

昭和 6 1 年 度 林 業 試 験 場

研 究 成 果 発 表 会 講 演 要 旨

日 時 : 昭和61年11月14日(金) 13:30~17:00

場 所 : 東京農林年金会館「葵の間」(本館1F)
(東京都 港区 虎ノ門 4 - 1 - 1)

農 林 水 産 省 林 野 庁 林 業 試 験 場

目 次

開 会 挨 拶 場 長 難波 宣士

1. 森林計画のための情報処理システムの開発 1
経営部 測定研究室 主任研究官 天野 正博
2. 林業用山地走行車両の開発 7
機械化部 機械科長 小沼 順一
3. 細胞工学によるきのこの品種改良 13
保護部 きのこと第二研究室長 大政 正武
4. 森林の崩壊防止機構と保全的森林施業 21
防災部 防災科長 秋谷 孝一
5. 国産中小径木の製材方式 29
木材部 製材研究室長 西村 勝美

閉 会 挨 拶 次 長 蜂屋 欣二

司 会：調査部長 山口 博昭

(注) 1 課題 講演時間 25分 質疑時間 5分

森林計画のための情報処理システムの開発

経営部 測定研究室 主任研究官 天野 正博

1. はじめに

森林計画作成にあたっては森林資源、過去の主間伐の伐採性向、木材需要動向といったものに関連した大量の情報を取り扱う必要がある。そのため森林計画に関する幾つかの情報処理システムを開発してきているが、ここではその中枢に位置する木材需給予測システムについて報告する。当システムは林野庁の「森林資源に関する基本計画」並びに「重要な林産物の需要及び供給に関する長期の見通し」の策定にも利用されている。

2. システムの概要

システムは木材需要、供給、丸太市場の3つのサブモデルからなる。

〔木材需要モデル〕

木材需要モデルは手法として計量経済モデルを用い、1965～83年の需要動向に関する統計データから製材用材、木質パネル用材、パルプ用材、その他用材別の需要予測モデルを作成し、建築物着工床面積、セメント系代替材価格指数、エネルギーコスト等の外的因子、及び木材の需給関係から決まってくる丸太価格に対応した需要量を算出する。

〔木材供給モデル〕

過去の伐採に関するデータを分析することにより我が国の木材供給構造

を調べ、システムダイナミックスを用いて従来と異なった考え方にたった木材供給モデルを作成したので、詳しく触れてみる。表－１は１９８２～８４年の間に我が国において伐採された人工林が林道からの距離にどの程度影響を受けているかを示したものである。明らかに林道から離れた林分での伐採率は小さく、丸太価格の低いスギではとくにこの傾向が強い。このような現象を岐阜県を例として時系列的にみたのが図－１である。木材価格が伐採・搬出コストに比べ十分高かった頃は林道からの距離と伐採面積の間に目だった関係は認められないが、１９７５年以降になって木材価格が低迷し始めた頃から、林道から離れるにしたがい伐採面積が減少していくのがよく解る。こうしたことから、今日のような林業不況下では、人工林であっても林道から離れた立地条件の悪い林分において林業経営活動を行っていくのは困難であり、国産材の多くは林道に近い搬出条件の良い林分から供給されていると考えてよいだろう。そこで森林を図－２のように林道からの距離に応じて経済林と非経済林に区分する。こうした区分は必ずしも林道のみに限らず、森林の所有規模別の伐採活動を見ても図－３のように、木材価格が低迷してきた時期に合わせて林業活動に積極的な階層とそうでない階層とに分離してきており、所有規模の点からも２つのグループに分けた方が望ましい。なお、経済林と非経済林の区分はこれ以

外の幾つかの因子も複合した形値で決まると思われる。つぎに、木材価格と経済林の大きさの関係を調べてみると両者には高い相関があり、もし木材価格が上昇すれば、小規模林家が所有している林道から離れた林分についても伐採の確立が高くなっていると解釈できる一方、木材価格が下がれば最初にこうした林分が林業活動の場から脱落していく。こうしたことから木材供給予測をするに際しては、経済林では正常な林業活動を前提として予測値を計算する減反率理論を適用し、非経済林に対しては伐採が特殊な事情でランダムに行われているように見受けられたので、乱数によって伐採率を定めた。

〔丸太市場モデル〕

丸太市場モデルは木材需要モデルと木材供給モデルを結び付ける機能を実現している。具体的には、まず前分期の丸太価格を上記の両モデルに与えて需要、供給量が均衡するか否かを調べ、均衡しない場合は新たな価格を与えて再度需要の均衡を試みる。このように丸太市場モデルは丸太価格を需要と供給モデルの間でフィードバックさせながら需要量と供給量の均衡点を見つける働きをする。このとき需要、供給曲線は予想される需要構造や森林資源構造の変化、林道計画等に応じて時間と共に移動する(図-4)。

以上3つのモデルからなる木材需給予測システムの概要をまとめると

図－５のようになる。

３．まとめ

これまで木材の供給、および需要の予測は各々独立に行われていた。たとえば木材供給予測においては、伐期に達する林分を機械的に伐採量として計上したり、あるいは将来の木材資源を保証するため法正林に誘導することだけを前提として伐採量を定めていた。これを改め過去の伐採性向から木材供給量を予測しようとしたのが減反率理論である。しかし減反率理論もそのときどきの森林理源構成だけで伐採量が決まってしまう。このため国産材市場が縮小し、木材価格が生産コストを下回るような現状下では、木材供給の予測値が実際の値の数倍になったりして本来の機能を果たせなくなってきた。しかし、当システムでは需要と供給の両者を同一のシステム内に取り込み、また市場機能をも持たせることにより需要構造の変化や木材価格の影響を評価することが出るので、再現性の高い供給予測をすることが可能となるとともに、将来における林道開設距離、代替材の価格などに変化が生じた場合。それが需給量にどのようなインパクトを与えるかを評価することもできるようになった。

図-1 岐阜県ヒノキ地利別伐採面積

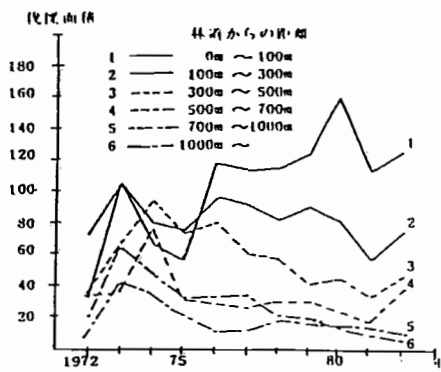


図-2 経済林と非経済林の模式図

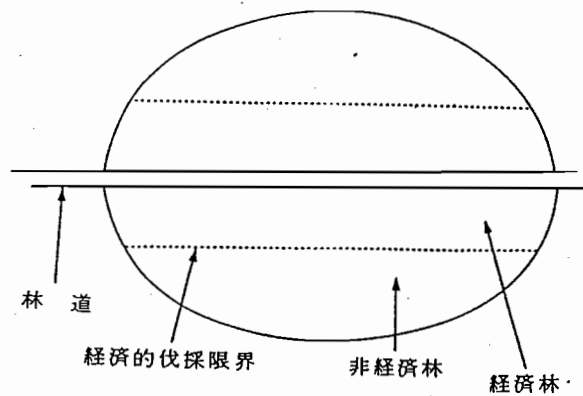


図-3 岐阜県広葉樹所有規模別伐採面積

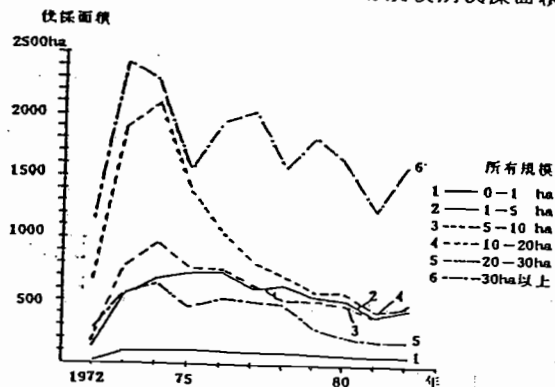


図-4 t 分期から $t+1$ 分期に移行するときの需要・供給曲線の動き

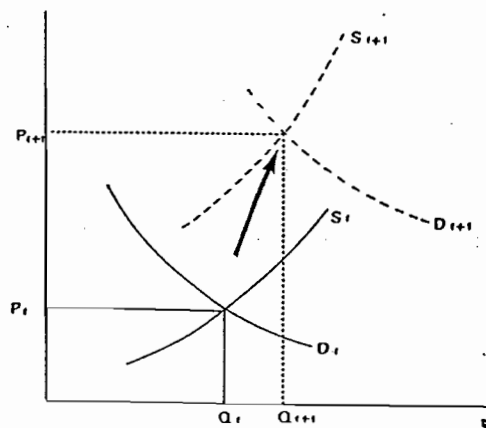
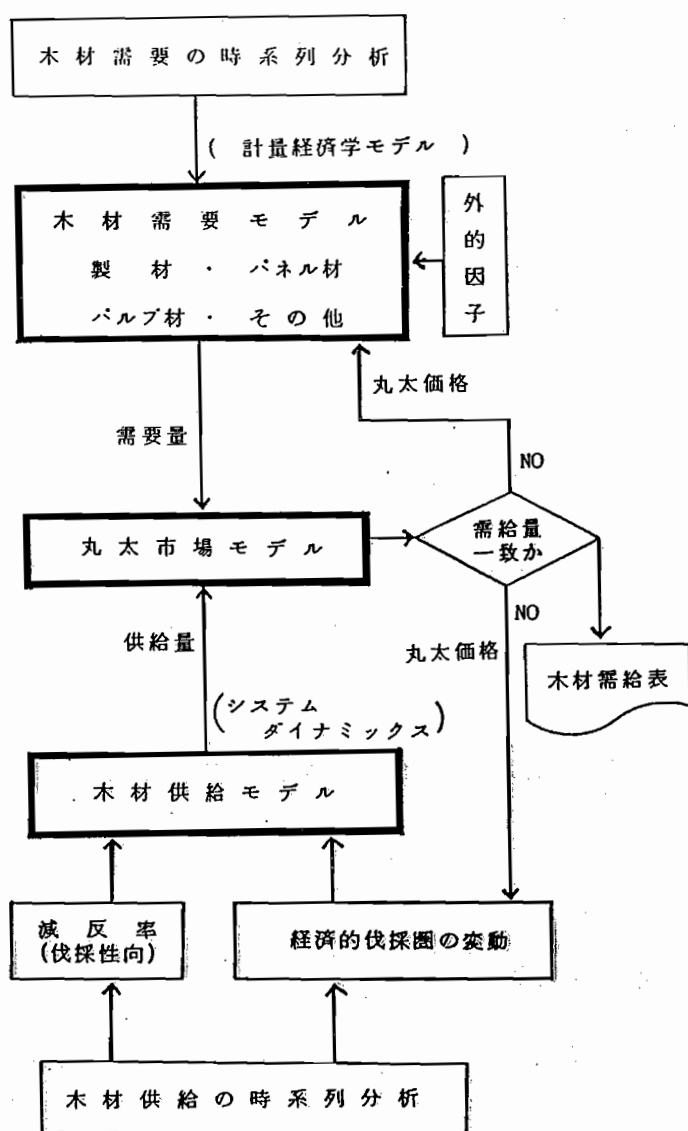


図-5 木材需給予測システム概要図



樹種	林道からの距離 (m)	50年生以上の森林面積 (ha)		B/A (%)
		森林面積	伐採面積	
スギ	0-500	411482	28006	6.8
	500-	162960	6684	4.1
ヒノキ	0-500	188160	12666	6.7
	500-	74759	3964	5.3

表-1 全国の伐採可能人工林に対する伐採率 (1982-1984)

林業用山地走行車両の開発

機械化部 機械科長 小沼 順一

我が国の林業機械化を阻む要因の一つは急峻な地形である。30度程度までの傾斜地を克服できる機械が出現すれば、各種作業機の開発と相まって伐出作業は勿論、造林保育作業の機械化は一段と進展するものと考えられる。諸外国においても1960年代に入り、傾斜地林業の機械化に関する研究開発が活発となり、今日までに、軟式足回型、車体屈折舵取型、車体傾斜調節型、ジャイロ姿勢制御型、歩行型など各種の新型車両が開発されてきた。林試でも53年度から車体傾斜調節型的一种である段軸式車両の研究を進めてきたが、バイオマス変換計画（大型別枠）の開始を機に、58年度から段軸式車両と共に車体屈折型に属する連結装軌車両の開発研究に本格的に取り組むことになった。

連結装軌車両の開発

2両の車両を連結した場合、連結部において前車と後車が相互に拘束されない構造にすれば、地形の変化に対して互に自由な姿勢がとれて安定し、履帯の接地面積が確保される。一般に履帯型の足回りは、小さな接地圧で大きな駆動力を発揮する特徴を持っているので、不整地や傾斜地上で接地面積が確保されれば、それだけ安定性を増し、駆動力の損失は少なくなる。また、障害物乗越えや変化の大きい地形を走行する際に、前後の車両が互に助け合って難局を切り抜けるアシスト効果をも発揮する。

57年度に全長1.39m、重量35kg、4自由度ジョイント、前後車独立操舵方式の模型を用いて室内実験を行い、連結車両が傾斜地の旋回や障害物乗越え等山地の走行に効果的であることを確認した。図1に旋回時の運動の模式図と走行軌跡の一例を示す。59年度には、この模型実験と58年度に試作した農用多輪車を用いた試験車のフィールド試験の結果を基にして、図2に示す全長6.05m、自重4,480kg、油圧駆動式の連結装軌試験車を製作した。車両の操舵方式はジョイント部で機械的に行う車体屈折型である。4自由度を持つジョイントには図3のように、左右方向（Y軸回り）と上下方向（P1軸回り）の動きを制御するため2本の油圧シリンダが組込まれている。Y軸回りの油圧シリンダで舵取りを行い、P1軸回りのシリンダで地形の変化に応じて前後車の履帯を強制的に浮上させたり、地面に押しつけたりする。また、連結式車両をスムーズに走行させるためには、各履帯の回転速度を変化させる差動機構が必要である。有効に差動機構を働かせることによって動力の損失と牽引力の低下を極力抑え、走行路面の攪括を最小限に止めながら円滑な走行が可能となる。本機には新しい油圧式差動機構を採用したが、その油圧系統の概略を図4に示す。

連結装軌車両の山地走行性を高める基本的要素は4自由度ジョイントと

油圧差動機構である。60年度に試験車を用いて旋回試験、不整地走行試験、牽引力測定等を行い、車両系の林業機械のベースマシンとして応用の可能性を確認した。

段軸式車両の開発

段軸式車両は左右の車輪の高さを調節しながら斜面を等高線方向に走行する車である。52年度に林野庁は機械開発事業で図5のような山地走行車を開発した。運転者の判断でマニュアル式に姿勢制御を行うものであったので、スムーズな制御ができず実用化には至らなかった。林試では53年度から姿勢制御の自動化に関する基礎的研究を進めてきたが、60年度に図6に示す段軸式姿勢制御試験車を試作した。試験車は前後輪別に左右の車輪をリンク機構で連絡し、それぞれ一方を持ち上げると他方が下がる構造になっている。後輪のリンク腕は油圧シリンダによって機械的に車輪の上下を制御するが、前輪はフリーとなっており地形に追従する。車体の左右の傾きをセンサーで感知し、電気信号を送って油圧シリンダを作動させ、自動的に姿勢を水平に保つ。図7に開発した自動姿勢制御システムのブロック図を示す。傾斜角センサーの信号はインタフェースを経てハンドヘルドコンピューターに送られる。コンピューターは姿勢制御に必要な電気信号を油圧系の電磁比例制御弁に送って油圧シリンダを伸縮し、左右車輪の高さを自動的に調節する。コンピューターのプログラムは、センサーか

ら読込んだ傾斜角の大きさに比例して制御速度を計算し、必要な信号を出力する内容である。油圧系統は別途試作した走行式地形計測装置を用い、林地の傾斜度の変化を記録し、その結果を解析して、制御速度が最大10度/secとなるように設計した。

不整地走行時の制御装置の試験結果を図8に示す。傾斜度が最大25度、sinカーブ状に変化する走行路において速度0.5～1.2 m/secで走行した場合の地面の傾きと傾斜角センサーの出力及び制御弁への出力を記録したものである。実験の結果、条件の厳しい一般林地上においても、本制御装置が正常に作動することを確認することができた。

おわりに

現在、これら2種の車両はササや早生広葉樹等バイオマス資源の収穫機のベースマシンとして開発しているところであるが、完成すれば、まず造林機械への応用が考えられる。地拵作業から植穴掘り、植付け、下刈りまでの機械化に見通しが付くものと思われる。連結装軌車両は山地を自由に走行することと大きな牽引力を持つことから、伐倒、枝払い、玉切り、集材等の多工程処理機のベースマシンとしても有望である。しかし完成までには、まだ解決すべき問題が残されている。

佐々木尚三ら：不整地走行車両の開発Ⅰ～Ⅴ、日林論、1985～1986

福田章史ら：段軸式トラクタの姿勢制御Ⅰ～Ⅴ、日林論、1982～1986

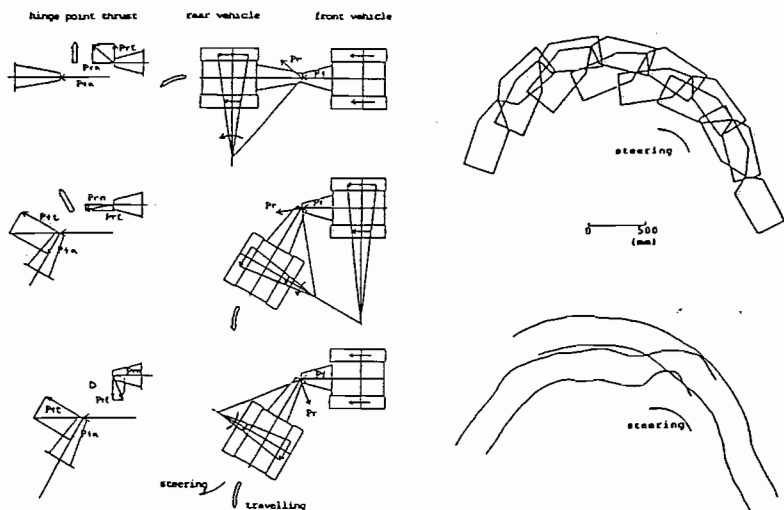


図-1 連結装軌車両模型の旋回時の運動と走行軌跡

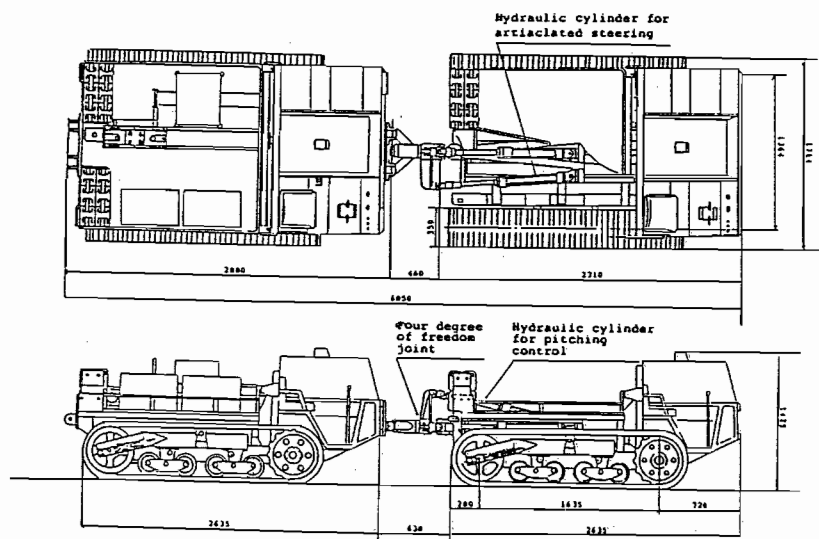


図-2 連結装軌式試験車

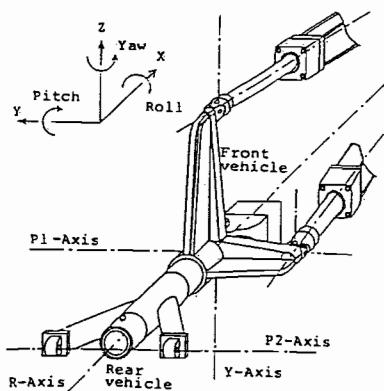


図-3 4自由度ジョイント

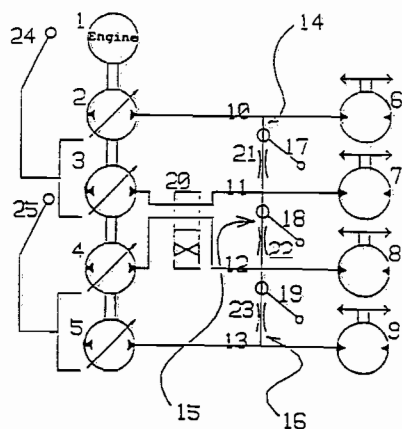


図-4 連結装軌車両差動装置の油圧系統の一部

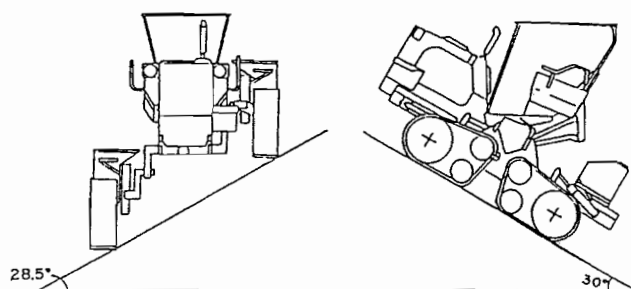


図-5 段軸式山地走行車（林野庁 1977年）

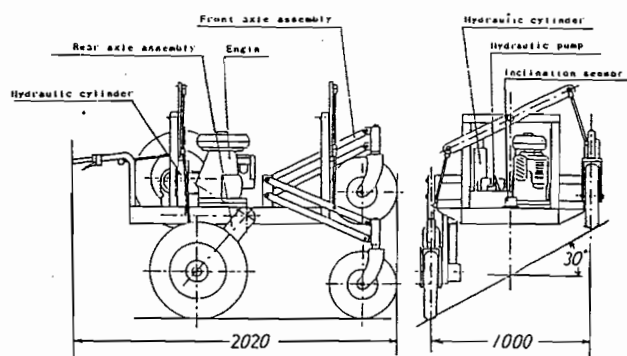


図-6 段軸式姿勢制御試験車

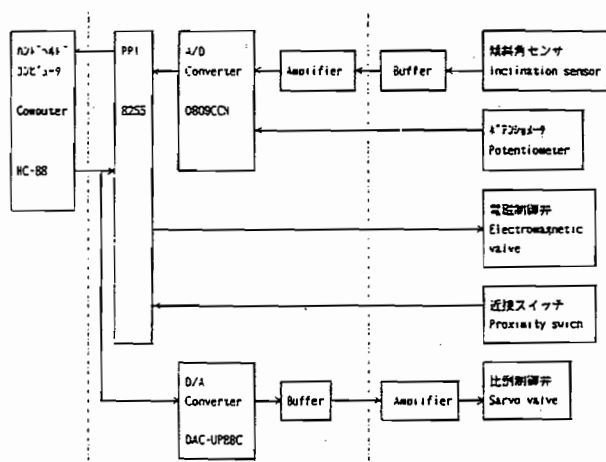


図-7 自動姿勢制御システムのブロック図

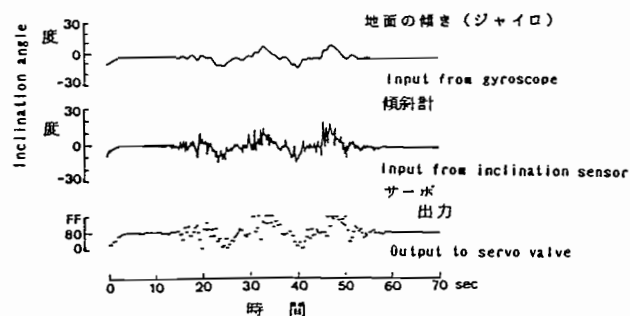


図-8 不整地走行時の自動姿勢制御装置の作動状況

きのこ生産は年産2,300億円に達したが、同時に内部に多くの問題を生じている。原木の供給逼迫とそれに伴う他樹種の利用や菌床栽培への転換の問題、労働力やエネルギーの消費過多の問題、病害および虫害の問題等。これらの諸問題を解決するために良い商品の開発が望まれているが、多くの場面で従来の品種改良法に限界がみられ、その限界を超えて種間、属間での遺伝子の交換を可能にする品種改良法や、従来の方法をさらに効率化した方法が期待されている。それに応えるものとして、細胞融合や遺伝子組替えなどの細胞や分子レベルで遺伝子の変換を行う細胞工学によるきのこの品種改良の研究を進めてきたので、その成果を紹介するとともに将来展望についても触れたい。

1. プロトプラストの利用

プロトプラストは、細胞から酵素処理などにより細胞壁を取除いたもので、流動性に富んだ細胞膜で包まれた原形質（核を含む）である。プロトプラストの品種改良における重要な特性は次のような点である。

- ① 流動性に富んだ細胞膜に包まれており、他種のプロトプラストとの融合や遺伝物質であるDNAの取込みを容易に行える。
- ② 個々のプロトプラストは単細胞と見なし得るので、きのこのような多細胞も単細胞として取扱え、細胞レベルでの選抜が可能となる。

③ 二核菌糸から出発しても、プロトプラストを得て培養することにより二核菌糸の他に容易に一核菌糸を得ることが出来る。

我々は既に多くのきのこのプロトプラストを得たが、特に表1に掲げる重要な食用きのこのからのプロトプラスト作成に成功している。図1にきのこのプロトプラストを示す。上に述べた特性のうち、①を利用するものについては次節以下に述べる。

②の特性は多くの面で利用可能であるが、我々はその一環として、プロトプラストを利用するガンマ線照射によるきのこの品種改良法の開発を進めている。図2に示す放射線感受性のデーターはプロトプラスト利用の菌糸断片の利用に対する有効性を示している。

③の特性を利用して一核菌糸を容易に得ることが可能で、これにより品種改良の効率化が期待される。既にヒラタケ、シイタケ等で成功した。

プロトプラストから再生した菌は、元の菌から変異を示す現象が見られ、その例を図3に示す。これらについてはさらに詳しい検討を要する。

2. 細胞融合

細胞融合はプロトプラスト同志を融合させて行うが、異なる種の間のプロトプラストも融合できるので交配の不可能な種間、属間での遺伝子の交換を可能にする方法として期待されている。融合法には幾つかの方法

があるが、ポリエチレングリコール（PEG）を用いて融合の実験を行ってきた。

細胞融合によるきのこの品種改良は大きく分けて、1) プロトプラストの分離、2) プロトプラストの融合、3) 雑種細胞の選抜と培養、4) 安定な組換え体の作出とそれからの必要形質を持つきのこの選抜、5) 融合に用いたきのこのうち改良しようとするものの品種との交雑による優良系統の作出の5段階からなる。このうち3) の段階が最初の大きな問題であった。これを解決するために、栄養要求性の突然変異株を用いることとし、その有効性を確かめるために種内融合を用いた。即ち、ヒラタケの異なる栄養要求性突然変異株を作出し、それらから得たプロトプラストを用いて融合を実施しプレートに培養した。PEGによる融合と種々のコントロール実験の結果を図4に示す。この図に示すように、栄養要求性突然変異株を用いることにより、雑種細胞の分離と培養を同時に行うことが可能となった。この方法は原理的に種間の融合にも利用可能である。

種内融合により得られた雑種の菌糸を鋸屑一米糠培地で栽培すると図5に示すような子実体を得られた。この子実体は形態的、栽培上の温度特性において両親の性質を合せ持っていた。一方、その収量は両親に比べ20～100%高く、また肉質もしっかりしていた。種内融合株間で収量に変

異が見られた。これらの事実は種内融合法が将来交配と同様にきのこの品種改良において用いられる可能性を示している。

現在さらに種間融合の開発を進めているが1つの問題点は分類学的に遠い種間で安定な組換え体を得ることである。

3. 遺伝子組換え

遺伝子組換えによる品種改良は、他種の遺伝子の必要な部分のみを取出して細胞に入れることが可能なために分類学的に遠い種間でも遺伝子の交換が可能でありきのこのにおいても大いに期待されている。遺伝子組換えによるきのこの品種改良を行うには、1) きのこのDNAの分離と遺伝子のクローニング、2) きのこの用ベクターの開発、3) 形質転換法の開発などの問題点がある。1) については、我々は既にきのこのDNAの温和な抽出法を開発した。また、トキイロヒラタケのDNAを酵母のベクターでクローニングを行った(図6)。2) については、ベクターとなり得るプラスミッドを開発した。即ち、シイタケのミトコンドリアの自己増殖能を持った部分をプラスミッドYIp32の中に導入したプラスミッドを作製した。これは酵母の中で増殖可能であり、きのこの中でもベクターとして働き得る可能性を持っているが、今後さらに多くの検討が必要である。

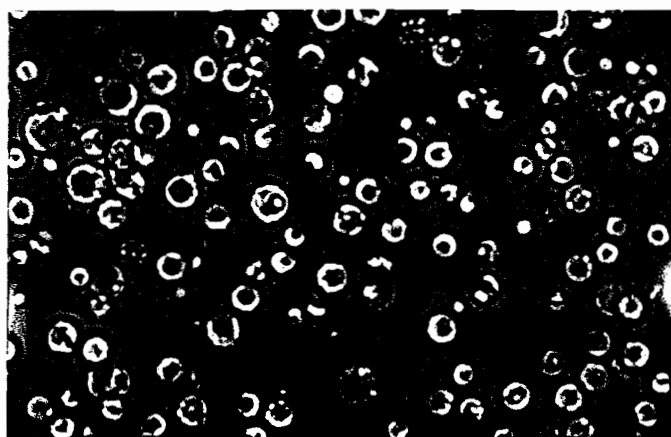


図1. ヒラタケのプロトプラスト

ヒラタケ FMC 242 の r 線に対する感受性曲線

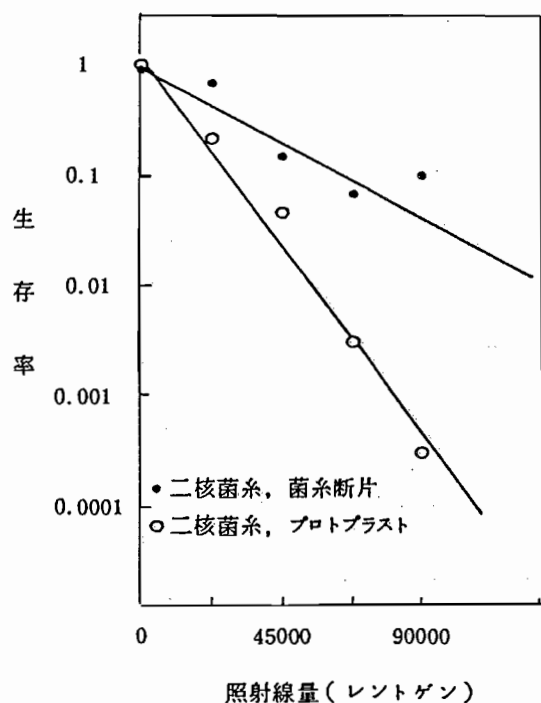


図2. プロトプラストと菌糸断片の放射線感受性のちがい

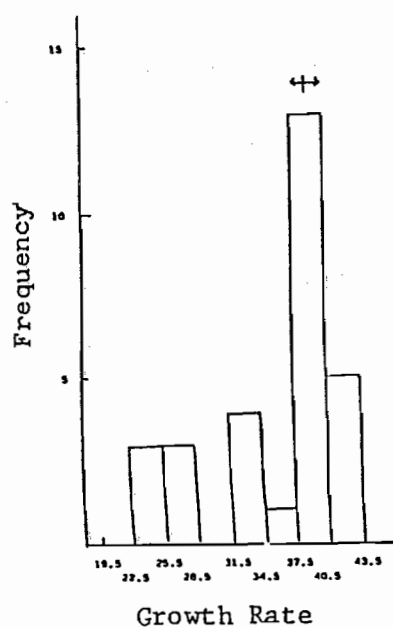


図3. プロトプラストから再生した菌の生長速度の原菌からの変異
←→は原菌の速度を示す。

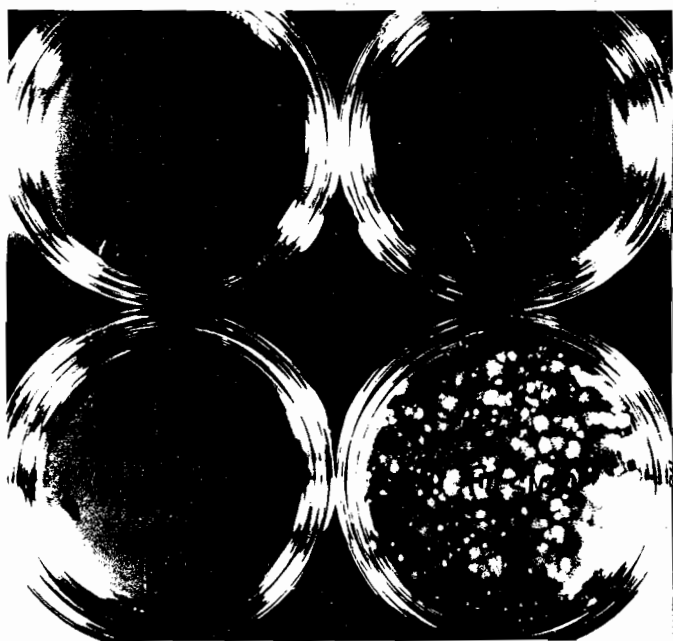


図4.

栄養要求性突然変異株の
利用によるヒラタケの
種内融合菌の分離

上段：同じ菌株の融合。

左下：異なる要求性のブ
ロトプラストを混合した
が、PEG処理しなかつ
たもの。

右下：混合してPEG処
理を行ったもの。



図5. 融合株

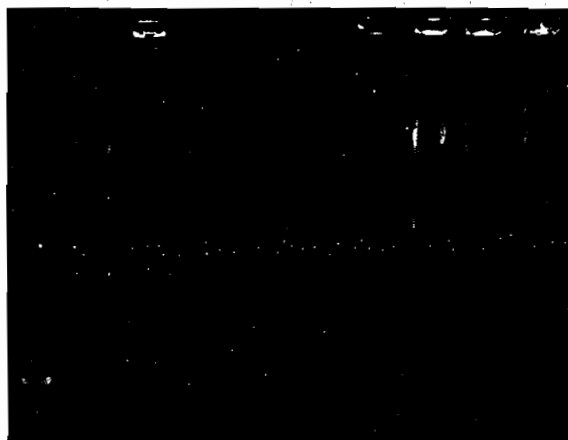


図6. 酵母用ベクターに組込んだ
トキイロヒラタケのDNA
電気泳動

表1. プロトプラストの作成された
主な食用きのこ

シイタケ	<u>Lentinus edodes</u>
ヒラタケ	<u>Pleurotus ostreatus</u>
ナメコ	<u>Pholiota nameko</u>
キクラゲ	<u>Auricularia auricula-judae</u>
タモギタケ	<u>Pleurotus cornucopiae</u>
マイタケ	<u>Grifola frondosa</u>
マツタケ	<u>Tricholoma matsutake</u>
オオヒラタケ	<u>Pleurotus cystidiosus</u>

表2. ヒラタケ種内融合菌の収量と原基形成温度

菌系	原基形成温度	収量 (培地 1 kg 当り)
両親	FMC 235	68.0 g
	241	70.7
種内融合菌	22-437 ①	131.2
	②	138.6
	22f437 A1	107.7
	A2	114.8
	B4	86.2

毎年、日本のどこかで、集中豪雨や台風のもたらす雨による山地の災害が発生する。こうした災害を防ぐため、治山事業が行われ、豪雨による災害は減少しつつあるが、昭和57年の長崎災害や翌年の島根災害のように極端な豪雨があると、大きな被害が発生する。最近の傾向として、これらの被害の大部分、特に人命被害は、土砂流出によってもたらされる。土砂流出による災害、いわゆる土砂災害には、崩壊による直接の被害と溪流からの土石流被害があるが、土石流も上流の崩壊によって引き起されるもので、崩壊の防止は山地災害の防止に直接つながる重要な課題である。

良い森林が崩壊を防ぐことは昔から知られており、広い山地全域の崩壊発生防止には森林の崩壊防止機能の活用は欠かすことが出来ない。しかし、森林の崩壊防止機能は、伐採、造林その後の生長など森林状態の変化に応じて絶えず変化する。従って、森林を伐採利用しつつ林地の崩壊を起こさないような施業を行うためには、森林状態別に森林の崩壊防止機能を的確に評価する研究が必要である。

研究は、まず、豪雨によつて崩壊が多発した山地の森林状態と崩壊発生面積を、人天別、針広別、樹令別、粗密度別に調査し、森林の崩壊防止機能を表-1のように面積割合として求める実態解析が進められた。その結果、多くの事例で図-1のように樹種別に樹令と崩壊面積率の間に明らか

な傾向が認められた。この関係は、樹種、施業方法によって多少異なるが、樹齢20年以下の林地は崩壊が多く、41年以上の林地は崩壊が著しく少ない。樹種別の崩壊面積率の差には、20年以下の林地では、伐採前後の樹種や更新方法が、41年以上の林地では、単位面積当りの蓄積の多少が関係すると推定された。

崩壊のメカニズムからみると、豪雨時の森林の崩壊防止機能は、地下部の根系の土壌補強効果が、森林土壌が地下に浸透する水を増加させる効果を上廻るために生ずると考えられる。そこで、伐根によって根の抵抗力を測定し、森林の崩壊防止機能を量的に表現する研究が、いくつかの樹種について行われた。代表的な造林樹種であるスギの伐根および植栽木の経過年数別の伐根試験の結果は図-2に示す通りである。伐採後の伐根の力は年数の経過とともに急激に減少し、一方、植栽されたスギの根の力は急には大きくなる。このため、両者を合わせた林地の根の力は、伐採造林してから10年前後で最低となり、それ以後は、次第に増加し、伐採前の力に近づく、この伐根抵抗力の変化を、図-1のスギ林の樹齢別の崩壊発生の実態と対比させてみると、変化の傾向がよく対応していて、林木の伐根抵抗力の大小は、森林の崩壊防止機能の大小をあらわすものと考えられた。

根の力の大小に関係すると思われる各樹種ごとの根の形態調査結果は、表-2 および図-4 の通りで、20 年以下では樹種別の根の広がりには大きな違いはないが、21~40 年では樹種別の差が目立つ。スギは各方向へむらなく延び、マツは垂直方向と左右方向の伸びが著しく、ヒノキは、各方向、特に垂直方向の伸びが小さい。萌芽更新の広葉樹はヒノキに似た傾向だが、上方への伸びは大きい。樹種、樹齢別の崩壊発生面積率の実態調査と対比すると、垂直方向の根のひろがりが増えれば崩壊防止に有効に働くと推定された。また、無限大のひろがりの斜面を考えた場合には、垂直方向以外の根の力は崩壊防止の働きがないことは理論的にも明らかである。

崩壊現象を、斜面の土塊の滑落現象として力学的に取り扱い、その中に林木根系の崩壊防止機能を量的に取り扱ってゆくには、土質力学的な斜面安定計算式に用い得るような根の力の値の表現が必要で、伐根試験よりも厳密な大型一面せん断試験が行われた。試験は7~9年生のスギの木を含む1m四方の土塊を、深さ50cm、30cmの各深さでせん断する方法で行い、図-3の結果を得た。この試験結果では、根の効果は、土の粘着力を増す働きとしてとらえることが出来た。また、せん断の過程で、林木の根が土の変形を一定時間支えて土が崩壊される時間をおくらす働きがあることも認められた。

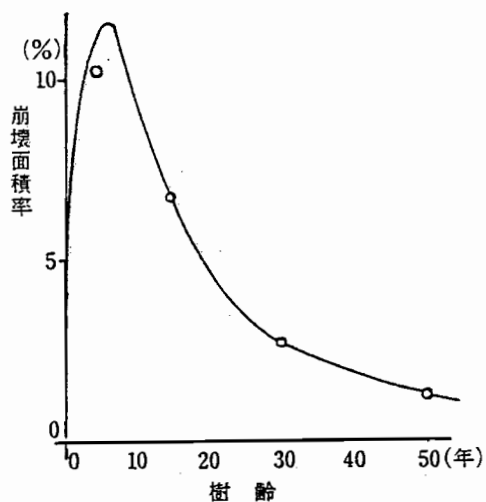
以上のように、森林の伐採、造林、その後の生成に伴う崩壊防止機能の変化と、その変化が発生するメカニズムが、各種の研究手法によって明らかにされたが、こうした結果とともに、崩壊を防ぐことを考えた施業を検討するため、樹種、樹齢などを包括した崩壊防止の指標として単位面積当りの蓄積をとりあげて崩壊発生と対比した研究が行われた。その結果、図-5のように崩壊発生面積率の値からみると、どの調査地区もha当り林分材積 100 m^3 以上では崩壊発生面積率が小さくなり、 150 m^3 以上ではほとんど崩壊発生がみられない。

以上の結果から崩壊防止に配慮した保全的森林施業のあり方を考える。まず、理想として単木択伐を考えれば、択伐後の林分材積がha当り 150 m^3 あれば良い。次に経済的に実用性がある水平帯状皆伐では、傾斜方向で通算した残存林木がha当り 150 m^3 あれば良い。勿論、水平帯状皆伐を行うには、斜面長などに一定の条件が必要である。

更に予防治山ダム等の施設があつて、わずかな面積の崩壊地の発生は許容し得るとすれば、上記の存存林分材積は 150 m^3 でなく 100 m^3 を限度としても良い。その他の施業についても同様な考えで施業の方針を定めることが出来るであろう。

表1. 47年7月豪雨による神奈川県山北町の崩壊

樹種	樹令 (年)	林地 面積 (ha)	新 規 発 生				
			崩壊地 面積 (ha)	崩壊地 個所数 (個)	崩壊 面積率 (%)	100ha 当り崩壊 地個所数	1個所当 り面積平 均值(ha)
スギ	I(0~10)	9677	1203	135	1243	140	009
	II(11~20)	9088	611	50	672	55	012
	III(21~40)	5697	163	16	286	28	010
	IV(41~)	1202	016	3	133	25	005
	計	25664	1993	204	777	79	010
スギ以外の針葉樹	I	119	000	0	000	0	—
	II	1650	134	19	812	115	007
	III	3133	133	18	425	57	007
	IV	945	018	2	190	21	009
	計	5847	285	39	487	67	007
広葉樹	I	24761	1387	126	557	51	011
	II	105097	4103	359	390	34	011
	III	89975	3028	253	337	28	012
	IV	60386	603	70	103	12	009
	計	280219	9112	808	325	29	011
合 計		311730	11390	1051	365	34	011
造 林 地		25276	2190	227	866	90	010
未立木地・伐跡地		1050	116	13	1105	124	009
合 計		338056	13696	1291	405	38	011
そ の 他		6375					
総 計		344431	13696	1291	405	38	011



昭和47年7月災害，神奈川県丹沢地区

図1．スギの樹齢と崩壊

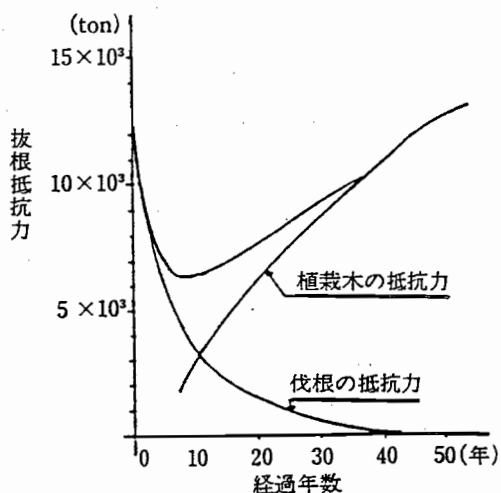


図2．スギの抜根試験

表2．立木根系の方向別根長

樹種	樹齢 (年)	伸長方向(m)※				樹冠 半径 (m)
		上	下	左右	垂直	
スギ	～20	1.8	1.5	1.6	1.3	1.1
	21～40	4.5	4.2	3.2	2.7	1.6
マツ	～20	1.1	1.5	1.5	1.5	1.2
	21～40	2.7	2.4	6.0	5.0	2.1
ヒノキ	～20	1.1	1.1	1.1	1.0	1.1
	21～40	2.4	2.7	2.1	1.0	1.8
広葉樹 (新炭林)	～20	1.6	1.7	1.6	1.2	1.1
	21～40	5.0	2.1	2.1	1.2	2.2

※：根株の中心から根の直径が1cmになる位置までの根の長さである。

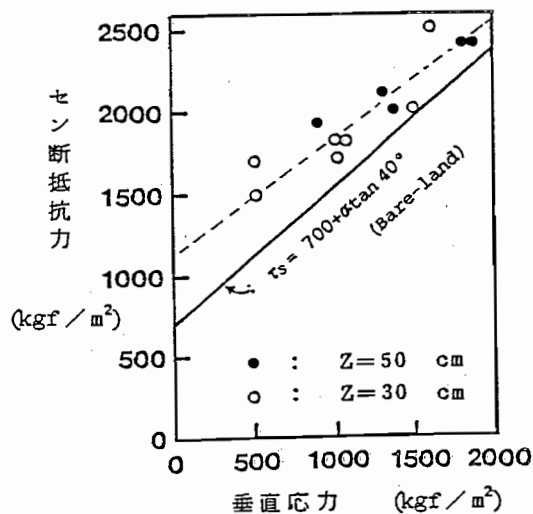


図3．大型一面せん断試験

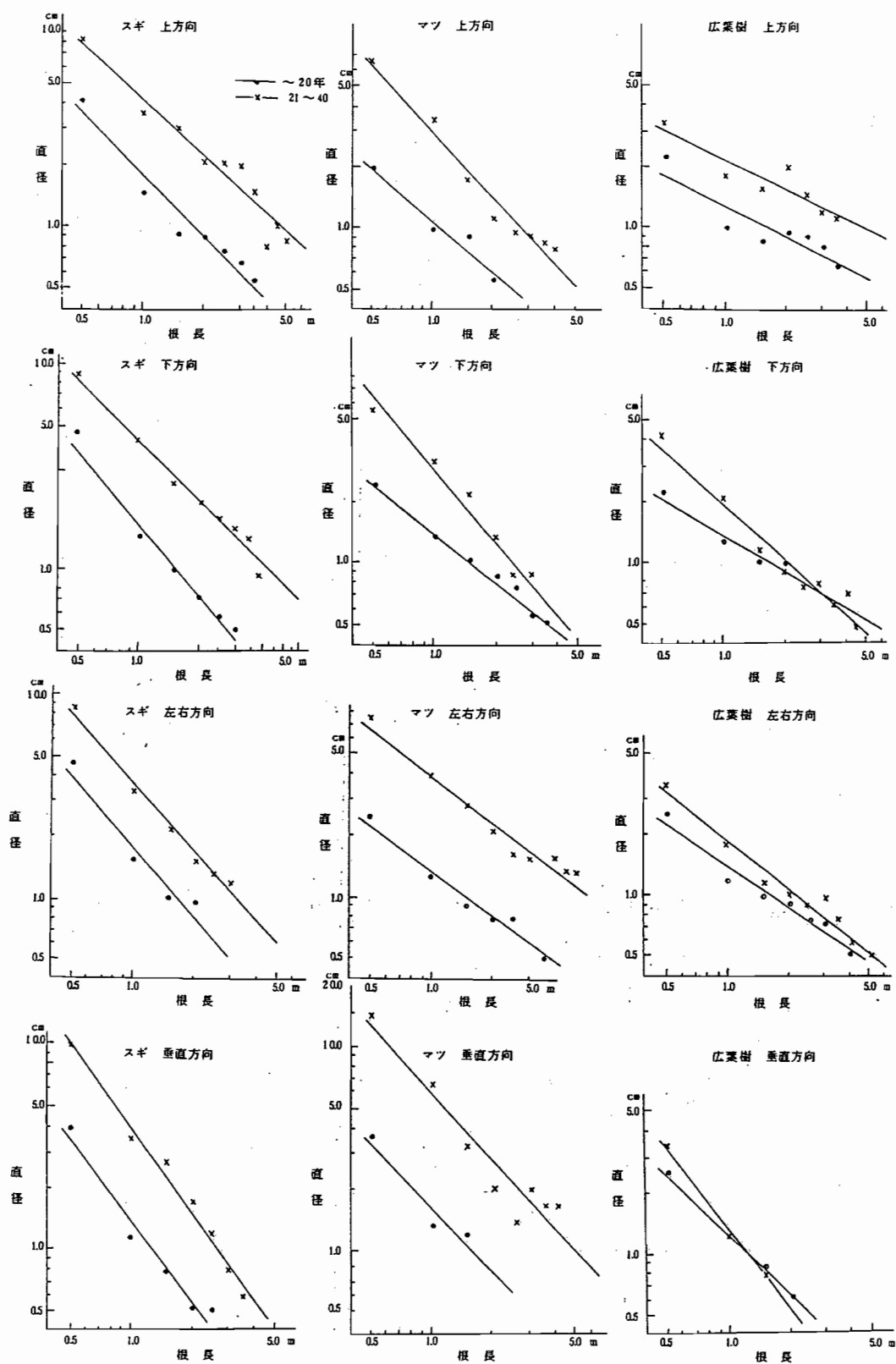


図4. 立木根系の方向別太さと拡がり

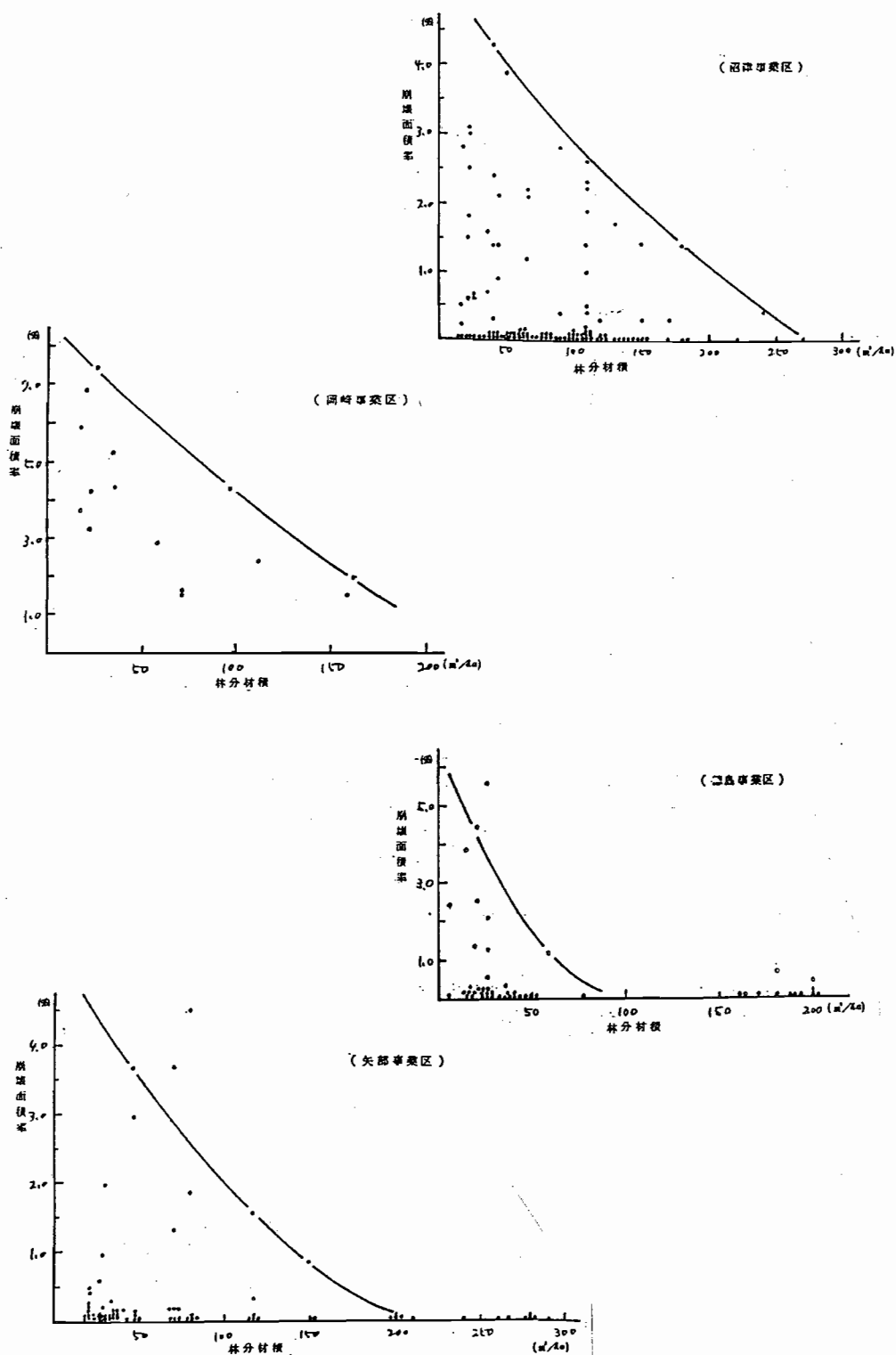


図5. haあたりの林分材積と崩壊

国産中小径木の製材方式

木材部 製材研究室長 西村 勝美

我が国の木材需要は、住宅建設の不振と木造率の低下、代替材の進出等により減退を続けており、木材産業は不振に陥っている。特に製材業では、需要減に伴う過当競争と操業度の低下、工員の老齢化や設備改善の相対的に遅れに起因した生産性向上の限界など、構造的な問題も多いが、一方では相対的に安価な輸入製品が着実に市場シェアを拡大していることに対しても、将来の存立方向に不安感を高めている。

製材業の中でも国産材製材業は、零細工場が大宗を占めるだけに経営体質が弱く、生産技術の改良・改善や需要開拓に対しても消極的であり、しかもマーケットでは常に国内外挽きの外材製品との価格競争で低位におかれてきている。この結果、国産材製材業は、特定の高級品生産工場を除き、市場競争力を維持できずに生産部門から撤退する企業も多い。

一方、国産材の供給は戦後の拡大造林の結果、中・長期的にはかなりの量的拡大が期待されている。しかもその造林木の主体は、スギ、ヒノキなどの針葉樹で建築用材としての利用を目的に施業が行われてきている。しかるに、国内林業の維持・発展あるいは国産材需要の維持・拡大という意味では、建築用材としての安定した製材加工・利用が存在して初めて実現するし、製材業の動向こそがその1つの鍵を握っているといってもよい。

国産材製材業には、当面、国内外挽きの外材製品との市場競争力の確保

に向けた体質改善がせまられているが、同時に今後予想される国産材の供給増に対応した製材方式の在り方についての検討が課せられている。ここでは、国産材の製材技術と製材工場経営に関する調査・試験研究を踏まえ、今後に予想される国産材の供給増に対応すべき製材方式を、主として供給材の形質面との関連で述べてみたい。

製材原木としての国産材の形質

国産材はその供給量の約60%、針葉樹に限れば約80%までが製材原木として利用される。現在、スギ、ヒノキは直材であれば未口径5cm位から製材用原木に仕向けられ、建築材に製材木取りされている。したがって、針葉樹材は、あくまでも製材用に適合した採材基準で原木生産され、形質別に選別・仕分けされて取引される。この場合、当然のことではあるが、例え同程度の径級でも原木品質に差異があり、また産地による形質的な違いがある。このため、産地特有の原木選別基準が設定されるし、また、このことが産地の製材方式を大きく規定することになる。原木の品質的な違いは、直径の大小と関係が深いが、われわれの調査結果から推定するならば（表1）、最近における主要な針葉樹材の供給割合は、未口径14～28cmの中径木が60数%、14cm未満の小径木と30cm以上の大径木が各15%と表される。そしてこれら各径級の原木はその品質によって、例え

ばスギであれば、用途に適合したそれぞれの建築用の製材木取りが行われる（図1）。

ところで、今後に供給増が予想される国産造林木も上記の径級構成に近い割合で考えてよいだろうか。今日、柱材林業からより高収益を目的とした長伐期林業への転換が叫ばれているが、しかし林業経営面でそれが可能となる林業地は極めて限定されるであろうし、長伐期施業でも間伐の実行なくして良質大径材生産は困難となろう。とすれば、供給増が予想される国産造林木は、多少長伐期になっても従来の柱材仕立林業地からの、しかも外材依存度の高まりの中で相対的に粗放な施業で育成された、品質的に良好といえない中径木が主体となろう。これら原木からの製材品は、既に現状でも外材製品に市場が席卷されていることを考えれば、その製材方式の今後は徹底した低コスト生産を基底において設定していかなければならないだろう。

中小径木の製材方式の方向

我が国の製材方式は、使用原木の樹種・形質によって、①一般材による少品種量産型の低コスト製材と、②良質材の多品種少量生産型による価値重視の製材とに大別される。しかし、現実の製材生産は、使用原木の内容と設備・工程、生産技術に統一性を欠き、両方式とも必要以上にコスト高

になっている場合が多い。製材方式は、使用原木の内容に応じて設定される必要があり（表2）、特に国産材は、スギを例とすれば、多様な原木形質を含むだけに、高歩止り・高収益・高能率の木取型を基礎にした内容で設定しない限り低コスト・高収益製材にならないだろう。

スギ製材では、相対的に安価な間伐小径木や並品質の中径木の場合、あくまでも外材製品との価格競争を前提にした低コスト・省力化ラインでの量産化方式となろう。また、そこでは原木形質の自動計測、製材木取型のパターン化、低価格・高能率製材機の自動制御、製品仕分け・結束装置の自動化など、先端技術を導入した自動製材システムの採用が考えられる。既にスギ中小径木の製材方式では、1部にこうした自動化ラインの導入により低コスト製材に向かっている企業も存在している。また、スギ良質材の製材では、より高付価値製品の生産にむけて、一連の製材技術の改善・改良はもちろんのこと、熟練工の絶対的な不足に対しても、機械的・人的作業の標準化とそこでの先端技術の導入を図った方式が設定されていく必要がある（表3）。

いずれにしても、国産中小径木の効率的な製材方式は、単に製材業のためではなく、それが国産材需要の維持・拡大と国内林業の活性化に連がるものとして検討し続けていく予定である。

表1. 針葉樹原木の径級別生産量割合 (単位: %)

樹種 \ 径級	14cm未満	14～28cm	30cm以上
スギ	15～25	55～65	20～25
ヒノキ	10～20	65～75	15～16
カラマツ	25～30	65～70	5～6
アカマツ	20～25	50～60	15～20

表2. 国内工場の製材方式

	能率本位の製材方式	価値本位の製材方式
方針	・量産化によるコストダウン・市場流通寸法の規格品生産 ・輸入品との競争を前提	・製品の高級化・価値歩止りの向上・特殊用途の製材品生産 ・多品目少量生産
対象原木	(外材) ・北米材のスマール、シニング丸太(ツガ・マツ等) ・北洋材並丸太(カラマツ・エゾトドマツ等) (国産材) ・間伐材等小丸太(スギ・ヒノキ・カラマツ) ・スギ並クラスの中丸太 ・カラマツ中丸太	(外材) ・北米材の中～大丸太(カスケード・セミカスケード系産ツガ・マツ等) ・南洋材 ・北洋材選木クラスの丸太 ・南米・アフリカ産材 (国産材) ・中～上級の中～大丸太 ・針葉・広葉樹
生産技術	・製材加工のシステム化 ・原木仕分け・はく皮・工場搬入工程 ・木取り・主副製品の搬送工程 ・製品仕分け・品等表示結束工程 ・工程別・全ラインの自動制御	・木取り・のこ加工・ひき材技術の向上・最適化 ・品質向上化の技術 ・最適ライン・機種を選択 ・部材・部品化技術
販売技術	・結束・こん包の方法 ・輸送方法・流通コストの低減方法	・受注生産・販売体制 ・保管・流過程での品質管理
主力製品	・建築材(住宅・非住宅用) ・土木材(押角・足場板) ・輸送用資材(梱包材・パレット・ダンネージ)	・住宅用造作材・構造材 ・住宅用部材・部品(セット化) ・注文挽き(特殊用途を含む)

表 3. スギ原木の形質別製材方式の方向

工場タイプ		使用原木形質	主 製 品 (製材種、用途別)	製 材 技 術
小 工 径 材 場	S 1	径5～10cm 間伐小径木	正割(3.6～7.0cm) (たる木、小根太 平割(厚1.5～幅7.5) (ぬき、タンネージ等)	● 原木形質の自動計測 ● 木取りのパターン化 ● ツイン丸のこ盤・帯 のこ盤の自動制御 ● 自動仕分・結束 (低コスト製材)
	S 2	径11～13cm 主伐材末木 (直・小曲材)	正角(7.5～9.0cm) (母屋、根太、間柱) 平割(厚1.5～幅10.5) (ぬき等)	
	M 1	径13～16cm 小曲材、多節材 目荒材等	平割(厚1.5～幅10.5cm) (ぬき、野地、 板・小幅板(厚0.9～幅15) ラス下)	
	M 2	径13～18cm 直材、細り大 年輪幅 6 m 以上	並物柱角(10.5、12cm)、材長：3、3.65m けた、はり(厚10.5～幅15cm)	
	M 3	径14～18cm 直材、完満材 目詰材、少節材	役物柱角(10.5、12cm)、材長：3、3.65、6 m (荒びき一乾燥一修正びき、1ム以上)	
中 目 材 工 場	M 4	径20～26cm 主伐材 2 玉以上 目荒材、多節材	板類 (型枠板、足場板、床下地板、野地板、 焼板原板、内装板、のき天板等)	集 約 (価値歩止重視)
	M 5	径24～28cm 主伐材 2 玉以下 目詰材、少節材	鴨居、さお縁、まわり縁など、役物造作材 (1～2ム以上)	
	L 1	径30～34cm 主伐材 3 玉以上 目荒材、多節材	外周部：造作材・割り角(1～2丁)、建具材 内 側：並物柱角・板類	
大 工 径 材 場	L 2	径36以上 主伐材 2 玉以下 目詰材、少節材	割り角(径36～42cm 4丁取適寸) 造作材(役物)、集成材用フリッチ、建具材等	集 約 (価値歩止重視)
	備 考	○ S-1・2、M-1・2、M-4 型は、量産化によるコストダウン (市場流通寸法の規格品生産、ペイツガ等 現地びき製材品との価格競争を前提にした自動製材——専用ライン)。 ○ M-3・5、L-1・2 型は、製品の高級化・価値歩止りの向上・特殊材の多品種少量生産 (価値本位の集約 製材——技術・製品のノウハウ)。		

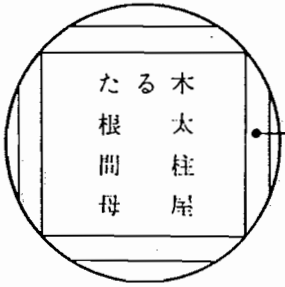
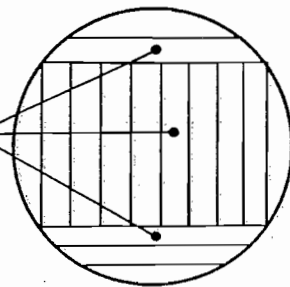
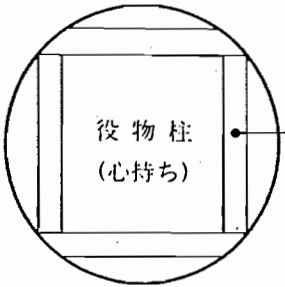
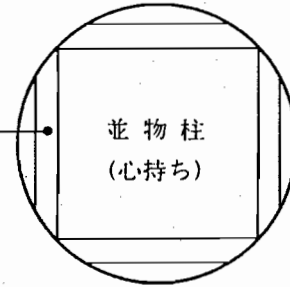
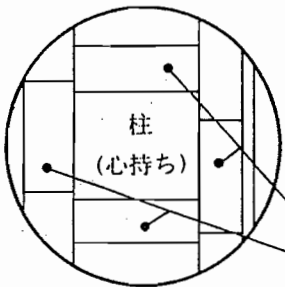
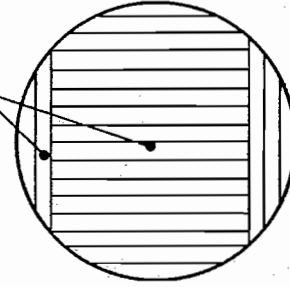
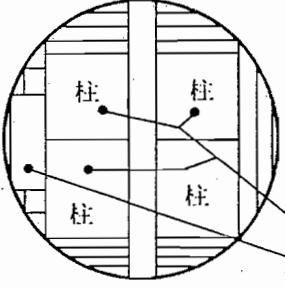
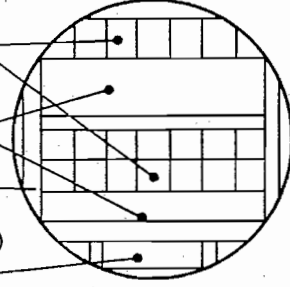
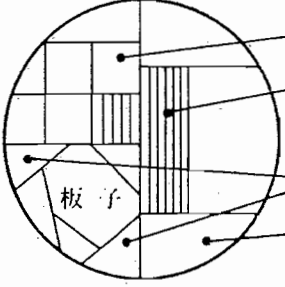
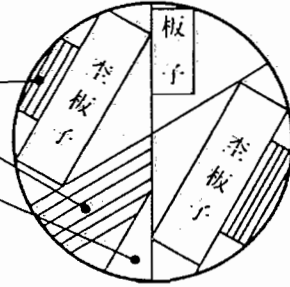
a. 小 丸 太 (末口径 6 ~ 13cm)	  (イ. 直 材) (ロ. 曲 材)
中 目 丸 太	  (イ. 良 質 材) (ロ. 並 材)
	  (イ. 良 質 材) (ロ. 並 材)
尺 上	  (イ. 良 質 材) (ロ. 並 材)
丸 太	  (イ. 径50 ~ 58cm) (ロ. 径60cm以上)

図 1 . スギ丸太の形質別製材木取り