各液ごとにアカマツ、スギ、ヒ



Fig. 11 発芽床
Seed beds for the experiments
shown in Table 101.

ノキの種子を 100 粒あて並べ、約 28°C の定温器内におき、5 日目ごとに暗所においた液を補給した。なお、各浸出液は薬品・熱などで処理すると変質するおそれがあるので殺菌せずに用い、発芽床に糸状菌が繁殖して実験が乱される直前の 15 日目に実験をしめきつて発芽率を調査した。また、浸出液の pH は比色測定法によつて測定し、浸透圧は供試液について

は直接測定しなかつたが、浸出液採集直後、松本正美技官（元造林研究室員）がスギとヒノキの葉の浸出残滓と新しく林地から採集したアカマツの落葉を用い、本試験と同じ方法で浸出液をとり、その液とともにそれを 1 時間煮沸して濃度を高くした液について測定した（Table 100）。

2) 結果

試験に用いた浸出液の pH は Table 99 のとおりで、採集直後は各液とも 4.6~4.8 でかなり低いが、5 日目には 6.0~6.4 と高くなり、蒸留水の pH 6.6 に近くなっている。この pH が高くなる現象は液

Table 99. 葉浸出液の pH
pH value of extract from leaves of trees.

浸 出 液 Water extract of :	採集直後 Directly after	採集後 5 日目 After 5 days
蒸 溜 水 Water	6.6	6.6
ア カ マ ツ 液 <i>Pinus densiflora</i>	4.8	6.4
ス ギ 液 <i>Cryptomeria japonica</i>	4.6	6.0
ヒ ノ キ 液 <i>Chamaecyparis obtusa</i>	4.8	6.2

Table 100. 葉浸出液の浸透圧 (気圧)
Osmotic pressure of extract from leaves
of trees.

浸 出 材 料 Water extract of :	原 液 Ordinary extract	煮沸して濃縮した液 Treated with boiling
ア カ マ ツ 葉 <i>Pinus densiflora</i>	0.60	0.72
スギ葉浸出残りかす <i>Cryptomeria japonica</i>	0.48	0.84
ヒノキ浸出残りかす <i>Chamaecyparis obtusa</i>	0.42	0.84

を暗所においても一兩日中に起こることを確かめた。

浸出液の浸透圧は Table 100 のとおりアカマツは0.60, スギとヒノキは浸出残滓であつたためかそれぞれ0.48, 0.42でアカマツよりも低い, これらの液を濃縮したものでもアカマツは0.72, スギとヒノキは各0.84であることから, 試験に用いた各浸出液の浸透圧は高くても0.80気圧ぐらいではなかつたかと思われる。

発芽率の調査結果は Table 101 のとおりで, ヒノキの種子では発芽力の無い種子が多かつたため, 比較検討できるほどはつきりした成績が得られなかつたが, アカマツとスギの種子では各浸出液は対照区よ

Table 101. 葉浸出液の発芽阻害作用 (シャーレ試験)
Germination inhibiting activity of extract from leaves of trees (test in petri dish).

種 子 Seeds of :	浸 出 液 Water extract of :	発 芽 数 Number of germinated seeds	比 Ratio
ア カ マ ツ <i>Pinus densiflora</i>	蒸 溜 水 Water	61	100
	ア カ マ ツ 液 <i>P. densiflora</i>	13	21.3
	ス ギ 液 <i>Cr. japonica</i>	8	13.1
	ヒ ノ キ 液 <i>Ch. obtusa</i>	3	4.9
ス ギ <i>Cryptomeria japonica</i>	蒸 溜 水 Water	20	100
	ア カ マ ツ 液 <i>P. densiflora</i>	0	0
	ス ギ 液 <i>Cr. japonica</i>	0	0
	ヒ ノ キ 液 <i>Ch. obtusa</i>	2	10.0
ヒ ノ キ <i>Chamaecyparis obtusa</i>	蒸 溜 水 Water	7	100
	ア カ マ ツ 液 <i>P. densiflora</i>	2	28.5
	ス ギ 液 <i>Cr. japonica</i>	2	28.5
	ヒ ノ キ 液 <i>Ch. obtusa</i>	6	85.7

り発芽が悪く、また、浸出液区の間ではスギ液区とヒノキ液区がアカマツ液区より悪い傾向を示した。なお、このときのアカマツの未発芽種子の中には各液区とも腐敗したものはほとんどなかったが、スギとヒノキは対照区でもすべて腐敗していた。このことから少なくともアカマツの種子では浸出液中に存在すると考えられる腐敗菌が直接発芽に影響を与えていないことがうかがわれる。

3. 葉浸出液加用による砂耕試験

1) 方 法

1953年7月20日に有機質をほとんど含まない細砂を直径 23 cm・深さ 15 cm の素焼鉢12個に入れ、1鉢あたりアカマツは500粒、スギとヒノキは各700粒をそれぞれ4鉢にまきつけ、各種子区ごとにアカマツ、スギ、ヒノキそれぞれの葉浸出液と水道水（対照区）を、まきつけ当日と以後3日目ごとに500ccあてかん注した。その浸出液は葉300gを細切りし、水道水3lで2昼夜浸出したもので、使用後は常に水道水を3lまで満たし、つぎのかん注液にあて、試験が終わるまでこれを繰り返した。実験は室内で行ない、15日目と1カ月目に子苗の発生本数を調査した。

2) 結 果

種子の発芽開始は、対照区ではアカマツが5日目、ヒノキが8日目、スギが10日目ごろであつたが、各浸出液区ではいずれの種子も対照区より1～2日遅かつた。

子苗の本数を調査した結果は Table 102 のとおりで、アカマツ、スギ、ヒノキの各子苗とも各浸出液

Table 102. 葉浸出液の発芽阻害作用（素焼鉢試験）

Germination inhibiting activity of extract from leaves of trees (test with sand in pot).

種 子 Seeds of :	浸 出 液 Water extract of :	15 日 目 After 15 days		30 日 目 After 30 days	
		子苗発生数 Number of germinated seeds	比 Ratio	子苗発生数 Number of germinated seeds	比 Ratio
ア カ マ ツ <i>Pinus densiflora</i>	水 道 水 Water	125	100	283	100
	ア カ マ ツ 液 <i>P. densiflora</i>	80	64.0	209	73.8
	ス ギ 液 <i>Cr. japonica</i>	13	10.0	111	39.2
	ヒ ノ キ 液 <i>Ch. obtusa</i>	16	12.8	28	9.8
ス ギ <i>Cryptomeria japonica</i>	水 道 水 Water	1	—	36	100
	ア カ マ ツ 液 <i>P. densiflora</i>	0	—	8	22.2
	ス ギ 液 <i>Cr. japonica</i>	1	—	14	38.8
	ヒ ノ キ 液 <i>Ch. obtusa</i>	1	—	10	27.7
ヒ ノ キ <i>Chamaecyparis obtusa</i>	水 道 水 Water	90	100	294	100
	ア カ マ ツ 液 <i>P. densiflora</i>	55	61.0	243	82.6
	ス ギ 液 <i>Cr. japonica</i>	4	4.4	200	68.0
	ヒ ノ キ 液 <i>Ch. obtusa</i>	26	28.8	226	76.8

区は対照区より少なく、また浸出液区の間ではアカマツの子苗についてのみ、アカマツ液区よりスギ液区とヒノキ液区がはるかに少なく、ヒノキ液区はさらにスギ液区よりも少なかったが、スギとヒノキの子苗ではアカマツの子苗ほど著しい差は認められなかった。

4. 葉粉末加用による床地試験

1) 方 法

本試験は天然更新の成否を支配する諸因子のうち基礎的なものと考えられる子苗の発生・消失・成長などが、葉中の阻害物質によつてどのように影響されるかを実験的に調査したものである。1953年8月1日に1区・50 cm×50 cm×15 cm で底に径 2 cm の3個の排水穴をあけた4区画の木箱をつくり、支場苗畑土壌(砂質壤土) 25 kg に手動粉碎機で粉末にしたアカマツ、スギ、ヒノキの各葉 200 g を混ぜ合わせたものと対照区として加えない土壌をそれぞれ木箱に入れ、種子は1区あたりアカマツとヒノキは各500粒、スギは1,000粒を混播し、細目のじよろで軽くかん水した。試験場所は床面の乾燥を防ぐため高さ 2 m. のところと北面を除いた周囲によしずの日よけをした。調査はまきつけ後2ヵ月間にわたつて子苗の発生消失の各本数を調べたほか、残存した子苗について平均生体重量を測定した。ただし、枯損した子苗は発芽後隔日に調査し、その本数を消失本数として加算した。

2) 結 果

A. 子苗の発生・消失・残存本数

子苗の発生・消失・残存本数は Table 103 に示すとおりで、発芽開始は各試験区ともアカマツは5日

Table 103. 葉粉末を加えた床地における子苗の発生・消失・残存本数

Germination results of seeds were sowing carried in soil loaded with dust from leaves of trees.

種 子 Seeds of :	床 地 Dust of :	発 生 本 数 Germinated		消 失 本 数 Dead		残 存 本 数 Survived	
		総 数 Number	比 Ratio	総 数 Number	比 Ratio	総 数 Number	比 Ratio
ア カ マ ツ <i>Pinus densiflora</i>	無 加 用 Control	273	100	25	100	248	100
	アカマツ粉末加用 <i>P. densiflora</i>	160	58.6	13	52.6	147	59.3
	スギ粉末加用 <i>Cr. japonica</i>	117	42.9	20	80.0	97	39.2
	ヒノキ粉末加用 <i>Ch. obtusa</i>	83	30.4	19	76.0	64	26.2
ス ギ <i>Cryptomeria japonica</i>	無 加 用 Control	36	100	0	—	36	100
	アカマツ粉末加用 <i>P. densiflora</i>	31	86.1	1	—	30	83.3
	スギ粉末加用 <i>Cr. japonica</i>	19	52.8	1	—	18	50.0
	ヒノキ粉末加用 <i>Ch. obtusa</i>	28	77.8	2	—	26	72.2
ヒ ノ キ <i>Chamaecyparis obtusa</i>	無 加 用 Control	5	100	3	100	2	100
	アカマツ粉末加用 <i>P. densiflora</i>	6	120	4	133	5	250
	スギ粉末加用 <i>Cr. japonica</i>	7	140	6	200	1	50
	ヒノキ粉末加用 <i>Ch. obtusa</i>	8	160	8	266	0	0

目、スギとヒノキは8日目であつた。子苗の消失は Damping off によつて枯損を生じたもので、虫害その他は認められなかつた。また、2カ月目に調べた残存本数はヒノキは種子の発芽が悪かつたため、比較検討できうる本数が得られなかつたが、アカマツの子苗についてみると各葉粉末区は対照区より本数が少なく、なお各粉末区の間ではアカマツ区よりスギ粉末区が少なく、ヒノキ粉末区はさらにスギ粉末区よりも少ないことが認められる。また、スギの子苗でも、その対象本数はかなり少ないが、アカマツの子苗とはほぼ同じ傾向で本数の少ないことが認められる。

B. 子苗の生体重量と T・R 比

ヒノキは種子の発芽が悪くて本数がわずかししか得られなかつたため、子苗の生体重量を測定比較することができなかつたが、アカマツとスギで測定した結果は Table 104 のとおりで、各葉粉末区は対照区より平均生体重量がかなり少なく、T・R比が大きく、とくに根の成長の悪いことが認められる。なお、葉粉末区の間では、ヒノキ粉末区の地上部の生体重量がアカマツやスギの粉末区よりわずかに少なかつただけで、そのほかは各粉末区の間に差が認められなかつた。

Table 104. 葉粉末を加えた床地における子苗の成長量

Comparative growth of seedling plant in soil loaded with dust from leaves of trees.

子 苗 Seedling of :	床 地 Dust of :	調 査 本 数 Number of investigation	平 均 生 体 重 量 Fresh weight of seedling			
			全 体 Total (mg)	地 上 部 Top (mg)	地 下 部 Root (mg)	T/R
ア カ マ ツ <i>Pinus densiflora</i>	無 加 用 Control	248	157	127	30	4.7
	アカマツ粉末加用 <i>P. densiflora</i>	147	114	97	17	5.7
	スギ粉末加用 <i>Cr. japonica</i>	97	114	96	18	5.3
	ヒノキ粉末加用 <i>Ch. obtusa</i>	64	100	83	17	4.8
ス ギ <i>Cryptomeria japonica</i>	無 加 用 Control	36	35	30	5	6.0
	アカマツ粉末加用 <i>P. densiflora</i>	30	25	21	4	5.2
	スギ粉末加用 <i>Cr. japonica</i>	18	26	23	3	7.6
	ヒノキ粉末加用 <i>Ch. obtusa</i>	26	25	22	3	7.3

5. 考 察

以上の各試験結果を総合すると、アカマツ、スギ、ヒノキ各葉の浸出液には、同一樹種の種子だけでなく、他樹種の種子の発芽も阻害する作用のあることがうかがわれる。また、各葉の粉末を加えた床地では子苗の発生本数が少ないだけでなく、子苗の成長も抑制される傾向が認められた。なお、これら樹種別葉の害作用は、アカマツよりはスギ、スギよりはヒノキが強いという傾向が示されたが、これらの重要な問題は今後の研究にまつところが多い。

VI-3 英国トゲナシニセアカシアのさし木苗畑における忌地現象防止の実験

忌地と呼ばれる連作不能の原因については毒素説・養分消耗説・微生物説などがあつて未だ学説の一致

をみないが、このうち毒素説⁴⁴⁾は有力な手がかりとして注目され、とくに最近果樹園芸の側ではこの面からの研究が行なわれて、モモ¹⁷⁾、イチジク¹⁸⁾などでは植物体中の成長阻害物質が根とともに土壤中に残つて忌地現象を起こすと考えられてきた。これについてはⅢ-2でその概要を紹介したが、林業における忌地に関しては未だ究明されたものもなく、ようやく最近になつてカラマツ2次造林の不成績地が注目されて成長阻害物質と関連した研究⁷⁹⁾が重要視されてきたにすぎない。林業用樹種で忌地性の著しいものにヒメヤシヤブシ⁴⁹⁾があるが、筆者は英国トゲナシセアカシア⁷⁰⁾の忌地現象もこれに劣らぬ顕著なものであることをつとに認めているので、この土壌処理の問題をとりあげて、その原因が土壤中に残る成長阻害物質によるものかどうかの検討を試みた。

1. 忌地現象の確認

筆者は1952年に岡山県下の養苗業者から英国トゲナシセアカシアのさし木苗に忌地現象の著しいことを聞きおよび、ついで香川、愛媛の各県下のさし木苗畑でも連作地は生育が著しく不良であることを知つた。Table 105 は香川県大川郡大川町下の育苗畑におけるその調査の一例である。

Table 105. 連作地区の英国トゲナシセアカシア根ざし苗の成長量
Effects of successive planting on growing of root-cuttings of *Robinia pseudoacacia* var. *umbraculifera*.

土 壌 の 種 類 Kind of soil	苗 高 Length (cm)	苗 高 比 Ratio of length	根 元 直 径 Basal diameter (cm)	根 部 の 観 察 Root system
水稻栽培跡地区 First planted	85.8	100	0.92	太根が長く伸びている。
連 作 地 区 Successive planted	36.3	42	0.71	太根は少なく、細根が多く、短い。

備 考 1) 1953年4月10日～16日さしつけ。

2) 同年11月30日調査。

3) *, **は水稻跡地区との間にそれぞれ危険率5%, 1%以下の有意差があることを示す。

Note 1) Author planted them on Apr.10～16 in 1953, and investigated them on Nov.3.

2) * Significant at 5% level. ** Significant at 1% level.

この調査地は従来から水稻の耕作が行なわれていた面積0.15 haの同一区画の乾田で、地力も土質もほぼ均一とみられた。調査した苗木はこのうちの約0.07 haにさし木されたもので、連作地区はそのうち約0.03 haで前年にはじめて作付けされた連作2年目の土地であるが、この両地区は隣接しており、その成長不良の忌地現象はきわめて対照的にはつきり認められた。すなわち、Table 105は相互に隣接した畦床のもの50本あてを調査した結果であるが、連作地区の苗木は水稻耕作跡地区の苗木にくらべて著しく成長の悪いことが認められた。

それで、これは連作の害による英国トゲナシセアカシアの忌地現象ではないかと考え、翌年の1954年にTable 105の調査地と同一区画の畑から、英国トゲナシセアカシアの2年連続養苗跡地区の土壌と、まだ養苗したことのない水稻耕作跡地区の土壌をとり寄せ、後述の忌地土壌の処理試験の対照(無処理)区をかねて、直径20 cm、深さ15 cmの素焼鉢で実験的に調査を行なつた。その結果はTable 106とFig. 12で示したように、連作跡地土壌の苗木は地上部の成長が劣るだけでなく、根の発育がとくに不

Table 106. 英国トゲナシエアカシア根ざし苗の忌地現象
Effects of successive planting on growing of root-cuttings of *Robinia pseudoacacia* var. *umbraculifera*.

土 壌 の 種 類 Kind of soil	2 カ月目の苗高 Length of after 2 months	年 内 の 成 長 量 Growth in this year		
		苗 高 Length (cm)	生 体 重 量 Fresh weight (cm)	同 比 Ratio of fresh weight
水 稻 栽 培 跡 地 First planted	6.55	8.65	1.57	100
英国トゲナシエ アカシア育苗跡地 Successive planted	4.53*	5.59**	0.49	31

*, **は苗高において水稻栽培跡地との間にそれぞれ危険率5%, 1%以下の有意差があることを示す。

* Significant at 5% level.

** Significant at 1% level.

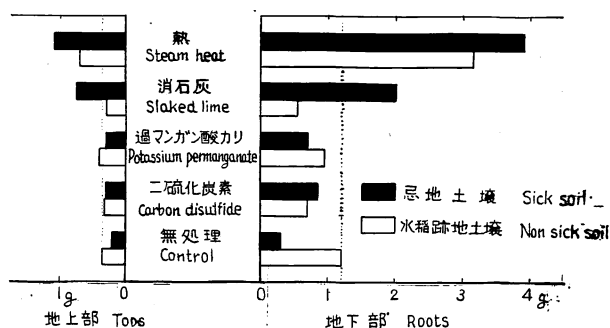


Fig. 12 処理別土壌区の苗木生体重量比較図
Comparative growth of fresh weight of seedling
grown up from root-cutting in the experiment
shown in Table 108~109.

良で、いわゆる忌地現象を起こしていることが認められた (Phot. 29~30)。

2. 忌地土壌の処理試験

忌地土壌は果樹類ではかなり調べられているように他作物の生育をも阻害する場合が少なくないことからみても、忌地土壌を積極的に改善する方法を導きだしていくことが必要である。

その意味で前述の Table 105 の調査地から、2年連作地区の土壌と、この地点から 2m 離れた水稻耕作跡地区の土壌をとり寄せ、Table 107 に

Table 107. 忌地土壌の処理の種類と方法
Methods of treatment of soil.

処 理 の 種 類 Treatment	1 鉢あたりの薬剤使用量 Amounts per 1 pots (g/3 kg)	用 い 方 Methods used
無 処 理 Control	—	—
二 硫 化 炭 素 Carbon disulfide	0.88	深さ 3cm の小穴に液を注入し、ヌレムシロをかぶせておいた。
過マンガン酸カリ Potassium permanganate	1.10	200 倍液にして散布し、土壌に混ぜ合わせた。
消 石 灰 Slaked lime	33.20	そのまま散布し、土壌に混ぜ合わせた。
熱 Steam heat	—	蒸気釜に 2 時間入れた。
客 土 Transporting soils	—	忌地土壌 2 に対して水稻栽培跡地土壌 1 を重量比で混ぜた。

Table 108. 忌地土壤を各種処理して根ざした英国トゲナシセアカシア苗の發育状態
Comparative growth of root-cuttings of *Robinia pseudoacacia* var. *umbraculifera*
planted in sick soils treated with various methods in Table 107.

処理の種類 Treatment	調査本数 Number of investigation	苗高 Length (cm)	平均生体重量 Fresh weight of seedling grown up from root-cutting					
			全体 Total (g)	同比 Ratio	地上部 Top (g)	全比 Ratio	地下部 Root (g)	同比 Ratio
無処理 Control	16	5.59	0.49	1.0	0.23	1.0	0.26	1.0
二硫化炭素 Carbon disulfide	19	7.44**	1.14	2.3	0.30	1.3	0.84	3.2
過マンガン酸カリ Potassium permanganate	16	7.21**	1.04	2.1	0.31	1.3	0.73	2.8
消石灰 Slaked lime	14	13.00**	2.75	5.6	0.75	3.3	2.00	7.6
熱 Steam heat	17	14.91	5.02	10.2	1.11	4.8	3.91	15.0
客土 Transporting soils	15	7.76	1.80	3.6	0.40	1.7	1.40	5.4

** は苗高において無処理との間に危険率 1% 以下の有意差があることを示す。

** Significant at 1% level.

Table 109. 水稻栽培跡地土壤を各種処理して根ざした英国トゲナシセアカシア苗の發育状態
Comparative growth of root-cuttings of *Robinia pseudoacacia* var. *umbraculifera*
planted in non sick soils (in cultivated area of rice plant) treated with various
methods in Table 107.

処理の種類 Treatment	調査本数 Number of investigation	苗高 Length (cm)	平均生体重量 Fresh weight of seedling grown up from root-cutting					
			全体 Total (g)	同比 Ratio	地上部 Top (g)	同比 Ratio	地下部 Root (g)	同比 Ratio
無処理 Control	20	8.65	1.57	1.0	0.38	1.0	1.19	1.0
二硫化炭素 Carbon disulfide	18	7.47	1.02	0.7	0.31	0.8	0.71	0.6
過マンガン酸カリ Potassium permanganate	13	7.84	1.36	0.8	0.40	1.1	0.96	0.8
消石灰 Slaked lime	10	7.00**	0.85	0.5	0.32	0.8	0.53	0.4
熱 Steam heat	15	12.46**	3.86	2.5	0.70	1.8	3.16	2.7

** は苗高において無処理との間に危険率 1% 以下の有意差があることを示す。

** Significant at 1% level.

示す方法にしたがつて土壤処理を行ない、その効果を試験した。この場合、土壤は各 3 kg をそれぞれ直径 20 cm・深さ 15 cm の素焼鉢に入れて処理し、その後 10 日目の 6 月 7 日に英国トゲナシセアカシア 1 年生苗からとつた直径 3~4 mm・長さ 6 cm の根を 1 鉢 10 本あてそれぞれ 2 鉢にさしつけた。さしつ

け後は水を鉢穴からもれでる程度に与え、その後も土壌面が白く乾燥したたびにかん水した。調査はその年の1954年11月30日に活着した苗木数について行なつた。

結果は Table 108 と Table 109 に示すとおりで、苗木の生体重量で処理区と無処理区のを比較すると、無処理区の 0.49 g に対して熱区は10.2倍で最もよく、ついで石灰区が5.6倍、二硫化炭素区と過マンガン酸カリ区はそれぞれ2.3倍、2.1倍で、いずれの処理も有効であることが認められた (Phot. 30)。

しかし、これらの処理は忌地土壌の改善とは別に理化学的な処理が苗木の生育をうながす効果もあらうから、忌地現象のない土壌についても調べてみる必要がある。Table 109 は水稻耕作跡地土壌を同様に処理した場合の結果で、熱区は苗木の生育がよいが、その程度は2.5倍で、忌地土壌の場合の10.2倍よりはるかに効果が小さい。また、他の石灰、二硫化炭素、過マンガン酸カリ区は、かえつて苗木の生育が阻害され、効果が全く認められなかつた。したがつて、Table 108 の熱、石灰、二硫化炭素、過マンガン酸カリなどの処理の効果は、忌地土壌を改善した効果であると認めることができる。

つぎに Fig. 12 で各処理の効果の程度を判定すると、熱処理と石灰処理は水稻跡地土壌の対照よりはるかに苗木の生体重量が多くなつていようように、忌地土壌を改善するだけでなく、苗木の成長をもよくする大きい効果があるといえる。また、二硫化炭素と過マンガン酸カリの両処理は忌地現象を完全に防ぐだけの大きい効果はないようである。なお、客土は根の發育状態をみると水稻跡地土壌の対照とほとんど差がないほどに役だつてゐる。

ただし、これら処理の効果は鉢試験のもので苗畑で行なつた場合には多少の違いはあらうが、このうち石灰処理による方法は実用上期待がもてる。ただ、石灰の使用量が 0.1 ha あたり 750 kg は慣行施用量より著しく多いので、有機質が消耗したり、微量養分の欠乏をきたして地力低下のおそれもあるが、その対策として堆肥のような有機物を石灰の使用量に応じて補給していく方法も考えられよう。

以上英国トゲナシエセアカシア根ざし苗畑の忌地土壌の処理効果について一例をのべたが、これら効果が見られた処理法のうち、熱、二硫化炭素、石灰などによる処理は果樹などで成長阻害物質説から忌地土壌処理としても有効⁽⁴⁾⁽³⁸⁾なことが見られており、また、熱、石灰のほか過マンガン酸カリなどによる処理は Table 45~51 の実験で明らかにしたようにクリの 鋸屑あるいはスギのさし穂中の 発根阻害物質を除く効果もあることなどからみて、林木における忌地現象についてもこのような面から検討を加えてみる必要があると思われる。

VI-4 あとがき

III編の研究から発根阻害物質が含まれているとみられるアカマツ、スギ、ヒノキなどの葉中には、同一樹種の種子だけでなく、他樹種の種子の発芽も阻害し、さらにその子苗の成長をも抑制する作用のあることがうかがわれた。また、発根阻害物質が根にも多く存在していることは Table 36 でものべたとおりだが、苗畑で連作すると土壌中に年々その根が残ることになり、これが忌地の現象と結びつくように考えられる。これらのことがらは育苗、育林上、今後に残された重要な課題であらう。

VII お わ り に

本研究は、さし穂内に発根阻害物質が存在し、これが発根力に少なからず影響を及ぼすという観点に立つた新たな分野から、主としてスギの老齢木、アカマツ、ヤマモモ、クリの4樹種を対象に、さし穂自体

の発根能力増進法を考究したものであるが、その結果、一応発根阻害物質の存在ならびに阻害作用について明らかにすることができ、また、これの生成防止ならびに除去法をとり入れることによつて、一段と発根成績の向上がはかれることを確認した。

なお、これまで重要な研究課題であつた親木の年齢増加にともなう発根力の低下、また、とくにさし木困難樹種ではホルモン処理の効果があらわれにくいという原因の解明に対して新たに一つの考え方が導き出されたものと思う。

さし木の活着力ということについては、従来は発根に必要な物質の面だけに重点がおかれて研究がすすめられてきたが、今後はさらにこれら両面からの生理学的研究をすすめることによつて、さし木困難樹種その他発根困難なさし穂の発根力が格段と高まるであろうと信ずるものである。

VIII 摘 要

さし木でよい活着成績をあげるには発根力の高いさし穂と発根しやすい環境条件とを必要とするが、元来さし木が困難とされている樹種・品種あるいは親木の年齢が高くてさし穂の発根力が低い類のものについて、それらの発根力をいかにして高めるかということは、とくに林木育種の発展にともなつてきわめて重要な課題となつてきた。

本研究は、まずさし穂自体の発根力にマイナスの影響を及ぼす因子を追求して発根阻害物質の存在を確認し、この観点に立つた新たな分野から理論的に発根力の向上を企てたものである。すなわち、さし木には適せずとされていたアカマツ、ヤマモモ、クリ、および老齡のスギを対象として、発根阻害物質の存在とその影響について実験的研究をすすめ、さらに阻害物質の除去方法と生成を防止する手段にまで及び、つぎにこれを取り入れることによつてどれだけ発根成績が向上されるかについて検討して、さし木の困難性を打破することに努めた。

なお、この発根阻害物質は単にさし木の発根を阻害するだけでなく、その根や発芽の成長までも阻害することがわかつた。また、この研究に関連して吟味したアカマツ、スギ、ヒノキの葉中に含まれる成長阻害物質が各種子の発芽に及ぼす影響や、英国トゲナシセアカシアのさし木苗畑の忌地現象に対する土壤処理の問題などは予備的実験の域を出ないが、今後の研究課題として最も重要なものの一つといえよう。

本研究の成果を要約すればつぎのとおりである。

1. 発根阻害物質の存在

- 1) 発根阻害物質の検索は、さし穂材料の水浸出液が示す発根阻害作用を定性的に検定し、その阻害作用の有無・程度により検討をすすめた。その検定材料には発根容易なシダレヤナギまたはイタチハギのさし穂を用いたが、実験によつては同一樹種でも発根力の高い若木からとつたさし穂あるいは青島トゲナシセアカシアのさし穂を用いた。前者の場合は浸出液に直接さしつけ、後者の場合は浸出液を吸収させて土壤にさしつけた。
- 2) クリの樹幹を鋸屑化してさしつけ床にするとイタチハギのさし木の発根と発芽を不能にするほど著しい阻害作用があらわれる。この阻害作用は石灰水で酸性を是正し、あるいは養分を補給してもなくならないが、鋸屑を流水につけておくだけでかなり軽減されるし、煮沸すればほぼ完全になくなることが確かめられた (Table 4~9)。
- 3) スギ、アカマツ、ヤマモモ、クリのさし穂に用いられる枝部の水浸出液は、それぞれ同一樹種のさし

穂の発根を阻害するし、シダレヤナギのようなきわめて発根容易なもののさし穂に対してさえ強く発根をおさえる力がある (Table 10~14)。この阻害作用は浸出液の pH や浸透圧などによるものではないことがわかり、以上のような実験の繰り返しによつて水溶性発根阻害物質の存在が確かめられた。

- 4) これら浸出液中の発根阻害物質は、アカマツ、ヤマモモ、クリの 3 樹種ではともに 75~100°C の加熱でこわれやすい透析性の酸性のものからなり、なおスギはこのほか一部アルカリ性の物質と思われるものを含むことが認められた。これら酸性のものは有機酸やタンニンに類したものか、あるいはこれらに関連ある成分と推定される (Table 15~22)。
- 5) これら発根阻害物質は発根促進ホルモンの効果を抑えるようで、供試 13 樹種の水浸出液について調べた結果によると、いずれの浸出液もアルファ・ナフタリン酢酸の発根促進効果を減退させる作用が認められた (Table 23~26)。
- 6) アカマツ、ヤマモモでのさし穂中に認められる発根阻害物質は、穂木の生育中の光線と密接な関係によつて生成され、また、それも光の量よりは質的影響を強くうけているものと認められる。ただし、全体の光線量がある一定量より少ない場合は質的影響は見られなかつた (Table 27~34)。
- 7) スギ、アカマツ、ヤマモモ、クリのさし穂の発根阻害物質は、樹体の各部に広く含まれているが、とくに枝部よりは根皮に多く、またスギとクリなど樹種によつては葉にも多く含まれている。なお、枝の中では樹皮部に多く含まれている (Table 35~36)。
- 8) これらの発根阻害物質は一般に樹齢の高いものほど多く含まれている。ただし、スギの場合はある年齢に達したものでないとならかな差を認めることができなかつた。また、枝の年齢で 1 年生枝と 2 年生枝との間では一般に差が認められなかつたが、ヤマモモの場合、組織の若い秋枝には明らかに少なかつた (Table 37~41)。
- 9) スギ、ヤマモモ、クリについて普通枝と萌芽枝を比較した結果、萌芽枝には明らかに阻害物質の少ないことがわかつた (Table 42~43)。
- 10) 以上の結果を総合することにより、これらさし穂中には発根阻害物質が存在し、さし木の活着成績に少なからず影響を及ぼしていることが推定される。

2. 発根阻害物質の生成防止ならびに除去法

- 1) 本研究によると阻害物質は若い木ほど少ない (Table 39) ことがわかつたことから、さし木あるいはつぎ木によつて親木の年齢を若返らすことにより阻害物質を少なくすることができ、また、絶えずこの方法を繰り返しておくことによつて阻害物質の少ない穂木を確保することができるものと考えられる。
- 2) 阻害物質は萌芽枝に少ない (Table 43) ことが認められたので、萌芽枝の育成は阻害物質の生成防止上一つの効果的な方法であることが明らかになつた。
- 3) アカマツとヤマモモの幼樹にしや光フィルターとして青・緑・赤などのセロハン紙および 2 重の硫酸紙をかぶせて育てた穂木には阻害物質の少ないことが認められた (Table 27~34) ことから、このようなしや光フィルターを用いるとか、あるいはこれらと同じような光線条件を与えることによつて、阻害物質の少ないさし穂を育てることが可能と考えられる。
- 4) 光線をしや断して黄化させたクリの穂木には阻害物質が認められなかつた (Table 44) ことから、このような黄化処理によつてその生成を防ぐことも考えられる。

- 5) クリの鋸屑を用いて阻害物質除去のための処理試験では、ほぼ煮沸>温湯>流水・石灰水・アルコールの順位で、いずれの処理も効果はあつた (Table 45~47) が、穂作り後にさし穂を処理する方法はさし穂を害しやすく、また、さし穂中の発根に役だつ成分をも消失させるおそれがある。それで最初から阻害物質をほとんど含まない穂木、すなわち、萌芽枝を育成して利用するとか、黄化処理をほどこすとか、さし木を繰り返して若返らせた親木からの穂木を使つていくなどの方が優れている。

3. さし木困難樹種の発根能力増進法に関する実験

ここではさし木困難樹種としてスギの老齢木、アカマツ、ヤマモモ、ハンノキ属、クリ、ヤマナラシ、ヤマハギ、アキグミなどを選んで発根成績の向上をはかり、なお、スギの老齢木、アカマツ、ヤマモモ、ハンノキ属については発根の特性を吟味し、そのさし木の実用性についてもこれを明らかにした。

A. スギの老齢木

- 1) 一般に50年生以上の木のさし穂は発根能力が低く、品種や親木によつては発根がほとんど不可能なようなものも珍らしくない。また、このような老齢木のさし穂は発根しても根数がきわめて少なく、発根するのも遅いため根の木質化が遅れ、1年で造林に使えるほど根系のよい苗木をうることはあまり期待できない (Table 52)。
- 2) 老齢木のさし穂は発根所要日数が著しく長く、1年目より2年目になつて発根するものの方が多い (Table 54~56)。
- 3) 老齢木からとつたそのもののさし穂は発根しにくい、これから得られた若いさし木苗を親木とした第2次さし木では、発根率が高まり、根数も多くなる (Table 57)。
- 4) 樹幹あるいは太枝から剪定などによつて強ちに芽ばえさせた萌芽枝のさし穂は発根しやすく、普通枝の発根率27%の場合、萌芽枝は87%という結果も得ている (Table 58)。
- 5) 普通枝を穂木に用いる場合、親木によつては植物成長ホルモン剤処理で優れた発根成績をうることもできるが、ホルモン処理は、その処理方法やさし木方法に大きな誤りがないにもかかわらず、効果がほとんどあらわれない場合が少なくない。このような穂木では発根阻害物質の作用が強くてホルモンの働きが無効果とされている疑いがある。
- 6) このようなさし穂では、ホルモン処理の効果を増大させる前処理として、阻害物質を除く処理を行なつてみる必要がある。阻害物質を除く処理としては、さし穂の基部5~6cmを過マンガン酸カリ0.1%液、石灰5%液、硝酸銀0.05%液などに12~24時間浸すか、または30~35°Cの温湯に6~12時間浸すのが有効である。ただし、これらのうちでは過マンガン酸カリによる処理が効果が大きく、また採用しやすい (Table 61~64)。
- 7) 阻害物質を除く処理とホルモン処理との併用は、効果が相互に増大されるので、常時適用するのが望ましい。
- 8) さし穂中の窒素量が著しく減少している穂木では、尿素的葉面散布も必要であらう。ただし、これだけで決定的な発根促進効果を期待するのは無理である (Table 59)。
- 9) 精英樹クローン増殖の進め方としては、第1次さし木苗をもとに逐次くり返し若い木の枝を穂木に用いていくことが望ましい。

B. アカマツその他マツ属のさし木

- 1) マツ属のさし穂の発根力は樹種あるいは品種によるだけでなく、親木によつてかなりの変異があり、

発根力のより強いマツ品種の育種ということに一つの希望が与えられた (Table 74~76)。

- 2) アカマツの周年露地さしで、9~10月さしものは翌年の1~4月さしものより長く生きつづけたことから、秋さしにはかなりの期待がもてるものと考えられた (Fig. 7)。
- 3) さし床の日おいの日射率と発根率との関係は、スギでは50%区が最もよく、75%区がそれについてよかつたのにくらべ、アカマツでは75%区あるいは100%区がよかつたことから、アカマツのさし木ではスギの場合より明るくしなければ活着成績が低下するものと判断される (Table 71~72)。
- 4) アカマツのさし木でも萌芽枝のさし穂は発根力が高く、7年生の親木2個体から育てた場合、そのうちの1個体では普通枝のさし穂の発根率6.6%に対し、萌芽枝のさし穂は19.9%を示し、さらにこれをホルモン処理した場合、普通枝のさし穂では効果があらわれないのにくらべ、萌芽枝のさし穂では53.2%までに向上された (Table 77~79)。
- 5) 満3年生のアカマツにセロハン紙フィルターをかぶせて育てたさし穂の発根率は、対照としての透明区の20%に対し、青区85%>緑区55%>赤区35%が得られた (Table 80)。
- 6) マツ属のさし木は、今後さらに育種面からの発根能力の向上をはかるほか、親木の若返り処理とさし穂の発根促進処理との併用効果を中心に追究していけば、かなりさし木成績が高められるのではないかと考えられる。

C. ヤマモモのさし木

- 1) さし木の適期は、親木の新芽が出はじめる直前の4月下旬~5月上旬ごろと、新梢の成長が一時止まる7月中旬~8月上旬ごろの2回である。後者の夏さしにおいては、前年生の古枝よりも、新梢の方がさし穂として発根成績がよい (Phot. 25)。
- 2) さし木がむずかしいとされてきたヤマモモでも、2年生の実生苗からとつたさし穂では発根率85%が得られた。しかし、親木年齢7年生のものでは発根率20%、さらに25年生と100年生のものは発根力の低下がひどく全く発根しなかつた (Table 81)。
- 3) ヤマモモのさし木の発根率を高める処理法として、硝酸銀液による処理はきわめて有効である。ただし、あとからアルファ・ナフタリン酢酸ソーダ0.01%液で12~24時間処理しないと大きい効果は確実にあらわれてこない。この硝酸銀処理の適濃度は12~24時間処理の場合0.05%液で、これより濃い0.1%液は葉害を生じやすい (Table 81~87)。
- 4) この硝酸銀とアルファ・ナフタリン酢酸ソーダとで処理を行なえば、7年生の木の枝では発根率65%、25年生では10~50%、100年生(萌芽枝)でも35%に向上し、発根量も増加した (Table 81)。
- 5) 硝酸銀処理の発根をよくする効果は、 NO_3^- イオンや Ag^+ イオンにあるのではなく、 AgNO_3 そのものの化学的作用によるもので、おそらく、さし穂中の発根阻害物質を除く効果ではなかろうか (Table 85~87)。
- 6) 発根促進剤としてのアルファ・ナフタリン酢酸ソーダによる処理は、硝酸銀処理後でないと効果があらわれなかつた。これはアルファ・ナフタリン酢酸ソーダのホルモンの機能が、さし穂中の阻害物質によつて不活性化されるか、あるいは効果的な働きができないためではないかと考えられる (Table 83~87)。
- 7) 萌芽枝のさし穂は発根力が高く、満4年生の瑞光種の実生幼樹10個体から育てた場合、普通枝のさし穂の発根率0%に対し、萌芽枝のさし穂は60%を示した (Table 88)。

- 8) 満7年生の実生樹を台切りし、これにセロハン紙フィルターをかぶせて育てたさし穂の発根率は、対照としての透明区の65%および赤区の65%に対し、青区および緑区は各85%であつた。なお、同時によしずの2重覆内で育てたさし穂も発根率90%を示したが、発根量が少なかつた (Table 90)。
- 9) 実用性のあるよい発根成績をうるには、硝酸銀とホルモン剤とで発根促進処理を行なうことも一方法であるが、まず発根力の強い穂木を用いることが第1の要件である。この発根力の旺盛な穂木とは、発根に役だつ栄養物質が豊富に含まれているだけではなく、発根阻害物質が含まれていないか、あるいは少ないと考えられる若い木の枝で、とくに萌芽枝が優れている。

D. ハンノキ属のさし木

- 1) さし木の時期は、ハンノキ属は親木の新芽が活動しはじめる時期が2月下旬～3月中旬でかなり早いから、それ以前にさし穂を採集し、さしつけ適期まで貯蔵しておくことが重要な条件である (Fig. 10)。
- 2) ハンノキ属のさし木では、ハンノキが最も活着しやすく、つぎがヤマハンノキで、オオバヤシヤブシはヤマハンノキに近く、ヒメヤシヤブシは最もむずかしいようである。
- 3) さし穂の発根力を高める方法として、温湯とホルモンの併用処理は効果が著しい。その無処理と併用処理の発根率は、親木が4年生の萌芽枝のさし穂の場合、ハンノキは56%:100%、ヤマハンノキは32%:72%、また親木が5年生の普通枝のさし穂の場合、ヤマハンノキは0%:14%、オオバヤシヤブシは7%:26%であつた (Table 95)。
- 4) 萌芽枝のさし穂は発根力が高い。13年生のハンノキ1個体から育てた場合、普通枝のさし穂の発根率0%に対し、萌芽枝のさし穂は40%を示し、さらにこれをホルモン処理した場合、普通枝のさし穂は0%であるが、萌芽枝のさし穂は60%に向上した (Table 96)。
- 5) ハンノキ属のさし木でよい活着率をあげるには、3年生ぐらいまでの若い親木から、新芽が活動しはじめる直前にさし穂をとつて貯蔵しておくことが大切で、なお、さし木する前には温湯とホルモン剤の併用処理によつて発根力を高めてやる必要がある。この場合、さらにあらかじめ親木を台切りして発根力の高い萌芽枝を育ててかかることが一層望ましい。

E. クリその他発根困難樹種のさし木

- 1) クリの満1年生実生苗からとつたさし穂を硝酸銀0.1%液とホルモン剤で併用処理したものは、無処理の発根率0%に対し、36%が得られた (Table 97)。
- 2) ヤマナラシ、ヤマハギ、アキグミのさし木でも萌芽枝のさし穂は発根力が高い。とくにこれをホルモン処理した場合、普通枝のさし穂ではいくらか向上しないが、萌芽枝のさし穂では効果がいちじるしい (Table 98)。この傾向はアカマツの場合と一致する。

以上を総合すると、とくに発根の困難な樹種で発根力を高めるには、成長ホルモンなど発根促進物質を補給することだけに頼らず、発根阻害物質の生成防止あるいは除去法をとり入れることによつて、一段と発根成績の向上していくことが明らかになつた。

4. 本研究成果の造林学的発展

- 1) 発根阻害物質は単にさし穂の発根を阻害するだけでなく、その根や発芽の成長までも害することがわかつたので、さらにアカマツ、スギ、ヒノキについて、それぞれの葉の浸出液と葉の粉末をつくり、これらが各種子の発芽を阻害するかどうかについて試験を行なつた。
- 2) 葉の浸出液は同一樹種の種子だけでなく、他樹種の種子の発芽も著しく阻害した (Table 101~102)。

- 3) 葉の浸出液の発芽阻害力はヒノキ、スギ、アカマツの順で、ヒノキの浸出液が最も強かつた (Table 101~102)。
- 4) 葉の粉末を加えた床地では、発芽が阻害されて子苗の発生本数が少ないばかりでなく、子苗の成長も悪かつた (Table 103~104)。
- 5) 他方、英国トゲナシニセアカシアのさし木苗畑における忌地現象を認め、これに対する土壌処理を試みたところ、熱処理と石灰施用は忌地土壌を改善する効果が顕著に認められた (Table 107~109)。
- 6) 以上のことがらは、育苗、育林上、さらに追求すべきことを示唆していると思う。なお、忌地土壌との関係については、発根阻害物質は根皮に多く存在していたことから、今後に残された重要な課題であると考ええる。

文 献

- 1) 相沢吟治：ひのき、さわらのさし木について、長野営林局報，6，(1951) p. 20~26
- 2) 浅川澄彦：トネリコ属植物のミにふくまれる成長阻害物質，林試研報，83，(1956) p. 34~36
- 3) 浅田節夫・野笹多久男：林木のさし木困難樹種に関する研究 (第9報)，母樹齡と発根の難易について (その2)，樹体養料の差異について，第69回日林講集，(1959) p. 280~281
- 4) BÖRNER, H. : The apple replant problem I. The excretion of phlorizin from apple root residues., Cont. Boyce Thomps. Inst., 20, (1959) p. 39~56
- 5) CURTIS, O.F. : Stimulation of root growth in cuttings by treatment with chemical compounds., Cornell Univ. Agr. Expt. Sta. Mem., 14, (1918)
- 6) COOPER, W.C. : Hormones in relation to root formation on stem cuttings. Plant Physiol., 10, (1935) p. 789~794
- 7) 榎本善夫：挿スギにみられた根及び癒傷組織発達の林業品種による差異について，東大演報，37，(1949) p. 11~16
- 8) GARDNER, F.E. : The relationship between tree age and the rooting of cuttings., Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 26, (1929) p. 101~104
- 9) ————— : Etiolation as a method of rooting apple variety stem cuttings., Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 34, (1937) p. 323~329
- 10) HAVIS, L. and GILKESON, A. L. : Toxicity of peach roots., Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 50, (1947) p. 203~204
- 11) 平井重三・平野 暁：イチヂクの忌地に関する研究 第1報，忌地現象の確認，園芸学研究集録，4，(1949) p. 96~102
- 12) ————— : イチヂクの忌地に関する研究 第2報，イチヂクの各部粉末が種子の発芽に及ぼす影響，園芸学研究集録，4，(1949) p. 103~110
- 13) 平井重三・西谷考一・南条嘉泰：イチヂクの根皮加用土壌におけるイチヂクの挿木試験，園芸学研究集録，7，(1955) p. 40~41
- 14) 平井重三・中川昌一・南条嘉泰：桃根皮粉末加用と数種の土壌処理が桃実生の生育に及ぼす影響，園芸学研究集録，8，(1957) p. 32~37
- 15) 平野 暁：桃の忌地に関する研究 (第1報)，園芸学研究集録，5，(1951) p. 6~10
- 16) ————— : 桃の忌地に関する研究 (第2報)，桃幼樹の自樹及び隣接樹に及ぼす影響，園芸学研究集録，7，(1955) p. 13~17
- 17) ————— : 桃の忌地に関する研究 (第3報)，桃根中の毒物質について，園芸学研究集録，8，(1957) p. 27~31
- 18) 本多静六：本多造林学本論，(1911) p. 846~896

- 19) 堀内雍喜：杉のサシキは世代を重ねると発根がよくなる，林木の育種，(1958) p. 4~5
- 20) 福田孫多：スギの研究第2版増補「林業品種目録補正別冊」，(1958) p. 52~60
- 21) 古里和夫：活着率を高める挿木法，生研時報，10，(1959) p. 95~97
- 22) 石井盛次：スギ挿木におけるヘテロオウキシンの効果，特にその作用を増大せしむる添加物について，日林誌，21，(1939) p. 579~600
- 23) 今村駿一郎：コルクガシ (*Quercus suber*) の芽生茎の挿木，生研時報，2，(1943) p. 97~99
- 24) 稲原太門：富山県のスギさし木造林とその品種，山林，795，(1950) p. 21~23
- 25) 飯盛文雄：母樹の樹齢による杉の発根能力について，日林九州支部研抄，1，(1956) p. 81~82
- 26) 石川久雄・高市克美：Lignin と木化現象 (第6報)，幼植物の Lignin 形成について (その2)，日林誌，39，(1957) p. 70~73
- 27) 今井元政：スギ壮齡樹さし木試験，新潟県林試研報，2，(1957) p. 31~35
- 28) 石川広隆・草下正夫：マツ類のさし木に関する研究 (第1報) —クロマツのハタバザシ法について—，林試研報，116，(1959) p. 59~62
- 29) 石川広隆・大橋弘毅：マツ類のさし木に関する研究 (第2報)，大山マツのエダザシについて，林試研報，119，(1960) p. 59~65
- 30) 片山茂樹・東 鶴人：北九州産各種杉の1年生挿穂の発根状態について，昭15日林講集，(1940) p. 175~177
- 31) 亀山営林署：スギさし木における未発根苗木の取扱いについて，みやま，1，(1959) p. 49~52
- 32) 橋高義郎・小寺乾吾：挿木実行上重要視すべき二三の問題，特に青島トゲナシニセアカシヤの挿木について，日林誌，31，(1949) p. 77~81
- 33) 橋高義郎・大山浪雄：青島トゲナシニセアカシヤの挿木について(第2報)，大量増殖に関する研究，日林誌，32，(1950) p. 231~234
- 34) ————：挿穂の採取時期と腐敗率との関係，59回日林講集，(1951) p. 76~78
- 35) ————：発根に有害な挿穂内の物質，第59回日林講集，(1951) p. 78~80
- 36) ————：ハンノキ類のさし木について，林業技術，122，(1956) p. 23~26
- 37) 菊池秋雄：果樹園芸学下巻，(1953) p. 25~47
- 38) KLAUS, H.: Das Problem der Bodenmüdigkeit unter Berücksichtigung des Obstbaues., Landw. Jahrb. 89, (1936) p. 413~418
- 39) KNIGHT, R.C.: The propagation of fruit tree stock by stem cuttings., Jour. Pon. Hort. Sci., 6, (1929) p. 47~60
- 40) 小清水卓二：植物生長ホルモン，(1946) p. 173~183
- 41) 高馬 進：胡桃の栄養繁殖に関する研究 (予報)，園芸学研究集録，5，(1951) p. 69~72
- 42) 小林 章：接木の生理，接木・挿木の新技术，(1952) p. 31~32
- 43) ————：果樹と忌地の問題，園芸学研究集録，6，(1953) p. 153~156
- 44) ————：果樹園芸総論，(1959) p. 142~148
- 45) KRAUS, E.J. and KRAYBILL, H. R.: Vegetation and reproduction with special reference to the tomato., Oregon Agr. Exp. Sta. Bull., 149, (1918)
- 46) 倉田益二郎：菌害回避説からみた接木・挿木技術の新しい考え方，山林，782，(1949) p. 15~17
- 47) ————：特用樹種，(1949) p. 225~231
- 48) ————：飼肥料木草と植栽法，(1950) p. 84~88
- 49) ————：育苗叢書第7巻 やしゃぶし・はんのき篇，(1953) p. 23~24
- 50) MASSEY, A. B.: Antagonism of the walnuts (*Juglans nigra* and *J. cinerea*) in certain plant associations., Phytopathology, 15, (1925) p. 773~783
- 51) 三浦伊八郎：林産製造学，(1947) p. 314~316
- 52) 宮道悦男：植物成分研究法，(1949) p. 12~15

- 53) 宮島 寛：挿木によるヒノキ苗の増殖に関する研究（第 1 報），母樹の年齢が挿穂の発根に及ぼす影響，第 59 回日林講集，（1951）p. 71～73
- 54) ———：挿木によるヒノキ苗の増殖に関する研究（第 2 報），母樹個体間にみられる発根性の差異について，九大演報，22，（1953）p. 53～56
- 55) 右田一雄：清澄アオスギのサシキとヒカゲについて，日林誌，37，（1955）p. 53～54
- 56) 宮崎 柳：苗木育成法，（1957）p. 366～397
- 57) 宮崎 柳・佐藤 享：苗木の育て方，（1959）p. 229～234
- 58) 森下義郎・大山浪雄：発根に有害なさし穂内の物質（第 2 報），鋸屑中の発根阻害物質と除去法，日林誌，34，（1952）p. 382～386
- 59) ———・—————：スギ挿木の新しい考え方，林業技術，140，（1953）p. 17～18
- 60) 森下義郎・岩水 豊：さし穂の乾燥と枯死および活着との関係（第 1 報），さしつけまでの乾燥の影響，林試研報，129，（1961）p. 177～204
- 61) 森下義郎：さし木の腐敗とその防止よおよび回避，林試研報，近刊，（1963）
- 62) 森田義彦：土壤管理及び土壤侵蝕防止の根拠，園芸新技術，（1958）p. 275～277
- 63) 村井三郎：杉老齢木の挿木試験（第 1 報），林試青森支場第 1 回研究発表会記録，（1949）p. 127～132
- 64) 村井三郎・武藤 惇・横沢良憲：杉老齢木の挿木試験（第 2 報），林試青森支場第 2 回研究発表会記録，（1950）p. 124～127
- 65) 奈可山：ハゲシバリ・ヤシャブシ樹の挿木について，みやま，8，8，（1936）
- 66) 中平幸助・大山浪雄：シラハギの新しいさし木法，畜産の研究，7，（1953）p. 37～38
- 67) 中江篤記・鬼石長作：スギ精英樹増殖に関する研究（第 1 報），老齢木さし木のホルモン処理及び尿素葉面散布の効果について，日林関西支部講集，6，（1956）p. 73～74
- 68) 中山 包：種子の発芽生理学，（1960）p. 239～276
- 69) 永野正造：カラマツの生長阻害物質について（第 1 報），日林東北支部第 12 回講集，（1961）p. 24～26
- 70) 日本学会会議：農学進歩総報（Ⅱ），（1954）p. 656～662
- 71) 小笠原健二：アカマツの萌芽枝の発根，日林関西支部講集，9，（1959）p. 77～78
- 72) 小笠原隆三：アカマツさし穂の不定根形成に関する生理学的研究（第 1 報），生長調整物質と樹齢について，日林誌，（1960）p. 356～358
- 73) 沖村義人・遠山富太郎：アカマツの挿木に関する研究（第 1 報），日林誌，36，（1954）p. 323～326
- 74) 大山浪雄：ハンノキ類の挿木苗の育て方，林業技術，136，（1953）p. 6～8
- 75) ———：林木の落葉中に含まれる生長阻害物質（その 1），針葉樹木の種子に対する発芽阻害作用，日林誌，36，（1954）p. 38～41
- 76) ———：英国トゲナシニセアカシヤの育苗畑における忌地現象防止の一例，林業技術，157，（1955）p. 16～19
- 77) ———：さし木の発根阻害物質に関する研究（第 3 報），リュウウスギのさし木の発根をよくする処理法，日林誌，37，（1955）p. 95～99
- 78) ———：ヤマモモのさし穂中に含まれる発根阻害物質とさし木の発根をよくする方法，林試研報，99，（1957）p. 145～170
- 79) ———：クリさし木の発根成績，日林関西支部講集，7，（1957）p. 38
- 80) ———：尿素的葉面散布によるスギのさし木の発根促進—特に北山地方の発根不良品種について，林試研報，105，（1958）p. 163～185
- 81) ———：ぼう芽枝の発根性，林木の育種，6，（1958）p. 6～7
- 82) ———：発根阻害物質の生成に及ぼす光線の影響，日林関西支部講集，8，（1958）p. 51～52
- 83) ———：スギ老齢木のさし木の困難性と発根能力増強法，林試研報，111，（1959）p. 92～132
- 84) ———：アカマツのさし木の発根に及ぼす日射量の影響，日林関西支部講集，10，（1960）p. 22

～23

- 85) 大山浪雄・豊島昭和：日本産有名マツおよび外国産マツ属のさし木の発根能力，日林関西支部講集 9, (1959) p. 175～176
- 86) 大政正隆：再びカラマツの造林について，山林，920, (1961) p. 29～30.
- 87) PATRICK, Z.A. : The peach replant problem in Ontario II. Toxic substances iron microbial decomposition products of peach root residues., Canad. Jour. Bot., 34, (1955) p. 461～485
- 88) PROEBESTING, F.L. and GILMORE, A.E. : The relation of peach root toxicity to the reestablishing of peach orchards., Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 38, (1941) p. 21～26
- 89) ROWE-BUTTON, P. : Mist propagation of cuttings., Digest Commonwealth Bureau of Horticulture and Plantation crops., 2, (1959) p. 139
- 90) 斎藤 清：作物水耕の理論と実際，(1949) p. 70～71
- 91) 斎藤孝蔵・斎藤 諦・須藤昭二：さし木苗養成の基礎的研究，育苗研究会記録，日林東北支部，(1951) p. 86～90
- 92) 斎藤孝蔵・須藤昭二：スギ挿木の栄養生理学的研究，第61回日林講集，(1952) p. 85～87
- 93) 斎藤孝蔵：樹木生理，(1954) p. 91～98
- 94) 斎藤達夫・吉川勝好：メタセコイヤさし木の発根とそれに含まれる植物ホルモンの推移(1)，第64回日林講集，(1955) p. 200～201
- 95) 斎藤達夫：スギさし木の発根とそれに含まれる生長素の推移(1)，日林関西支部講集，5, (1956) p. 60～62
- 96) 斎藤達夫・橋本英二・上西博己：メタセコイヤのさし木における発根とC—N含有量の季節的変動に関する考察(第1報)，日林関西支部講集，8, (1958) p. 56～57
- 97) 斎藤雄一・小笠原隆三：ヤナギのさし木の発根と生長物質の消長について，日林誌，42, (1960) p. 331～334
- 98) 坂村 徹：植物生理学，(1948) p. 210～450
- 99) ———：植物細胞滲透生理，(1949) p. 123～125
- 100) ———：植物生理学下巻，(1959) p. 99～195
- 101) 坂口勝美・山路木曾男：樹木の栄養繁殖に関する研究，特に *Robinia* spp. 挿穂の構成物質の変化と活着との関係について(予報)，第59回日林講集，(1951) p. 76～78
- 102) 佐佐木正臣：電熱温床利用による挿木育苗試験(第2報)，(第3報)，広島県林試報告，(1960) p. 30～68
- 103) 佐藤敬二・千葉宗男：特用樹種の増殖に関する研究(9)，モリシマアカシヤ並びにオリーブ樹の挿木について，九大演報，15, (1947) p. 43～48
- 104) 佐藤敬二・江口昌介：クスの挿木苗養成，山林，773, (1948) p. 7～9
- 105) 佐藤邦彦：スギ挿木苗木のいわゆる根頭癌腫病の防除試験，林試集報，64, (1952) p. 35～57
- 106) 佐藤清左衛門：2・3 樹木浸出液の発根阻害作用，日林誌，34, (1952) p. 187～188
- 107) ———：サシキ，伏条の不定根と根分けの不定芽のできかた——木を中心とした総説——，育林学新説，(1955) p. 73～96
- 108) ———：針葉樹サシキの発根に関する解剖的研究，東大演報，51, (1956) p. 109～157
- 109) 佐藤大七郎・根岸賢一郎・中村賢太郎：スギのサシホをとる木のトシとネツキの関係——クローンをつかつた実験——，日林誌，(1953) p. 69～70
- 110) 柴田信男：挿木の技術，林業解説シリーズ 50, (1952)
- 111) 重本 勝：京都の北山台杉，日林協関西支部，(1954) p. 26～28
- 112) 傍島善次：落葉果樹根部浸出液が蔬菜種子根毛の原形質流動に及ぼす影響について，西京大農学報，1, (1951) p. 20～29
- 113) 杉村義一・越智晃志夫：魚梁瀬スギ天然生老齢木の挿木について(1)，第61回日林講集，(1952)

p. 88~89

- 114) 菅原友太：葉面散布の知識と実際，(1954) p. 40~41
- 115) 高原末基：カシ類の挿木に関する研究，東大演報，32，(1943) p. 93~98
- 116) 高山芳之助：アカマツの挿木について（第1報），日林誌，39，(1957) p. 36~41
- 117) 滝島康夫・林 武：作物の忌地性に関する研究（第3報），水耕廃液中の生育阻害成分の分別，農業及園芸，34，(1959) p. 1573~1574
- 118) 田村輝夫・綿原孝夫・伊藤憲作：観賞樹の挿木に関する研究（第1報），挿木時期と活着率について，園芸会誌，26，(1957) P. 45~53
- 119) 田中諭一郎：園芸植物繁殖法 上巻，(1951) p. 62~69
- 120) 手島寅雄：栽培学前編——種物——，(1949) p. 8~9
- 121) 戸田良吉：サシキの根はどこにできるか，日林誌，34，(1952) p. 243~247
- 122) ———：サシキの根付く力はオヤギの環境の調節で高められる，林試研報，57，(1952) p. 205~208
- 123) ———：マツ類のサシキについて——総合抄録——，林試研報，65，(1953) p. 61~85
- 124) ———：アカマツ・クロマツのさし木，さし木の実際，全国山林種苗連，(1958) p. 61~68
- 125) 戸刈義次他4氏共編：作物の生理生態，(1957) p. 15~46
- 126) 徳川宗敬：江戸時代における造林技術の史的研究，(1947) p. 81~94
- 127) 外山三郎・山路木曾男：楮の研究（1）挿木による苗木養成，林試研報，41，(1949) p. 85~90
- 128) 塚本洋太郎：挿木繁殖に関する研究（第1報），発根の難易と含有物質との関係，園芸学研究集録，4，(1949) p. 51~59
- 129) 塚本 正美・一井隆夫・沢野 稔・尾崎 武：柿樹新梢の挿木発根に及ぼす白化处理の影響，農業及園芸，35，(1960) p. 1955~1956
- 130) 塘 隆男：葉面施肥——特に育苗への応用について，林業技術，149，(1954) p. 14~17
- 131) 中国電力技術研究所：電熱利用による林木さし木育苗の研究（第1報），(1960) p. 2~4
- 132) WENT, F.W. and Keneth, V. THIMANN: Phyto hormones (川田信一郎・八巻敏雄共訳：植物ホルモン) (1931)
- 133) 若林兵吉：潤葉樹の挿木について，日林誌，18，(1936) p. 161~167
- 134) 柳田由蔵：潤葉樹挿木試験，林試彙報，11，(1923) p. 1~30
- 135) 山口一孝：植物成分分析法，(1958) p. 2~7
- 136) 横山 緑・前田千秋：スギ精英樹繁殖に関する研究（1），日林誌，38，(1956) p. 301~305
- 137) 横山 緑：ツギキによるスギサシ木の発根，林木の育種，12，(1960) p. 9
- 138) 吉田藤一郎・佐藤 享・及川恵司・村山要助：スギ老・壮齡木サシキ試験，林試研報，119，(1960) p. 33~58

Studies on Promotion of Rooting Ability of the Cutting from Tree Species Difficult to Root.

Namio OOHYAMA

(Résumé)

To obtain a good result in planting cuttings, cuttings with high rooting ability are required as well as environmental factors which make cuttings root easily. This has become a serious problem, especially as forest tree breeding has developed more, making more essential the study on how to improve the rooting ability of the cuttings from such tree species, races, or strains, as are said to be difficult to root, or that of the cuttings with poor rooting ability because of the advanced age of their parent trees.

These studies, first of all, inquired into the factors which negatively affect rooting ability of the cuttings themselves, then ascertained the existence of rooting inhibitors, and in a new field based on the knowledge thus gained, sought to improve rooting ability, theoretically. In other words, experimental studies were made on "Akamatsu" (*Pinus densiflora*), "Yamamomo" (*Myrica rubra*), "Kuri" (*Castanea crenata*) and old trees of "Sugi" (*Cryptomeria japonica*), which have been considered unsuitable for cuttings, on the existence of rooting inhibitors and the influence thereof, the methods of removal of inhibitors, and the means of prevention of emergence of inhibitors; then a study was made on how much rooting result would be improved by adopting them. Efforts were thus made to overcome difficulty in planting cuttings.

Incidentally, as it was found that the rooting inhibitors inhibited not only rooting but also growth of roots and sprouts of the cuttings, the growth inhibitors contained in the leaves of "Akamatsu", "Sugi" and "Hinoki" (*Chamaecyparis obtusa*) were examined to determine how they would influence the germination of each seed, and the problem of soil treatment of the ailing soil of the nursery of cuttings (*Robinia pseudoacacia* var. *umbraculifera*) was also examined. These will remain as very important problems to be researched into in the future.

The results of the present studies are summarized as follows :

1. Existence of Rooting Inhibitors.

1) Four tree species, "Sugi", "Akamatsu", "Yamamomo" and "Kuri", whose physiological natures are different, were chosen, and rooting-inhibiting action demonstrated by the water extracts from the materials of cuttings was qualitatively examined. The cuttings from "Shidareyanagi" (*Salix babylonica*) and "Itachihagi" (*Amorpha fruticosa*), which are easy to root, were used as the materials for examination; in some of the experiments, however, the cuttings from young trees with high rooting ability, though of the same species, or the cuttings from "Tsingtao togenashiniseakashiya" (*Robinia pseudoacacia* var. *bessoniana*) were used as the materials for examination. In the case of the former, the cuttings were planted directly in the extracts, and in the latter case they were planted in the soil after they had been made to absorb the extracts.

2) When sawdust of the stems of "Kuri" was used as the propagating medium, inhibiting action, so remarkable as to make the cuttings from "Itachihagi" unable to root and sprout, was brought about. It was ascertained that such inhibiting action did not disappear when acidity of the sawdust was counteracted by slaked lime, or when the sawdust was supplied with nutrient, but was weakened considerably when the sawdust was only dipped in the flowing water, and was suppressed almost completely when the saw dust was boiled (Tables 4 ~ 9).

3) The water extracts from the branches of "Sugi", "Akamatsu", "Yamamomo" and "Kuri", which are used as cuttings, inhibited rooting of the cuttings of the same species respectively, and, moreover, they had the ability to strongly inhibit rooting of the cuttings from "Shidareyanagi" which are very easy to root (Tables 10~14). It is clear that such inhibiting action was caused neither by pH values nor by osmotic pressure of the water extracts. As a result of the repetitive experiments such as those mentioned above, the existence of water soluble rooting inhibitors was ascertained

4) It was recognized that these rooting inhibitors in the extracts from 3 tree species, "Akamatsu", "Yamamomo" and "Kuri", consist of acid substances with permeability, which are easy to break when heated at 75~100° C, and that the inhibitor in "Sugi" contains a substance supposed to be alkaline, in addition to the above-mentioned substances (Tables 15~22). These acid substances presumably are something like organic acids or tannins, or have ingredients related thereto.

5) According to the results of the examination of the water extracts from 13 tree species which were put to test, each of the extracts was recognized to be capable of decreasing the effect of rooting promotion made by sodium α -naphthaleneacetate (Tables 23~26).

6) Emergence of the rooting inhibitors, which is observed in the cutting from "Akamatsu" and "Yamamomo", is closely related to rays, and as a result of experiments, it is recognized that it is strongly affected by the quality of rays rather than by the quantity of rays. The influence made by rays, however, was not observed when the gross amount of rays failed to reach a fixed standard (Tables 27~34).

7) Although rooting inhibitors of "Sugi", "Akamatsu", "Yamamomo" and "Kuri" are widely spread in every part of the trees, they are contained more in barks and roots than in branches; and in the case of some species such as "Sugi" and "Kuri", they are also contained much in leaves. As for branches, the inhibitors are contained much in the barks thereof (Tables 35~36).

8) These rooting inhibitors are generally contained more in the trees of advanced age. As for the age of shoots, it made no difference usually whether they were one year old or two years old; in the case of "Yamamomo", however, the inhibitor was contained doubtlessly less in the autumn shoots of young tissues (Tables 37~41).

9) As a result of the comparison between ordinary shoots and adventitious shoots of "Sugi", "Yamamomo" and "Kuri", it was found that inhibitors are contained doubtlessly less in adventitious shoots than in ordinary ones (Tables 42~43).

10) From the combination of the results stated above, it is inferred that rooting inhibitors exist in these cuttings and have a considerable influence on rooting result of cuttings.

2. Prevention of Emergence of Rooting Inhibitors and Methods of Removal Thereof.

1) As it was elucidated in these studies that the rooting inhibitors are contained less in younger trees (Table 39), it is assumed that the inhibitors can be decreased by rejuvenation of parent trees by way of planting cuttings or grafting, and that the cuttings with little inhibitor may be secured by continuous repetition of such methods.

2) As it was recognized that the inhibitors were contained but little in adventitious shoots (Table 43), it was deemed that rearing of adventitious shoots would be one of the efficient methods to prevent emergence of inhibitors.

3) As it was recognized that the cuttings from young trees of "Akamatsu" and "Yamamomo" which had been brought up under the shading filters of cellophane paper, blue, green,

red, etc., in color, and of twofold parchment paper, contained only a small quantity of inhibitors (Tables 27~34), it is assumed that it would be possible to bring up cuttings with few inhibitors, if such shading filters are used or if the factors of rays, as in the case of using shading filters, are given to the cuttings.

4) As inhibitors were not found in the cuttings from "Kuri" which had been etiolated by shading rays (Table 44), it can be considered that such etiolation prevents the emergence of inhibitors.

5) In the experiments using sawdust of "Kuri" for the purpose of removing rooting inhibitors, every one of the treatments showed effect more or less in the order of, boiling treatment > hot water one > flowing water one : lime water one : alcohol one (Tables 45~47); however, the methods which treat the cuttings after they have been prepared in that way, are apt to injure the cuttings, and, it is feared, also eliminate the ingredients of the cuttings useful for rooting. Therefore, the methods to use, from the beginning, cuttings with little inhibitors preferably, are the method of bringing up adventitious shoots and utilizing them, the method of etiolation and the method of using the cuttings from parent trees which have been rejuvenized by repetition of planting cuttings.

3. Experiments concerning Promotion of Rooting Ability of Those Tree Species which are difficult to Root.

Old "Sugi" trees, "Akamatsu", "Yamamomo", *Alnus* species, "Kuri", "Yamanarashi" (*Populus sieboldii*), "Yamahagi" (*Lespedeza bicolor* var. *japonica*), "Akigumi" (*Elaeagnus crispa*), etc. were chosen as the species whose cuttings are difficult to root, and improvement of their rooting results was planned. In the case of old "Sugi" trees, "Akamatsu", "Yamamomo" and *Alnus* species special traits of their rooting were carefully examined and the practical utility of planting cuttings therefrom was also clarified.

A. Old trees of "Sugi".

1) Cuttings from the trees over 50 years of age are generally low in rooting ability, and it is not rare to find that the cuttings from trees of some races or from some individuals are almost unable to root. And as the cuttings from such old trees are backward in lignification, because they are slow in rooting and have few roots even in the case of successful rooting, it cannot be much expected to obtain saplings grown up from cuttings with root system good enough to be used for afforestation in a year (Table 52).

2) It takes a great many days for the cuttings from old trees to root, and those which root in the 2nd year of their planting are more than those which root in the 1st year (Tables 54~56).

3) The cuttings taken from old trees are difficult to root, however, when the young saplings grown up from these cuttings are used as parent trees, the secondary cuttings therefrom increase both in rooting rate and in number of roots (Table 57).

4) The cuttings of adventitious shoots, which have been made to sprout forcefully from stems of trees or from big branches, by pruning etc., are easy to root; and even the rooting rate of 87% was obtained in the case of adventitious shoots, when the rooting rate of ordinary shoots was 27% (Table 58).

5) When ordinary shoots are used cuttings, an excellent rooting result is obtainable by plant hormone treatment in the case of some parent trees; on the other hand not a few cases reveal that the hormone treatment has little effect, even though there be a lack of skill in the process of treatment or planting. It is doubted, in such cuttings, that the action of

hormone might be nullified by the strong action of rooting inhibitors.

6) Such cuttings need to be put to a treatment for removing inhibitors as pre-treatment for increasing the effect of hormone treatment. The following are efficient as treatments for removing inhibitors; to soak the cutting's lower part, 5~6 cm in length, in 0.1% solution of potassium permanganate, 5% solution of slaked lime, or 0.05% solution of silver nitrate, etc., for 12~24 hours, or to soak the cutting in hot water at the temperature of 30~35°C for 6~12 hours. Among these, however, the treatment with potassium permanganate has a greater effect and is easy to adopt (Tables 61~64).

7) It is desirable to adopt the treatment for removing inhibitors always with the hormone treatment, because, when adopted concurrently, their effects are increased mutually.

8) Leaf spray of urea would be necessary for those cuttings in which the nitrogen content is markedly decreased (Table 59). It is not reasonable, however, to expect a decisive effect of rooting promotion merely from such spray.

9) To obtain successful rooting results of planting cuttings from old trees, it is necessary not only to use the cuttings with strengthened rooting ability, but also to satisfy the factors of cutting beds so that the cuttings may fully display their rooting ability.

B. Cuttings from "Akamatsu" and other *Pinus* species.

1) Rooting ability of the cuttings from *Pinus* species varies considerably according not only to species or races but also to individual parent trees, and there seems to be hope for bringing up a race of *Pinus* with stronger rooting ability (Tables 74~76).

2) From the fact that in the case of all year round open-air cuttings, those planted in September-October lived longer than those planted in January-April in the following year, the fall cuttings were assumed to be fairly hopeful (Fig. 7).

3) As for the relation of the rooting rate to the rates of the sunshine through the shades of cutting beds, in the case of "Sugi", the cuttings in the "50%" plot showed the highest rooting rate, and those in the "75%" plot followed them, whereas in the case of "Akamatsu", those in the "75%" plot showed the highest rooting rate and those in the "100%" plot followed them. From this it is judged that in the case of planting cuttings from "Akamatsu", rooting result would be lowered unless it is brighter than in the case of "Sugi" (Tables 71~72).

4) As for cuttings from "Akamatsu", those of adventitious shoots had high rooting ability: When cuttings had been brought up from 2 individual parent trees, at the age of 7, cuttings from one of them having adventitious shoots showed a rooting rate of 19.9%, while the rooting rate of those of ordinary shoots was 6.6%; moreover, when these cuttings were treated with plant hormone, the rooting rate of cuttings of the adventitious ones was raised to 53.2%, while that of the cuttings of ordinary ones showed no effect of such treatment (Tables 77~79).

5) The rooting rate of the cuttings which had been brought up from "Akamatsu" of full 3 years of age under the cellophane paper filters, was 85% in the blue plot>55% in the green plot>and 35% in the red plot, against 20% in the control plot, a transparent one (Table 80).

6) As for planting cuttings from *Pinus* species, it is considered that the result of planting cuttings might be improved considerably in the future if a study be made chiefly on the effect of adopting concurrently the treatment for rejuvenation of their parent trees and the treatment for promoting rooting, besides an attempt to improve their rooting ability in the process of breeding.

C. Cuttings from "Yamamomo".

1) There are two optimum times for planting cuttings, these being from the latter part

of April to the early part of May, immediately before the parent trees sprout newly, and from the middle part of July to the early part of August, when growth of green shoots halts temporarily. In the case of planting summer cuttings in the latter optimum time, the green shoots show a better result than the old shoots of the preceding year.

2) Even in the case of "Yamamomo", whose cuttings had been considered difficult to root, the cuttings taken from a seedling at the age of 2 showed the rooting rate of 85%. The cuttings from a parent tree at the age of 7, however, showed the rooting rate of 20%, and the cuttings from parent trees at the age of 25 and 100 respectively, were lowered so greatly in their ability to root, as not to root at all (Table 81).

3) Silver nitrate was very effective as a method of treatment for raising rooting ability of the cuttings from "Yamamomo" (Tables 81~87). A great effect, however, was not unfailingly produced, unless the cuttings were treated thereafter with 0.01% solution of sodium α -naphthaleneacetate for 12~24 hours. In such silver nitrate treatment, the optimum concentration of the solution is 0.05% when the time is fixed as 12~24 hours, and the more concentrated one of 0.1% solution is apt to cause damage.

4) The rooting rate of the cuttings, when treated with silver nitrate and sodium α -naphthaleneacetate, was improved to 65% in the case of shoots of a tree of 7 years of age, to 10~50% in the case of those of a tree of 25 years of age, and to 35% in the case of those (adventitious shoots) of a tree of 100 years of age, furthermore, the rooting was improved also in number of roots (Table 81).

5) The effect of promotion of rooting produced by the silver nitrate treatment has not been caused by NO_3 ion nor by Ag ion, but by the chemical action of the very AgNO_3 , and it might probably be an effect of removing rooting inhibitors in the cuttings (Tables 85~87).

6) Treatment with sodium α -naphthaleneacetate as stuff for promoting rooting did not produce any effect unless it was given after silver nitrate treatment (Tables 83, 87). It is considered that this fact might have been caused as a result of the hormone-like function of sodium α -naphthaleneacetate being made inactive or made unable to operate effectively by the inhibitors in cuttings.

7) The cuttings of adventitious shoots have high rooting ability, and such shoots as had been brought up from 10 individual seedlings of *Myrica rubra* (Race: Zuiko) at the age of full 4 years, showed the rooting rate of the cuttings of adventitious shoots to be 60%, whereas that of the cuttings of ordinary shoots was 0% (Table 88).

8) The rooting rate of the cuttings which had been brought up from truncated full 7-year-old trees grown from seeds under the shade of cellophane paper filters, was 85% in both the blue plot and the green plot, against 65% in the control plot, a transparent one, and 65% in the red plot. Cuttings which had been brought up under the twofold reed-screen, at the same time, showed the rooting rate of 90% but were few in roots (Table 90).

9) Although the rooting promotion treatment with silver nitrate and hormone is one of the methods to obtain an excellent rooting result which can be put to practical use, the first requisite for such purpose is to use cuttings with strong rooting ability. Such cuttings with vigorous rooting ability are the shoots of young trees which are considered to contain not only abundant nutrient but also no rooting inhibitors or only a little of them, if any; and adventitious shoots are particularly excellent for such purpose.

D. Cuttings from *Alnus* species.

1) As for the time for planting cuttings, it is advisable to take cuttings before the beginning

of sprouting activity, and to store them until the optimum time for planting, as the parent trees of *Alnus* species show sprouting activity particularly early, from the latter part of February to the middle part of March (Fig. 10).

2) In planting cuttings from the *Alnus* species, those from "Hannoki" (*Alnus japonica*) root most easily and those from "Yamahannoki" (*Alnus tinctoria* var. *glabra*) follow them; cuttings from "Oobayashabushi" (*Alnus firma*) root almost as easily as those from "Yamahannoki", and cuttings from "Himeyashabushi" (*Alnus firma* var. *multinervia*) seem to be most difficult to root.

3) As a method for improving rooting ability of cuttings, joint treatment with hot water and hormone is very effective. In the case of cuttings of adventitious shoots from 4-year-old parent trees, the ratio of the rooting rates of the ones given no treatment and the ones given joint treatment is 56% : 100% in "Hannoki", and 32% : 72% in "Yamahannoki", and in the case of cuttings of ordinary shoots from 5-year-old parent trees, the ratio of the rooting rates of the ones given no treatment and the ones given joint treatment is 0% : 14% in "Yamahannoki", and 7% : 26% in "Oobayashabushi" (Table 95).

4) Cuttings of adventitious shoots have high rooting ability. When adventitious shoots had been brought up from an individual of "Hannoki" at the age of 13, they showed the rooting rate of 40%, while the cuttings of ordinary shoots showed that of 0%; moreover, when these cuttings were treated with hormone, the rooting rate of cuttings of ordinary shoots remained at 0%, whereas that of cuttings of adventitious shoots was improved to 60% (Table 96).

5) To obtain a good rooting rate in planting cuttings from the *Alnus* species, it is important to take cuttings from young parent trees not more than about 3 years since grown from seeds, directly before the beginning of sprouting activity and to store them. It should be noted that to improve their rooting ability, joint treatment with hot water and hormone must be carried out before planting. In such a case, it is more desirable to truncate the parent trees beforehand, and to bring up therefrom adventitious shoots with strong rooting ability.

E. Cuttings from the species which are difficult to root including "Kuri" and others.

1) The cuttings from full one-year-old seedlings of "Kuri" showed a rooting rate of 36% when jointly treated with 0.1% solution of silver nitrate and hormone, while the untreated ones showed a rooting rate of 0% (Table 97).

2) In the case of planting cuttings from "Yamanarashi", "Yamahagi" and "Akigumi", rooting ability of cuttings of adventitious shoots was also high. When cuttings were treated with hormone, the cuttings of adventitious shoots showed an outstanding effect of the treatment in the improvement of their rooting ability, while those of ordinary shoots had their rooting ability improved little (Table 98). Such tendency corresponds with that in the case of "Akamatsu."

It was elucidated from the combination of the above-mentioned facts, that the rooting ability of those species which are said to be difficult to root, would be improved more by adopting the methods of prevention of emergence of rooting inhibitors or the methods of removal of rooting inhibitors, without depending entirely on supply of such rooting promotion substances as hormone, etc.

4. Silvicultural Development of These Studies.

1) As it was made clear that rooting inhibitors inhibited not only rooting of cuttings

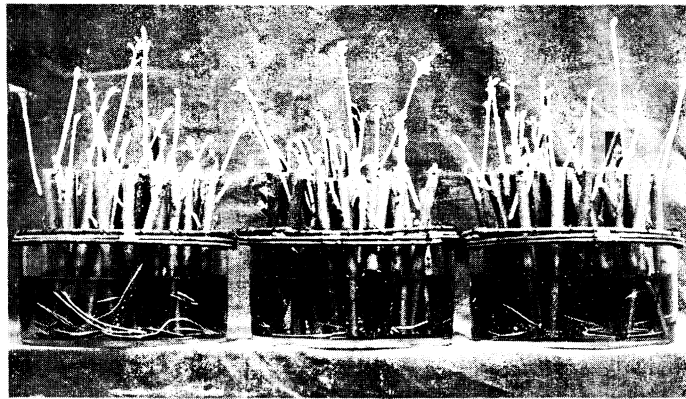
but also inhibited growth of roots and sprouts of the cuttings, the extracts from leaves and the dust of leaves of "Akamatsu", "Sugi" and "Hinoki" were made respectively, and experiments were further made to ascertain whether or not they would inhibit the germination of each seed.

2) The extracts from leaves badly inhibited the germination of the seeds, not only of the same species, but also of the other species (Tables 99~102).

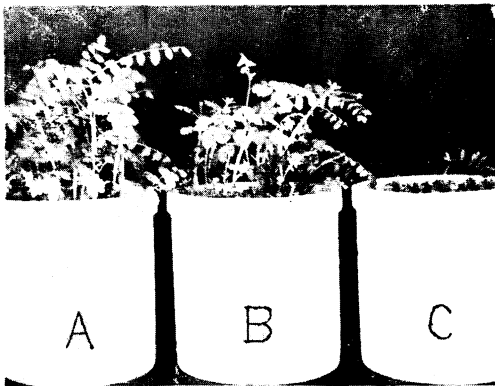
3) The extracts from leaves are to be listed in the order of "Hinoki", "Sugi" and "Akamatsu" in their ability to inhibit germination, and the extract from "Hinoki" was the strongest (Tables 101~102).

4) In a seed-bed where the dust of leaves had been added, germination being inhibited, the young seedlings that emerged were not only small in number, but also were poor in growth afterward (Tables 103~104).

5) It is considered that the above-stated facts suggest what should be pursued further in the practice of seedling cultivation and of afforestation. From the fact that rooting inhibitors were contained much in the barks of roots, their relation to the poor soil is also considered to be an important subject to be studied in the future.



Phot. 1 浸出液の阻害作用を検定中のさし穂
The cuttings steeped in water extract.



Phot. 2 クリの鋸屑にさし木したイタチハギの
生育状態 (Table 6~7 参照)
A: 赤土区, B: 再煮沸処理鋸屑区,
C: 無処理鋸屑区

The growth of cuttings of *Amorpha fruticosa*
steeped in saw dust from *Castanea crenata*
trees (cf. Table 6~7).

A: Red soil. B: Saw dust treated with over
again boiling. C: Saw dust of non treated.



A



B

Phot. 3 クリの鋸屑にさし木したイタチハギさし穂の切断面 (下部切口 1mm 部分)
A: 赤土にさし木したもの, B: 無処理鋸屑にさし木したもの

Cross section near the cut base of cuttings of *Amorpha fruticosa* steeped in
saw dust from *Castanea crenata* trees (cf. Table 6~7).

A: Cuttings steeped in red soil. B: Cuttings steeped in saw dust.

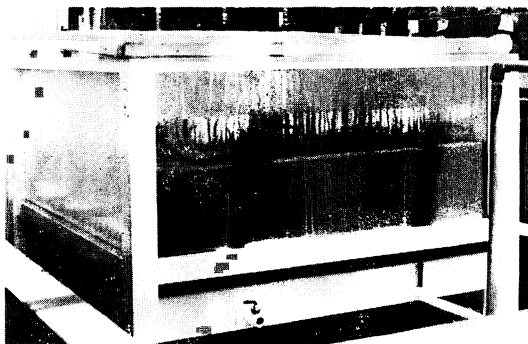


Phot. 4 再煮沸処理したクリの鋸屑にさし木したイタチハギの生育状態 (Table 9 参照)

A : 培養液無加用鋸屑区 B : 培養液無加用赤土区
C : 培養液加用赤土区 D : 培養液加用鋸屑区

The growth of cuttings of *Amorpha fruticosa* steeped in saw dust of *Castanea crenata* treated with over again boiling (cf. Table 9).

A : Saw dust of standard. B : Red soil of standard.
C : Red soil mixed with culture solution. D : Saw dust mixed with culture solution.



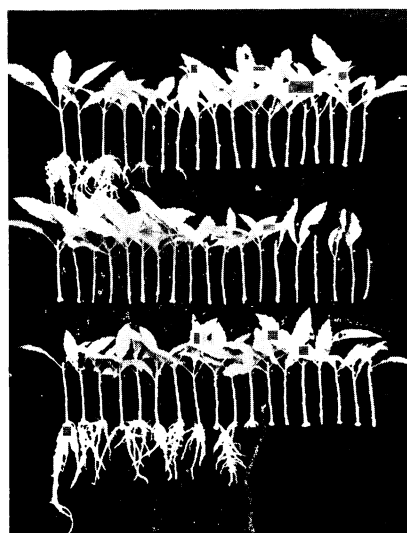
Phot. 5 さし木用ポットム・ヒーター
Potted heater for cutting led.



A

B

C

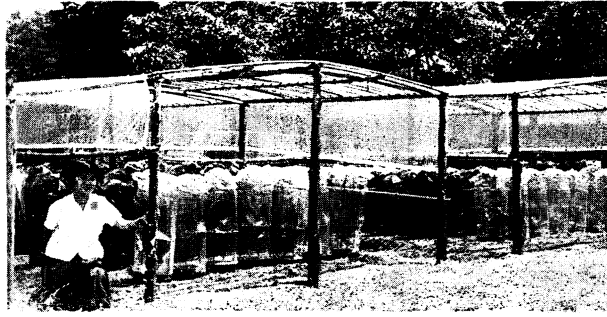


Phot. 6 スギおよびヤマモモの穂木浸出液をそれぞれ同一樹種のさし穂に吸収させてさし木したものゝ発根状況 (Table 14 参照)

A : 水区 (対照) B : 浸出液区 C : 煮沸処理した浸出液区

Rooting of cuttings of same species which were got to absorb extract from branches of *Myrica rubra* and *Cryptomeria japonica* and then planted (cf. Table 14).

A : Water (control). B : Extract. C : Extract treated with boiling.



Phot. 7 セロハン紙フィルターによる穂木育成状況 (Table 27~24 参照)
Covering method of shading filter (cf. Table 27~34).



A

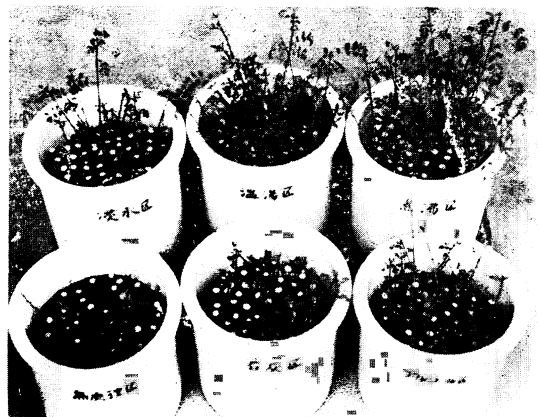


B

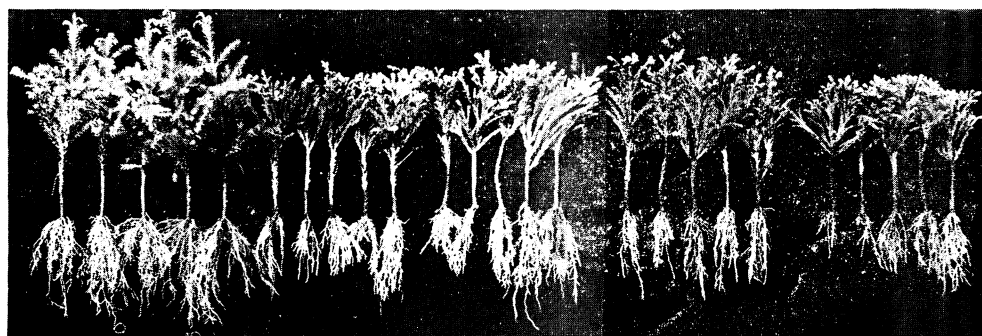
Phot. 8 萌芽枝の発生状況 A : アカマツ B : ヤマモモ
Adventitious shoots brought up from sprouts. A : *Pinus densiflora*. B : *Myrica rubra*.



Phot. 9 籾殻で黄化処理中に不定根が発生していたクリの穂木 (Table 44 参照)
Roots developed from shoot etiolated of *Castanea crenata* (cf. Table 44).



Phot. 10 各種処理したクリの鋸屑にさし木したイタチハギの生育状態 (Table 45~47 参照)
The growth of cuttings of *Amorpha fruticosa* steeped in saw dust of *Castanea crenata* treated with various methods (cf. Table 45~47).



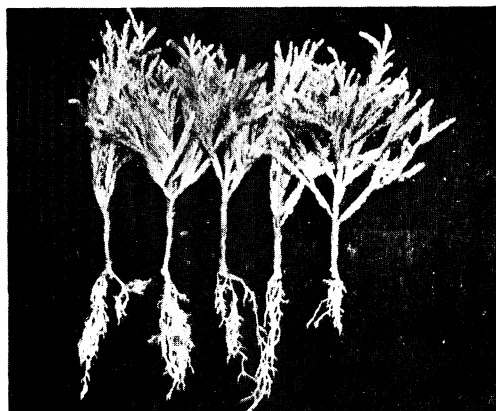
A B C D E

Phot. 11 スギの次代さし木の発根状況 (Table 57参照)

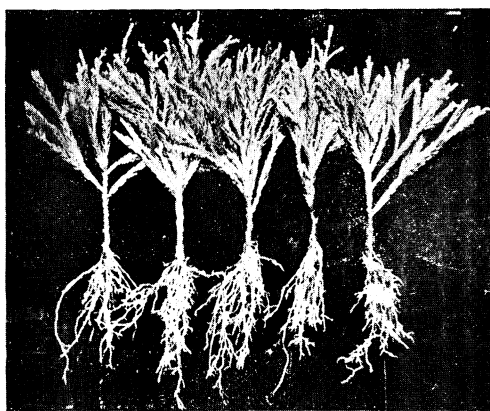
A : 最初の親木5年生 B : 最初の親木25年生 C : 最初の親木50年生
D : 最初の親木100年生 E : 最初の親木200年生

Rooting appearances of second generations of *Cryptomeria japonica* cuttings (cf. Table 57).

A : Clon from 5 years old parent tree. B : Clon from 25 years old parent tree.
C : Clon from 50 years old parent tree. D : Clon from 100 years old parent tree.
E : Clon from 200 years old parent tree.



A



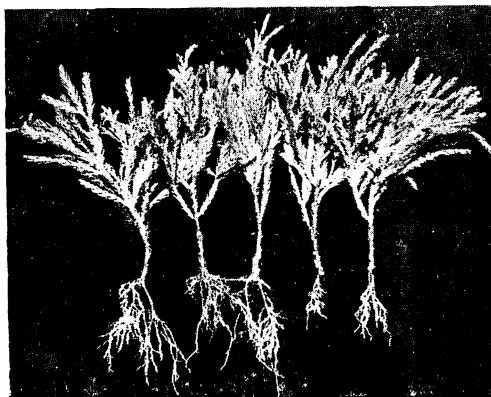
B

Phot. 12 ホルモンおよび過マンガン酸カリウム処理したスギ老齢木のさし木の発根状況 (親木 No. 3)

A : 水区 (対照) B : アルファナフタリン酢酸区
C : 過マンガン酸カリ区

Rooting results of *Cryptomeria japonica* cuttings treated with hormone and potassium permanganate (No. 3 in parent trees).

A : Control (water).
B : Sodium-alpha naphthalene acetate.
C : Potassium permanganate.



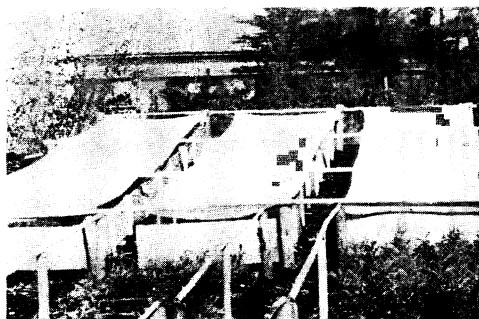
C



Phot. 13 アカマツさし木の時期別試験に用いた親木 (Fig. 6~7 参照)
Parent trees for the experiment shown in Fig. 6~7.

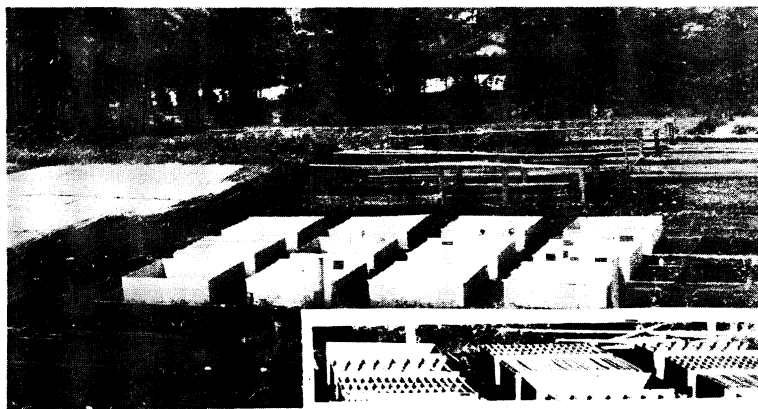


A

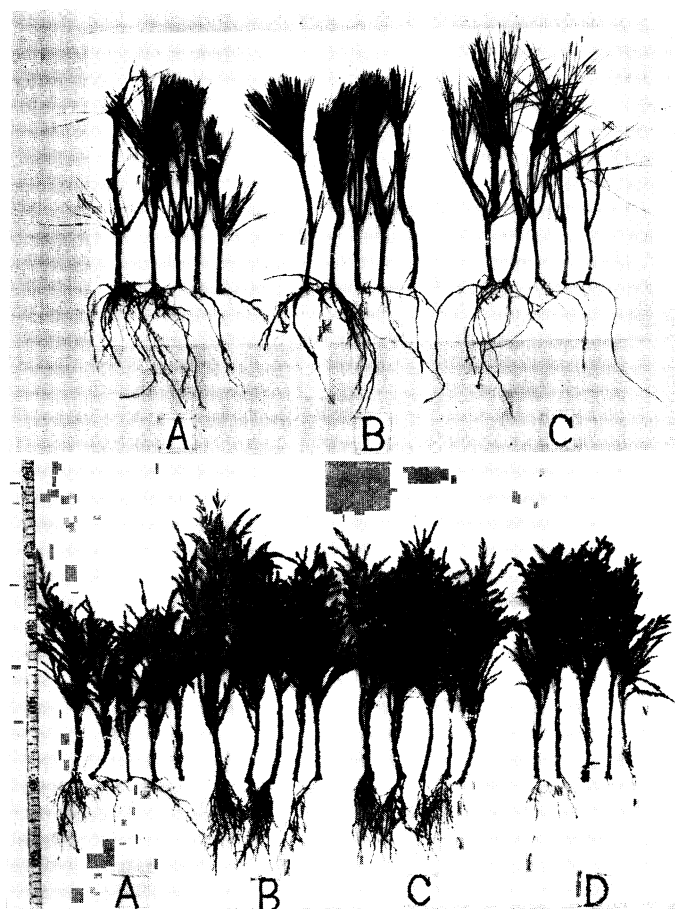


B

Phot. 14 マツ属のさし木床の日おい (Table 71~76 参照) A: よしず B: 寒冷紗
Sunshade of cutting bed (cf. Table 71~76).



Phot. 15 さし床の日おいの日射率の試験状況 (Table 71~73 参照)
Experiment plot on sun-shade of cutting bed (cf. Table 71~73).



Phot. 16 さし床日おいの日射率の試験区のアカマツおよびスギの発根状況 (春さし, Table 71 参照)

A : 日射率 100% 区 (無覆) B : 日射率 75% 区
C : 日射率 50% 区 D : 日射率 25% 区

Rooting of cuttings of *Pinus densiflora* and *Cryptomeria japonica* in the experiment shown in Table 71.

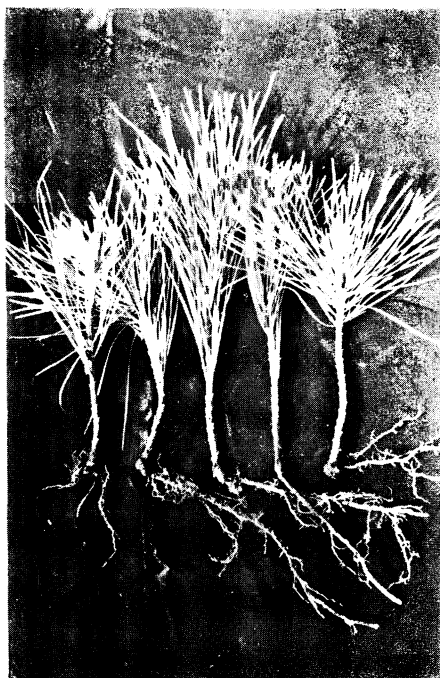
A : Sunlighting 100% B : Sunlighting 75%
C : Sunlighting 50% D : Sunlighting 25%



Phot. 17 マツ属のさしつけ状況
The cuttings of *Pinus* spp.



Phot. 18 マツ属さし木発根能力の変異の調査に用いた親木の集植されている状況 (*P. taeda*)
Parent trees for the experiment shown in Table 75 (*Pinus taeda* plot).



A



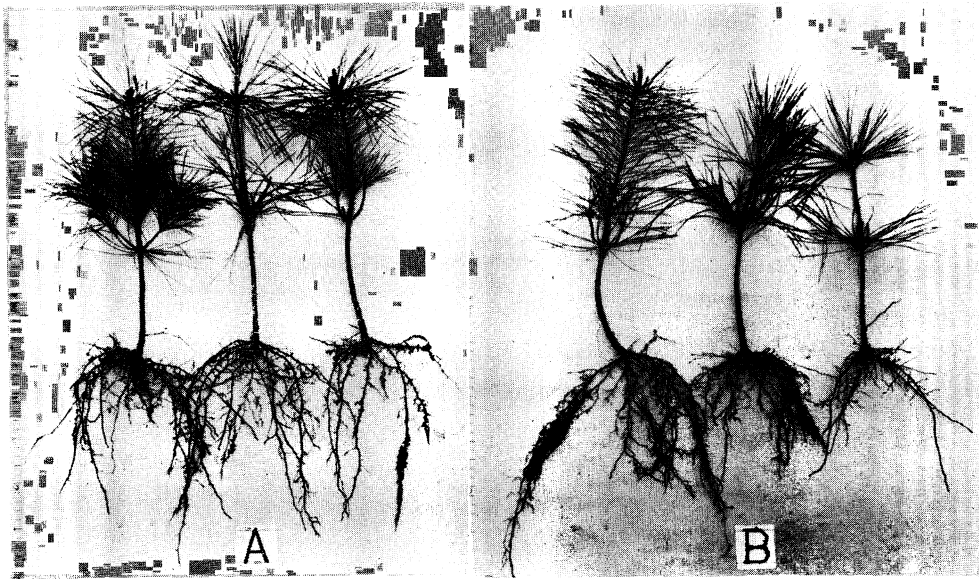
B

Phot. 19 親木年齢9年5カ月当時にさし木した *P. taeda* および *P. echinata* の発根状況
(Table 75 参照)

A : *P. taeda* No. 3.

B : *P. echinata* No. 1.

Rooting of cuttings from 9 year 5 months old *Pinus taeda* and *Pinus echinata* (cf Table 75).



Phot. 20 親木年齢2年5カ月当時にさし木した日本産有名マツの発根状況 (Table 76 参照)

A : 津島マツ

B : 仙台マツ

Rooting of cuttings from 2 year 5 months old *Pinus densiflora* (cf. Table 76).

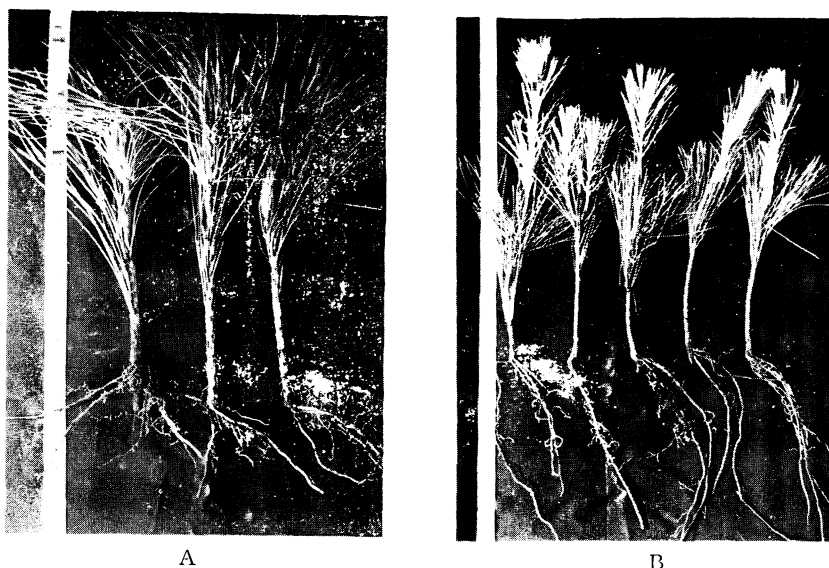
A : A local race "Tsushima".

B : A local race "Sendai".



Phot. 21 萌芽枝をホルモン処理してさし木したアカマツの発根状況 (Table 77 参照)

Rooting of cuttings from adventitious shoots of *Pinus densiflora* (cf. Table 77).



A

B

Phot. 22 *P. massoniana* の萌芽枝のさし木の発根状況 (親木 No.13, Table 79 参照),

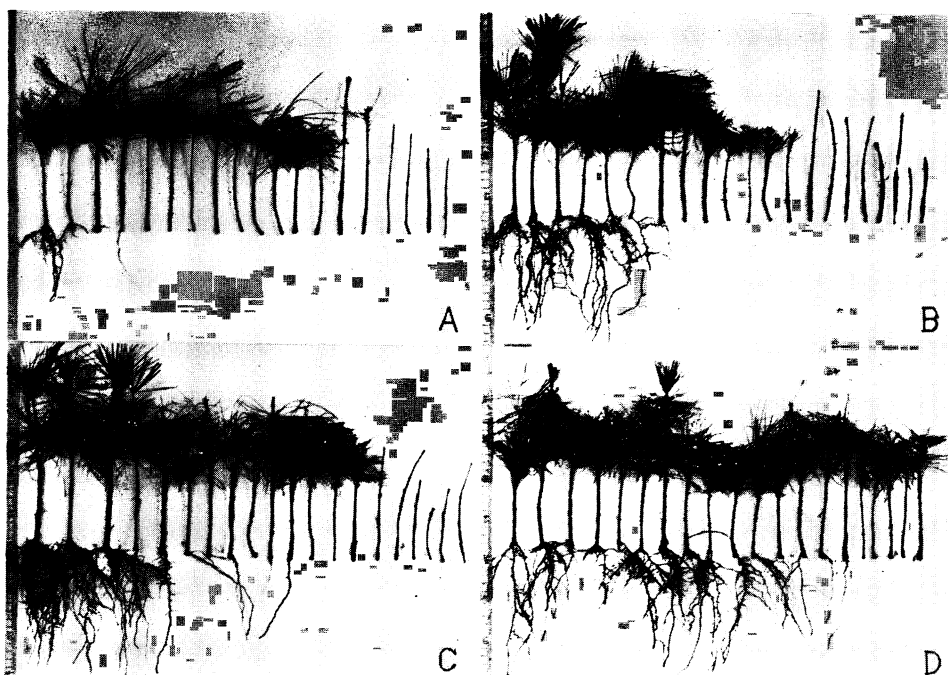
A : 普通枝

B : 萌芽枝

Rooting of *Pinus massoniana* cuttings in the experiment shown in Table 79
(parent tree No. 13).

A : Ordinary shoots.

B : Adventitious shoots.



A

B

C

D

Phot. 23 セロハン紙フィルターによつて育てたアカマツさし穂の発根状況 (Table 80 参照)

A : 透明区

B : 赤区

C : 緑区

D : 青区

Rooting of cuttings of *Pinus densiflora* from shoots brought up under the shade of
various cellophane (cf. Table 80).

A : Transparency plot.

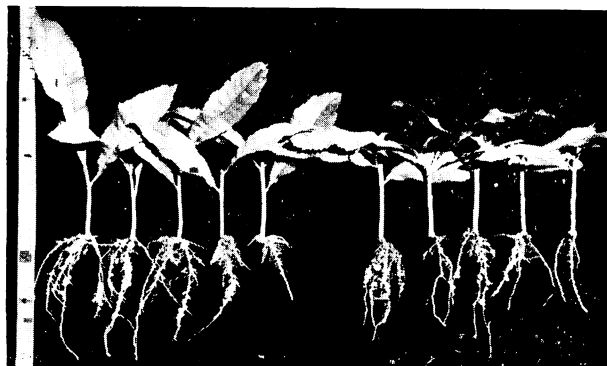
B : Red plot.

C : Green plot.

D : Blue plot.



Phot. 24 ヤマモモのさしつけ状況
The cuttings of *Myrica rubra*.



Phot. 25 7月15日さしにおけるヤマモモの当年生枝と前年生枝のさし穂の発根状況

A : 当年生枝 B : 前年生枝

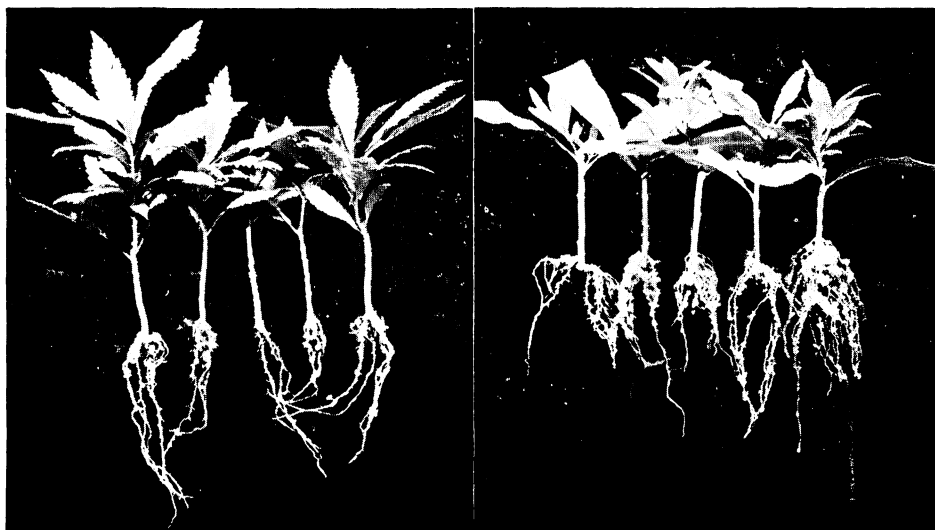
Rooting of cuttings of *Myrica rubra* taken from green shoots of this year and from branches of last year.

A : Green shoots of this year.

B : Shoots of last year.

A

B



A

B

Phot. 26 親木の年齢を異にしたヤマモモのさし穂の発根状況 (Table 81参照)

A : 2年生実生苗からのさし穂 (無処理)

B : 7年生の木からのさし穂 (硝酸銀・ホルモン併用処理区)

Rooting of cuttings of *Myrica rubra* of various ages of parent trees (cf. Table 81).

A : Shoots of 2 year old tree (Non treated).

B : Shoots of 7 year old tree (Author treated with 0.05% solution of silver nitrate and then 0.01% solution of sodium alpha naphthalene acetate in order to promote rooting).

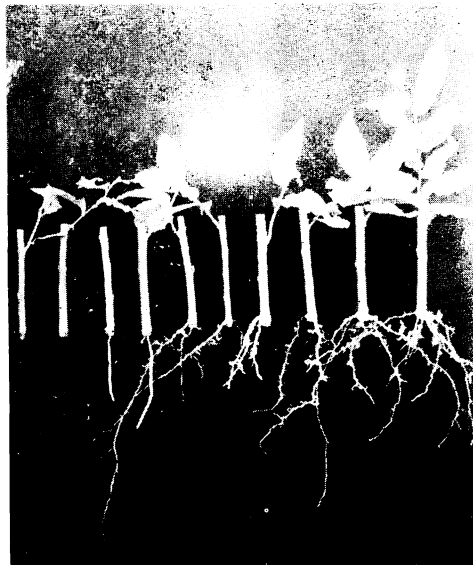


Phot. 27 萌芽枝を温湯とホルモンで処理してさし木したハンノキとヤマハンノキのさし木苗 (Table 95参照)

A : ハンノキ B : ヤマハンノキ

Rooting of cuttings of *Alnus* spp. treated with hot water and hormone (cf. Table 95).

A : *A. japonica*. B : *A. tin.* var. *obtusiloba*.



Phot. 28 クリさし木の発根状況 (硝酸銀 0.1 % 液とアルファ・ナフタリン酢酸ソーダとの併用処理区, Table 97参照)

Rooting of *Castanea crenata* cuttings (Author treated with 0.1% solution of silver nitrate and then 0.01% solution of sodium alpha naphthalene acetate in order to promote rooting, cf. Table 97).

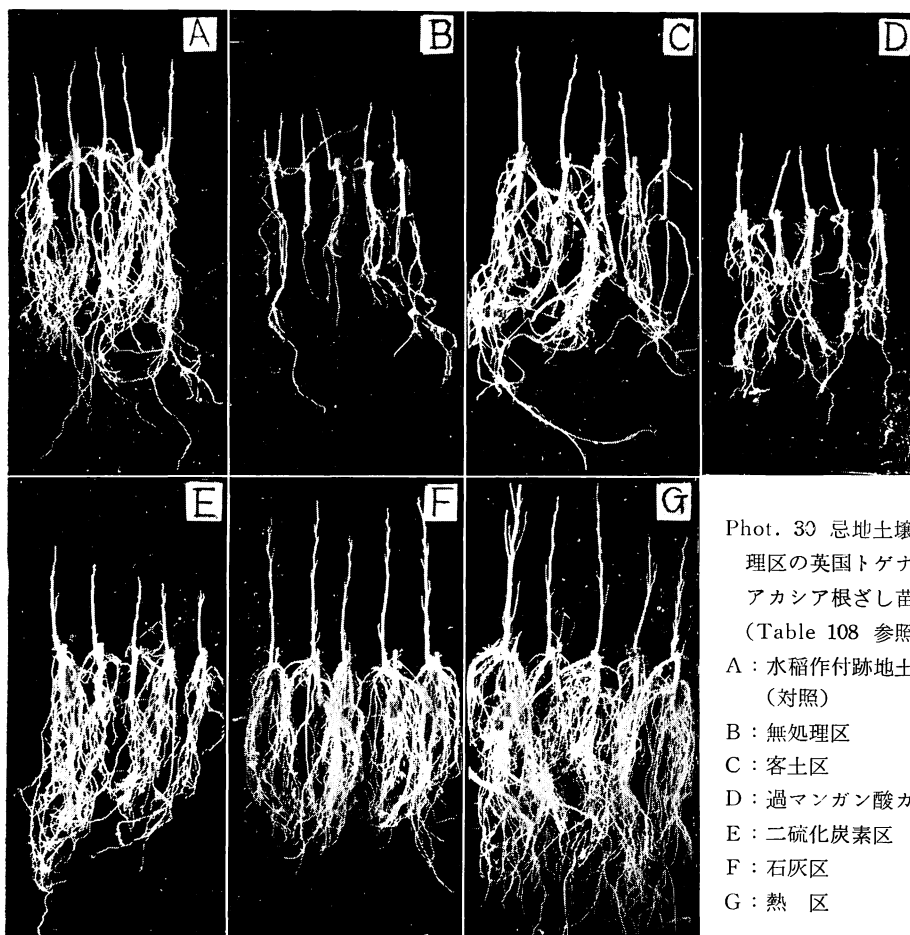


Phot. 29 英国トゲナシニセアカシア根ざし苗の忌地現象の鉢試験 (Table 106 参照)

A : 前年作付跡地土壌区 B : A + C 等量客土区 C : 水稻作付跡地土壌区

The growth of root-cuttings of *Robinia pseudoacacia* var. *umbraculifera* in the experiment shown in Table 106.

A : Successive planted. B : Transporting soils planted. C : First planted.



Phot. 30 忌地土壌各種処理区の英国トゲナシニセアカシア根ざし苗の根系 (Table 108 参照)

A : 水稻作付跡地土壌区 (対照)

B : 無処理区

C : 客土区

D : 過マンガン酸カリ区

E : 二硫化炭素区

F : 石灰区

G : 熱区

Root system of root-cuttings of *Robinia pseudoacacia* var. *umbraculifera* planted

in sick soils treated with various methods in Table 107 (cf. Table 108).

A : Non sick soils (control). B : Non treated. C : Transporting soils. E : Potassium permanganate. F : Slaked lime. G : Steam heat.