

スギ老令木のさし木の困難性と 発根能力増強法

大 山 浪 雄⁽¹⁾

目 次

I 序 言	91
II 老令木のさし穂の発根性	92
1. さし穂の発根率	92
2. 未発根苗の2年目の発根率	93
3. 次代さし木の発根率	95
III 老令木のさし穂の発根能力低下の要因	96
1. ホルモン状物質の不足	96
2. 窒素化合物の減少	97
3. 発根阻害物質の存在	98
IV 老令木のさし穂の発根促進法	106
1. 成長ホルモン処理による方法	106
2. 尿素の葉面散布による方法	111
3. 発根阻害物質を除く処理による方法	114
4. 不定枝を穂木に用いる方法	123
5. 上記各種方法の比較検討	124
V むすび	127
VI 摘 要	127
文 献	129
Résumé	131
Plate	1~4

I 序 言

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われてきたが、一般に親木の年令が古いとさし穂の発根が悪い。このことについては、村井⁽¹³⁾⁽¹⁴⁾や飯盛⁽⁹⁾の研究のほか多くの人⁽²⁶⁾⁽²⁷⁾⁽²⁸⁾により明らかにされ、いまでは広く知られるようになった。ところが、現在選抜されている精英樹の多くはある程度年とつたものから選抜されるので、発根しにくいことが精英樹増殖の大きな障害⁽¹¹⁾⁽³⁷⁾⁽³⁸⁾となっている。

本研究は、このような発根しにくい壮老令木のさし木の容易化をはかることを目的として行つたもので、この研究には主に富山県のリョウワスギを用いたが、一部京都北山地方のシバハラをも用いた。この両品種⁽¹⁰⁾⁽²²⁾は、どちらも現地ではスギの優良品種として重要視されていながら、さし木の発根がよくない

(1) 京都支場造林研究室員

とされているものである。なお、当研究で親木の年令が古くなるとなぜ発根しにくくなるかということについては十分究明し終つたものとはいえないが、老令木のさし木の容易化は精英樹クローンの増殖上早急に要請されているため、あえて発根促進法に主体をおいて本報告をとりまとめた。

本研究を進めるにあたつてしゅうし懇切な御指導を賜つた当研究室長森下義郎技官、ならびに本研究に着手する機会と適切な御助言を与えられた宇都宮大学教授倉田益二郎博士に厚くお礼申し上げ、また、現地でさし木試験と穂木採集に御協力と御援助下さつた富山県西礪波地方事務所の松田栄太郎技師、鈴木茂次技師、宮島村の稲原太門氏、ならびに試験の実施に御援助下さつた富山県林務課、西礪波地方事務所、宮島村森林組合のかたがたに深い感謝の意を表する。なお、試験の実行および調査に御協力下さつた当支場の辻一男技官、調査とりまとめに協力していただいた元技官水谷博子氏、磯尾泰子嬢に厚くお礼申し上げます。

Ⅱ 老令木のさし穂の発根性

1. さし穂の発根率

スギのさし木についても、親木の年令が古くなるにつれて発根しにくくなることは、村井¹⁴⁾や飯盛²⁾の研究のほか、かなりの報告^{27, 29)}がなされている。これらの報告によると、親木の年令が古くなるにつれて発根しにくくなる程度は、親木の品種、個体などによつて差異はあるが、一般的傾向としては、樹令が50年生ぐらいになると発根率が急に低下しはじめ、200年生ぐらいになると発根がほとんど不可能に近くなる例が多くみうけられる。

たとえば、村井¹³⁾はアキタスギの30年生から300年生の親木別に試験を行い、30～40年生の親木のさし穂は発根可能だが、50年生以上のものは発根不可能に近いことを報じており、杉村、越智²⁰⁾は魚梁瀬天然スギの200年生から250年生のもの8個体についてさし木試験を行い、その8個体の平均発根率はわずか1%で、そのうちの4個体は全く発根しなかつたことを認めている。また、佐藤・根岸・中村

Table 1. 老令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 Races of cuttings	親木番号 No. of mother plants	親木年令 Age of mother plants	さし付け 本数 Number of cuttings	発根率 (%) % of rooted cuttings	平均根数 (本) No. of roots per rooted cuttings	平均根長 (cm) Length of roots per rooted cuttings	枯損率 (%) % of dead cuttings	実験年月日 Experimented 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	
	6	150	40	10.0	3.25	5.35	7.5	1957.4.6～10.11
	7	150	40	27.5	3.56	7.52	7.5	
シバハラ Shibahara	8	150	40	55.0	3.44	8.42	0	1955.4.23～10.25
			40	72.5	5.06	7.60	0	
	0	5	40	85.0	6.64	8.54	2.5	
	1	100	40	30.0	1.91	6.28	2.5	
	2	200	40	2.5	1.00	10.00	2.5	1956.4.18～1957.2.14
	3	100	40	5.0	1.25	14.44	0	
	4	200	40	0	0	0	10.0	

Table 2. さし付け土壌の性質
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

注：1) 調査は国有林林野土壌調査方法書による。

2) 機械的組成は京都支場土壌研究室の分析による。

ら²⁹⁾はニホンバレ、マスマドリ、ゼンショー、シゲリなどのクローンをつかつて実験を行い、ニホンバレでは親木の年令による発根率の違いは認められなかったが、ゼンショーとシゲリの2つのクローンでは年とつた木のさし穂ほど発根率が悪く、ゼンショーでは14年生の木のさし穂の発根率50%のとき、90年生の木のさし穂の発根率はわずか2%で、親木の年令が古くなることによつて発根率が著しく低下したことを認めている。

このように老令木のさし穂が発根しにくいことは、富山県のリョウワスギならびに京都北山地方のシバハラについても認められたが、ここに、それらの結果を一覧表にして示すと Table 1 のとおりである。これらの結果は、いままでに実施した各種試験の無処理区の発根成績で、いずれも京都支場構内の同一地区の苗畑において、Table 2 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、発根に好適であつた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、老令木のさし穂はやはり発根率が低い。すなわち、リョウワスギでは、5年生の若い木のさし穂の発根率92.5%の場合、No. 4 の200年生の木のさし穂は発根率20%しか得られず、また、その翌年に用いた No. 5 の150年生の木のさし穂も発根率5%である。この木のさし穂は翌年に用いた場合でも発根率10%で悪く、さらに他の No. 6 の木のさし穂も発根率27.5%であり、あとの2個体のものは発根率が比較的良好かつたが、55.0%から72.5%どまりである。また、シバハラでは、5年生の木のさし穂の発根率85%の場合、No. 1 の100年生の木のさし穂は発根率30%、さらに No. 2 の200年生の木のさし穂は発根率2.5%しか得られていない。また、その翌年に用いた No. 3 および No. 4 のものも発根率5%と0%で著しく低い。

なお、この Table 1 によつても認められるように、老令木のさし穂は発根しても若い木のさし穂にくらべて根の数がきわめて少なく、また、その発根も遅いので根の木質化が遅く、さし木当年生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。

以上のべてきたように、老令木のさし穂は発根しにくいだけでなく、発根しても根量の少ない欠点があるので、さし穂の発根促進法としては、発根率が高まると同時に、根数も増加するような方法が要求されてくる。

2. 未発根苗の2年目の発根率

老令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も低いので、そのまま放っ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^{13) 23)}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、調査そのものも行われなかつたことによるかも知れない。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^{22), 26), 27)}では、さし付け土壌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、横山・前田²⁷⁾は 11 年生から 30 年生の親木 91 個体のさし穂について調査し、1 年目に全く発根しなかつたものでも 2 年目には発根率 77% も示した個体があり、全般的にみて、1 年目の発根率が低かつた個体は 2 年目の発根率が 1 年目よりも多かつたことを報告している。また、江藤¹²⁾は 1 年目の発根率が 78.1% の場合の未発根苗を、堆肥施用区と無施用区にわけてさし付け、2 年目の発根を調べた結果、発根率はそれぞれ 51%, 52% も得られたことをあげ、未発根苗の 2 年目の山行得苗率は、根頭がんしゅ病的な不良なものを除くことにより 50~60% は期待できるとのべている。

これと同様なことは、シバハラとリョウウスギの老令木のさし木においても認められた。その結果を示すと Table 4 のとおりである。この調査は 1 年目の発根成績が Table 3 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 2 のような赤土) に同様な方法でさし付けて 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令木のさし穂でも、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、すぐ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、最初の年にさし付けた本数から両年度の発根率を算出してみると Table 5 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 年生の老令木のさし穂では、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、

Table 3. 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 Races of cuttings	親木年令 Age of mother plants	さし付け 本 数 Number of cuttings	発 根 率 (%) % of rooted cuttings	平均根数 (本) No. of roots per rooted cuttings	平均根長 (cm) Length of roots per rooted cuttings	枯 損 率 (%) % of 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
リョウウスギ Ryowa	150	40	5.0	2.00	7.50	15.0

Table 4. 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 Races of cuttings	親木年令 Age of mother plants	さし付け 本 数 Number of cuttings	発 根 率 (%) % of rooted cuttings	平均根数 (本) No. of roots per rooted cuttings	平均根長 (cm) Length of roots per rooted cuttings	枯 損 率 (%) % of 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
リョウウスギ Ryowa	150	32	53.0	4.57	9.58	12.5

Table 5. さし付け後2年間の発根率
Rooting percentage in two years of *Cryptomeria japonica* cuttings

スギ品種 Races of cuttings	親木年令 Age of mother plants	さし付け 本数 Number of cuttings	発根率 (%) Rooting percent in			枯損率 (%) Dead percent 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

Table 6. 次代さし木の発根成績
Rooting results in second generations of *Cryptomeria japonica* cuttings

さし木代 世 Genera- tion	親木年令 Age of mother plants	さし付け 本数 Number of cuttings	発根率 % of rooted cuttings		平均根数 No. of roots per rooted cutting		平均根長 Length of roots per rooted cuttings		枯損率 % of 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

その割合は1年目の5～8倍の発根率となつている。

これらの結果から、老令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つておき、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し、さし穂をいつまでも枯らさない環境条件下⁷⁾²⁷⁾にさし付けてやる必要がある。

3. 次代さし木の発根率

発根しにくい老令木のさし穂でも、一度さし木苗が得られれば、これをもとにくり返しさし木していくとしだいに発根がよくなるといわれている⁷⁾²⁷⁾が、リョウワスギについて調査した結果を示すと Table 6 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、他の年令の親木は各1個体からさし穂をとり、1955年4月6日にさし付け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日さし付け11月1日に調査したものである。なお、さし付場所はいずれも京都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 2 のような赤土、次代さし木は黒色火山灰土壌を用いたため、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 6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、最も発根しにくかった 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。

これらのことから、老令木のさし穂は最初は発根しにくい、発根しにくくても、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、もともと老令木であつた親木から得られたさし木苗は、発根能力の貧弱であつた影響がある程度のこつている場合⁷⁾が多いので、Table 6 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、肥料を施さずに 1 年培養した程度の苗木からとつたものであるため、最初の親木が高令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施し、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、最初の親木が老令であつたものでも、Table 6 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。

Ⅲ 老令木のさし穂の発根能力低下の要因

親木の年令が古くなるにつれて発根能力が減退する事実は、組織の老化現象によるものであるといわれているが、これを発根の栄養生理面^{5), 27), 36)}から推察すると、発根に必要な貯蔵物質の減少と、発根には有害な老廃物質の蓄積という両面の見方が考えられる。そして、さらにスギ老令木のさし穂の発根しにくい要因についてみると、発根に必要な物質としては、発根を促すホルモン状物質^{3), 5)}の不足または欠乏と、発根を助長するような窒素化合物^{24), 25)}の減少、発根に有害な物質としては、ヤマモモ²¹⁾で認められたような発根阻害物質の蓄積という 3 つのことに注目される。

それで、これらの問題について試験を行つてきたので、それらの結果をもとにして考察してみよう。

1. ホルモン状物質の不足

不定根の発生にホルモン状物質の存在がぜひ必要であることは、LAIBACH と MÜLLER³⁾の仕事以来多くの研究⁵⁾によつてほぼ証明されている。また、これらのホルモン状物質としてはオーキシシンやヘテロキシシンなどの成長ホルモン、リゾカリンと称されるいわゆる発根ホルモン、カルスの形成発達をつかさどるとみられている創傷ホルモンなどが考えられてきたが、これらのうち発根を促す物質として最も確実視⁵⁾されているものは、オーキシシンやヘテロキシシンに類する 1 系列の成長ホルモンである。これらの成長ホルモンについての研究は最も進歩し、化学的構造もわかり、つぎつぎに合成され、すでに数種のものが発根促進剤³⁾として応用されている。

ただ、発根困難な植物では成長ホルモンの処理だけでは容易に発根しないものがあることから、発根に際しては成長ホルモン以外に他の物質の存在が必要ではないかと考えられている。すなわち、ピオチン、ビタミン B₁、糖分等がそれである。しかし、これらの物質は根源体の発達を助長させるところの第 2 要素^{3), 5)}として重要なもののようで、成長ホルモンが存在しないかぎり、発根は促進されないものと考えられている。

ところで、植物の成長ホルモンは正常に發育した植物では自然に体内に形成されて存在しているのが普通^{3), 33)}であるが、スギ老令木のさし穂では、この成長ホルモンが不足している場合が多いのではないかと考えられる。ことに、スギ老令木のさし穂にホルモン処理が有効なことについてはかなりの報告^{17), 26), 33)}が

あり、また実際にリョウウスギについてホルモン処理した結果でも、後述の Table 16 および 29 のとおり、無処理区の発根率が 5~10% のような発根能力の低いさし穂でも、ホルモン処理区は発根率が 90~100% にまで向上し、根数も 2~6 倍に増加するなど、驚異的な発根促進効果が認められたが、このような事実は、さし穂の発根しにくい第 1 の原因が成長ホルモン様物質の不足にあったことを物語っている。

2. 窒素化合物の減少

さし穂は発根するまでの間にも、同化器官をそなえているさし穂では炭水化物等が合成される¹⁹⁾ほか、さし床の肥料分を吸収しているような場合²⁰⁾もあるが、しかし、これら物質の補給量が消費量をうまわせるようになるまでの間は、主として自体内の貯蔵養分によつて生命を保たねばならない。このようなことから、さし穂の貯蔵養分の多少と発根との間には密接な関係があるものとして研究がなされている。

さし穂の貯蔵養分中、発根に最も関係のあるものとしては、炭水化物と窒素の量、およびその C—N 率の大小が最も注意されている。柴田²⁷⁾は従来発根をよくする方法として施肥、せん定、輪状はく皮、黄化処理などが有効なことが知られているが、このような方法は炭水化物を増し、C—N 率を高めるばかりでなく、発根ホルモンの蓄積を増大させる結果、これによつて根源体の発達が助長され、あるいは根源体生成の機能がうながされ、これまでさし木困難とされていたものが可能となり、また発根率や発根量を高めることができると説明している。また、菊地²⁸⁾は C—N 率の問題について諸学者の実験結果を総合して、「さし穂の C—N 率が高い場合、すなわち炭水化物の量が豊富であつて窒素量が比較的少ない場合には、発根作用は盛んであるが、新梢の発育はおそく、これと反対に、C—N 率が低い場合には、新梢の発育は早くあらわれるが、発根作用は不完全であつてかつ遅れる」と結んでいる。

ところが、さし木困難樹種では菊地の結論と一致しない場合が報告されている。すなわち、斎藤・須藤²⁹⁾の実験によれば、さし木困難樹種または不可能種では、がいしてさし穂内に含有される窒素分が少なく、さし木容易種において比較的多く含まれていることを認めている。また、さらにスギの親木の年令別さし穂について全窒素と全糖を定量²⁴⁾し、大体の傾向として、親木が老令になるにしたがつて窒素が減少して糖が多くなること、すなわち C—N 率が大になることを報じている。

また、筆者はスギの親木の年令別さし穂中の全窒素を定量したが、その結果でも、後述の Fig. 7 のように、200 年生と 100 年生の木のさし穂は 25 年生の木のものに比べて 0.13~0.29% も全窒素の少ないことが認められた。なお、また老令木の枝でも幹あるいは太枝などから芽ばえた不定枝は普通の枝にくらべて発根しやすいこと^{14) 29)}が知られているが、このような不定枝では全窒素の多いことが認められた。すなわち、後述の Table 17 の試験に用いたリョウウスギの 200 年生の木から得られた普通枝と不定枝の穂木 5 本ずつから、1 年生部分の枝葉をとつて水洗いし、その乾燥粉末を 1 まとめにして、KJELDAHL 法により全窒素を定量した結果では、普通枝と不定枝の全窒素量は 0.75% : 0.87% で、不定枝の方が 0.12% 多く、発根能力の高いことと関係がありそうに認められた。

なお、これらの場合の炭水化合物については定量していないのでなにもいえないが、ただ、斎藤・須藤²⁴⁾は親木の年令別さし穂のほかにも、陰葉と陽葉、樹冠の部位別、枝葉の年次別、苗木と合木、採穂時期別、スギの品種別などの各さし穂について全窒素と全糖を定量し、全窒素および全糖の含有量は掲の各種因子によつて変動するが、この変動は全窒素においてはなほだしく、全糖では小さいことを報告している。そして、これらの結果から、発根は C—N 率ではなくて、窒素と糖の絶対量によるものであることを主張し、スギの場合、乾物中に窒素は 0.8% ぐらい、糖は多いほどよいが 16% ぐらいが発根に適当

だとしている。

以上のべてきたようなことから、筆者はさし穂中の窒素量の少なすぎることは発根に不利となつていてと考え、発根促進の一方法として尿素の葉面散布を試みたところ、後述の Table 17 のように発根促進に役だつ効果が認められた。また、この場合尿素の最も効果的な散布適量は親木の年令によつて異なり、一般に窒素含量の少ない老令木のさし穂に対しては散布量を多くする必要があることを明らかにしたが、これらの事実は、老令木のさし穂では含有窒素量の少ないことが発根不良なことに関係していると考えられる。

3. 発根阻害物質の存在

スギ老令木のさし穂が発根しにくい大きな原因のうち、さし穂中のホルモン状物質や栄養物質の不足または欠乏が発根制限因子として働いている場合については前述したとおりである。しかし、さし木においてホルモン処理や尿素の葉面散布を方法を誤らずに行つても、効果があらわれないどころか、かえつて害があらわれてくるとか、その他発根促進にききめ³¹⁾がありそうな糖類、ビタミン類、磷酸、加里などの養分の補給処理を行つても、さし穂の発根は少しもよくなるというような場合も少なくない。このような事実、とくにどのような強さのホルモン処理を行つても、かえつて害があらわれてくるといふ事実がしばしば認められるということになると、ヤマモモのさし木についての研究結果からもみられたように、さし穂中に発根阻害物質が含まれているのではないかということを考えてみないわけにはいかない。

塚本³²⁾は常緑性および落葉性のもの 60 樹種余を使つて、発根の難易とでんぶんおよびタンニンの含有量との関係について実験を行い、1) タンニンに比してでんぶん含量の高いものはおおむねよく発根し、成長素処理による発根促進も著しく、2) でんぶん含量低く、タンニン含量の大きいものではがいして発根悪く、成長素処理の効果も不良であつたことを報告している。

森下および筆者²¹⁾は発根困難なクリやヤマモモだけでなく、発根容易なシダレヤナギにも、さし穂やかんなくずの浸出液にはシダレヤナギのさし穂に対する発根阻害作用のあることを認め、これらのさし穂中にはそうした発根阻害物質があるのではないかということのをべ、また、佐藤³³⁾はこれについて追試験を行い、アカマツについては認められないが、クリおよび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が確かめられた。

さらに、筆者²¹⁾はさし木が不可能とされていたヤマモモについて研究を行い、ヤマモモのさし穂中には発根阻害物質が存在し、この阻害物質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、年とつた木の枝に多く含まれるので、すぐれた発根率を得るには、できるだけ若い木の枝をさし穂に用いることが第一要件であることを明らかにした。

これらの結果から、スギのさし穂にも発根阻害物質が存在し、それが老令木のさし穂では多く含まれているのではないかと考え、試験を行つた。

1) さし穂の浸出液の発根阻害作用

A. 試験方法

リョウワスギのさし穂に阻害物質が存在するか否かを知るため、まず、さし穂に用いられるような枝の浸出液について発根阻害作用の有無を調べてみた。

その浸出材料は、4 月 5 日に、50 年生の木 3 個体から同一量の径 0.8~1.0 cm 部分の 2 年生枝を取り、せん定ばさみで 1~2 mm に輪切りした。浸出液はその濃度が問題になるので、つぎのように定めて

比較した。材料 500 g, 200 g, 100 g に、それぞれ蒸留水 1 l を加えて 1 昼夜浸出し、ろ紙でこし、400 cc を大型シャーレに入れ、発根阻害作用の検定用に、シダレヤナギの径 6~8 mm、長さ 10 cm のさし穂を 1 区 50 本あてひたし、 $25 \pm 2^\circ \text{C}$ の定温器内におき、7 日目に発根状態を調べた。また、別にこの実験と同様な浸出材料 400 g に蒸留水 1 l を加えて 2 昼夜浸出し、その浸出液 300 cc を大型シャーレに入れ、休眠期にとつて貯蔵しておいたイタチハギの径 0.8~1.0 cm、長さ 12 cm のさし穂を、1 区 50 本あてひたし、 $25 \pm 2^\circ \text{C}$ の定温器内におき、12 日目に発根状態を調査した。なお、実験に用いた浸出液の pH および浸透圧は Table 7 のとおりであつた。

B. 試験結果

各浸出液にひたしたシダレヤナギおよびイタチハギの発根状態は Table 8 のとおりで、リョウワスギのさし穂に用いられるような小枝の浸出液には著しい発根阻害作用があり、さらに、この阻害作用は濃度の高い液ほど強いことが認められた。

C. 考 察

浸出液の発根阻害作用と浸出液の浸透圧や pH とは関係があるように見えるが、用いた浸出液の浸透圧は、Table 7 のとおり、濃度が最も高い 500 g 液でも 1.03 であり、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。すなわち、著者²¹⁾はさきにヤマモモの浸出液の発根阻害作用は煮沸処理によつて完全に消失することを明らかにしたが、この場合の浸出液の浸透圧は 1.59 であつたにもかかわらず、シダレヤナギのさし穂に対する発根阻害作用は完全になくなつていたことからみて、スギの浸出液の 1.03 程度の浸透圧では発根を阻害しないものと考えられる。

他方、浸出液の pH も Table 7 のとおり、はじめは蒸留水の pH 6.2 に対して 5.3 程度でかなり低かつたが、さし穂を浸した 24 時間後には蒸留水の pH とほぼ同じ 6.0 近くまでに上昇していたし、また、さきに液の pH とシダレヤナギのさし穂の発根との関係について実験²¹⁾を行い、pH が 5.0~7.0 の範囲では発根率はあまり変わらないことを明らかにしたが、これらの結果からみて、浸出液の 5.1 程度の pH 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、リョウワスギのさし穂の浸出液に認められた発根阻害作用は、浸出液中のなんらかの物質の働きによるものであると推定される。

2) さし穂粉末の発根阻害作用

Table 7. 枝の浸出液の浸透圧と pH
Osmotic pressure and pH value of extract
from branches of *Cryptomeria japonica*

浸出液の濃度 Water extract of:	浸透圧 Osmotic pressure (At)	pH	
		さし付け前 at the beginning	さし付け後 1 日 目 after 1 days
0 g/l	0	6.2	6.2
100 g/l	0.51	5.7	6.0
200 g/l	—	5.7	6.0
500 g/l	1.03	5.3	5.9

Table 8.
枝の浸出液に浸したシダレヤナギ・イタチハギの発根
Rooting of slips of *Salix babylonica* and *Amarpha fruticosa* steeped in extract from branches of *Cryptomeria japonica*

実験材料 Test plants	浸出液 Extract	発根率 (%) % of rooted cuttings	平均根数 (本) No. of roots per rooted cuttings	平均根長 (cm) Length of roots per rooted cuttings
シダレヤナギ <i>Salix babylonica</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
イタチハギ <i>Amarpha fruticosa</i>	0 g/l	98	3.80	4.41
	400 g/l	42	2.20	0.60

A. 試験方法

スギのさし穂の浸出液中には発根阻害物質が存在すると推定されたので、本試験はさらにこれを確かめるため、スギさし穂の粉末をさし床に加えて、発根しやすい品種のボカスギをさし付け、発根が阻害されるか否かを調べた。この場合、リョウワスギのほか、発根しやすいボカスギの粉末についても同様にして調べてみた。

その粉末は、リョウワスギ、ボカスギとも 5 月 4 日に推定 50 年生の木 4 個体から、普通用いられている大きさの長さ 25~30 cm のさし穂を 5 本あてとり、これをそのまま風乾して手動粉碎機にかけて粉末にし、さし付け土壌 7 kg に 400 g を加えて均一に混ぜ合わせた。この土壌は大阪営林局亀山営林署鈴鹿苗畑の黒色火山灰土壌で、2 万分の 1 のワグネル Pot に入れ、ボカスギの 3 年生苗からとつた前年生枝のさし穂を 1 区 20 本とし、1 Pot に 5 本あてさし付けた。5 月 18 日にさし付け、9 月 21 日に発根状態を調査した。

B. 試験結果

スギの粉末を加えた土壌にさし付けたボカスギの発根状態は Table 9 のとおりで、さし穂の粉末加用区のもの、いずれも発根率が低く、発根の阻害されていることが認められた。ただ、 χ^2 -検定を行つてみた場合、ボカスギの粉末については発根阻害作用があるとはいきれないが、リョウワスギの粉末区では、枯損したさし穂が 1 本もないのに、対照区の発根率 55% にくらべて 30% も低く、この発根阻害作用はかなり強いものと認められる。

Table 9.

さし穂の粉末加用土壌にさし付けたボカスギの発根
Rooting of *Cryptomeria japonica* cuttings in
the soil loaded with dust from branch and
leaf of *Cryptomeria japonica*

試験区 Dust of branch and leaf of:	発根率 (%) % of rooted cuttings	平均根数 (本) No. of roots per rooted cutting	平均根長 (cm) Length of roots per rooted cutting	枯損率 (%) % of dead cuttings
対 照 Control	55	10.18	10.55	15
ボカスギ粉末 加 用 Boka Sugi	40	13.13	8.00	5
リョウワスギ 粉 末 加 用 Ryowa Sugi	25	7.00	9.05	0

個体差による影響もないとはいえないが、当試験はそれぞれ 4 個体の親木を用いて行つた結果であることから判断して、この阻害作用の差はスギの品種によるのではないかと考えられる。

他面、さし穂の乾燥粉末を加えた土壌でさし穂の発根が阻害されたという事実から、スギの伐採跡地をすぐさし床に使うと、その土壌にはスギの枯れたばかりの小枝や落葉の粉末が多く蓄積されているので、さし木の発根は阻害されるのではないかと想像される。また、スギのさし床を連年使用している場合も、枯損したさし穂の粉末が蓄積されて発根の阻害されることが予想されるので、これらのことがらはさし木実行上注意する必要がある。

C. 考 察

試験結果から、リョウワスギのさし穂の粉末中には発根阻害作用のあることが認められたが、この結果と、さし穂の浸出液にも著しい発根阻害作用があつて、その阻害作用がなんらかの物質の働きによるものであると認められた前試験の結果とを総合して考察すると、浸出液や粉末をとつたリョウワスギのさし穂中には、さし穂自体の発根をも阻害する物質が存在しているものと推定される。

なお、リョウワスギのさし穂の粉末の発根阻害作用がボカスギのさし穂の粉末より強かつたことについては、粉末をとつたさし穂の親木の

3) 親木の年令別さし穂の浸出液の発根阻害作用

A. 試験方法

さし穂中に存在すると推定される発根阻害物質は、ヤマモモのさし木²¹⁾で認められたように、発根しにくい老令木のさし穂に多く含まれているのではないかと考え、親木の年令が異なる5種類のさし穂の浸出液について発根阻害力を比較調査した。

浸出材料は後述の Table 17 の試験に用いたリョウワスギのさし穂からとつたものである。すなわち、親木の年令は推定 200 年生, 100 年生, 50 年生, 25 年生, 5 年生の5種類とし、5年生のものは40個体、他の年令のものは1個体から、親木の年令別に下枝を80本あてとり、全長20~35 cm に穂作りした際、それぞれのさし穂の下部1 cm 部分を切り集めて浸出材料に用いた。この浸出材料は、5年生の木のものは2年生枝部分、他の年令のものは3年生枝部分で、大きさは径6~10 mm であつた。浸出液は、浸出材料200 g あてを幅1 mm に輪切りし、蒸留水1 l を加えて1昼夜浸出し、ろ紙でこし、400 cc を大型シャーレに入れ、発根阻害作用の検定用に、シダレヤナギの径4~6 mm、長さ10 cm のさし穂を50本あてひたし、25±2°C の定温器内におき、7日目に発根状態を調査した。なお、この場合、200年生の木については幹から芽ばえした不定枝が得られたので、普通枝と比較する意味で同様に浸出液をとって阻害作用を調べた。

B. 試験結果

各浸出液にひたしたシダレヤナギの発根状態は Table 10 のとおりで、各浸出液が示した発根阻害作用は、前項の試験結果にくらべると、浸出液の濃度が薄かつたことにもよるのか一般に弱かつた。それでも、発根率については200年生の木のさし穂の浸出液に、根数については200年生、25年生、5年生の木のさし穂の浸出液に、根長についてはいずれの木のさし穂の浸出液にも阻害作用のあることが認められた。ただ、200年生の木の枝でも、不定枝の浸出液についてはなんら阻害作用が認められなかつた。ところで、これら各親木の浸出液の阻害力の強さを比較すると、阻害作用が最も強いと認められるものは、発根率、根数、根長がともに阻害されている200年生の木の浸出液であり、ついでに根数、根長が比較的強く阻害されている5年生の木の浸出液である。これらの浸出液については25年生>50年生>100年生の親木の浸出液の順を示しているが、これらの浸出液区の間にはほとんど差のないことが認められる。

Table 10.

親木の年令別枝浸出液に浸したシダレヤナギの発根
Rooting of slips of *Salix babylonica* steeped in
extract from *Cryptomeria japonica* of various
ages of tree and branch

浸 出 液 Water extract of:	発根率 (%) % of rooted cuttings	平均根数 (本) No. of roots per rooted cutting	平均根長 (cm) Length of roots per rooted cutting
5 年生の木の枝 Branches of 5 years old tree	96	2.84**	1.08**
25 年生の木の枝 Branches of 25 years old tree	100	2.98**	1.30**
50 年生の木の枝 Branches of 50 years old tree	98	3.89	1.27**
100 年生の木の枝 Branches of 100 years old tree	98	3.47	1.35**
200 年生の木の枝 Branches of 200 years old tree	92*	3.06*	0.75**
200 年生の木の不定枝 Adventitious branches of 200 years old tree	98	3.75	2.50
蒸 留 水 Distilled water	100	3.82	2.93

**, * は蒸留水区との間にそれぞれ1%, 5%の危険率で有意。

** Significant at 1% level.

* Significant at 5% level.

C. 考 察

試験の結果から、さし穂中に存在すると考えられる発根阻害物質は、200 年生のような非常に年とつた老令木の枝には多く含まれていると認めてもよいが、100 年生、50 年生、25 年生、5 年生の木の間では、浸出液の発根阻害作用はむしろ若い木のもののほど強い傾向を示していることから、木が年をとるほど阻害物質が多くなるという傾向は認めることができない。

ただ、5 年生の木の浸出液の発根阻害作用が 200 年生の木のもののについて強かつたことについては、浸出材料が皮層部の厚い枝であつたことによるものと考えられる。すなわち、浸出材料はさし穂を普通一般によく用いられている全長 20~35 cm の大きさに穂作りして、その下部 1 cm 部分からとつたため、25 年生以上の木のものは 3 年生枝部分であつたのに対して、5 年生の木のものは 2 年生枝部分となり、しかも、これがよく成長して緑色を帯びたものであつたため、一層皮層部の厚い部位の枝となつた。ところが、ヤマモモでの研究²¹⁾によれば、阻害物質は木質部分に少なく、このような皮層部に多く含まれていたことからみて、皮層部の厚い枝の浸出液ほど阻害作用が強かつたのではないかということも考慮に入れておく必要があろう。

また、さし穂中の種々の貯蔵物質は親木の性質や生育場所によつて含量のかなり違う場合^{18), 27)}が少なくない。それで、本試験でもこのような点はとくに考慮に入れ、5 年生以外の親木は立地条件がほぼ同一地区のお互に 100 m も離れていない箇所に生育していたものを用いたので、これらの親木だけについてみると、200 年生の木の浸出液が示した最も強い根発根阻害作用は、やはり木が老令であるためによるのではないかと考えられる。そして、他の 100 年生、50 年生、25 年生の木の浸出液については一定の傾向が認められなくても、樹令が 200 年生ぐらいの老令になるとさし穂中の阻害物質は急に多くなるという想定は可能であろう。

ただし、浸出液中に存在するような阻害物質が発根の制限因子として働いているとすると、親木の年令が古くても発根率が悪くないさし穂では阻害物質の少ないのが当然である。したがつて、本試験の結果についてはこの点からも検討してみることが必要であらう。そこで、本試験に用いたようなさし穂の発根成績を示せば Table 11 のとおりである。この発根成績は後述の Table 17 の試験結果の対照区の調査成績で、このさし穂の親木、採穂時期などは本試験のものと全く同一で、浸出材料はこのさし穂の基部からとつたほどである。この Table 11 によると、親木の年令が 5 年生および 25 年生のものは発根率 92.5

%, 50 年生および 100 年生のものは約 70.0 %, 200 年生のものは 20% で、5 年生から 100 年生の親木の間では樹令が古くても発根率は極端に低下していないのにくらべ、200 年生の親木のものは急に発根率が 20% に低下している。

それで、この結果と前述のさし穂の浸出液の発根阻害力とを総合して考察すると、阻害作用が最も強かつた 200 年生の木のさし穂は発根率も 20% で最も低く、発根阻害作用が強いことと発根率が悪いことと一致し、発根阻害物質が

Table 11. 親木の年令別さし穂の発根成績
Rooting results of *Cryptomeria japonica*
cuttings of various ages of mother tree

親木年令 Age of mother plants	発根率 (%) % of rooted cuttings	平均根数 (本) No. of roots per rooted cutting	平均根長 (cm) Length of roots per rooted cutting	枯損率 (%) % of dead cuttings
5	92.5	9.35	8.30	7.5
25	92.5	6.24	9.09	0
50	70.0	4.91	6.68	0
100	67.5	3.66	8.10	0
200	20.0	3.25	4.30	5.0
200 (不定枝)	50.0	3.87	8.34	0

多く含まれているために発根しにくいということになる。これに対して、100年生から5年生の木のさし穂の発根率は67.5～92.5%で、100年生の木のものでも発根率が大きく低下しなかつたのは、発根阻害作用が200年生の木のもののほど強くなくて、発根能力を大きく低下させるほど強く働かなかつたことによるのではないかと解釈される。なお、5年生の木のさし穂では、ある程度の阻害物質が含まれていても、他面発根に役だつ栄養物質が比較的豊富に含まれていることなど発根に有利な条件⁽⁵⁾⁽²⁸⁾をそなえているため、さし穂の発根率は結果的に悪くならなかつたものといえよう。

このように、さし穂の浸出液が示す発根阻害作用とそのさし穂自体の発根率とは関係があるということについては、200年生の木からとつた普通枝と不定枝のさし穂の発根能力について比較することによつても十分うかがわれるように思う。すなわち、親木が同一であるにもかかわらず、普通枝の浸出液には強い発根阻害作用があるに対し、不定枝の浸出液には阻害作用がほとんどなく、他方、さし穂の発根率も普通枝の20%に対し不定枝は50%であるなど、不定枝のさし穂は普通枝にくらべて浸出液の阻害作用が弱いことと発根率がよいことと一致している。この結果から、不定枝のさし穂が発根しやすいのは、発根に役だ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ということにもよるものとみなされる。

4) 発根阻害作用の消失に対する各種処理の効果

A. 試験方法

Table 12 に示したような処理法は、さし穂の発根促進に効果がある⁽²⁾⁽⁸⁾⁽¹⁴⁾⁽²¹⁾⁽²⁷⁾⁽³⁶⁾とされているものであるが、これらの処理はスギのさし穂中にあると考えられる発根阻害物質の働きをなくするのに有効ではないかと考え、これを実

Table 12. さし穂の処理液
Methods of treatment of slips of *Cryptomeria japonica*

処理の種類 Kind of treatment	処理の濃度 Concentration
水 Water	—
温湯 Hot water	30°～35°C
アルコール Alcohol	5%
過マンガン酸カリ Potassium permanganate	0.1%
消石灰 Slaked lime	5%
硝酸銀 Silver nitrate	0.05%

Table 13. 各種処理した枝の浸出液に浸したイタチハギの発根
Rooting of slips of *Amarpha fruticosa* stepped in extract from branches of *Cryptomeria japonica* treated with various methods

処理区 Kind of treatment	発根率 (%) % of rooted cuttings	平均根数 (本) No. of roots per rooted cutting	平均根長 (cm) Length of roots per rooted cutting	浸出液の pH pH of water extract
対照区 Control (Distilled water)	80	3.46	2.52	6.4
無処理区 Non treatment	52	3.30	1.22	6.2
水区 Water	76	3.61	1.65	6.2
温湯区 Hot water	60	2.98	1.68	6.2
アルコール区 Alcohol	72	2.98	2.07	6.0
過マンガン酸カリ区 Potassium permanganate	96	3.15	2.08	6.2
消石灰区 Slaked lime	88	3.70	1.16	7.1
硝酸銀区 Silver nitrate	80	3.80	1.37	6.2

験的に調べた。すなわち、さし穂を処理し、そのさし穂の浸出液に阻害作用が残っているかどうかを調べてみた。

処理に用いたさし穂は、Table 8 の実験に用いた浸出材料とほぼ同一条件のもとで採集し、2年生枝の径 6~8 mm の部分を長さ 10 cm に切りそろえ、1区あたり 150 g あてを、Table 12 に示した水道水、温湯、エチルアルコール 5% 液、過マンガン酸カリ 0.1% 液、石灰 5% 液、硝酸銀 0.05% 液の各 800 cc に、それぞれ 24 時間全体を浸し処理した。処理したさし穂は処理液の反応がなくなるまで十分水洗いして枝の中間部分から 100 g をとり、それを約 1 mm に輪切りして、蒸留水 500 cc を加えて 2 昼夜浸出した。この浸出液は脱脂綿でこし、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、処理区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と蒸留水区とを設けた。またイタチハギを浸した翌日に調査した各供試液の pH は Table 13 に示したとおりであった。

B. 試験結果

蒸留水および各浸出液に浸したイタチハギの発根状態は Table 13 のとおりであるが、無処理区の浸出液の阻害作用の強さと、各処理区の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、Table 13 に示した発根率、根数、根長について、それぞれ蒸留水区と各浸出液区との間の有意差の χ^2 -検定を行つ

Table 14. 蒸留水区との有意差
Significant difference between control and
treated section of rooting results shown
in Table 13

処 理 区 Kind of treatment	発根率 (%) % of rooted cuttings	平均根数 (本) No. of roots per rooted cuttings	平均根長 (cm) Length of roots per rooted cuttings
無 処 理 区 Non treatment	*	—	**
水 区 Water	—	—	**
温 湯 区 Hot water	—	—	**
アルコール区 Alcohol	—	—	*
過マンガン酸カリ区 Potassium permanganate	—	—	*
消石灰区 Slaked lime	—	—	**
硝酸銀区 Silver nitrate	—	—	**

*,** はそれぞれ 1%, 5% の危険率で有意。

** Significant at 1% level.

* Significant at 5% level.

た結果は Table 14 のとおりである。これらの結果によると、無処理の枝の浸出液区は発根率と根長の悪いことが著しく有意で、いままでの実験結果と同じように明らかに強い発根阻害作用のあることが認められる。

そこで、このような発根阻害作用をなくするのにはどんな処理が役だっているかについて、まず、蒸留水区との間の有意差の検定を行つた Table 14 の結果をみると、どの処理区の浸出液も、根長については危険率 1~5% 以下の有意差で発根阻害作用のあることが認められるが、発根率と根数については 5% 以下の危険率では有意差がなく発根阻害作用は認められない。

これらの結果から、各処理区の浸出液とも、発根率について危険率 5% 以下の有意差がないくらいにまで阻害作用の減少していることがわかつたので、それでは、どの処理が最も効果的に役だっているかを判定するため、さらに無処理区の浸出液と各処理区の浸出液との間の有意差の χ^2 -検定を行つた結果は Table 15 のとお

りである、これによれば、過マンガン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。この区は蒸留水区のものとくらべてみても、発根率がかえつて16%も高く、根長も蒸留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、根長では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留水区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っているといえよう。アルコール区は根長については過マンガン酸カリ区と変わら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、統計的には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っているが、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認められない。

C. 考 察

試験の結果から、過マンガン酸カリのほか、石灰、硝酸銀などの処理も、さし穂中に存在すると推定される発根阻害物質の働きをある程度除く効果があるものと認められる。なお、水、温湯などの処理は統計的に効果があるとは認められなかったが、阻害物質は水で浸出されるような水溶性のものであることからみて、簡単に効果がないとは決められない。むしろ、浸出液の阻害作用が少しでも減少していることからみて、わずかでも効果があるものとみておくのが妥当であろう。

なお、ここで阻害作用を除くのに役だつたこれらの処理が、実際にさし穂の発根促進法としてどの程度有効であるかについて行つた試験結果を示せば、後述の Table 19~21 のとおりである。この試験の方法および結果の詳しいことも後述するが、この結果によれば、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る。ただ、石灰、硝酸銀、温湯の3種類の処理は、単独処理ではほとんど効果がなく、あとからホルモン処理を行わないかぎり発根率をよくすることには役だっていない。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かなかつたかということについては、後述するとおり、阻害物質を除いても他面発根促進物質が不足しているためか、あるいは、処理中に発根促進物質をも消失させるような結果によるのではないかと考えられる。

要するに、これら2つの試験結果から、過マンガン酸カリ、石灰、硝酸銀などの処理は、さし穂中の発根阻害物質の作用を除き、発根促進効果があるものといえよう。また、温湯処理は枝の浸出液については

Table 15. 無処理区との有意差
Significant difference between non treated
and treated section of rooting results
shown in Table 13

処 理 区 Kind of treatment	発根率 (%) % of rooted cuttings	平均根数 (本) No. of roots per rooted cuttings	平均根長 (cm) Length of roots per rooted cuttings
水 区 Water	—	—	—
温 湯 区 Hot water	—	—	—
アルコール区 Alcohol	—	—	*
過マンガン酸カリ区 Potassium permanganate	**	—	*
消石灰区 Slaked lime	**	—	—
硝酸銀区 Silver nitrate	*	—	—

**, * はそれぞれ 1%, 5% の危険率で有意。

** Significant at 1% level.

* Significant at 5% level.

阻害作用がかなり残っていたが、さし穂の発根促進効果は石灰や硝酸銀などの処理に劣らない効果が認められていることから、阻害物質を除いて発根をよくするという効果は十分期待できるものといえよう。なお、これら以外の水、アルコールなどの処理は発根促進効果も期待できなかった。

Ⅳ 老令木のさし穂の発根促進法

さし木のすぐれた発根成績を得ようとする^{18), 27), 28)}からには、さし穂の生理的要因とさし付け後のさし穂に対する環境的要因とを充足させること、すなわち、発根能力の高い穂木を発根しやすい環境条件のさし床にさし付けてやるということが必要である。

ところが、スギ老令木のさし穂は一般に発根能力が不足している ので、いくら発根しやすい環境条件^{1), 14), 17), 28)}を与えても、発根能力そのものを高めてやらないかぎり、十分な発根率をうることはほとんど期待できないものといつてよかろう。このため、スギ老令木のさし木ではさし穂の発根能力を高めてやる方法が重要な研究課題となってくるが、その効果的な発根能力増進法といえは、それは発根能力の低い原因を究明し、それを取り除くことであろう。

このような見地から、スギ老令木のさし穂の発根困難な内的因子について検討を行い、その主なものとして、発根を促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、発根阻害物質の存在の3つがあげられることをのべてきたが、以下これらに対する効果的な発根促進法についてのべよう。

1. 成長ホルモン処理による方法

1) ホルモン処理の効果

不定根の発生に植物成長ホルモンの存在が必要であることは、すでにのべたとおりである。ところで、経済的に重要な植物のさし木において、成長ホルモン剤を用いて発根をよくさせる研究は COPER⁵⁾ によつて最初に行われて以来、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、スギについての研究結果^{1), 14), 17), 28)}を総合すると、ホルモン処理を行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 THIMANN⁵⁾ 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、著者²¹⁾はヤマモモの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っていることを明らかにしたが、この現象も WENT 等があげている第3の原因によく似ている。

また、一方これら第2、第3の原因によらなくても、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による処理条件の不備、あるいは、発根を発揮させるに必要なさし木の環境的条件の不適などによつて、ホルモン処理の効果があらわれない場合もあろう。

したがつて、ホルモン処理の効果がなかつたという例がかなりあつても、発根しやすいさし穂ならばともかく、発根しにくい老令木のさし穂ではホルモン処理の応用をあきらめることは早計である。むしろ、ホルモン処理の効果を増大させる方法について研究すべき余地が多く残されているものと考えられる。このような考えのもとに、リョウウスの老令木4個体のさし穂についてホルモン処理の効果を比較検討し

Table 16. ホルモン処理の効果
Effects of hormone treatment on rooting behavior of *Cryptomeria japonica* cuttings

親 木 Mother plants	ホルモン処理 Kind of treatment	発根率 (%) % of rooted cuttings	平均根数 (本) No. of roots per rooted cuttings	平均根長 (cm) Length of roots per rooted cuttings	新 芽 の 伸 長 量 (cm) Length of tops per germinated cuttings
No. 1	無 処 理 Water	55.0	3.44	8.42	0.38
	処 理 Hormone	100	21.10	8.93	1.17
	Water (不定枝 Adventitious branches)	(90.0)	(3.67)	(8.86)	(0.95)
No. 2	無 処 理 Water	27.5	3.56	7.52	1.20
	処 理 Hormone	90.0	14.10	9.56	2.02
	Water (不定枝 Adventitious branches)	(87.5)	(4.51)	(8.02)	(1.98)
No. 3	無 処 理 Water	10.0	3.25	5.35	1.39
	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
	処 理 Hormone	90.0	11.68	10.25	0.82

てみた。

A. 試験方法

親木は推定 150 年生のもの 4 個体を用いた。これらの親木 (Phot. 1) は富山県西礪波郡宮島村の地神社の境内に生育していたもので、いずれも 1957 年 3 月 29 日に樹冠の中部付近から穂木をとり、京都支場に持ち帰り、下部切口が 3 年生になるよう長さ 20~25 cm 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した 2 年生の不定枝がえられたので、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付け、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 5~6 cm を 24 時間浸し処理した。無処理は水に同時間浸した。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 1 m×2 m の木わくをつくり、これに Table 2 のような赤土を入れ、各親木の個体番号順に、無処理のものと同ホルモン処理したものを 2 列あて順次ベルト状に、1 わくに 200 本さし付けた。調査は 4 月 6 日にさし付けたものを 10 月 11 日に掘りとりて行つた。

B. 試験結果

発根状況を調査した結果は Table 16 および Phot. 2~13 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。ただ、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すぐれている。

C. 考 察

スギ老令木のさし穂にホルモン処理が有効なことは、すでに中江³⁸⁾、今井¹⁾、杉村および越智²⁶⁾、右田¹⁷⁾の諸氏によつて報告されている。しかし、これら従来³⁹⁾の報告からみると、この試験で認められたホルモン処理の効果は驚異的な大きい効果である。このすぐれた効果が認められたことについては、ホルモン剤の種類としてアルファ・ナフタリン酢酸ソーダが適して、その処理濃度や時間も最適であつたほか、さらに、さし床土壌が発根能力を十分に発揮させるうに適當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ろうが、その根本原因は、少なくともこれら老令木のさし穂の主要な発根制限因子が、成長ホルモン様物質の不足にあつたものとみなすことができる。

ただ、同じリョウウスギといわれる親木でも、その個体が違ふと発根能力が異なり、ホルモン処理の効果の大きさも違つてくる。たとえば、この Table 16 の結果によると、No. 1 の親木ではホルモン処理によつて発根率が 100% にまで向上しているが、他のものは、これよりもともと発根能力が高くても低くても、発根率の向上は 90% 程度でとどまつている。この違いについては、親木によつて発根を促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不足ということの以外にもあるのではないかと考えられる。

また、発根するために成長ホルモンの要求度が高いようなさし穂でも、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 19 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あつていないが、発根阻害物質を除くのに少しでも役だつ温湯や石灰や硝酸銀などの処理を行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つた場合でないとホルモン処理の効果が十分あらわれないという事実は、WENT および THIMANN⁴⁾ がホルモン処理を行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²⁶⁾³⁸⁾ 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、発根能力の低い老令木のうちには、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いとか、少ししか役だ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當な方法で前処理を行うようにすれば、ホルモン処理の効果は増大したものが得られ、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らう。

2) ホルモン処理の適濃度と時間

今日植物成長ホルモンといわれるものは多数あるが、そのうちで発根促進剤⁴⁾として広く応用されているものは、アルファ・ナフタリン酢酸、インドール酪酸、インドール-3-酪酸など数種にすぎない。これらのホルモン剤を用いる方法³⁾²⁷⁾としては、ラノリン軟こう法、注射法、浸漬法、粉末塗布法、散布法など種々あるが、木本植物には浸漬法が簡便とされている。この浸漬法の特徴³²⁾とする点は、操作の簡単な

こと、濃度が薄くて効力があること、有効濃度の幅が比較的に広いことなどがあげられている。

ホルモンの浸漬処理を行うにあたって最も注意しなければならないことは、処理液の濃度と処理時間である。一般に成長ホルモンの有効性は、ある程度までは濃度が高くなるにしたがつて増進するが、ある一定濃度を越えると順次害作用の方が強くなり、かえって不成績に終る場合がある。このような関係は処理時間の長さについてもいえる。

ホルモン処理の最適濃度は、ホルモン剤の種類によつて違い、一般にアルファ・ナフタリン酢酸ソーダはインドール酪酸やインドール酢酸などよりも低い濃度で足りる^{31,27)}とせられている。また、同じホルモン剤でも樹種によることはもちろん、季節、採穂部位、親木の年令などによつても最適濃度は違ふとさえいわれている。

このようなことから、現在最も多く市販化されていて実用性も高いと考えられるアルファ・ナフタリン酢酸ソーダを用いて、スギ老令木のさし穂に対する処理液の適濃度を確かめてみた。

A. 試験方法

さし穂は前項の試験で用いた No. 1 および No. 2 の親木からとつたものを 180 本あて、計 360 本用いた。採穂時期、穂作り方法なども前項の試験の場合と同じにした。供試本数は 1 区あたり各親木から 10 本ずつ計 20 本あてとし、アルファ・ナフタリン酢酸ソーダの 0.005% 液、0.01% 液、0.02% 液に、それぞれ 12 時間、24 時間、48 時間あて、下部切口 5~6 cm を浸漬処理した。ただし、0.02% 液については 48 時間区は処理が強すぎるものとして設けないことにした。処理は 4 月 4 日 14 時に開始し、4 月 6 日 14 時に終え、ただちにさし付けた。この場合、各処理の終了時刻は 48 時間区と同一にする必要があるため、12 時間区と 24 時間区のものは、それぞれ処理前の 36 時間、24 時間は水のみに浸しておき、また、対照区のものは最初から同様に水に 48 時間浸しておいた。なお、処理中の気象条件はさし穂の蒸散作用に関係があるが、この処理開始日から処理終了日の 3 日間の気温は平均 6.9°C、最高 19.0°C、最低 1.5°C であり、また、湿度は平均 67%、最大 91%、最小 24% であつた。さし付け場所、さし床の赤土、さし付け方法、さし付け後の管理などは、前項の試験の場合とほぼ同一にした。試験

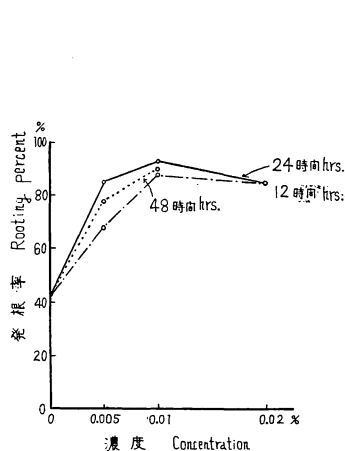


Fig. 1

ホルモン処理の濃度とさし木の発根率との関係
Effects of concentration of hormone treatment on rooting percentage of *Cryptomeria japonica* cuttings

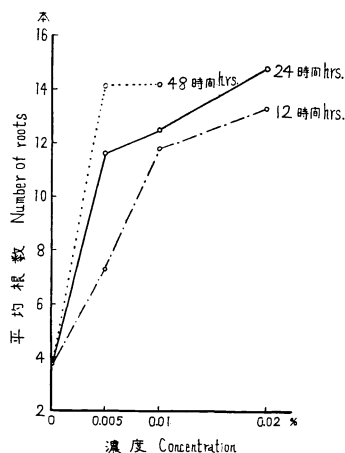


Fig. 2 ホルモン処理の濃度とさし木の平均根数との関係

Effects of concentration of hormone treatment on number of roots per rooted cuttings of *Cryptomeria japonica*

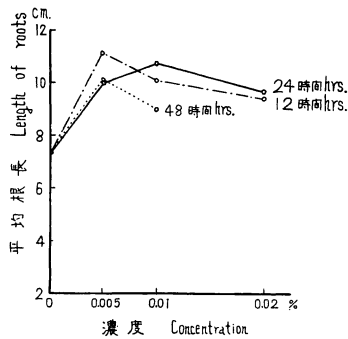


Fig. 3 ホルモン処理の濃度とさし木の平均根長との関係
Effects of concentration of hormone treatment on length of roots per rooted cuttings of *Cryptomeria japonica*

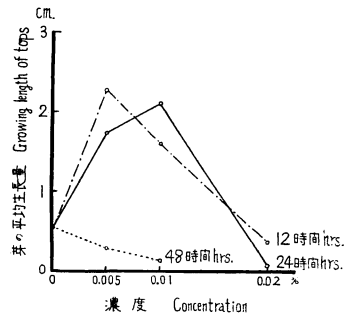


Fig. 4 ホルモン処理の濃度とさし木の芽の平均伸長量との関係
Effects of concentration of hormone treatment on length of tops per germinated cuttings of *Cryptomeria japonica*

区は2区制として行い、9月27日に発根成績を調査した。

B. 試験結果

各処理区の発根成績および地上部の成長量を調査した結果は、Fig. 1~4 および Phot. 14~22 のとおりである。

まず、発根率を示した Fig. 1 によると、無処理区の発根率 42.5% の場合、ホルモン処理区はいずれの濃度も発根率が向上し、発根促進に役だっている。このうち最も発根率のよくなっている濃度は、いずれの処理時間においても 0.01% 液区で、これより濃い 0.02% 液区がこれにつき、薄い 0.005% 液区が最も劣っている。この結果から、発根率の向上に対するホルモン処理の最適濃度は 0.01% 液ぐらいで、0.02% 液では濃すぎるものといえる。

他方、処理時間についてみると、最も発根率のよくなっている時間は、いずれの濃度においても 24 時間区で、48 時間区がこれにつき、12 時間区が最も劣っている。ただし、適濃度であることを示している 0.01% 液においては、12 時間区、24 時間区、48 時間区の発根率の差はわずか 5% 以内で、それらの効力にはあまり差がなく、適処理時間は 12~48 時間で幅がかなり広いことを示している。その点、濃度の低い 0.005% 液では、12 時間区は短かすぎて効力がかかなり劣っている。また、反対に濃度の高い 0.02% 液では、12 時間区と 24 時間区とでは効力に差がなかったが、24 時間以上の処理時間は長すぎて発根率はかえって低下する傾向がうかがわれる。

つぎに、根数との関係を示した Fig. 2 についてみると、根数は濃度の高い液ほど多く増加し、効果的に役だっている。また、処理時間についても同様に処理時間の長い区ほど大きい効果があられている。

また、根長との関係を示した Fig. 3 についてみると、根長は濃度の薄い 0.005% 液区のもの最も長く、濃度が高くなるにつれて短くなる傾向を示している。処理時間についても同様に時間が長くなるにつれて短くなる傾向がみうけられる。

他方、新芽の成長量との関係を示した Fig. 4 についてみると、芽の成長量は 0.005% 液区と 0.01% 液区ではすぐれているが、これより濃度の高い 0.02% 液区では無処理区よりもかえって小さく、この濃度では抑制的に働いていることが認められる。また、処理時間については、12 時間区と 24 時間区とでは大きな差はないが、48 時間区では芽の成長が著しく抑制されている。

C. 考 察

試験結果を総合して、スギ老令木のさし穂に対するホルモン処理の適濃度とその適処理時間を判定してみよう。ホルモン剤としてアルファ・ナフタリン酢酸ソーダを用いる場合でも、その処理液の最適濃度は発根率と根数と根長とではかなり違っている。発根率においては 0.01% 液が最適であつたが、根数においてはこれより濃度の高い 0.02% 液が効力が最大であり、根長においては濃度の低い 0.005% 液が最も効果的に役だっている。しかし、発根しにくい老令木のさし穂では、発根量を多くすることも必要ではあるが、発根率を高めて活着成績を向上させることがまず第 1 に重要視されなければならない。このような見地から、発根率の向上に最も役だっただけでなく、根数、根長も比較的多く増加する処理液の濃度を判定すると、その最適濃度は 0.01% 液ぐらいであるといえよう。そして、この場合の適当な処理時間は 24 時間ぐらいが標準で、さらに翌日のさし付け作業の開始時刻を考慮にいれても、12 時間以上 48 時間の範囲内が実用的な処理時間であるとみてよいであろう。ただ、処理時間が短くなるほど根数増加の効力は不足することを知っておく必要がある。

また、本試験でのホルモン処理中の気温は 1.5~19.0°, 湿度は 24~91% であつたが、これより温度が低く、湿度も高いような条件下では、さし穂の蒸散作用が衰え、ホルモンの吸収量も少なくなるのではないと思われるので、さし穂の蒸散作用に対する気象条件によつて、適処理の強さはいくぶん違ってくるかもしれないということも考慮にいれておく必要があると思う。

なお、濃度の高い液を用いて短時間処理したという場合もあるが、これはホルモン剤がそれだけ多くいる。ホルモン剤は需要量の増加につれて単価がかなり高くなっている現状においては、ホルモン剤が 1/2 ですむか 1/3 ですむかの問題は実用上軽視するわけにはいかない。また、たとえ経費を度外視しても、濃度の高い液は適処理時間の幅が狭いので、それだけ効力に安定性が少なくなるといううらみがある。

一方、新芽の成長量はホルモン処理の濃度が高すぎると、また処理時間も長すぎると抑制されたが、これは成長ホルモンの作用の一般的傾向⁵¹⁾で別に新しいことではないが、その抑制力が急に強くあらわれる限界濃度を知っておくことは、ホルモンの適濃度を判定する一つの目安になるだろう。

2. 尿素有の葉面散布による方法

スギのさし木において、さし穂中の窒素の多少が発根に関係のあること、また、老令木のさし穂ではその窒素の含量が比較的小なく、これが一つの発根制限因子となつているということについては前述したとおりである。

このことから、スギ老令木のさし木において、さし穂中の窒素量を高めてやることは発根促進に有効ではないかと考えられる。さし穂中の窒素量を高めてやる方法としては、まず尿素有の葉面散布が考えられる。この散布法としては、さし付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性が伴う。このため簡便で、しかも実用的な方法としては、さし付け後のさし穂に散布する方法の効果が期待される。

スギのさし木で尿素有の葉面散布を行つて発根をよくしようとする試みは塘²²⁾により記載されているが、その後、著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、尿素有の葉面散布は発根促進に役だつことのほか、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²²⁾で発表したもので、ここでは、そのうちか

Table 17. 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 Races of cuttings	親木年齢 Age of mother plants	葉面散布 Foliage sprays	発根率 (%) % of rooted cuttings	平均根数 (本) No. of roots per rooted cuttings	平均根長 (cm) Length of roots per rooted cuttings	芽の平均 伸 長 量 (cm) Length of tops per germinated cuttings	枯損率 (%) % of dead cuttings
リョウワスギ Ryowa Sugi	5	対照(水) 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	対照(水) Water	92.5	6.24	9.09	2.55	0
		尿 素 Urea	82.5	9.34	9.20	3.28	7.5
	50	対照(水) Water	70.0	4.91	6.67	1.22	0
		尿 素 Urea	67.5	6.45	7.16	4.31	12.5
	100	対照(水) Water	67.5	3.66	8.10	1.37	0
		尿 素 Urea	57.5	5.33	9.14	2.68	25.0
	200	対照(水) Water	20.0	3.25	4.30	0	5.0
		尿 素 Urea	52.5	3.49	7.43	0.88	7.5
	200 (不定枝) Adventitious branches	対照(水) 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 Sugi	5	対照(水) 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	対照(水) 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	対照(水) Water	65.0	4.10	10.19	0.51	0
		尿 素 Urea	50.0	5.46	9.37	2.17	7.5
	100	対照(水) 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	対照(水) Water	2.5	1.00	10.00	0	2.5
		尿 素 Urea	17.5	2.58	1.67	0	15.0

ら老令木のさし穂に対する散布効果と散布適量の概要をのべることにする。

1) 尿素葉面散布の効果

尿素の葉面散布が老令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 17 のとおりである。なお、この試験方法の要点を簡単にのべるとつぎのとおりである。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0.3 g とし、これを6 回にわけて散布した。第1 回目はさし付けた翌日に行い、その後はほぼ5 日目ごとに繰り返し散布した。さし付け本数は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 2 のような赤土であり、リョウワスギは4 月6 日、シバハラは4 月23 日にさし付け、10 月25 日に掘りと

つて調査した。

この Table 17 によると、尿素有の葉面散布は発根しにくい老令木のさし穂の発根促進に役だっていることが認められる。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、老令木でも普通枝より不定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不定枝のさし穂では、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、尿素有の葉面散布は、これら発根しにくい 200 年生の木のさし穂では効果的に役だっているが、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だつていても、発根率の向上にはあまり役だっていない。しかし、これは尿素有の散布量をさし穂 1 本あたり 0.3 g にしたことが、親木の年令の若いさし穂には多すぎてよくなかつたものと考えられる。すなわち、後述するように、尿素有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 0.1 g ぐらゐで十分で、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 0.3 g の尿素有の散布量は、さし穂中の窒素が不足しているような老令木のさし穂では適量に近かつたが、窒素が比較的多く含まれている年の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。

2) 尿素有の散布適量

尿素有の効果的な散布適量はさし穂中の窒素量によつて決まってくる。ところが、尿素有の散布適量を決定づけるところのさし穂中の窒素量は、スギの品種、親木の年令、親木の生育場所、採穂時期、樹冠の採穂部位、さし穂の大きさなどの条件²⁴⁾によつて違ってくる。しかし、これら条件のうち、親木の年令と散布適量との関係は、尿素有の葉面散布を老令木のさし穂の発根促進法として適用するうえにぜひ明らかにしておくことが必要である。それで、北山地方の発根不良品種であるシバハラの 200 年生、100 年生、25 年生の各親木のさし穂について、尿素有の散布適量をしるために行つた試験結果をあげれば Fig. 5~6 のとおりである。この試験では、尿素有は各散布量区ごとにさし付け後 5 日目に第 1 回散布を行い、その後 7 日

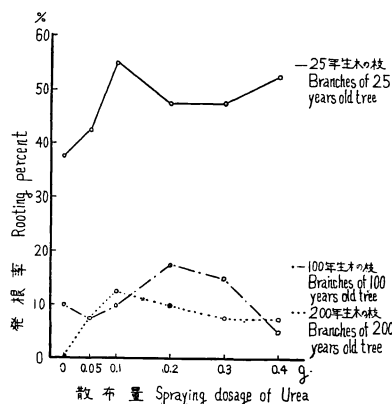


Fig. 5

尿素散布量とさし木の発根率との関係
Effects of spraying dosage of Urea on
rooting percentage of *Cryptomeria
japonica* cuttings

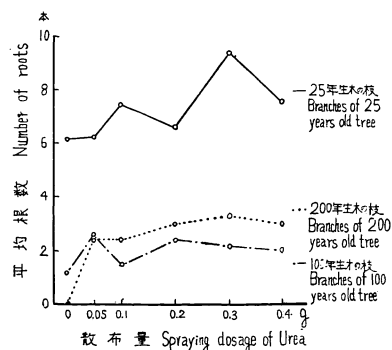


Fig. 6

尿素散布量とさし木の平均根数との関係
Effects of spraying dosage of Urea on
number of roots per rooted cuttings of
Cryptomeria japonica

目おきに計 8 回にわけて散布した。

まず、散布量と発根率との関係を示した Fig. 5 についてみると、最も発根率がよくなっている区は、200 年生の木のさし穂では 0.1 g 区、100 年生の木のさし穂では 0.2 g 区、25 年生の木のさし穂では 200 年生の木のさし穂と同一の 0.1 g 区である。一方、これらの区は、Fig. 6 に示した平均根数についてみても、根数が比較的多く増加している区にあたっている。したがって、発根成績からみた散布適量区はほぼこれらの区であると判定される。

この場合、200 年生の木のさし穂の散布適量は、親木が年をとっているにもかかわらず 25 年生の木のさし穂と同一で、100 年生の木のさし穂より少なくてよかつたのは、多分生育場所の差により 100 年生の木のさし穂より含有窒素量が多かつたためと思われる。すなわち、Fig. 7 は散布量とさし穂中の窒素の増加量との関係を調査した結果で、これは尿素散布終了後 5 日目のさし穂について定量したものであるが、200 年生の木のさし穂は 100 年生の木のさし穂より窒素がもともと 0.17% ほど多く含まれている。

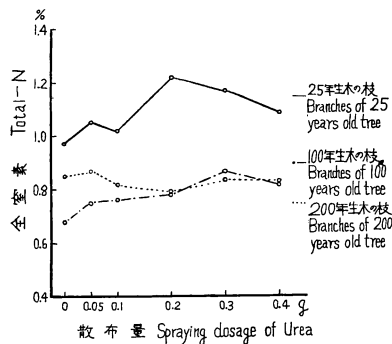


Fig. 7 尿素散布量とさし穂中の全窒素増加量との関係
Effects of spraying dosage of Urea on total-N contained in slips of *Cryptomeria japonica*

る。

なお、この Fig. 7 に示した窒素の増加量から散布適量区について検討を加えてみると、200 年生の木のさし穂については窒素の増加が認められなかつたが、他の 100 年生と 25 年生の木のさし穂とで認められる窒素増加量の最高の区は、それぞれ 0.3 g 区、0.2 g 区で、これらの区は発根率が最高であつた散布適量区よりも 0.1 g ぐらいつつ散布量の多い区にあたり、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ことを示している。

以上のべてきたようなことから、尿素有散布適量はさし穂中の窒素の多少によつて違つてくるとしても、ほぼ 100 年生以上の老令木のさし穂では、この試験に用いた長さ 30 cm、重さ 30 g 程度のさし穂の場合、さし穂 1 本あたり 0.1~0.2 g 程度の散布量で尿素の効果は十分得られるものと推定できる。

3) 尿素有散布方法

尿素有葉面散布の効力は、散布量だけでなく、散布液の濃度、散布時期、散布回数など散布方法の適否によつても大きく違つてくるものである。これらの試験結果および実際方法については、林業試験場研究報告²²⁾を参照されたい。

3. 発根阻害物質を除く処理による方法

リョウワスギのさし穂中には一種の発根阻害物質が存在し、これが老令木のさし穂では多く含まれていて、さし穂自体の発根能力を低下させているのではないかということは、すでに検討したとおりである。また、その際さし木の発根促進法として有効なことが知られている温湯、アルコール、過マンガン酸カリ、石灰、硝酸銀などの処理は、発根阻害物質を除くような効果があるのではないかと考え実験をすすめた結果、少なくとも過マンガン酸カリ、石灰、硝酸銀などはその効果があり、また、温湯も阻害物質が水溶性のものであることからみて効果がないとはまだ決められないということをのべた。このような結果から、これらの処理を実際にさし穂に適用してみて、発根促進に役だってくれるか否かを調べてみた。

Table 18. さし穂の処理液
Methods of treatment of slips of *Cryptomeria japonica*

処理順位 Order of treatment	処 理 の 種 類 Kind of treatment	処理の濃度 Concentration	処理記号 Mark
1	水 (対照) Water (control)	—	I
	温 湯 Hot water	30°~35°C	II
	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

1) 各種薬剤処理の効果²⁰⁾

A. 試験方法

さし穂は4月28日に富山県西礪波郡宮島村矢波に生育していた47年生のリョウウスギ1個体を根元からきり倒して約2,000本の穂木をとり、下部切口が2年生になるようせん定ばさみで長さ20~25cmに切りそろえて穂作りした。さし穂の処理は、1区あたり80本をTable 18に示した方法にしたがつて組み合わせて処理を行い、計24区の試験区から各処理の効果の有無・程度を比較判定した。この場合、第1回処理群と第2回処理群は発根阻害物質を除去するという見地から行つたものであり、また、第3回処理のアルファ・ナフタリン酢酸ソーダは発根促進ホルモンを補給するという意味で用いたものである。したがつて、処理は計3回組み合わせて行つたので、処理時間は毎回12時間とし、計36時間あてになつた。処理はさし穂の下部切口5~8cmを浸し、処理が終るごとに切口についている液を水で洗い落した。さし付けは5月2日に1区あたり80本を10×10cmの間隔にさし付けた。さし付け場所は富山県西礪波郡石動町の県営苗畑で、この土地はスギ伐採跡地3年目の土壌であるため落葉腐植の豊富な埴壌土であつた。試験区は1区の面積1m²をFig. 8のとおり配置し、気象の影響を均一化するため炭俵を利用して周囲にも日よけをした。管理はさし付け後ただちに日おいを設け、9月末日にこれを取り除いたほかは特別に行なかつた。調査はさし付け後約6ヵ月目の11月10~11日に掘りとりて行つた。

B. 試験結果

各試験区ごとに、さし穂の発根率、根数、根長、枯損率を調査した結果はTable 19~22のとおりである。これら各試験区は3

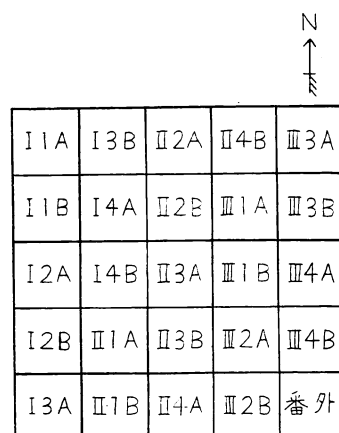
Fig. 8 試験区配置図
Arrange plan of experiment plots

Table 19. 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)	アルファ・ナフタリン酢酸ソーダ Sodium-alpha-naphthalene 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
アルコール + エーテル 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 20. 処理別さし木の平均根数 (本)
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)	アルファ・ナフタリン酢酸ソーダ Sodium-alpha-naphthalene 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
アルコール + エーテル 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	0	3.3

Table 21. 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 (対照) Water (control)	アルファ・ナフタリン酢酸ソーダ Sodium-alpha-naphthalen 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
アルコール + エーテル Alcohol+Ether	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	0	8.97

Table 22. 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 (対照) Water (control)	アルファ・ナフタリン酢酸ソーダ Sodium-alpha-naphthalen 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
アルコール + エーテル Alcohol+Ether	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 23. 発根率の分散分析
Analysis of variance of rooting percentage
shown in Table 19

変 動 因 Factor	平方和 s. s	自由度 d. f	分 散 m. s	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 1%, 5% の危険率で有意。

** Significant at 1% level.

* Significant at 5% level.

Table 24. 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 19

第 1 回処理 First treatment	第 2 回処理 Second treatment	X 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**
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 1%, 5% の危険率で有意。

** Significant at 1% level.

* Significant at 5% level.

率が高くなっていることと関係がありそうである。そこで、今度はホルモン処理を行つた区と行わない区にわけて、第 2 回処理群の水 (対照) 区と各処理区との間の発根率の差について、X²-検定を行つてみた結果は Table 25 のとおりで、過マンガン酸カリ区だけはあとからホルモン処理を行わない場合には危険率 1% 以下の有意差が認められ、過マンガン酸カリは単独処理で発根率を高めることに役だっている。

種の処理の組合せによつてできているので、各種処理の効果は処理群の分散分析によつて判定することにした。

A) 発根率

Table 19 の発根率について分散分析の結果は Table 23 のとおりで、第 3 回処理群には危険率 5% 以下の有意差が認められたが、第 1 回および第 2 回の処理群にはそれが認められなかった。

この結果から、まず、第 3 回処理群のアルファ・ナフタリン酢酸ソーダによるホルモン処理だけは発根率を高める効果があるといわなければならないが、しかし、第 1 回処理および第 2 回処理の種類ごとに、ホルモン処理を行つた区と行わない区との間の発根率の差について、X²-検定を行つた結果は Table 24 のとおりで、ホルモン処理だけの区が発根率 13.7% と水だけの無処理区が発根率 8.7% との差はわずか 5% で、この区間には危険率 5% 以下の有意差は認められず、ホルモン処理の効果があるとはいえない。ホルモン処理の効果があるといえるのは、ホルモン処理を行うまゝに温湯、石灰、硝酸銀などの処理を行つた区においてだけである。この結果から、ホルモン処理は発根率を高める効果があるといつても、それは温湯、石灰、硝酸銀などの前処理を行つた場合でないと効果はわずかしかあらわれていないといえる。

他方、分散分析の結果の Table 23 によると、第 2 回処理群と第 3 回処理群との交互間には危険率 5% 以下の有意差が認められている。これは第 2 回処理群内の過マンガン酸カリ処理区が、第 3 回処理のホルモン処理を行わない場合においては、他の処理よりもずばぬけて発根

Table 25. 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 19

第1回処理 First treatment	第2回処理 Second treatment	ホルモン処理しない 場合の $\chi^2_{(1)}$ Not hormone treatment	ホルモン処理した 場合の $\chi^2_{(1)}$ Hormone treatment
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*
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 1%, 5% の危険率で有意。

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

そして、この処理は他の温湯や石灰や硝酸銀などの処理とは反対に、あとからホルモン処理を行った場合には発根率向上の効果がかえって減少している。

ここで、発根率をよくする効果が認められたホルモン処理と過マンガン酸カリ処理との効力を比較してみると、水だけの無処理区の発根率 7.8% に対し、ホルモン処理だけの区は発根率 13.7% にしか高くなくついでないのに、過マンガン酸カリ処理だけの区は発根率 27.5% に高まり、両区の発根率の間には危険率 5% 以下の有意差が認められる。この結果からみて、単独処理の場合にはホルモン処理よりも過マンガン酸カリ処理の方が効果が大きいといえよう。

B) 平均根数

Table 20 の平均根数について分散分析の結果は Table 26 のとおりで、第1回および第3回処理群にはともに危険率 5% 以下の有意差が認められたが、第2回処理群にはそれが認められなかった。そして、この第1回処理群の有意性は温湯処理が有効であることを示し、第3回処理群の有意性はホルモン処理が有効であることを示している。

他方、第2回処理群と第3回処理群の交互間には危険率 5% 以下の有意差が認められているが、これは発根率について認められたと同様に、過マンガン酸カリ処理はホルモン処理しない場合に根数を多くすることに役だっているこ

Table 26. 平均根数の分散分析
Analysis of variance of number of roots per
rooted cuttings shown in Table 20

変動因 Factor	平方和 s. s	自由度 d. f	分散 m. s	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 1%, 5% の危険率で有意。

** Significant at 1% level.

* Significant at 5% level.

Table 27. 平均根長の分散分析
Analysis of variance of length of roots per
rooted cuttings shown in Table 21

変 動 因 Factor	平方和 s. s	自由度 d. f	分 散 m. s	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		

も効果的に役だっている。

C) 平均根長

Table 21 の平均根長について分散分析の結果は Table 27 のとおりで、いずれの処理群にも危険率 5% 以下の有意差は認められず、各処理とも根長をよくする効果は認められない。

D) 枯 損 率

Table 22 の枯損率について分散分析を行ったが、いずれの処理群にも危険率 5% 以下の有意差は認められなかった。

ただ、アルコール＋エーテル区のさし穂は枯損するまでにいたらなくても切口面が害され、多量のカルスがこぶ状に形成されていたが、これは処理液中のエーテルの薬害によるのではないと思われる。また、硝酸銀処理区のさし穂も切口部分 1 mm ほどが灰黒色に害され、あとからホルモン処理を行わない場合には、発根率がえつて低下する傾向が認められたが、切口面が害されることは濃度の影響にもよるが、スギ以外のさし穂についても認められる硝酸銀処理の一般的現象である。

C. 考 察

試験結果を総合して、各処理の効果を比較判定してみよう。本試験で無処理（水）区の発根率がわずかに 10% にも達しなかつたのは、試験地が富山県石動地方であつたため比較的発根適温期間が短く、また、さし付け土壌もスギ伐採跡地なのでイヤ地現象があつたかもしれないと考えられるように、さし床の環境的条件が必ずしも発根に適当でなかつたことによるかもしれない。しかし、この地区の苗畑でもボカスギのさし木養苗は容易に成功³⁹⁾ していることからみれば、やはり試験に用いた親木が 47 年生であつたことと、さらにボカスギよりは発根にくい品種のリョウワスギであつたことにもよるものと考えられる。

このような発根能力のさし穂に対して、さし穂中の発根阻害物質を除いて発根をよくするという見地から行つた各種処理のうち、過マンガン酸カリ処理は発根率を 27.5% に高め、根数を多くすることにも役だつなど、最も発根促進効果が大きいことを認めた。また、温湯処理は根数を多くする効果は認められるが、発根率向上の効果は認められない。しかし、この温湯処理と石灰処理とは、あとからホルモン処理を併用す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併用した場合には石灰処理と同程度の効果が認められるが、単独処理では発根率をえつて低下させている。なお、アルコール＋エーテル処理はホルモン処理と併用しても発根促進効果は認められない。

とを示している。

なお、これ以外の処理については効果があるとは認められない。ただ、ここでホルモン処理の効果のあらわれかたについてみると、ホルモン処理は効果があると認められはしたが、しかし、ホルモン処理だけの区では根数は少しも増加していないことから考えて、温湯や石灰や硝酸銀などで前処理を行わなければ効果があまりあらわれないものとみておかなければならない。なお、このような前処理としては温湯が最

ところで、これら処理のうち、過マンガン酸カリ、石灰、硝酸銀の各処理がさし穂中の発根阻害物質の作用を除くのに有効であること、また温湯処理もそのような効果が少しはあるということについては、すでに Table 13 の結果によつてのべたとおりであるが、このような結果も総合して考察すると、これらの処理がさし穂の発根促進に有効であるのは、さし穂中の阻害物質の作用を除く結果によるものとみなすことができる。なお、この場合、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ったことについては、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、発根促進物質を補給するという意味で用いた成長ホルモンのアルファ・ナフタリン酢酸ソーダ処理は、処理するまえに、温湯、石灰、硝酸銀などの処理をしなければ、過マンガン酸カリ処理以上の効果は認められていない。

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^{11) 16) 35) 38)}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つたものでないと十分あらわれなかつたことについては、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、発根阻害物質の影響が強いヤマモモでの研究²¹⁾によれば、この発根阻害物質はアルファ・ナフタリン酢酸ソーダのホルモンの機能を阻害する性質をそなえているようなものであることが認められたが、このような作用はスギの発根阻害物質についてもその発根阻害機能の一面として考えられることがらであり、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、ホルモンがさし穂に吸収されても、阻害物質によつてホルモンの働きが無効化されるとか、あるいは阻害されるというようなところに、その原因があると解釈される。

なお、前述の Table 9 の結果によれば、スギさし穂の乾燥粉末を加えた土壌ではボカスギのさし木の発根の阻害されることが認められたが、ホルモン処理の効果はこのような土壌中の阻害物質によつてもあらわれにくいのではないかと考えられる。すなわち、本試験の Table 19 の結果では、阻害物質を除く前処理を行うことによつてホルモン処理の効果が増大されたとはいえ、その発根率向上の効果は、前述の単独処理でも発根率を 90% 以上に高める効果が得られた Table 16 の結果からみると、十分満足できるほどの効果ではない。このように、すぐれた効果があらわれなかつたことについては、以上のべてきたようなさし穂中の阻害物質の作用が考えられるほかに、さし床がスギ伐採跡地 3 年目の土壌であつたため、土壌中にはいくらかの阻害物質が存在し、これによつてさし穂の発根が全般的に阻害されただけでなく、とくにホルモン処理の効果があらわれにくかつたのではないかということも考慮に入れておく必要がある、また、このことについて検討してみる必要があると思われる。

以上のべてきたようなことから、ホルモン処理の効果があまりあらわれないさし穂でも、処理を行うまえに阻害物質を除く処理を行えば、ホルモン処理の効果が増大される場合も少なくないものと考えてよからう。このような意味で行う前処理としては、温湯が最も効果的に役立ち、石灰がこれにつぎ、硝酸銀が最も劣っている。

また、過マンガン酸カリ処理は、その単独処理でも石灰処理とホルモン処理とを併用した場合に劣らないほどの発根率向上の効果が得られている反面、あとからホルモン処理を行うとかえってその効果が減少する傾向を示し、ホルモン処理の前処理として適用するよりも単独処理の方が有利であるというような結果が得られている。しかし、その後この点について検討してみたが、あとからホルモン処理を行うと過マンガン酸カリ処理の効果が減少するという現象は認めることができず、本試験の場合は、試験に用いたさし穂にかざられたものか、あるいは、さし付け場所の何か特殊な影響によるとしか考えられない。要するに、この原因についてはなお検討をつづけてみる必要があるが、後述の Table 29 の結果では、過マンガン酸カリ処理だけの区が発根率 15% に対し、あとからホルモン処理を行つた区は発根率が 100% にまで向上し、ホルモン処理と併用した方がはるかに大きい効果が得られている。また、さきにアキタスギを用いて行つた試験結果¹⁵⁾でも、単独処理区が発根率 6% に対し、あとからホルモン処理を併用した場合には発根率が 33% に向上し、そして、ホルモン処理の効果を増大させる前処理として、同時に用いた硝酸銀やアルコールなどの処理よりも大きい効果が得られている。これらの結果からみて、過マンガン酸カリ処理はその単独処理の効果を期待するだけでなく、ホルモン処理の効果を増大させるための前処理としても温湯にさほど劣らない効果があるのではないかと考えられる。

なお、各種併用処理の効果として、「アルコール+硝酸銀」区のように発根率が 0% とか、「温湯+硝酸銀+アルファ・ナフタリン酢酸ソーダ」区のように発根率が 50% にも向上したというように、処理の組合せによつて発根率に思わぬ極端な相違があらわれたことについては、今後さらに効果的な処理法を導きだすことに重点をおいて検討すべき余地があることを示しているものといえよう。

2) 過マンガン酸カリ処理の効果

過マンガン酸カリ処理は単独処理でも発根促進効果のあることが認められたが、この処理の効果も親木

Table 28. 過マンガン酸カリ処理の効果
Effects of potassium permanganate treatment on rooting behavior of
Cryptomeria japonica cuttings

親 木 Mother plants	過マンガン酸カリ処理 Kind of treatment	発 根 率 (%) % of rooted cuttings	平均根数 (本) No. of roots per rooted cuttings	平均根長 (cm) Length of roots per rooted cuttings	枯 損 率 (%) % of dead cuttings
No. 1	無 処 理 Water	55.0	3.44	8.42	0
	処 理 Potassium permanganate	50.0	3.12	7.98	2.5
No. 2	無 処 理 Water	27.5	3.56	7.52	7.5
	処 理 Potassium permanganate	50.0	3.82	8.67	15.0
No. 3	無 処 理 Water	10.0	3.25	5.35	7.5
	処 理 Potassium permanganate	30.0	2.16	7.50	5.0
No. 4	無 処 理 Water	72.5	5.06	7.60	0
	処 理 Potassium permanganate	80.0	6.09	8.44	2.5

の発根困難な主因によつて当然違つてくるものと考えられる。それで、これを確かめておくために老令木 4 個体のさし穂について、過マンガン酸カリ処理の効果を比較調査した。

A. 試験方法

この試験は前述の Table 16 の試験と同時に同様に行つたものである。ただ、過マンガン酸カリ処理はその 0.1% 液に 24 時間浸漬処理した。

B. 試験結果

発根状況を調査した結果は Table 28 および Phot. 2~13 のとおりで、過マンガン酸カリ処理区は No. 1 以外の親木 3 個体では発根率がいずれもよくはなつてゐるが、そのうちで確実に効果があるといえるのは、無処理の発根率 10% に対し 30% の発根率が得られた No. 3 の木のさし穂だけである。また、根数、根長については、どの親木についても処理の効果があるとは認められない。

C. 考 察

試験結果から、過マンガン酸カリ処理の発根促進効果は 4 個体の老令木のうち、3 個体の親木についてしか認められず、さらに、この親木のうちでも確実に効果があるといえるものは No. 3 の親木 1 個体のみについてしか認められなかつた。この差異は過マンガン酸カリ処理の作用からみると、さし穂の発根困難な主因としてあげられる発根阻害物質の存在ということが、No. 3 の親木にしか該当していなかつたことによるのかもしれない。しかし、発根阻害物質が発根困難な主因として働いているような親木でも、ただ単にこの阻害物質を除いただけで発根がよくなるとはかぎらない。すなわち、阻害物質を除いたからといって、一方で発根を促すホルモン状物質が不足していることも考えられるからである。

要するに、過マンガン酸カリ処理の効果は老令木のさし穂の一般的な発根促進法として期待してよいものではあるが、その単用処理の効果の大きさは親木によつてかなり差異があるので、確実にすぐれた効果をうるにはホルモン処理との併用を考慮に入れておく必要がある。

4. 不定枝を穂木に用いる方法

さし木がむずかしい樹種¹⁸⁾²¹⁾でも、幹や太枝から芽ばえた不定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令木の枝¹⁸⁾²⁷⁾²⁹⁾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。

親木が同じものであるにかかわらず、普通の枝よりも不定枝のさし穂が発根しやすいことについては、すでに「老令木のさし穂の発根能力低下の要因」の項でのべたとおり、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 つの発根制限因子のうち、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、リョウワスギの 200 年生の木にでていた不定枝をさし木した結果は前述の Table 17 のとおりで、普通枝のさし穂の発根率 20% に対し、不定枝のさし穂は発根率 50% を示し、普通枝のさし穂の 2.5 倍の発根率が得られている。また、これと同様なさし穂に尿素の葉面散布を行つた場合でも、普通枝の発根率 52.5% に対し、発根率 90% が得られている。

なお、これらの場合の不定枝は、不定枝といつても 4 年前に自然に発生したもので、その外観も普通枝にかなり近い形態を示していたものであり、したがつて、せん定などによつて強力に芽ばえさせた不定枝であれば、その発根能力はより強いことが考えられる。すなわち、前述の Table 16 の No. 2 の親木の不定枝は、1955 年 3 月採穂の際に太枝を切り落したためにぼう芽が成長した 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 の親木の不定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付け、しかも、さし木当年に調査した結果であるから、老令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、不定枝といつても、不定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せん定などによつ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。

5. 上記各種方法の比較検討

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がいにはいえない。たとえば、発根困難な主因が発根促進ホルモンの不足・欠乏というようなさし穂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だつてであろう。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、老令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は、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不定枝を穂木に用いる方法である。親木が同じものであるにかかわらず、普通の枝にくらべて不定枝の穂木が発根しやすいことは従来の研究¹⁴⁾¹⁵⁾²⁰⁾によつても明らかにされているが、このような不定枝には、発根阻害物質が少なく、窒素化合物が増加しているなど、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。ただ、もう 1つの発根を促す成長ホルモン様物質も十分に含まれているかということについては、これを確認するための実験は行っていないが、不定枝のさし穂は無処理でも 90% の発根率を示しているものがある事実からみると、発根促進ホルモンの不足という問題も案外一緒に解消されている場合が多いものと考えてよからう。このようなことから、不定枝でも不定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、せん定などによつて強ちに芽ばえさせたものを用いるならば、100% に近い発根率をうることもさほどむずかしくないと考えられる。

したがつて、不定枝が得られればこれを優先的に穂木に用いるべきであり、また、不定枝が得られるようあらかじめ準備しておくのが望ましい。ただ、不定枝が得られないときや、できるだけ沢山のさし木苗を得ようとする場合には、普通枝を用い、そのさし穂の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、最初に試みて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。この処理はさし穂中に不足している発根促進ホルモンを補給するという意味で行うもので、発根しにくい老令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。従来ホルモン処理は発根促進効果があるとしても、事業的にこれを取りあげるだけの有利性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¹⁸⁾が多いようであつたが、ホルモン処理の効果を 4 個体の老令木のさし穂について比較調査した Table 16 の結果では、発根率が 10% しか得られないような発根能力の低いさし穂でも、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、すぐれた効果が得られて

いる。また、これと同様な効果は後述の Table 29 の結果においても得られている。これらの効果は従来の報告からみると驚異的な大きい効果であるが、成長ホルモン様物質の不足が第 1 の発根制限因子として働いているさし穂では十分期待できる効果であり、このような老令木は少なくないものと考えられる。また、ホルモン処理は大いの場合、根数の増加に対してすぐれた効果を示すが、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や親木によつては効果があらわれない場合^{26) 28)}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うのなら、温湯や石灰水や硝酸銀なども効果があるので大いに採用してよいだろう。

他方、尿素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ようなものとして必要なものであるため、尿素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、ホルモン処理や阻害物質を除く処理などを行つても、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、尿素の葉面散布はそれぞれ普通枝のさし穂の

Table 29. 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 (%) % of rooted cuttings	平均根数 (本) No. of roots per rooted cuttings	平均根長 (cm) Lenth of roots per rooted cuttings	枯損率 (%) % of 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-naph- thalen 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-naph- thalen acetate	水 (対照) Water (control)	100	8.57	12.91	0
		尿素散布 Urea	85.0	9.13	11.69	0

発根能力を高める異なつた効力をもち、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、すぐ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 29 のとおりである。なお、この試験はつぎのようにして行つたものである。さし穂は3月29日に前述の Table 16 の試験に用いた No. 3 の親木から採集し、第1回処理としては水道水（対照）、および過マンガン酸カリ 0.05% 液に、第2回処理としては水道水およびアルファ・ナフタリン酢酸ソーダ 0.01% 液に、それぞれ下部切口 5~6 cm を 24 時間あて浸漬処理し、京都支場構内の Table 2 のような赤土のさし床にさし付けた。第3回処理としての尿素の葉面散布は、さし穂1本あたり全量 0.2 g を 1% 液にし、さし付け後5日目に第1回散布を行い、その後7日目おきに計8回にわけて散布した。試験区はさし付け本数を1区あたり 20 本とし、これを2区制とした。調査はさし付け後約8箇月目の12月10日に掘りとりて行つた。

この調査結果の Table 29 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だっている。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% ですぐ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% でわずかししか役だつていない。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同じく、ホルモン処理は発根率の向上に大きく役だっ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、他の処理の併用効果を期待する必要がある。また、ここに前述の Table 19 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あらう。それで、このような必要性から、まずホルモン処理と他の処理とを併用した場合の効果についてみると、この Table 29 の結果では、ホルモン処理だけの場合の発根率 90% に対し、過マンガン酸カリ処理後ホルモン処理した場合には発根率が 100% にまで達し、過マンガン酸カリ処理はホルモン処理の効果を最大限に増大させている。また、前述の Table 19 の結果では、この場合はホルモン処理の効果は単用処理ではわずかししかあらわれていないのに対し、温湯、石灰、硝酸銀などの処理後ホルモン処理した場合には明らかにその効果が増大されている。これと同様な効果は、さきにアキタスギを用いて行つた試験結果¹⁵⁾においても認められている。このような結果から、少なくともホルモン処理と阻害物質を除く処理との併用は、効果が相互に増大されるものとして常時それを適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、ホルモン処理との併用はホルモン処理の発根促進効果をかえつて減少させる結果になつている。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散布液の濃度、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を加える場合でも、必ずしも尿素を用いることのみにとらわれず、尿素のほかリン酸、カリも含まれ、さらには微量要素、ビタミン B₁、B₂、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専用肥料³¹⁾を用いることも考えていく必要があると考えられる。

V む す び

以上の各種試験結果によつて、スギ老令木のさし穂の発根能力増強法を体系づけることができた。そして、少なくとも本研究で用いたリョウウスギでは、そのうちのいずれかの方法によつてほぼ満足できるまでに発根成績を向上させることができた。ただ、発根能力が異なる他の品種や個樹の老令木の場合には、本研究結果とはある程度異なつた傾向がでてくるかもしれない。しかし、親木の年令が古くなるにつれて発根能力が低下する現象は、その程度に差はあつても大抵の木について認められる一般的傾向で、その原因はおよそ同一のものであらうと考えられるので、本研究結果は他の老令木の場合についてもほぼあてはまるものと考えられる。

なお、スギ老令木のさし木を成功させるには、発根能力を増強させた穂木を用いるということが大きな要件となるが、同時にさし穂の発根能力が十分に発揮されるだけのさし床条件をも充足させてやるということが必要である。すなわち、さし穂の発根を左右する環境的因子としては、水分、酸素（空気）、温度、光などがあげられるが、さし穂の発根を期待するからには、さし穂を腐らせないこと、水分と酸素を不足させないこと、発根に適当な温度を一定期間保持することなどが最少限必要で、これらの関係条件が満たされていないと、発根力の強い穂木でもすぐれた発根成績は得られないということを十分考えに入れておかなければならない。

また、老令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著しく高まつているものであるから、精英樹クローン増殖のすめ方としては、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。

VI 摘 要

発根困難とされているスギ老令木のさし木の容易化をはかることを目的として、主に富山県のリョウウスギを用い、老令木のさし穂の発根能力を調査し、その発根能力の低い原因と、それに対する効果的な発根能力増強法を考究した。それらを要約するとつぎのとおりである。

1. さし穂の発根能力

1) 50年生以上の木の枝は一般に発根能力が低く、スギの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、このような老令木のさし穂は、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ていて、1年で造林に使えるほど根量の多い苗木をうえることはあまり期待できない。

2) 老令木のさし穂は1年目より2年目になつて発根するものの方が多い。その発根率は1年目の5～8倍を示したものも少なくなかつた。

3) 老令木のさし穂は最初は発根しにくいのが、一度さし木苗が得られれば、これを培養した若木からの第2次さし木は、発根率が高まり、根数も多くなる。

2. さし穂の発根能力の低い原因

1) 第1は発根を促す成長ホルモン様物質の不足または欠乏によるものと判定された。

2) 第2は発根阻害物質が多く含まれていることによると推定された。この阻害物質は成長ホルモンの

発根促進作用を阻害する性質をそなえているようで、発根促進ホルモンの不足とは密接な関係があると考えられる。

3) 第3はさし穂の栄養物質である窒素化合物の減少していることが認められた。ただし、さし穂中の窒素は発根を助長するような物質であることから判断して、その影響は発根率の低下よりも発根量を少なくさせていることの方に強く働いているように考えられる。

3. さし穂の発根能力増強法

1) 最も確実なのは幹あるいは太枝などからせん定などによつて強力に芽ばえさせた不定枝を穂木に用いることである。このような不定枝には上記のような発根制限因子がかなり自然にとり除かれているため、非常に発根しやすく、普通枝の発根率 27% の場合、不定枝のさし穂は発根率 87% という結果も得られた。

2) 普通枝を穂木に用いる場合には植物成長ホルモン剤による処理が効果的である。親木によつては、この処理だけで不定枝の穂木に劣らないほどすぐれた発根成績をうることができる。150~200 年生の老令木 4 個体のさし穂について調査した結果では、発根率が 5~10% のようなさし穂でも、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 倍に増加されるという驚異的な効果が認められた。

3) ホルモン処理の効果は、処理液の濃度や処理時間によつても著しく違ってくる。アルファ・ナフタリン酢酸ソーダを用いた場合の最適濃度は 0.01% 液ぐらいであり、また、この場合の最適処理時間は 24 時間ぐらいである。

4) 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もある。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化されているということが懸念される。

5) 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、さし穂の切口 5~6 cm 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。

6) 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。

7) さし穂中の窒素量が著しく減少している穂木では、尿素有の葉面散布も必要であろう。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。

8) 老令木のさし木を成功させるには、発根能力を増強させた穂木を用いるだけでなく、さし穂の発根能力が十分に発揮されるだけのさし床の環境的条件をも充足させてやる必要がある。

9) スギさし穂の乾燥粉末を加えた土壌ではボカスギのさし木の発根が阻害されたが、このような現象はさし木のイヤ地現象の一要因となる心配があるので、さし付け土壌の選定にあたっては、この点についても注意する必要がある。

文 献

- 1) 阿部正博・今井元政・島田一美：電熱温床によるスギ老令樹さし木試験，日本林学会誌，39，6，(1957) p. 245
- 2) CURTIS, C. F.: Stimulation of root growth in cuttings by treatment with chemical compounds., Cornell Univ. Agri. Exp. Sta. Mem., 14, (1918)
- 3) 小清水卓二：植物生長ホルモン，自然科学選書，203，積文堂，(1947)
- 4) 江藤紀夫：さし木の経過と養成法の改善について，さし木に関する研究発表会記録 II，大阪営林局，(1955) p. 183
- 5) WENT, F. W. and KENETH V. THIMANN：植物ホルモン 川田信一郎・八巻敏雄共訳，養賢堂，(1951)
- 6) GARDNER, F. E.: The relationship between tree age and the rooting of cuttings, Proc. Amer. Soci. Hort. Sci., 26, (1929) p. 101
- 7) 福田孫多：「スギの研究」第2版増補の「林業品種目録」補正別冊，養賢堂，(1958) p. 52
- 8) 榎原樹勝：発根促進剤，さし木の実験，全国山林種苗協同組合連合会，(1958) p. 97
- 9) 飯盛文夫：母樹の樹令によるスギの発根能力について，日本林学会九州支部研究抄録，1，(1950) p. 81
- 10) 稲原太門：富山県のスギさし木造林とその品種，山林，No. 795，(1950) p. 21
- 11) 今井元政：スギ壮令樹さし木試験，新潟県林業試験場研究報告，2，(1957) p. 31
- 12) 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月号，大阪営林局，(1956) p. 49
- 13) 村井三郎：杉老令木の挿木試験（第1報），林試青森支場第1回研究発表会記録，(1949) p. 127
- 14) 村井三郎・武藤 惇・横沢良憲：杉老令木の挿木試験（第2報），林試青森支場第2回研究発表会記録，(1950) p. 124
- 15) 森下義郎・大山浪雄：スギさし木の新しい考え方，林業技術，140，(1953) p. 17
- 16) 右田一雄：スギの林業品種のさし木，日本林学会誌，36，7，(1954) p. 202
- 17) 右田一雄：清澄アオスギのサシキとヒカゲについて，日本林学会誌，37，2，(1955) p. 53
- 18) 宮崎 礪：苗木育成法，高陽書院，(1957) p. 365
- 19) 根岸賢一郎・佐藤大七郎：スギーサシ木のネガで育てるまでの同化・呼吸と貯蔵物質の消費，日本林学会誌，38，2，(1956) p. 63
- 20) 大山浪雄：さし木の発根阻害物質に関する研究（第3報）リョウウスギのさし木の発根をよくする処理法，日本林学会誌，37，3，(1955) p. 95
- 21) 大山浪雄：ヤマモモのさし穂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，林試研究報告，99，(1957) p. 145
- 22) 大山浪雄：尿素の葉面散布によるスギさし木の発根促進——特に北山地方の発根不良品種について——林試研究報告，105，(1958) p. 163
- 23) 佐藤清左衛門：2・3樹木浸出液の発根阻害作用，日本林学会誌，34，6，(1952) p. 187

- 24) 斎藤孝蔵・須藤昭二：スギ挿木の栄養生理学的研究，第 61 回日本林学会大会講演集，(1952) p. 85
- 25) 斎藤孝蔵：樹木生理，朝倉書店，(1954) p. 95
- 26) 杉村義一・越智鬼志夫：魚梁瀬スギ天然生老令木の挿木について (1)，第 61 回日本林学会大会講演集，(1952) p. 88
- 27) 柴田信男：挿木の技術，林業解説シリーズ 50，日本林業技術協会，(1952)
- 28) 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，林業試験集報，64，(1952) p. 35
- 29) 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ヅキの関係——クローソをつかつた実験——日本林学会誌，35，3，(1953) p. 69
- 30) 佐藤大七郎・福原樞勝：さしつけてからしばらくのあいだのサシホの水分関係，東大演習林報告，第 45 号，(1953) p. 89
- 31) 菅原友太：葉面散布の知識と実際，博友社，(1954) p. 40
- 32) 佐藤弥太郎：スギの研究，養賢堂，(1955) p. 160
- 33) 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)，日本林学会関西支部四国大会講演集，5，(1955) p. 60
- 34) 佐藤清左衛門：針葉樹サシキの発根に関する解剖的研究，東大演習林報告，51，(1956) p. 109
- 35) 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，第 4 輯，(1949) p. 51
- 36) 田中諭一郎：園芸植物繁殖法，明文堂，(1951) p. 53
- 37) 横山 緑・前田千秋：スギ精英樹繁殖に関する研究 (1)，日本林学会誌，38，8，(1956) p. 301
- 38) 中江篤記・鬼石長作：スギ精英樹増殖に関する研究 (第 1 報) 老令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，日本林学会関西支部大会講演集，6，(1956) p. 73
- 39) 林試京都支場：リョウワスギのさし木の活着をよくする試験，山林とやま，27，7，(1954) p. 9

Studies on the Causes of Lowering Rooting Ability of the Cuttings from Old Trees of Sugi (*Cryptomeria japonica* D. DON) and the Methods of Promoting Rooting

Namio Ooyama

(Résumé)

This is a report on the results of the experiments which were made in order to study the methods of improving the rooting of the cuttings from old "Sugi" (*Cryptomeria japonica* D. DON) trees, which are said to be difficult to root.

In these experiments, "Ryôwa-sugi" trees in Toyama Prefecture were used as main materials: Rooting ability of the cuttings from old trees was investigated, the causes of poor rooting ability were studied and clarified, and in order to remedy the feebleness and deficiencies, the effective methods of promoting rooting were systematized.

The outline of the above is as follows:

1. Rooting ability

1) Rooting rate of the cuttings from the trees of over fifty years of age is very low, and even in case of successful rooting, the number of the roots is very few.

2) Many of the cuttings from old trees root in the second year of their planting; and in not a few cases the rooting rate is five to eight times as high as that in the first year.

3) The cuttings from old trees are difficult to root at first. However, if once the seedlings with several roots can be obtained, the rooting rate of the secondary cuttings therefrom is raised and the number of the roots is also increased.

2. Causes of lowering rooting ability

1) It is concluded that the first cause is deficiency or non-existence of growth hormone in the cuttings which promotes rooting.

2) It is assumed that the second cause is high content of rooting inhibitor in the cuttings.

3) It is recognized that such inhibitor is contained only in a small quantity in adventitious shoots which root easily.

4) It is considered that such inhibitor might interfere with the action of growth hormone which promotes rooting.

5) It is recognized that the third cause is a decrease of nitrogen compounds in the cuttings, which nourish the cuttings. However, nitrogen compounds being substances which help rooting, the effect of this third cause is considered to be less than that of the first and second causes.

3. Methods of promoting rooting

1) Hormone treatment is very effective. When the rooting rate is five to ten per cent in the untreated plots, the rate is raised as high as over ninety per cent in the treated plots, and the number of the roots also has a three or fourfold increase.

2) The effect of hormone treatment is greatly affected by the concentration of solution, the time of treatment, etc. When sodium α -naphthaleneacetate is used, the optimum concentration is about 0.01 per cent and the optimum time is about twenty-

four hours, although there is little difference in the effect of the treatment, if it is made within the period of twenty-four to forty-eight hours.

3) In some cases, however, hormone treatment shows only a very little effect, even though there is no mistake in the process of treatment or of planting: In such cases, it is assumed that the action of hormone is interfered with or nullified by rooting inhibitor in the cuttings.

4) As for the above-mentioned cases, the effect of hormone treatment can be increased, if the treatment for removing rooting inhibitor be made beforehand.

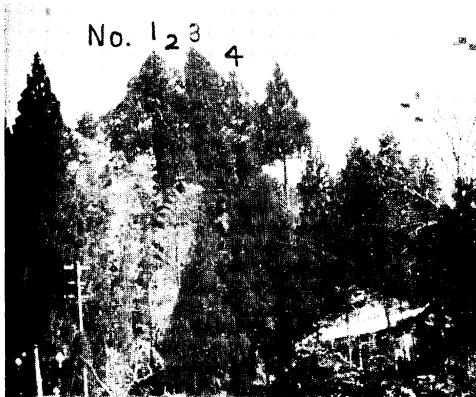
5) For removing rooting inhibitor, the treatment with potassium permanganate solution is most effective, and lime water treatment and silvernitrate solution treatment are the next in effectiveness. Warm water treatment has little effect in removing rooting inhibitor, but it is very effective as a pre-treatment for increasing the effect of hormone treatment.

6) Leaf spray of urea is effective in promoting rooting by increasing nitrogen content in the cuttings. But it is less effective than hormone treatment and treatment for removing rooting inhibitor.

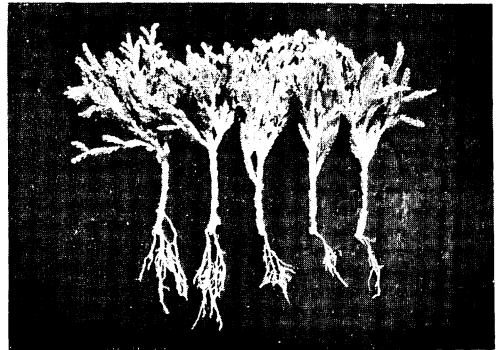
7) Adventitious shoots are easy to root when used as cuttings. Their rooting rate is as high as eighty-seven per cent, while that of ordinary shoots is twenty-seven per cent.

8) It is considered that the adventitious shoots show high rooting ability because they contain little rooting inhibitor, and increased nitrogen compounds. Moreover, they are not badly deficient in growth hormone which promotes rooting.

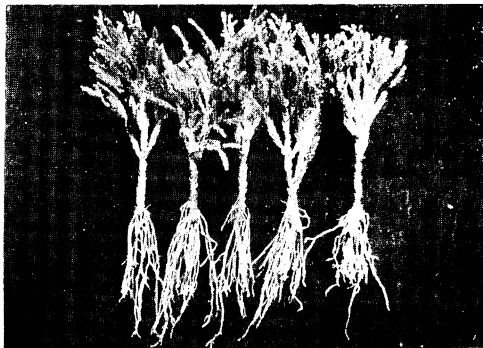
9) In order to obtain excellent rooting results, it is necessary not only to use the cuttings with strengthened rooting ability, but also to satisfy the environmental factors of the cuttings' bed, such as moisture, oxygen, temperature, etc., so that they may fully display their rooting ability.



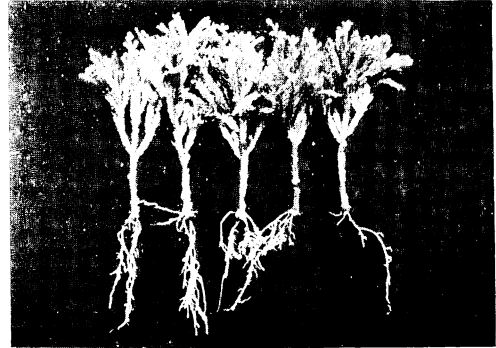
Phot. 1 ホルモンおよび過マンガン酸
カリ処理試験に用いた採穂親木
Mother trees for experiment shown in
Phot. 2~13



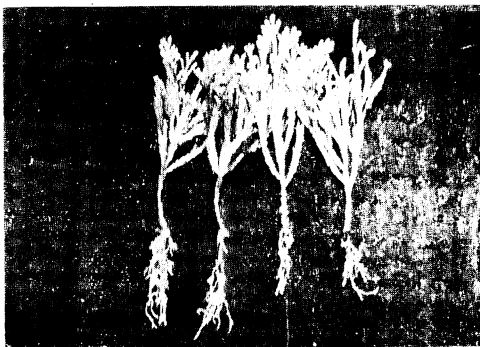
Phot. 2 ホルモンおよび過マンガン酸カリ
処理試験区の発根状況 (No. 1—水区)
Rooting results of *Cryptomeria japonica*
cuttings treated with hormone and
potassium permanganate
(No. 1, Control)



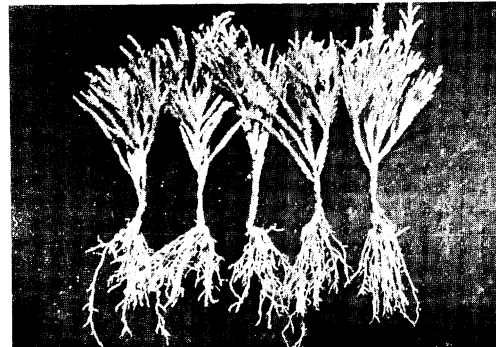
Phot. 3 同上 (No. 1—ホルモン区)
Ditto. (No. 1, Alpha naphthalene sodium
acetate)



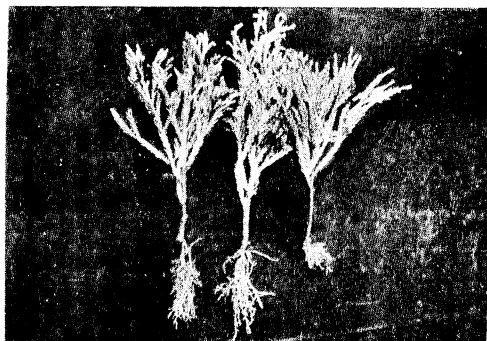
Phot. 4 同上 (No. 1—過マンガン酸カリ区)
Ditto. (No. 1, Potassium permanganate)



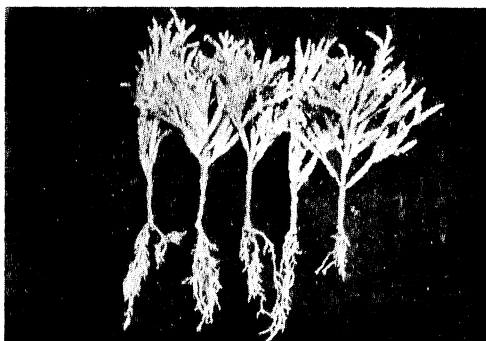
Phot. 5 同上 (No. 2—水区)
Ditto. (No. 2 Control)



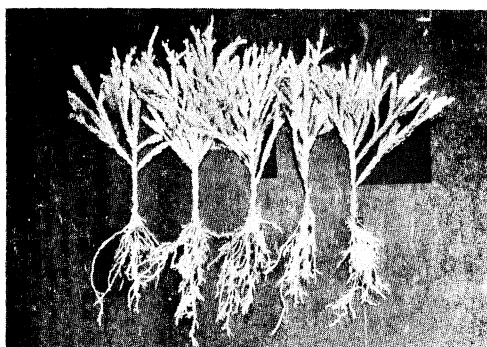
Phot. 6 同上 (No. 2—ホルモン区)
Ditto. (No. 2 Alpha naphthalene sodium
acetate)



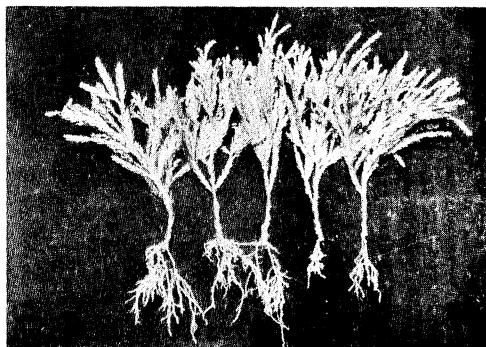
Phot. 7 同上 (No. 2—過マンガン酸カリ区)
Ditto. (No. 2, Potassium permanganate)



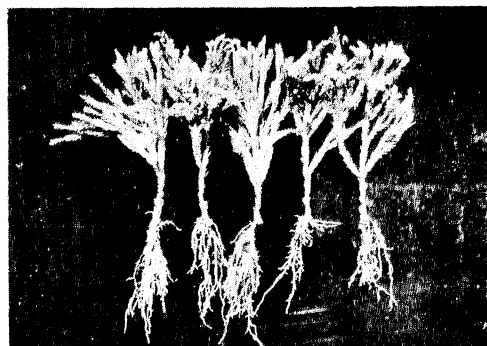
Phot. 8 同上 (No. 3—水区)
Ditto. (No. 3, Control)



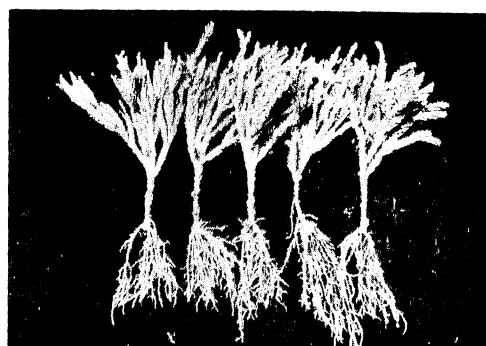
Phot. 9 同上 (No. 3—ホルモン区)
Ditto. (No. 3, Alpha naphthalene sodium acetate)



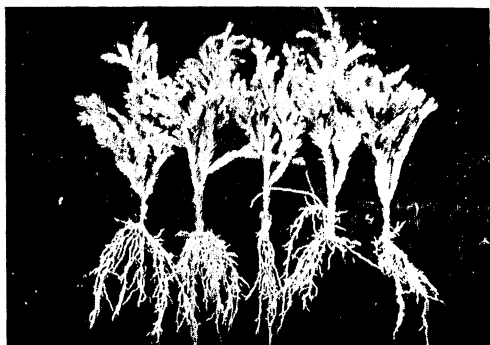
Phot. 10 同上 (No. 3—過マンガン酸カリ区)
Ditto. (No. 3, Potassium permanganate)



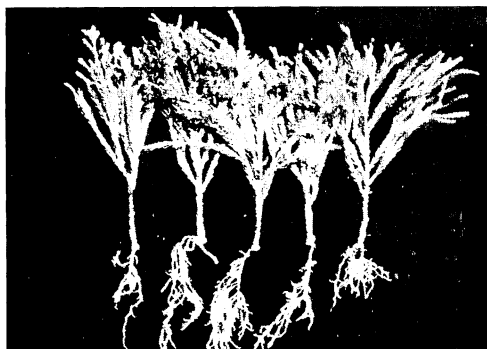
Phot. 11 同上 (No. 4—水区)
Ditto. (No. 4, Control)



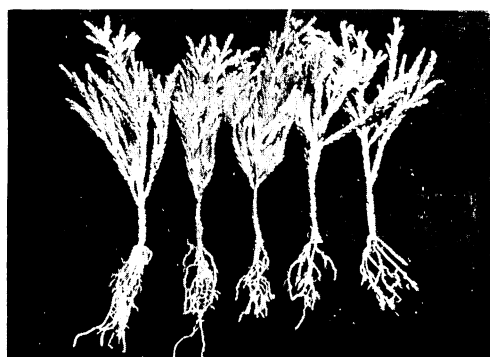
Phot. 12 同上 (No. 4—ホルモン区)
Ditto. (No. 4, Alpha naphthalene sodium acetate)



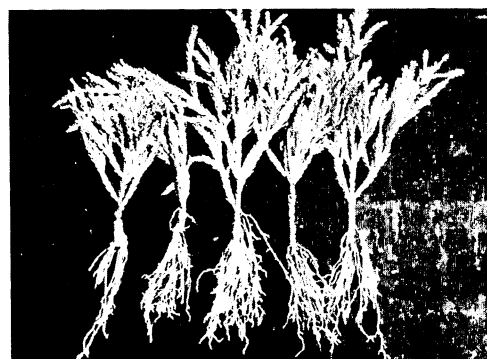
Phot. 13 同上 (No. 4—過マンガン酸カリ区)
Ditto. (No. 4, Potassium permanganate)



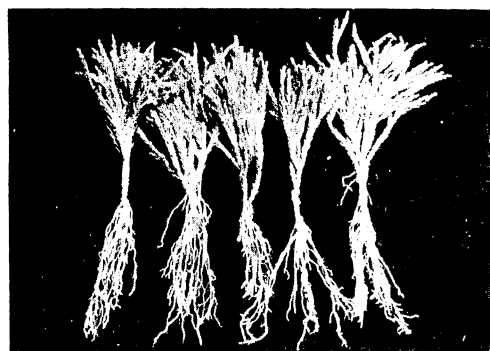
Phot. 14 ホルモン処理の濃度試験区の発根
状況 (水区)
Rooting results of *Cryptomeria japonica*
cuttings treated with various concentra-
tion of alpha naphthalene sodium
acetate (Control)



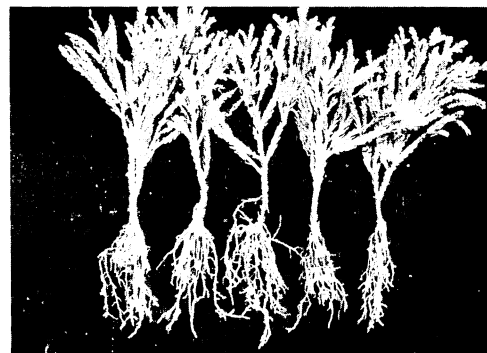
Phot. 15 同上 (0.005% 液×24 時間区)
Ditto. (24 hours with 0.005% solution)



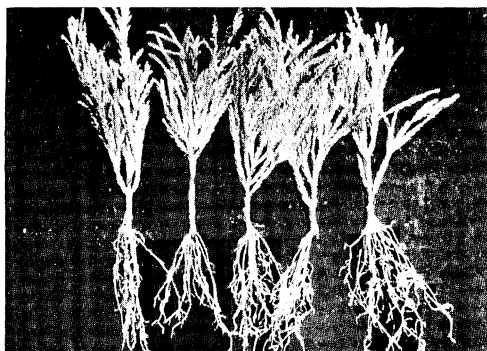
Phot. 16 同上 (0.005% 液×48 時間区)
Ditto. (48 hours with 0.005% solution)



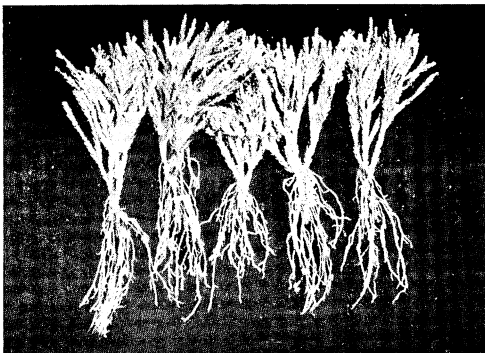
Phot. 17 同上 (0.01% 液×12 時間区)
Ditto. (12 hours with 0.01% solution)



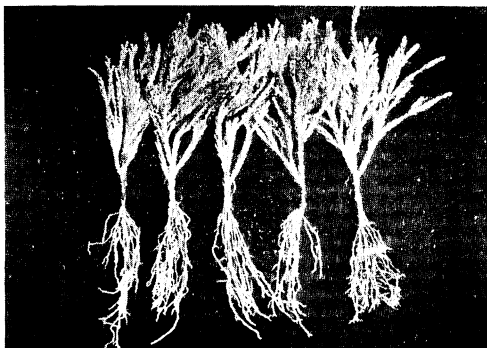
Phot. 18 同上 (0.01% 液×48 時間区)
Ditto. (48 hours with 0.01% solution)



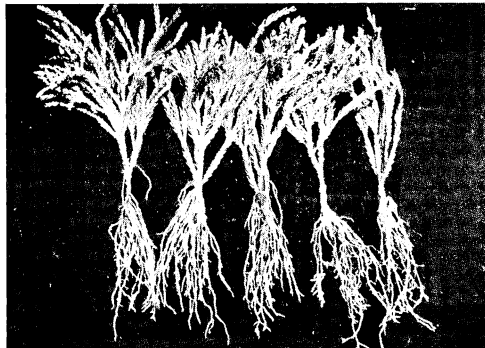
Phot. 19 同上 (0.01% 液×24 時間区)
Ditto. (24 hours with 0.01% solution)



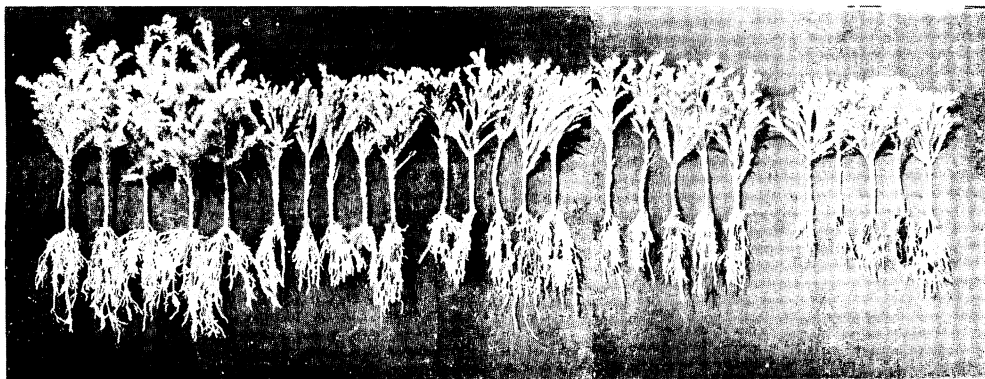
Phot. 20 同上 (0.01% 液×48 時間区)
Ditto. (48 hours with 0.01% solution)



Phot. 21 同上 (0.02% 液×12 時間区)
Ditto. (12 hours with 0.02% solution)



Phot. 22 同上 (0.02% 液×24 時間区)
Ditto. (24 hours with 0.02% solution)



A

B

C

D

E

Phot. 23 次代さし木の発根状況

A: 最初の親木 5 年生
B: " 25 年生
C: " 50 年生

D: " 100 年生
E: " 200 年生