

平成4年度
技術情報提供活動促進業務年度報告書

平成5年3月

国際協力事業団

平成4年度
技術情報提供活動促進業務年度報告書



平成5年3月

国際協力事業団

国際協力事業団

25465

ま え が き

本報告書は、平成4年度の林業協力分野国内委員会における技術情報提供活動の内容を取り纏めたものである。

技術情報提供活動は、林業協力プロジェクト等から技術質問事項を受け、国内委員会が回答を作成して迅速に現場にフィードバックし、プロジェクトの効果的な推進を図ることを目的としている。

本年度の質問事項は、現地リーダーからJICA本部に送られてきたものが、7項目ある。これら質問事項は国内委員会の各委員の多大な御協力により回答が作成されたほか、国内委員会の分科会で情報交換が行われるなどにより取り纏められた。

平成元年から始められた技術情報提供活動の報告書は本年度も回答文を報告書の形に印刷製本し、現地に送付することとした。この報告書には現地からの林業情報および国内からの支援情報が夫々多量に盛り込まれており、それらが蓄積されていけば、開発途上国における林業技術情報の有り難い集積になるものと考えている。本報告書が海外林業協力の関係者により、広く活用されんことを願っている次第である。

本報告書を取り纏めるにあたり、委員その他関係者から賜った御支援と御協力に深く感謝申し上げます。

平成5年3月

国際協力事業団
林業水産開発協力部
部長 二澤 安彦

目 次

I	マレーシア・サバ州造林技術開発訓練計画	1
	1. 二次林におけるフタバガキ科樹種の線状植栽の照度管理	2
	2. アカシア・マンギウムの利用・用途、その他経済性	14
	3. さし木の環境条件について	27
II	ミャンマー中央林業開発訓練センター計画	57
	1. 森林調査におけるピッターリヒ法の活用について	58
	2. 熱帯地域における林道建設について	69
III	ケニア社会林業訓練計画	77
	1. 播種床の土壌水分の安定化について	78
IV	タンザニア・キリマンジャロ村落林業計画	80
	1. 炭焼窯の作り方、木酢の作り方とその効果	81

【マレーシア・サバ州造林技術開発訓練計画】

個別技術情報支援のための質問書

プロジェクト名 マイン・ガ州造林技術開発訓練計画
アドバイザー/リーダー名 酒井 紀夫

質問技術テーマ：二次林下におけるフタバガキ科樹種の線状植栽の照度管理

1. 当プロジェクトでは、ゴム園プランテーション放置跡の二次林に在来樹種（フタバガキ科）の線状植栽を実施した。

これは当プロジェクトの主要早生樹種であるアカシア・マンギウムに将来的に代替しうる価値の高い在来種の造成技術の確立に資する目的で実施しているものである。

2. 昨年9月に植栽したShorea属（Shorea leprosula）の乾期（12月～4月末）明けの生存率を本年6月に調査したところ25%程度と大変低い結果となった。

線状植栽は山腹斜面方向（斜面方位SW，傾斜10～25°）に沿って刈幅6m，残し幅6mとし，刈幅のセンターに3m間隔で植栽している。（図参照）

生存苗と枯損苗の状況を比較すると明らかに林内照度の差によるものと判断され，地拵え時に残し幅に二次林木が少なく日照時間が長いと思われる箇所に枯損が多く見られた。

そこで，植栽木の直上での林内照度と林外照度の相対照度に生存木と枯損木間に有意の差が出るものと調査したが，別添のとおり明らかではなかった。

これが明らかであれば計画している補植及び今後の植栽において植栽箇所の適性が照度測定によって判断できることを期待した。

照度の測定方法は別添のとおり瞬時の測定なので，この辺の改良が必要と考えている。

3. そこで，今後においては，日の出から日没までの積算照度の生存木と枯損木間の差がないか調査し，照度管理による適切な線状植栽の地拵え方法（特に刈幅と残し幅の決定）の検討を考えている。

従って，これのため適切な照度測定の方法（積算照度の把握）についてご指導願いたい。

4. （別添）照度の測定方法

（1）調査プロット内の107本の植栽木について各植栽木の頂部都林外直射光との相対照度2回ずつ計り，それを平均した。

（2）測定時間は14:00～15:30で，林内への太陽光は残し幅の二次林を通して入射する時間を選んだ。

5. 測定結果の分析

$$(1) \text{生存率} = \frac{29}{107} \approx 27\%$$

$$(2) \text{生存木の苗長} = \frac{43 \sim 94}{62} \text{ cm}$$

$$(3) T \text{検定値} = 0.109 (> 0.05)$$

(4) 生存苗，損苗別の相対照度のヒストグラム（表参照）

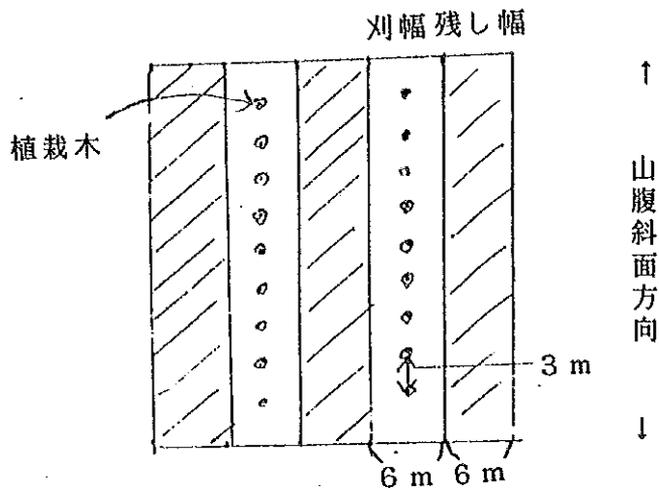


図 1

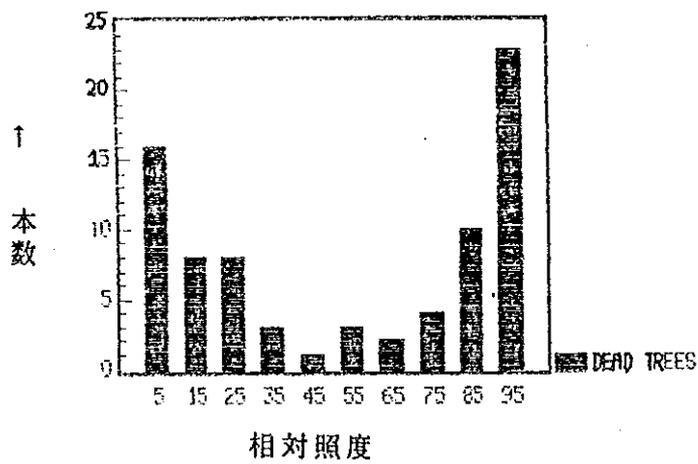
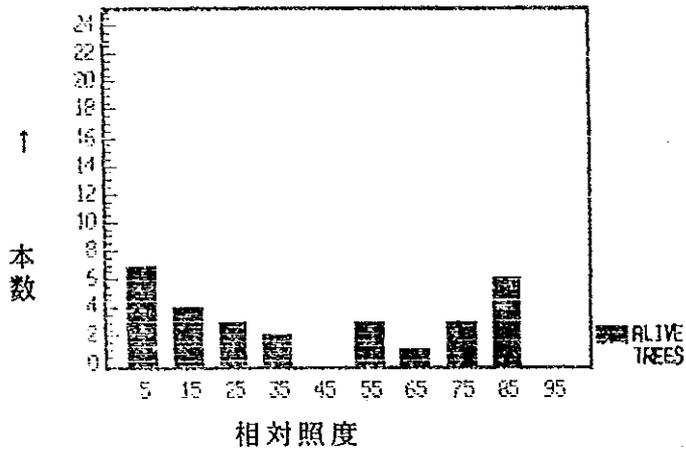


表 1

[回答]

二次林下におけるツバキ科樹種の線状植栽の照度管理に関する質問書コメント

質問内容が積算照度の調査法であるので、それについて回答します。積算照度は以下の様な各種の方法によって測定・把握されています。

1. 繰返し測定法

①通常の照度計によって、一定の時間間隔で測定しその数値を加算します。天候が安定した日に、例えば、苗No.1は毎時1分に、苗No.2は毎時2分に…測定すれば良いのです。

②小型デジタル照度計には積算機能がもともと付いている機種（ミカT-1H）と、そのためのキーボードを付加することが出来る機種（TプロIM-3）とがあります。これらは、一定の短い時間間隔で照度の測定を自動的に繰返して測定値を積算し、Lux-Hという単位で表示します。1測器につき1度に1点ずつの測定しか出来ませんが、便利です。

2. 多点測定法

多数の点を同時に測定し、比較する場合は以下のツバキ感光紙冊子法かフトレソ法によります。

①ツバキ感光紙冊子法は、添付資料のように、要するにリビ-の感光紙と現像用フトレソ水などがあれば実行可能です。但し、リコ-208と言う感光紙は現在製造中止ですが、リコ-90Rが同等品で一般市販品だそうであります。したがって、カブレソを行って(3)式を求め直すべきです。

②フトレソ法は、分光光度計・同型で良質ガラス製の小瓶が多数必要なので、上の方法よりは実行に困難性がありそうですが、御参考までに文献を添付します。

なお、日照時間が問題になる場合は、約11万円の魚眼レンズ（ニコン製）が必要ですが、当方で対応が可能です。

また、前生林の樹高が不明ですが、伐採幅の変更も試験されたと存じます。

[回答者 荒木眞之（筑波大学農林学系）]

資 料

アントラセンによる日射量の測定*

真部辰夫**・荒木武夫**・浅沼晟吾**

まえがき

アントラセンによる日射量の測定はすでに DORE¹⁾, MARQUIS ほか²⁾, REDISKE ほか³⁾ によって試みられ、ベンゼン中のアントラセン濃度は露光量と一定の関係にあることが実験上確認されている (図-1)。

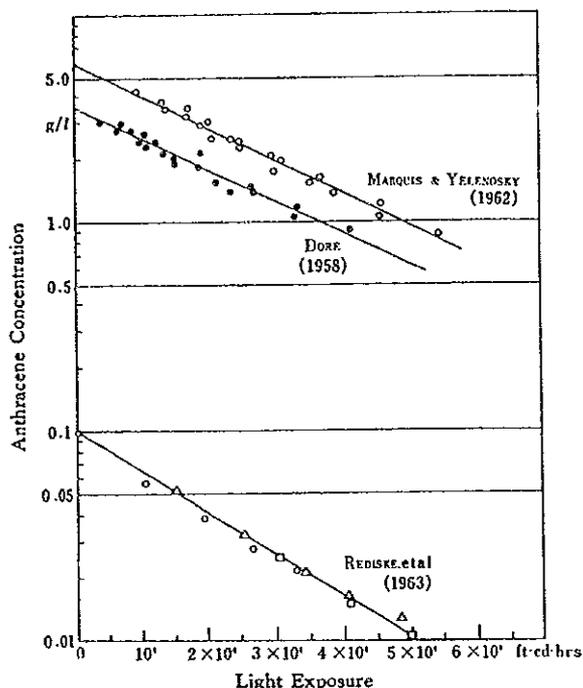


図-1. アントラセン濃度と露光量との関係

日射量の測定方法には、器機によるほか、種々の方法があり、それぞれに特徴をもっている。しかし、日射量を積算量として表わしうるもので、かつ測定が簡便で経済的で、さらに同時に多数点の実施ができる方法があれば、除草剤の効果判定、雑草木の再生と日射との関係の究明など、除草剤研究上きわめて好都合といえる。

そこで、このアントラセンによる日射量測定法に注目し、既報の方法を一步進め、アントラセン濃度の変化と露光量との関係の季節による変わりかた、日射量の基準となる測定器機の比較、測定上の問題点、現地での測定とその可能性について検討したので報告する。本試験の実施にあたっては加藤造林部長に種々指導を賜ったので感謝の意を表す。

測定方法

この方法は、物理化学の分野で古くから知られている、ベンゼン中のアントラセンが露光によって (短波長の光線が作用) 重合し、ジアントラセンとして析出する現象を応用したものである。

測定方法は既報に準じて行なったが、測定器具など若干異なり、その概要は次のとおりである。

ベンゼン中にアントラセンを溶解し、ろ過後測定用小ビンにつめる。測定ビンは実験誤差回避のため同型、良質のものが要求されるので、筆者らは柴田理化学製バイエルビン (径 18 mm, 長さ 50 mm) を使用した。測定ビンに露光すると同時に基準となる日射量を日射計で測定しなければならないが、既報では WESTON 照度計 756 型を使用し、5 分間隔に foot-candle で読み取っているが、筆者らは農試電試型日射計⁴⁾ と東芝製光合成有効日射計 PSZ-1 型を使用し、自己記録したものを g-cal で表示した。

測定ビンは一定時間露光後 12 時間以上暗所に静置し、上ずみ液一定量をマイクロシリンジで採取し、適度にベンゼンでうすめ分光光度計 (波長 350 m μ , 島津製 BAUSH & LOMB を使用した) でアントラセン濃度を測定し、図のように片対数グラフによって一定の関係を求めた。既報ではジアントラセンをろ過して除去しているが、筆者らは上記のように静置後上ずみ液を採取することによって分析能率を高めた。

数回のモデル実験を行なうとともに、現地での測定を試み、相対値で表示する方法についても検討した。

結果と考察

図-2~4 にモデル実験結果を、図-5 に現地における測定結果を示す。モデル実験の測定日の天候、実験開始時間は表のとおりである。この結果から次のことが考えられる。

1. アントラセン濃度と日射量との関係

季節、天候、アントラセン初期濃度、測定器機の違いに関係なく、すべての実験値がほぼ直線に得られ、アントラセン濃度の減少程度によってそのときの日射量を近

* Tatsuo MANABE, Takeo ARAKI & Seigo ASANUMA: Tests of the chemical light meter by anthracene

** 農林省林業試験場 Gov. For. Exp. Sta., Meguro, Tokyo

表. 測定時間および天候
(測定場所: 東京・目黒・林試験内)

測定日	天候	実験開始時	終了時	備考
'67.4.25	晴	10.25	16.55	30分ごと測定
5.14	晴	10.00	17.00	1時間ごと 15時以降30分ごと
5.17	くもり	10.00	17.00	同上
7.23	うすぐもり	9.45	14.45	1時間ごと
12.13	晴	9.10	13.10	2時間ごと
12.16	晴	9.30	15.30	2時間ごと

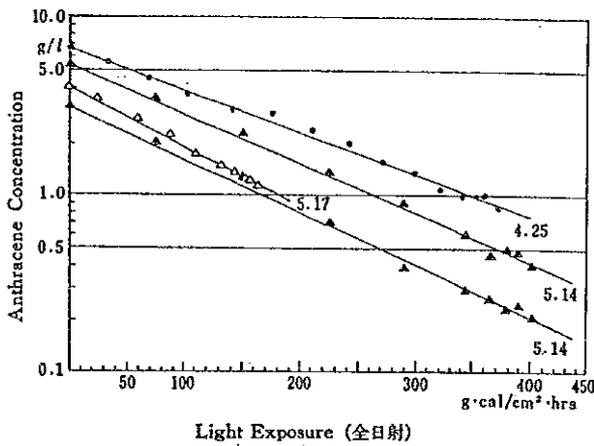


図-2. アントラセン濃度と露光量との関係

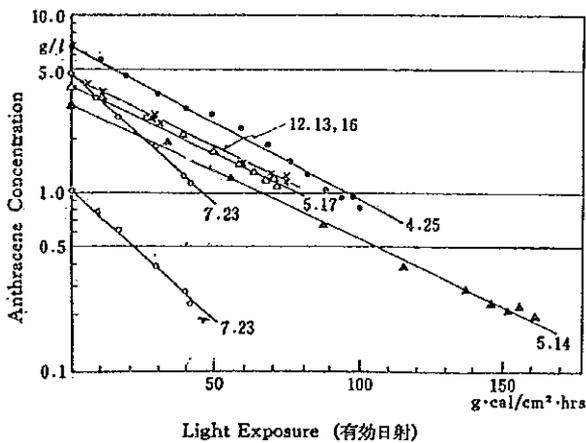


図-3. アントラセン濃度と露光量との関係

似することができる。(図-2,3)

2. 直線の傾斜について

既報(図-1)は季節的な変化についてはなにも述べてなく、それぞれただ1回の測定値のみであるが、筆者らが数回行った結果から、7月23日の夏の測定は他の測定日より傾斜がきつくなっている(図-3)。すなわち日射量に比べアントラセンの析出が多い。また農試電試型による測定(図-2)は有効日射計(図-3)よりもゆるい傾斜になっている。

これはベンゼン中のアントラセンは波長範囲 200~400m μ で吸光度が高いため、紫外線量の多い夏は反応が強くでるものと思われる。また赤外および紫外部の波長をカットしている光合成有効日射計(感応波長幅 380~710m μ)と農試電試型全日射計とは、感応波長に差があり、測定量が変わるためと考えられる。

また図-2,3の5月14日の15時30分以降の測定値が日射量に対しアントラセンの析出が若干少ない傾向がみられるようであるが、これは太陽高度の低下に伴い、光線の波長構成が変化し、赤色~赤外の長波長部分が相対的にふえることによるズレと考えられる。筆者らはこの点を考慮して、現地での測定は15時で打ち切っている。

初期濃度によって得られる直線の傾きがどのように変わるかをみるために、アントラセン濃度をかえ同時に行なった試験(図-4)では、濃度 5g/l, 1g/l, 0.5g/l ではほとんど同一の傾斜とみなしうが、0.1g/l では傾斜がゆるくなり、初期濃度に関係なく常に一定傾斜にな

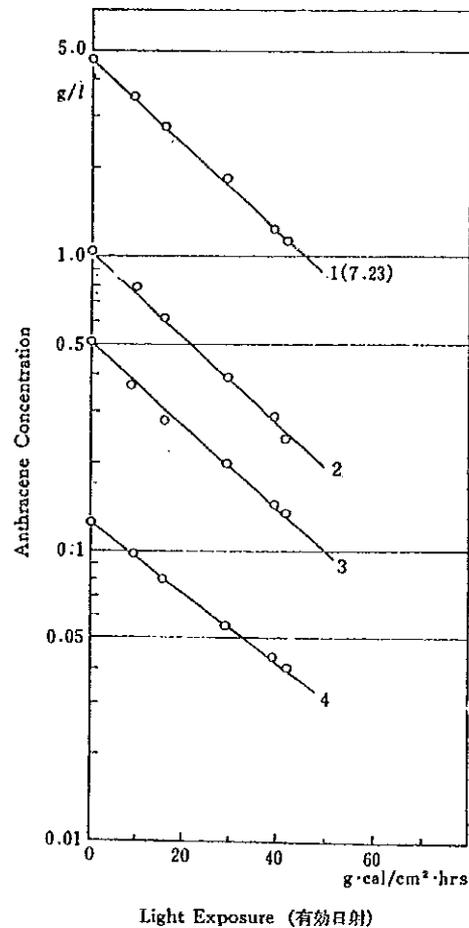


図-4. 初期濃度による勾配の比較
(勾配比 1:2:3:4=100:100.8:100.7:85.6)

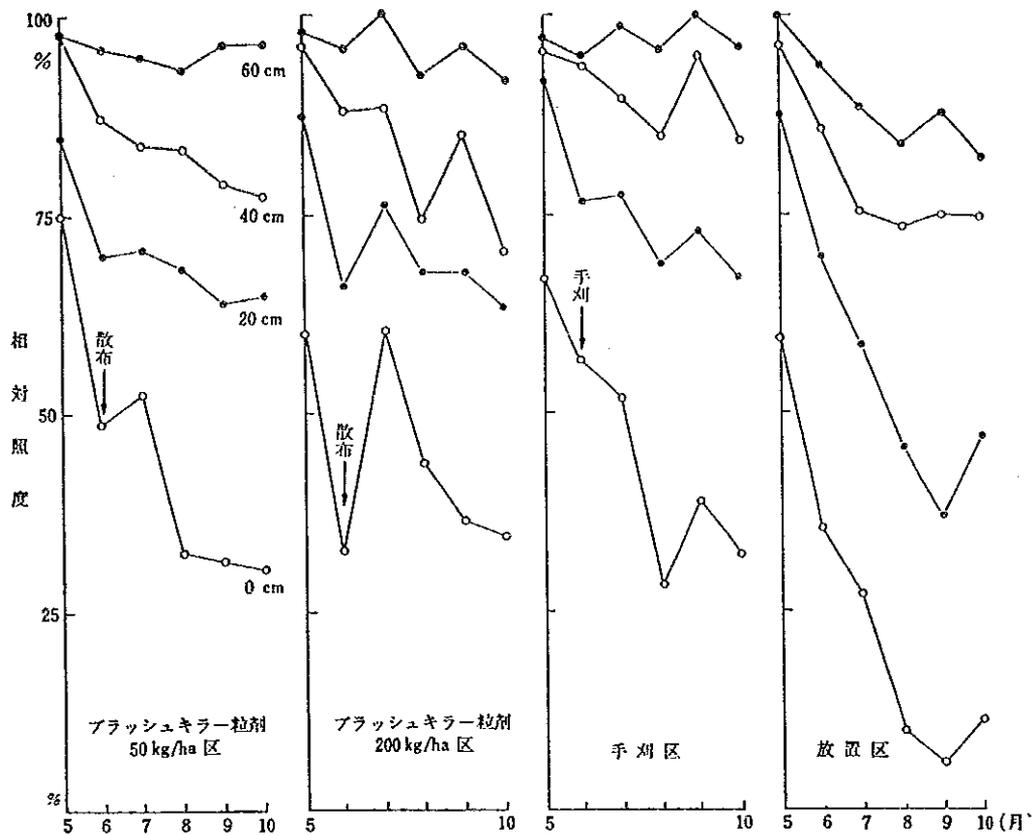


図-5. 手入方法の違いと相対照度の月別推移 (地上高別)

るとはいえないようである。REDISKE ほか³⁾の実験でも低濃度では傾斜がゆるくなった結果がでている。

以上の結果から、天候、季節、使用日射計の違いによって、アントラセン濃度と日射量との直線関係自体は変わらないが、直線の傾斜が異なってくるのがわかった。

3. 相対値による表わし方

試験結果から、一台の日射計とアントラセン測定法を組み合わせることによって、数多くの測定点の数時間の積算日射量を求めることができるが、林地の測定では日射計を設定することが困難な場合が多い。生態的な研究では一般に照度を相対値で表示しているのので、筆者らはアントラセン濃度と日射量との直線関係を用いて、アントラセンの濃度の相対的な低下量をもって相対照度として表示する考え方を導入した。

すなわちいま、アントラセン残留濃度を y 、その初期濃度を y_0 、日射量を x とすると、直線関係は次式で表わされる。

$$\log y = \log y_0 - ax$$

ここで a は直線の傾斜である。

いま、全光の個所でのアントラセン残留濃度と日射量

を y_1, x_1 、被陰個所のそれを y_2, x_2 とすると被陰個所の相対照度 RI は

$$RI = \frac{x_2}{x_1} = \frac{\log y_0 - \log y_2}{\log y_0 - \log y_1}$$

となり、直線の傾斜 a とは無関係に、アントラセンの初期濃度と残留濃度のみによって表わしうる。

したがって、絶対照度を問題にせず相対照度のみを求める場合には、アントラセン残留濃度と日射量が直線をなす時間帯 (筆者らは 9~15 時を使用) であれば、日射計を用いて基準線を求める必要はなく、アントラセン溶液の設置のみで、その場所の相対照度を測定することができる。

この方法を用いて実際に造林地 (埼玉県越生町, 1968 年スギ植栽地) における、除草剤散布区、下刈区、放置区の層別照度の季節変化を測定した結果は 図-5 のとおりである。

各区間の相対照度、散布量の違いがはっきりでており、除草剤の効果をも十分に評価できる。0 cm では除草剤の効果の持続期間と再生の違いが把握できている。この測定は雨天、曇天も含まれているが、晴天時のみの測定であれば誤差を小さくすることができるので、十分現地

での使用は可能と考えられる。

ま と め

この方法は設置を短時間に行なう工夫をすれば、同時に200点以上の測定が可能であり、測定点も測定ピンの配置のみで、雑草間の配置には好都合であり、分析装置を別にすればきわめて経済的である。欠点としてはベンゼンを使用するため、火気に厳重な注意が必要なことと、また分析操作を伴うことも難点である。ただ分析は短時間に行なう必要はなく、暗所に保存すれば1週間はアントラセン濃度に実質的な変化はみられない⁶⁾ (筆者らも実験上確認している) ので、この間に分析を行なえる。

基準となる日射計の設定できない林地などでは、相対照度による表わし方を使用でき、より正確を期したい場合、すなわち絶対値で表示したいときは日射計、照度計をうまく組み合わせることによって、数多くの同時測定

が行なえる。したがって、この方法は生態研究に十分利用できるものとする。

引用文献

- 1) DORE, W. G.: A simple chemical light meter. *Ecology* 39: 151~152, 1958
- 2) MARQUIS, D. A. & YELENOSKY, G.: A chemical light meter for forest research. *Northeastern Forest Exp. Sta. Paper No. 165*, 1962
- 3) REDISKE, J. H., NICHOLSON, D. C. & STAEBLER, G. R.: Anthracene technique for evaluating canopy density following application of herbicides. *For. Sci.* 9(3), 1963
- 4) 農業技術協会: 作物試験法. 85~89, 1957
- 5) 船久保英一・松本祐太郎・竹辺利一: 室内散光によるアントラセンの重合. *工業化学雑誌* 59(5): 42~46, 1956

(1969年2月24日受理)

抄 録

○土壤中における微生物による塩素系農薬の蓄積と濃縮 (Accumulation and concentration of chlorinated hydrocarbon pesticides by microorganisms in soil) Ko, W. H. & Lockwood, J. L.: *Can. J. Microbiol.* 14: 1075~1078, 1968

残留農薬は高等植物および動物の食物連鎖にしたがって蓄積されることは知られているが、微生物による蓄積についてはいまだ殆ど知られていなかった。著者らは Dieldrin, DDT および PCNB が、植物病原菌である *Rhizoctonia solani* ほか7種のカビや放線菌によって蓄積されることを確認した。湿潤土壌1g当たり Dieldrin, DDT, PCNB をそれぞれ42 μ g 含むように加え、カビを接種すると24時間後、Dieldrin は14~18 μ g, DDT は4~9 μ g, PCNB は41~57 μ g が生菌糸から検出された。また、Dieldrin 含有土壌に放線菌を接種すると21~33 μ g 検出された。とくに PCNB が土壌中の濃度以上に菌体に蓄積されたことは興味深い。*R. solani* を用

い吸収量を調査すると、3農薬ともに50時間までの調査では培養時間に比例して増加した。また、接種48時間後の菌糸中の DDT, Dieldrin, PCNB の濃度は土壌中の濃度のそれぞれ1.8, 2.4, 7倍であり、これは最初に加えた量の1.5, 2.0, 6.0%であった。

Dieldrin 250 μ g を含む土壌6g 当たり500mg の *R. solani* 菌糸を接種するとその吸収量は25 μ g となり、これは土壌中の濃度の10%に相当する。菌糸への Dieldrin の吸収量は土壌に加えた Dieldrin 量に比例し、また、菌糸の生死とは無関係である。すなわち、菌糸による薬剤の蓄積は土壌微生物の代謝活性 (metabolic activity) とは無関係である。これら生、あるいは死微生物によって農薬が蓄積されるために、土壌中で長く保持されるのではないかと考えて、有機物による農薬の蓄積量と微生物による農薬の吸収量とを比較した。その結果、 H_2O_2 処理土壌に *R. solani* の乾燥菌体を全体の1%になるように混入すると、Dieldrin 70%, PCNB の80%が菌体に蓄積された。すなわち、これらの農薬の残留に対しては、有機物よりもむしろ菌糸の占める割合の方が大きいことがわかった。(上山昭則)

ジアゾ感光紙による作物群落内照度の測定

森谷 陸夫*

はしがき

最近、作物栽培に関して、物質生産という生態学的な考え方が強く取り入れられ、繁茂度や受光態勢(葉面積・葉の傾きや配列・その他)などがしばしば論ぜられる。受光態勢という場合、具体的には、群落内光分布に関する門司・佐伯氏の式

$$I = I_0 \exp(-kF) \dots\dots\dots (1)$$

(I : 群落内照度, I_0 : 入射光の水平照度,
 k : 吸光係数, F : 上部からの累積葉面積)

における定数 k の値で表わされる。 k の値の大小が、集団の光合成に深い関係をもつことは言うまでもない。

作物群落内の光の分布は、場所による変異が大きいから、その測定は出来るだけ多数地点において行なわれることが望ましい。それはまた、瞬時の光量の測定でなく、物質生産との関連では、少なくとも日単位の積算量として求められることが望ましい。

光—電気式の照度計または日射計は、精度は高いが、多数を使うことに経費の点からの制約がある。安価で簡単な感光計ということでは、これまで各種の化学薬品や写真材料などが多くの人によつて試みられている。その中で、FRIEND は始めてジアゾ感光紙をこの目的に用いた。筆者は、実施中の研究上の必要から、この方法を国産の感光紙について実用化したいと考え、株式会社リコーから数種の特殊なジアゾ感光紙の提供を受けて予備的に検討した。そして適当と見られる一種 (Ricoh 208) を選定し、積算照度計として使用するためのキャリブレーションを行ない、種々の群落について光条件の比較検討に使用している。簡単で安価であり、十分に実用性あると考えられるので、ここにその概要を報告する。

1. ジアゾ感光紙による積算

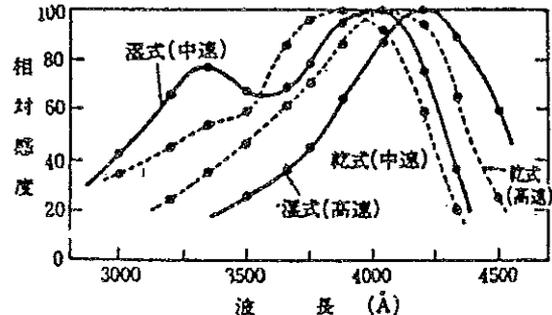
照度測定 の 理論 と 実際

ジアゾ感光紙は事務用複写その他に広く使われている。紙面に塗られたジアゾ化合物はカプラーと反応してアゾ染料を形成するが、感光すると分解して染料を形成しなくなる性質が利用される。ジアゾ化合物とカプラーとの反応は、アルカリ状態と高温とで促進される。紙面にジアゾ化合物とその安定化剤(酸性)とを塗つておき、露光後にカプラーを含むアルカリ溶液を通して現象するのが湿式である。これに対し、ジアゾ化合物とカプ

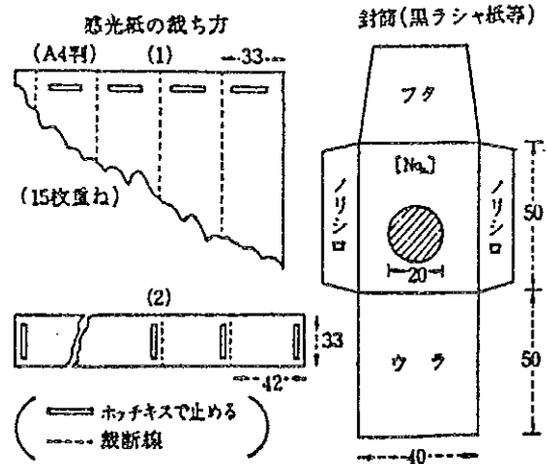
ラーとを紙面に塗布(反応阻止のための酸を添加)しておき、露光後に pH を高め(アンモニアガスが用いられる)て発色させるのが乾式である²⁾。後者は乾いた鮮明な印画が得られる。「208」は後者の型である。

ジアゾ感光紙の感光波長帯は、第1図のように、4,000 Å 内外に最大域があり、紫外～青の範囲にわたる。高速現像紙は波長の大きい方に感度が移動する³⁾。光合成との関連では可視光全波長帯を測定出来ることが望ましいが、この点はジアゾ感光紙の特性として止むを得ない。

適当なジアゾ感光紙を積算照度計として使う場合は、第2図のように、15枚重ねで一端を綴じた小冊子状のものを作り、一定の面積(この場合は径20mmの円孔)から露光させる。「208」はA4判のものを使つたが、15枚重ねで図のように一端を綴じながら縦断して45の小冊子状のものが作れる。感光紙の表面(塗布面)は、ホ



第1図 ジアゾ感光紙の波長別感度特性(中川, 48)



第2図 材料の調製(単位 mm)

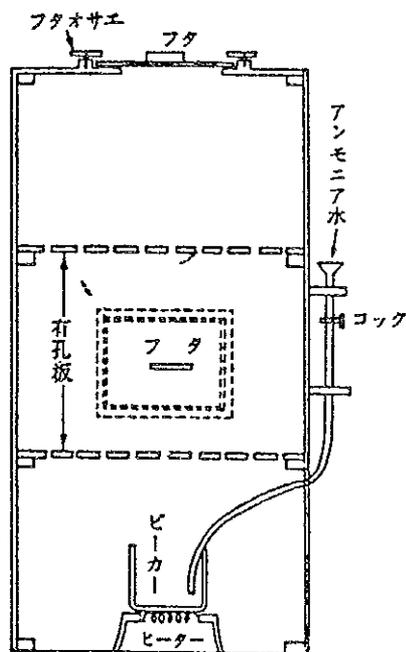
* 農林省農事試験場, 技官

ツチキスの針で織別（表面だけから縦じるよう）にする。それを図のような黒ラシヤ紙製の小封筒（表面に一定面積の孔をあけた）に入れ、さらに雨除けとしてポリエチレン製小袋（なるべく薄手のもの、使用は一回限りで捨てた方がよい）に入れて露光させる。小封筒には番号をつけておき、それに入れる感光紙の小冊子にも同じ番号を書いておく。これらの作業は、普通電球に黄または赤のカバーをつければかなり明るい室で行なつて差支えない。ジアゾ感光紙は冷暗所に貯蔵するのがよいが、開封したものはなるべく早く使用する。3。

これらを、群落内1点の垂直線上、または一定の高さの水平面上に、

水平に配置せりして露光させる。露光は普通1昼夜（開始または終了は夕方にするのがよい）行なう。露光中の適当な時に、封筒の番号による配置図を作つておくべきことは言うまでもない。

露光が終れば回収し、封筒から取出して現像する。筆者は第3図のような現



第3図 乾式ジアゾ感光紙現像装置の例（前面の断面）

- 注 1) 露光は表裏何れから行なつても、あるいは感光紙を表裏交互に縦じて行なつても、透過枚数にはほとんど差はなかつたが、後で透過枚数を算える場合に算えやすいという点で、表面だけから露光させるようにした方がよい。
- 2) 番号のところを四角に切抜き、セロテープを貼つて黒マジックインキで書き込み、その映像を感光紙に印画させればこの手間は省ける。
- 3) ジアゾ感光紙は密封して適当な状態におけば8カ月程度おいても使えるが開封した場合は夏期ならば1カ月程度の保存寿命である。4) という。
- 4) 垂直に配置するには、角材に封筒をのせる小片を直角に何段にもとりつけ、それを南に向けて垂直に立てる。小片の間隔は太陽南中時にも下のものに影を落さない程度離すべきである。水平に配置するには細長い板の両端に脚をつけて水平に設置しておき、その上に何枚かを並べる。封筒は風にとばされぬよう、輪ゴム、画紙などでとめる。

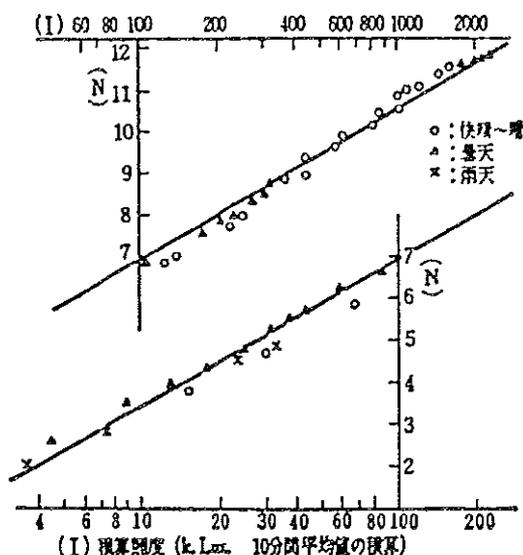
像装置を作り、ドラフト室内で行なつている。この装置は2段に入れて数百点を一時に現像出来る。蓋は密閉出来るようにし、10~20ccのアンモニア水（25%）を注入してヒーターで熱し、アンモニアガスを充満させる。数分で完全に現像されるから蓋を開けてガスを排出する。アンモニアガスは悪臭があるし、これを吸入しないよう注意する。

現像された感光紙の小冊子について、径20mmの円形に漂白された枚数を算える。一定面積から入射した光は、感光紙のジアゾ化合物を分解し漂白しながら通過する。積算光量 I （明るさであつてカロリーではない）と漂白枚数 N との間には

$$\log I = kN + C \dots\dots\dots (2)$$

なる関係が成立つ。常数 k は、光が感光紙のジアゾ化合物を分解しながらその層を進むときの消費係数である。なお、漂白枚数を算えるには厚さを測つた方がよい。感光紙は厚さがほぼ均質であり、使用した「208」の場合はおよそ0.08mm（ベースの紙質は45kgもの）であつた。1/100mmのダイヤル・キャリパーを使えば、枚数で数えるより早く間違いもない。

このような方法で、「208」について晴・曇・雨の各種の天候を選んで露光し、10分間単位の照度測定と露光の中止とから積算照度と漂白枚数との関係を求めた。その関係は第4図に示されるが、(2)式の関係は十分（相関係数は+0.99以上で回帰は0.1%水準で有意）に成立する。厳密には天候によつて k の値は多少違うようで、晴天で小さく雨天で大きい傾向がある。しかし、全体としての回帰の有意性も前述のように高く、実用的に同一積算期間の照度（特に相対照度）の区間差を比較するに



第4図 Ricoh 208 の積算照度計としての calibration

あたつては、天候にかかわらず同一k値を使つても差支えないと思われる。「208」の場合、このkの値は0.2846程度であり、これは FRIEND が用いた Ozalid 社の No. 33 NT より感度が高い。

(2) 式を「208」について書き直すと次のようになる。

$$\log \frac{I}{I_0} = -0.28459 (N_0 - N) \dots\dots\dots (3)$$

(I_0 , N_0 は群落外の水平照度 (積算) と感光枚数であり、 I , N は群落内のある点の水平照度と感光枚数である)

両辺に $2(\log 100)$ を加えると相対照度 (%) が得られる。「208」について ($N_0 - N$) と $\frac{I}{I_0} \times 100$ との関係を表示したのが第1表である。

第1表 相対照度 ($I/I_0 \cdot \%$) の表 (Ricoh 208 の場合)

$N_0 - N$.0	.1	.2	.3	.4	.5	.6	.7	.8	.9
0	100.0	93.7	87.7	82.2	76.9	72.1	67.5	63.2	59.2	55.4
1	51.9	48.6	45.6	42.7	40.0	37.4	35.0	32.8	30.7	28.8
2	27.0	25.3	23.7	22.2	20.8	19.4	18.2	17.0	15.8	15.0
4	14.0	13.1	12.3	11.5	10.8	10.1	9.5	8.9	8.3	7.8
5	7.3	6.8	6.4	6.0	5.6	5.2	4.9	4.6	4.3	4.0
6	3.8	3.5	3.3	3.1	2.9	2.7	2.6	2.4	2.2	2.1

(注) $\log \left(\frac{I}{I_0} \times 100 \right) = 2 - 0.28459 (N_0 - N)$ により計算

「208」のこのkの値では、透過枚数1枚の差が相対照度で約半分になることであり、どうしても枚数0.1位での読みが必要である。完全に漂白された枚数 (N) に付加すべき ($N+1$) 枚目の漂白度を、($N+2$) 枚目のそれをも参考として、10階級に分けた漂白度基準の見本を作つておき、それに準拠して判定すれば、このことはさほど困難でない。さらに、($N+1$) 枚目の漂白度を機械に読ませることも出来ようかと思われる。

また、前述の感光紙15枚綴りということは、このkの値で、真夏に100kLux以上の快晴が全日連続しても1日積算では不足することのない枚数である。

このような方法で、「208」のようなシアゾ感光紙は、簡単に安価な積算照度計として使えるようである。もちろん、その精度は光一電気式の照度計には及ばない。しかし、植物群落内の照度測定のような場合、反復数の方がより重要である。

2. シアゾ感光紙による群落内照度測定の例

(1) 群落内照度の垂直分析

単位面積当たり同一株数を、肥料の全面均一施用を前提として、種々の分布様式をとらせた場合、作物の生育・

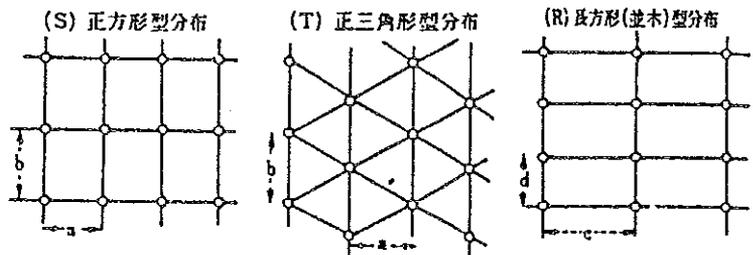
収量は主として光条件の差に反応するであろう。いま、同一株数を第5図のような分布をとらせて比較して見る (昭和42年度、於鴻巣、5月1日播乾田直播、品種タマヨド、出穂期8月17日)。

出穂期の前後において、4株 (または3株) の中心の位置で、相対照度の垂直分布をしらべたのが第6・7図である。

群落内の光の垂直分布については前掲(1)式が与えられているが、この式におけるF (群落上部からの層別累積葉面積 (は、これらの図に見られるように、H (草丈一群落の上部から地表までの深さ) で置きかえても近似的に成立するようである (その場合kの値は違ってくる)。

従来、層別刈取法などで測定された群落内照度の垂直勾配が、地上高に対して必ずしも指数曲線型と見られない場合も多い。この場合も、特に出穂後 (第7図) は誤差が大きい。群落内の任意の垂直線上の各点は、穂や葉の直接の蔭になる場合とそうでない場合があり、その関係は太陽高度の変化や風の影響などによつて刻々に変化する。群落内照度測定は、少なくとも日積算量を単位とし、時間的・空間的反復を多く要するゆえんである。

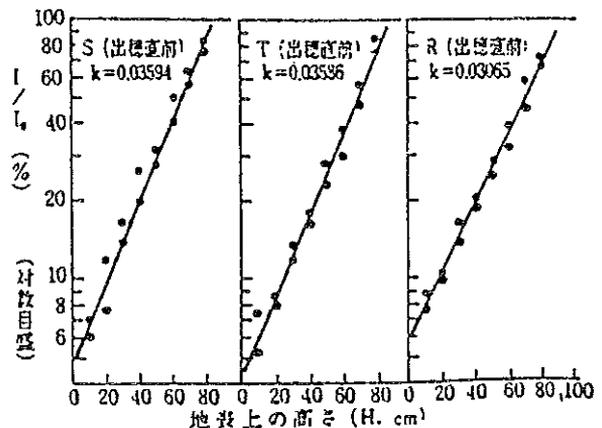
さて、(1) 式のFをHに置きかえてよいということ



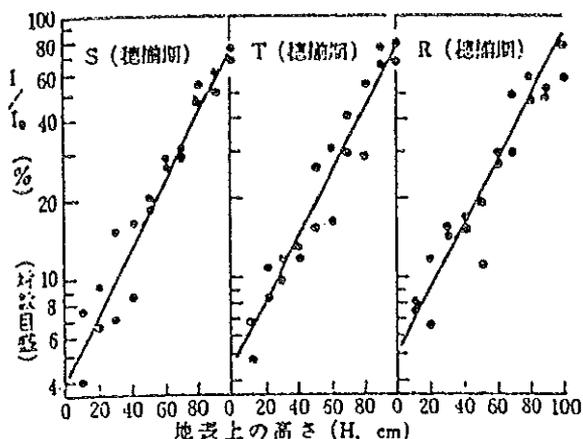
第5図 垂直照度分布と比較した苗立分布様式

a=19.4cm, b=22.4cm, c=28.4cm, d=15.3cm
ab=cd=10,000/n n=23,012/m² (1株6枚葉)

(注) ここでS区は完全な正方形ではないが、T区との対照上(SとTとは1葉おきにb/2だけずらした形である) このような形にした。



第6図 相対照度の垂直分布と区間差 (出穂直前、8月13日)



第7図 相対照度の垂直分布と区間差 (穂揃期, 8月25日)

第2表 同一株数の分布様式を変えた場合の生育・収量および群落内照度等の区間差

項目	区	S	T	R
		(正方形)	(正三角形)	(長方形)
穂揃期 (8・25)	穂長+穂長 (H, cm)	115.9	111.1	111.7
	地上部全重 (g/m ²)	1.321	1.097	908
	LAI (m ² /m ²)	5.84	4.50	3.56
	葉身の厚さ (mg/cm ²)	5.124	5.551	5.564
	kの値 ¹⁾	0.0292	0.0281	0.0279
成熟期 (10・12)	I/I ₀ ²⁾ (%)	33.13	34.07	34.24
	地上部全重 (g/m ²)	1.441	1.468	1.541
	穂重/(全重-穂重) (%)	90.2	91.2	92.2
	成熟歩合 (%)	85.6	86.8	87.9
玄米収量 (g/m ²)	435	452	485	

(注) 1) $I = I_0 e^{-kH}$ におけるkの値
 2) 上式をHについて積分した群落内照度
 品種 ママド, 5月1日播種田圃, 23,012株/m²点播

は、群落の同じ厚さの水平な層に含まれる葉身の面積は概ね等しいということを示す。そして、群落上層の葉 (ageの若い葉) ほど、少なくとも稲にあつては、葉身の厚さ (単位面積当り乾物重) が大きいのであるが、生長の最も根源的な要素である光の利用についてはその効率を出来るだけ高めるよう作物の適応がなされているわけで、それが作物生長の正常な状態でもあるだろう。

同一株数についてその分布様式を変えた3区間の差を見ると、第6・7図とともに、群落内照度の垂直勾配は、正方形において最も急 (kの値が大きい) で、並木型が最も緩か (kの値が小さい) である。さらに、穂揃期における生育量および群落内照度と成熟期における収量などを要約して第2表に示した。穂揃までの3区の生育量、特に葉面積の大小の差はかなり大きく、その後の光条件に影響を及

ぼしている。株の中心を通る垂直線上で測定した穂揃期の群落内相対照度と登熟期間の乾物増加量との関係は密接である。

3様式の特徴は次のように言えよう。正方形型分布は、肥料吸収と初期生育促進の点で有利であり、出穂までの栄養生長量では優るが、そのためあつて、後期の光条件においては不利であり、後期生育 (登熟) が日照に恵まれることを必要とし、そのような条件 (地帯および年次) に適する栽植様式と考えられる。並木型は、初期やや抑制的であるが、そのためあつて、後期の光条件において有利であり、後期の日照十分でない条件において前者に優る場合があるだろう。正三角形型は、本質的には正方形型と見てよいが、同一株数の場合は株間の距離が大きく、後期の光条件ではかなり改善されるものがある。

(2) 群落下部水平面上の照度の偏差

作物群落内の一定の高さの水平面上の各点における水平照度は、株の中心からの距離による違いもあるし、例えば畦間の中心線上に限つても、その線上の各点は上部の繁り方が一様とはいかないから、かなり変異が大きい。この点は次の例に明かである。

まだ十分には繁茂しない大麦群落 (畦間45cmの中央の地表面で相対照度が50~55%—第3表参照—の時期) の畦間中央の地表および裸地地表において、この方法によりそれぞれ12点ずつを測定したが、測定値の変異を第3表に示す。

感光紙の透過 (漂白) 枚数の読みは、(N+1) 枚目の漂白度を10段階に分けた基準を作つておき、それと比較しながら0.1位まで読むのであるが、連続する2~3段階のどれに該当するかの判断に迷う場合がある。裸地で露光したものの読取値の偏差は読み方によつてのみ生ずると考えると、読取値で0.1枚弱の偏差 (それから換算

第3表 裸地および麦群落畦間地表上の水平照度測定においてシアゾ感光紙「208」の透過枚数の読み (N) 並に換算換算照度 (I) の変異と読み手による差異 (各群12カ所測定)

項目	測定位置 読み手	1	2	3
		(裸地地表上)	(麦群落畦間地表上)	(同左、同坪畦間)
透過枚数の読み (N)	a-1	9.00±0.085(0.95)	7.96±0.227(2.85)	7.94±0.202(2.54)
	a-2	8.94±0.114(1.28)	8.00±0.217(2.72)	7.99±0.193(2.41)
	b-1	8.89±0.067(0.75)	7.93±0.218(2.75)	7.95±0.193(2.43)
	b-2	8.92±0.037(0.42)	7.94±0.122(1.53)	7.93±0.160(2.02)
上記から換算した換算照度 (I) (k Lux/10分間換算)	a-1	391±22.3(5.71)	199±27.6(13.8)	195±25.4(12.9)
	a-2	376±29.1(7.7)	205±29.7(14.5)	203±26.3(12.9)
	b-1	364±16.1(4.4)	195±26.5(13.6)	198±25.2(12.7)
	b-2	371±9.5(2.6)	195±15.2(7.8)	194±20.0(10.3)

(注) 1. 3月末、畦間45cm、本丈40cm程度の大麦畦間中央地表上に並べて1日の換算量測定。
 2. 感光紙の透過枚数 (N) は基準表と比較して0.1位まで読み、読み手のa群は全く始めて読んだ者、b群は前年に経験ある者。(b-2は筆者)
 3. 表中の数値は平均値±標準偏差 (変異係数%) で示す。
 4. NからIの換算は(2)式による。(k=0.2846, C=0.0301)

した照度の変異係数で4~5%)を生ずるのはこのためである。この辺はこの方法の精度の限界である。

読み手として、ある程度経験を積んだb群と未経験で全く始めて読むa群との計4人で、3区36カ所分を混合したものを読み手別に読んだ。前者は後者よりも同一区の見みの偏差が縮小しており、ある程度習練を積む(特に0.1位の漂白度基準見本を自分で作つてみる)ことは望ましい。

作物群落下部の水平面上で測定した場合、畦間の中央線上に樹えたとしても、偏差は裸地の場合の2~4倍に拡大(同一読み手で)する。その差は、作物群落の繁茂のしかたと内部の光分布との不均一性に基づくわけである。出穂期前後の稲群落下部畦間で測定した例でも、IまたはIIで10%内外の変異係数を示すことが多かった。

もし、予備調査を行なつて測値(NでなくIまたはII)の変異係数が判つているならば、一定の精度をあげるために要する反復数が求められる。1つの基準としては第4表のようである。この方法で、群落内水平面の

第4表 群落内水平面上の照度測定において所望の精度をあげるための反復個数数の基準

CV (%)	R ₀	CV (%)	R ₀
2	1	12	24
4	3	14	32
6	6	16	41
8	11	18	52
10	16	20	64

注) 標準95.45(信頼係数2)で誤差率5%を目録とした場合、変異係数(CV)の大きさに対する反復数(R₀)を示す。

照度または相対照度測定を行なうには、1区少なくとも10個を下らぬ反復が必要であろう。そのような反復を行なうよりは、例えば高さ1mの群落について1カ所5~8段の3~4カ所程度の反復で、前項の方法により垂直分布を測定し、吸光係数kを求める方がよいと思われる。

引用文献

- 1) FRIEND, D. T. C.: A Simple Method of Measuring Integrated Light Values in the Field, Ecology 42 (3) 1961
- 2) 中川輝夫: 最近のシアゾ感光紙; 日本写真学会誌, 26 (2) 頁 38
- 3) ———: シアゾ感光紙のセンシトメトリ; 同上誌, 26 (4) 頁 38

新刊紹介

日本作物学会記事(特別号)“東南アジアの稲作”
—“世界の米に関するシンポジウム”のための研究記録—

B4版 195頁・図154版 価950円 送料140円

発行所 東京都文京区弥生 1-1

東京大学農学部 日本作物学会

本書は現地において稲作研究に従事した経験者による実証的記述であり、東南アジア各地の稲作様式を相互に比較し、各国の特徴把握を容易ならしめるように努め、さらにインド稲の生理生態的特性を明確にしたものであり、東南アジア稲作技術の指導、調査、研究にあたる場合は勿論のこと、広く稲作に関連する作物、病害虫、土壌肥料、農業土木、経済の専門分野にも多大の指針を与必携書。

内容目次

- 1) 東南アジアの稲栽培の概観……………山田 登
- 2) 東南アジア稲作の作期と栽培法概観…御子榮瑛夫
- 3) 台湾の稲作……………香山 俊秋
- 4) カンボジアの稲作……………八田 貞夫

- 5) フィリピンの米作事情……………野島 敦馬
- 6) インドネシアの稲作……………瀬古 秀生
- 7) ベトナムの稲作……………平野 哲也
- 8) タイの稲作……………渡部 忠世
- 9) インド型稲の水分生理……………松島 省三
- 10) 実態調査に基づくインド型稲の収量性について……………森谷 隼夫
- 11) インド稲の生理的特性とくに耐肥性を中心として……………高橋 保夫
- 12) マラヤにおける稲の生育相と倒伏について……………杉本 勝男
- 13) インド稲の光合成特性……………長田 明夫
- 14) 水利用より見たセイロン国乾燥地帯の稲作……………村上 利男
- 15) インド稲の生理病とくにBrouzing を中心として……………稲田 勝美
- 16) インド稲の水管理についてセイロンにおける試験例から……………姫田 正美
- 17) 東南アジア稲作の施肥技術について…太田 保夫
- 18) 総合討論 東南アジア稲作の低収原因をめぐって

光合成を初め最新物理学による農業増産の基礎的新智
識北大版は 八坂利助博士著 (学術と実務農事への応用)

農業物理学 A5上頁256頁・図234版
定価550円・送料90円
農産増収の要因たる物理知識を正しくつける目的のもとに、
章を農業と日射、日射の利用、地域及び大気の放射、地温、
土温、河川水温、湖沼と貯水池の水温、水田水温、水温上昇、
蒸発、蒸発散、土壌侵食、土壌保全、防風林、霜害、積雪と融
雪促進、電熱温床、ラジオアイソトープとその利用等に大
別し、各作物の生長と物理的要因とを適確に詳述の新著。

農業上に気象の影響を正しく結びつけた最新の内容書
農学博士 大後美保博士著 増訂改版

農業気象学通論 定価680円・送料90円
増訂改版 A5上頁321頁・図149版
章を序論(農業気象の意義と内容、沿革、使命)、放射、温
度、凍結、風、湿度、土、水分、雨、雷雨、雹、雪、霧、霧、蒸
発、気圧と気圧配置、気団天気、気象予報、気象による農事
予想、農業気候、気象統計に大別し、これを各農事上に結
び付けて気象災害の対策上に活用せしむるよう詳述さ
れた農業の業者、技術家=改良普及員、教師、学生の必読書

個別情報支援のための質問書

プロジェクト名 マレーシア・

サバ州造林技術開発訓練計画

チーフアドバイザー／リーダー名 酒井紀夫

質問技術テーマ アカシア・マンギウム材の利用・用途、その他経済性について

・当プロジェクトの大きな目標の一つは、アカシア・マンギウム人工林施業の体系化である。また、SAFODAではすでに19,000ha程度のアカシア・マンギウム人工造林地を有している。

・しかしながら、アカシアマンギウム材の利用・用途、その他経済性についての実績や資料が殆どない現状である。従って、アカシア・マンギウム材の利用・用途と経済性（価値）等についての実績（調査研究実績）や関連した参考となる資料・指導をお願いし、プロジェクトの運営の資料としたい。

(回答)

アカシヤマンギウムの材質と製材品の品質

森林総合研究所では、近年熱帯造林木の性質を調査しているが、その一環として、一例ではあるがアカシヤマンギウムも取り上げている。まだ報告の形にはなっていないが、内部資料として蓄積されているので、その一部を紹介することとする。

供試木は、マレーシア国、サバ州ウルククットにおいて、1968～1972年に2.5m間隔で方形植栽された造林地から、1983年7月に伐採された。したがって、供試木の樹齢は11～15年である。これらの供試木を用いて、繊維長、細胞の直径、細胞壁の厚さなどの木材の組織構造、木材密度、収縮率などの木材の性質について、髄から外側にわたる丸太直径方向の変動を調べた。また、これらの供試木から板を製材し、製材歩止まり及び製材品の品質を調べた。

1. 細胞構成要素の変動

供試木9本について、繊維長、細胞直径、細胞壁の厚さ、道管の直径とその分布数を髄近辺と外周部について調査した(表1)。

表1 細胞構成要素の変動

	髄近辺	外周部
繊維長(μm)	600	1100～1200
細胞直径(μm)	25～28	17～20
細胞壁の厚さ(μm)	2	3
道管の直径(μm)	110	230
分布数(個数/mm ²)	8～10	4～5

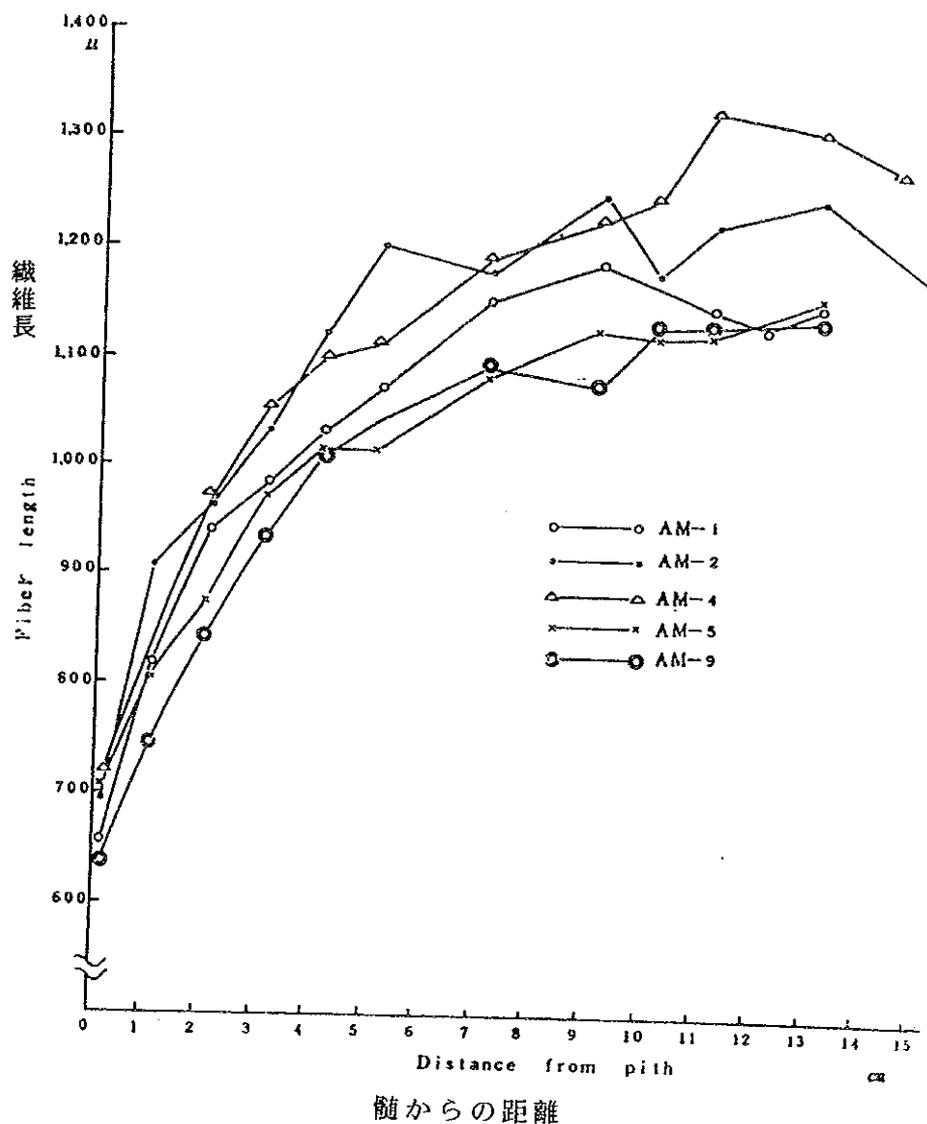
また、繊維長の髄から外側への変動を図1に示す。

これらの表及び図から明らかなことは、髄周辺の木材組織は繊維長が短く、細胞直径が大きく、細胞壁の厚さが薄いいわゆる未成熟材が形成されているが、成

長に共なって本来の成熟材に変わっていくことである。繊維長の髓から外側への変動では(図2)髓からおおよそ5~8cmまでは繊維長が急激に長くなるが、それ以降は緩やかになっていることがわかる。

なお、測定中に道管内腔にゴム状物質がつまっていることが観察されたが、この種の物質は水分の通導を悪くし、乾燥に際して障害になることも時として認められるところである。

図1 繊維長の髓から外側への変動



2. 木材密度、収縮率の変動

5本の供試木について、木材密度、収縮率を測定した(表2)。

表2 木材密度、収縮率測定値

供試木 No.	丸太直 径(cm)	試験 体数	容積密度 (kg/m ³)	気乾密度 (g/cm ³)	全乾までの収縮率(%)		
					接線	半径	繊維
1	23	12	419	0.49	6.03	2.28	0.29
2	26	15	424	0.50	6.34	2.49	0.23
4	27	13	490	0.59	7.39	3.35	0.19
5	21	11	374	0.45	6.28	2.50	0.25
9	23	12	444	0.53	6.25	2.29	0.28
平均	24		430	0.51	6.46	2.58	0.25

図2 密度の髄から外側への変動

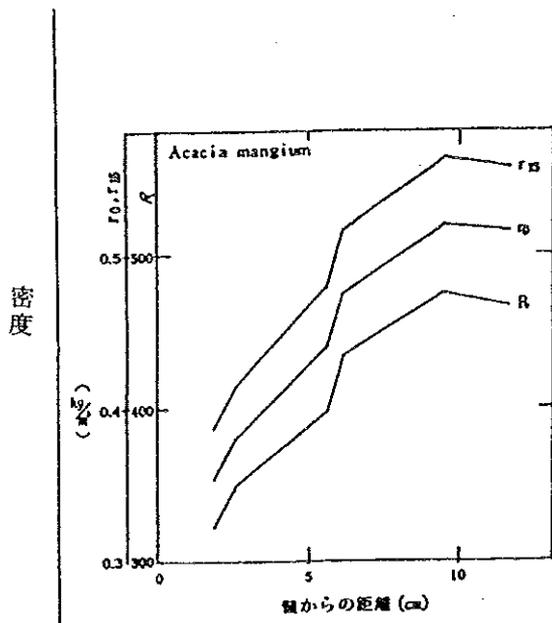
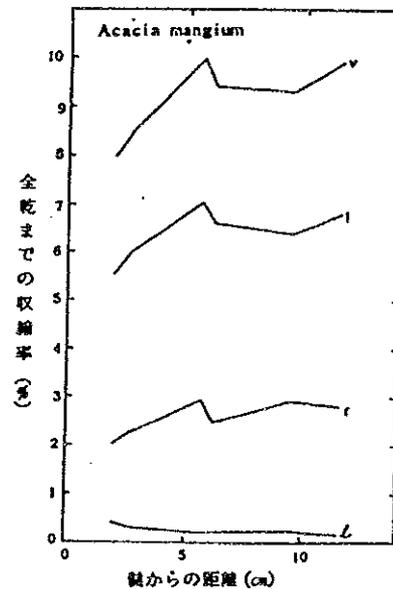


図3 収縮率の髄から外側への変動



気乾密度の丸太別の平均値は $0.45 \sim 0.59 \text{ g/cm}^3$ の範囲で今後成長にともない重い材が増えることが想定されるが、それでも広葉樹材としてはほぼ中庸、また、収縮率はかなり小さい値である。また、密度の髓から外側への変動（図2）は、髓から8 cm位までは急激に上昇するが、それ以降は安定してくる。また、収縮率の髓から外側への変動（図3）はあまりなくが、その中でも髓から6 cm以降はより一層安定してくる。

前項の組織構成要素の髓から外側への変動と、本項の密度、収縮率の変動とから、この樹種の未成熟材は、2.5 m方形植栽密度で有れば、髓からおおよそ10 cmまでにはかなり安定した成熟材になることが想定できる。

3. 製材歩止まりと製材品の品質

3. 1 試験材

製材歩止まりと製材品の品質を調査するために用いた丸太は24本で、材長2 m、平均直径は17～29 cmであった（表3、写真1）。また、製材木取り法はだらびきと太鼓びきを用い（図4）、厚さ20 mm、幅10 cm、長さ2 m又は1 mの板を製材した（写真2）。

3. 2 製材歩止まり

試験丸太別の製材歩止まりは、11.4～60.6%で丸太によって著しく異なる（表4）。しかし、これらの歩止まりは一般的に決して高いものではない。原因としては、丸太によって腐朽が著しいものがあったり、また、ひき材中に成長応力の解放によってフリッチに大きな割れが生じたものがあったりしたことによる（写真3）。

3. 3 製材品の等級別歩止まり

次に、等級別の製材歩止まりを見ると（表5）、全歩止まりの80%以上が腐れ、死節（又は腐れ節）、丸身、割れ、ピンホール等の欠点を含んだC等級の板であった。これは板材の利用に際し大きな障害となるものである。欠点としては前述のように腐れの他、節が多いが、その大部分が死節（時として腐れ節）になっていることである。

なお、無欠点のA等級の板は、全て外周部から製材したものであった。したがって、今後腐れが無く成長が続けば、より良質材の生産が期待できるであろう。

3. 4 製材品の狂い

製材品の狂いには弓そり、曲がり、ねじれ、幅ぞりなどがあるが(図5)、製材直後に発生するこれらの狂いを調査した。これらのうち、弓そりと曲がりについて、丸太の外周部から製材した板と内部から製材した板について発生状況を調べた(表6)。弓そりについては、外周部からの板が内部からのものより大きかったが、曲がりについては、逆に内部からの板で大きかった。板の利用上からすると、弓そりより曲がりがより大きい障害をもたらすので、内部からの板よりも外周部からの板の方が使いやすいことになる。

4. おわりに

本試験に供した試験木は11～15年と若齢で、そのため丸太の材内には節が多く、未だ未成熟材が多いものであった。そのため木材の構成要素や物理的性質には変動が大きく、材質的に不安定な材部が丸太内の多くを占めていた。その結果、製材品の歩止まりも悪く、品質もよいものとはいえなかった。しかし、ほぼ成熟材に達したと思われる丸太の外周部からの材は、木材密度も使い勝手のよい範囲にあり、収縮率も小さく、かなり安定した木材と思われる。今後、心腐れ等の欠点が少ない状態で成長して、より大径材が得られるならば、木理、材色などからみて、かなり期待できる木材となりそうである。

(回答者 森林総合研究所 木材利用部 中野達夫)

参考資料

- (1) 須川豊伸：熱帯産造林木の性質、構成要素の寸度分布及び変異、昭和58年度研究業務報告書 林業試験場木材部(1984)
- (2) 太田貞明：熱帯産造林木の性質、比重、収縮率、交錯木理、昭和58年度研究業務報告書 林業試験場木材部(1984)
- (3) 村田光司他：熱帯産造林木の性質、帯のこによる製材試験、昭和58年度研究業務報告書 林業試験場木材部(1984)
- (4) 村田光司：熱帯産造林木の性質、帯のこによる製材試験、未発表

表3 供試丸太の寸法と製材法

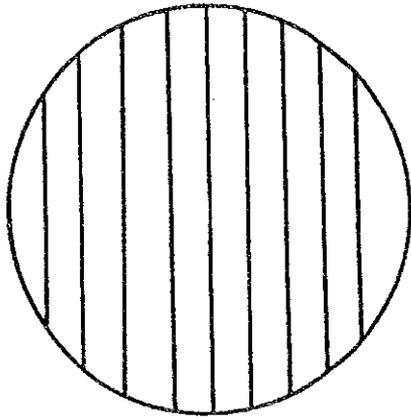
Table 3. Specifications of used logs and sawing patterns.

丸太No. Log number	短径 Top end dia. (cm)		長径 Butt end dia. (cm)		平均径 Average dia. (cm)	材長 Length (m)	材積 Volume*1 (m ³)	製材法 Sawing patterns*2
	Small	Large	Small	Large				
	1-1	18.5	22.0	22.0				
1-2	22.0	23.0	21.0	34.0	25.1	2.0	0.0992	M.L.
2-1	20.5	22.0	25.0	29.0	25.6	2.0	0.1031	M.L.
2-2	25.0	29.5	27.0	31.0	28.1	2.0	0.1243	M.L.
3-1	18.5	27.5	17.5	24.5	22.0	2.0	0.0760	L.S.
3-2	17.5	24.5	18.0	29.0	22.3	2.0	0.0778	M.L.
4-1	23.0	31.0	24.0	29.0	26.8	2.0	0.1124	M.L.
4-2	25.0	29.5	25.0	38.0	29.4	2.0	0.1335	L.S.
5-1	18.0	20.5	20.0	22.0	20.1	2.0	0.0636	L.S.
5-2	19.0	22.0	21.0	24.0	21.5	2.0	0.0726	M.L.
6-1	18.5	22.0	19.0	26.0	21.4	2.0	0.0718	M.L.
6-2	18.5	25.0	21.0	34.5	24.8	2.0	0.0962	L.S.
7-1	16.0	19.0	16.5	19.0	17.6	2.0	0.0488	L.S.
7-2	16.5	19.5	21.0	25.0	20.5	2.0	0.0660	M.L.
8-1	19.5	20.0	21.5	23.5	21.1	2.0	0.0701	M.L.
8-2	22.0	23.5	23.0	27.0	23.9	2.0	0.0895	L.S.
9-1	20.0	22.5	20.0	25.5	22.0	2.0	0.0760	L.S.
9-2	19.0	25.0	21.5	31.0	24.1	2.0	0.0914	M.L.
10-1	18.0	28.0	16.5	22.0	21.1	2.0	0.0701	L.S.
10-2	17.0	21.5	21.0	27.0	21.6	2.0	0.0735	L.S.
11-1	18.5	25.0	19.5	27.5	22.6	2.0	0.0804	L.S.
11-2	19.5	27.0	21.0	40.0	26.9	2.0	0.1134	M.L.
12-1	18.5	22.0	19.0	25.0	21.1	2.0	0.0701	L.S.
12-2	18.5	26.0	13.0	31.0	22.1	2.0	0.0769	L.S.

*1:Breton scale.

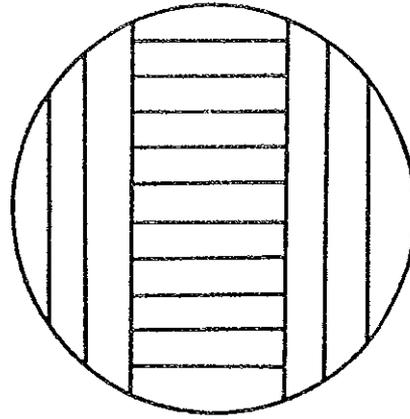
*2:L.S. is live sawing and M.L. is modified live sawing.

L. S. : だらびき、M. L. : 太鼓びき



Live sawing

だらびき



Modified live sawing

太鼓びき

Fig. 4. Sawing patterns used.

図 4 製材法

表 4 製材歩止り

Table 4. Yields* of each log

Log number	丸太材積 Input volume (m ³)	板材積		2 m 板		1 m 板		計	
		Output volume (m ³)	Yield (%)	Output volume (m ³)	Yield (%)	Output volume (m ³)	Yield (%)	Output volume (m ³)	Yield (%)
1-1	0.0769	0.0200	26.0	0.0020	2.6	0.0220	28.6	0.0220	28.6
1-2	0.0992	0.0440	44.4	0.0080	8.0	0.0520	52.4	0.0520	52.4
2-1	0.1031	0.0400	38.3	0.100	9.7	0.500	48.5	0.500	48.5
2-2	0.1243	0.0720	57.9	0.0020	1.6	0.0740	59.5	0.0740	59.5
3-1	0.0760	0.0120	15.8	0	0	0.0120	15.8	0.0120	15.8
3-2	0.0778	0.0400	51.4	0	0	0.0400	51.4	0.0400	51.4
4-1	0.1124	0.0320	28.5	0.100	8.9	0.0420	37.4	0.0420	37.4
4-2	0.1335	0.0480	35.4	0.0140	10.4	0.0620	45.8	0.0620	45.8
5-1	0.0636	0.0240	37.7	0	0	0.0240	37.7	0.0240	37.7
5-2	0.0726	0.0440	60.6	0	0	0.0440	60.6	0.0440	60.6
6-1	0.0718	0.0240	33.4	0.0080	11.2	0.0320	44.6	0.0320	44.6
6-2	0.0962	0.0360	37.4	0	0	0.0360	37.4	0.0360	37.4
7-1	0.0488	0.0240	49.2	0	0	0.0240	49.2	0.0240	49.2
7-2	0.0660	0.0200	30.3	0.0100	15.2	0.0300	45.5	0.0300	45.5
8-1	0.0701	0.0360	51.4	0.0040	5.7	0.0400	57.1	0.0400	57.1
8-2	0.0895	0.0360	40.2	0.0060	6.9	0.0420	46.9	0.0420	46.9
9-1	0.0760	0.0240	31.6	0.0020	2.2	0.0260	34.2	0.0260	34.2
10-1	0.0701	0.0080	11.4	0.0040	5.7	0.0120	17.1	0.0120	17.1
10-2	0.0735	0.0200	27.2	0.0080	10.9	0.0280	38.1	0.0280	38.1
11-1	0.0804	0.0240	29.9	0.0020	2.4	0.260	32.3	0.260	32.3
11-2	0.1134	0.0440	38.8	0.0060	5.3	0.0500	44.1	0.0500	44.1
12-1	0.0701	0.0080	11.4	0	0	0.0080	11.4	0.0080	11.4
12-2	0.0769	0.0320	41.6	0.0040	5.2	0.0360	46.8	0.0360	46.8

*: Yield = (Output volume / Input volume) x 100 (%)

歩止り = (板材積 / 丸太材積) x 100 (%)

表5 木取り法別、等級別製材歩止まり
Table 5. Yields for the sawing patterns.

		だらびき Live sawing	太鼓びき Modified live sawing
丸太材積	Total input (m ³)	1.0335	1.0021
板材積	Total output (m ³)	0.3580	0.4980
歩止り	Yield (%)	34.6	49.7
2 m板 材積	Output of 2 m long boards (m ³)	0.3160	0.4360
2 m板 歩止り	Yield of 2m long boards (%)	30.6	43.5
A等級歩止り			
	Yield of Grad A (%)	0.4	1.6
B等級歩止り			
	Yield of Grade B (%)	3.5	6.8
C等級歩止り			
	Yield of Grade C (%)	26.7	35.1
1 m板材積	Output of 1 m long boards (m ³)	0.0420	0.0620
1 m板歩止り	Yield of 1 m long boards (%)	4.0	6.2
A等級	Grade A:Clear. 無欠点		
B等級	Grade B:Contain only sound knots. 生節のみを含む		
C等級	Grade C:Contain decay, decayed-knots, wane, check; pin whole, and the other defects. 腐れ、死節、丸身、剝れ、ピンポールなどの欠点を含む		

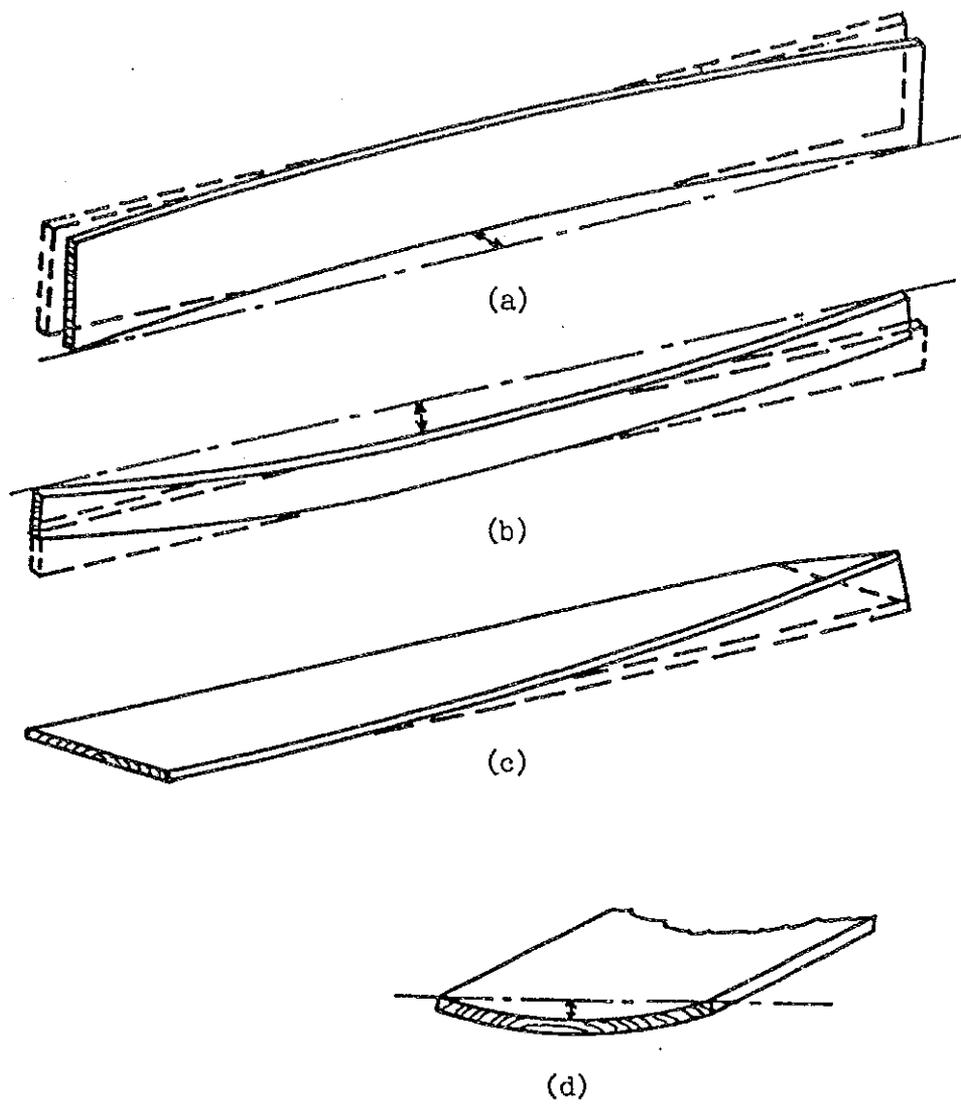


図5 狂い

(a):bow, (b):crook, (c)twist, (d):cup.
 弓そり 曲がり ねじれ 幅ぞり

表 6 丸太の外周部からと内部からの板の狂いの比較
 Table 6. Comparison between warps of boards sawn from outer and inner portion
 of logs.

	板数 Number of output boards	弓ぞり (mm)			標準偏差			範囲 (mm)			曲り (mm)			平均			標準偏差		
		Bow (mm)			Standard dev.			Range			Average			Standard dev.					
		Range	Average	Standard dev.	Range	Average	Standard dev.	Range	Average	Standard dev.	Range	Average	Standard dev.	Range	Average	Standard dev.			
だらびき Live (outer) 外周部	39	0 -23.0	7.7	5.04	0 -6.0	2.3	1.63												
だらびき Live (inner) 内部	39	0 -12.5	5.0	3.31	0 -12.0	3.3	2.88												
太鼓びき Modified (outer) 外周部	54	1.0-21.5	7.3	5.10	0 -5.5	2.4	1.92												
太鼓びき Modified (inner) 内部	54	1.0-20.5	6.2	4.23	0.5-12.5	4.5	3.28												



写真1 供試丸太

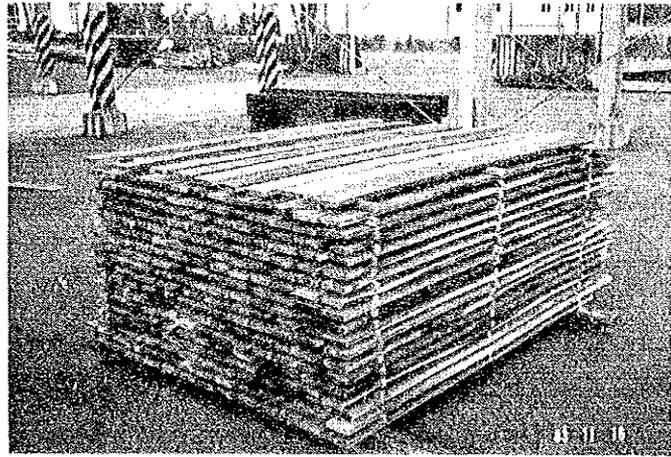


写真2 製材した板

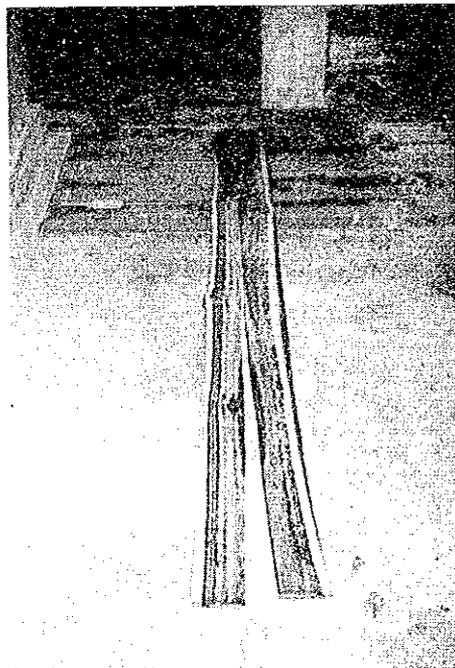


写真3 割れ

個別情報支援のための質問書

プロジェクト名 マレーシア

サバ州造林技術開発訓練計画

チーフアドバイザー／リーダー名 酒井紀夫

質問技術テーマ さし木の環境条件について

アカシア・マンギウムやさし木で、照度は外が 20,000 ～50,000ルクスで、中は日覆いをし、外の光の1/3～1/5の照度になっています。

散水は30分毎に、2秒間、用土は川砂で、粒子0.05～0.08mmを使用している。（現地で、これ以上の粒は求められない）。

発根率は、以前は10%以下であったが、50%まで向上した。

①この状況下で、さし床は若干湿きっている感じですが、さし木して2週間目で、さし床の表面には緑のコケが見られます。1か月後には床の表面はほとんど緑のコケで全面が覆われています。このことが発根率に影響しているかどうかわかりませんが、穂の腐れの原因とも思われます。コケを除去する方法はないでしょうか。

②さし床の用土はオープンで250℃で3～4時間消毒していますが、散水用の水は雨水をタンクに蓄え、時には川の水を利用し、消毒はしていません。この水には雑菌が含まれていると思われます。消毒することにより発根率を高めたいと思いますが、よい殺菌方法はないでしょうか。

③さし木の発根の条件として空気中の湿度を高めることがあげられますが、そのためにベットの全体をプラスチックで全体を覆うなどしましたが、必要な採光がとれないためほとんど発根しませんでした。アカシア・マンギウムは光を特に必要としますか。

④つぎ木のことですが、つぎ木には親和性があるといいますが、同種の固体同士でもそのことが云えるでしょうか。

⑤取木のことですが、環状剥皮の部分を幅広く削ると発根率が悪いようで、この生理現象はどうしてでしょうか。木部からの乾燥からなののでしょうか。

⑥さし木の発根の生理はいかなる仕組みによるのでしょうか。

さし木の環境条件について

質問①：さし床のコケの除去方法について

回答：さし床にコケが発生する原因として下記の事が考えられます。

- (1)灌水量が多く過湿である。
- (2)さし床の土壌殺菌が不十分。
- (3)灌水する水が汚れている。

上記(2)に関しては250℃で3～4時間消毒しているのでこれで充分だと思えます。

(3)に関しては下記質問②で回答します。

従って上記(1)について改良してみてもいいでしょうか。

すなわち現在30分毎に2秒の灌水時間を例えば60分に2秒とする。

またミッドソグハウス全体の風通しを良くする。

資料－1 参照

質問②：灌水用の水の殺菌法について

水の殺菌方法としては、(1)煮沸法、(2)活性炭等の利用、(3)薬品利用法などでしょう。

(1),(2)に関しては現実的でないの(3)の薬品利用法が良いと思えます。

薬品として良く使用されるのはカルキです。日本では自家水道やプールで利用します。日曹ハイクロン(錠剤)-20が良いでしょう。

ただし、植物に与える影響は分かりません。

また貴プロジェクトの水源は雨水貯水で、飲料にも使用していますので人体に害のない程度の濃度で利用することが肝要です。

これ以外に定期的に貯水タンク内を掃除するだけでも効果あると思われ

ます。

質問③：さし木時の光要求

一般にさしつけ後は日陰格子を用いて直射日光を避けるのが普通ですが、スギは受光率50%、アカマツは75%で発根率が良いという結果が報告されています。

現在貴プロジェクトでは全光の1/3～1/5の照度にコントロールしているようですが、アカシア類は陽樹ですのでさし木時でも相当量の光(少なくとも受光率75%)を要求するものと考えられます。

資料－2 参照

質問④：つぎ木親和性について

親和性は種間と種内に分けられますが、貴プロジェクトの場合当然種内の親和性を指していると思えます。一般に同家系のもの(同一家系のみしょう苗木)を台木に利用すると活着率は向上すると言われて

います。しかし、アカシヤマンギユウム類のつぎ穂(新梢)は三角形や半円形が多いので形成層の合わせ方が非常に難しいと思われ

ます。資料－3、4

質問⑤：とり木時の生理現象について

剥皮部の幅をあまり広くすると木部が乾燥して木部内の樹液の流動が異常をきたし枯死してしまいます。

剥皮部の幅はどれ位が適当か詳細な報告は見あたりませんが、一般に処理枝径と同等幅を一つの目安にしているようです。

生理現象に関しては資料-5を参照して下さい。

質問⑥：さし木発根生理について

資料-6を参照下さい。

さし木発根率は同一樹種内でも個体によって非常な違いがあります。

従ってアカシヤマンギユウムの中でも個体によって違うことを認識しておいて下さい。

水分を保持しているときも少なくなっている。しかし、乾燥を防ぎ、よい発根成績をあげるには、さきに述べたとおり少なくともpF 2.0程度の水

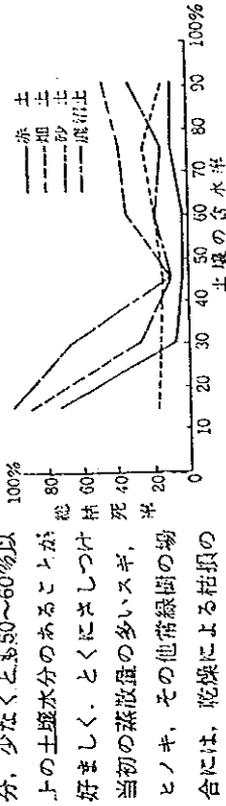


図45 さし床土壌とさし木の発根死亡率(森下)
(樹種:青島トゲナシニセアカシア)

分、少なくとも50~60%以上の土壌水分のあることが好ましく、とくにさしつけ当初の蒸散量の多いスギ、ヒノキ、その他常緑樹の場合には、乾燥による枯損の影響が強くあらわれやすいので、さし床は乾燥させないよう考慮しなければならぬ。

なお、スギでは、水ざしでかなりな成績のあがる場合もあり、またその他水

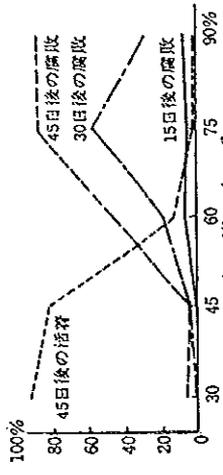


図46 青島トゲナシニセアカシアの根ざしの腐敗および節腐(森下)

ざしでよく活着するものもあるが、これらの場合、条件いかんによっては著しい腐敗を生ずることがあるし、またあとで述べるミスとかん水によりさし木する場合も、排水通気を十分考えなければ、過湿のため多くの腐敗を生ずることが少なくない。

表5 さし木発根率の発育と温度との関係(森下)

株原	樹	10°C	15°C	20°C	24°C	27°C	30°C	33°C	36°C	40°C	45°C
パナリス・アロイデア	T ₂ 1409号苗	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
パナリス・カロトボラス	O1513号苗	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
パナリス・ズブチリス	U1122号苗	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
パナリス・メセンテリカス	P1119号苗	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
アザリウム	Y1918号苗	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	T ₁ 1410号苗	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	F ₁ 1617号苗	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

注: +発育認められず, +発育わずが, ++発育中, +++発育盛ん, ++++発育極めて盛ん

さし木の理論と実際

森下義郎・大山浪雄 地球出版, S47

b. さし床の水分と腐敗 さし床の水分と腐敗との関係について、森下¹⁰⁰⁾が落葉広葉樹である青島トゲナシニセアカシアの枝ざしおよび根ざしについて試験した例では、図44, 46にみられるとおり、一般に土壌水分が多くなるに従って腐敗による枯損が多くなり、さし木材料の全体あるいは大半を土中に埋め込む根ざしなどでは、とくに腐敗しやすくなる。

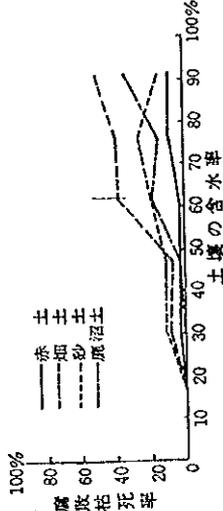


図44 さし床土壌とさし木の腐敗枯死(森下)
(樹種:青島トゲナシニセアカシア)

た図17のとおりで、図17および図44, すなわち腐敗および乾燥による枯損をあわせて図45の総枯損率は、この場合さし床用土の吸いうる総水分量の45%の土

～35℃へと高温になるに従って、なお一層旺盛となり、高温障害によるさし穂の活力低下も起りやすくなることとあいまって、腐敗による活着率低下の危険性がさらに増大してくる。

自然の温度条件下においても、夏ざしは高温にともなう腐敗率の増加のため、活着成績が低下する危険がかなりあるので、換気等に十分注意するほか、貴重なものさし木には本章 1. (2)、同 3. (6)、次章 2. (1) のところに述べた高温抑制効果のあるミストかん水法やパッド・アンド・ファン法によることが望ましい。また、夏ざし以外においても、温床などでさし木する場合は、晴天時温度が上昇しすぎることが多いので、やはりミストかん水の方法により水分管理を行なうことが望ましく、換気等にも十分に注意する必要がある。

なお、加温する場合、さし穂の新芽が徒長すると、基部切口付近における発根活動がおろそかとなり、腐敗に対する抵抗力も弱まり、活着成績が低下しやすくなるので、後述のとおり地上部の温度を地下部の温度より低めに維持し、新芽の徒長を抑えるよう心掛けることが望ましい。また、腐敗しやすい条件でさし木するときほど、その活着率の低下が起こりやすいので、発根力の強い穂木の採用、あるいはさし穂の発根増進処理等により、さし穂の発根力を高め、控え目の温度でさし木成育の向上をはかることも考えてみたい。とくに植物生長ホルモンの発根能力増進処理には、発根までの期間を短縮するので、腐敗回避の観点からもその活用を考えたい。

(4) 殺菌剤および切口保護による腐敗防止とその効果

2. 殺菌剤による消毒とその効果 さし穂を病原菌の侵入からまもるには、さし床に清潔なものをを用いるほか、さし床およびさし穂の消毒を行なうことが望ましいと一般に考えられている。

生育中の完全な個体をも侵すことのできる強い病害が発生し、その伝播のおそれのあるとき、また穂木が貯蔵その他取り扱った中に傷つき、病原菌によりすでに汚損している場合や、さらに採穂時とくに傷つきやすく、汚損部の多い穂根を用いて根ざしする場合などには、既存の有力な病原を断つ意味において、さし穂やさし床の消毒はぜひ必要である。

しかし、さきにも述べたとおり、常にさし木に荷感を与えている各腐敗性病

さし木の発根活動は、3の(6)で詳しく述べるとおり、樹種によっても異なるが、一般に10℃前後でおぼろげながら開始され、25℃近くでもっとも旺盛となるものが多い。これに対して、腐敗との関係については、従来高温では病原菌の侵入をうけやすいといわれているが、常に多かれ少なかれさし穂を腐敗させている病原細菌およびフザリウムについて、死滅温度、ならびに温度と生育との関係について森下⁽¹⁰⁾が調査した結果、各病原細菌はいずれも50℃に耐えるだけでなく、芽胞をもつ細菌に属するものは90℃以上の高温にも耐え、また

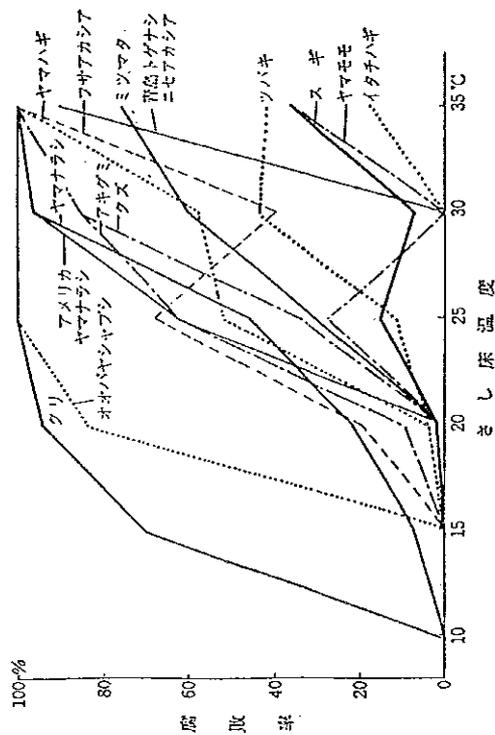


図47 さし床温度別のさし木の腐敗率についての調査例(線下)

表5のとおり、30～36℃までは高温になるほど発育が旺盛となることがわかった。

またさらに、さし木の温度と腐敗との関係を明らかにするために、代表的な樹種をそれぞれ温度別にさし木し、1ヵ月後に調査したが、その結果の一部を示すと図47のとおりで、一般に腐敗は20℃までは比較的徐々に20℃以上30～35℃までは、順次高温になるに従って旺盛となっているものが多い⁽¹⁰⁾。すなわち、ほぼ25℃近くまでは、温度が高くなるに従って、腐敗だけでなく発根にも順次好適となる樹種が多いが、さらに発根活動は30℃になるとかえって衰えるか、よくて樹はい程度に推移するようになる。これに対して、腐敗活動は、30

を表6に例示したが、有機水銀剤であるメルクロンの0.05%液、および石灰ポルドー0.02%液などは、ほぼ満足できるものであることがわかった¹⁰⁾。

また、ごく貴重なものさし木についての利用分野も考えるなら、高価では

表7 一時的消菌と腐敗率との関係 その1

樹 種	調査時期	無 処 理	さし菌消菌		土壌、さし菌とも消菌
			84%	62%	
青島トゲナシニセアカシヤ	41日後	41%	2	2	46%
同(粗ざし)	41%	100	78	100	80
フサアカシヤ	41%	8	22	6	6
イタチハギ	33%	90	82	92	100
ヤマハギ	41%	72	52	52	62
ヤマモモ	21%	72	58	34	12
アキグミ	21%	96	74	68	60
オオバヤシヤブシ	28%	84	38	44	30
ヤマナラシ	21%	100	84	98	86
ク リ	21%	100	94	100	78
アベマキ	21%				

注：さし床はフオルマリン、さし菌はメルクロンにより消菌

表8 一時的消菌と腐敗率との関係 その2

樹 種	調査時期	無 処 理	さし菌消菌		土壌、さし菌とも消菌
			0%	12%	
青島トゲナシニセアカシヤ	41日後	41%	4	20%	20%
同(粗ざし)	41%	12	84	8	0
フサアカシヤ	33%	96	20	0	56
イタチハギ	41%	20	48	0	0
ヤマハギ	33%	76	4	16	100
ヤマモモ	41%	60	60	28	24
アキグミ	34%	100	16	52	64
オオバヤシヤブシ	34%	48	40	4	36
ヤマナラシ	21%	84	80	96	80
ク リ	21%	72	80	84	72
アベマキ	21%				

注：さし床は高圧殺菌、その他前試験と同じ

あるが抗菌物質が役立つ場合もある。森下¹⁰⁾は、ストレプトマイシンが糸状菌であるフザリウムを除くさし木の各種病原細菌に対し、625γ/cc 溶液で十分抗菌力を持ち、しかも1,625γ/cc の高濃度でなお薬害のないことを明らかにしたが、最近では農薬面でも新しく抗菌物質が使われるようになってきたので、さ

病原菌は、土壌中にかぎらず、広く普遍的な存在性と伝播力を持ち、条件さえゆるせば、いつでもさし菌の弱みにつけこみ、これに侵入し、病原性を発揮することができる。したがって、さし床あるいはさし菌の一次的な消菌により、どの程度までこれら病原菌による腐敗を効果的に防ぐことができるかというところが問題になる。そして、一時的な消菌だけでは不十分であれば、さら

表6 殺菌剤の効力と薬害(森下)

殺 菌 剤	濃度(%)	採取累計数			薬 害
		5日後	10日後	20日後	
対 照 (水)		5	5	5	—
	0.04	0	0	0	なし
	0.02	0	1	5	強
フオルマリン	0.01	0	5	5	—
	0.005	0	5	5	—
	0.0025	2	5	5	—
	0.08	0	5	5	なし
	0.04	0	5	5	なし
	0.02	0	5	5	なし
	0.01	2	5	5	あり
	0.005	2	4	5	あり
	0.5	0	0	0	あり
	0.1	0	0	0	あり
石灰ポルドー液	0.02	0	0	0	弱
	0.004	0	2	2	なし
	0.0008	2	5	5	なし
	0.2	0	0	0	なし
	0.1	0	0	0	弱
メルクロン	0.05	0	0	0	旺盛
	0.025	0	1	2	旺盛
	0.0125	0	0	2	盛

注：供試樹種は青島トゲナシニセアカシヤ、供試本数は各区5本

にさし菌に薬害を与えず殺菌効果を持続させ、発根するまで病原菌の侵入を抑えていく方法についても考えてみなければならぬ。

いづれにしても、さし菌の消菌には、薬害が少なく、しかも殺菌力を十分あった薬剤を用いる必要がある。水ざしのかたちで青島トゲナシニセアカシヤを材料に用い、さしつけ後20日までの殺菌効果と薬害について調べた結果の一部

区ともその腐敗防止効果は低下し、表9Ⅲのメルクロンの溶液の追注を行なったものにおいても十分な腐敗防止効果はみられない。

表9 さし床水分中のメルクロン濃度とさし床の腐敗(減下)

出 産	試験別 濃度 (%)	供試本数	調査時期	腐 敗	
				数	%
青島トゲナシニセアカンア	対照	25	36日後	15	60
	0.025	〃	〃	8	32
	0.05	〃	〃	23	92
Ⅱ	対照	50	12	27	54
	0.05	〃	〃	43	86
	0.1	〃	〃	50	100
Ⅲ	対照	50	56	33	66
	0.05	〃	〃	21	42
	0.1	〃	〃	24	48
Ⅳ	対照	40	22	25	65
	0.1	〃	〃	17	42.5
	0.02	〃	〃	16	40
	0.04	〃	〃	20	50

注: Iは温室内の赤土, さしつけ時期6月10日

Ⅱは室内の赤土4, 畑土1の混合土壌, さしつけ時期11月13日

Ⅲは温室内の川砂, さしつけ時期は11月28日, さしつけ後の水分補給には阿波度のメルクロン液を使用

Ⅳは室内の赤土4, 畑土1の混合土壌, さしつけ時期は8月27日

また、表10は、試験 表10 さし床中におけるメルクロンの有効殺菌(減下)

土壌水分中メルクロン濃度 (%)	供試数	病原菌の発生がみられた数			
		2時間後		6日後	
		1日後	3日後	1日後	3日後
対 照	3	3	3	3	3
0.01	〃	0	3	3	3
0.025	〃	0	0	3	1
0.05	〃	0	0	0	1
0.1	〃	0	0	0	1

注: 本試験管を用い、用土は川砂, その含水率は70%

し木でもごんご必要に応じ、活用を考えてみたい。
つきに、さし穂およびさし床の消毒が、腐敗防止上どの程度役立つかが森下ら^{27,106)}が異なった条件のもとに試験した表7, 8および図48の結果を例にとり説明しておきたい。

さし穂は有機水銀剤であるメルクロン, さし床はフォルマリン消毒あるいは高圧殺菌による消毒の方法を採用したが、これらの結果を総合的にみると、さし床あるいはさし穂の消毒には、腐敗防止の効果が認められ、腐敗率の大きく低下しているものもある。しかし他方、図48のヌギおよび青島トゲナシニセアカンアや表7, 8の一部のものにみられるように、これらの効果が全く認められない場合も少なからずあり、さし床およびさし穂を完全に消毒し、かん水に殺菌水を用いた区においても、必ずしも十分な腐敗防止効果はあがっていない。すなわち、普通の存在性をもったさし木腐敗病原菌に対しては、一時的な消毒だけでかなりの効果のある場合も少なくないので、腐敗しやすい菌株、品種、あるいは比較的腐敗しやすい条件下でさし木しなければならぬときなどに、さし床、さし穂とも消毒するほうがよい。しかし、消毒後、またすぐに腐敗から病原菌の新たな伝播をうけるので、その効果は不安定で、残念ながら必ずしも確実な腐敗防止効果が期待できるとはいえない。また、消毒により菌の拮抗関係が破られたさし床で、新たに伝播してきた病原菌がかえって旺盛な活動を行なうことがあるためか、腐敗率が逆に高くなる場合があるので、これらのことも考慮に入れておかねばならない。

さし木の腐敗を、殺菌剤によって確実に防止するには、一時的な消毒だけでなく、さらに活着するまでさし穂を害することなく、永続的あるいは断続的な防腐効果のある方法を確立していくことが望まれる。

表9は、さし床中にメルクロンを施用した場合の永続的防腐効果について試験した結果を示したものである。これらの結果によると、メルクロン0.1%の濃度区では、薬害のためかえって腐敗率のふえたものが多いのに対し、0.01~0.05%の濃度区では、0.05%の濃度区に一部薬害の徴候がみられたことを除き、一般に腐敗率はかなり少なくなっている¹⁰⁷⁾。しかし表6の水さしのかたちで行なった試験において、0.05%の濃度区に腐敗したものがまったくみられなかったのに対し、この試験では同じ0.05%の濃度区をはじめ、その他各濃度

における失効速度はさらに速く、持続的な腐敗防止効果はまったく認められなかった¹⁰⁰⁾。

すなわち、メルクロンやストロプトマイシンなどの殺菌剤は、さし床ではその効力がきわめて不安定で、これと反応し殺菌力は低下しやすく、その失効速度はさし床の種類などによって大きく影響されるので、桑菅の心腔のない範圍でこれを補力していくことはかなりむずかしい。しかし、さきに述べた表6の水ざしのかたちで行なった試験結果中、メルクロン溶液にさしつけた場合、比較的桑菅の心配がない濃度において、十分な防菌効果が認められている。したがって、こんご水耕法、確耕法に準じた方法さらには空气中での霧ざしの方法などを活用することによって腐敗を防止し、さし木を発根に導くことは必ずしも困難とは思われない。このような方法が確立できれば、腐敗もより確実に防止され、その活菌成藏も大いに向上するものと考えられるので、こんごさらに検討を進める必要がある。

なお、殺菌剤として、その後メルクロンやこれと同様な効果のあるウクスブルンのほか、リオゲン、ルベロンなどの有機水銀剤が開発されたが、これら有機水銀剤は人畜への毒性から浸漬処理以外の散布等による使用が禁止されるようになったので、ボルドー液、チウラム剤、PCNB剤等の他の薬害の少ないものを用いるべきである。またとくに細菌性病害に卓効のあるストレプトマイシンなどの抗生物質による薬剤も市販されるようになったので、貴重なものさし木には、その活用も考えたい。ただし、清潔なさし床材料がえられない場合の病虫害の予防には、「さし木技術の実際」2.(3) a. 病虫害および雑草の予防のところで述べるとおり、クロールピクリンなどを床作りに先だって施用することが好ましく、またネマトーダの被害のおそれのあるところではメチルブromマイド、DBCP剤、D-D剤などの殺線虫剤も活用したい。

b. 切口保護の方法とその効果 さし穂には、病原菌の侵入に都合のよい傷口が多く、その地下部からよく侵入をうけるが、さきにも述べたとおり、生理上また発根上きわめて重要な部位である下端部の切口は、さし木病原菌の最も重要な侵入口ともなっている。したがって、発根時期まで、このさし穂の下端部、またさらには下半分の傷口面をも保護し、さし床を通じて侵入する病原菌を防ぐことができれば、活菌成藏は大きく向上するものと考えられる。

サボテン類などの多肉植物や、セラニウムなどのように著しく腐敗しやすいたが乾燥に対してきわめて強いものでは、さしつけ前数日間、日陰の乾燥条件下で切口のいえるのを待ってからさしつけることによって、よい活菌成藏をえることができる。一般の木本類のさし木でも、さしつけ前に、さし穂をわずかに乾燥させることによって、かえって活菌成藏の向上する場面があることについて前述したが、さらにさしつけ前に乾燥および腐敗による悪影響をうけない範圍内で、これらさし穂のカルス形成を促し、十分その基部切口をいややしておくとすると、環境調整のための特殊な配慮と周到な管理が必要となってくるし、またたとえこのような方法でカルス形成が行なわれたとしても、なお病原菌の侵入可能なカルスの巻き込み部などの弱点部分が残る。

このほか、現段階において一応考えられる方法として、機械的に侵入を防ぐ方法と、殺菌剤を塗布して防ぐ方法とがあるが、いずれの場合も、なるべくさし穂の水分吸収と呼吸作用を害しないことが必要なので、実際にこれを効果的に実行することは容易ではない。このうち、機械的に侵入を防ぐことに関連して、まず従来から行なわれている団子ざしについて述べておく必要がある。

赤土による団子ざしは、一般にさし穂に対して、水分の供給状態をよくするほか、腐敗を防ぐうえに効果があるといわれ、キクのさし穂とか、その他葉芽ざしなどでもよく用いられ、またスギのさし木においてもこれによりすぐれた活菌成藏のえられたことがしばしば報告されている。

図48は、森下ら¹⁰⁰⁾が団子ざしの効果について比較試験した結果を例示したものであるが、これによるとスギでは他の区にくらべ腐敗率は低く、発根成藏もとくにすぐれているのに対して、青島トゲナジニセミアカシアでは、腐敗防止の面ではあまり効果認められない。この試験において、スギの団子ざしの発根成藏がとくによかったのは、腐敗防止による効果のほか、枝葉をつけたさし穂に対する水分供給状態の改善ということによる効果が大きくあらわれた

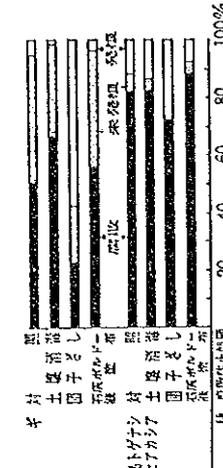


図48. さし穂の切口保護による腐敗防止効果 (森下ら)

蒸散量の多いさし穂に対して好ましくない。また一般にある程度生理活動を阻害し、新芽の伸びも抑制されるので、実用化に役立つ段階のものとはいえない。しかし、切口は病原菌の侵入その他悪条件から保護され、さし穂がある程度弱っているにもかかわらず、腐敗するものは比較的少なく、晋島トゲナジニセアカシアを除き、下部切口からはかえってよく発根し、50日後以降には、無塗布区のものより高い発根率が期待できる状況にあった。

なお、このほか、殺菌剤を含む塗布物質についても繰り返し検討を行なったが、このうち石灰ボルドー液による塗布消毒は、他の薬剤と同様、さし床中は持続的な殺菌効果は期待できず、多くの樹種について腐敗防止効果を認めることができなかつた。しかし、採取時に傷つきやすく、病原菌による汚損部の多いキリの根ざしにおいては、小野¹⁹⁹⁾が石灰ボルドー液による塗布消毒の効果をも認めたと同様、大きな効果が認められ、またこれと同様に、やはり採取時傷つきやすく、汚損部の多い種根を用いて行なう晋島トゲナジアカシアの根ざしや、秋末に枝の一部が枯れ込み、病原菌による汚損をうけているものが多いヤマハギの根ざしなどにおいても、腐敗防止効果がかなり期待できることがわかつた¹⁰⁰⁾。

こんご、もし水分、酸素、養分をしゃ断しない、またその他生理活動を害しない、しかも長時間菌の通過を阻むことができる安定した塗布物質を見出すことができれば、これによってさし木成叢を著しく向上させることもできよう。

めと考えられる。

なお、団子ざしについては、他の樹種を含め、さらに数回にわたって検討した結果、腐敗防止効果の認められる場合が多いが、団子ざしは一面通気をよくし、排水のよくなることなどではかえって、腐敗しやすくなる場合の少なくないこともわかつた。比較的鮮果のえられやすいスズギにおいては、不成績に終わる場合がしばしばあるので、必ずしも常に好ましい方法であるとはいえない。

一般に、団子ざしの効果は樹種のほかさし床、その他条件によって異なり、乾燥しやすい条件のさし穂あるいはさし床では、むしろ水分供給をよくすると、さし床の腐敗防止効果が期待でき、腐敗防止効果は、とくに腐敗しやすい床においてある程度期待できるものと考えられる。

なお、各病原細菌の大きさについて調べた結果によると¹⁰⁶⁾、一般には菌体の幅で0.7 μ 、長さで0.9 μ 以上のものが多く、またフザリウムの胞子はさらに大きい、病原細菌には幅0.2 μ までの小さいものもみられる。これに対して、

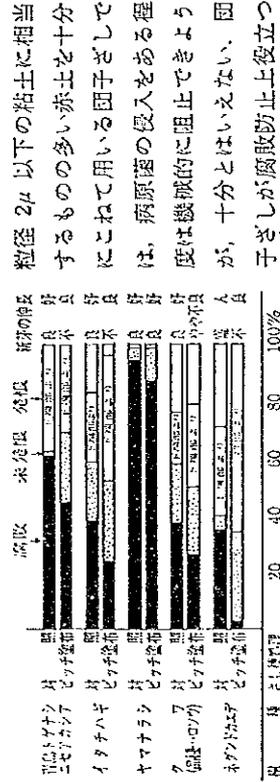


図49 さし穂断面の消毒による効果(森下ら)
(注: さしつけ後50日目の調査)

行なわれにくい赤土を用いていることに大きな意味があるものと考えられる。さらに、病原菌のさし穂への到達を完全に阻止することのできるものとして、森下¹⁰⁶⁾は松根ピッチにその約3分の1量の石灰を混合した塗布剤を試作し、これを病原菌の主要な侵入門戸であるさし穂の下部切口に塗布し、その防菌効果について検討したが、その結果は図49のとおりである。

この塗布物質は、水分、酸素をも通さない。したがって、水分は切口以外の樹皮の皮目などを通してわずかにしか吸収することができないので、常緑樹など

フィルムやビニール・フィルムなどを密着させて敷き、これにさしつけ穴をあけてさしつけるマルチなどの方法、ビニール・トンネルによる方法、その他無加温の温床による方法などがある。また、人工給温による方法としては、じょう熟材料を底に敷き込む方法、燃料油、電熱による方法、さらに特殊なものとして温泉熱利用の方法があるが、とくに電熱を利用して、さし床に給温する方法は温床条件をコントロールするうえにおいてきわめて都合がよい。なお、これらについてはさし木技術の実際。の2.(1)のところで詳しく述べる。

e. 光線と発根 さし床には多くの場合日よけが行なわれ、その目的は、これまでもっぱら乾燥を防ぐことにあるとされてきた。したがって、さし床の水分が適正に保たれ、またさし穂からの過度の蒸散のおそれがあれば、一般にさし床の温度上昇や、さし穂の炭酸同化作用の妨げとなる日よけはむしろなるべくよいと考えられているようである。

たしかに、日よけは乾燥防止上その果たす役割は大きい。また、乾燥の心配が少ないとき、日よけはさし床の温度上昇やさし穂の炭酸同化作用をかえって妨げるだけでなく、多くの経費や人手を必要とするので、なるべくこれを省きたいと考えられるのも当然といえよう。

しかし、光線には、つぎのような種々の作用があり、しかも植物の種類やさし穂の条件によってそれぞれその影響のうけ方が異なってくるので、これらのことを考えながら、光線に対する管理を行なわなければあやまちを犯すことともなる。

すなわち、光線は、さし穂に対して、直接的には、植物生長ホルモンの形成および炭酸同化を促す作用をもっているとともに、反面、発根阻害物質の形成をも促すほか、ときに葉やけを起こさせるなどの発根を不利にするマイナスの作用をもっている。また、間接的には、さし床温度を上昇させる効果をもっているが、反面、温度上昇にともなうさし床の乾燥や空中湿度の低下の原因ともなる。

ここで、さし穂のほうについてみると、落葉樹の休眠枝などで、さしつけ時点でに発根に必要な植物生長ホルモンおよび養分の持ち合わせのあるものから、常緑樹などでさし穂に植物生長ホルモンの持ち合わせがほとんどなく、また発根に必要な養分もさしつけ後の炭酸同化作用にたよらねばならないものま

さし木でも、光線を必要とするものが多いが、これに最適な受光量は植物の種類によって異なる。

大山¹⁰⁰が、日陰格子を用い、十分な水分条件下で、スギとアカマツについて受光率をかえて試験した結果は図100、101のとおりで、スギでは受光率50%のものの発根がもっともよかつたのに対して、アカマツでは受光率75%のものがもっともよい発根成績を示している。

なお、右田¹⁰¹が、潜遊オオスギのさし木で、日陰格子により受光量をかえて試験した結果では、受光率50%および25%のものの発根がよく、受光率2%のものでは光線不足で枯死するものが多くなっている。また渡辺ら¹⁰²は、アカマツのさし木で、同様に日陰格子を用いて試験し、発根に適する受光率は25~75%で、受光率10%では強度の光線不足によってさし穂は生存することもできなかつたことを認めており、宮島¹⁰³はヒノキの場合受光率30~50%が適当であると述べている。

すなわち、水分条件が適当な場合、スギでは受光率50%前後、ヒノキでは受光率40%前後がそれぞれ好ましく、またアカマツでは光線に対する要求度が高く受光率は75%近くあることが望ましい。クロマツのさし穂はアカマツより日陰に弱く、またヒバのさし穂は、その特性からみて比較的受光率の低いことが必要と思われる。また、阿部らは、多くの花について光合成特性を調べ、説

である。そして、前者のようなものでは、光のあることがかえって発根の障害となりやすく、後者のようなものは、光のあることが発根のための必須条件となる。

しゃ光処理あるいは黄化処理を行なって育成した穂木を用いることによつて、よい成績のえられる場合のあることについてはすでに述べたが、さしつけ後の光線の影響については、佐藤や高木¹⁰⁰がウラジロヤナギのさし木について実験し、この場合、発根にはある程度の暗黒期間が必要であると述べているし、また、光線がさし穂の発根作用を抑制することについては、他にも報告がみられる。筆者らも、ヤナギ類その他のさし木に暗黒条件を与えることによつて発根のよくなることや、また一般に強い光線下では、水分条件がよくても、さし穂の発根が悪くなる傾向のあることを認めている。日よけは、さし木において光線のこのような害作用を抑える面でも効果のあることを無視することはできない。

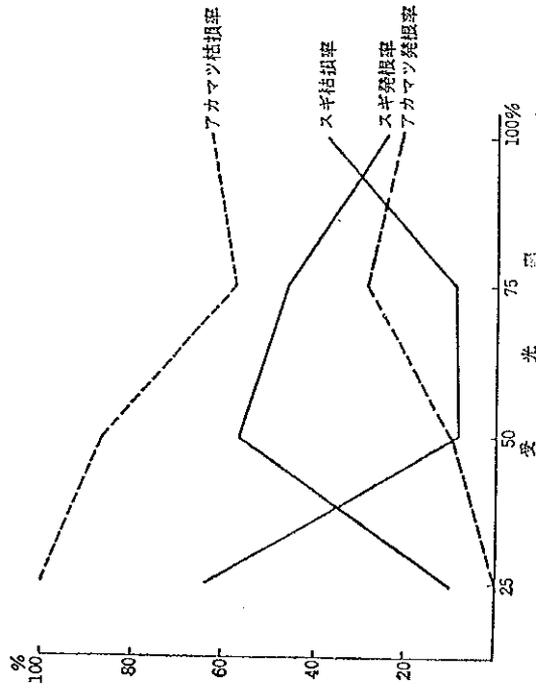


図100 さし木の日よけの程度と枯損および発根率との関係 (大山) (さしつけ4月7日、調査9月5日)

スギ、ヒノキ、アカマツなどの常緑樹のさし木では、さしつけ後の放散同化の働きなどにも力を借りなければならぬし、またその他の木本類や草本類の

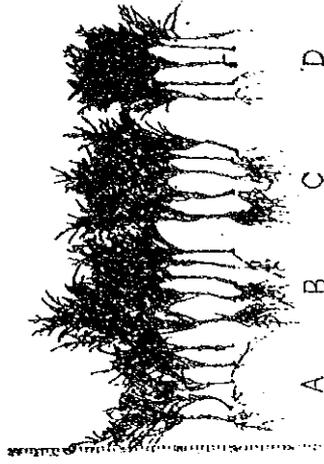


図101 さし木の日よけの程度とスギ、アカマツの発根状態との関係 (大山) (A: 照日よけ, B: しゝ光率25%, C: しゝ光率50%, D: しゝ光率75%)

葉植物のほとんどは、5~20キロボックスで光飽和値に達すると述べ、藤井は、このことから、実際のさし木でもそれほど強光を必要としないかもしれないと述べている。

表25 さし木の発根におよぼす日長の影響(石川)

樹種	日長時間	さしつけ本数	発根率(%)	平均根数
スギ	8	40	90	1.8
	16	40	90	2.6
アカマツ	8	80	57.5	4.1
	16	80	26.3	3.9

なお、光線の強さのほか、日長条件もある程度さし木の発根に影響をおよぼすことが知られている。

一般に短日条件は不定根の形成に不利であるともいわれているが、石川⁽¹⁹⁾がアカマツについて実験した結果は表25のとおりで、いずれも短日条件下のほうがカルス形成や発根が早く、一方さし穂の生育は長日条件下のほうがよくなっている。この短日条件下で発根が早くなる理由として、新梢部の生長が起こりにくく、栄養物質などが発根に有利に使われることにあると考えられている。秋さしの発根がよい一つの理由として、これが短日条件下で行なわれることをあげることが出来るかも知れない。

以上述べたしゃ光あるいは日長のさし穂におよぼす影響については、これが光線の量的なものにどの程度由来するのか、あるいは質的なものにどの程度由来するのか、まだ十分にはわかっていない。池川⁽²⁰⁾が、ハコネウツギやツツジなどのさし木で、色ガラス並びにセロハン紙を用いた場合のしゃ光効果について試験した結果によると、前述した穂木の育成に際して行なうしゃ光処理の場合と同様、光の質によって効果のあらわれ方が異なり、藍色、緑色のものは効果がみられず、赤色、黄色のものが効果のみられている。

ただし、発根後は、移植などに十分耐える抵抗力の強い苗に仕立てるため、日除けは遅れないよう取り除く必要がある。

はあためて少ないということである。したがって、完全に癒合し、通道組織の分化もみられ、充分な養水分が供給されるまでは、接ぎ穂の葉からの蒸散を抑え、接ぎ穂をしおれさせないようする管理がたいせつになる。ツバキの接ぎ木では、接ぎ木後上部を二重のポリ袋などで覆うが、これも、接ぎ木部の湿度を保ち、接ぎ穂のしおれを防ぐためである。

接ぎ木親和性

接ぎ木の活着に関し、接ぎ木親和性(graft compatibility)という言葉がよく用いられる。これは単に接ぎ穂、台木間の活着の難易だけを指すのではなくて、親和性があるというのは、接ぎ木活着後、苗が一つの植物として、永年、正常な生育、開花、結実を継続するものをいう。たとえ接ぎ木が活着しても、後になって樹勢が衰え枯死するようなもの、あるいは風で接ぎ木部からたやすく折損するようものは、親和性があるとはいえない。このようなばあいは接ぎ木不親和性(graft incompatibility)という。

接ぎ木の活着は、一般に植物分類学上近縁なものほど高いといわれる。すなわち、同属間の親和性が高く、異種、異属となるにしたがい親和性の低くなるのが一般的傾向である。しかしなかには異属間で親和力のあるものがみられ

る。ウイジエグミがビカガヤがカラタチ台に、洋ナシ、ビロガマルムロ台に接ぎ木されてもよく生育する。これに対し、同属間でも不親和のみられるものもある。ナンをリンゴに、ウスをアズミに接ぐと活着はよくない。

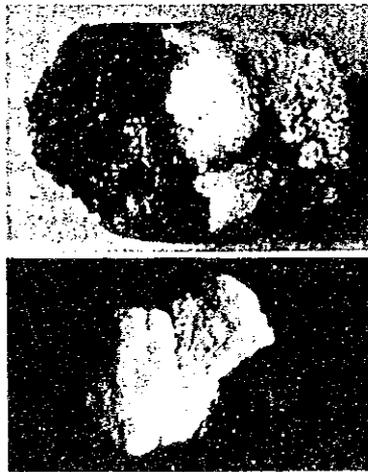
「接ぎ木不親和の例として、このような活着のよくないもの以外、活着はしても、後で生育に障害の起こるものがある。カキはよくマメガキを台木に用いるが、菅有、次郎など、甘ガキ種を接ぎ木すると良好な活着を示し、はじめは共に勝る生育を示すが、その後しだいに衰弱し、数年後には台負けの現象を呈して果実発育の低下、枯死にいたるばあいがみられる。これは接ぎ木後、一時外観的には正常な生育を示す時期があつても結果的には不親和の徴候を示すもので、実際栽培では、このような組み合わせの苗木は利用できないことになる。この他不親和の徴候の例としてナシ、ブドウ、カンキツ、リンゴなどの果樹類にみられる台勝ち、台負けの現象がある。

ウーバー(WEBER 一九二七)は、台穂間の親和性の程度を次ページの図のようにわけている。このような台勝ち台負けの現象は明らかに不親和の徴候を示すものと考えられるが、実際栽培上、それはと問題にならないばあいもある。このような様相を呈しても栽培目的が支障なく選せられれば圓蓋的にはいさう親和とみなして栽培される。

接ぎ木は親木、台木間の親和性の高いことの必要性はい

組み合わせ	分類学上の位置	判定	組み合わせ	判定	分類学上の位置	組み合わせ	判定	組み合わせ	判定	分類学上の位置		
アドウ：カキ	単細胞間の違い	0	アドウ/G-D	0	属間の違い	クリ：クリ	3	クリ/G-D	3	種間の違い		
アドウ/カキ		0	G-D/アドウ	0		クリ/クリ	3	クリ/クリ	3			
モモ：カキ		1	モモ/クリ	2		カキ：カキ	3	カキ/クリ	3		カキ/クリ	3
クリ：カキ		3	ナシ/クリ	0		ナシ/ナシ	3	ナシ/ナシ	3		ナシ/ナシ	3
クリ/カキ		2	クリ/ナシ	1		クリ/ナシ	2	クリ/ナシ	2		クリ/ナシ	2
カキ：カキ		3	G-D/クリ	1		G-D/クリ	1	G-D/クリ	1		G-D/クリ	1
ナシ：カキ		1	G-D/モモ	1		ナシ：モモ	1	ナシ：モモ	1		ナシ：モモ	1
G-D：カキ		0	ナシ/モモ	1		ナシ/モモ	1	ナシ/モモ	1		ナシ/モモ	1
G-D/カキ		0	モモ：G-D	2		モモ：G-D	2	モモ：G-D	2		モモ：G-D	2
アドウ：モモ		1	ナシ：G-D	2		ナシ：G-D	2	ナシ：G-D	2		ナシ：G-D	2
アドウ：ナシ	2	ナシ/G-D	2	ナシ/G-D	2	ナシ/G-D	2	ナシ/G-D	2			
アドウ/アドウ	0	ナシ/G-D	1	ナシ/G-D	1	ナシ/G-D	1	ナシ/G-D	1			
アドウ/ナシ	0	ナシ/ナシ	2	ナシ/ナシ	2	ナシ/ナシ	2	ナシ/ナシ	2			
アドウ：クリ	2	ナシ/クリ	0	ナシ/クリ	0	ナシ/クリ	0	ナシ/クリ	0			
アドウ/クリ	0	クリ/クリ	2	クリ/クリ	2	クリ/クリ	2	クリ/クリ	2			
アドウ/アドウ	0	クリ/ナシ	0	クリ/ナシ	0	クリ/ナシ	0	クリ/ナシ	0			
アドウ：G-D	1	クリ/G-D	0	クリ/G-D	0	クリ/G-D	0	クリ/G-D	0			

異なるカルス組織の組み合わせと癒着状況 (藤井・仁藤)

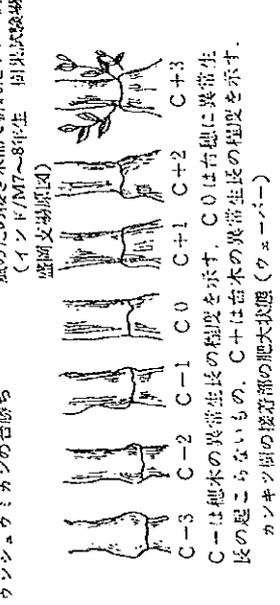


接ぎ木不親和の組み合わせでもカルスの癒着はみられる

試験管内で培養したカルス組織の癒着 (仁藤)

うりでもないが、上部で作られた同化養分が根群の発達ばかりに使われず、地下部の生理作用をそこなわない程度に地上部への蓄積、生殖作用に向けられることは、栽培上必要な点もある。これは、接ぎ木不親和性をうまく利用し栽培を有利にしているともいえる。

接ぎ木不親和性の徴候としては樹の腐化、養育不良、葉の黄化、接ぎ木部上幹の肥大、生管差、結合部での破損、



接ぎ木後正常でもあとで折損するなどいろいろで、まったく活着しないものから、外観上不親和の徴候を示しながら栽培上問題にならないものまで、その程度はいろいろである。さらに栽培地の環境条件、ウイルスによる影響などを考え併せると、接ぎ木不親和の判定もむずかしい。

接ぎ木不親和の原因

果樹のように永年経済栽培をつづけるばあい、台木、穂木間の親和性の問題は重要であり、これまでにも接ぎ木不親和性解明の必要性が指摘されてきたが、充分な解明がなされていないのが現状であろう。しかし不親和性の原因としてつぎのような理由が考えられている。

① 穂木、台木間の組織形態的な相違

植物分類学上遠縁のものであれば、とうぜん組織的にも相違がある。節部、木部組織の割合、節管、道管の太さ、数などの違い、その他各組織構成要素の割合、質的な相違も考えられる。不親和同士が結合したとしても、不規則な結合であれば、養分の上昇、同化養分の転流に障害が起こり、その結果、台穂間に発育の違いがでてくることは考えられる。台勝ち、台負けの現象も、このような物質転流の障害や形成層の活動、台穂の生長周期の違いが原因の一つと考えられている。ブックロー (BUCHLOH) は、ナシの接ぎ木で台木、穂木から発生した双方のカルス細胞

の接触面の細胞壁を電子顕微鏡で観察し、親和性の高い組み合わせでは双方の細胞の接触面でリグニンが蓄積されるのに対し、不親和性の組み合わせではまったくリグニンの形成が行われないことを観察している。

仁藤、藤井氏は、接ぎ木の活着の第一階がカルスの癒合にはじまることから、いろいろな樹種の芸組織片の組み合わせを試験管内で培養し、各組織片から発生するカルス癒合の状態を調査している。その結果は、やはり近縁なものほど癒着しやすい傾向がみられるが、なかには遠縁のものでも癒着する例としてカキ/クリをあげている。しか

し、両者のカルスの結合部にはつきり境界線が認められるという。このようにあまり遺跡のもの同士では、カルスの一時的抱合がみられても、カルス柔細胞の真の癒合は行われないのかもしれない。

④ 穂木、台木相互間で送られる物質の影響

接ぎ木後、穂木、台木間では、相互に物質が送られる。すなわち穂木は台木から養水分の供給をうけ、台木は穂木から同化物質を受けとるが、異なる台、穂の組み合わせでは、どうせんそれぞれの養分要求は異なるものと考えられ、地上部、台木それぞれの養分要求に対して過剰あるいは不足の程度が大きければどうせん障害をひき起こすことも考えられる。島瀧氏はクリ幹土／日本グリの不親和の原因として、要素間の吸収に拮抗作用があり、カリ、マグネシウム、マンガンなどの吸収が元素間ではなはだしく均衡を失っていることを認め、これが不親和の原因の一つではないかと述べている。

サファノフ (SAFONOV) 氏はリンゴの台、穂間の樹皮中の蛋白質、酵素について調べた結果、親和性の高い組み合わせでは共通するものが多いことを指摘している。グア (GUR) 氏はマルメロ台にある種のナシを接ぐと不親和性を示すが、これはマルメロ台に存在し、ナシに存在しないシアン配糖体が、ナシの木部にはいるとシアン化水素酸となり、接ぎ木部の結合を弱めているとしている。しか

し、グリーン (GREEN) 氏のモモ／スモモの不親和の原因が、シアン配糖体の量的差とは関係がなかったという報告もある。

このように接ぎ穂、台木は互いが影響しあって一つの共生体としての特徴が形づくられているものであり、その組み合わせ如何によってはその影響が大きく、穂木、台木それぞれの要求が満たされず生理的な障害が起これば不親和の機相を呈するものと推察される。

⑤ ウイルス

従来、接ぎ木不親和の原因と思われていたものの中に、ウイルスが原因となっているものがある。リンゴのゴールデンデリシヤス／マルバカイトウの組み合わせでは活潑が悪いうえ接ぎ木後生育が劣り、根の組織に異常を呈し、枯死するばあいが起こる。これはその後ウイルスが原因であることが明らかにされ、ゴールデンデリシヤスの穂木が高接病ウイルスを保有している、接ぎ木後、マルバカイトウの根を侵すことになったものである。リンゴのばあい、台木とその組み合わせによっては、高接病が発生する。このように、接ぎ木不親和性のような現象を示すものの中に、ウイルスが原因のものがある。

以上のように、接ぎ木不親和性の原因については、本質的な説明がなされていない。しかしこれまでに不親和性の組み合わせについては、いろいろ事例が明らかにされてい

IV つぎ木親和性

つぎ木は、増殖しようとする植物の地上茎を穂木とし、その台木は他の個体の地下茎が選ばれ、1個の栄養体を作りあげられることになるが、これらは、どこまでも2個の独立した植物の共存という宿命をもっている。したがって、2個の植物体間のゆがみ能力は高いほど好ましいが、その程度をいい表わすのに、つぎ木親和性 (grafting affinity) という言葉を用いている。つぎ木の親和性は、一般に植物系統上、近縁なものほど親和性が高いといわれている。たとえば、共台といわれる同一種間ほど高く、異種、異属となるにしたがって不親和となる。つまり、「木に竹をつぐ」ようなことはできないが、異例的に、かなり広範囲に親和性が認められる場合もある。このような、いわゆる植物の分類学的立場から、つぎ木の近縁関係を明らかにすることを、広い意味でのつぎ木親和性と考える。

林木では近年、林木育種事業の発展にともなって、この問題に関する研究が、千葉 (1952)、吉川、村上 (1955~1959) また、貴田 (1957~1960) らによって行なわれているので、その結果をみると、メタセコイヤについては、すでにこれを台木にして、セコイヤ、セコイヤデンドロン、ラクウショウ、グリプトストロース、スギなどが活着することが確かめられている。

マツ属については、アカマツ、クロマツなどの8種の台木に本邦および外国産のものも含め、約29種の穂木を使ってつぎ木が試みられている。これによれば、クロマツの台木に19種が活着し、しかもその率は高く、広範な親和関係を示していた。8種の台木のうち、クロマツが台木としてすぐれていたが、(表-1) なかにはクロマツ台木にハリモミ属をついたもので55%の活着がみられ、ヒマラヤスギ属は54%で、マツ属をつぎ木したものに劣らない活着率を示す場合がある。クロマツおよびアカマツの台木は、マツ属からヒマラヤスギ属あたりまで、よい活着率を示した。クロマツには、やはりマツ科に属する同属のものが最も親和力が大であり、ついでマツ科に属する異属のものが、中位を示す傾向がある。科を異にするものでもヒノキ属では、比較的高い親和性を示す場合もある。

スギ科で試みられた例では、4種の穂木に対して、スギを台木とした場合の

異なるものほど親和性が大きい。しかし、植物系統学上の関係と必ずしも平行的でなく、はるかに広範囲であることが明らかであり興味をもたれる。

また親和性の鑑定法の基準としては、活着率だけでなく、生存率によっても親和性の良否を決定していく方がより適切だと考えられ、これによって、さらに系統上の遠近による遺伝的類似性が明らかにされるであろう。これらの認識

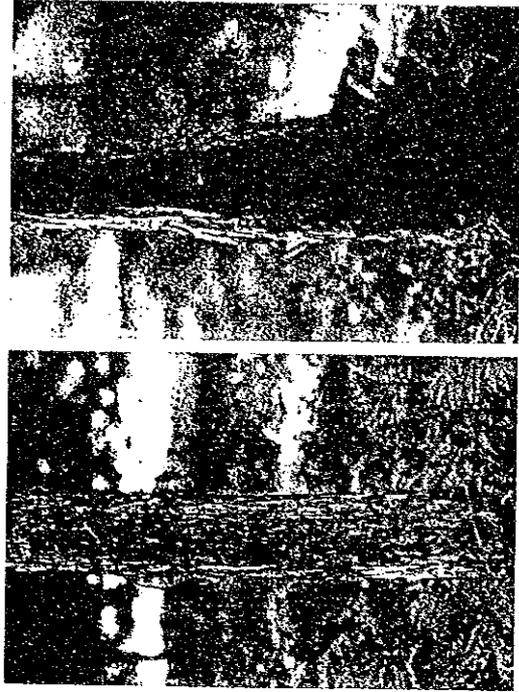


図-23 ヒノキのつぎ木親和性の良否 (左: 良, 右: 不良) (大黒)

の上にとたつて、事業目的にかなった台木と親木の選定も明確化し、実用面でもより安定した事業が行なわれたいと思うが、この意味では、林木の場合、まだ日も浅いので、今後の試験研究のつみ重ねによって次第に明らかになっていくものと考えられる。

一方、栽培歴の古い果樹では、実用面での親和性が明らかにされている。それによれば同属、異種の組合せのものが多い、しかし、カンキツ類のカラタチ台にみられるように異属間のつぎ木で親和性も高く、栽培効果もあげている例も少なくない。同じようなことはリンゴの類で台木にマルバカイドクやミツバカイドクが用いられているが、これはコールドンデンリッシュにやや不親和を示すほかは、他のいずれの品種にも高い親和性がありすぎている。

カキの例では台木にマメガキが、他のいずれの品種にも高い親和性を示し、

状況が調査されている。

ハンノキ、カンバが類も、針葉樹の場合と同じように、台木と親木の間に近縁なほど活着率が良く、はなれるにしたがって親和性が低くなっている。しかし、遠縁の場合でもよく活着するものもある。

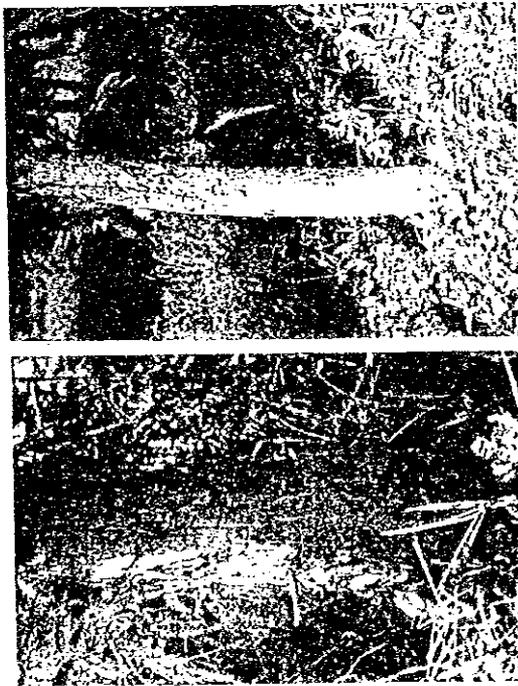


図-22 スギのつぎ木親和性の良否 (左: 良, 右: 不良) (大黒)

表-3 ヒノキ科のつぎ木親和力 (貴田)

Stock	Chamaecyparis obtusa		Chamaecyparis Lawsoniana		Chamaecyparis Pissifera	
	活着率 %	伸長量 cm	活着率 %	伸長量 cm	活着率 %	伸長量 cm
Chamaecyparis obtusa	70.0	6.7	30.0	4.9	60.0	4.0
C. Lawsoniana	70.0	10.8	80.0	7.5	90.0	14.8
C. Pissifera	0	0	20.0	2.5	90.0	4.1
C. formosensis	0	0	0	0	0	0
Thuja Standishii	60.0	1.7	60.0	2.2	90.0	3.1
T. orientalis	90.0	3.3	100.0	1.7	100.0	2.4
T. occidentalis	50.0	4.0	50.0	2.9	60.0	3.8
Thujaopsis dolabrata, Houdai	40.0	6.2	50.0	1.6	70.0	2.9

これまでのことをまとめると、林木でもその親和性は、同種はもちろん、近

その意味ではすぐれているが、その後の生育が不良となって、とくに次郎や富有などの甘ガキの品種では果実の品質や樹勢を悪くし、栽培目的からは非常に不利となることがわかり、今日では共台が用いられるようになった。したがって、活着の登熟なことと、栽培目的とはかならずしも一致しない場合がある。また、活着も良く、初期の生育も良いと思われた組合せが、その後の生育段階で変化をきたすその他の例として、台木のほうが穂木よりも肥大するいわゆる台勝ちや、その反対の台負けの現象などがみられ、栽培上不都合な場合が再検討されている。つき木親和性といってもこのようにいろいろな段階のものがあり、この種の問題の複雑さが痛感させられる。ここで、このような栽培上からみた実質的な台木と穂木との組合せに関する親和性を狭い意味のつき木親和性としておく。

Webber (1933) は、カンキツ類で異種間に台勝ちと、台負けがあるとし、その程度を7段階に分け、台勝ちの最大の組合せは、中国モクレンの台木にオレンジ類のつき木を行なった場合であったと述べ、高橋 (1950) も、キコクの台木に対して早生温州は正帯であるが、ブラッド、オレンジには極端な台勝ち現象がみられたと述べている。

クリは栽培種の研究が進み、もっぱらつき木によって増殖が行なわれている。このため、クリの優良系統は、一般的につき木種と呼ばれ、その台木の選定も検討が加えられている。

クリの親和性について、小松 (1938) は中国系の傍土甘グリを日本グリにつぎ木すると、多くのものは活着良好であるが、個体によっては活着不良のもの、つき木後生育不良なものがあると述べ、中津川 (1942) もこれを認めている。また、高馬 (1957) も宮川甘グリを日本グリ在台木につぎ木すると、つき木親和を示すといっている。したがって鳥潟ら (1963) は、中国系のクリは同じ中国系の台木につぎ木することが望ましいと述べている。しかし佐々木 (1969) は、中国系のクリからミシロウ選抜した北冠、孤嶺などの系統を、同じ中国から輸入した中国グリのみシロウ台につぎ木したところ、同じ中国グリのみシロウ台でも赤肌系のは皆肌系のものに比べつき木成績が悪いと述べ、河瀬 (1972) は、赤芽系の中国グリのみシロウ台の方に親和を示すものが多いと報告している。

つきに、中国グリと日本グリとの第1代雑種である利平を台木に用いた場合、鈴木 (1969) は、玉造や銀鈴に、兵藤 (未発表) は、筑波にそれぞれ不親和の取あつかわれいている朝鮮系の玉造、森早生などを日本グリ在台木につぎ木すると、早いもので1~2年、おそくとも5~6年で顕著に不親和症状がみられるという。そして、この不親和症状をつぎ木部に現われる異状形態により、それぞれ3つに分類し、≡ブ状不親和(シバグリ台に円波つき)、台勝ち不親和(銀寄台に有磨つき)、台負け不親和(銀寄台に森早生つき)と呼んでいる。

焼原 (1969) は、銀寄を台木に篠栗をつぎ木すると、よく活着するが7~8月頃までにその80%が生長が止まり、その年に枯死し、有磨台に玉造をつぎ木すると植付けて3~4年ごろまでにつき木部の異状から急に衰弱し始めると述べている。

志村ら (1969) は、日本グリと栽培品種の台木として中国系の品種や吹州種が利用できるかどうかを検討している。これによれば、中国種を台木にしたものは活着率が悪いうえに生育も不良であり、吹州種を台木にしたものは活着率、生育ともに日本種について良好だが胴枯病の発病率が高く結局いずれも台木として実用性がないといっている。

岡田 (1972) は、銀寄ほか主要な18品種を台木に円波および秋早生もつき木し、3年後にそのつき木隣寄を調査したところ、円波をつぎ木品種に用いた場合、利平、玉造、森早生、有磨などの台木にそれぞれ肥大症状が多く認められることを観察している。

また、中原 (未発表) は、昭和28~29年、兵藤、山崎町に自生するシバグリを台木として、銀寄ほか主要な品種58種を、156個体の台木に高

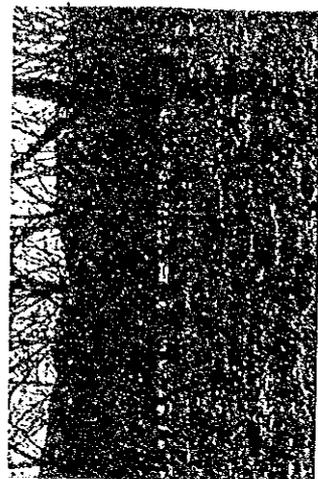


図-24 シバグリ林におけるつき木親和性の試験林 (中原)
昭和28~29年、シバグリを台木につぎ木品種58種をつぎ木した。兵藤山崎町

つぎを行なった(図-24, 25)。その結果、大栗、小布施2, 3号, 中生丹波にコブ状の不親和性を認めこのうち大栗は、昭和38年の台風の際つぎ木部より風折した。以上のほかシバグリ台につぎ木した利平グリは、つぎ木部の異状は認められないが、つぎ木後4~5年経過するところから生育がとまり、隔年結果の現象が認められている。また同氏は、中国地区林業試験共同研究でとりあげた、クリ新品種特性検定試験のため、昭和38, 39年に植付けた丹沢ほか21品種



シバグリ台木に今北をつぎ木したもの(8年生)

シバグリ台木に銀寄をつぎ木したもの(8年生)

395 個体のなかで、田尻銀寄のミシウ台木につぎ木した豊多磨早生、森早生、銀鈴、小布施2号、甲州1号などの品種に今北ミシウ台木につぎ木した銀鈴、小布施2号などにいづれもコブ状不親和、田尻銀寄および今北のミシウ台木につぎ木した、中国産と日本産の第1代雑種の利平、田辺の両品種に台勝ち不親和を多く認めている(図-26)。以上のほか台木の系統は不明であるが、玉造、由利、千里、秋芳早生、東濃2号、向3号などに不親和症状のみられるもの多かった。

これらのつぎ木不親和の認められるものはすべて、つぎ木部に異状を認めな



左上 台木：田尻銀寄，つぎ木品種：有磨
左下 台木：田尻銀寄，つぎ木品種：豊多磨早生
右上 台木：不明，つぎ木品種：千里
図-26 クリの親和にみられる台勝ち，台負けコブ状肥大の状況
昭和37年ミシウ2年生の台木につぎ木，昭和39年植栽(中原)

いものに比べて、樹高、幹周、樹冠など生長量が著しく劣っていた。しかし収量の面では、必ずしも異状の認められないものが多結果とはいえず、不親和の認められるもので収量の多いもの、異状のないもので収量の少ないものがほぼ半々という状態で出現したことを認めている。

- ① つぎ木の際使用したテープ、ラベルなどを巻き込んだ場合
- ② 形成層部位の不完全なゆ合
- ③ 台木植物と穂木植物の遺伝的相性

このうち①、②の原因によって、生育不良または枯死を招いたものであれば、明らかにか技術的な失敗であるが、③のように遺伝的な不親和性があるものとすれば今後とも注目される問題である。中原(未発表)はクリについて図-28の

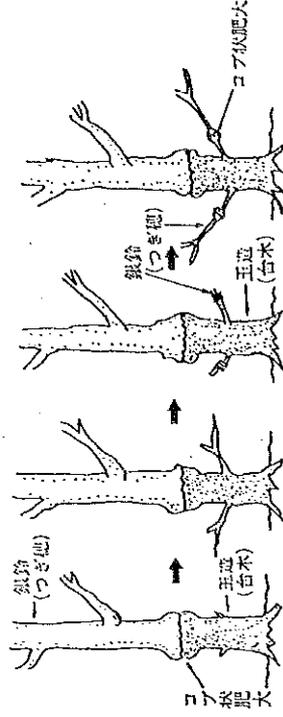


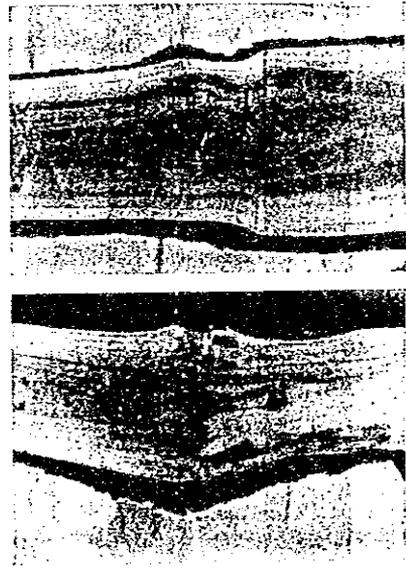
図-28 クリのコブ状肥大の現われる実験例

ような実験を試みている。すなわち、つぎ木後、数年たったクリのゆ合部にコブ状のつぎ木不親和のみられるものがある。たとえば、玉造を台木に銀鈴をつき穂とするとこのような症状になる。この個体を用いて、台木から萌芽枝を発生させ、前者と同じ組合せによってつぎ木を行なうと、やはりコブ状の不親和がその枝にも現われるというものである。

また、百瀬(1971)はスギについて、クモトオシのさし木クロロンを台木にして、同じクモトオシをつぎ木すると、多くの不親和がみられるが、クモトオシの自然交雑のミシウ苗を台木にして、同様なつぎ木を行なったところ、前者の組合せより逆に高率の親和性が認められたと述べている。これは、同じ共台といっても、クロロンの場合よりミシウクでは父親の花粉の影響で、その中につき木系統つき穂と相性の良い組合せとなる遺伝子型があることを示しており、事業的には安全であろうとされている。これらの事実から共台といっても、その

なお、つぎ木と耐凍性の関係については筑波、銀寄の両品種と共台の筑波、銀寄のほか田辺、利平、伊吹、有壁などのミシウ台木につぎ木して圃場試験を行なっているが、4年生の現在では一定の傾向はまだ認められていないようである。

したがって、クリのつぎ木不親和防止の対策として、為国(1969)は共台を用いる方がよいと提唱している。しかし河瀬(1972)は筑波のミシウ台木につぎ木した筑波にコブ状の不親和を認め、これを共台の不親和類似症状と呼んでいる。その原因は明らかにはされていないが、同じような現象が材木のカラマツやスギでも認められ、伊藤(1972)はカラマツの精英樹の各系統を共台のカラマツにつぎ木したが、そのなかに台勝ち、台負けのみられる系統のあることを認め、台負け現象を示す個体のつぎ木部を解剖してみると、図-27に示すように、台木と穂木との組織間に、多数の空どうや組織的異常が認められた。また、コブ状肥大を示す系統もあって、その肥大率を調べたところ、上下の幹の直径より30~70%も肥大していることがわかった。さらにこれらの系統は、着花率が、自然開花したものより約6倍も高率になることを認めたが、2~3年後より衰弱状態や、枯損する傾向があると述べている。百瀬(1968)はスギについて、その不親和性類似症状をおこす原因に、つぎ木の3点をあげている。



台木けにみられる組織の異常
図-27 カラマツの精英樹のつぎ木部の異常(伊藤)

る。このような意味から最近、果樹ではこの種の実験材料としての目的や実用的な問題として、自根植物の作成に関する研究が、戦尾(1963)によって、ナシ、ペカン、モモ、オリーブなどで行なわれており、越智(1956)はナツダイダイ、ハッサク、早生温州の自根植物につき木を行ないよい成績をおさめている。

また、林木ではつき木された個体の生育はもとより、将来交配母樹・採種園用としての利用段階において、良い効果を得るための生理的変化についての検討が行なわれているので、その問題にふれる。吉川(1960)はメタセコイヤとその近縁種、属間のセコイヤ、セコイヤデンドロン、ラクウシヨウ、グリプトストロブス、スギなどをつき木して、これによって得た植物を交配した。これによれば、種子の生産量は比較的発芽率の良いものを得たことや、そのF₁苗の幼苗には紅葉現象がみられたが、その対照木は紅葉が見られなかったこと、さらに、表皮細胞とくに気孔の配列などに差異を認め、花粉管の伸長度も対照木と同じであるから交配用の花粉としても、さしつかえないと報告している。飯塚(1963)は、ココエギリとニホンギリを台木にして、その相互のつき木を行ない、温度や植付法をかえ、環境をちがえることによつて、つき木苗の毛茸の変化を調査している。さらに、吉川、池本(1963)は常緑性のシマトネリコの台木に落葉性のコバノトネリコをつき木し、また、その逆の植物について、日長と温度処理を行なったところ、ガラス室内で生育させたシマトネリコ/コバノトネリコ(台木/穂木)はその対照のつき木してないコバノトネリコに比べ休眠期が1カ月遅く冬芽の開節は1カ月も早くなり、つき木部分の肥大はシマトネリコ/コバノトネリコでは台木の方がつき木より太くなりこの逆のコバノトネリコ/シマトネリコの場合は台木よりつき木が肥大したと報告している。

V 栄養雑種について

栄養雑種(vegetative hybrid)は、当初ウインクラー(WINKLER)がトマトとイヌホオズキのつき木によつて、キメラ(chimera)の個体を作ったことにはじまる。キメラとはギリシヤ神話に登場する半羊が竜という怪物の名前で、キメラ植物もその意味にちなんで命名された。キメラ植物は萌芽力の強いナス科の植物などを割つきすると、台木と穂木との融合部から多くの

梁郷 (1964) は、ハナアカシア (*A. baileyana*) の樹齡 10 年生の数個体を供試材料として空中とり木を実施し、6月~8月にかけて、処理してから5日~10日おきに、根の発達状況を内部および外部形態的に観察を行っている。これらは、樹種の違いや樹令、処理の部位の生理条件や、外因的な時期 (温度・湿度) などによって差異があると考えられるが、内部形態的な観察結果では、つぎの点を明らかにしている。① 根頸部は、処理直後により、上部のみの皮目が発達するが、これはじん皮部内の木栓組織および内皮組織の異常発達によるものである。② カルスは、皮層の各組織からの発達が著しく認められた。③ 根のものは、とり木処理後5~10日目の切片に観察されはじめるが (図-191)、これらは葉脈の第1放射組織より発達し、節部内の第2放射組織でさらに発達して、節部柔組織の発達に誘導されつつ外部に現れ、また、カルス組織を貫通して下方に伸長しているものも多く、なかにはカルス内に根のものとを伴った場合もあった。以上、ハナアカシアの空中とり木で観察した発根機構は、スギのさし木、および佐藤 (1963) の行なったマツ類、ハンノキ類の空中とり木の場合と全く一致している。

外部形態的にみた根の発達は、表-22に示したように、つぎの4期に大別し

表-22 アカシアの空中とり木における根の発達 (梁郷)

区分	処理からの経過日数	発根率 (カルス)% 100	根の発達の外的変化
I カルス形成期	~10		切口部にカルスが発生し、剥皮上部のみの皮目が膨れてくる。
II 発根期	15~25	60.0	カルス、皮目はさらに肥厚し、切口部、皮目よりの発根が認められる。根はワンドン状で、1本あたり1~4本発根、根長0.5~1.0cm。
III 主根伸長期	26~45	75.0	主根の伸長は旺盛となり、根長は3.0~7.0cmとなる。2次根が発達してくる。
根系発達期	46~60	100.0	2次根や細根の発達が著しく根系が整ってくる。この時の1本当たりの主根数は7本以上で移植も可慮である。

てみるることができる。すなわちI、カルスの形成期 (1~10日)、II、発根期 (15~25日)、III、主根伸長期 (26~45日)、IV、根系発達期 (46~60日) である。佐藤 (1963) もハンノキ類の2~3の種について同様の観察を行なっているが、

III とり木の現状

とり木繁殖法は、株分けについて安全確実な方法であるが、増殖率が悪いことなどから、一般に事業的な面での利用は少ない。しかし、温室植物の増殖や、盆栽の種木つくりなどのほか園芸的な分野では、ハイビヤクシン、アジサイのほか、さし木困難なシャクナゲ、レンゲツツジ、アザレア、カエデ類の増殖にこの方法が用いられている。育種用として、とくにさし木して発根の悪いマツ類、ヤマモモ、ハンノキ、アカシアなどの樹種についてとり木に関する生理、解剖学的研究がなされている。

一方、欧米の例では、アメリカの採苗家の間で、普通自然にとり木が起こるような植物、たとえば Black raspberry, trailing blackberries や、さし木の発根が困難で増殖しにくい、Bilbert, Muscadine grape, litchi Malling apple stock などの増殖に限られていた。また、ヨーロッパでは庭園木、花木などの類にかなり広く採用されている。いずれにしてもとり木法は、少数の植物を取扱う場合や、特殊な利用に専門家が応用している場合が多い。

IV とり木の発根に関する生理

とり木における根原基 (Root Primordia) の形成や、根の組織の発達は、さし木の場合の発根機構と全く同様である。すなわち、とり木の処理は、アジサイや、ミツマタなどの萌芽枝に盛土を行なった場合や、枝の一部 (幹) に環状剥皮を行ない、これにミズゴケなどをまきつけて発根部位を保護する処理を行なうわけであるが、このため一種の生理的剌激によって葉や、茎の先端からじん皮部を通して下方へ転流した植物生長ホルモンであるオオキシン (Auxin) や、その他ビオチン (Biotin)、リゾカリン (Rhizocalline)、糖類などの物質の働きによってとり木の処理部の近くに集積することにより、茎が母体についているにもかかわらず、この部分で根を形成する。

やはり、根のものは処理後15日目頃の切片に観察され、1~2カ月を経過すると移植が可能なまでに根系は発達したと述べている。このように空中とりり木では、さし木などと異なり、枝が母体についたまま発根させるため、発根率も高く極めて早期に苗木を生産することができる。

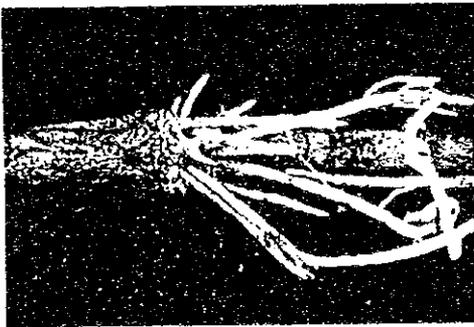
V とりり木の発根に関する条件

(1) 水

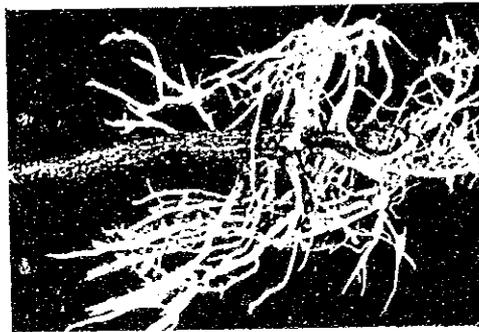
とりり木における根の形成は、さし木の発根の機構と全く同一のものと考えればよいが、とりり木では、親木から切りはなされずに木質部は完全に残されているため、水分や無機物の供給は正常に維持されるという利点がある。しかし水野(1926)は、剥皮が行なわれた場合、湿ったミズゴケで包んでおかないと発根しないことから、これが単に発根に適した条件をつくるためなのか、水分を樹体に供給して、発根しやすくする理由によるものかを明らかにするため、5年生のマツに空中とりり木を行ない、アイソトープをつかって、剥皮部を覆ったミズゴケの水の移動を調べている。これによると、その水は処理して33日目には剥皮部の上方に移動し、木質部の奥深くまで移行していた。そして、一度木質部に移行した水は、すぐに篩部へと移行し、剥皮部の上方の皮の部分に多くあつまることをつきとめている。

また、染野はアカシヤの空中とりり木で、十分に水分をふくませた状態のミズゴケは約20gの水を含有していたが、処理後10日間のうちにその水分は5.3~7.6gに減少し、その後はそのまま安定していることを認めた。このことは処理時の水分量からすると60~70%の減少で、この状態でのミズゴケは白色の非常に乾燥した感じを与えるが、根の発達にはなんら異状は認められていない。したがって処理時には乾燥を防ぐ意味もあり、1時的には多量の水分を外部から与えることも必要であるが、発根後および根が伸長する時点では母体から木質部を通して供給されるため、剥皮部は乾燥しない程度の水分が保たれておれば十分であると考えられた。

このほか、とりり木の発根に対して外因的な条件としては、適当な温度と、空気の流通なども重要な因子と考えることができる。



主根伸長期 (26~45 日目)



根系発達期 (46~60 日目)



空中とりり木でみられる根の元 (処理後10 日目)

図-191 アカシヤ (A. baileyana) の空中とりり木における発根状態 (供養)

比較では図-192に示すように、発根後の枝の発達は、黒色の光を透さないものの方が、透明のものより伸長が旺盛となる傾向が認められた。

(4) とり木の時期

とり木の時期は、休眠中以外の、芽の開く早春から秋期まで、ほとんど1年中可能であるが、生長旺盛な時期に行なった場合が成功率は高い。永野(1961)はマツの空中とり木で、環状剥皮の処理時期を、芽が動きはじめる以前(3月下旬)、伸長生長の盛末期(5月下旬~6月上旬)、および、伸長生長が終わった後(7月上旬以後)の3回にわけて実施した結果、その発根率は芽の動きはじめる以前が8%、伸長盛末期が36%、伸長が終わった時期は10%であったと報告している。

一般には普通法、波状とり法、植木とり法は春から、盛土法、空中とり法は晩春の気温が上がったころから行なうのがよいとされている。

(5) 枝の年令

とり木では、つぎ木や、さし木のように、用いる枝の年令や部位によって大きな差異は現れない。スギではかなり年令の古い枝でも、また、うら枝でも比較的よく発根する。永野(1961)もマツの空中とり木で、年令の相違による発根率の差異は、一般に若い枝より老令の枝、すなわち、小枝より大枝の方が発根しやすい傾向があったと述べ、横山、藤本(1963)らも、アカマツの空中とり木の例で、1年生枝が当年生枝よりも発根しやすく、とくに、1年生では先端に近い方が発根率が高く、当年枝では前年枝に近い部分が幾分高い発根率を示すと述べている。

(6) 発根促進処理

発根ホルモル物質の使用は、ときには有効である。たとえば横山、藤本(1963)らの、アカマツの空中とり木について行なった実験によれば、インドール醋酸、ナフタレン醋酸などの効果は、1年生枝でインドール醋酸100 ppm区が発根率は48%で、対照区24%よりはるかに良く、当年生枝の場合でも、インドール醋酸200 ppm区が33%で、対照区27%より良い成績を得た

(2) 温度

発根の適温度は植物が再生するための適温といわれ、一般に23~25°Cの範囲にあるとされている。これは樹種の違いいによって差異があり、多くのさし木に関する実験によって明らかになっている。すなわち、20°C付近を発根最適温度とするものは、アメリカヤマナラシや、その他の落葉性の庭園木、花木類に多く、比較的高温を好むものには常緑広葉樹が少なからず含まれ、スギや、アカマツ類も30°C近くを好むようである。

また、温帯性植物では20°C付近、熱帯性植物では23°C前後といわれているが、染郷は、アカシア類の空中とり木を6月に処理し、8月までとり木の被覆部の温度について調べたが、その結果では、実施期間内の平均気温(9時観測)は30.8°Cで、月別にみると6月31.0°C、7月32.5°C、8月33°Cであり、しかもミズゴケ内の温度は気温より常に2°C程度高い傾向をしめしているが、極めて良い根の発達をみている。いづれにしても、樹種によって発根に適した温度は若干ながらあると考えるべきである。これは、気温の変化とにらみ合せてとり木の処理時期を、調節することも1つの方法と考えることができる。

(3) 光

とり木の処理において発根を促進する内部条件として、光の問題も1つの要因としてあげることができる。これは一種の黄化現象と考えられるもので、枝条の部分が、光から断断されることによって、根原基の誘発を促す生理作用があるといわれている。これらは、覆土法や、ミズゴケを処理部に巻きつけることによって、その目的が達せられることになるが、アカシアでの実験結果では、外周を透明のビニールで巻いたものと、黒色のビニールで巻いた場合の



(左: 透明ビニールを使用したもの、右: 不透明ビニールを使用したもの)

図-192 アカシア類 (A. baileyana) の空中とり木における光と根の量の違い (染郷: 1965)



とり木処理（4月）



2カ月後

とり木後1カ月

図-193 トウネズミモチの空中とり木における剥皮部のゆ合

と報告している。また、これらの使用方法は、タルク、ラノリンまたはアルコール（50%）などに混ぜて使用することが多い。

つぎに、剥皮部が樹種によってはカルスの発生が旺盛なため、ゆ合しやすいものがある。たとえば広葉樹類（トウネズミモチ、ハンノキ、ユウカリなど）では、約1カ月もすると図-193 のように上下の組織からカルスが分化して、ゆ合し、発根を阻害することがあるが、このような場合には緑皮部の距離を遠くすると、その中間の木質部の部分にブラックテープ、ビニールテープ、ゴム粘度、つき木ロウなどを付着しておくことゆ合を阻止し、発根を促すことができる。

ルス形成の働きが起るだけなく、いわゆる狭い意味の再生作用 (regeneration) が行なわれるようになる。すなわち、茎からわき芽、根から側根を、またぎらには、根あるいは葉をもたない一片の茎から根や葉、茎や葉をもたない一片の根から茎や葉、茎や根をもたない一片の葉から根や茎を生じようとする働きなどが起こってくる。

ここで知っておきたいことは、組織や器官の分化にとまらぬ、分裂を重ねてきてきた枝細胞においても、きわめてまれにみられる枝変わりを除けば、なお最初と変わらぬ遺伝質を維持するということであり、また胚質細胞的な能力が潜在し、器官の一部が切り取りられたりして、その総体的な位置づけに変化が起こった場合、正常な生育における場合の分化の過程にはとらわれず、必要な器官を補っていくことができる可能性、すなわち潜在能力をもっているということである。

親木からいったん切り離された穂木は、もはや根圧の強い力による水分の供給や、ある程度おせん立てされた葉分の補給をうけることができず、乾燥や病菌などの各種悪条件に対する抵抗力も、親木から切り取りられると同時に著しく弱まり、きわめて枯損しやすいものとなり、また生存維持のため葉分の消耗も起る。しかし、これを材料として穂作りされ、さしつけられたさし穂は、その生存を維持するだけでなく、さらに生理機構の再編成により、ひとり立ちの完全な個体として再生していかねばならない。

そして、これらに必要な水分は、主として切口部分からの吸水によるほか、樹皮の皮目などを通してある程度吸収することによってどうにかまかなわれ、さらに、これらに必要な葉分は、切口その他樹皮の皮目などを通しての吸収により多少補われ¹⁷⁾るほか、穂木に残された葉やさしつけ後新たに伸びた葉により炭酸同化作用も行なわれるが、とりあえず、その多くをさし穂自体内の有機物の成分によりまかなっていかねばならないのが普通である。

また、実際には、さし穂が親木から切り離され穂作りされたからといって、必ずしもただちに再生活動に必要な態勢に切り換わるわけではない。すなわち、さし穂は、もともと親木の一部である枝などとして、その役割を果たすべく発育し、またつぎの発育のための準備が行なわれてきたものであるため、切り離された当初あるいはさしつけ当初、なお下からの十分な水分や葉分の補給

れる。

3. さし木の生理

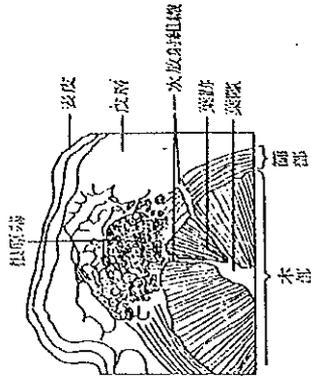
(1) 再生機能

複雑な構造をもつ植物個体も、もとをただせば、未分化の胚質細胞が分裂増殖を重ね、形態的にまた生理的に分化し発育することによりできあがってくるものである。そして、これら分化により生じた組織や器官は、それぞれお互いの密接な相互作用のもとで、おのおの位置づけられた役割を果たしながら、全体として調和のとれた植物個体としての発育現象を維持している。

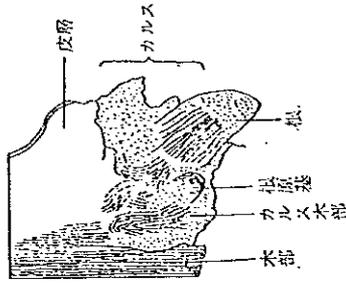
この細胞の分裂増殖に当たって、新たにできた細胞の多くのものは、もはや分裂能力をもたない細胞として永存組織を形成し、また他の一部のものは、分裂能力を維持しながら、茎あるいは根の生長点、形成層、なお単子葉植物では節間基部、葉鞘および帯状葉の基部などの分裂組織として残っていく。

しかし、植物体の一部が、傷つけられたり、または切り取りられたりして、植物体全体としての調和が崩れたときは、これを補い調和を取りもどそうとする働きが起る。これを補充反応とか、広い意味での再生作用と呼んでいるが、この場合、分裂組織が活動を起し、またあるいは分裂機能を失った永存組織の細胞が分裂機能をとりもどし、傷口部分において、これを保護するためのカ

ただし、クリ、落葉性のカン類などや、一部のスギなどにもみられるとお
り、盛んなカルス形成がなされながら発根の困難なものも多いし、他方カルス
の形成がほとんどみられないでよく発根するものも少なくない。このカルス形



スギさし穂のカルスに形成される根原基と根、縦断面



スギさし穂のカルスに形成される根原基と根、縦断面

スギの根原基形成式図(佐藤清彦氏)

成は、少なくともさし穂の活力維持などには役立つと考えられるが、カルス形成が盛んであることをもって発根しやすいとはいえず、このようなことから、カルス形成と発根とは直接には関係がないとされている。

さし穂の根のもとになる根原基(Root Primordia)または根原体と呼ばれる小分裂組織は、上部の芽や葉などから運ばれた植物生長ホルモンであるオーキシンや、その他ビオチン(Biotin)、リゾカリン(Rhizocaline)、糖類などの働きにより、基部切口あるいは比較的下端の基部切口に近い部分に形成される場合が多く、また芽や葉のついていない側からよく発根する傾向がある。しかしその根原基ができてくる場所とかその様子は、植物の種類やさし穂の条件などによって異なり、いま述べたようにカルス形成の過程を経てカルス内に発生してくるものと、カルス形成の有無とは関係なく、さし穂の莖部から直接発生してくるものがある。

また、多くの針葉樹やブドウ、イチジクその他広葉樹にみられるように、さしつけ後はじめてこれが生じるもののほか、伏条性のスギの下枝やヤナギ根おしよびボブラ属の多くのもののように、さし穂が親木から切り取られるまえに、

があることを前提としたかのような盛んな蒸散や勢いのよい新芽の出芽伸長を行なおうとする場合が多い。そして、これがさし穂自体の水分収支関係の悪化や新芽の消費生長によるさし穂の成分の吸収を招き、枯損しやすくし、また肝心な発根に支障をきたす原因ともなりかねない。

したがって、当初においては、むしろさし穂に残す葉をある程度整理するとか、さし床の水分、湿度環境の整備に大きな注意を払うだけでなく、またさしつけ後新芽の過度の消費生長を起ささないという意味での採穂時期の選定とが、さし穂の処理、温度管理についての工夫なども必要となってくる。

さしつけ後まもなくさし穂の勢いのよい新芽の伸長をみて、活着でもしたかのように喜ぶ人をよくみかけるが、これは必ずしも好ましい現象とはいえないわけである。ただし、このような枝ざしなどの場合とは異なり、根ざし、葉ざし、球根ざしなどで新個体に仕立てあげられる場合には、発根よりもむしろ不定芽の形成を促す必要に迫られることが多い。

(2) 発根の機構

さし穂の基部切断面の傷をうけた細胞は、その原形質の分解によりトリラウマチン酸などとして知られている傷害ホルモン(Wound hormone)を生じ、これが内側にある傷をうけない健全な細胞に吸収される。そして、切口の傷ついで死んだ細胞は、これに隣接する健全な細胞の細胞膜のコルク化によって隔離されるが、内部の健全な生活細胞は、切口部よりもたまたまさらされた傷害ホルモンと、別途さし穂の上部からもたらされた植物生長ホルモンおよびその他の発根誘起物質などの作用により、切口面と平行な分裂を起し、癒傷組織すなわちカルス(Callus)を形成する。

このカルスは、形成層、師部からとくによく発達するもので、これによってさし穂の切口は病原菌からある程度保護され、またさし穂からの有効物質の流失もある程度防がれるようになる。そして、カルス形成に関与した傷害ホルモン、および植物生長ホルモンであるオーキシン(Auxin)その他の物質が一応消費されると、カルス形成のための細胞分裂は止まり、つぎに分裂によって生じたカルス柔細胞の分化が起り、カルス木部が生じ、これがさし穂の水分や養分の通り道である通導組織と連絡し、さらにそのカルス木部の外側に接して根が生ずるようになる^{177,193)}。

の発根を阻害する物質が含まれているものが多く^{72), 95), 139), 145), 182), 177), 128)}, これが自体内の植物生長ホルモンであるオーキシンを不活性化したり, その他障害を起し, 発根能力を大きく低下させている場合も少なくないことを明らかにすることができたので, このことも十分考えに入れておいていただきたい。

なお, さし穂の発根能力については次章3.のところで詳しく述べる。

すでにこの根原基のできているものがあるが, 一般的な傾向として, 高木類は低木類にくらべ, さし木前すでに根原基の形成されているものは少なく, 針葉樹類もさしつけ後はじめて根原基の形成がみられるものが多い。

これらのうち, 茎部に形成される根原基は, 木本類の場合, 一般に, 一次維管束系に連絡し, 一次放射組織と形成層外縁部の節部との交叉点付近によくあらわれるほか, 枝跡, 葉跡などにもよくあらわれ¹³²⁾, また他方, カルスの中に形成される根原基は, さきにもふれたとおり, カルス木部の外側に接する節部付近によくあらわれる。なお, 草本類では内輪や形成層の部分に根原基がよくあらわれる。そして, これら根原基は, まず肥大をともなわないで, 細胞分裂を重ねたのち, 根となって皮層部やカルスを突き破ってあらわれてくるが, 発根に必要な条件が整わないときは埋れたままとなる¹³³⁾。

発根には, 炭水化物や窒素化合物などの栄養物質が必要で, さし穂からの発根量や, さらに新芽の発生量も, ある程度そのさし穂の大きさや葉の量に比例してふえてくる。

このような関係は質量関係として一般に認められており, 大きなさし穂を用いれば, これに応じた大きなさし木苗がえられるのが普通である。また, 高い発根率をえるためにも, それぞれある程度の太さあるいは大きさをそなえたさし穂を用いる必要があるが, しかし, 発根率そのものは, さし穂を大きくしたからといって, 必ずしも高くなるものではない。クロマツやカラマツのように, むしろ短かめのさし穂を用いることによって, かえって発根率が高まる場合さえある。

なお, 栄養物質として必要な炭水化物(C)と窒素化合物(N)については, Nの含量が適当で, しかもC—N率の高いものほど発根しやすいといわれ, また事実上糖類の水溶液をさし穂に吸収させることにより, 効果のあらわれる場合も認められている。しかし, このような栄養条件が直接根の形成を支配する主要な条件として働く場合はむしろ少なく, C—N率と根の形成との関係については実験した多くの人の結果をみても, その大半は不成功に終わっているようである²⁴²⁾。

一般に, さし穂の発根能力は樹種, 品種その他さし穂の条件によって大きな差があるが, 最近の研究結果から, さし穂には, 多かれ少なかれ, さし穂自体

【ミャンマー中央林業開発訓練センター計画】

個別情報支援のための質問書

プロジェクト名 ミャンマー・

中央林業開発訓練センター計画

チーフアドバイザー／リーダー名 田邊真次

質問技術テーマ 熱帯地域における林道建設について

当プロジェクトサイト（Central Forestry Development Training Center、以下CFDTC、という）に隣接する演習林にモデルインフラ整備事業として林道1,800mが建設された。

当林道は、森林局の現場技術職員の養成のための林道見本としての役割を果たすほか、演習林内に設置された苗畑及び作業道（防火線を兼用）と連絡し、演習林の維持管理のための主要林道としての役割をも果たしている。

当演習林は、東西 約2Km、南北4Kmの起伏の緩やかな丘陵性の地形を有し、面積約700HA余りである。

そこで当プロジェクトとしては以下のように考えています。

- ① 演習林の整備計画を積極的に進めるためには、概設林道とつなぐ新たな林道の建設が不可欠であること。（現在は行き止まり林道）
- ② この新たな林道については、当CFDTCで実施されている訓練（林道建設コース及び林業機械コース）において実際的な建設訓練として取り入れ、設置したいと考えている。その場合、将来にわたり現地で実行される技術を移転したいと考えている。

つきましては、熱帯地域における林道新設作業あるいは林道補修作業に用いられている資材及び工法、特に現地で手当てできる材料を利用した排水施設及び法面保護の工法に関し、先進プロジェクト等で実行されている事例についてご教示をお願いいたします。

〔回答〕

先進プロジェクトの参考例として、ナイジェリア半乾燥地森林造成プロジェクトの林道マニュアルを送ります。他のプロジェクトに関しては森林総合研究所に資料が有りませんので回答できません。

その他の参考資料として、F A OのForestry Paper 2, Planting forest roads and harvesting systems, 1977 及び Paper 14, Mountain forest roads and harvesting, 1979 の抜粋コピーを同封しましたので、参考にしてください。

〔回答者 森林総合研究所 生産技術部 小沼順一〕

フィリピン・パンタバンガン林業開発計画プロジェクト編

“Reforestation manual for grassland forest road construction” も参考文献として併せてプロジェクトへ送付済

Final Report
of
The Trial Afforestation Project in Semi-Arid Area
Federal Republic of Nigeria

VOLUME I
Management Model of Industrial Afforestation

October 1991

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY
(JICA)
FORESTRY RESEARCH INSTITUTE OF NIGERIA
(FRIN)

3. Forest Road Manual

1) Planning Forest Roads

Proper arrangement of forest roads is required for the smooth and efficient implementation of afforestation projects in semiarid areas, including the management and maintenance of planting work and plantations and the future transportation of forest products. Forest roads broadly include spur roads, though whereas forest roads are the key transportation roads on the project site, the spur roads are feeder lines, are used less often and have a simple construction.

It is preferable to take working efficiency and safety into account in determining the locations of forest roads, and it is necessary to plan the location in an efficient way so that routes will not need to be extended much. Prior to the design, however, carry out sufficient reconnaissance so that the expected routes can be drawn on a map. Then carry out a simple survey to determine the lines and the clearing width. At the same time, confirm the points where other structures such as drainpipes will be laid underground.

The density of the forest roads and spur roads should be based on the following figures.

Forest roads - Approximately 20 m/ha
Spur roads - Approximately 5 m/ha

2) Standards of Forest Roads

Forest road should be more than 6 meters wide while spur road should be more than 4 meters wide. Their structure should be as shown in Figures 12 and 13.

3) Constructing

(1) Forest Roads

Remove the ground vegetation with the earth-moving blade of a tractor along the expected line then carry out the earthworks. If clearing is necessary, the standard width is about 12 meters. Remove any unnecessary parts then lay an approximately 5 - 10 centimeter thick layer of laterite or gravel over the total length of the line. Constructing side ditches and transverse drainage facilities in parallel to the construction of the road surface is effective. Bury the concrete drainpipes at places where the roads cross fire breaks.

Construction should be between mid-October, when the rainy season ends, and mid-December. Road construction in the dry season should be avoided as far as possible since the dusty soil will interfere with work, the gravel will not be able to fully settle, and effective work cannot be expected. If constructing a road is necessary in the dry season for some

reason, use a large tank lorry to sprinkle water over the site during construction.

(2) Spur Roads

Spur roads will be constructed as feeder lines. The procedures for constructing them are similar to those for constructing the forest roads, but the clearing width should be 7 or 8 meters and the spur roads should not be paved with laterite or gravel except where necessary. Concrete drainpipes should be buried in places where the roads cross firebreaks.

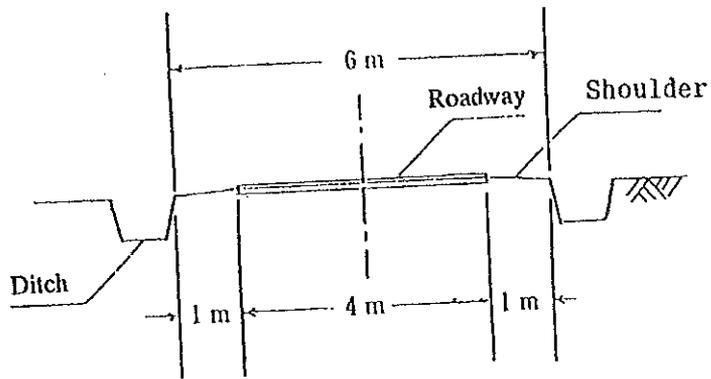


Fig. 12 Structure of Forest Road

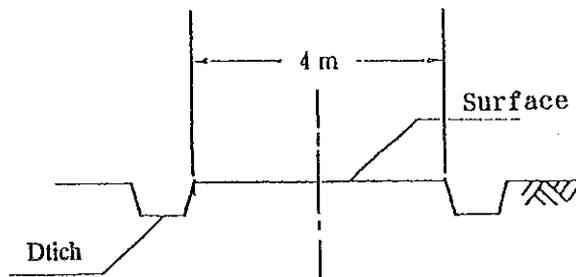


Fig. 13 Structure of Spur Road

For your reference, the machines used in constructing the forest and spur roads are as follows.

Work	Machine
Road Surface Clearing	D80, D65
Road Construction	D80, D65
Gravel Loading	Backhoe
Gravel Transportation	Farm tractor hauling a trailer (Lease)
Gravel Paving	D65
Ditch Construction	Backhoe
Firebreak Construction	D80, D65
Laying Pipes Underground	Backhoe

Note: Dump trucks are also available for transporting gravel.

4) Repairing

To maintain forest and spur roads, carry out repair work for the maintenance of road surfaces, including gravel loading, gravel paving, and ditch repairing. As with road construction, repairs should be carried out between mid-October, when the rainy season ends, and mid-December. Once again, the dry season should be avoided. It is also best to avoid the rainy season except for urgent measures since there will be heavy vehicular traffic carrying workers and seedlings, and the road surfaces will be markedly damaged by there being rain every day. Repairs should be started after planting and maintenance of seedlings prior to the dry season has been completed. The best time will be in the early rainy season when water has permeated well down into the soil, or before the beginning of the dry season once planting has been completed.

For your reference, the machines used in repairing forest and spur roads are as follows:

Work	Machine
Maintenance/Repair of Road Surfaces	D80, D65
Gravel Loading	Backhoe
Gravel Transportation	Farm tractor hauling a trailer
Gravel Paving	D65
Ditch Repair	Backhoe
Maintenance/Repair of Fire-Breaks	D80, D65
Maintenance/Repair of Fire Breaks	D50, H/D disk harrow (Lease)

Note: Dump trucks are also available for transporting gravel.

3. 林道マニュアル

1) 林道・作業道の計画

植林作業や造林地の保育管理、将来の林産物の搬出作業等半乾燥地森林造成事業全般を効率的かつ円滑に行うためには、適正な林道配置が必要である。広義の林道には、林道と作業道を含んでおり、林道は事業地内交通の幹線であり、作業道は支線として、比較的利用度の低い、構造の簡易な道路をいう。

林道の配置については、作業能率と通行の安全を考慮して配置することが望ましく、路線延長をできるだけ抑えながら、効率的な林道・作業道の配置を計画する必要がある。設計にあたっては、現地踏査を十分に行い、地図上におおよその予定線を計画し、簡易な現地測量を行って作設予定線を決定し、伐開幅を決める。この際、排水管等の工作物の埋設箇所も確認する。

林道及び作業道の密度はおおよそ以下の数値を参考とする。

林道	20m/ha程度
作業道	5 m/ha程度

2) 林道・作業道の規格

林道の幅員は6 m程度以上、作業道の幅員は4 m程度以上とし、その構造は、おおよそ図-12及び図-13のとおりとする。

3) 林道・作業道の作設

(1) 林道

予定線に沿って、トラクタの排土板で地表植生を除去しつつ、土工を行う。伐開が必要な場合は、その幅は12m程度を目途とする。不必要な箇所を除き、ほぼ路線の全線にわたり厚さは5～10cm程度のラテライトまたは砂利を敷く。側溝及び横断排水施設の作設は、路面作設と併行して行うと効果的である。防火線と交差する箇所は排水用のコンクリートパイプを埋設する。

作設の時期は、雨期の終了する10月中旬から、12月の中旬頃までとする。林道・作業道の作業は乾期には極力避けるべきである。押上げて土が埃となって舞い上がり作業が困難となる。砂利敷についても砂利が十分転圧できず、作業効果が期待できない。もし、乾期に実行する必要がある場合は、大型タンク車を使用して、散水しながら作業を行う。

(2) 作業道

林道の支線として作業道を作設する。作設手順は林道と同様であるが、伐開幅は7～8 mとし、必要箇所以外はラテライトや砂利敷きを行わない。防火帯と交差する箇所は、コンクリートパイプを埋設する。

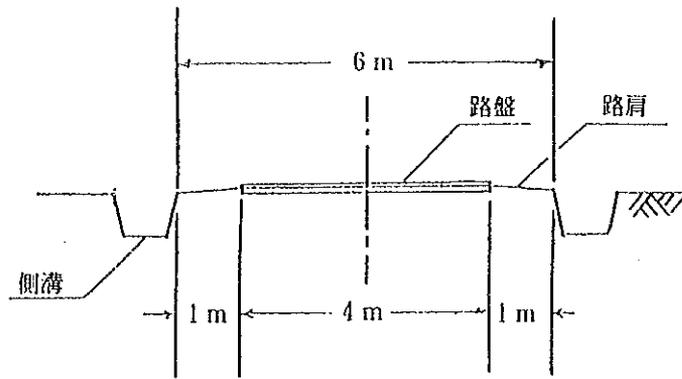


図-12 林道の構造

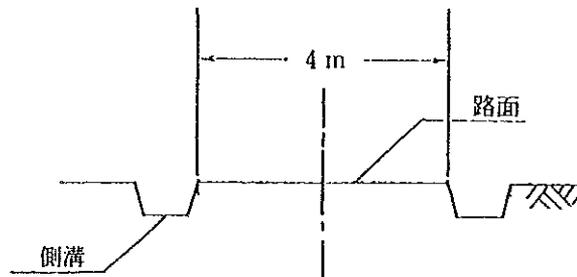


図-13 作業道の構造

参考までに、林道・作業道作設時に使用する機械類は次のとおりである。

作業名	機械名
路面伐開	D80、D65
路体作設	D80、D65
砂利積込	バックホウ
砂利運搬	ファームトラクタ・トレーラ牽引(リ-ス)
砂利敷均	D65
側溝開設	バックホウ
防火線開設	D80、D65
パイプ埋設	バックホウ

注：砂利運搬はダンプトラックでも可。

4) 林道・作業道の補修作業

林道・作業道の維持管理のため、路面維持、砂利積込み、砂利敷均し、側溝補修等の補修作業を行う。補修の時期としては、新設と同様、雨期の終了する10月の中旬から12月中旬頃までに実行する。新設作業と同様乾期の作業は避けるべきである。雨期においても、作業は応急処置的なものを除き、避けたほうがよい。人員の輸送、苗木の運搬と車両の往来が激しくなるうえ、連日の雨のため路面の損傷も著しい。植付け、保育作業が終了して、乾期に入る前から実施する。土壌に水分の浸透している雨期の始めか、植付け終了後の乾期の間までが作業の適期である。

個別情報支援のための質問書

プロジェクト名 ミャンマー

中央林業開発訓練センター計画

チーフアドバイザー／リーダー名 田邊真次

質問技術テーマ 森林調査におけるピッターリヒ法の活用について

ミャンマー国の人工林の多くはチーク林で、今後間伐等の林分管理の必要性が大きくなるものと考えられる。

適正な林分管理のためには本数・蓄積等の現状把握が重要であるが、現場においてはスタッフ及び測樹機器が不足しているため、現状把握は十分ではない。

このため当訓練センターでは、測樹研修コースの中で、おもにチーク人工林を対象に、現存本数・蓄積を推定するために、簡易な林分調査法として、スリット板（幅2cmの亚克力板にヒモを通し、断面積定数が4となるようにしたもの）を使ったピッターリヒ法を指導している。

具体的には、標本数を、 $N = (t \times c / e)^2$ で求め、調査林分の中に格子状に点を落とす。スリット板を利用して立木をカウントし、各立木の直径を測定する。次に各点でカウント木の平均樹高を測定する。各点の蓄積は、 $V = n \times K \times H \times F$ で求める。（ここで、N：標本数、 $t = 2$ 、c：変動係数、e：推定誤差、n：カウント数、K：断面積定数、H：胸高係数）

質問1：簡易な林分調査法として、途上国等に薦められている方法は他にどのようなものがあるか。良い事例があれば御教示下さい。

質問2：推定立木本数の統計処理について

カウントされた立木の直径を測定することにより、ha当たり本数を推定することができるが、各点における立木本数を標本として、平均値の信頼区間を計算してよいか。

質問3：その他ピッターリヒ法を活用する場合の注意事項

(回答)

質問1の回答：簡易な林分材積調査法としては1979年に考案された筆者の方法があります。この方法は立木材積表や林分形数表がなくともシュビーゲルレラスコープさえあれば簡単にha当り林分材積が求められる方法です。この方法の手順については同封のコピーをご覧ください。

なお、林分材積の区間推定を考える場合は標本点を30点以上ランダムにあるいは系統的に抽出する方が良いでしょう

質問2の回答：平均値の信頼区間を計算する場合、林分材積と同様に標本点数はランダムにあるいは系統的に最低30点以上は抽出しておく必要があると思います。

なお、平均値の標準偏差 $s_{\hat{N}}$ は以下の式で求めて下さい。

$$s_{\hat{N}} = \sqrt{\left\{ \sum_{i=1}^n (\hat{N}_i - \bar{N})^2 \right\} / \{ n(n-1) \}}$$

但し、 \hat{N}_i ：i番目の標本点での立木本数の推定値、 \bar{N} ：立木本数の標本平均値、n：標本点数

プロットサンプリングのように有限修正項をかける必要はありません。

質問3の回答：スリット板を使用してBITTERLICH法を行われるようですが、スリット幅は傾斜角に応じて変わりますので補正しなければなりません。その点シュビーゲルレラスコープはスリット幅が自動補正されておりますので、シュビーゲルレラスコープを利用された方が良いでしょう。

[回答者 東京農工大学 農学部 環境・資源学科 上野洋二郎]

と、次式をうる。

$$k \cdot H \cdot E \left(\sum_{j=1}^n n_j \right) - \left(\frac{P^2 V^2 - 100^2 \cdot H \cdot V}{P^2 (100^2 H - V)} \right) = V \quad \dots\dots\dots(5-4)$$

この式は次のような意味をもつ。

すなわち、3次元標本空間 M 内の各立木の樹幹以外に標本点を落として、本法を実行する場合、その方法の ha 当り林分材積推定量は真の ha 当り林分材積値に対して、 $(P^2 V^2 - 100^2 \cdot H \cdot V) / (P^2 (100^2 H - V))$ 分だけ偏り ϵ をもつことを示している。もちろん、(5-4) 式からわかるように、この偏り ϵ は負であり、このやり方でサンプリングを実行すれば、真の ha 当り林分材積値に対してその分だけ過小推定にならざるをえないであろう。ところで、この偏りが実際のどのくらいであり、また真の ha 当り林分材積に対して何%になるのかを、3., 4. で利用したシミュレーションの林分を使って検討してみるに、このシミュレーション用林分の $1 ha$ 当り材積は $243.3 m^3$ であり、 H は $19.1 m$ とした。ここで k を 4 とすると P は 50 となり、これらの値を代入して、偏り ϵ を求めてみると、

$$\epsilon = \frac{P^2 V^2 - 100^2 \cdot H \cdot V}{P^2 (100^2 H - V)} = 0.212872 m^3$$

となる。この ϵ は ha 当り林分材積値に対して、 0.087% 位であり、ほとんど無視しうるほど小さいものであることがわかる。このことから、各々の立木の樹幹内に標本点を落とせなくても、その推定量はほとんど真値に近く、まったく問題にならないことがわかった。

ところで、この問題の他に末だいくつかの問題が横たわっている。それは3., 4. の推定の理論のところで設けた2) 項目と3) 項目の仮定であるが、これらの仮定は以下にのべるように実用的には十分なものとして受け入れることができる。

すなわち、第2) 項の仮定については、測樹学上の幾多の研究や吉田¹⁰⁾ の結論、また戦後の大隅の研究¹¹⁾ から明らかのように、幹の横断面はその幹が大体規則的な形をした木であれば、その木の全長を通じて実際上円形とみなしてもさしつかえないと考えられる。次に、第3) 項の仮定については、シュビーゲルレラスコープあるいはテレレラスコープのような傾斜に対する補正が自動的に行える器械を利用すれば、傾斜面のある林分についても十分適用できると考える。

7.2 シュビーゲルレラスコープと測定実行上における手順

ここでは、本法を実行するに当って、測定器械としては前述したようにシュビーゲルレラスコープを用いるの

で、その器械の構造と目盛について、森林計測学¹²⁾ より引用して説明し、それを用いて実行する場合の手順についてのべる。

7.2.1 シュビーゲルレラスコープの構造と目盛

図-5にその器械の外観を示す、 A は視準孔であって、凹形の窓 B を通して目標を視準する。 AB 間には、上の半円が透明、下の半円が半透明鏡になったガラスが視線の方向に対して 45 度にはめこまれている。その直下、器具の基底部には、尺度目盛を上面にもった「尺度輪」がとりつけられており、その底部に軸を入れて、器具の傾斜に伴って自由に回転するようになっている。この尺度輪の動きはレンズによって拡大せられた後、 AB 間にある半透明鏡によって直角に反射され、測者の眼に達する。測者は反射鏡の上半分の透明部分を通じて林木を視準すると同時に、下半分の半透明部分に映じた拡大目盛をみることが出来る。この拡大された反射目盛を示したものが図6(34ページ参照)である。尺度輪における目盛の全体を示したものが図7(34ページ参照)であるが、 A を通してみられるのは図6の範囲であって、どの部分が視野に入るかは、視準線の傾斜角によって決まる。目盛の読みとりは視野を上下に分つ中央の水平線において行なわれる。 D はシェードであって、逆光に対して視準する場合に使用せられる。 C は採光窓であって、尺度輪の上面にある目盛に光を導入するためのもとである。 E は尺度輪の制動ボタンである。これを押せば尺度輪は自由に動き、はなせば停止する。特別の場合を除き、これを押したままで視準し、視準し終って目盛りを読みとるときは、これを離して目盛を停止せしめてから読みとるようにする。 F は三脚をつけるためのネジ穴である。普通は三脚なしで使用するが、とくに正確な測定が要求せられる場合には、自由雲台つきの三脚を利用すればよい。

図-7にみるように、中央に白6本、黒5本の同一幅の帯があり、その右に白黒各2本の細い帯がある。どの帯も中央部が一番太くて、上下にいくにしたがって細くなっていく。細い方の帯の幅は太い方のその $1/4$ である。太い帯を「単位測帯」、細い方を「四分測帯」

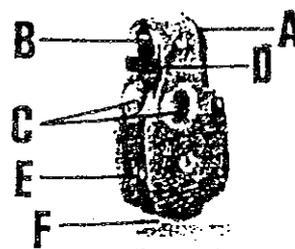


図5 シュビーゲルレラスコープの外観

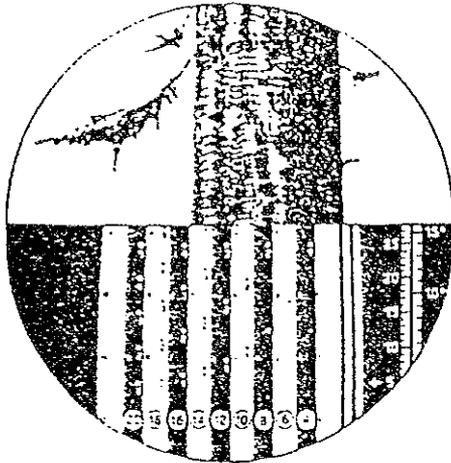


図 6 シュビーゲルテラスコープの目盛 (拡大)

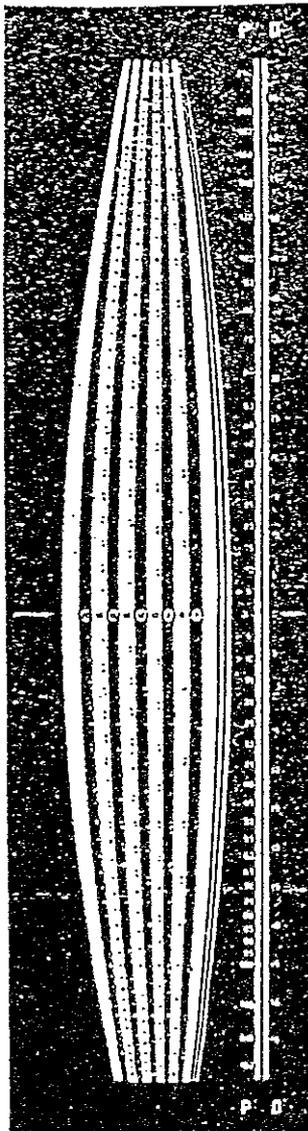


図 7 シュビーゲルテラスコープの目盛

と呼ぶことにする。これらの単位測帯および四分測帯の各々の幅は、視線の傾斜角の Cosine に比例して上下に細くなっており、またそれらは相集まって、全体としてビール楕状の“測帯束”を形成している。測帯束の幅も傾斜角の Cosine に比例するように調節されている。したがってこれらの測帯は個別的に、また必要に応じて2本以上組み合わせ使用することができる。」

以上がシュビーゲルテラスコープについての内容であるが、単位測帯および四分測帯の幅が、傾斜角に比例して細くなっているのは、傾斜に対する補正を自動的に調節するためである。なお、本研究で用いたスリットという名称は、ここで言えば測帯のことで、断面積定数 (k) として4を利用する場合は、白と黒の単位測帯をそれぞれ1つつ組み合わせ使用し、 k として1を利用する場合は、白黒の単位測帯のうち、どれか一つを利用すればよい。

7.2.2 測定実行上における手順

以上説明したシュビーゲルテラスコープを使用して、本法をある標本点で実行する際の手順を、以下箇条書きにして説明する。

- a) 調査対象林分内で、必要な点数だけ標本点を抽出する。
- b) 断面積定数 k を決定する。 k が4であれば、前述したように白と黒の測帯 (スリット) を各1本ずつあわせて使う。1であれば、1本だけの単位測帯を利用する。
- c) 次に、各標本点において、ある k に応じたスリットでシュビーゲルテラスコープによりその点のまわりの立木の一致高を観測するのであるが、その際、立木の樹幹幅とスリット幅が丁度同じ幅になったところの地上からの高さが、その木の一致高である。もっとも、測定の際は傾斜に対する自動補正をするため、図-5のEのボタンを押しながら測定しなければならない。
- d) 次に、一様乱数表より H (林分中の最大樹高 h_{max} と同じか、またはそれよりほんの少し高い高さ) 以下の範囲で乱数値をとり出し、その値が一致高より小さいか、あるいは大きいことがあらかじめ明白に判断できれば一致高を測定する必要なく、その場合、前者ではカウントし、後者ではカウントしない。
- e) d) の手順によりカウントされる本数の合計が求まり、それに k と H をかければ、その標本点における ha 当り林分材積推定量が算出できる。

以上の手順で、各標本点ごとに行なっていくのである

この方法の方が精度は高くなる。

定角測定法による林分材積推定に関する研究(上野)

が、3.でのべた方法を実行する場合には、乱数値は標本点のまわりの一致高をもつ立木に対して、すべて一定であることを注意しておく必要がある。他方、4.でのべた方法の場合は、その点のまわりの一致高をもつ立木それぞれに対して、独立に乱数値をとり出していく必要がある。なお、d)の場合において、一致高と乱数値との大小関係がはっきりしない場合、厳密には3.1でのべたことを実行しなければならないが、その場合測定時間が長くなり、調査工程そのものに多大な影響をおよぼすので、それを迅速化の上では5.でのべた方法を実行してもよいと考える。

8. 総 括

本研究では、北村¹⁾により考え出された拡大樹幹を完全に包含するような3次元標本空間 M を考え、これをもとに新しい林分材積推定法をポイントサンプリングの立場から提案した。この方法は、2次元空間(林面)上におけるビッターリッヒ法そのものを3次元空間に拡張したものとして理解でき、ビッターリッヒ法が点で ha 当りの胸高断面積合計を測ったものと考えれば、まさに点で一挙に ha 当り林分材積を測定したものとして位置づけることができる。この方法の理論はシミュレーションおよび林地での検証を通じて立証され、精度を高めるには、 H は林分中の最大樹高 h_{max} と同じか、またはそれよりほんの少し高い高さに設定すること、断面積定数 k もなるべく小さくとる方がよいことがわかった。しかしながら、この方法はシミュレーションの結果から一致高法等にくらべて精度がかなりおちることがわかった為、精度をさらに高める一環として一致高をもつ立木の本数だけ独立に一様乱数を発生させる方法をあらたに考えた。その結果、この方法は理論およびシミュレーションあるいは林地での検証を通じて、精度的に前述した方法よりも高いことが立証され、相当有効な方法として考えることができた。そして、この方法は別の見方をすれば、各標本点における一致高の集団に対して、 H 以下の範囲で独立に一様乱数を発生させることによって、その集団の和すなわち一致高和をモンテカルロ法によって求めたことに他ならない。ただし、この方法自体の精度を高めるには、前述した方法と同じように H は林分中の最大樹高 h_{max} と同じか、またはそれよりほんの少し高い高さに設定すること、断面積定数 k についてはなるべく小さくとる方がよいことがわかった。

ところで、これら両法に引き続いて、筆者は、増山¹⁰⁾が提案した線分(ライン)で面積を測る方法を応用して、

積分幾何学的立場から線分を抽出単位としたラインサンプリングによる ha 当り林分材積推定法を2法提案した。これら2法のうち、第1法は、それぞれの拡大樹幹内に入った線分の長さの和から、第2法は、その長さそれぞれに対して乱数発生をさらに行なうことによって、そのカウント数の和からそれぞれ林分材積を求める方法であり、これら両法の推定量がそれぞれ不偏であることを理論的に示した。なお、これら両法は、線分を抽出単位としたところに大きな特徴があるが、前述したポイントサンプリングによる2つの方法にくらべれば、測定実行面でのかなりの煩雑さはさげられないものと考えられるので、実際の林分材積調査には余り適用し難い。

ところで、前述したポイントサンプリングによる ha 当り林分材積推定法を現実の林分で行なう場合、標本点が樹幹内に入った場合の測定不能のために生ずる偏りの問題があった。しかしながら、その偏りは林分材積値に対してほとんど無視しうるほど小さいことがわかり、標本点を林分内の各立木の樹幹内に落とせなくてもその林分材積推定量はほとんど真値に近く、まったく問題にならないことがわかった。

以上、本研究に関するこれらの結果から、ポイントサンプリングによる ha 当りの林分材積の推定法は、一致高和法における一致高和の測定という困難性をのりこえたものとしてとらえることができる。そのことは、1948年に提案されたビッターリッヒ法以来のプロットレスサンプリングの歴史的発展に一時期を画すものであろうと信ずる。そして ha 当りの林分材積を定角測定のみによって簡単に推定しようという従来からの悲願をほぼ達成させたものと信ずる。将来、この理論を乗り越えてもっと良い推定法が別の形からなされるかもしれないが、この理論が他の多くの研究者達が残してきた貴重な業績と共に、その礎にならんことを願ってやまない。

引 用 文 献

- 1) Haga, T and Maezawa, K: Bias due to edge effect in using the Bitterlich method, For. Sci., 5, 370-376 1959.
- 2) 平田種男: Bitterlich 法による樹高の推定, 日林誌, 37(11), 479-480, 1955.
- 3) 平田種男: 可変プロット法の精度, 東大演報 54, 1-17, 1958.
- 4) 平田種男: Bitterlich の林分区分求積-B-H Messung-日林誌 40(1), 27-29, 1958.
- 5) 平田種男: 楕円柱体積から材積へ-コノメーターの

林分材積推定の新しい方法 (I)

上野 洋二郎*

UENO, Yojiro: A new method of estimating stand volume (I) J. Jap. For. Soc. 61: 346~348, 1979. A new method of estimating stand volume through horizontal point sampling is proposed. First assume a three dimensional sample space M , the amount of which is expressed as the product of A and H , here A is the stand area, and H is a height that is greater than the maximum tree height in the stand. On the assumption that the enlarged stems of all trees in the stand are included in this sample space M , next consider an indicator variable λ_j which can take the value 1 if a sample point is included in the enlarged stem of the j -th tree, otherwise zero. Then, its expectation is $E(\lambda_j)$ equals $V_j/A \cdot H$ for each tree, where V_j : the volume of the j -th enlarged stem ($=P^2v_j$), P : telescopic magnification, v_j : the j -th tree volume. Similarly, the following equation holds true for the N trees: $E(\lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_N) = \sum_{j=1}^N V_j/A \cdot H$. When A is 1 ha, then $\sum_{j=1}^N v_j$ equals $k \cdot H \cdot E(\sum_{j=1}^N \lambda_j)$, where k is BAF. This gives an unbiased estimator of the stand volume per hectare. In practice, one first counts the surrounding trees with Spiegel Relaskop from a randomly selected point in the stand, then compares the critical height of each of the counted trees with the randomly selected number, which is smaller than H . If the latter is smaller than the former, the λ_j is 1, otherwise it is zero. This procedure may greatly reduce the difficulties encountered in the measurement of critical heights.

I. はじめに

北村(2)により提案された一致高和による林分材積の推定法や箕輪(3)によって提案された切断径にもとづく林分材積推定法は、プロットレスサンプリングにおける林分材積推定法の画期的発展であった。筆者はこれらの理論を参考として、あらたなポイントサンプリングからの林分材積推定法を考えた。それは3次元空間における幾何学的確率を基礎とするものである。この研究にあたって種々の貴重なご助言とご指摘をいただいた東京農工大学 大友栄松前教授、東京大学 平田種男教授、同大学箕輪光博博士の方々に厚くお礼を申し上げる。

II. 推定の理論

まず、次の6項目の仮定を設ける。

- 1) 林分内の立木の幹軸は直線で、かつ直立している。
- 2) 樹幹の横断面は、すべて幹軸を中心とした円とする。
- 3) 林面は水平とし、その面積 A は北村(2)の考えた拡大樹幹の底面をすべて含むような大きさである。

4) この林分内に N 本の立木があるものとする。

5) 図-1のように、林分面積にその林分中の最大の樹高 (h_{max}) より高い H なる高さ ($H > h_{max}$) をもつ3次元標本空間 M を設定する ($M = A \cdot H$)。

6) この標本空間内に北村(2)の考えた拡大樹幹 V を想定する。林分中のおのおのの拡大樹幹領域は、すべて標本空間 M なる領域に包含されるものとする。

このうち、1), 2) は箕輪(4)が述べている仮定と同じものであり、3), 5), 6) は北村(2)が設けた仮定を3次元空間に拡張したものである。いま、このような条件のもとで、上述の標本空間 M 内にランダムに n 個の点を配置したとき、ある点が、ある立木 j の拡大樹幹 V_j の中に入れば1、さもなければ0をとる離散的確率変数 λ_j を考える。 λ_j のとりうる値の確率と期待値を、平田(1)の証明にそって展開すると次のようになる。すなわち、

$$P_r\{\lambda_j=1\} = \frac{V_j}{M}$$

$$P_r\{\lambda_j=0\} = 1 - \frac{V_j}{M}$$

そこで、 λ_j の期待値を計算すると

* 東京農工大学農学部 Fac. of Agr., Tokyo Univ. of Agr. & Tech., Fuchu, Tokyo 183

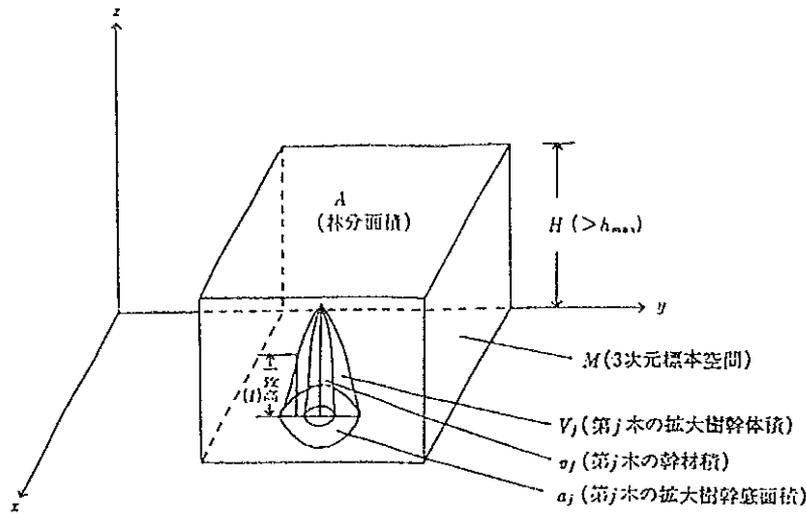


図-1. 3次元標本空間と拡大樹幹

$$E(\lambda_j) = 1 \times \frac{V_j}{M} + 0 \times \left(1 - \frac{V_j}{M}\right) = \frac{V_j}{M}$$

となる。ところで、林面上には N 本の立木があるから、

$$E\left(\sum_{j=1}^N \lambda_j\right) = \frac{\sum_{j=1}^N V_j}{M} = \frac{\sum_{j=1}^N V_j}{A \cdot H}$$

$$\therefore H \cdot E\left(\sum_{j=1}^N \lambda_j\right) = \frac{\sum_{j=1}^N V_j}{A} \quad (1)$$

いま、 j 立木の樹幹材積を v_j とすると、 V_j は各地上高における直径の倍率を P としたとき、拡大樹幹そのものの定義によって

$$V_j = P^2 v_j \quad (2)$$

と表わされる。ゆえに (2) 式を (1) 式に代入して整理すると、次の式がえられる。

$$\frac{A \cdot H}{P^2} E\left(\sum_{j=1}^N \lambda_j\right) = \sum_{j=1}^N v_j \quad (3)$$

(3) 式からわかるように、 $A \cdot H \cdot \sum_{j=1}^N \lambda_j / P^2$ は面積 A なる林地の林分材積の不偏推定量となる。ここで、 $A = 100^2 \text{ m}^2$ 、断面積定数を k とすれば、(3) 式は

$$k \cdot H \cdot E\left(\sum_{j=1}^N \lambda_j\right) = \sum_{j=1}^N v_j \quad (4)$$

となる。(4) 式は h_a 当りの林分材積を与える式である。すなわち、上で定義された 3 次元標本空間内の任意の標本点において、周囲の立木の拡大樹幹をカウントしたとき、その合計した本数に H と k をかけたものが h_a 当りの林分材積の不偏推定量となるのである。ところで、この方法で林分材積を推定する場合は、この 3 次元標本空間内でランダムに標本点を抽出する必要がある。それには、まず林面上 (2 次元空間) でランダムな点を

抽出し、その点より仮定の垂線 H を立て、その垂線上でランダムな点を抽出すればよいであろう。このランダムな標本点が拡大樹幹領域 V_j に含まれるか否かは、次の方法により判定することができる。

1) 北村(2)の一致高における拡大樹幹を考えれば、林面上において、ランダムに抽出された点が拡大樹幹底面内に入るか入らないかは、その点からシュビーゲルレラスコープを利用することにより一致点をもつか、もたないかによって判定できる。

2) 次に、一致点をもつ標本点については、その点から垂直に立てた線分 H の中からランダムに抽出された値が、一致点の高さ、すなわち、一致高より大きい小さいかによって判定できる。

ところで、2) の操作では、線分 H の中の標本点の高さはランダムに決定されるのであるが、その値が一致高より小さいか、あるいは大きいことがあらかじめ明白に判断できれば一致高を観測する必要はない。ただちに、1 または 0 の値を λ_j に与えればよい。問題なのはランダムな値と一致高の大小関係がはっきりしない場合であって、その場合のみ一致高を測定して、カウントされるのか、されないのかを決定すればよいのである。なお、一致高 (1) は、標本点からの一致点に対する仰角を α としたとき、その点から測定木までの距離を d とすれば、 $d \cdot \tan \alpha$ である。 $\tan \alpha$ はシュビーゲルレラスコープの P 尺によって容易に求めることができる。以上のやり方で、標本点の周囲木に対してカウントされた立木の本数の和を求め、それに断面積定数 k と H をかければ、とりもなおさず h_a 当りの林分材積の推定がかなうのである。

III. 2 段抽出における推定理論

さて、前述のサンプリング方法は明らかに2段階からなっている。すなわち、第1段抽出では林面上でランダムに1点を抽出し、第2段では、その点より仮定の垂線 H をたて、その中から1点をランダムに抽出するという手続きを踏むのである。これは完全なランダム抽出ではあるが、一方、2段抽出の特別な場合、すなわち第2段で1点のみが抽出されると考えることができる。ところで、この後者の立場にたつて前述の λ_j を考えた場合、 λ_j がカウントされる確率、つまり λ_j が1をとる確率は以下ようになる。すなわち、次のように二つの事象 R, Q を考える。

事象 R : 標本点が立木 j の拡大樹幹底面 (a_j) に入る。

事象 Q : その標本点より仮定の垂線 H をたて、ランダムに選ばれた値が j 立木の一致高より小さい。

そうすると、

$$P_r\{R\} = \frac{a_j}{A}$$

ここで、図-1 のように3次元標本空間を x, y, z の各軸で構成し、その標本空間内に $a_j \cdot H$ の体積をもつ円柱体を考えると

$$P_r\{Q|R\} = \frac{\iint_{(a_j)} f(x, y) dx dy}{a_j \cdot H}$$

ただし、 $I = f(x, y)$

$$\begin{aligned} \text{これより、} P_r\{\lambda_j=1\} &= P_r\{R \cap Q\} \\ &= P_r\{R\} \cdot P_r\{Q|R\} \\ &= \frac{a_j}{A} \cdot \frac{\iint_{(a_j)} f(x, y) dx dy}{a_j \cdot H} \\ &= \frac{V_j}{A \cdot H} \end{aligned}$$

となり、推定の理論で述べた λ_j が1をとる確率と一致するのである。このことは、2段抽出の立場をとっても、 $k \cdot H \cdot \sum_{j=1}^y \lambda_j$ は終局的に ha 当りの林分材積を推定する不偏推定量であることが裏づけられるものと考えられる。ただし、3段抽出一般については、第2段で何点を抽出する場合を新たに考慮する必要がある。ところで、 ha 当り林分材積を正確に推定する場合、 k は一定であるから、 H の値をできるだけ h_{\max} に近い値にとることが肝要となろう。何となれば、(4) 式からわかるように、林分材積を一定とした場合、 $k \cdot H$ を大にすれば $\sum_{j=1}^y \lambda_j$ は小にならざるをえないため、カウントする際の標本誤差を少なくする上では、上記のことは重要なことと考えられる。

IV. おわりに

本報の方法は3次元空間における幾何学的確率を基礎として、北村(2)の一致高和に関する理論を3次元空間に拡張したかたちとして考えたものである。今回は単に母平均しか出してないが、この推定量の母分散については次の機会に論じることにした。また、この理論がラインサンプリングに対しても適用できるか否かについても、今後検討していきたいと考えている。なお、この方法についての林地での検証はまだ行っていないが、これについても後で報告したい。

引用文献

- (1) 平田徳男: 定角測定法の研究. 東大演報 56: 17, 1962
- (2) 北村昌美: 一致高和による林分材積の推定について. 73回日林誌: 64~67, 1962
- (3) 箕輪光博: 上部直径にもとづく林分材積の推定. 日林誌 58: 112~115, 1976
- (4) ———: 定仰角林分材積推定法の精度(II). 日林誌 60: 186~190, 1978

(1979年4月13日受理)

【ケニア社会林業訓練計画】

個別情報支援のための質問書

プロジェクト名 ケニア社会林業訓練計画

チーフアドバイザー／リーダー名 岡部廣二

質問技術テーマ 播種床の土壌水分の安定化について

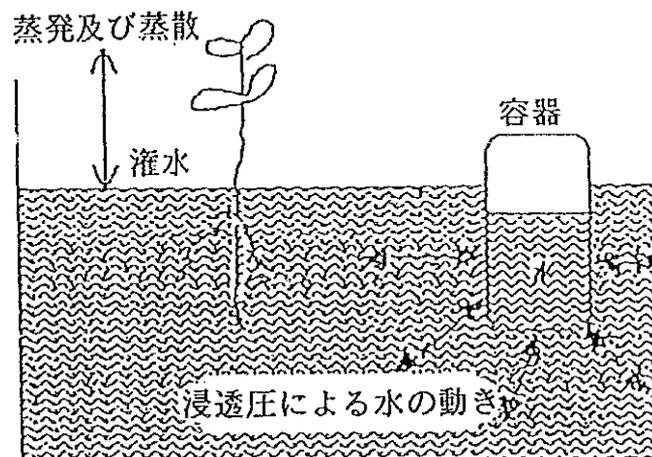
1. 発芽及び挿し木苗試験において播種床の土壌の水分の安定が重要である。現在、人手によって灌水をおこなっているが、過剰な灌水や灌水のし忘れがあり、かならずしも十分な試験環境とはいえない。発芽試験及び挿し木苗養成試験のための簡易な自動灌水装置の作成を検討したい。

2. 土壌の水分含有率に応じて、排水及び給水を行えるものを考えている。現在、活動しているTiva苗畑には電源がないので、一つの方法として浸透圧を利用した方法が考えられないかと思っている。

例として、素焼きの容器に水を入れ、播種床に埋めておく方法はないのか、瀬戸内地方では畑作において伝統的に地下に素焼きの管を埋め、水を引き込み、畑の水管理を行っている事例があるときいた記憶がある。

テンションメーターのセンサーも大半のものは石膏の容器に水を入れ、浸透圧を利用して土壌の水分状態を調べる機器なので可能性はあると考えている。

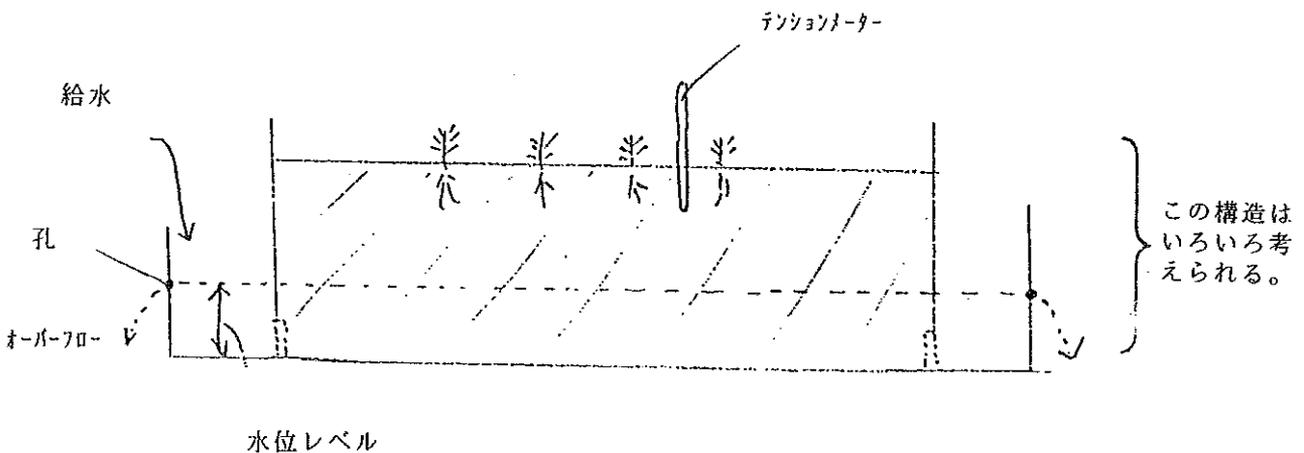
3. 日本の研究機関等においても苗木等の養成試験において浸透圧を利用した灌水装置の事例があれば、その資料等を提供していただきたい。また、作成における留意点等を教えていただきたい。



(回答)

ご質問は、電気を使用しないで播種床の土壤水分を一定条件で維持するにはどうしたらよいか、ということかと思えます。これについて考慮しておく点として、電気の使用が可能としても土壤水分を精度高くコントロールすることはもともと困難です。しかし、ラフなコントロールは可能です。重要なのは、ラフでも床全体の土壤水分条件を均等にコントロールすることです。この点でテンションメータによる方法はある点での水分状態を測定するには都合がよいが、その値から水分の供給量を調節しても、床全体の水分条件は均等にはならない場合がほとんどです。テンションメータを多く設定しても基本的にはこの問題は解決されません。水分供給方法としてご指摘にもある素焼き管方式は施設園芸等で、塩ビ又はポリエチレン管に小さな孔をあけたパイプを埋め込み、一定時間圧力をかけた水を通し、土中に直接灌水する方法です。いずれにしても土壤水分をコントロールすることは大変困難ですが、以下のような方法を検討してみても如何でしょうか。

図に示すように水位をコントロールする水槽を播種床とつなげる連通管方式です。上面を解放した水槽の壁に適当な高さの位置に孔をあけておき、常時上面から給水状態にしておく（壁面の孔から若干の水がオーバーフローしている状態）。これによって播種床の土壤から蒸発散によって消失する水分が水槽から補給され、設定した水位（孔までの高さ）が維持される。水位の高さは土壤の深さと土壤の性質、苗の性質等によって適宜調節する必要がある。ただし土壤はかなり湿潤条件になりますが、根系の分布に位置付近にテンションメータを埋め込んで、水分状態をモニターしながら水位レベルを設定する。



[回答者 森林総合研究所 森林環境部 井上 敬雄]

【タンザニア・キリマンジャロ村落林業計画】

個別情報支援のための質問書

プロジェクト名 タンザニ

キリマンジャロ村落林業計画

チーフアドバイザー/リーダー名 佐藤 朗

質問技術テーマ 炭焼き窯の作り方、木酢の作り方とその成分効用

・日本国内の標準的な炭焼き窯の作り方について説明したものを入手したい。

図解があり、素人が見ても分かるような説明書。

・木酢の作り方と、その成分効用について説明したものを入手したい。成分については化学的に明らかにされていたもので、用途について詳細に説明があるもの。日本国内及び海外での木酢の市場価格も分かれば連絡願います。

「個別情報支援のための質問書」に対する回答

プロジェクト名：タンザニア・キリマンジャロ村落林業計画

回 答：以下の3文献を参考にしてください。

「簡易炭化生産物の新しい利用」－林業科学技術振興協会

「環境を守る炭、木酢液」－家の光協会

「木酢・炭で 減農薬 使い方とつくり方」－農文協

[回答者：杉浦銀治]

