

1994. 1 No. 21

高山植物タカネビランジの種子の発芽特性 および組織培養による増殖	1
カラマツ単板のアセチル化処理方法	12
数種の木材及び木質材料の吸湿性	18
防腐処理小丸太の野外耐久性	22

高山植物タカネピランジの種子の発芽特性および組織培養による増殖

西川 浩 己

林業試験場 林産部 林産試験場 林産試験場 林産試験場 林産試験場 林産試験場 林産試験場 林産試験場

I はじめに

山梨県をとりまく山岳地帯には多種多様な高山植物が生育し、可憐な花をいたるところで見ることができ

る。しかも、その多くは大陸と陸つづきだった氷河期から分布している、学術的にも貴重な植物である。県では、かけがえのない資産である高山植物を後世に引き継いでいくため、「山梨県高山植物の保護に関する条例」を制定し、その保護に努めている。指定されている高山植物の採取行為は、原則として禁止されているものの不法採取等により絶滅が危惧されている。

タカネピランジ (*Silene keiskei* var. *akaisialpina*) は、南アルプスの高山帯に生育するナデシコ科の多年生植物である。しかし、近年、自生地では個体数が減少し、保護、増殖の必要性が高まっている。

そこで本研究では、タカネピランジの保護、増殖に資するために、種子の発芽特性と組織培養による大量増殖について検討し、種子の貯蔵性、最適発芽温度及び一連の培養手順を明らかにすることができたので報告する。

なお、本研究に用いた種子は、「山梨県高山植物の保護に関する条例」に基づき、許可を得て採取した。

II 材料および方法

1 種子の発芽特性

実験には、山梨県中巨摩郡北岳の標高 2,500m 付近で 1991 年 9 月中旬に種子を採取した。採取した種子は、

供試まで 4℃ で乾燥状態で貯蔵した。種子は、中性洗剤で 10 分間洗浄後、水道の流水で 15 分間すすいだ。その後、70% エタノール中で 1 分間、ついで有効塩素量 1% の次亜塩素酸ナトリウム水溶液中で 15 分間、それぞれマグネチックスターラーを用いてかくはんしながら表面殺菌をおこなった。滅菌水で洗浄後、ショ糖無添加の MS 培地 (寒天 1%, pH5.6) 上に置床した。培養条件は照度 5,000lux、16 時間/日照明とした。培養温度は、貯蔵 90 日後では 20℃、180 日後から 15℃、20℃、25℃、30℃ の 4 区を設定した。貯蔵期間を 90、180、270、360 日として、貯蔵期間と発芽温度における発芽率の変化について、置床 30 日後の種子の発芽率を調査した。また、貯蔵期間 90、180 日、培養温度 20℃ のものについては、培養期間における発芽率の変化を調査した。

2 組織培養による増殖

1) 初代培養

実験には上述の 90 日間冷蔵貯蔵し、無菌播種して得られた実生を 3 ヶ月間育成し、供試した。無菌実生の頂芽およびえき芽からのシュートの伸長およびマルチプルシュートの誘導のための培地条件、培

養温度について検討した。なお、本研究では頂芽とえき芽を区別せず、単に芽として扱った。

培養にはMS培地にBAP(6-Benzylaminopurine)を0、0.05、0.1、0.5、1、5、10mg/lを添加した計7種類の培地を用いた。これらの培地にショ糖30g/l、寒天8g/lを加え、pHはオートクレーブ前に5.6に調整した。芽は、茎軸と葉柄を切断し、5~7mmの長さに調整後、培地に置床した。培養温度は、15℃、20℃、25℃の3区を設定した。また、処理区毎の培養数は20とした。本研究では、シュートは長さ5mm以上のものについて測定した。

(1) 初代培養 初代培養開始50日後に1個の芽から得られたシュート本数、シュート長及びシュート形成率(置床した1本以上のシュートが得られた芽の数/置床した芽の数×100)を調査した。

(2) 継代培養 初代培養で誘導されたシュートから初代培養開始時と同様に、芽を含む茎切片を長さ5~7mmに切断

後、培地に置床した。継代培養の材料として初代培養でシュート形成率の高かった4区(BAP 0.05、0.1、0.5、1mg/l)で得られたシュートを用いた。それぞれをBAPを0.05、0.1、0.5、1mg/l添加した培地に継代し、計16区を設けた。処理区毎の培養数は10とした。培養温度は20℃とし、それぞれ40日後にシュート長とシュート数を調査した。

(3) 発根 初代培養で得られたシュートを切断して得られた芽を5~7mmの長さに調整し、発根培地に移植した。

発根に対するショ糖濃度の影響を調査するために15g/l区と30g/l区を設けた。また、オーキシン添加の効果を調査するためにNAA(1-ナフタレン酢酸)、IBA(3-インドール酪酸)をそれぞれ0、0.01、0.1、1mg/lを加えた7種類の培地を用意した。さらに初代培養において培地に添加したBAP濃度が発根に及ぼす影響を調査するために、発根培地に移植する材料として、シュート形成率の高かった4区(BAP 0.05、0.1、0.5、1mg/l)のシュートを用い、計56区を設けた。処理区毎の培養数は20とし、それぞれ40日後に発根率を調査した。

また、継代培養で得られたシュートからの発根については、各培地(16区)で得られた芽をホルモンフリー、ショ糖30g/lの培地に移植した。処理区毎の培養数は30とし、移植後10、20、30日に発根率を調査した。

(4) 順化 初代培養開始50日間発根培地で培養した後、幼植物体の順化をおこなった。幼植物体を培地から抜き取り、水中

で根についた培地を落とし、口径8cm、高さ7cmのビニール製ポットにパーミキュライト約200cm³を培養土として植え付けた。パーミキュライトに十分吸水させた後、透明なビニール袋で覆い、これらをシャーレの上に置いた。灌水はシャーレの中におこなった。30日後、ビニール袋を取り外した。

順化後、根の長さ、根の太さ、根の数を測定し、根の乾燥重を測定した。

また、根の長さ、根の太さ、根の数を測定し、根の乾燥重を測定した。

また、根の長さ、根の太さ、根の数を測定し、根の乾燥重を測定した。

III. 結果および考察

1 種子の発芽特性

90、180日間貯蔵し、無菌播種したタカネピランジ種子の培養期間における発芽率の変化を図-1に示

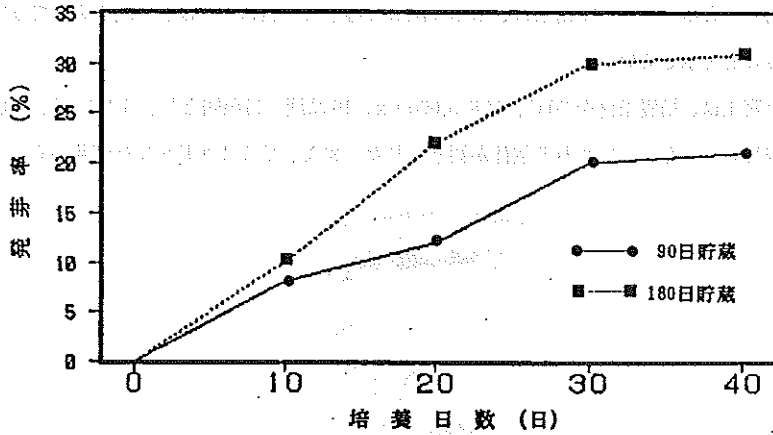


図-1 90、180日間貯蔵し、無菌播種した種子の発芽率の変化

した。培養開始10日頃から種子の発芽が認められた。それから30日後まで発芽率は上昇した。30日後と40日後の発芽率を比較すると、このあいだの変化は極めてわずかであり、発芽可能な種子では、播種後30日間で発芽がほぼ完了することが明らかになった。

貯蔵期間がタカネピランジ種子の無菌発芽に与える影響を表-1に示す。各温度区とも貯蔵期間が長く

表-1 タカネピランジ種子の貯蔵期間と発芽温度が無菌発芽における発芽率に及ぼす影響

貯蔵日数	発芽温度 (°C)			
	15	20	25	30
90	-	20	-	-
180	20	30	25	18
270	22	50	40	16
360	48	68	62	28

-: 未試験

なるにつれて、発芽率が上昇する傾向を示し、360日後に68%と最大値を示した。培養温度では、いずれの貯蔵期間においても20°C区が最適であり、25°C区では発芽率はやや低下し、15、30°C区では、さらに低下した。

代表的な高山植物であるコマクサの培養でも、20℃が有効であり、レブンアツモリソウは、 23 ± 1 ℃で培養されている。これらと本研究の結果から、高山植物の培養では、培養温度として、20℃付近が適当ではないかと考えられた。

採取した種子をすべて供試したため、360日以後の調査はできなかったが、1年間は種子の保存ができることが明らかとなった。この結果は、増殖に関して種子を材料にすれば、年間を通じて安定的に材料が供給されることを示している。

発芽した実生は、培養条件を20℃、照度5,000lux、16時間/日照明とし、3ヶ月間培養した。実生は約4cmに成長し、側芽が形成される個体が観察された。また、培養4ヶ月後には側芽からシュートが伸長

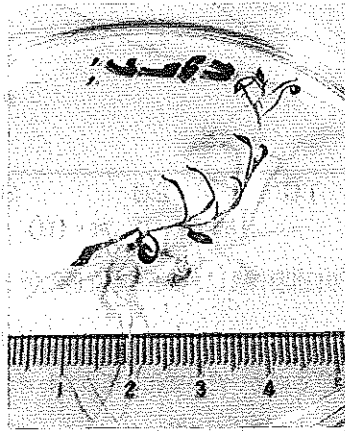


図-2 無菌発芽90日数後におけるタカネピランジ実生の生育状況

する個体が観察された(図-2)。これらのことから実生の頂芽、えき芽を培養することにより、シュートの伸長、マルチプルシュートの誘導が可能ではないかと示唆された。さらに、得られた実生を培地から抜き取り、水中で根についた培地を落とし、口径8cm、高さ7cmのビニール製ポットにパーミキュライト200cm³を培養土として植え付けた。パーミキュライトに十分吸水させた後、透明なビニール袋で覆い、湿度を徐々に下げたところ順化が可能であった。

今後、実生苗の開花や利用方法について検討していきたい。

2 組織培養による増殖

1) 初代培養

培養開始から50日後に調査結果を図-3に示した。いずれの温度区とも、培養開始7日頃から芽の伸長が認められた。ホルモンフリー区では、ほとんどの芽が1本のシュートを形成し、培養開始15日頃には発根するシュートも観察された。BAP0.05mg/lおよび0.1mg/lを含む培地では、芽からまず1本のシュートが伸長し、その基部のえき芽から、二次的にシュートが伸長するのが観察された。これらの区でもシュートの発根が認められた。BAP0.5mg/lおよび1mg/lを含む培地では、芽からシュートが伸長し、そのシュートの基部のえき芽から多数の芽が増殖し、多芽体を形成した。BAP5、10mg/l

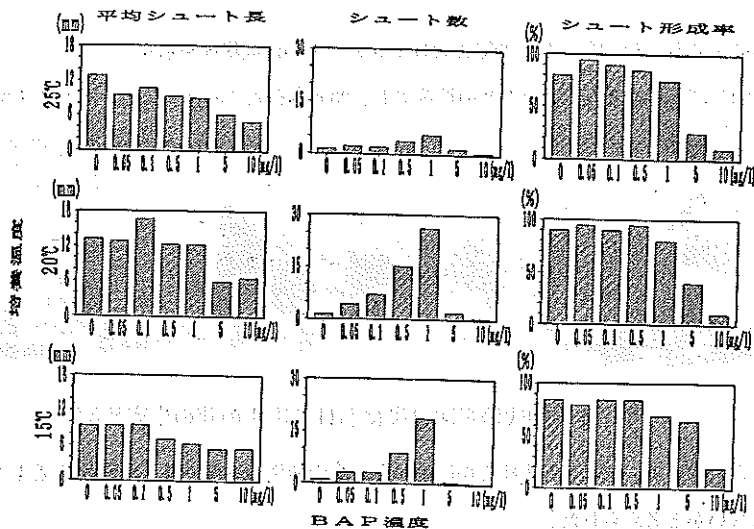


図-3 初代培養においてBAP濃度と培養温度が、タカネビランジ実生の芽からのシュート形成、伸長に及ぼす影響

を含む培地では、培養開始10日頃から褐変する個体が観察されはじめ、培養開始30日頃には、約40%の個体が褐変枯死した。すなわち、高濃度のBAPの添加は芽の伸長、多芽体の形成に阻害的に働いた。

シュートの長さについてみると、15°C区ではシュートの伸長量が少なく、平均シュート長はどのBAPを含む培地でも10mm以下となった。

20°C区では、BAP0.1mg/lを含む培地において、16.7mmと最も良い成長を示した。BAP0、0.05、0.5、1mg/lを含む培地間ではシュートの長さはほとんど変わらなかった。一方、BAP5、10mg/lを含む培地ではシュートは他のBAPの培地に比べ著しく短かった。

25°C区では、ホルモンフリーの培地において、シュートの長さが12.9mmと最も良い成長を示した。BAP0.05~1mg/lを含む培地では、0.1mg/lの培地がやや勝り、その他はほとんど変わらなかった。BAP5、10mg/lでは20°C区同様、シュートの長さは他に比べ著しく短かった。

シュート本数は、いずれの温度区ともBAP1mg/lを含む培地において最大となり、1mg/lまではBAPの濃度が上がるにつれて増加する傾向を示した。また、BAP5、10mg/lを含む培地では、シュート本数は他に比べ著しく少なかった。培養温度別にみると15°C区では、シュート本数の最も多いBAP1mg/lを含む培地でも平均5.6本と少なかった。20°C区では、多数のシュートが得られたが、25°C区では、20°C区に比べやや少なかった。

シュート形成率はいずれの温度区とも、0.5mg/l以下のBAPを含む培地において80%を越えた。また、20°C区のBAP1mg/lを含む培地でも80%を越えた。1mg/l以上のBAPを含む培地では、BAP濃度が高くなるにつれてシュート形成率は低下した。

このように、初代培養ではシュート長、シュート数、シュート形成率はいずれにおいても培養温度20

℃区が最適であった。図-4に20℃におけるシュートの形成状況を示す。

代表的な高山植物であるコマクサの培養でも、20℃が有効であり、レブニアツモリソウは、 $23 \pm 1^\circ\text{C}$

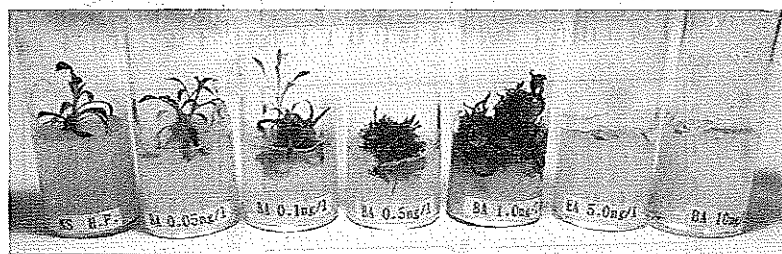


図-4 初代培養50日後における実生の芽の生育状況

で培養されている。これらと本研究の結果から、高山植物の培養では、培養温度として20℃付近が適当ではないかと考えられた。

この結果に基づき、継代培養では培養温度は20℃とした。また、シュートの伸長にはBAP0.1mg/lを含む培地が有効であり、シュートの増殖にはBAP1mg/lを含む培地が有効であると結論された。

2) 継代培養

継代培養におけるシュートの形成状況を表-2に示した。継代培養では、初代培養と同様に培養開始7日頃から芽の伸長が認められた。BAP0.05mg/lおよび0.1mg/lを含む培地では、芽からシュートが伸長し、その基部のえき芽から新たなシュートが形成され、伸長するのが観察された。これらの区で

表-2 継代培養のBAP濃度と初代培養のBAP濃度が継代培養における芽の成長に及ぼす影響

	初代培養のBAP 濃度 (mg/l)	継代培養のBAP濃度 (mg/l)			
		0.05	0.1	0.5	1.0
シュート長 (mm)	0.05	13.4±1.4	21.6±1.5	12.8±0.9	7.4±0.4
	0.1	16.0±1.8	17.0±0.8	9.5±0.4	7.0±0.2
	0.5	15.6±1.6	17.4±1.5	8.4±0.4	7.0±0.2
	1.0	15.6±1.5	23.7±1.7	7.9±0.4	7.2±0.2
シュート数	0.05	3.0±0.5	3.5±0.3	7.3±2.0	13.9±3.5
	0.1	3.3±0.5	3.6±1.0	11.0±1.2	17.4±2.7
	0.5	3.5±0.5	3.5±0.7	10.5±1.6	18.5±1.0
	1.0	4.5±0.6	8.0±1.1	10.7±1.4	29.3±4.0

は伸長したシュートからの発根が認められた。BAP0.5mg/lおよび1mg/lを含む培地では、芽からシュートが伸長し、その基部のえき芽から多芽体が形成された(図-5)。どの初代培地に由来する外

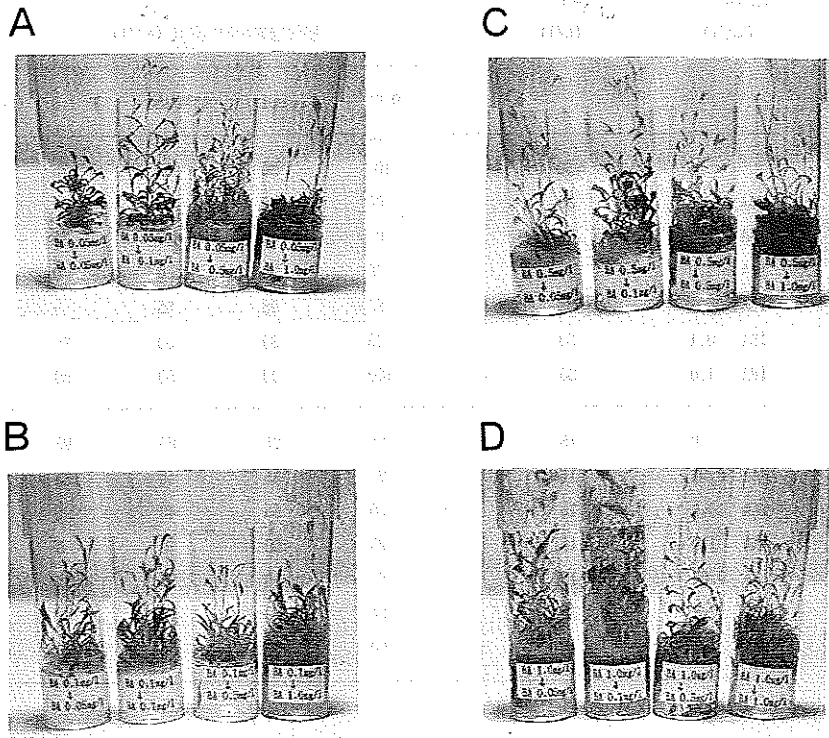


図-5 継代培養50日後における初代培養で形成されたシュートの芽からのシュート生育状況*
 ※初代培養におけるBAP濃度は、それぞれ0.05mg/l(A)、0.1mg/l(B)、0.5mg/l(C)、1mg/l(D)である。

植体でも、シュート長はBAP0.1mg/lを含む培地で、シュート数はBAP1mg/lを含む培地で最大値を示した。これらの傾向は初代培養の場合と同様であり、継代培養では、継代培地のBAP濃度がシュートの伸長、増殖に直接影響し、初代培地のBAP濃度の影響は少なかった。このことからシュートの伸長、増殖の調節は、継代培養の培地を選択することにより可能であると考えられた。

3) 発 根

初代培養により得られたシュートの芽からの発根状況を表-3および図-6に示した。処理区間に植付材料に起因するばらつきがみられるが、全体としてみると、ショ糖量に関係なく発根率は、NAA1mg/lを含む場合に他に比べ著しく劣っていた。初代培養においてBAP0.05、0.1mg/lを含む培地を用いた場合には、発根率が高い傾向を示した、一方、初代培養においてBAP0.5、1mg/lを含む培地を用いた場合には発根率がやや低かった。すなわち発根においては、オーキシンの効果より初代培養におけるBAP濃度の影響が強く働くものと考えられた。一方、低濃度のBAPで培養されたシュートの発根は、ショ糖量15g/lの場合よりも30g/lの方が若干高く、発根培地に添加するショ糖量とし

表-3 初代培養から移植した芽の初根に及ぼす初代培養のBAP濃度とIBA、NAAおよびショ糖濃度の影響

発根培地のNAA, IBA濃度 (mg/l)	ショ糖の 濃度 (g/l)	発根率(%)			
		初代培養のBAP濃度 (mg/l)			
		0.05	0.1	0.5	1.0 (mg/l)
0	30	100	90	65	75
NAA 0.01	30	60	90	10	85
NAA 0.1	30	90	90	80	85
NAA 1.0	30	40	70	0	0
IBA 0.01	30	60	95	65	-
IBA 0.1	30	95	90	30	95
IBA 1.0	30	100	90	60	80
0	15	95	75	65	95
NAA 0.01	15	75	95	45	85
NAA 0.1	15	80	55	40	95
NAA 1.0	15	25	50	0	0
IBA 0.01	15	80	90	95	85
IBA 0.1	15	85	80	85	90
IBA 1.0	15	90	100	65	70

-: 未試験

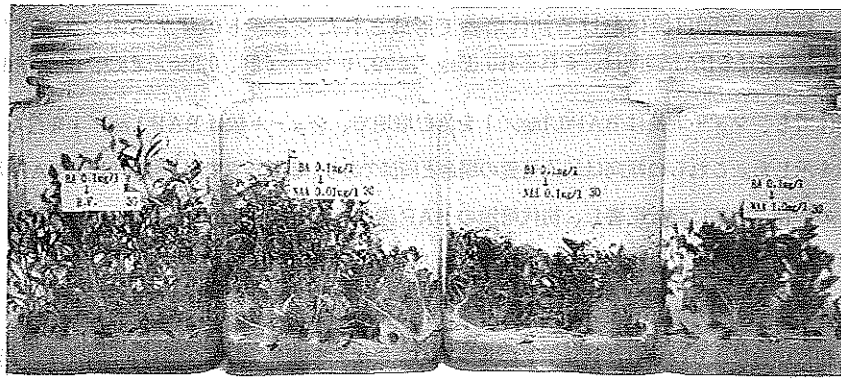


図-6 発根培地移植後40日後における初代培養で形成されたシュートの芽からのシュートの生育と発根状況*

*BAP0.1mg/lを含む培地で得られた芽を発根培地（ホルモンフリー、NAA0.01、0.1、1mg/lを含む）に移植した。

シュートでは30g/lが適当と考えられた。

またオーキシンの効果はこの実験からは明確にできなかったが、ホルモンフリーの培地で十分な発根が認められたことから、発根培地としてはホルモンフリーのMS培地を用いることが適当と判断した。

表-4 発根に及ぼす初代培養と継代のBAP濃度の影響

初代培養のBAP の濃度 (mg/l)	発根率														
	継代培養のBAP の濃度 (mg/l)			0.05			0.1			0.5			1.0		
	培養日数			10	20	30	10	20	30	10	20	30	10	20	30
0.05				60	100	100	50	100	100	30	97	100	27	93	100
0.1				40	100	100	47	100	100	37	97	97	47	93	97
0.5				60	100	100	33	97	100	7	97	100	47	93	97
1.0				83	100	100	50	93	97	63	93	93	20	57	63

継代培養で得られた芽の発根状況を表-4に示した。どの処理区においても移植後5日でシュートの伸長が、7日で発根がみられ始めた。20日後と30日後の発根率を比較すると、このあいだの変化は極めてわずかであり、発根可能な芽では移植後20日間で発根がほぼ完了することが明らかになった。

初代、継代培養のどちらもBAP 1 mg/lを含む培地で培養されたシュートから得られた芽では発根が抑制された。また、発根培地に移しても再び多芽体を形成し、これらの多芽体から伸長したシュートが再び発根するものが観察された。一方、継代培養でBAP濃度を低くした場合や、初代培養でBAP 0.05、0.1 mg/l区から継代した場合は、発根率が高く、多芽体の形成も見られなかった。

これは、高濃度のBAPを含む培地で継代培養を繰り返した場合、植物体内にBAPが蓄積され、発根培地に移植した後もその影響が残ることによるものと考えられた。

4) 順化の促進

発根培地では芽からそのままシュートが伸長し、発根した個体のほとんどが順化可能であった。一方、多芽体から伸長したシュート塊が発根したものは、分割しないでそのまま順化に移した場合、褐変枯死するものが多くみられた。これらのことから、順化を効率的に行うには低濃度BAP下で継代したシュートから得られた幼植物体を用いることが適当と考えられた。

一方、根から寒天を落とす作業中に、根を切断した個体をパーミキュライトにさしつけたものでも発根し、同時に順化する場合がみられた。このことから、発根と順化を同時に行う簡便な方法について検討の余地があると考えられる。

また、順化後、6ヶ月間育苗した培養苗の中には開花する個体が観察された(図-7)。同じナデシコ科のカネーションの培養について、藤野らは、NAAとBAPを各1 mg/l添加した培地で多芽体を育成している。一方、Davisらは、BAPを添加した場合、葉条の形態的な異常や白化現象を引き起こす可能性があると報告している。また、武田は、多芽体形成時のBAP添加によって、培養



図-7 パーミキュライトに移植後、順化し開花した幼植物体

容器内での生育は早いが、葉条がいくぶん軟弱に育つ傾向があるため鉢上げ率が低下すると報告している。

タカネビランジでは、NAAを添加せずにBAPのみで多芽体を誘導でき、しかも形態異常や白化は認められなかった。しかし、初代培養、継代培養にBAP 1 mg/lを含む培地を用いた場合、発根率が低下することが認められた。

更に、朱らは、組織培養での種苗の大量増殖法で、コスト高となる最も大きな要因は、増殖時の継代培養および順化時の培養体の手による分割であるとしている。本種においても、BAP 1 mg/lを含む培地で培養した場合、5~7 mmの長さのシュートが多数見られ、これらの分割に労力を要したが、BAP 0.5 mg/lでは形成されたシュート数は少ないものの容易に分割可能であった。

以上のことから、現状においては培地に添加するBAP濃度は0.5 mg/l程度が実用上適当と考えられた。

しかし、BAP 1 mg/lで形成された多数の芽を別の低濃度のBAPを含む培地へ継代培養し、シュートを伸長させた後、発根培地へ移植する方法も増殖効率の向上に有効かと考えられる。今後、この点については検討してゆきたい。本研究の結果から、タカネビランジ苗の大量増殖のためには、培養温度20℃でBAPを0.5 mg/l添加したMS培地上で、頂芽およびえき芽の初代培養、継代培養をおこない、ホルモンフリーのMS培地で発根させた後、順化するのが適当であると提案できる。

この方法によると、1年間に無菌発芽、初代培養および6回の継代培養が可能である。そこで、無菌培養の播種苗1本から1年間に得られる理論的な得苗数は、頂芽とえき芽の数(3)×初代培養の増殖数(5)×継代培養の増殖数(10⁶)、すなわち450万本となる(図-8)。西村は絶滅危惧種の保護に関連して、そ

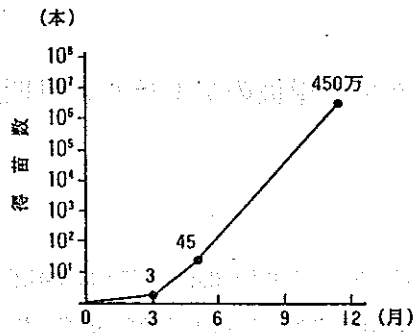


図-8 無菌播種苗1本から1年間に得られる理論的な得苗数

の種を大量に増殖して、現地で販売することを提案している。今後、タカネビランジの培養苗の利用方法について検討していきたい。

参 考 文 献

- 我が国における保護上重要な植物種及び群落に関する研究委員会種分科会編,1989.「我が国における保護上重要な植物種の現状」日本自然保護協会・世界自然保護基金日本委員会
- 大場秀章,1992. 環境研究,85: 62-74.
- 岩槻邦男,1992. 林木の育種,162: 10-13.
- 山梨県環境局景観自然保護課,1985. 山梨県高山植物の保護に関する条例
- 西川浩己,1992. 林木の育種,164: 11.
- Murashige,T.,F.Skoog,1962. *Physiol Plant.*,15: 473-497.
- 浜崎浩,1991. 第12回植物組織培養学会大会・シンポジウム講演要旨集P.134.
- 松田史代,山本繁次,飯野拓也,野口 修,関口治良,関根 正,大久保彦,清水俊行,1989. レブンアツモリソウの増殖と誕生, P.28-33、三心堂.
- 藤野守弘,藤村 良,浜田国彦,1971. 園学昭46 春研発要 302-303.
- Davis,M.J.,R.Baker,J.J.Hanan,1977.*J.Amer.Soc.Hort.Sci*,102: 48-53.
- 武田恭明,1989. 園芸植物の器官と組織の培養, P.134-139.
誠文堂新光社.
- 朱 玉,矢澤 進,浅平 瑞,1992. 植物組織培養, 9: 190-195.
- 西村繁夫,1992. 植物組織培養, 9: 58.

カラマツ単板のアセチル化処理方法

三 枝 茂

I はじめに

最近、木材の狂う、腐る、燃えるという欠点を化学的な処理により改質して、従来の木材では得られない優れた性能を有する材料として木材を利用しようという動きが活発になっている。木材のアセチル化処理もその一つとしてあげられる。木材のアセチル化とは、木材中の親水性の水酸基の水素原子を疎水性のアセチル基に置換する反応である。木材の膨潤・収縮は水酸基に水分子が作用して起こる現象であるが、疎水性のアセチル基で水酸基を置換してしまうともはや水分子とは作用しなくなり、狂いのない木材が得られる。そこで本研究では県産材カラマツ材より製造したカラマツ単板に適したアセチル化処理方法について検討したので報告する。

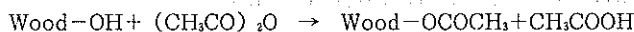
II 研究方法

1 供試材料および試片

供試材料には山梨県産の人工林カラマツ中径材(元口径18cm~25cm)を使用した。これから幅15cm、厚さ2.5cmの板を製材し、3ヶ月間天然乾燥させ、心材部より幅6cm厚さ5mmの板を製材し、これを自動一面かんな盤で厚さ約2mmまで切削して単板を製造した。この単板から節およびやにつぼ等の欠陥部分を除いて、繊維方向に長さ6cm、幅5.5cmに切断し試片とした。

2 触媒活性

木材をアセチル化する方法はいろいろ試されているが、図1に示す反応により酢酸塩を触媒に用いて無水酢酸中で液相酢化するすると、木材自体の繊維の損傷も少なく、短時間で反応率の高いアセチル化処理木材が得られると報告されている¹⁾²⁾³⁾。この際、触媒には酢酸ナトリウムおよび酢酸カリウムが使用されている。そこで、両触媒のどちらがカラマツ材のアセチル化に対して適するか検討した。



木 材 無水酢酸 触媒 アセチル化処理木材 酢酸
(CH_3COOM ; $\text{M}=\text{Na}, \text{K}$)

図-1 アセチル化

1) 方 法

105°Cで全乾した試片(4枚1組、計8組)をそれぞれビーカーに入れ、真空デシケーター中にて10 Torrで30分間減圧状態に保ち、濃度0、0.5、1.0、1.5、2.0mol/kgの酢酸ナトリウムおよび酢酸カ

リウムの触媒液を注入した。12時間浸漬後、試片を取り出し、105℃で十分に乾燥した。次に試片をセパラブルフラスコに移し入れ、10Torrで30分間減圧状態に保ち、無水酢酸を注入した。その後マントルヒーターで120℃に加熱し、15分間反応させアセチル化を行った。そしてただちに試片を取り出し、温水で十分に洗浄してから105℃で十分に乾燥させた。そして以下の式により見かけのアセチル化率を算出した。

$$A = \frac{W_T - W_C}{W_C} \times 100 (\%)$$

ここで、 A は見かけのアセチル化率、 W_T はアセチル化処理試片の全乾重量、 W_C は無処理試片の全乾重量を示す。ここで、 A はアセチル化率、 W_T はアセチル化処理試片の全乾重量、 W_C は無処理試片の全乾重量を示す。

3. 無水酢酸の含浸方法

木材の内部まで均一にアセチル化の反応を行わせるためには、無水酢酸を木材内部まで十分に含浸させる必要がある。木材に無水酢酸を含浸するには浸漬、減圧注入および減圧加圧注入等が考えられる。浸漬は無水酢酸に木材を浸すだけであり設備も簡単であるが、十分に薬剤を木材内部まで浸透させるには長時間を必要とする。減圧注入および減圧加圧注入は設備を伴うが、短時間に薬剤を木材に浸透させることが可能となる。そこでこれらの含浸方法によるアセチル化率の相違を検討した。

1) 方法

105℃で全乾した試片（5枚1組、計3組）をビーカーに入れ、真空デシケーター中にて10Torrで30分間減圧状態に保ち、濃度0.5mol/kg酢酸カリウムの触媒液を注入した。12時間浸漬後、試片を取り出し、105℃で十分に乾燥後、1組は無水酢酸に浸漬、他はセパラブルフラスコに入れ、10Torrで30分間減圧状態に保ち、無水酢酸を注入した。このうち1組はさらに10kgf/cm²で30分間加圧した。それから3組を共にセパラブルフラスコに入れ、無水酢酸を注ぎマントルヒーターで120℃まで加熱し、15分間反応させアセチル化を行った。その後ただちに試片を取り出し、温水で十分に洗浄してから105℃で十分に乾燥し、見かけのアセチル化率を測定した。

4. 乾燥温度による材の変色

触媒液注入後およびアセチル化後に木材の乾燥を行うが、高温で乾燥を行うと短時間に水分を取り除くことができる。しかし乾燥後の木材の変色が著しく、化粧的な用途に使用することは困難であると思われる。そこで乾燥温度による木材の変色状況を調べ、どの程度の乾燥温度までが化粧的な用途への許容範囲となるか検討した。

1) 方法

試片に濃度0.5mol/kgの酢酸カリウムの触媒液を減圧注入し、室温40、60、80、105℃で24時間乾燥してから材色を調べ4段階に区分した。次にこれらの試片と無触媒の試片を共にセパラブルフラスコに入れ、無水酢酸を減圧注入して、120℃で15分間反応させてアセチル化を行った。そして再び同様な

乾燥させた。乾燥させた材色を調べた。

5. 含水率とアセチル化率

無水酢酸は水と徐々に反応して酢酸になる。したがって触媒液注入後の木材は十分に乾燥させて水分を取り除いておく必要がある。そこで触媒注入後の木材の含水率はどの程度以下が望ましいか検討した。

1) 方法

105℃で全乾した試片（6枚1組、3枚は含水率測定用、残り3枚はアセチル化率測定用）を6組ビーカーに入れ、真空デシケーター中にて10Torrで30分間減圧状態に保ち、濃度0.5mol/kgの酢酸カリウムの触媒液を注入し、12時間浸漬した。次に試片を取り出し、80℃で2時間および5時間、60℃で2時間および5時間、40℃で5時間、室温で5時間乾燥させた。その後、含水率測定用の試片を取り出し、105℃で十分に乾燥し含水率を測定した。残りはセパラブルフラスコに入れて10Torrで30分間減圧状態に保ち、無水酢酸を注入した。それからマントルヒーターで120℃まで加熱し、15分間反応させアセチル化を行った。その後ただちに試片を取り出し、十分に温水で洗浄後、105℃で十分に乾燥し、見かけのアセチル化率を測定した。

6. アセチル化率の調節

木材をアセチル化する際、アセチル化率は温度、時間、圧力および触媒量、その他のいろいろな反応条件により変化する。ここでは圧力、触媒の濃度を一定にし、反応温度および反応時間を変えることにより、どの程度アセチル化率が変化するか検討した。

(1) 方法

105℃で全乾にした試片（5枚1組、計16組）をビーカーに入れ、真空デシケーター中にて10Torrで30分間減圧状態に保ち、濃度0.5mol/kgの酢酸カリウム触媒液を注入した。12時間浸漬後、試片を取り出し105℃で十分に乾燥させた。次にそれぞれの試片をセパラブルフラスコに入れて、10Torrで30分間減圧状態に保ち、無水酢酸を注入した。その後マントルヒーターで加熱し100、110、120、130℃の反応温度に対して1、10、30、60分間反応させアセチル化を行った。処理後に試片を取り出し温水で十分に洗浄後、105℃で十分に乾燥して、見かけのアセチル化率を測定した。

III. 結果および考察

1. 触媒活性

図2に触媒の濃度とアセチル化率（4枚の平均値）の関係を示す。それぞれの濃度において、酢酸カリウムは酢酸ナトリウムに比べアセチル化率が高く、カラマツ材に対しては前者が触媒活性が高いと考えられる。また両触媒共に濃度が増加するにしたがい、アセチル化率も増加しているが、それと平行して木材の変色も著しくなり、触媒量はなるべく少ないほうが好ましいと思われた。一方、無触媒の場合はアセチル化率が6%程度と極端に低い。著しい木材の変色は確認されずやや漂白された。

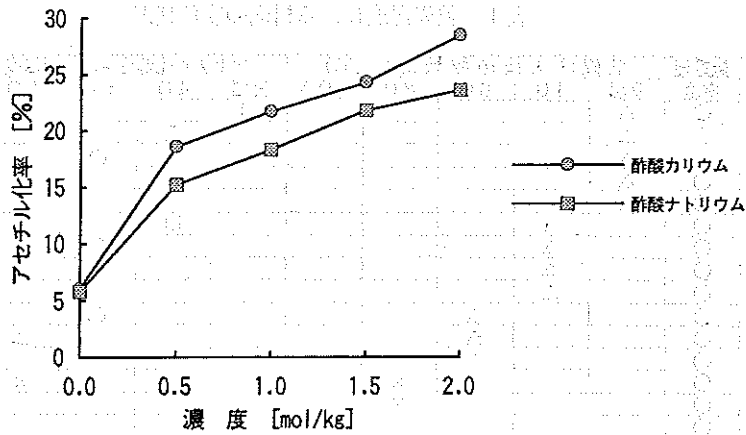


図-2 触媒の濃度とアセチル化率の関係

2 無水酢酸の含浸方法

それぞれの含浸方法におけるアセチル化率（5枚の平均値）を図3に示す。浸漬のみではアセチル化率が低く16%程度であった。減圧注入および減圧加圧注入ではほとんどアセチル化率には差く20%程度であり、浸漬に比べ4%程度高いアセチル化率となった。

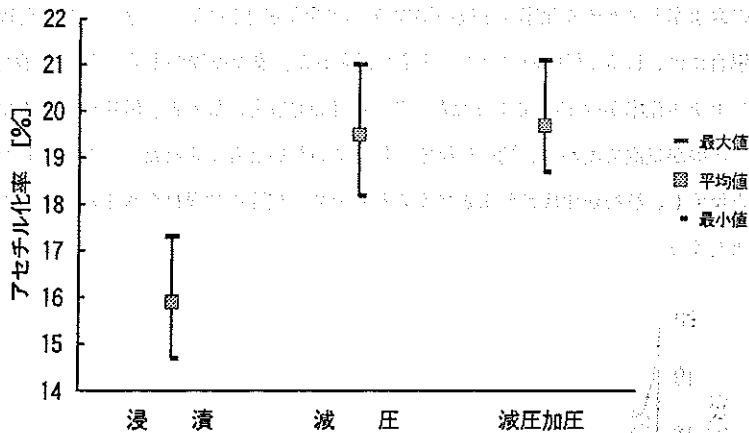


図-3 含浸方法とアセチル化率の関係

3 乾燥温度による材の変色

表1に示すように、無触媒の試片はアセチル化後に105℃という高温で乾燥させてもやや漂白されるだけであり、アセチル化反応そのものに漂白作用があると考えられる。触媒注入後60℃で乾燥させた試片はやや変色するが、アセチル化処理後に同温度で乾燥させると、漂白作用により原色に近い色になった。触媒注入後80℃以上の温度で乾燥してしまうとかなり変色して、アセチル化処理による漂白作用でもはや原色には戻らなかった。したがって、触媒注入後あまり高温で乾燥させると木材が変色し、アセチル化後もその影響が残存してしまい、化粧的な用途に使用する場合は、触媒注入後の乾燥温度は60℃以下

表1 乾燥温度による材面の変色状況

	無処理	触媒注入後の乾燥温度(°C)					アセチル化処理後の乾燥温度(°C)				
	室温	室温	40	60	80	105	室温	40	60	80	105
触媒使用	○	△					□				
	○	△					□				
	○	△							○		
	○	△								△	
	○	△									×
	○		△					□			
	○		△						○		
	○		△							△	
	○		△								×
	○			△					○		
無触媒	○			△						△	
	○			△							×
	○			△							×
	○				△					×	×
	○					×					×
無触媒	○					×					×
	○						×				×
	○							□			
	○							□			
	○								□		

○：原色または変色が殆どなし □：やや漂白された △：やや変色した ×：かなり変色した

で行うことが望ましいと言える。

4 含水率とアセチル化率

試片の含水率とアセチル化率（3枚の平均値）の関係を図4に示す。含水率が5%程度まで試片を乾燥させた場合には、17.5%程度のアセチル化率が得られた。また乾燥が十分でなく、含水率が約60%の試片は、アセチル化率が約15%であったが、加熱中100°C以上になると、試片から盛んに気泡（水蒸気）を発生し、表面が気泡で覆われ、均一に反応が起きていないと考えられた。また発生した水蒸気の一部が無水酢酸と反応し、酢酸が生成されると考えられるので、試片の乾燥は含水率が5%以下まで行うことが望ましいと言える。

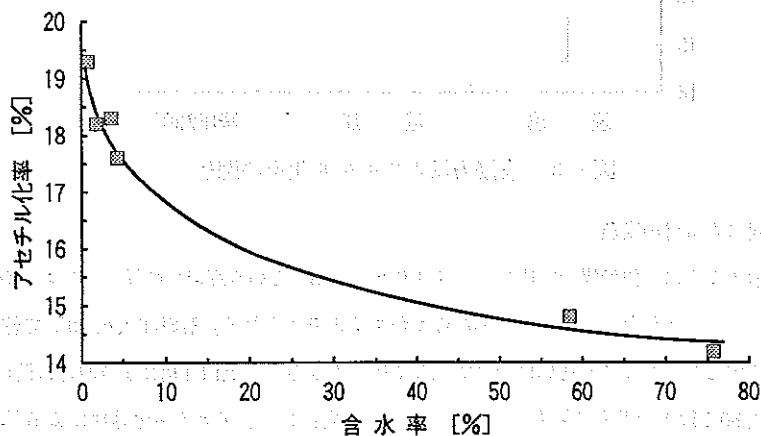


図-4 含水率とアセチル化率の関係

5 アセチル化率の調節

反応温度とアセチル化率（5枚の平均値）の関係を図5に示す。100℃の反応温度ではアセチル化率が低く、110、120、130℃の反応温度ではほぼ同程度のアセチル化率であった。これらの反応温度において、20%程度のアセチル化率を得るには、反応時間が20分程度必要である。

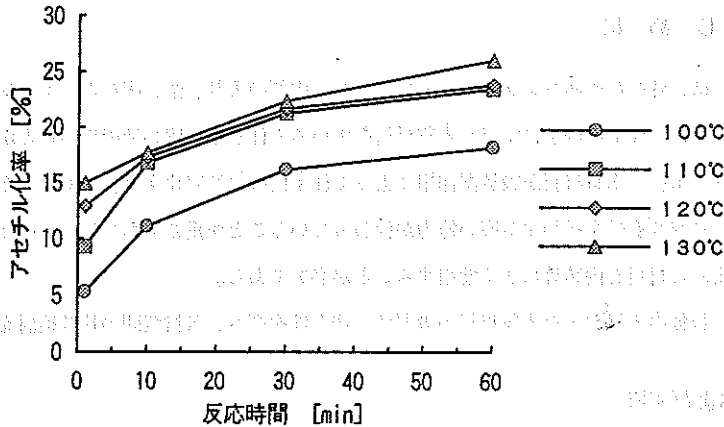


図-5 反応時間および反応温度とアセチル化率の関係

IV おわりに

今回はカラマツ単板のアセチル化処理方法についての報告であるが、アセチル化処理木材の諸性能についての報告も結果がまとまり次第行いたい。

文 献

- 1) 白石信夫：木材工業、43-11、55-59 (1988)
- 2) 佐立正人：木材工業、42-1、23-26 (1987)
- 3) 日本木材学会編：木材科学実験書、II 化学編、P.300~P.301

数種の木材および木質材料の吸湿性

本多 琢 己

I はじめに

我が国では、外壁が鉄筋コンクリートであっても、内部の天井、壁、床などに木材や木質材料が多く使われている。また、住宅の内装に木材や木質材料を用いると住心地、居心地の良いことが経験的に知られている。これは、木材や木質材料が吸放湿作用によって住宅内の湿度変化を緩和する能力を備えているからである。住宅には湿度変動を緩和する高い能力が備わっていることが重要であり、そのためには、木材等の吸放湿性に富んだ材料を内装等に多く使用することが必要である。

今回は、数種の木材および木質材料の吸湿性、透湿性を調べ、各材料間の比較検討を行ったので報告する。

II 材料および実験

木材としてスギ、ヒノキ、カラマツ、シラベ、木質材料としてパーティクルボード(以下PBと略)、ハードボード(以下HBと略)、塗装合板(以下TPと略)、およびケイ酸カルシウム板(以下CAと略)をそれぞれ用いた。木材では柾目板とし柾目面をサンダー(240番)掛けした。所定の寸法(吸湿試験:50mm×50mm、透湿試験:11.5mm×7.5mm)に切削し、全乾とした後、比重を求めた。供試材料の厚さ、全乾比重を表1に示す。吸湿性試験では全乾試片の吸湿面以外の面を防湿テープで断湿した後、デシケーター(NaCl飽和水溶液)中に放置し重量変化を経時的に測定した。また、透湿性試験では全乾試片を水を満たした容器(ポリプロピレン製)に接着し、透湿面以外の面をシーリング剤及び防湿テープで断湿した後、デシケーター(シリカゲル)中に放置し重量変化を経時的に測定した。なお、両試験とも測定は室温下で行われた。

III 結果及び考察

1 透湿試験

壁体の外側と内側で相対湿度が異なると透湿性のある材料では、高湿度側から低湿度側に湿気が移動する。この移動機構を以下のように考えた。すなわち、大気中の水分はまず材料表面へ吸着し、ついで材料中を水分が移動し、さらに表面から大気中への水分移動が起こる。本実験ではこのような一連の移動過程を透湿現象として扱った。透湿係数(β)は湿度傾斜の補正項を含む次式から算出した。

$$\beta = (\Delta W * d) / (\Delta T * A * \Delta H) (g/h * \% * m) \dots\dots(1)$$

ここで、 ΔW :透湿量(g)、 ΔT :測定時間(h)、 d :試片厚さ(m)、 A :透湿面積(m^2)、 ΔH :湿度差(%)

表1 材料の比重、 β 、K

	厚さ (mm)	比重	透湿係数 $\beta \times 10^{-4}$ ($g \cdot h^{-1} \cdot \%^{-1} \cdot m^{-1}$)	$K \times 10^{-3}$
シラベ	11.03	0.35	2.70	2.49
ヒノキ	11.40	0.45	3.82	2.50
スギ	10.77	0.36	8.59	3.12
カラマツ	9.90	0.44	3.20	1.97
ポリイソブレン (PB)	8.80	0.71	2.44	5.91
酢酸カルシウム板 (CA)	4.92	0.81	4.41	6.27
塗装合板 (TP)	11.22	0.56	0.45	2.42
ハードボード (HB)	3.18	1.09	1.95	6.51

今回は特別な温度制御を行わず室温下での測定としたため正確な ΔH が求められなかった。計算に際しては測定期間中の温度変動を考慮し、 $\Delta H=70$ とした。供試材料の透湿係数 β を表1に示した。木材に関してはシラベ<カラマツ<ヒノキ<スギの順に透湿係数が大きく、特にスギが他の樹種に比べて著しい透湿性を示した。しかし、スギの比重がカラマツ、ヒノキの比重に比べて2割程度低いため、比重が β に及ぼす影響を考慮せねばなるまい。したがって、この結果を一般的な樹種特性と結論するには無理があると思われる、本実験の範囲内での傾向と考えた。木質材料に関しては、 $TP < PB < HB < CA$ の順に透湿係数が大きい。CA、HB、PBでは比較的透湿性が良いが、これは空隙が多く通気性が良いためと思われる。また、TPでは塗膜の存在によって透湿性が著しく小さい。

2 吸 湿 性

吸湿率(U)の算出に当たっては以下の式を適応した。

$$U = 100 (W_t - W_o) / (W_o * d) \quad (\%/m) \dots\dots(2)$$

ここで、 W_t (g) : 各時間における試片の重量、 W_o (g) : 試片の全乾質量、 d : 試片厚さ (m)

木材及び木質材料の吸湿率の経時変化を図1に示す。吸湿率は時間の経過に伴い増加するが、その増加速度は時間が経過するにつれて減少しある一定の値(U_e)に取れんする傾向を示した。このような場合、次の近似曲線のあてはめが可能である。

$$U = U_e - (U_e - U_a) e^{-Kt} \dots\dots(3)$$

本実験では $U_a = 0$ であるから、(3)式は次式のようなになる。

$$U = U_e (1 - e^{-Kt}) \dots\dots(4)$$

両辺の対数を取り

$$\text{Log} (1 - U/U_e) = -Kt \dots\dots(5)$$

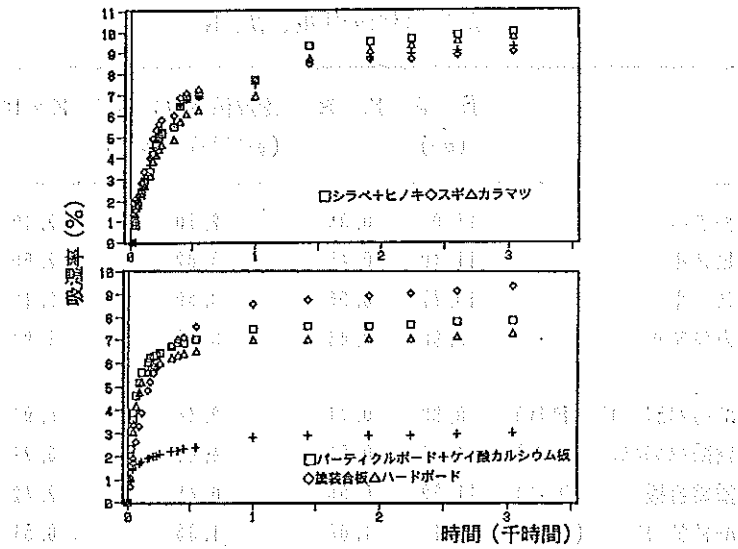


図-1 吸湿率の経時変化

次に、 T に対して $\text{Log}(1-U/U_e)$ をプロットしたものの一例を図2に示す。図の直線の傾き K は吸湿速度に関する定数である。相関の良い部分からそれぞれの K を求め、その結果を表1に示す。図2の CA、HB、PB では K の値が大きく吸湿速度が速い。木材ではスギが他の樹種に較べてやや大きいが見ても著な差は認められない。

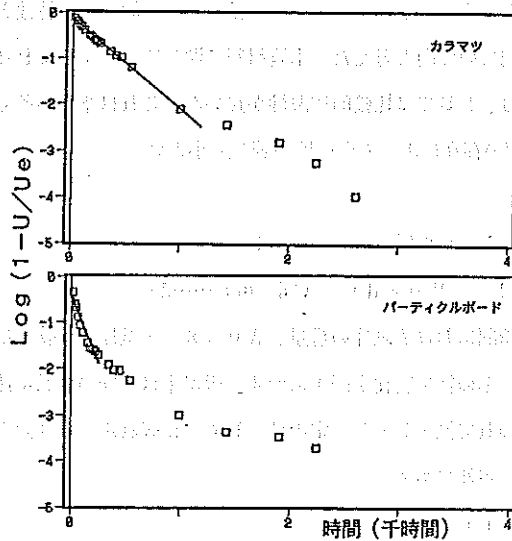


図-2 経過時間と $\text{Log}(1-U/U_e)$ の時間

次に透湿係数 (β) と K の関係を検討した。それぞれの β に対して K をプロットしたのが図3である。木材および木質材料がそれぞれ同一グループに属している。また、それぞれのグループで透湿係数と K の間に正の相関関係が認められ、透湿係数の大きい材料では吸湿速度に関する定数 K も大きくなる傾向に

あると考えられる。また、透湿性に乏しいTPでもある程度の吸湿性を示した。これは、TPの吸湿の大部分が塗膜表面への水分吸着によるものとする。

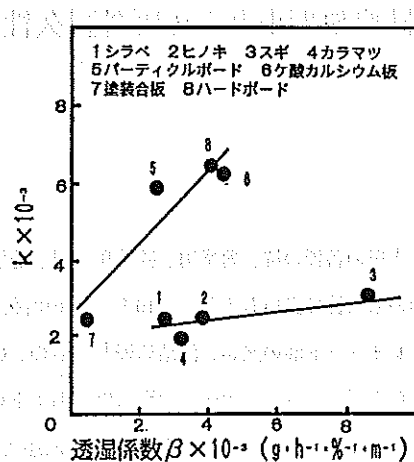


図-3 透湿係数 β と K の関係

IV おわりに

数種の木材および木質材料について、調湿作用に関わりが深い透湿係数および吸湿率を測定し、各材料間の相違について検討した。得られた結果の要約は以下の通りである。

- 1 透湿係数 β に関して木材ではシラベ<カラマツ<ヒノキ<スギの順に、また、木質材料ではTP<PB<CA<HB<CAの順に大きな値であった。スギを除く他の樹種間に顕著な差は認められなかった。また、TPは著しく透湿性が悪かった。
- 2 吸湿率は時間の経過に伴い増加するが、その増加速度は時間が経過するにつれて減少し、ある一定値に収れんする傾向を示した。また、CA、HB、PBの吸湿速度は木材に比べてかなり大きかった。
- 3 木材および木質材料のそれぞれについて、透湿係数 β と吸湿速度に関する定数Kの間に正の相関関係が見いだされた。透湿係数の大きい材料では吸湿速度に関する定数Kも大きくなる傾向にあると考えられた。

文 献

- 1) 山田 正編：“木質環境の科学”，海青社，1987，P313~340.

防腐処理小丸太の野外耐久性

名 取 潤

I はじめに

針葉樹の剥皮した小丸太は土木用の各種の杭、農業用、園芸用資材、公園などの遊具と幅広く使用されている。これらは仮設的な短期間の耐久性で良いものから、10年近くの耐久性を要求されるものまで様々である。防腐処理方法としてはクレオソート油の塗布、浸漬処理したもの、CCAを加圧注入したものなどがある。しかしこれらの処理資材が実用的にみてもどの程度の耐久性があるものか調査したデータあるいは、それを記述したマニュアルはあまり多くない。本研究ではクレオソート油の塗布、浸漬処理を中心に、CCA等の防腐剤の加圧注入も含めて、これらの防腐処理丸太を地中に埋設あるいは、杭材として7年間にわたって暴露してその劣化状況を調査したので報告する。

II 試験方法

1 供試材並びにその防腐処理

供試材はスギ、ヒノキ、カラマツの末口径4~8cm、材長1.2mの剥皮丸太を使用した。また薬剤の浸透性を良くするためと、処理条件を一定にするため、供試材は含水率10%前後になるように人工乾燥を行った。

防腐処理条件を表-1に示した。防腐処理はクレオソート油を中心にした塗布または浸漬処理、クレオソート油、CCA、TBTP(トリブチル錫フタレート)の加圧注入処理並びに従来から農家で行われている焼き丸太の防腐効果を見るための焼き丸太処理を行った。クレオソート油は防腐処理工場で使用しているJIS製品と、市販されているものの2種類を使用した。塗布は2回塗布とし、浸漬は10分間、隔日3回処理を行った。また加圧注入処理は、防腐処理工場に依頼して実施した。

2 野外耐久性試験

1) 杭 試 験

各防腐処理を行った供試丸太について、一条件10本を図-1に示すような埋設方法で地中に埋設し、毎年1回供試材をぬきとり被害度を判定した。判定後はまた埋めもどして試験を続行した。埋設地は山付きの南西に面した緩傾斜の草地で、年2回程度下草をかけて、適度に草が繁茂するように管理を行った。

2) 埋 設 試 験

埋設試験についても、図-1に示すような埋設方法で、1条件9本を杭試験に隣接した草地に埋設した。覆度は供試丸太がわずかに土におおわれる程度とし、杭試験と同様に年1回掘り起こし、被害度を

表-1 防 腐 処 理 条 件

防腐処理方法	処 理 条 件	
	処理液の濃度	操 作
1. 無 処 理		
2. クレオソート油 (市販品) 塗布	不 明	2 回 塗 布
3. クレオソート油 (J I S規格品) 塗布	原 液	2 回 塗 布
4. クレオソート油 (J I S規格品) 浸漬	原 液	1 0分間3回浸漬
5. クレオソート油 (J I S規格品) 加圧注入	原 液	前排気なし 加圧14~15kgf/cm ² 20分
6. 焼き丸太		
7. トリブチル錫フタ レート (TBTP) 加圧注入	0. 5%	前排気0~720mmHg 18分 加圧0~5. 6kgf/cm ² 12分 後排気0~740mmHg 6時間
8. CCA加圧注入	2. 1%	前排気600mmHg 20分 加圧14~15kgf/cm ² 57分 後排気 600mmHg 30分

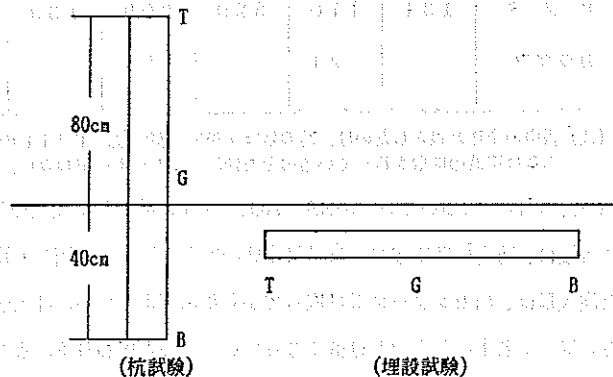


図-1 杭試験及び埋設試験の埋設方法

判定した。判定後はまた埋めもどして試験を続行した。試験地の管理は、杭試験と同様な方法で行った。

(3) 被害度の調査

被害度の判定は、年1回掘り起こし、森林総研で行っている判定基準に準じた方法で行い、その平均値を被害度とした。表-2にその判定基準を示した。

表-2 被害度の表し方

被害度	観 察 状 態
0	健 全
1	部分的に軽度の虫害または腐朽
2	全面的に軽度の虫害または腐朽
3	2の状態のうえに部分的に激しい腐朽
4	全面的に激しい虫害または腐朽
5	虫害または腐朽により形がくずれる

III 結果と考察

1 処理方法別の薬剤の注入量

加圧注入処理を行った供試材の平均薬液注入量を表-3に示した。クレオソート油についてはJISA-

表-3 加圧処理による防腐剤薬液の注入量 (kg/m³)

処 理 樹 種	クレオソート油		C C A		TBTP	
	全 体	樹種別	全 体	樹種別	全 体	樹種別
ス ギ		122		336		11.5
ヒ ノ キ	134	110	329	208	139	9.9
カラマツ		21		28		4.8

(注) 表中の全体と表示したのは、防腐処理工場での測定値、TBTPの樹種別注入量は薬液の回収を行っているので薬液注入量そのものではない。

9002-2法、CCA、TBTPについては、JISA-9002-1法に準拠して注入処理が行われた。表中の全体と記された注入量は、防腐処理工場で、供試材全体の前重と後重を計測して算出した注入量である。樹種別と記された注入量は、当センターに受け取ってから重量測定を行い、注入前の重量との差より算出した注入量である。従って若干の蒸発分だけ低くなっているものと思われる。またTBTPの注入量については、薬液を加圧注入後、有機溶媒の回収が行われているため、正確な計測ができなかった。

次に樹種別の注入量を見ると、カラマツの注入性が非常に悪く、クレオソート油、CCAとも20kg/m³台の注入量になった。一方スギ、ヒノキについては、JIS基準に示されている数値に近い注入量が得られた。また供試木1本を鋸断して内部の注入状態を見ると、スギは心材部をのぞいてほぼ全面に薬剤の浸透が見られたが、カラマツは木口周辺のみで、浸透性が非常に悪かった。また同一処理の供試木間の注入量のバラツキもインサイジングなどを行ってない杭丸太の場合は大きく認められ、今後の防腐処理の検討課題と考えられる。

次に表-4にクレオソート油を10分間、隔日3回浸漬処理した場合の注入量を示した。スギ、ヒノキ

表-4 クレオソート油浸漬処理による注入量

樹 種	含 水 率 (%)	注 入 量 (kg/m ³)
ス ギ	7.9	27.9
ヒ ノ キ	8.2	36.3
カラマツ	8.7	8.2

については30kg/m³前後の注入量が認められたが、カラマツの注入性は悪く8kg/m³程度にとどまっている。

2 杭試験の平均被害度

杭試験の被害度のうち最も劣化の激しい地際部分について、7年経過時点までの平均被害度を樹種別、処理方法別に整理して図-2から図-7に示した。まず図-2でスギ丸太のクレオソート油処理した場合について見ると、コントロールの無処理材は2年目で平均被害度が2.5以上になり、2年から3年がその耐用年数であろう。これに市販されているクレオソート油を塗布すると3年から4年となり1年から2年くらい延びるが、たいして効果がないことがわかる。一方JIS規格品のクレオソート油を塗布、浸漬したものは、劣化はしているが被害度が1以内にとどまっており、浸透性の比較的良好なスギ丸太に、規格品のクレオソート油を塗布、浸漬した場合は7年以上の耐久性が期待できることがわかる。加圧注入したものはほとんど劣化しておらず、相当長期の耐久性が期待できそうである。

次にクレオソート油以外の処理について見ると、図-3に示したように焼き丸太がまったく効果がなく、1年以内に耐用年数を越える。無処理よりも悪く、シロアリなどの被害が促進されたように見える、一方TBTP処理は6年目で2.5を越えるようになり、耐用年数が6年くらいであることがわかる。CCA処理は被害度が1以内で、7年以上の耐久性が期待できる。

次にヒノキのクレオソート油関係の耐久性について図-4に示した。ヒノキ材はスギ材などより耐久性が高いとされているが、辺材部の多い小丸太ではこのようなことはない。無処理材の耐用年数は2年程度である。市販のクレオソート油を塗布したのも2~3年の耐用年数でコントロールと大差ないものであった。JIS企画のクレオソート油を塗布したものは、7年経過した時点で2.5を越え、7年程度の耐久性があることがわかる。クレオソート油の浸漬、加圧注入したものは、被害度が1以下にとどまっており、7年以上の耐久性が期待できる。次にクレオソート油以外の耐久性を見ると、図-5に示したように、焼き丸太はまったく耐久性がない。TBTPは劣化が目立って来ているが、7年経過した時点で被害度が2.5以下で、7年以上の耐久性がある。CCA処理は被害度が1以内で、7年以上の耐久性がある。CCA処理は被害度が1以内で、7年以上の耐久性が充分期待できる。

次にカラマツのクレオソート油関係の耐久性について図-6に示した。カラマツ小丸太は、前述した薬剤注入量でも注入性が悪く、耐久性が期待できないことが予想されるが、その通りであった。市販のクレ

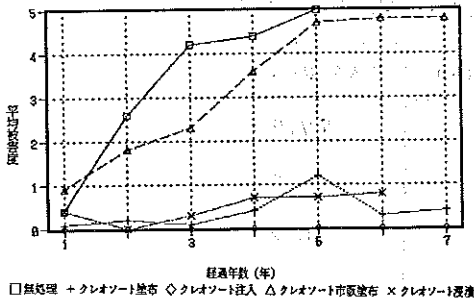


図-2 杭試験の平均被害度 (スギ)
(クレオソート油関係:地際)

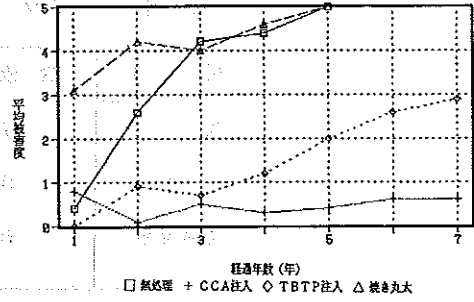


図-3 杭試験の平均被害度 (スギ)
(CCA, TBTP, 焼き丸太:地際)

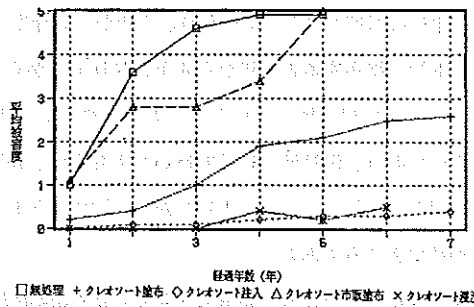


図-4 杭試験の平均被害度 (ヒノキ)
(クレオソート油関係:地際)

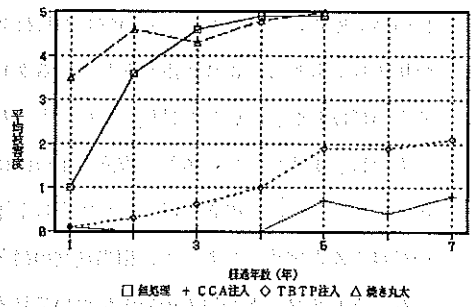


図-5 杭試験の平均被害度 (ヒノキ)
(CCA, TBTP, 焼き丸太:地際)

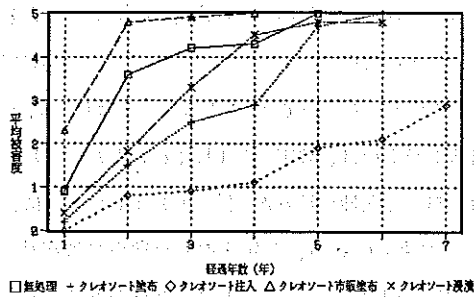


図-6 杭試験の平均被害度 (カラマツ)
(クレオソート油関係:地際)

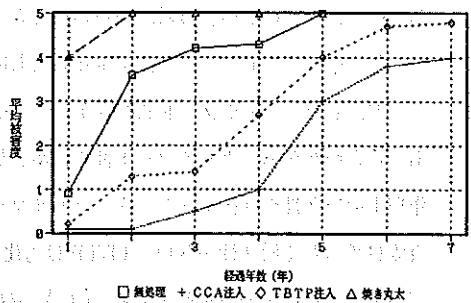


図-7 杭試験の平均被害度 (カラマツ)
(CCA, TBTP, 焼き丸太:地際)

オソート油を塗布したものは、無処理と変わらない2年程度の耐久性であった。クレオソート油の JIS 規格品を塗布、浸漬しても3年程度で被害度が2.5を越え、塗布、浸漬処理ではクレオソート油がほとんど付着しないことがわかる。加圧注入処理したものはそれなりの耐久性を示しているが、7年程度の耐久性しか得られない。次にクレオソート油以外のものについて図-7で見ると、TBTPが4年程度の耐久性、CCA処理をしても5年程度の耐久性しか期待できない。

本試験では杭の頂端部、杭の地中部の劣化状況についても調査したが、いずれも地際部の劣化ほど被害がひどくなく、実用的にみると地際部の被害度で耐用年数が評価できるのでこの部分の記述は省略する。また本試験で対象にしたような末口径が4~8cmの小丸太では、辺材部の劣化した時点が実質的な耐用年数と考えられるが、もう少し丸太径が大きくなると、心材部の体積が多くなり、辺材部が劣化しても心材部があまり劣化しなければ、実用には充分耐えることになるものと考えられる。従って本試験のデータはあくまでも参考値で、丸太径の異なる杭丸太の耐久性評価は、使用条件にあった丸太で調査して行くのが重要である。

3 埋設試験の平均被害度

埋設試験の被害度のうち中央部分の被害度について、7年経過時点までの平均被害度を樹種別、処理方法別に整理して図-8から図-13に示した。埋設試験は小丸太全体が浅く地中に埋設されているもので、杭試験に比べて劣化が促進されている場合が多い。まず図-8でスギ丸太のクレオソート油処理した場合について見ると、無処理丸太は1年半から2年で2.5の耐用年数を越える。市販品のクレオソート油を塗布したものは3年から4年で耐用年数を越え、杭試験と同程度の耐用年数である。またJISの規格品を塗布しても3年から4年で大差ない耐久性であった。浸漬処理したものは4年目で被害度が1を越えるが、6年経過した時点で2以下にとどまっている。加圧注入したものはほとんど劣化しておらず7年以上の耐久性がある。クレオソート油以外についてみると、TBTPが4年で2.5を越え杭試験より2年くらい早い劣化状況であった。CCAは7年経過した時点で被害度が1近くで7年以上の耐久性がある。

次にヒノキのクレオソート油関係の耐久性について図-10に示した。無処理材は1年半から2年で2.5を越え、市販のクレオソート油を塗布したのも3年から4年が耐用年数であろう。JIS規格のクレオソート油を塗布した場合4年から5年で2.5を越え、その後は急速に劣化している。JIS規格のクレオソート油を浸漬または加圧注入したものは1以下で、7年以上の耐久性がある。クレオソート油以外のものについて見ると、焼き丸太はコントロールよりも劣化が著しいことは杭試験と同様である。TBTPが5年で2.5を越え、CCA処理も6年目で2を越える被害度となり、8~9年の耐用年数であろう。1.2mの杭丸太の中央部は、木口面からの注入があまり期待できないので、被害度が大きくなっているように思われる。

次にカラマツのクレオソート油関係の耐久性を図-12に示した。カラマツ材は注入性が特に悪いので、塗布したものは市販品、JIS規格品とも大差なく耐久性が向上しない。コントロールが1年、市販のクレオソート油が1年、JIS規格品が1.5年から2年であった。浸漬処理しても1年延びる程度の2年から3年の耐用年数である。加圧注入したのも4年から5年で杭試験より2年くらい短い耐久性の評価になっ

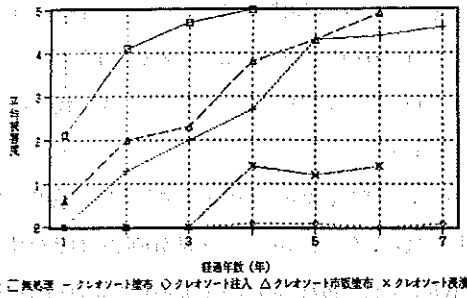


図-8 埋設試験の平均被害度 (スギ)
(クレオソート油関係:中央)

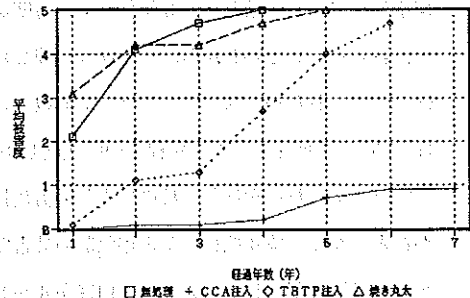


図-9 埋設試験の平均被害度 (スギ)
(CCA, TBTP, 焼き丸太:中央)

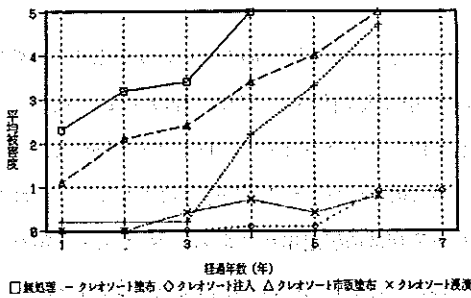


図-10 埋設試験の平均被害度 (ヒノキ)
(クレオソート油関係:中央)

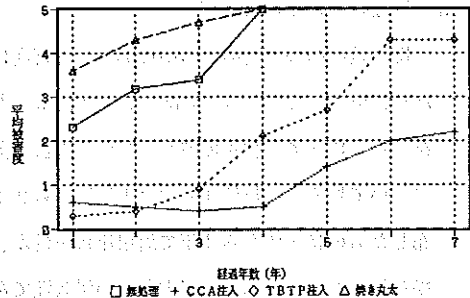


図-11 埋設試験の平均被害度 (ヒノキ)
(CCA, TBTP, 焼き丸太:中央)

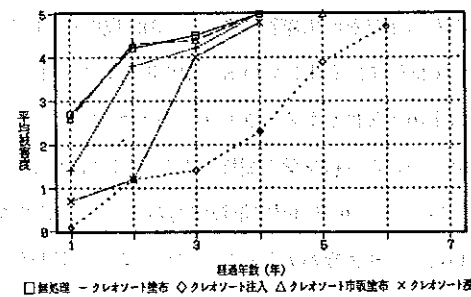


図-12 埋設試験の平均被害度 (カラマツ)
(クレオソート油関係:中央)

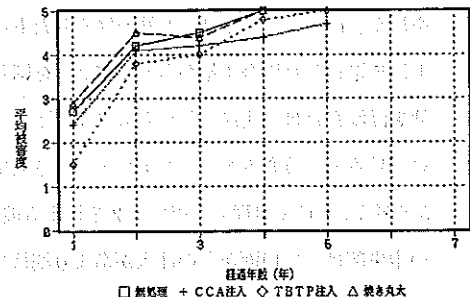


図-13 埋設試験の平均被害度 (カラマツ)
(CCA, TBTP, 焼き丸太:中央)

ている。クレオソート油以外の薬剤について図-13に示すように、コントロールと比べてまったく耐久性が向上しておらず、CCA、TBTP等の薬剤がまったく浸透していないことがわかる。

IV お わ り に

以上針葉樹小丸太に防腐処理を行った場合の耐久性について、スギ、ヒノキ、カラマツの3樹種について

表-5 処理方法別の耐久性一覧表

処 理	耐 久 性					
	ス ギ		ヒ ノ キ		カ ラ マ ツ	
	杭	埋 設	杭	埋 設	杭	埋 設
① 無 処 理	2~3年	1.5~2年	2 年	1.5~2年	2 年	1 年
② クレオソート油 (市販品)塗布	3~4年	3~4年	2~3年	3~4年	2 年	1 年
③ クレオソート油 (JIS)塗布	7年以上	3~4年	7 年	4~5年	3 年	1.5~2年
④ クレオソート油 (JIS)浸漬	7年以上	7年以上	7年以上	7年以上	3 年	2~3年
⑤ クレオソート油 加 圧 注 入	7年以上	7年以上	7年以上	7年以上	7 年	4~5年
⑥ 焼 き 丸 太	1年以内	1年以内	1年以内	1年以内	1年以内	1年以内
⑦ T B T P 加 圧 注 入	6 年	4 年	7年以上	5 年	4 年	1.5 年
⑧ C C A 加 圧 注 入	7年以上	7年以上	7年以上	8~9年	5 年	1 年

の7年目までの調査結果を概説した。これらを一覧表に整理すると表-5のようになる。丸太材は円柱状で末口と元口の直系が異なるため、インサイジング等の適当な注入性を向上させる装置が今の所ない。従ってインサイジング処理を行った角材よりはかなり耐久性が劣ることになる。このような資材は、果樹、植木の支柱、土木用の杭等幅広く利用されているのが実態であろう。そうしてそのようなものを選定する場合、耐久性の高いヒノキ、カラマツは耐久性が高く、辺材部の多いスギなどは耐久性の低いものとして評価されがちである。しかし本試験でも明らかのように、防腐処理した小丸太の耐久性は、注入性の善し悪しによって決まる。従ってスギ丸太などは比較的高く評価し、カラマツなどは浸透性が著しく悪いのでその点を考慮して評価して行く必要がある。現時点では7年目までのデータしかないが、長材の辺材部に均一に注入することは困難であるので、その点を考慮して耐久性を評価して行くのが丸太材の場合重要であろう。本データが土木用杭材など幅広い防腐処理杭材を実際に使って行く場合の何等かの参考資料として活用されれば幸いである。

参 考 文 献 名取、渡辺、藤本：ブドウ支柱の防腐処理、木材保存 Vol. 14-4 (1988)

発行所：山梨県林業技術センター（山梨県中巨摩郡白根町上今諏訪850）TEL（0552）82-4210
編集者：山梨県林業技術センター（山梨県中巨摩郡白根町上今諏訪850）TEL（0552）82-4210

発行日：平成6年1月31日

発行部数：1,000部（うち山梨県内800部、他県200部）

発行所：山梨県林業技術センター

目次					
頁次	表	目次	頁次	表	目次
1	表	目次	1	表	目次
2	表	目次	2	表	目次
3	表	目次	3	表	目次
4	表	目次	4	表	目次
5	表	目次	5	表	目次
6	表	目次	6	表	目次
7	表	目次	7	表	目次
8	表	目次	8	表	目次
9	表	目次	9	表	目次
10	表	目次	10	表	目次
11	表	目次	11	表	目次
12	表	目次	12	表	目次
13	表	目次	13	表	目次
14	表	目次	14	表	目次
15	表	目次	15	表	目次
16	表	目次	16	表	目次
17	表	目次	17	表	目次
18	表	目次	18	表	目次
19	表	目次	19	表	目次
20	表	目次	20	表	目次

林 技 情 報 No.21
平成6年1月31日発行
発行者 齊 藤 敬 文
発行所 山梨県林業技術センター
〒400-02 山梨県中巨摩郡
白根町上今諏訪850
TEL（0552）82-4210
印刷所 ㈱平和プリント社

山梨県林業技術センター（山梨県中巨摩郡白根町上今諏訪850）TEL（0552）82-4210
山梨県林業技術センター（山梨県中巨摩郡白根町上今諏訪850）TEL（0552）82-4210