

ISSN 1345-6512

平成 13 年 度

業 務 報 告

岐 阜 県 森 林 科 学 研 究 所

はじめに

平素は当研究所の事業推進に何かとご協力を賜り、誠にありがとうございます。心から厚くお礼申し上げます。

当研究所が新しい体制でスタートして4年が過ぎ、森林・林業を取り巻く厳しい諸情勢の中、50年、100年先を見越した研究開発に努めているところでありますが、21世紀最初の報告となります平成13年度の業務報告をおとどけします。

本報告書は、当研究所がこの1年間に取り組んでまいりました研究開発、依頼試験・研修、技術指導等の概要について取りまとめたものです。

今年度の研究課題は、育林関係7課題、林産関係6課題の計13課題であります。このうち新規課題は3課題、終了課題は5課題となっております。

これらの課題は、試験途中であっても一定の知見が得られたものについては「森林研情報」、研究成果発表会や学会発表会、林業関係誌等で報告しており、終了課題で成果の得られたものは、「研究報告」、学会誌投稿等の形で順次報告することといたしております。

ご一読いただき、業務の参考にしていただければ幸甚であります。

また、本報告に対する意見、ご要望等お寄せいただければ今後の研究開発に生かして生きたいと考えておりますので、よろしく願いいたします。

21世紀は、地球環境の保全あるいは資源循環型社会の構築が叫ばれておりますが、森林・林業生産こそ再生可能な、そして地球に優しい資源であります。

また、平成13年6月国会では、近年の森林に対する国民の要請の変化や林業を巡る厳しい情勢への対応を背景に「林業基本法の一部を改正する法律案」等林野三法案が可決され「林業基本法」が新たに「森林・林業基本法」として施行されております。

こうした動きに先立ち、当研究所では県が定めた「岐阜県科学技術基本戦略」に基づき、平成10年度から新体制でスタートし、「安全な森林環境と豊かな資源の創造」を基本目標に、「森林環境・生態系の科学的解明」、「森林管理技術の開発」、「森林資源の高度利用技術の開発」、「森林に関する高度な技術支援」の基本方向に沿って研究開発と技術支援に取り組んでいるところでありますので、変わらぬご支援ご協力をお願い申し上げます。

平成14年3月

岐阜県森林科学研究所長

熊谷 洋 一

目 次

はじめに

試験研究業務

(育林研究部関係試験)

広葉樹林の密度管理に関する研究	1
多様な広葉樹林の育成・管理技術の開発	4
長伐期育成循環施業に対応する森林管理技術の開発	14
有用林木遺伝資源植物のバイテクによる保存と増殖技術の開発	17
都市近郊林における病害虫管理技術の開発	20
酸性雨等森林衰退モニタリング事業	22
衰退森林健全化技術対策事業	23
木曾三川のエコロジカル流域管理計画	24
－流域生態系の物質循環機能を生かした流域管理システムの提案－	
岐阜県の世界的固有植物(樹木)の遺伝子解析とクローン増殖に関する研究	42

(林産研究部関係試験)

機械化作業システムに適合した森林施業法の開発	49
甲山における菌根性食用きのこ生産に関する研究	54
薬用キノコの効率的生産技術の開発とその効能効果に関する研究	58
県内産スギ抽出成分の効率的抽出及びこの抽出残渣の利用に関する研究	62
地域産材の低コスト乾燥技術の開発	67

(受託研究)

エゾウコギの優良種苗確保と増殖法に関する研究	72
健康食品用原料として使用できる優良エゾウコギのクローン増殖法の検討	
メシマコブの菌糸培養条件に関する研究	74
平成13年度ぎふハイテク得意技術活用研究事業	76
－樹木抽出液利用研究会－	
ぎふハイテク得意技術活用研究会	81
－ぎふ21住宅木組の技術研究会－	
平成13年度萌芽探索事業	83
－地理情報システム(GIS)等を利用した森林機能の高度解析－	

事業関係

マルチメディア工房・ぎふ整備事業	85
県産材オープンラボラトリー管理事業	86
特用林産物研修等事業	87

技術指導・相談業務 89

所 務 95

試 驗 研 究 業 務

広葉樹林の密度管理に関する研究 (県単)

(平成7～13年度 終年次)

担当者 横井秀一 井川原弘一 大洞智宏

1. 研究目的

県内民有林の44%は広葉樹林で、その多くは若齢二次林である。それらを適正な管理によって生産性の高い森林へ誘導することは、本県の重要な課題である。しかしながら、広葉樹林施業の経験は浅く、その研究も針葉樹林に比較して立ち後れているため、広葉樹林の管理方法には不明な点が多く、管理技術の確立が求められている。

林木の成長や形質は密度に依存することが多いため、密度管理は森林の管理技術の基本であり、針葉樹人工林においてはその技術がほぼ確立されている。広葉樹林においても密度管理が重要と考えられるが、その技術は現場に適用できるまでの水準には至っていない。そこで、広葉樹林の密度管理技術の確立を目的に本研究を実施する。

2. 研究方法

2.1 広葉樹林分における胸高直径、樹高、枝下高の関係

ミズナラとブナの林冠木について、同一林分内の個体間と林分間における胸高直径、樹高、枝下高、樹冠長(樹高-枝下高)、樹冠幅(ブナのみ)の関係を検討した。この検討に使用したデータは、岐阜県飛騨地方でこれまでに調査した様々な発達段階のミズナラ林34林分とブナ林25林分の資料である。

2.2 広葉樹林間伐試験地の後生枝の消長

広葉樹の間伐と後生枝の発生・発達の間関係を解明するため、清見村巢野俣の広葉樹林間伐試験地(1996年間伐)で後生枝の消長を調査している。この調査は1997年に開始し、調査対象はミズナラとクリを主に、コナラ、ホオノキ、カスミザクラ、シラカンバ、ウダイカンバ、ヤマハンノキなどの上層木の地上4m以下に発生した後生枝である。調査個体数は間伐区で49本、対照区で75本である。

今年度の調査(10月)では、昨年生存していた後生枝の生死を確認し、生きているものはその長さを測定するとともに、新たに発生した後生枝の長さや発生高を測定した。また、個々の後生枝が置かれている光環境を把握するため、後生枝の葉の位置(枯れた後生枝では先端付近)で全天空写真を撮影した(9月)。写真撮影を行った後生枝は、ミズナラ78本(生40本;枯38本)とクリ47本(生7本;枯40本)である。撮影した全天空写真からは、山本一清氏作成のフリーソフトウェア「LJA32 for Windows95」を使用して林冠植被率を推定した。

3. 結果と考察

3.1 広葉樹林分における胸高直径、樹高、枝下高の関係

図-1は、平均胸高直径と平均樹高、平均枝下高の関係である。平均樹高は、平均胸高直径約30cm以上でおおむね頭打ちになっていた。両者の関係は拡張相対成長式で近似できた。一方、平均枝下高は平均胸高直径30cm付近をピークに、直径がそれより大きくなると低くなる傾向を示した。この関係は二次関数で近似できた。

図-2は、平均胸高直径と平均樹冠長(樹冠長=樹高-枝下高)、平均樹冠幅の関係である。平均胸高直径と平均樹冠長は、拡張相対成長式で近似できた。平均樹冠幅は、平均胸高直径と直線的な関係があった。

図-3は各調査林分内における、胸高直径と樹高、枝下高、樹冠長、樹冠幅との相関係数の頻度分布である。樹冠幅は、全ての林分で相関係数0.6以上の正の相関を示した。樹高と樹冠長は正の相関を示す林分が、枝下高は負の相関を示す林分が多かった。

樹冠の大きさを指標する樹冠幅と樹冠長とが、林分間や林分内の個体間において胸高直径と強く関係していたことから、樹冠の発達にはミズナラやブナの直径成長に強く影響する要因であると考えられる。樹高や枝下高にもそれぞれ胸高直径と関係があったのは、これらが樹冠の発達と深く関係しているためであろう。林冠木の樹冠が発達するときには、林冠木間に淘汰が生じる。このとき淘汰される個体は、相対的に樹冠の小さい個体(それらは胸高直径が小さい; 樹高が低く、枝下高の高いことが多い)である。平均樹高が頭打ちになった平均胸高直径30cmを越える林分で平均枝下高が漸減する傾向を示したのは、このことが反映した結果であると考えられることができる。

これらの検討結果は、広葉樹林の間伐を理論的に考えるときや間伐試験の結果を考察するときには有益な情報になると考える。

3.2 広葉樹林間伐試験地の後生枝の消長

調査個体数が多く、今年度に光環境の調査を行ったミズナラとクリの結果を述べる。

図-4は、1997年から2000年の間に発生した後生枝の生存率の推移である。対照区における後生枝の生存率は両樹種とも指数関数的に減少し、発生した後生枝のほとんどはミズナラでは4年生までに、クリでは3年生までに枯死していた。一方の間伐区における後生枝の生存率の減少は、対照区に比べると直線的であった。また、対照区に比較すると間伐区の生存率は高めに推移していた。樹種間で比較すると、両区ともミズナラの生存率はクリよりも高めに推移する傾向にあった。

図-5には、後生枝が発生して1年目から3年目までの平均枯死率を示す。ミズナラの後生枝の枯死率は、対照区の2年目が特に高かったことを除いて他は30~40%ほどであり、2年目を除いて対照区と間伐区との差はみられなかった。一方、クリの後生枝の枯死率はミズナラより高く、対照区は3年とも80%ほどの高い枯死率を示し、間伐区は年とともに枯死率が低くなる傾向を示した。

図-6は、おのおのの後生枝を基準に撮影した全天空写真から推定した林冠植被率の頻度分布である。林冠植被率は、10%ほどの狭い範囲の中に分布していた。その中で、生きている後生枝の林冠植

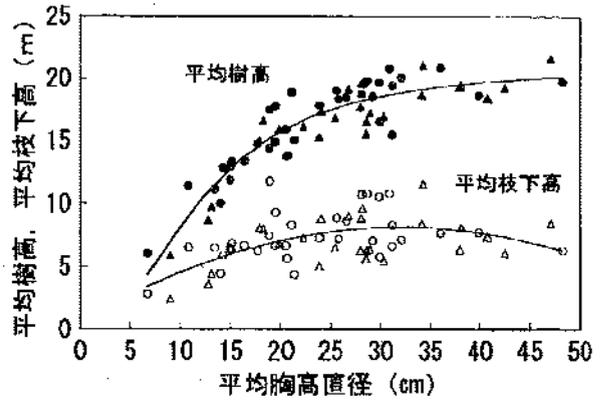


図-1 平均胸高直径と平均樹高、平均枝下高の関係
●はミズナラ林の樹高、▲はブナ林の樹高、○はミズナラ林の枝下高、△はブナ林の枝下高を示す。

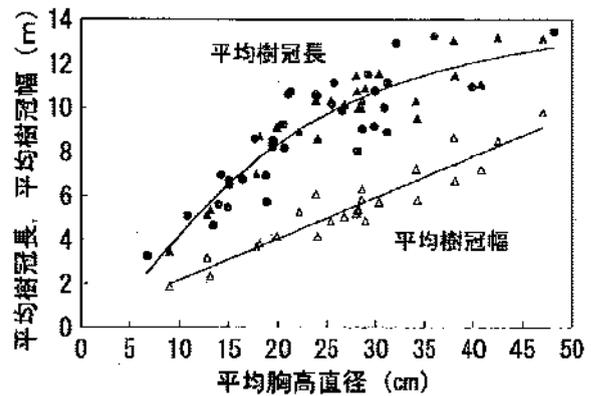


図-2 平均胸高直径と平均樹冠長、平均樹冠幅の関係
●はミズナラ林の樹冠長、▲はブナ林の樹冠長、△はブナ林の樹冠幅を示す。

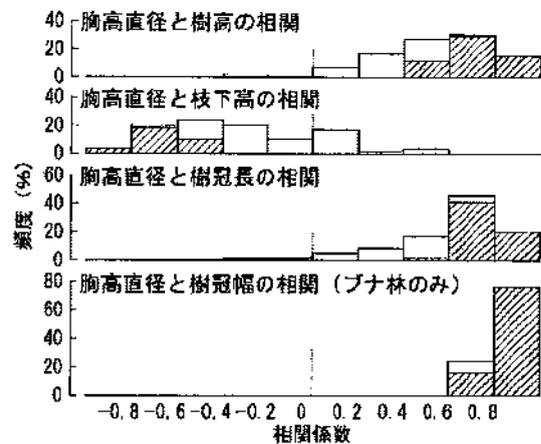


図-3 各林分内における胸高直径と樹高、枝下高、樹冠長、樹冠幅との相関係数
斜線は5%水準で相関が有意だったもの。

被率の分布は、枯れた後生枝のそれよりも低い値の方にずれていた。そこで、樹種ごとにそれぞれの林冠植被率の差を検定 (U検定) したところ、どちらにも有意な差 (ミズナラ: $p < 0.01$; クリ: $p < 0.05$) が検出された。図-7は、2年生以上の生きている後生枝について、林冠植被率と2001年の伸長量の関係を示したものである。ミズナラにおいて、両者に負の関係 ($r = -0.476$; $p < 0.01$) が認められた。このように、後生枝の生存や成長には林冠植被率、すなわち光環境が影響するとみられる。ただし、ここでは数%の林冠植被率の違いしかみていないことから、今後はもっと多様な林冠の状態のもとで調査を行うことが必要である。

間伐区の後生枝は対照区に比較すると生存率が高く、サイズも大きかった。しかし、他の間伐が行われた広葉樹林分に比べると、本試験地の間伐区は後生枝がそれほど発達していない。これは、本試験地の間伐のしかたが巻き枯らしを主に必要最小限の林冠木を処理しただけであったことによると考えられる。

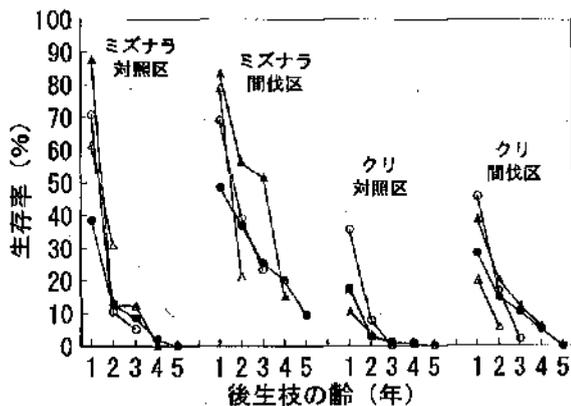


図-4 後生枝の生存率の推移

●は1997年発生、▲は1998年発生、○は1999年発生、△は2000年発生の後生枝を示す。

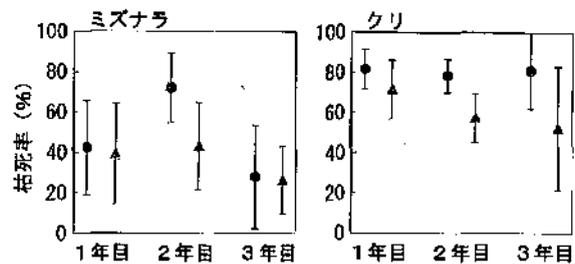


図-5 後生枝の枯死率の経年変化

●は対照区の平均値、▲は間伐区の平均値、バーはそれぞれの標準偏差を示す。

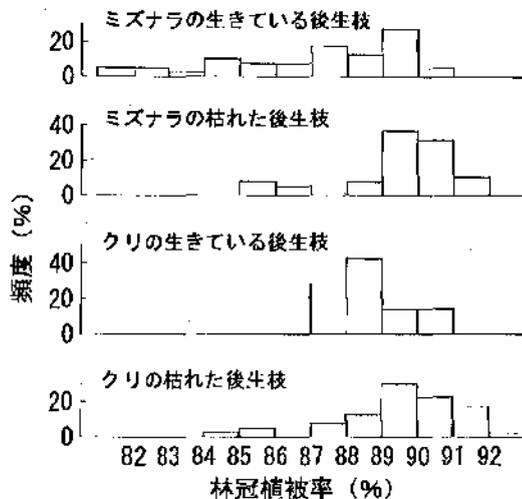


図-6 林冠植被率の頻度分布

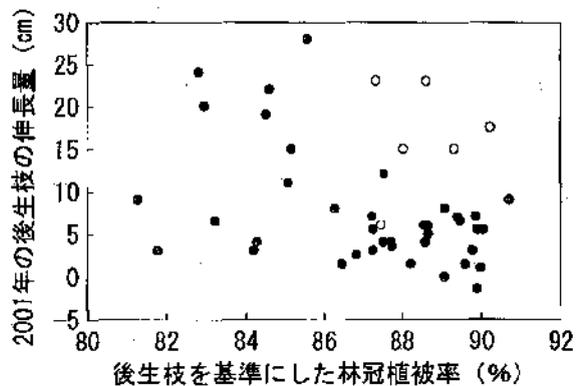


図-7 林冠植被率と後生枝の伸長量の関係

●はミズナラ、○はクリの後生枝を示す。

多様な広葉樹林の育成・管理技術の開発（国補、新技術実用化）

（平成12～16年度 2年次）

担当者 横井秀一 大橋章博 井川原弘一 中島美幸 野平照雄

1. 研究目的

森林の有する様々な機能に対する社会的なニーズが高まりをみせる中、広葉樹林に寄せられる県民の期待は大きい。本県の広葉樹林は民有林面積の45%を占め、その多くは冷温帯地域に分布している。冷温帯の広葉樹林は、人々の生活と密接に関わり地場産業の発展に寄与するとともに、県土の保全にも多大な貢献を果たしてきた。しかし近年では、その面積が減少し、残存する広葉樹林の環境資源や木材資源としての質もかつてと比較すると低下している。このため、冷温帯の広葉樹林に対して一般県民からは公益的機能の充実、森林所有者と木工・家具業界からは木材生産機能の充実が強く求められている。

こうした県民のニーズに応え、質の高い広葉樹林を育成するために重要なことは、目的とする機能を明確にし、その目的に応じて最適な施業を実施することである。しかし、広葉樹林施業には未解決な問題が多いことに加え、木材生産以外を目的とする施業技術はこれまでほとんど研究されていない。

また、本県の冷温帯地域は自然性が高く、樹木の天然分布からも重要な位置にあるため、将来、苗木の移入に伴う遺伝子の攪乱が問題となることが危惧される。一方で、林業の保続の面からは生態育種の有効性も指摘されている。しかし、遺伝子レベルで広葉樹林施業を評価した研究はこれまでに例がない。

そこで、広葉樹林育成の目的を整理し、それぞれの目的に対応した施業技術を提供することと、遺伝子レベルでの議論を含めて広葉樹林施業の方向性を提示することを目的に本研究を実施する。そのため本研究では、広葉樹林施業の目的に応じた目標林型の解明、植栽あるいは既存林分の改良による目標とする広葉樹林の育成技術の開発、主要造林樹種の遺伝情報の収集と整理を行う。

2. 研究方法

2.1 木材生産型広葉樹林の育成・管理技術の開発

2.1.1 主要広葉樹の細り表の調製

市場における材の径級は、末口径－立木状態で胸高位置よりも高い部位の直径で表される。そのため、生産目標をもとに目標林型を設定しようとするときには、樹幹の細りに関する情報が必要になる。そこで、広葉樹の樹幹細り表を調製するため、ミズナラ、ブナ、クリ、ホオノキ（計120本）を対象に胸高直径と上部直径とを調査した。直径の測定は、地上高1.2mから8.2mまで1mごとに、ベントプリズムキャリパーを用いて行った。

今年度はそのうちのクリについて、過去に調査したデータを合わせて検討し、細り表を調製した。

2.1.2 広葉樹二次林の除伐試験地の設置

市場価値の高い立木が少ない広葉樹二次林を除伐によって改良することができるかどうか検討するため、下呂町小川（小川長洞国有林1112イ林小班）に除伐試験地を設置した。試験地の位置は東西に走る緩やかな尾根を北側に少し下がった斜面上部で、その標高は620～640mである。当林小班は1965年にヒノキ人工林の皆伐後にヒノキとコバノヤマハンノキが植栽された再造林地であり、試験地付近はコバノヤマハンノキが植栽された場所である。しかし、植栽されたコバノヤマハンノキは1992年にはほとんど消失し、現在では天然更新した広葉樹が林分を構成している。

試験区の設定とそれに伴う調査は、5月に行った。試験区（除伐区210㎡、対照区222㎡）を緩衝帯

をはさんで等高線方向に並べて設定した後、胸高直径3 cm以上の立木を対象に毎木調査（樹種名、胸高直径、樹高、枝下高）を行い、さらに立て木（両区とも）と伐り木（除伐区のみ）の選木を行った。立て木は樹種と樹幹の形態からみて用材としての市場価値が高そうな個体、伐り木は立て木の生育を阻害する可能性がある個体とし、どちらも主に上層木から選木した。これらの調査が完了した後、除伐区において伐り木を伐倒した。

2.1.3 除伐によるスギ不成績造林地の針広混交林化技術の開発

天然更新した広葉樹が混交するスギ不成績造林地の改良も広葉樹林施業の一環として考えることができることから、1990年に除伐を行ったスギ不成績造林地改良試験地（宮川村洞）の調査を行い、除伐効果を評価した。

試験地は除伐A区（544㎡）、除伐B区（644㎡）、無施業区（356㎡）から構成されている。除伐A区ではスギを全て保残し、スギのない部分では市場価値の高そうな広葉樹を立て木とし、それ以外の広葉樹を全て除伐した。除伐B区ではスギと広葉樹のどちらでも市場価値の高そうな個体を立て木とし、その成長を阻害する個体だけを除伐した。試験地設定時の林分の状況は横井・山口（1992）を、また除伐前後の試験地の概要は横井（2002b）を参照されたい。

調査は、7月に胸高直径と樹高を測定し、樹冠級（優勢木、準優勢木、介在木、被圧木）を判定した。また、優勢木と準優勢木については、将来用材としての利用が期待できるかどうかを樹種と幹の形質から評価し、これを利用期待度（できる-1；できない-2）とした。継続調査は、これまで全て標準木を対象に行ってきたが、無施業区に標準木になっていない優勢木と準優勢木がみられたことから、今年度はこれらを含めて調査した。

2.1.4 広葉樹造林地の調査

清見村榎谷に設置した広葉樹植栽試験地を調査した。植栽樹種はミズナラ（71本）、ホオノキ（81本）、ミズキ（66本）で、植栽は1998年4月に行った。各樹種の配置は傾斜方向の列を同じ樹種とし、試験地の60%の部分では1列ごとに樹種を変え、残りの40%の部分では3列を同じ樹種とした。植栽後に無作為抽出した植栽木にツリーシェルターを設置したが、全てのツリーシェルターは2000年春までに破損した。今年度は、10月に樹高と形態を調査した。形態は、主軸に大きな曲がりや折れなどがないか観察し、それらがみられなければ1、わずかな曲がりなどがあるものの幹の形質低下につながるほどではないものを2、幹の形質低下になるような曲がりなどがあるものを3に区分した。

2.2 保健休養型広葉樹林の育成・管理技術の開発

2.2.1 森林内での景観評価

景観評価は森林内でアンケート形式で行った（表-1）。対象とした森林は、ブナ林、ミズナラ林、コナラ林、常緑広葉樹林、針広混交林である。評価は「林内景観」とその構成因子である「樹木の姿」、「色合い」、「見通しの良さ」の4項目について、「好ましい-嫌い」を基準とした7段階尺度で行った。不完全な回答を除き、評価結果に3、2、1、0、-1、-2、-3の評点を与えて解析した。解析は、緑葉期（6～9月）と落葉期（11月）に分けて行った。緑葉期の落葉広葉樹林において、林内景観の好ましさを決定づける構成因子を検討するため、林内景観と景観構成因子との間の偏相関分析を行った。また、緑葉期と落葉期における落葉広葉樹林の評価の差を検討した。なお、検討は過去に行った広葉樹林の景観評価事例も含めて行った。

調査対象林分の概要を把握する

表-1 アンケート調査の概略

評価日	評価対象森林	場所	天候	被験者	被験者数
2001/09/17	常緑広葉樹林	美濃市淵原	晴れ	生涯学習参加者	31
2001/09/17	ミズナラ林	清見村西ウレ	晴れ	生涯学習参加者	31
2001/09/17	ブナ林1	清見村西ウレ	晴れ	生涯学習参加者	31
2001/09/17	ブナ林2	清見村西ウレ	晴れ	生涯学習参加者	31
2001/09/20	針広混交林	美濃市曾代	晴れ	生涯学習参加者	19
2001/11/05	ミズナラ林	清見村西ウレ	曇り	アカデミー学生	18
2001/11/05	ブナ林1	清見村西ウレ	曇り	アカデミー学生	18
2001/11/05	ブナ林2	清見村西ウレ	曇り	アカデミー学生	18
2000/06/16	コナラ林	清見村西ウレ	晴れ	林業短大生	20
2000/06/16	ミズナラ林	清見村西ウレ	晴れ	林業短大生	20
2000/06/16	ブナ林1	清見村西ウレ	晴れ	林業短大生	20
2000/09/14	針広混交林	美濃市曾代	晴れ	林業短大生	12

ために林分調査を行った。調査内容は樹種名、胸高直径、枝下高、樹高、階層区分の毎木調査、草本層の平均的な高さや被度の記録、周囲測量である。階層区分は、樹冠が高木層にあるものを上層木、亜高木層にあるものを中層木、低木層にあるものを下層木とした。

2.2.2 景観評価へのCOSMOSの利用の検討

森林内で行う景観評価は、評価場所への移動時間などを要するため評価事例の収集効率が悪い。そのため、森林内で評価を行う代わりにスライドを利用した評価が多く行われている。しかし、この方法には森林内で行う評価に比べて林内感が得にくい欠点があると指摘されている。そこで、スライド投影画像よりも林内感が得られ、かつ景観評価の効率化が図れる調査の手段として、テクノプラザ（各務原市）に設置されているCOSMOS（没入型6面立体視システム）の利用を考えた。

今年度はCOSMOSに林内景観を投影する手法について検討した。なお、COSMOSの利用にあたっては生産情報研究所の協力を得た。COSMOSの概要については、<http://www.stp.pref.gifu.jp/htmlstpc/cosmos.htm>を参照されたい。

2.3 生物保全型広葉樹林の育成・管理技術の開発

二次林における除伐が昆虫相に及ぼす影響について検討するため、岐阜県大野郡荘川村にある広葉樹総合実験林（標高800～900m）内の広葉樹二次林に試験地を設定した。試験地は1985年3月に50～60年生の広葉樹林を皆伐したあとに更新した二次林で、面積は約0.5haである。上木にはウワミズザクラ、ホオノキ、ミズキ、シラカンバが優占し、低木にはノリウツギ、エゴノキなどが多くみられた。この林分を二つに分けて、除伐を行う除伐区と行わない無処理区を設定した。それぞれの調査区内に2つずつプロットを設定し、植生調査を行うとともに、胸高直径が3cm以上の木については胸高直径、樹高、枝下高を測定した。除伐は2001年5月に行い、ミズキ、ホオノキ、キハダ、ミズメ、ミズナラなどの有用広葉樹のみを残し、他樹種は全て伐倒した。

調査には両側に開口部をもつマレーズトラップと黄色の衝突板トラップを用いた。これを各調査区に2基ずつ設置し、2001年6月5日から同年9月21日までほぼ10日間に1回ずつ捕獲された昆虫を回収した。マレーズトラップの捕虫器には70%エタノールを500ml注入した。衝突板トラップには誘引剤は使用せず、水盤には界面活性剤（中性洗剤）と防腐剤（ソルビン酸カルシウム）を適量加えた水を用いた。試料は持ち帰って分別し、乾燥標本にして同定した。

2.4 主要造林樹種の遺伝情報の収集と整理

岐阜県の冷温帯地域に分布するホオノキ集団を対象に、アロザイムを用いてその遺伝的変異を調べた。

まず、岐阜県飛騨地方から2地域（大野郡清見村、大野郡久々野町）、中濃地方から2地域（郡上郡白鳥町、郡上郡高鷲村）を選定し、それぞれを集団とした。集団あたり30個体をサンプル木として選び、その冬芽を供試材料として採取した。

アロザイム分析では、ポリアクリルアミドゲルを支持体として電気泳動を行った。このうち、明瞭なバンドパターンが得られた8酵素9遺伝子座（Aap、Dia、Est、Got-1、Got-2、Mnr、6Pg、Pgm、Sod）から16対立遺伝子を推定し、集団遺伝学的な解析を行なった。

3. 結果と考察

3.1 木材生産型広葉樹林の育成・管理技術の開発

3.1.1 主要広葉樹の細り表の調製

クリの胸高直径と各上部直径は、それぞれ1次関数で回帰できた。回帰係数は高い位置のものほど小さくなる傾向が認められた。また、定数項にも高さとの関係がみられた。これらの情報をもとに検討した結果、胸高直径から任意の高さの上部直径を推定するための方法として、次式が得られた。

$$Dh=1.02DBH-0.0273hDBH-0.183h+0.0544$$

ここで、 D_h は任意の地上高 h (m)における上部直径 (cm)、 DBH は胸高直径 (cm)である。この式をもとに調製した細り表を表-2に示す。

なお、検討に使用したデータはすべて清見村か荘川村で調査されたものである。他の地域のデータとの照合が済んでいないことから、ここに示した推定式と細り表の適用範囲は、今のところ清見村と荘川村に限定される。本件に関する検討の過程などの詳細は、当所の研究報告 (横井、2002a)を参照されたい。

3.1.2 広葉樹二次林の除伐試験地の設置

胸高直径3 cm以上の立木密度は、除伐区で9,619本/ha、対照区で11,306本/haであった。最も個体数が多かった樹種はシロモジで、次いでエゴノキ、マンサクの個体数が多かった。立て木には、通常の用材向きのものと

してクリ、ホオノキ、ミズメなどがまず選木されたものの、その本数が少なかったため、床柱に用いられることがあるナツバキとリュウブが加えられた。その本数は除伐区が762本/ha、対照区が541本/haであった。一方、除伐区における伐り木の本数は、1,381本/haであった。

試験地の樹高階分布は、6~7 mにピークがある1山型の分布であった (図-1)。その中で、立て木や伐り木が上層の個体を中心に選木されていることがわかる。胸高直径階分布は、最小直径階の個体数が特に多いL字型の分布であった (図-2)。

3.1.3 除伐によるスギ不成熟造林地の針広混交林化技術の開発

除伐後11年が経過し、除伐区においても林冠は既に閉鎖し、個体の優劣が明確になっていた。そこで、将来の主林木の候補である現在の優勢木や準優勢木について検討を行った。

各試験区の優勢木・準優勢木 (無施業区は標準木のみ) の11年間の胸高直径成長量の平均値は、スギが7.7~8.9 cm、広葉樹が7.0~7.4 cmで、両者とも試験区間に差は認められなかった (Kruskal Wallis 検定、 $p > 0.05$)。同様に樹高成長量の平均値は、スギが5.3~6.0 mで試験区間に差はなく (Kruskal Wallis 検定、 $p > 0.05$)、広葉樹が4.8~5.5 mで除伐A区が他の2区より小さかった (Kruskal Wallis 検定、 $p < 0.05$)。したがって、成長量の平均値でみる限り、除伐による成長促進効果は認められなかった。

表-2 クリの細り表 (岐阜県清見村および荘川村)

胸高直径 (cm)	高さ (m)						
	2.2	3.2	4.2	5.2	6.2	7.2	8.2
10	9	8	8	7	7	6	6
12	11	10	10	9	9	8	8
14	13	12	11	11	10	10	9
16	14	14	13	13	12	11	11
18	16	16	14	14	14	13	12
20	18	18	16	16	14	14	14
22	20	18	18	18	16	16	16
24	22	20	20	20	18	18	16
26	24	22	22	20	20	20	18
28	26	24	24	22	22	20	20
30	28	26	26	24	24	22	22
32	30	28	28	26	26	24	22
34	32	30	30	28	26	26	24
36	34	32	30	30	28	28	26
38	36	34	32	32	30	28	28
40	36	36	34	34	32	30	30
42	38	38	36	34	34	32	30
44	40	40	38	36	36	34	32
46	42	42	40	38	36	36	34
48	44	44	42	40	38	38	36
50	46	46	44	42	40	38	38
52	48	46	46	44	42	40	38
54	50	48	48	46	44	42	40
56	52	50	48	48	46	44	42
58	54	52	50	48	48	46	44

全ての直径は、樹皮込みの値である。

胸高直径は通常の2cm括約である。

上部直径は、切り捨てによる2cm括約 (14cm未満は1cm括約)である。

大枝 (枯枝を含む)より下の部分にのみ対応。

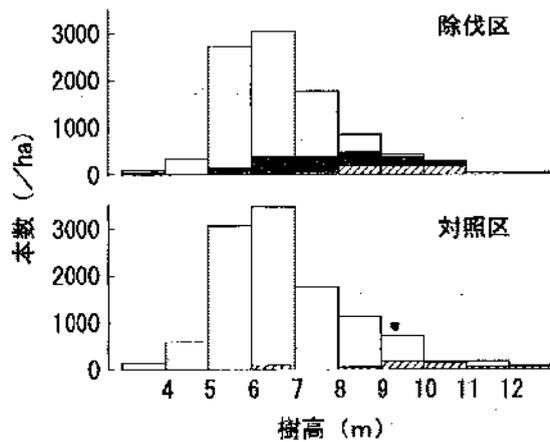


図-1 下呂除伐試験地における樹高階分布
斜線は立て木、黒は伐り木、白はその他を示す。

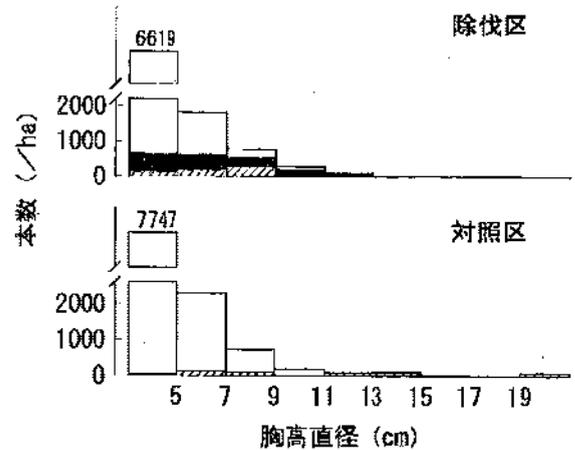


図-2 下呂除伐試験地における胸高直径階分布
斜線は立て木、黒は伐り木、白はその他を示す。

図-3は、優勢木・準優勢木の利用期待度別の本数割合である。スギと広葉樹の合計値でみると、優勢木・準優勢木の本数は無施業区が除伐区の1.3~1.4倍であった。しかし、利用期待度1の本数は除伐区の方が多く、その結果、全体に占める利用期待度1の割合は除伐区(73~84%)が無施業区(49%)よりも大きくなった。

図-4には、優勢木・準優勢木の利用期待度別の胸高断面積合計の割合を示した。スギと広葉樹を合わせた優勢木・準優勢木の胸高断面積合計は、試験区間でほとんど異ならなかった。しかし、利用期待度1の胸高断面積合計は、除伐区が無施業区の1.5~1.7倍であった。本数、胸高断面積合計とも、除伐A区と除伐B区の差はそれらと無施業区との差に比較して小さかった。

以上のことから、除伐は森林の質の改良に効果があったと考えることができる。これは、除伐区では選抜された立て木に資源が集中的に配分されたことによると考えてよいであろう。

3.1.4 広葉樹造林地の調査

植栽してから4年間の生存率はミズナラが94%、ホオノキが94%、ミズキが74%であった。また、植栽本数に対する形態1の割合は、ミズナラが69%、ホオノキが56%、ミズキが33%であった。ただし、形態1としたものの中には、途中に何らかの被害を受け根元から発生した萌芽が現在の主軸になり、その形態が良いものも含まれている。

2001年における生存個体の平均樹高は、ミズナラが154.8cm、ホオノキが147.8cm、ミズキが128.1cmであった。また、形態1の平均樹高は、ミズナラが156.8cm、ホオノキが165.3cm、ミズキが163.1cmであった。

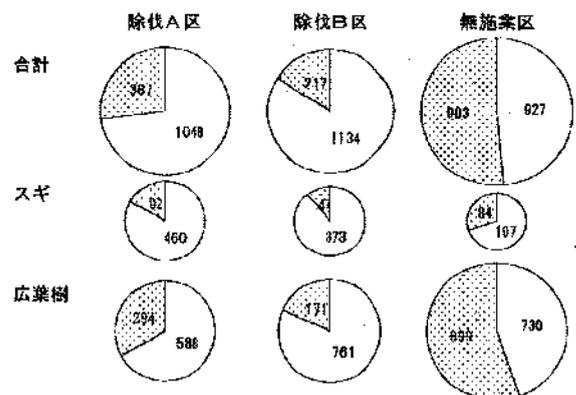


図-3 優勢木の利用期待度別本数割合

白の部分は利用期待度1、ドットの部分は利用期待度2を示す。各グラフの面積は、胸高断面積合計に比例する。図中の数字は、本数の実数(本/ha)を示す。

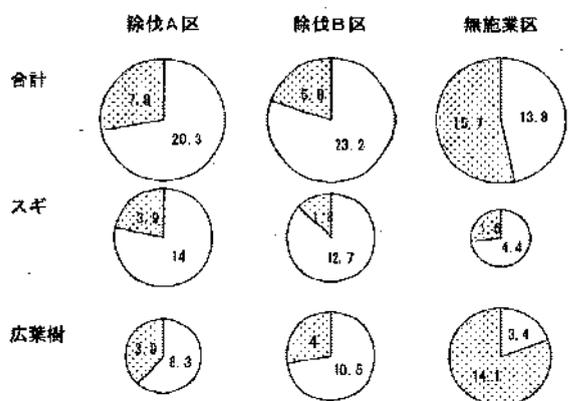


図-4 優勢木の利用期待度別胸高断面積割合

白の部分は利用期待度1、ドットの部分は利用期待度2を示す。各グラフの面積は、胸高断面積合計に比例する。図中の数字は、胸高断面積合計の実数(m²/ha)を示す。

表-3 調査対象林分の概要

名称	優占種	上層木 平均胸高直径 (cm)	上中層木 立木密度 (本/ha)	下層木 立木密度 (本/ha)	上層木 平均枝下高 (m)	上層木 平均樹高 (m)
ブナ林1*	ブナ	35.7	370	1,260	7.6	21.4
ブナ林2	ブナ	28.9	850	400	6.3	17.7
ミズナラ林*	ミズナラ	52.5	140	30	4.2	18.7
コナラ林*	コナラ	13.2	2,290	1,700	6.0	12.4
常緑広葉樹林	シラカシ・タブノキ	33.1	650	1,210	8.4	23.5
針広混交林*	コナラ・アカマツ	29.0	510	610	5.8	17.4

*: 林分調査は2000年以前に行っている

表-4 林内景観と構成因子の好ましさの2次偏相関

	n	樹木の姿	色合い	見通し
落葉広葉樹林	145	0.472 **	0.229 **	0.114
制御変数		色合い	見通し	樹木の姿
		見通し	樹木の姿	色合い

*: $p < 0.10$, **: $p < 0.05$

表-5 緑葉期と落葉期での評価の違い

	ブナ林1	ブナ林2	ミズナラ林
林内景観	—	—	**
樹木の姿	—	**	**
森林内の色合い	**	**	*
見通しの良さ	*	—	—

Mann-Whitney U-検定 *: $p < 0.10$, **: $p < 0.05$

3.2 保健休養型広葉樹林の育成・管理技術の開発

3.2.1 森林内での景観評価

表 3は調査対象林分の概要である。ブナ林1とブナ林2では、ブナ林2よりもブナ林1の方が下層木の密度が高いことが大きな特徴である。ミズナラ林は上層木の平均直径が50cmを超え、立木密度の低い林分であった。コナラ林は胸高直径が細い、若齢の二次林であった。常緑広葉樹林は岐阜県内の照葉樹林の北限である美濃市洲原にある林分で、調査プロット内の上層木はシラカシやタブノキが多かった。針広混交林はコナラとアカマツを主体とした林分であった。

緑葉期における心象評価の結果を図-5に示す。ここでは、被験者の80%以上に好ましい(評点1~3)と評価された林分を好まれた林分、被験者の50%以上に嫌い(評点-1~-3)と評価された林分を嫌われた林分として検討することにした。林内景観が好まれた林分はブナ林1、ブナ林2、ミズナラ林、常緑広葉樹林であった。樹木の姿が好まれた林分はブナ林1、ブナ林2、ミズナラ林、常緑広葉樹林であった。森林内の色合いが好まれた林分は落葉広葉樹林の全てと常緑広葉樹林であった。見通しの良さが好まれた林分はミズナラ林と常緑広葉樹林、嫌われた林分はコナラ林であった。これらのことから、林内景観が好ましいと評価された林分は、景観構成因子も好ましいと評価されていることがわかった。

表-4に緑葉期の落葉広葉樹林における林内景観と景観構成因子の好ましさに関する2次偏相関分

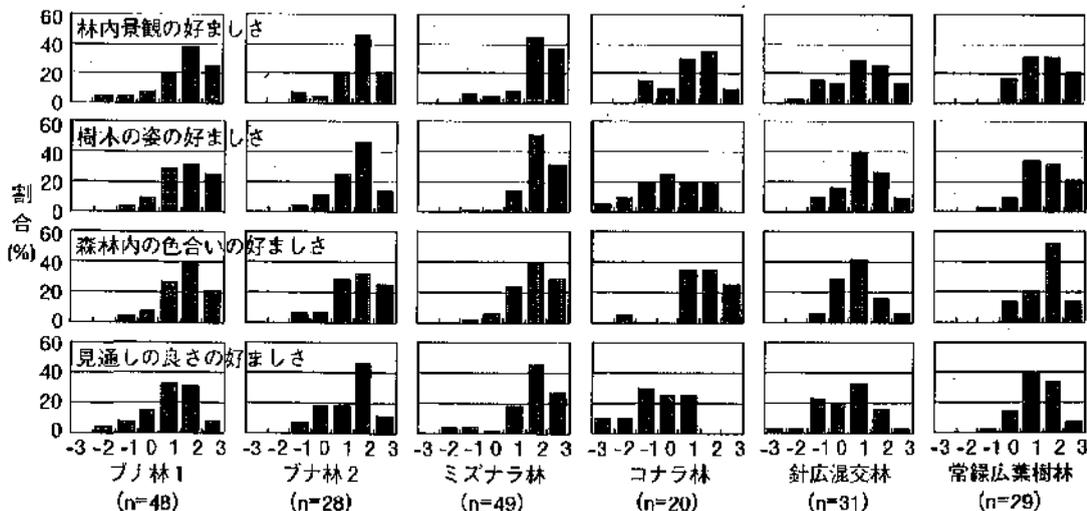


図-5 心象評価の結果(緑葉期)

析の結果を示す。林内景観との相関が有意であった景観構成因子は、樹木の姿と森林内の色合いであった。また、偏相関係数からみると樹木の姿との関係が特に強いことがわかった。このことから、林内景観の好ましさに大きく寄与する因子は樹木の姿の好ましきであると考えられる。

図-6は、落葉期の心象評価の結果である。緑葉期と同様な基準で林内景観が好まれた林分はブナ林1とミズナラ林であった。樹木の姿ではミズナラ林が、森林内の色合いではブナ林1とミズナラ林が、見通しの良さではブナ林1とミズナラ林が好まれた。落葉期においても、林内景観が好まれた林分は、景観構成因子も好ましいと評価されていた。

次に、緑葉期と落葉期の両方のデータがあるブナ林1、ブナ林2、ミズナラ林において、時期による評価の違い(表-5)を検討する。林内景観の好ましきは、ミズナラ林で時期による評価の違いがみられた。樹木の姿の好ましきに違いがみられたのは、ブナ林2とミズナラ林であった。森林内の色合いの好ましきは、全ての林分において違いが認められた。このことから、森林内の色合いの評価は季節の影響を強く受けると考えられた。見通しの良さの好ましきでは違いがみられなかったことから、見通しの良さに葉量などの影響はほとんどないものと考えられる。つまり、見通しの良さの好ましきに関係するのは、上中層木の幹部であると考えられる。ただし、緑葉期と落葉期とでは被験者が異なっていることから、季節による評価の違いを明らかにするためには、さらに調査・検討を重ねる必要がある。

3.2.2 景観評価へのCOSMOSの利用の検討

COSMOS内に森林内の景観を再現する方法として、大きな疑似球体の内部に林内の画像を貼り付ける手法を考え、これに最も適した画像の撮影の仕方について検討した。COSMOSに3次元的な林内景観を投影するためには中心点(評価者の目の位置)からの全方向をカバーするデジタルデータが必要であることから、デジタルカメラ(Nikon COOLPIX 990:334万画素)にフィッシュアイコンバータを取り付けて、画角180°で撮影した。撮影された画像は、1024×1024pixelの正方形に収まるように加工した。いくつかの条件で撮影したものを実際に投影して検討したところ、正面(被験者の視線の方向)の画像とそこから120°の角度をなす2方向の画像を、最大解像度(本機種では2048×1536pixel)で撮影したものを合成したときに最も良い結果が得られた。

次年度以降は、森林内とスライド投影、COSMOSにおいて景観評価を行い、景観評価の研究でのCOSMOSの実用性を検討する予定である。

3.3 生物保全型広葉樹林の育成・管理技術の開発

全期間を通してマレーズトラップで34科225種1095頭の甲虫が捕獲された(表-6)。種数が多かったのはカミキリムシ科、ゾウムシ科、ハムシ科、ジョウカイボン科で順に50種、27種、23種、19種であった。無処理区と除伐区で比較すると、無処理区は155種、486頭であったのに対し、除伐区は156種、609頭と大きな差は認められなかった。また、平均多様度および相対多様度も無処理区で6.1147、0.8393であったのに対し、除伐区で6.2909、0.8646と大きな差はみられなかった。そこで、これを種群別に比較するため、種数が10種以上捕獲された7科について同様の検討をおこなった。その結果、ハムシ科、オトシブミ科、ジョウカイボン科では種構成や平均多様度に差がみられた。ハムシ科、オトシブミ科では種数、多様度指数ともに無処理区が高く、ジョウカイボン科では逆に除伐区が高くなった。また、カミキリムシ科、ゾウムシ科は群集構造の比較に取り上げられることが多いが、今回の調査では明瞭な差は認められなかった。

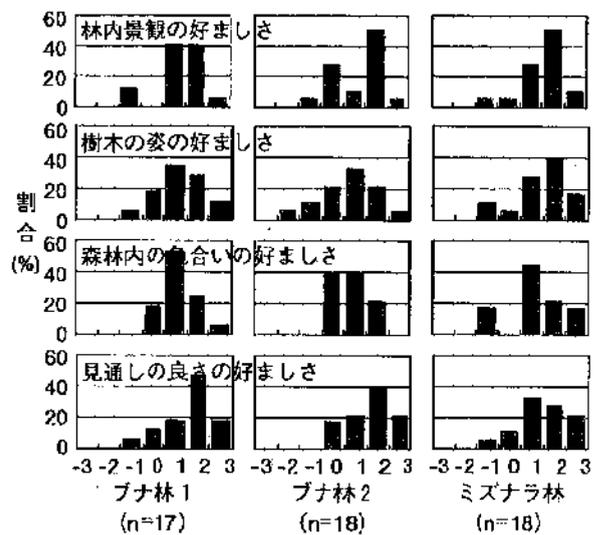


図-6 心象評価の結果(落葉期)

表-6 トラップで捕獲された甲虫類の種類および固体数

科	マレーズトラップ						衝突板トラップ					
	無処理区		除伐区		全体		無処理区		除伐区		全体	
	s	n	s	n	s	n	s	n	s	n	s	n
オサムシ	1	1	4	8	4	9	4	11	6	31	7	42
チビシデムシ									1	2	1	2
シデムシ	1	1			1	1	4	132	3	86	4	218
ハネカクシ	4	13	4	16	6	29	8	59	9	41	11	100
マルハナノミ	1	3	2	3	2	6						
コガネムシ	3	27	4	4	4	31	7	22	10	27	13	49
ナガハナノミ									1	1	1	1
タマムシ	1	2	1	11	1	13	1	4	2	403	2	407
ナガハナノミダマシ	1	1			1	1	1	1			1	1
コメツキムシ	3	3	1	2	4	5	5	6	12	47	13	53
コメツキダマシ	1	1	1	1	1	2	2	11	3	3	5	14
ベニボタル	9	18	6	12	11	30			4	7	4	7
ホタル	4	33	3	17	4	50	3	6	2	5	4	11
ホタルモドキ			1	2	1	2						
ジョウカイボン	12	81	17	95	19	176	10	184	11	336	14	520
シバンムシ			1	2	1	2						
カッコウムシ	2	3	2	2	4	5	2	2	1	3	2	5
ジョウカイモドキ									1	2	1	2
ケシキスイ	2	2			2	2	3	13	7	12	8	25
ヒラタムシ									1	2	1	2
オオキシムシ							1	2	1	6	1	8
コメツキモドキ	1	2			1	2						
ムクゲキシムシ							1	1			1	1
オオキノコムシ	1	1			1	1						
テントウダマシ	0	0	1	7	1	7						
テントウムシ	7	11	8	12	10	23	6	9	7	29	11	38
ヒメマキムシ			1	2	1	2						
コキノコムシ									1	1	1	1
ナガクチキムシ	1	3	1	4	2	7	2	2			2	2
ハナノミ	4	6	4	18	6	24	1	2	2	11	2	13
ヒラタナガクチキムシ									1	1	1	1
クビナガムシ	1	1			1	1	1	1	1	13	1	14
カミキリモドキ	3	4	4	5	4	9	2	3	1	3	3	6
アカハネムシ	4	8	2	4	4	12						
クチキムシダマシ									1	2	1	2
ハムシダマシ	3	14	3	6	3	20	2	2	3	27	3	29
クチキムシ	2	6	2	2	3	8	1	4	2	2	3	6
カミキリムシ	30	91	40	197	50	288	13	22	29	198	33	220
ハムシ	16	56	15	82	23	138	10	34	29	185	31	219
ヒゲナガゾウムシ	4	6	6	14	7	20			1	1	1	1
オトシブミ	13	27	4	8	14	35	11	19	15	40	21	59
ホソクテゾウムシ							1	1	1	1	1	2
ゾウムシ	19	60	18	73	27	133	15	54	34	105	41	159
ナガキクイムシ	1	1			1	1						
クイムシ							4	9	1	3	4	12
不明							1	1	2	3	2	4
計	155	486	156	609	225	1095	122	617	206	1639	256	2256
平均多様度 (H')	6.1147		6.2909				5.1461		5.4019		5.6717	
相対多様度 (J')	0.8393		0.8646				0.7425		0.7028		0.8183	

黄色衝突板トラップでは36科256種2256頭の甲虫が捕獲された。種数が多かったのはゾウムシ科、カミキリムシ科、ハムシ科、オトシブミ科で、順に41種、33種、31種、22種であった。除伐区と無処理区で比較すると、除伐区は206種、1639種であったのに対し、無処理区は122種、617頭と、種数、個体数ともに除伐区が多かった。しかし、平均多様度および相対多様度は無処理区では5.1461、0.7425であったのに対し、除伐区では5.4019、0.7028と大きな差はみられなかった。マレーズトラップと同様に10種以上捕獲された科について種群別の検討を行った結果、多くの科で差がみられた。このうちテントウムシ科、カミキリムシ科では無処理区で多様度が高く、ハネカクシ科、コガネムシ科、コメツキムシ科、ジョウカイボン科、ハムシ科、オトシブミ科、ゾウムシ科では除伐区で多様度が高くなった。また、タマムシ科では無処理区が4頭であったのに対し、除伐区が403頭捕獲され試験区による差がみられた。

トラップ別で比較すると、種数、個体数はともに衝突板トラップで多く、多様度指数はマレーズトラップで高くなった。これは衝突板トラップがマレーズトラップに比べ特定の種群を多く捕獲する傾向が強いため、特にタマムシ科、カミキリムシ科、ハムシ科で顕著であった。

次に種多様性の変化を図-7に示した。多様度は、8月下旬にかけては両試験区とも高いが、無処理区では8月以降急激に低下した。これは捕獲種数が2~4種と少なくなったことによるが、除伐区ではこれほどの急激な低下はみられなかった。

以上の結果から、トラップで捕獲された甲虫類の種構成は除伐区と無処理区で違いが認められた。また、種構成に差がみられた種群はトラップの種類によって異なった。今後は除伐から年数を経るにしたがって甲虫相がどう変化していくかを継続して調査する必要がある。また、今回の調査で種構成に差が認められた種群が環境指標として妥当であるかについて検討するため、様々な二次林で同様の手法で調査を行い、データを蓄積していく必要がある。

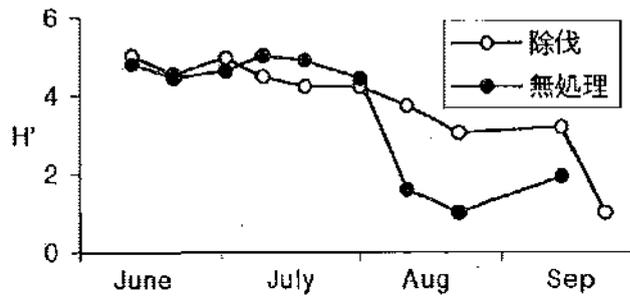
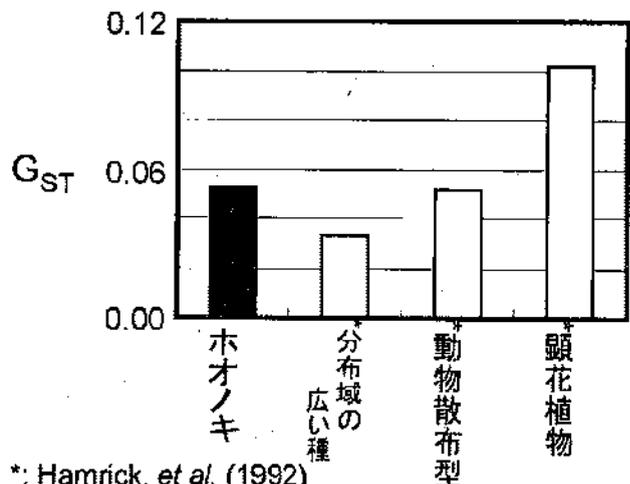


図-7 甲虫群集多様性の変化

表-7 各集団における遺伝的変異量

集団	P	Na	He	FIS
高鷲	66.7	1.78	0.115	-0.012
清見	66.7	1.78	0.086	0.034
久々野	33.3	1.33	0.078	-0.018
白鳥	33.3	1.33	0.092	-0.017
平均	50	1.56	0.093	

P: 多型的遺伝子座の割合
 Na: 一遺伝子座あたりの対立遺伝子数
 He: ヘテロ接合度の期待値
 FIS: 近交係数



*: Hamrick, et al. (1992)

図-8 集団間の遺伝分化の程度

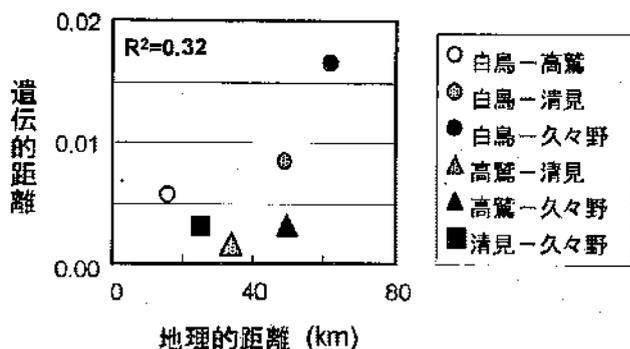


図-9 集団間の地理的距離と遺伝的距離の関係

3.4 主要造林樹種の遺伝情報の収集と整理

解析に用いた8酵素9遺伝子座のうち、Got-2とSodを除く7遺伝子座が多型であった。各集団のヘテロ接合度の期待値は、久々野で0.078と最も小さく、高鷲で0.115と最も高かった(表-7)。これを木本植物のヘテロ接合度の平均値として示されている0.17 (Hamrick et al., 1992) と比較すると、岐阜県の冷温帯地域のホオノキ集団は遺伝的変異が低いと考えられた。また、集団内の近親交配の度合いを表す近交係数FISは、-0.012~0.034であり、いずれも0からの有意なずれは認められなかった。このことから、これらの集団はいずれも任意交配下にあることがわかった。

4集団間の遺伝的分化を示すGSTは、0.052であった(図-8)。この値は顕花植物のアロザイムデータで算出されている平均値 (Hamrick et al., 1992) の約半分の大きさであったことから、ホオノキ集団の遺伝分化の程度は低いと考えられた。一方、ホオノキと同様の特性を持つ植物(分布域の広い種および種子散布が動物散布型の種)で求められているGSTの平均値と比較したところ、調査した4集団間のGSTは分布域の広い種よりも大きく、動物散布型の種と同程度であった。このことから、ホオノキは分布域の広い種の中では遺伝分化が進んでいると考えられた。また、集団間の地理的距離と遺伝的距離の関係を調べたところ、両者の間に相関は認められなかった(図-9)。ただし、ホオノキの分布域に対して今回のサンプリングの範囲は非常に小さいことから、ホオノキの遺伝分化の程度やその集団間の地理的距離と遺伝的距離の関係を明らかにするには、より広い範囲でサンプリングを行い解析を進める必要がある。

4. 文 献

- Hamrick, J. L., Godt, M. J. and Sherman-Broules, S. L. (1992) Factors influencing levels of genetic diversity in woody plant species. *New Forests* 6: 95-124.
- 横井秀一 (2002a) 用材生産に適応したクリの細り表の調製. *岐阜県森林研研報* 31: 1-6.
- 横井秀一 (2002b) スギ不成績造林地をより良い山に一広葉樹が混交する不成績造林地の除伐による改良-. *岐阜県森林研情報* 71: 2-3.
- 横井秀一・山口清 (1992) 雪害により不成績地化したスギ造林地の現況. *日林中支論* 40: 63-64.

長期育成循環施業に対応する森林管理技術の開発（国補、大プロ）

（平成11～15年度 3年次）

担当者 大洞智宏 横井秀一 井川原弘一

1. 試験目的

近年、スギ・ヒノキの材価が低迷しているため林業の不振が続いている。一方、県民の森林に対する意識は、木材生産から環境保全機能に向かっている。このため、大径材を生産することで材価の低迷に対抗でき、なおかつ様々な環境保全機能を高めるといわれる長伐期施業が注目されている。しかし、長伐期施業には育林技術、適地条件、導入によって発生するリスクなど未解明な点が多く存在している。そこで、高齢人工林の実態を把握し、地域に適合した長伐期施業技術について検討を行う。

2. 試験方法

2.1 東濃地域ヒノキ材の価格・形質調査

岐阜県森林組合連合会東濃共販所においてヒノキ3m材（120本）の価格及び形質の調査を行った。調査は平成13年6月8日、28日、7月9日、18日、10月29日、11月8日、19日の市日に末口径30cm以上の元玉に限って行った。調査項目は、価格、末口径、末口年輪数、芯から20年ごとの年輪幅、偏芯の有無、枝・節の有無、元口年輪数である。この結果をもとに、形質・価格からみた長伐期施業による高価格材生産の条件を明らかにするため、数量化I類による解析を行った。

2.2 東濃地域ヒノキ林分調査

東濃地域のヒノキ林、8林分で樹高、胸高直径、枝下高、立木密度調査を行った。調査結果をもとに枝下高を基準とした長伐期林分管理技術の検討を行った。

2.3 長伐期施業に対応したシステム収穫表の作成

前年度に加子母村で採取した樹幹解析試料（8本分）を読みとった。また、その結果からシステム収穫表に必要なパラメーターの算出に必要な解析を行った。

福岡町の県有林において樹幹解析試料（5本分）の採取を行った。

3. 結果と考察

3.1 東濃地域ヒノキ材の価格・形質調査

末口径と価格の関係を図-1に示す。径級にかかわらず価格のばらつきは大きかった。次に、年輪幅のばらつき具合と価格の関係をみるため芯から20年ごとの各平均年輪幅の標準偏差と価格の関係を図-2に示す。標準偏差が大きくなると価格の高いものが少なくなる傾向がみられた。

価格を外的基準として末口径、偏芯、枝・節の有無、年輪幅の標準偏差（解析1）、または20年ごとの平均年輪幅（解析2）を要因として数量化I類を行った。数量化I類の結果を表-1に示す。解析1では枝・節の有無、年輪幅の標準偏差が範囲、偏相関係数ともに高い値であった。また解析2では枝・節の有無、20～40年の平均年輪幅、40～60年の平均年輪幅、60～80年の平均年輪幅が範囲、偏相関係数ともに高い値であった。

上記の要因のカテゴリとスコアの関係を検討すると、枝・節の有無では「無し」のカテゴリのスコアが大きかった。年輪幅の標準偏差では「0.5以下」のカテゴリのスコアが大きかった。20～40年の平均年輪幅では「1.51～2.0mm」と「2.01～2.5mm」のカテゴリでスコアが大きかった。40～60年の平均年輪幅では「2.01～2.5mm」と「1.51～2.0mm」のカテゴリでスコアが大きかった。60～80年の平均

年輪幅では「1.0~1.51mm」と「2.01mm以上」のカテゴリでスコアが大きかった。

これらのことから、次の点が高価格材の生産できる長伐期施業の条件であると考えられた。①年輪幅のばらつきが小さいこと。②年輪幅が2mm前後であること。③伐期には地上高3.5~4mまでの節の巻き込みが終了していること。

3.2 東濃地域ヒノキ林分調査

同一林分内での胸高直径と樹高、枝下高の関係を蛭川村の林分を例として図-3に示す。胸高直径15cm以上では個体の大きさにかかわらず、枝下高はほぼ一定であった。

樹冠の大きさと林分の混み具合の関係をみるため、相対幹距と樹冠長率（樹高に対する樹冠長の割合）の関係を図-4に示した。今回の調査では調査林分数が少ないが、相対幹距が大きくなれば樹冠長率が大きくなる関係がみられた。

今後は、これらの関係を発展させ、樹冠長を最大にできる樹高と立木密度の関係を明らかにし、間伐が遅れた高齢林分での間伐指標としていきたい。

3.3 長伐期施業に対応したシステム収穫表の作成

同齢単純林では一般に期首直径が大きいほど定期直径成長量も大きくなるといわれている。今回の樹幹解析結果からもこのことが確認された。80年生と70年生、60年生、50年生時を例として図-5に示す。次に、図-5の回帰直線のx切片と各林齢時の平均直径の関係をみた（図-6）。この回帰直線の式を変形させることによって、各立木の直径成長量の平均直径成長量に対する比が各立木の直径と平均直径との差の一次式で表すことができる。図-6の回帰直線の傾きは1に近く、このような傾向は過去の報告にもみられる。

今後は調査事例を増やし、回帰式の信頼度を高くし、システム収穫表に必要なパラメーターを算出する予定である。

福岡町で採取した試料については現在解析中である。

表-1 数量化I類による原木形質の解析結果

要因	カテゴリ	解析 1			解析 2		
		スコア	範囲	偏相関係数	スコア	範囲	偏相関係数
末口径	30cm	-5.711	14.123	0.127	-5.216	14.918	0.131
	32cm	2.620			1.086		
	34cm以上	8.412			9.702		
偏芯の有無	有り	-12.257	17.705	0.182	-11.141	16.093	0.169
	無し	5.448			4.952		
枝・節の有無	有り	-25.964	32.534	0.283**	-22.427	28.101	0.249*
	無し	6.569			5.674		
年輪幅の標準偏差	0.5以下	20.768	46.842	0.385**			
	0.51~0.9	-7.465					
	0.9以上	-26.075					
20年以下の平均年輪幅	1.5mm以下				2.868	4.501	0.034
	1.51~2.0mm				0.823		
	2.01~2.5mm				-1.634		
	2.51mm以上				-0.606		
20~40年の平均年輪幅	1.5mm以下				-5.292	33.481	0.335**
	1.51~2.0mm				17.350		
	2.01~2.5mm				16.589		
	2.51mm以上				-16.131		
40~60年の平均年輪幅	1.0mm以下				-5.466	29.825	0.228*
	1.01~1.5mm				-24.716		
	1.51~2.0mm				4.913		
	2.01mm以上				5.109		
60~80年の平均年輪幅	1.0mm以下				4.561	29.751	0.289**
	1.01~1.5mm				12.630		
	1.51~2.0mm				-17.121		
	2.01mm以上				10.448		
重相関係数		0.488**		0.529**			

*: $p < 0.05$ で有意, **: $p < 0.01$ で有意

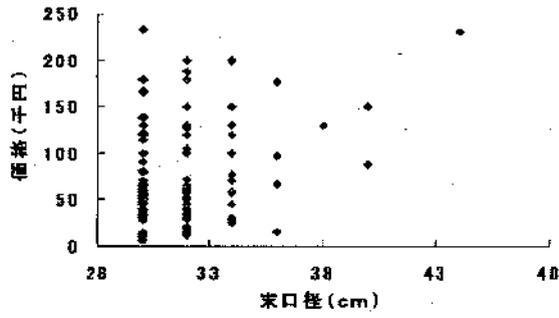


図-1 径級と価格の関係

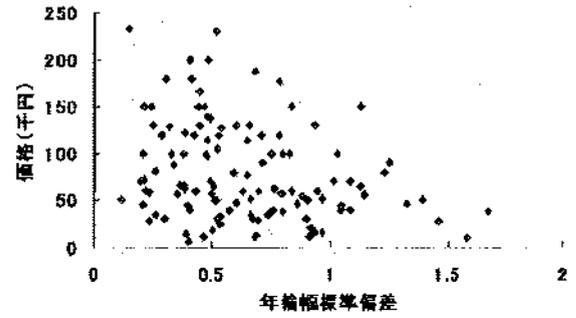


図-2 年輪幅の標準偏差と価格の関係

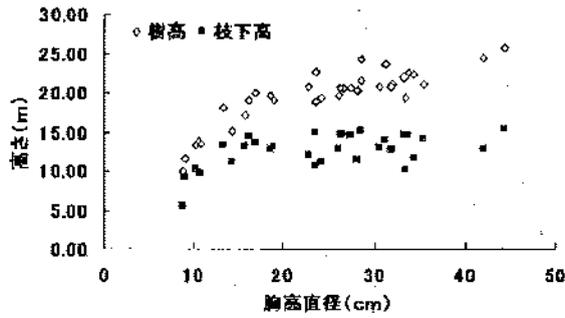


図-3 胸高直径と樹高、枝下高の関係

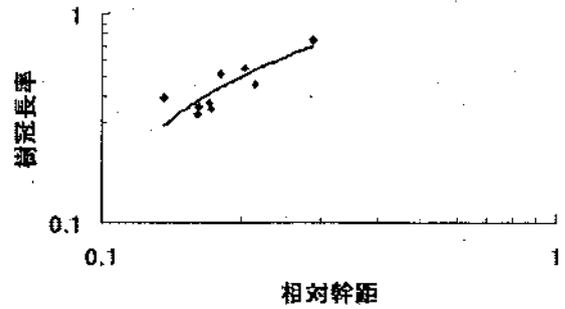


図-4 樹冠率と相对幹距の関係

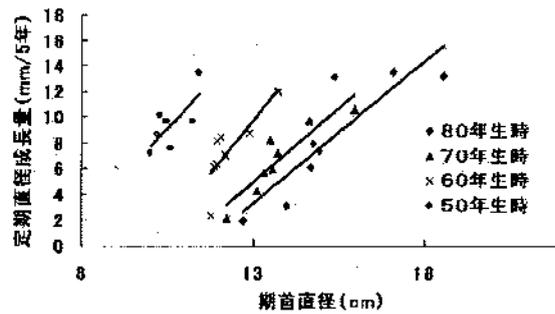


図-5 定期直径成長量の期首直径に対する回帰直線

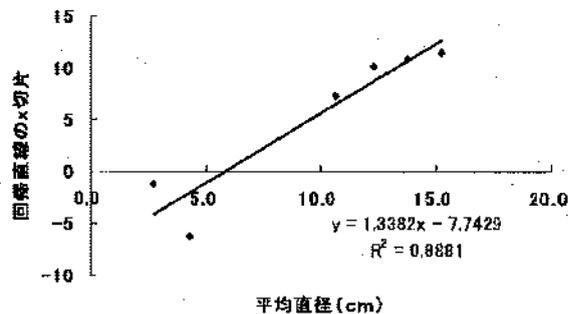


図-6 回帰直線のx切片と平均直径との関係

有用林木遺伝資源植物のバイテクによる保存と増殖技術の開発（国補、地域先端）

（平成8年度～13年度 終年次）

担当者 中島美幸 横井秀一

1. 試験目的

森林は樹木遺伝資源の宝庫であり、その保存は主として林分全体を保護することによって行われてきた。しかし、こうした保存方法はその維持管理等に、多大な労力及び費用が必要であるのに加え、対象林地が開発や自然災害によって減少したり、あるいは消滅するおそれもある。このため、こうした遺伝資源を保護する新しい技術が求められている。

そこで、本試験はこれまで開発してきた組織培養技術を用いて、岐阜県内の貴重樹木の遺伝資源を保存し、さらにこれを増殖する技術を開発することを目的としている。本年度は国指定天然記念物のエドヒガン2個体を対象に、培養条件および順化条件について検討した。

2. 試験方法

2.1 培養条件と汎用性のある培養技術の開発

2.1.1 対象樹木

試験に供試した樹種は、エドヒガンの『宮村の臥竜桜（国指定天然記念物）』である。エドヒガンは長寿で大木に成長することから、天然記念物に指定されるものが多く存在する種であるが、他のサクラに比べて組織培養による安定した増殖や発根が難しいとされており、これらの技術を確立することが求められている。

2.1.2 供試材料と調査方法

臥竜桜の増殖方法について検討するために、冬芽を外植体として培養を行った。採取した冬芽は、70%エタノールに1分間、1%アンチホルミンに6分間浸漬して殺菌処理を行った後、芽鱗を剥いで成長点近傍組織を摘出して培地に置床した。増殖培地にはWP培地の窒素分を2倍にしたものを基本培地とし、炭素源としてトレハロース20g/l、支持体としてジェランガム2g/lをそれぞれ加えたものを用いた。ホルモンにはBAP（6-ベンジルアミノプリン）とGA₃（ジベレリン）を用い、これらの最適濃度とその組合せについて検討した。

2.2 発根に適した条件および順化方法に関する試験

2.2.1 対象樹木と供試材料

淡墨桜の発根処理法を確立するため、ガラス化抑制条件下で得られた培養苗を発根処理に供試し、発根状況を調査した。

2.2.2 アグロインジュクション法による発根処理法の検討

上壤細菌の一種であるアグロバクテリウムRhizogenesは、植物体の地下部に感染すると根瘤を形成することが知られている。この機能を用いた淡墨桜の発根処理法を検討するため、アグロインジュクション法による調査を行った。

培養中の淡墨桜苗の基部を切り戻し、YEB液体培地で一晚培養したアグロバクテリウムけん濁液に浸漬した後、直ちにアセトシリンゴン100μg/lを添加したWPホルモンフリー培地に挿しつけた。このまま2日間培養し、アグロバクテリウムの感染を促した。培養後、抗生物質であるセフトキシム500mg/lを添加したWP培地に移植し、除菌処理を行った。

2.2.3 フロリアライトを用いたダイレクトルーティング法の検討

平成12年度の試験では、淡墨桜培養苗に市販の挿し木発根剤を塗布したものを順化用培土に挿しつけるダイレクトルーティング法によって順化個体を得ることができ、この方法での有用性が示唆され

た。フロリアライト（口清紡製）は、パーミキュライトを繊維によって固形状にしたものである。今年度は、フロリアライトを用いた発根・順化促進法を検討した。

内径8cmのガラス製の培養瓶に、縦5cm×横5cm×高さ2cmのフロリアライト1個を入れ、WP培地を基本培地としたものに、成長調節物質としてIBA（インドール酪酸）を0.1mg/l、GA3（ジベレリン）を0もしくは1.0mg/l、炭素源としてトシハコース20g/lを添加した液体培地を50ml染み込ませた。これをオートクレーブで121℃15分間滅菌を行なった。対照区として、フロリアライトの代わりにピートモスを用いて同様の処理を行い、フロリアライトと比較した。これらの培地に、基部を切り戻した淡墨桜培養苗を培養瓶1個につき2本ずつ挿しつけ、2週間後に発根の確認を行った。

3. 結果と考察

3.1 培養条件と汎用性のある培養技術の開発

3.1.1 臥竜桜の増殖培養

臥竜桜については、前年度に引き続き増殖培養法の検討をおこなってきたが、外植体導入後2年目から増殖率が頭打ちとなり、組織の衰退や不定芽形成の減少が見られた。臥竜桜の培養は同じエドヒガンである淡墨桜と同一の培地条件下（WP培地、BAP 0.2ppm + GA₃ 0.5~1.0ppm、2%トシハコース）で行っている。しかし、淡墨桜では5年近く安定した増殖サイクルが継続している一方で、臥竜桜においては一年しか継続しなかった。また、培養には培地条件だけでなく、培養環境の影響も大きく関与すると考えられる。これまで、サクラの組織培養では、内径20mm長さ10cmの培養試験管を用いてきたが、培養環境を変えるために内径6cm高さ10cmの広口培養瓶に移植して、観察を行なった。その結果、17個体のうち15個体について茎の伸長および展葉が観察された。しかし、新たにシュートを形成した個体は3個体のみであった。また、培養間隔を30~45日で継代を行っているうちに、すべての個体が枯死した。この培養間隔は、淡墨桜の場合と同じ条件である。今回の結果から、臥竜桜の組織培養では、この培養間隔は個体が組織を維持するのに適さなかったと考えられる。しかし、これまでの結果から、臥竜桜においても淡墨桜と同じ培地条件下で少なくとも一年は増殖が可能であることがわかっている。したがって、この時点で適切な発根・順化処理を施せば、臥竜桜と同一の遺伝的性質を持つ個体を再生できる可能性は大きいと思われる。

3.2 発根に適した条件に関する試験

3.2.1 アグロインジェクション法を用いた淡墨桜発根処理法の検討

表-1はアグロインジェクション法による淡墨桜発根処理の結果を表したものである。除菌培地移植後2週間目には、3処理区とも、70%以上の個体が枯死した。この原因として、アグロバクテリウムが増殖し、淡墨桜苗がこれに汚染されたことが考えられた。一方、生存個体においては展葉とシュート伸長が見られたが、発根は見られなかった。この原因としては、淡墨桜苗の基部に、アグロバクテリウムが感染していなかったことが考えられた。一般に、アグロバクテリウムは植物体の傷口から感染する。また、この際にアセトシリンゴンを生成する植物は、アグロバクテリウムに対する感受性がより高くなる。今回は、アセトシリンゴンを添加した培地でアグロバクテリウムの感染を促したにもかかわらず、発根個体を得ることはできなかった。今回用いたアグロバクテリウムは、メロンから分離されたものである。このことから、アグロバクテリウムには宿主選択性があり、サクラには感染しない可能性も考えられた。

表-1 アグロインジェクション法による淡墨桜発根処理の結果

処理区	MAFF No.*	供試数	枯死数	生存数	発根数
1	106577	10	7	3	0
2	210267	8	6	2	0
3	210265	10	7	3	0

*:アグロバクテリウムの登録番号を表す。

3.2.2 フロリアライトを用いたダイレクトルーティング法の検討

表-2に、フロリアライトを用いたダイレクトルーティング法による淡墨桜の発根処理結果を示した。培養後2週間目にはピートモス区ではすべての個体が枯死したのに対し、フロリアライト区ではすべての個体が生存していた。また、IBA0.1mg/lを添加した区では、供試苗10本中6本において展葉が認められた。苗からフロリアライト培地を除去したところ、展葉が認められた個体はすべて発根していた(写真-1)。このことから、半透明の寒天培地とは異なり、フロリアライト培地では発根の確認は不可能であるが、展葉を確認することで、発根の有無を確認することが可能であると思われる。

発根した個体は、根に付着したフロリアライト培地を洗い落とした後、ピートモス、パーミキュライトおよび矢作砂を等量ずつ混合した培土に移植した。その結果、約半数の個体が新たに展葉した(写真-2)。また、これまでは、寒天培地にて発根した個体の順化は、雑菌汚染によって枯死するケースが多かったが、フロリアライト培地による発根処理では、雑菌汚染が原因と思われる枯死個体は見られなかった。この理由としては、フロリアライト培地は寒天培地に比べて、根に付着した培地を洗い流す際に、雑菌汚染の原因となる糖分が根に残りにくいからだと考えられる。しかしながら、培土に移植した苗は、展葉後は茎の伸長が停止してロゼット状を呈する傾向にあった。

現在も、フロリアライトにIBAを添加したWP液体培地を添加して発根培養を行っているが、ほぼ50%の確率で幼植物体が得られている。これまでの結果から、淡墨桜はトレハロースを粘質とするWP培地を用いた継代培養において高い増殖率を維持していることがわかっている。淡墨桜の場合、この培地条件による増殖培養と今回のフロリアライトによる発根処理法とを組み合わせれば、少量の組織から多数の幼植物体を再生させることが可能であると思われる。

表-2 フロリアライトを用いた淡墨桜発根処理の結果

処理区	支持体	ホルモン条件	供試数	枯死数	生存数	展葉数	発根数
1	フロリアライト	IBA 0.1ppm	10	0	10	6	6
2	フロリアライト	IBA 0.1ppm, GA ₃ 1.0ppm	20	6	14	7	7
3	ピートモス	IBA 0.1ppm	10	10	0	0	0



写真-1



写真-2

都市近郊林における病害虫管理技術の開発

(平成13～15年度 初年次)

担当者 大橋章博 野平照雄

1. 目 的

都市近郊林は身近に豊かな自然に接することができる場所であることから、レクリエーションや保健休養機能の場として県民のニーズは高まっている。しかし、これら地域ではサクラ類やケヤキの枯損やマンサクの葉枯れ被害など様々な病害虫被害が発生し問題となっている。これら被害の多くは、その原因が明らかになっておらず、このため防除技術も明らかになっていない。そこで、これらの被害原因を明らかにし、防除技術の確立を目指す。

また、材質劣化を伴わない林木の被害に対する研究蓄積は少なく、十分な対応が行われていないのが現状である。そこで、都市近郊林における病害虫被害の実態を把握し、被害レベルに応じた防除が効率的に行えるよう管理技術を開発する。

2. 試 験 方 法

2.1 マンサクの葉枯れ被害原因の解明

県内におけるマンサクの葉枯れ被害の発生状況について調査した。また、被害原因を明らかにするため、被害葉を各地で採取し、病原菌の分離を行うとともに、森林総合研究所河辺祐嗣森林病理研究室長および森林総合研究所九州支所石原誠研究官に病葉を送付して病原菌の分離、同定を依頼した。

2.2 重要害虫の被害回避技術、防除技術の開発

アメリカシロヒトリを対象種として性フェロモン剤と天敵微生物を組み合わせた防除技術の有効性について検討するため、今年度はアメリカシロヒトリの累代飼育に取り組んだ。アメリカシロヒトリは岐阜市、本巣郡北方町の5ヶ所から採集した幼虫を供試虫とした。幼虫をポリエチレンカップ（底直径90×高さ90mm）の底にろ紙を敷き、幼虫の大きさに応じて10～30頭入れ、20℃、25℃（ともに16 L8D）の人工気象器内で飼育した。餌として人工飼料インセクタLF（日本農産工業㈱製）を厚さ1cmに輪切りしたものを与えた。数日毎に餌と飼育容器を交換したが、幼虫の生長にしたがい適宜分割し終齢期には容器あたり10頭程度になるようにした。蛹化した蛹は別の容器に移し、羽化した成虫を順に別の容器で交尾させ、採卵した。

3. 結 果 と 考 察

3.1 マンサクの葉枯れ被害原因の解明

岐阜県におけるマンサクの葉枯れ被害の発生地を図-1に示した。県下全域は調査できなかったが、被害は西は揖斐郡久瀬村、藤橋村、東は中津川市、北は清見村、南は多治見市までの広い範囲でみられた。被害の発生状況は様々で、単木的な葉枯れ被害から帯状に集団で発生しているものまでみられた。この被害が今後拡大するか否かについては、引き続き調査していく予定である。

被害葉の病徴として、1) 褐色の病斑を葉縁ほとんどが葉柄付近に形成する（写真-1）、2) 病斑が拡大し葉枯れ症状を呈する、3) 褐色部分には黒色の小隆起を形成する（写真-2）のが観察できた。また、一部の被害葉からは赤黄色の小点を群生するさび病斑の形成がみられた（写真-3）。被害の経過は、春に開葉後葉枯れ症状をおこして落葉し、新たに新葉が展開するが、また被害を受けるというパターンの繰り返しであり、吉田・小林（2000）の報告と同様であった。

各地から採取した被害葉から病原菌を分離した結果、*Phomopsis*属菌、*Phyllosticta*属菌が高い頻度で分離された（同定は森林総合研究所河辺氏による）。また、森林総合研究所樹病研究室および同九州文所に試料を送付し、ファイトプラズマ、細菌について検出を依頼したが、これらは検出されなかった。来年度以降、分離培養した菌株を苗木に接種して病原性の検討を行う予定である。

3.2 重要害虫の被害回避技術、防除技術の開発

累代飼育した結果、幼虫が孵化して蛹化するまでに要する日数は、20℃では28～38日、25℃では23～27日であった。卵の期間が20℃では13～20日、25℃では8～15日であったことから、年間に4～6世代の飼育が可能と考えられる。成虫の生存期間は20℃で6～14日であり、野外ではさらに短いと考えられる。

このことから、この期間に成虫を発病させ、交尾を阻止させるには感染力および病原力の強い昆虫病原微生物を導入する必要がある。来年度以降は、病原微生物の検索をしていく予定である。

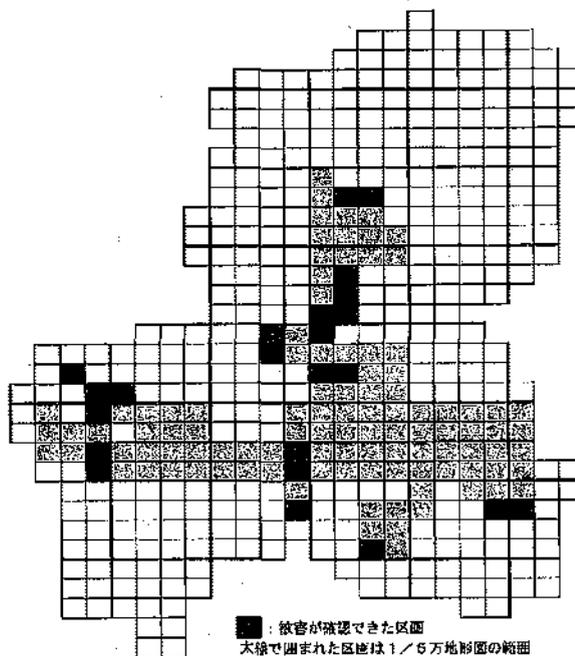


図-1 マンサク葉枯れ被害の発生地域



写真-1 葉緑から拡がる褐色の病斑



写真-2 褐変部位に形成された小隆起

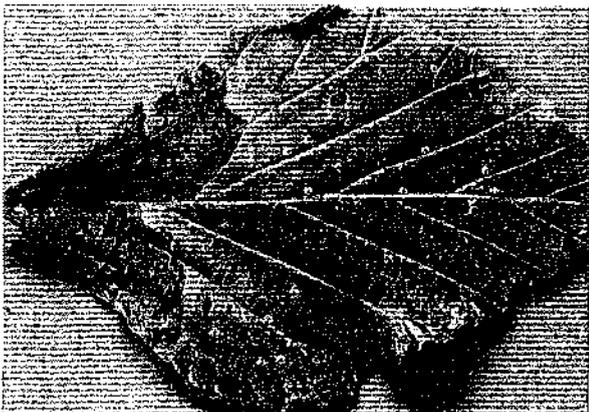


写真-3 赤黄色のさび病斑

酸性雨等森林衰退モニタリング事業（国委託）

（平成2～16年度 12年次）

担当者 大洞智宏 井川原弘 渡邊仁志

1. 試験目的

今まで行ってきた調査の結果、岐阜県ではpH5.6以下のいわゆる酸性雨が日常的に降っていることが確認された。しかし、酸性雨等が森林に被害を及ぼしているかどうかについての組織的な調査は行われていない。そこで、酸性雨等が森林に及ぼす影響を調査し、特に衰退の見られる林分についてはその原因究明を行う。また、森林及び雨水の酸性度が5年前と比較してどのように変化しているかについての時系列的な検討もあわせて行う。

2. 試験方法

2.1 調査場所

調査地は林野庁から国土地理院5万分の1地形図の図幅ごとに決められ、今年度は、平瀬図幅（大野郡白川村）、飛騨青屋図幅（大野郡朝口村）、郡上市島図幅（郡上郡和良村）、美濃広瀬図幅（揖斐郡藤橋村）、岐阜北部図幅（関市）の計5箇所で調査を行った。

2.2 調査項目

「酸性雨等森林衰退モニタリング事業実施マニュアル」に基づき以下の調査を行った。

- ①毎木調査 主要木の樹高、胸高直径を測定した。
- ②植生調査 下層植生の優占度を調査した。
- ③衰退度（地上部）調査 樹勢、樹形、枝の伸長量、梢端の枯損、枝葉の密度等を目視調査した。
また、樹冠部の写真撮影を行った。
- ④雨水採取 所内において通年で雨水の採取を行った。

昨年度より、図幅ごとに調査内容が指定されている、図幅ごとの調査内容は以下のとおり。

図幅名	調査項目
平瀬	①②③
飛騨青屋	①②③
郡上市島	①②③
美濃広瀬	①②③
関市	①②③

3. 結果

調査結果は調査報告書として林野庁へ提出した。なお、この事業は、国の委託事業であることから、国がとりまとめを公表した後、研究報告等でデータを解析する予定である。

衰退森林健全化技術対策事業（国委託）

（平成4年～13年度 終年次）

担当者 渡邊仁志 井川原弘一 大洞智宏

1. 試 験 目 的

近年、岐阜県内でも酸性雨など酸性降下物が観測されており、土壌の酸性化とそれに起因する森林の衰退が懸念されている。森林面積が県土の82%を占める本県では、森林を健全に保つために、酸性雨などによって森林がどのような影響を受けるか明らかにすることが重要である。また酸性雨に対する森林土壌の耐性（緩衝能）は、母材や腐植量などによって異なるので、その限界量（臨界負荷量）の適切な評価も重要な課題である。そこで酸性雨などに対する森林の健全化の手法を究明するため本事業を実施する。

2. 試 験 方 法

2.1 健全化対策試験

2.1.1 試験区の種類及び処理方法

美濃市古城山にあるヒノキ人工林（31年生、平成4年度設定当時）

- ・人工酸性雨散布試験区、中和剤散布試験区、対照試験区の3試験区
- ・人工酸性雨散布試験区に人工酸性雨（pH2の硫酸）、中和剤散布試験区に消石灰を散布した。

2.1.2 調査内容

調査内容は「衰退森林健全化技術対策事業試験実施マニュアル」に基づいて実施した。

- ・林木の衰退度、下層植生、渓流水、土壌水などの調査
- ・雨水調査（雨水採取装置を設置し、毎月1回、雨水のpH、EC、降水量を調査）

2.2 森林土壌の臨界負荷量調査

2.2.1 土壌調査

県内に分布する代表的な土壌型について、断面調査を行い、分析用試料を採取した。土壌の理化学性については細土比重を測定した。

2.2.2 土壌酸緩衝能の実測

採取した分析用試料について、簡便法により土壌の酸緩衝能を測定した。

2.2.3 土壌緩衝能マップの作成

緩衝能の測定結果に基づいて、県下の土壌緩衝能マップを作成した。これにより酸性雨に対する森林土壌の耐性（緩衝能）を明らかにした。

3. 結 果

調査報告書を林野庁へ提出した。この事業は、国からの委託事業であるため、国が取りまとめを公表した後、研究報告等でデータ解析を行う予定である。

木曾三川のエコロジカル流域管理計画
一流域生態系の物質循環機能を生かした流域管理システムの提案
分担課題：人工林のC N循環に関する研究
(国補、文部科学省科学研究費)

(平成11～13年度 終年次)

担当者 中川 一 横井秀一 井川原弘一 大洞智宏 渡邊仁志

1. 試験目的

地球温暖化と酸性雨は、地球規模での環境問題であり、特に森林との関わりが大きい。また地域計画の中では、地域レベルから森林の関わりをとらえることが重要である。地球温暖化については、温室効果ガスの大気中濃度の上昇により温暖化が引き起こされるため、温暖化効果の最も大きい二酸化炭素について地域森林の吸収効果を把握する必要がある。また日本における酸性雨の中の酸性物質は、NO_xの割合が高く、このNは重要な栄養分でもあり、森林に供給されるNの大部分を占めている。そこで地域森林におけるN循環との関わりを把握する必要がある。

一方、岐阜県内の森林は、近年までに人工林化が急速に進んだ。人工林の植栽樹種は、以前では木材生産力を重視して立地別の植栽樹種が決められた。すなわち、土壌が強く乾燥する場所ではマツ類、やや乾燥する場所ではヒノキ、適潤、やや過湿な場所ではスギが植えられ、適地適木と称して長年行なわれてきた。しかし、近年ではヒノキの木材価格が他の樹種に比べ高くなったため、どの場所でもヒノキが植えられることが多くなった。ところが、ヒノキ人工林は、間伐等の手入れが遅れると、落葉がバラバラの鱗片状となり、林内から流失しやすいため、土壌表層の落葉落枝層が作られ難く土壌環境の面で大きな問題があると考えられている。

そこで、ヒノキとその他樹種の人工林においてC N蓄積量、年間固定量を調査し、木曾三川流域における人工林施業のあり方を検討する。

2. 試験方法

2.1 調査地

昨年度までと同じ木材生産適地と成育不良地の2箇所の森林で調査した。木材生産適地が益田郡下呂町小川の下呂実験林(以下、下呂試験地とする)、成育不良地が可児市大森のマツ枯れ跡地更新試験地(以下、可児試験地とする)である。試験地の概要は、表-1のとおりである。

表-1 調査地の概要

試験地	標高m	傾斜°	地質	土壌型*	調査樹種	林齢***
可児 (ヤセ地)	170	17	第三紀未固結砂礫 (土岐砂礫層)	主に1m からB ₀	スギ、ヒノキ、アカマツ テグマツ	1981年植栽 (19年生)
下呂 (肥沃地)	400	39	熔結凝灰岩 (濃飛流紋岩類)	B ₀ (d)	スギ、ヒノキ、アカマツ**	1965年植栽 (35年生) ** 1967年植栽 (33年生)

* 林齢は1999年時

*** 試験地設定時の土壌型

2.2 調査内容

調査森林における年間CN蓄積量、植物体から土壌へのCN供給量について推定した。ただし、下呂試験地では、植栽木のサンプリングによるCN蓄積量測定を行わなかったため、可児試験地のデータ、既存の報告から推定した。

平成11～13年度の全体計画は、表-2のとおりである。

表-2 全体計画

項目	1999年度	2000年度	2001年度
	秋 冬	春 夏 秋 冬	春 夏 秋 冬
リターラップ	— (下呂、可児)		
CN測定			—
植物調査 毎木調査 CNサンプリング	— (可児)	— (下呂) — — 林床(下呂、可児) 林木(可児)	
CN測定			—
樹幹解析			—
土壌調査 断面調査 理化学性調査 サンプリング 測定 CNサンプリング CN測定		— (下呂、可児) — (下呂、可児) — (下呂、可児)	(下呂、可児) — (可児)
N供給量 降水供給		— (資料収集)	

表-3 回収リターの分類

	分類	内容
回収リターが 植栽樹種と同 じ樹種の場合	スギ	枝 枝
		枝葉 葉のついている枝、葉
		その他 種子、樹皮など
	ヒノキ	枝 枝 枝葉 枝と葉に分けにくいもの、葉 その他 種子、樹皮など
アカマツ	枝 枝	
	葉 二葉のもの	
	その他 種子、樹皮など	
テーダマツ	枝 枝	
	葉 三葉のもの	
	その他 種子、樹皮など	
回収リターが 植栽樹種と異 なる場合	植栽樹種	広葉樹 広葉樹のもの
	以外	針葉樹 植栽樹種以外の針葉樹のもの
		その他 分類できないもの

2.2.1 植栽木の成長量

樹幹部による炭素固定量を把握するため、樹幹解析を行い材積成長量を計測した。解析は現存量調査に使用した個体から1 m間隔で円盤を採取し行った。

2.2.2 リター量

昨年度、回収し乾燥重量測定後保管しておいた試料について含有炭素・窒素率の分析を行った。試料は表-3に示す分類のとおり回収月別に保管されている。

含有炭素・窒素率の分析はCNコーダー（ヤナコ製MT-700）により行った。試料の分析は回収月別に行った。葉または枝葉は、回収試料が1 g以上の回収月のものを分析した。他の試料に関しては回収試料の多い月と少ない月に分けて分析した。なお、年間通して回収試料が2 g以下と少量のものは全てをまとめて分析した。分析値と供試試料の含有水分量から炭素と窒素の含有率を求めた。回収量で重み付けした加重平均値を年間の炭素・窒素の含有率とし、年間のリターフォール量から含有炭素・窒素量を算出した。

2.2.3 土壌調査

2.2.3.1 粗大有機物

粗大有機物は、下呂試験地については各林分内に設置したおよそ0.01 haプロット内の、可児試験地については林分全体に含まれる倒木、株について現地で体積、生重量、5段階に区分した腐朽度（Christy and Mack, 1984）を計測した。また腐朽度ごとに数点採取した試料から、生重量、乾燥重量、体積を計測し、体積と生重量の関係式から林分全体の粗大有機物のhaあたりの乾燥重量を推定した。

含有炭素・窒素量の分析はCNコーダー（ヤナコ社製MT-700）により行った。試験地別、樹種別、部位別に数点の試料を分析に供した。得られた分析値と含有水分量から試料の含有炭素・窒素率を求めた。この平均を各部位の平均含有炭素・窒素率とし、各部位のhaあたりの含有炭素・窒素量を算出した。

2.2.3.2 A層

試験地別、樹種別、L層、F層、H層別に採取した試料より、haあたりの乾燥重量が推定されている（中川ら、2000）。ここで用いた試料のすべてを含有炭素・窒素量の分析に供した。なお含有炭素・窒素量の算出方法は2.2.3.1によった。

2.2.3.3 鉞質土壌

試験地別、樹種別、層別に採取した100ccの土壌円筒試料より、細土容積重が測定されている（中川ら、2000）。また乾燥・調整済みの試料を用いて含有炭素・窒素量の分析を行った。なお含有炭素・窒素量の算出方法は2.2.3.1によった。

含有炭素・窒素量の分析はCNコーダー（ヤナコ社製MT-700）により行った。試験地別、樹種別、層位別に各2点の試料を分析に供した。得られた分析値と含有水分量から試料の含有炭素・窒素率を求めた。各層位の平均含有炭素・窒素率と平均層厚、細土容積重（比重）より含有炭素・窒素量を算出した（式-1、2）。各層位に含まれる石炭量は考慮しなかった。さらに各層の含有炭素・窒素量を深さ70cmまで積算したものを鉞質土壌の含有炭素・窒素量とした（式-3、4）。

$$\text{各層の炭素量(kgC/m}^2\text{)} = \text{各層の平均層厚(m)} \times \text{細土容積重(kg/m}^3\text{)} \times \text{炭素含有率(\%)} / 100 \text{ (式-1)}$$

$$\text{各層の窒素量(kgN/m}^2\text{)} = \text{各層の平均層厚(m)} \times \text{細土容積重(kg/m}^3\text{)} \times \text{窒素含有率(\%)} / 100 \text{ (式-2)}$$

$$\text{深さ70cmまでの炭素量(tC/ha)} = [\sum \text{各層の炭素量(kgC/m}^2\text{)}] \times 10 \text{ (式-3)}$$

$$\text{深さ70cmまでの窒素量(tN/ha)} = [\sum \text{各層の窒素量(kgN/m}^2\text{)}] \times 10 \text{ (式-4)}$$

2.2.4 植物体調査

2.2.4.1 植栽木

可児試験地のスギ区、ヒノキ区、アカマツ区で現存量調査を行った。

林分の現存量を推定するため、成長量調査で測定した樹高、胸高直径から樹種ごとに全立木の D^2H を算出した。この中から、 D^2H の平均値に相当する個体、及び D^2H の平均値土その調査区の標準偏差、 D^2H の平均値 ± 2 倍の標準偏差に相当する個体の計5個体を標本木とした。

地上部重量は、標本木を伐倒して幹部、枝部、葉部に分けて測定した。地下部重量は、D³Hに相当する個体、D³Hの平均値±その調査区の標準偏差に相当する個体の計3個体について測定した。地下部の掘り取り範囲は、伐倒した株を中心に樹冠半径の1/2を半径とした円の範囲内と、伐倒した株を中心に樹冠半径の円から先程の樹冠半径の1/2を半径とした円を除いた範囲を斜面方向で2分した範囲である。

2.2.4.2 下層植生

可児試験地の各試験区の平均的な下層植生の位置に2m×2mの方形区を2カ所設置した。下呂試験地のヒノキ、スギ区については植生が極端に少なかったため、粗大有機物の測定範囲内の植生について測定した。アカマツ区については2m×2mの方形区を3カ所設置した。採取した植物体は地上部と地下部に分類し乾燥重量を測定した。

2.2.5 人工林の炭素、窒素蓄積量の推定

本調査で測定できなかった部分の林木の炭素、窒素蓄積量とリターによる炭素、窒素供給量、降雨からの窒素供給量の関係を検討するため、参考文献により蓄積量を推定した。

なお2.2.3土壤調査では深さ70cmまでの量を算定したが、ここでの推定は深さ60cmまでの蓄積量とした。

2.2.6 木曾三川流域の森林の炭素蓄積量の推定

2.2.6.1 林木の炭素蓄積量の推定

木曾三川区域は、岐阜県内の揖斐川森林計画区、長良川森林計画区、飛騨川森林計画区と木曾川森林計画区（ただし多治見市、土岐市、瑞浪市、笠原町、山岡町、明智町、串原村、上矢作町を除く）の区域とした。

林木の炭素蓄積量は、樹種別に蓄積量を算出し、その合計値とした。

幹重量の推定は、式-5のとおり幹材積に樹種別の比重を乗じて樹種別に算定した。

幹重量 = 幹材積 × 樹種別比重 (式-5)

幹材積量は、平成10年度の資料を用い、民有林が岐阜県森林・林業統計書の材積、国有林が中部森林管理局、中部森林管理局名古屋分局の材積を用いた。なお、樹種別比重は、日本木材加工技術協会(1951~1954)を参考にして、スギ0.38、ヒノキ0.44、アカマツ・クロマツ0.52、カラマツ0.50、その他針葉樹0.44、広葉樹0.65とした。

幹、枝、葉、根を含んだ林木全体の重量は、樹種別に算定し、幹重と部位別割合から式-6により算定した。なお、部位別割合は、依田(1971)、只木(1971)、堤(1987)、荻住(1979)を参考に表-4の割合で算定した。

林木重量 = 幹重 ÷ 林木(幹+枝+葉+根)に占める幹重の割合 (式-6)

林木の炭素量は、林木重量に0.5を乗じて算出した。

表-4 樹木の部位別割合

種類	幹	枝+葉	根
常緑針葉樹	0.65	0.15	0.20
落葉針葉樹	0.70	0.10	0.20
広葉樹	0.70	0.10	0.20

表-5 各調査木の成長量 (m³/5年)

No	スギ	ヒノキ	アカマツ
1	0.017	0.022	0.009
2	0.011	0.035	0.035
3	0.027	0.015	0.020
4	0.004	0.010	0.013
5	0.039	0.039	-

2.2.6.2 土壤の炭素蓄積量の推定

土壤の炭素蓄積量は、深さ60cmまでの土壤型別に蓄積量を算出し、その合計値とした。また、土壤型別の炭素蓄積量は、有機物層と鉱質上層の合計値とした。

有機物層の炭素蓄積量は、層位別に有機物層の厚さに厚さ別重量と炭素含有率0.5を乗じた後、全

ての有機物層を合計してha当たりの値を算出した。土壌型別の有機物層の厚さは、適地適木調査報告書の値とした。各層位の厚さ別の重量は、県立森林文化アカデミー演習林内のスギ林、ヒノキ林、アカマツ林、広葉樹林でサンプリング調査した平均値を用いた。

鉱質土層の炭素蓄積量は、土壌層位ごとに土壌層の厚さに細土比率と炭素含有量を乗じたものをその層位の炭素蓄積量とし、全ての鉱質土層を合計してha当たりの値を算出した。土壌型別の層位の厚さ、細土比重、炭素含有率は、適地適木調査報告書の値、既存試験等で測定した値を平均して用いた。

土壌の炭素蓄積量は、土壌型別面積にha当たりの炭素蓄積量を乗じて算出した。流域別の土壌型別面積は、民有林を岐阜県森林・林業統計書、国有林を平成8年度の中部森林管理局、中部森林管理局名古屋分局の資料の合計値とした。

3. 結果と考察

3.1 植栽木の成長量

可児試験地における樹幹解析の結果から算出した調査木の最近5年間の成長量を表-5に示す。この定期成長量とD²Hの関係から各調査区の材積成長量を算出した。この結果1年間で材積が、スギ区では5 m³/ha、ヒノキ区では8 m³/ha、アカマツ区では6 m³/ha増加していることがわかった。

3.2 リター量

3.2.1 炭素・窒素の含有率

分析の結果から得られた両調査地における炭素含有率を表-6に窒素含有率を表-7に示す。植栽樹種の葉または枝葉の炭素含有率は可児では53.4~55.2%、下呂では54.8~55.3%であり、樹種間・調査地間における差はみられなかった。

窒素含有率は、植栽樹種における葉または枝葉が0.8~1.1%で枝の0.5~0.8%よりも窒素含有率が高かった。また、木部における窒素含有率は0.1%内外である(右田、1950)が、0.5~0.8%と枝で高いのは、細い枝が多く樹皮の割合が高いためと考えられる。このことから窒素含有率には枝葉>枝>幹という関係が成り立つものと考えられた。また、植栽樹種以外の広葉樹のものは0.8~1.6%で植栽樹種の枝葉(0.8~1.1%)、植栽樹種以外の針葉樹のもの(0.7~1.1%)よりも含有率が高かった。

3.2.2 リターフォールにおける炭素・窒素量

回収されたリター中に含まれる炭素・窒素量を表-8に示す。リターフォール中の炭素の全量は可児ではテーダマツ・アカマツ区(1.3tC/ha・yr)>ヒノキ区(0.9tC/ha・yr)>スギ区(0.5tC/ha・yr)の順であり、下呂ではアカマツ区(3.1tC/ha・yr)>ヒノキ区(2.4tC/ha・yr)>スギ区(2.3tC/ha・yr)の順であった。リターフォール中の窒素の全量は可児ではテーダマツ区(24kgN/ha・yr)>アカマツ区(23kgN/ha・yr)>ヒノキ区(14kgN/ha・yr)>スギ区(10kgN/ha・yr)の順であり、下呂ではアカマツ区(59kgN/ha・yr)>スギ区(46kgN/ha・yr)>ヒノキ区(45kgN/ha・yr)の順であった。

下呂のリター量、リターに含まれる炭素量、窒素量はそれぞれ4.2~5.8 t/ha・yr、2.3~3.1tC/ha・yr、45~59kgN/ha・yrであり、可児の約2倍であった。

植栽樹種由来のリター中に含まれる炭素・窒素量を表-8に示す。植栽樹種由来の炭素量をみると可児調査地ではアカマツ区(1.0tC/ha・yr)>テーダマツ区(0.9tC/ha・yr)>ヒノキ区(0.8tC/ha・yr)>スギ区(0.3tC/ha・yr)の順であり、下呂ではアカマツ区(2.0tC/ha・yr)>スギ区(1.9tC/ha・yr)>ヒノキ区(1.8tC/ha・yr)の順であった。植栽樹種由来の窒素量は可児ではアカマツ・テーダマツ区(18~16kgN/ha・yr)>ヒノキ区(12kgN/ha・yr)>スギ区(4 kgN/ha・yr)の順であり、下呂ではスギ区(38kgN/ha・yr)>アカマツ区(36kgN/ha・yr)>ヒノキ区(33kgN/ha・yr)の順であった。

3.3 土壌調査

3.3.1 粗大有機物の現存量、含有炭素・窒素率、含有炭素・窒素量

両調査地における粗大有機物量、含有炭素・窒素率、含有炭素・窒素量を示す(表-9、10)。

粗大有機物量は、可児調査地ではアカマツ(9.0t/ha)>ヒノキ(7.1t/ha)>スギ(2.9t/ha)、

下呂調査地ではスギ (17.8t/ha) > ヒノキ (7.8t/ha) > アカマツ (5.7t/ha) であった。粗大有機物量は、伐り捨て間伐後の人工林では無視できないほど大きい場合があるといわれているが、ここでも可児ではA0層重量の約2割、下呂では3割~8割を占めた。

粗大有機物の炭素含有率は、可児調査地で51.2~51.6%、下呂調査地で50.6~53.0%であり、調査地、腐朽度で大きな違いはみられなかった。また窒素含有率は0.3~0.4%であり、これも調査地、腐朽度で大きな違いはみられなかった。

粗大有機物の炭素含有量は、可児調査地ではアカマツ (4.6tC/ha) > ヒノキ (3.6tC/ha) > スギ (1.5tC/ha)、下呂調査地ではスギ (9.1tC/ha) > ヒノキ (4.0tC/ha) > アカマツ (2.9tC/ha) であった。また窒素含有量は、可児調査地ではアカマツ (35.7kgN/ha) > ヒノキ (28.2kgN/ha) > スギ (11.5kgN/ha)、下呂調査地ではスギ (58.9kgN/ha) > ヒノキ (26.1kgN/ha) > アカマツ (19.3kgN/ha) であった。

表-6 リターフォールの炭素含有率 (加重平均値)

		植栽樹種 (%)			植栽樹種以外 (%)		
		枝	枝葉	その他	広葉樹	針葉樹	その他
可児	スギ	—	53.4	53.2	51.9	53.4	55.2
	ヒノキ	52.8	55.2	52.0	50.1	51.1	52.8
	アカマツ	51.9	55.2	52.4	51.9	53.4	52.2
	テーダマツ	52.5	53.4	51.2	52.8	53.9	51.8
下呂	スギ	49.9	54.8	53.1	49.3	56.0	47.7
	ヒノキ	51.0	55.3	51.7	50.3	54.7	43.5
	アカマツ	52.0	55.0	52.8	47.9	54.3	51.5

表-7 リターフォールの窒素含有率 (加重平均値)

		植栽樹種 (%)			植栽樹種以外 (%)		
		枝	枝葉	その他	広葉樹	針葉樹	その他
可児	スギ	—	0.8	1.1	1.5	0.7	2.0
	ヒノキ	0.6	0.8	0.7	1.3	0.9	1.7
	アカマツ	0.8	1.0	0.9	1.6	0.9	1.1
	テーダマツ	0.8	0.9	1.3	1.3	1.1	1.7
下呂	スギ	0.5	1.1	1.4	1.5	0.9	2.0
	ヒノキ	0.8	1.0	1.5	0.8	1.0	0.9
	アカマツ	0.7	1.1	0.9	1.5	0.9	1.8

表-8 リターフォールの含有炭素・窒素量

		全リターフォール			植栽木のリターフォール		
		リター量 (kg/ha·yr)	含有炭素量 (kgC/ha·yr)	含有窒素量 (kgN/ha·yr)	リター量 (kg/ha·yr)	含有炭素量 (kgC/ha·yr)	含有窒素量 (kgN/ha·yr)
可児	スギ	889	471	10	516	275	4
	ヒノキ	1,649	901	14	1,503	826	12
	アカマツ	2,325	1,250	23	1,861	1,006	18
	テーダマツ	2,427	1,293	24	1,773	946	16
下呂	スギ	4,226	2,282	46	3,558	1,928	38
	ヒノキ	4,470	2,417	45	3,246	1,762	33
	アカマツ	5,801	3,103	59	3,694	1,992	36

3.3.2 A₀層の含有炭素・窒素率、含有炭素・窒素量

A₀層の含有炭素・窒素率、含有炭素・窒素量を示す(表-11、12)。

A₀層の炭素含有率は14.5~51.2%であった。またL層(49.3~51.2%)>F層(27.5~50.0%)>H層(14.5~26.8%)であり、A₀層の下層になるにしたがって低下していた。窒素含有率は0.9~1.8%で、調査地、樹種による大きな違いはなく、こちらも下層になるにつれて値が低下していた。

表-9 粗大有機物の含有炭素・窒素率

調査地	腐朽度	炭素含有率 (%)	窒素含有率 (%)
可児	3, 4	51.6	0.4
	1, 2	51.2	0.4
下呂	3	53.0	0.4
	2	50.6	0.3

表-10 粗大有機物量と含有炭素・窒素量

調査地	樹種	乾燥重量 (t/ha)	炭素量 (tC/ha)	窒素量 (kgN/ha)
可児	スギ	2.9	1.5	11.5
	ヒノキ	7.1	3.6	28.2
	アカマツ	9.0	4.6	35.7
	テーダマツ	-	-	-
下呂	スギ	17.8	9.1	58.9
	ヒノキ	7.8	4.0	26.1
	アカマツ	5.7	2.9	19.3

表-11 A₀層量の含有炭素・窒素率

調査地	樹種	炭素含有率(%)			窒素含有率(%)		
		L	F	H	L	F	H
可児	スギ	48.8	27.5	16.2	1.5	1.3	1.0
	ヒノキ	51.2	50.0	26.8	1.3	1.8	1.2
	アカマツ	51.2	39.4	14.5	1.4	1.6	0.7
	テーダマツ	50.1	45.7	25.2	1.4	1.7	1.2
下呂	スギ	49.3	32.9	16.8	1.0	1.2	1.0
	ヒノキ	45.2	19.0		0.9	0.9	
	アカマツ	49.8	35.0	26.8	1.2	1.3	1.3

表-12 A₀層の含有炭素・窒素量

調査地	樹種	層位	乾燥重量 (t/ha)	炭素量 (tC/ha)	窒素量 (kgN/ha)	炭素量計 (tC/ha)	窒素量計 (kgN/ha)
可児	スギ	L	3.6	1.7	54.8	3.7	160.9
		F	3.5	1.0	45.2		
		H	6.0	1.0	60.9		
	ヒノキ	L	3.7	1.9	49.0	10.0	383.4
		F	6.0	3.0	110.8		
		H	19.6	5.1	223.7		
	アカマツ	L	7.2	3.7	97.5	13.2	512.6
		F	19.4	7.6	310.5		
		H	15.6	1.8	104.5		
テーダマツ	L	8.2	4.1	118.2	18.6	703.9	
	F	21.6	9.9	372.4			
	H	15.4	4.6	213.3			
下呂	スギ	L	10.7	5.2	108.6	9.1	267.1
		F	9.1	3.0	107.6		
		H	5.4	0.8	50.9		
	ヒノキ	L	4.9	2.2	44.9	3.1	84.7
		FH	4.6	0.9	39.8		
	アカマツ	L	10.2	5.1	118.2	8.7	252.1
		F	8.0	2.8	100.7		
		H	2.3	0.7	33.2		

A層中に含まれる炭素量は、可児試験地でテーダマツ (18.6tC/ha) > アカマツ (13.2tC/ha) > ヒノキ (10.0tC/ha) > スギ (3.7tC/ha) の順であり、下呂試験地ではスギ (9.1tC/ha) > アカマツ (8.7tC/ha) > ヒノキ (3.1tC/ha) の順であった。窒素量は可児試験地でテーダマツ (703.9kgN/ha) > アカマツ (512.6kgN/ha) > ヒノキ (383.4kgN/ha) > スギ (160.9kgN/ha) の順であり、下呂試験地ではスギ (267.1kgN/ha) > アカマツ (252.1kgN/ha) > ヒノキ (84.7kgN/ha) の順であった。

3.3.3 鈹質土壌の含有炭素・窒素率、含有炭素・窒素量

深さ70cmまでの鈹質土壌の含有炭素・窒素率、含有炭素・窒素量を示す (表-13、14)。

鈹質土壌中の炭素含有率は0.6~6.6%であった。A層 (1.7~6.6%) > AB層 (1.6~1.8%) > B層 (0.6~1.0%) であり、下層になるにしたがって低下していた。窒素含有率は0.0~0.4%で、調査地、樹種による大きな違いはなく、これも下層ほど値が低かった。

鈹質土壌に含まれる炭素量は、可児試験地でヒノキ (102.0tC/ha) > スギ (91.7tC/ha) > テーダマツ (89.4tC/ha) > アカマツ (61.7tC/ha) の順であり、下呂試験地ではスギ (111.5tC/ha) > アカマツ (106.5tC/ha) > ヒノキ (105.9tC/ha) の順であった。窒素量は可児試験地でヒノキ (6.2tC/ha) > スギ (6.1tC/ha) > テーダマツ (5.5tC/ha) > アカマツ (4.1tC/ha) の順であり、下呂試験地ではスギ (9.3tC/ha) > ヒノキ (8.9tC/ha) > アカマツ (8.5tC/ha) の順であった。

表-13 鈹質土壌の含有炭素・窒素率

調査地	樹種	炭素含有率 (%)			窒素含有率 (%)		
		A	AB	B	A	AB	B
可児	スギ	3.6		0.6	0.2		0.0
	ヒノキ	3.4		0.7	0.2		0.1
	アカマツ	1.7		0.6	0.1		0.0
	テーダマツ	2.9		0.7	0.1		0.1
下呂	スギ	3.8	1.8	1.0	0.3	0.2	0.1
	ヒノキ	6.6	1.6	1.0	0.4	0.1	0.1
	アカマツ	4.5	1.8	0.9	0.3	0.1	0.1

表-14 鈹質土壌の含有炭素・窒素量

調査地	樹種	層位	層厚 (m)	容積重 (kg/m ³)	炭素量 (tC/ha)	窒素量 (tN/ha)	炭素量計 (tC/ha)	窒素量計 (tN/ha)
可児	スギ	A	0.14	976.4	48.5	2.7	91.7	6.1
		B	0.56	1,265.6	43.1	3.4		
	ヒノキ	A	0.18	999.8	59.1	3.1	102.0	6.2
		B	0.53	1,204.7	42.9	3.2		
	アカマツ	A	0.14	1,031.9	24.3	1.2	61.7	4.1
		B	0.57	1,077.3	37.3	2.8		
テーダマツ	A	0.15	1,018.1	42.7	2.1	89.4	5.5	
	B	0.55	1,206.6	46.7	3.3			
下呂	スギ	A	0.23	694.5	58.8	4.7	111.5	9.3
		AB	0.23	734.6	30.2	2.5		
		B	0.25	865.1	22.5	2.1		
	ヒノキ	A	0.10	583.7	36.6	2.4	105.9	8.9
		AB	0.31	885.1	43.9	3.9		
		B	0.30	901.1	25.5	2.6		
	アカマツ	A	0.20	531.2	48.0	3.4	106.5	8.5
		AB	0.28	784.9	38.1	3.2		
		B	0.22	1,028.5	20.3	1.9		

3.3.4 土壌・粗大有機物の含有炭素・窒素量

土壌の深さ70cmから上部の土壌、粗大有機物に含まれる炭素量を図-1に示す。可見試験地ではヒノキ (115.6tC/ha) > テーダマツ (108.0tC/ha) > スギ (96.9tC/ha) > アカマツ (79.5tC/ha) の順であり、下呂試験地ではスギ (129.7tC/ha) > アカマツ (118.1tC/ha) > ヒノキ (113.0tC/ha) の順になっていた。ヤセ地である可見試験地よりも肥沃地である下呂試験地の炭素量の方が多かった。

土壌の深さ70cmから上部の土壌、粗大有機物に含まれる窒素量を図-2に示す。可見試験地ではヒノキ (6.6tN/ha) > スギ (6.2tN/ha) > テーダマツ (6.2tC/ha) > アカマツ (4.7tN/ha) の順であり、下呂試験地ではスギ (9.6tN/ha) > ヒノキ (9.0tN/ha) > アカマツ (8.8tN/ha) の順になっていた。可見試験地よりも下呂試験地の窒素量の方が大きい値を示した。

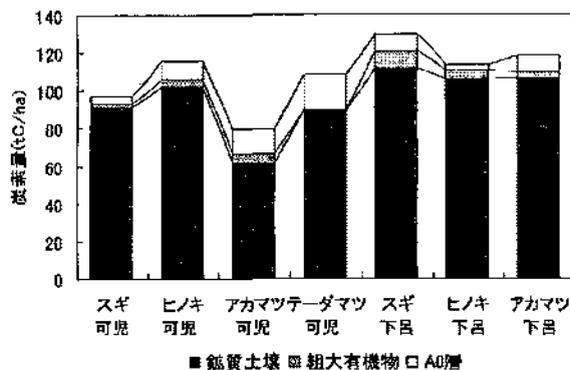


図-1 土壌中の含有炭素量

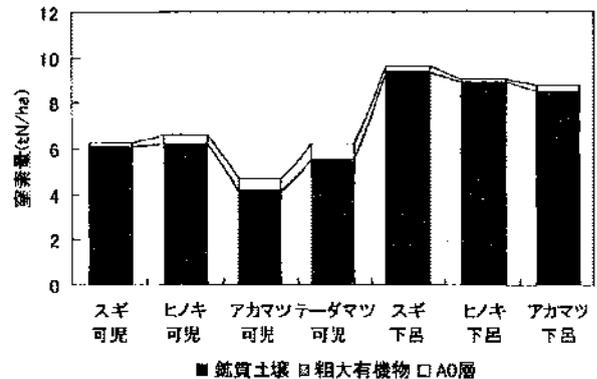


図-2 土壌中の含有窒素量

3.4 植物体調査

3.4.1 植栽木

乾燥重量とD³Hの関係から林分内の乾燥重量合計を算出し、haあたりの現存量に換算した。haあたり現存量を表-15に示す。アカマツ区で現存量が最も多くなっており、次いでヒノキ区、スギ区であった。

3.4.2 下層植生

各試験地のhaあたりの下層植生現存量を表-16、表-17に示した。可見試験地では、近年まで除伐などが行われていたため地上部が萌芽由来になっており、地上部に比べ地下部の現存量が多くなっていた。林内照度の低い下呂試験地のスギ区、ヒノキ区では下層植生の現存量が極端に少なかった。

表-15 植栽木の現存量 (t/ha)

	スギ	ヒノキ	アカマツ
幹	21.4	30.7	32.8
枝	3.6	5.7	11.1
葉	13.4	9.7	5.0
根	9.4	11.2	21.9
計	47.8	57.3	70.8

表-16 可見試験地下層植生現存量 (t/ha)

		地上部	地下部	合計
スギ	木本	7.3	12.3	19.6
	草本、その他	1.9	2.0	3.9
ヒノキ	木本	3.2	4.7	7.9
	草本、その他	0.1	0.2	0.3
アカマツ	木本	5.0	5.9	10.9
	草本、その他	0.2	0.1	0.3
テーダマツ	木本	11.6	13.8	25.4
	草本、その他	0.6	0.9	1.5

表-17 下呂試験地下層植生現存量 (kg/ha)

		地上部	地下部	合計
スギ	木本	18.0	18.0	36.0
	草本・その他	3.0	6.0	9.0
ヒノキ	木本	6.0	2.0	8.0
	草本・その他	2.0	4.0	6.0
アカマツ	木本	1074.0	786.0	1860.0
	草本・その他	18.0	36.0	54.0

表-18 植栽木の生育状況

試験地	樹種	可児				下呂		
		スギ	ヒノキ	アカマツ	テグマツ	スギ	ヒノキ	アカマツ
植栽本数	本	104	203	96	90	—	—	—
植栽密度*	本/ha	2,460	3,380	4,800	4,500	4,100	3,700	3,000
植え枯れ**	本	27	71	6	0	—	—	—
測定本数	本	70	79	35	32	90	80	36
立木密度	本/ha	1,660	1,320	1,750	1,600	2,184	2,051	1,280
林分材積	m ³ /ha	44.7	58.7	72.7	63.7	847	430	268
平均胸高直径	cm	8.8	10.9	10.9	10.1	21.7	17.6	18.1
平均樹高	m	7.0	8.5	7.9	7.7	20.0	16.9	15.2
平均生枝下高	m	1.8	2.1	4.0	3.7	14.4	10.0	11.0

* 下呂試験地の植栽密度は推定。

** 植え枯れは、植栽時から'86年までの枯れ。

*** 可児試験地は19年生時の'00. 1/20に測定

下呂試験地はスギ、ヒノキ35年生時、アカマツ33年生時の'00. 4/12に測定。

3.5 植栽樹種別の炭素・窒素蓄積量の推定

3.5.1 植栽木の生育状況

試験地の植栽木の生育状況は表-18のとおりである。

可児の調査林は、1997年に間伐が行われ立木密度が1,300~1,700本/haになっている。成育は全樹種で悪いが、この中でもヒノキ、アカマツ、テグマツに比べスギの成育が更に劣る。

下呂の調査林は、1981、1987年に間伐が行われているが、1987年の間伐は枯損木の伐採程度であり、本格的な間伐から約20年経過しているため、3樹種ともに非常に過密な林分である。またスギ、ヒノキ立木密度が約2,000本/haであるのに対し、アカマツが約1,300本/haなのは樹種特性によるものである。成育はスギが最も良くヒノキ、アカマツの順となっている。成育の違いは、林分材積に顕著に現れており、スギ847m³/ha、ヒノキ430m³/ha、アカマツ268m³/haである。

3.5.2 炭素蓄積量

試験地における鉱質土層を除いた有機物現存量を表-19に、鉱質土層の深さ60cmより上部も含めた炭素蓄積量を表-20に示した。炭素率は樹種により大きな差はなく、有機物現存量の約1/2であるため表-19と表-20はほぼ同じ傾向を示す。

可児の炭素蓄積量は、植栽木24.4~36.4tC/ha、下層植生4.2~14.0tC/ha、粗大有機物1.5~4.6tC/ha、土壌69.2~103.2tC/haであり、林分の合計115.9~140.1tC/haであった。一方、下呂の炭素蓄積量は、下層植生0.0~0.9tC/ha、粗大有機物2.9~9.1tC/ha、土壌100.5~114.1tC/haであった。

炭素蓄積量は土壌の蓄積量で大部分を占める。下呂試験地においてスギ、アカマツに比べてヒノキのA₀層の炭素蓄積が少ないが、土壌全体では樹種の差はほとんどなかった。

なお下呂試験地では植栽木を計測しなかったため、炭素蓄積を見積もれなかったが、林分材積から

推定すると可見試験地の数倍から十数倍の炭素が存在すると考えられる。したがって、下呂試験地では可見試験地の2倍から数倍の炭素蓄積があると推測される。

表-19 人工林の有機物現存量 (鉱質土層を除く) (t/ha)

調査地			可見				下呂		
樹種			スギ	ヒノキ	アカマツ	テグマツ	スギ	ヒノキ	アカマツ
植生	植栽木*	幹	21.4	30.7	32.8	—	—	—	—
		枝	3.6	5.7	11.1	—	—	—	—
		葉	13.4	9.7	5.0	—	—	—	—
		根	9.4	11.2	21.9	—	—	—	—
		計	47.8	57.3	70.8	—	—	—	—
	下層植生	地上部	9.2	3.3	5.2	12.3	0.0	0.0	1.1
		地下部	14.3	4.9	6.0	14.7	0.0	0.0	0.8
		計	23.5	8.2	11.2	27.0	0.0	0.0	1.9
	計			71.3	65.5	82.0	—	—	—
	粗大有機物*			2.9	7.1	9.0	—	17.8	7.8
土壌	A層(有機物層)		13.1	29.4	42.2	45.3	25.2	9.5	20.6
合計			87.3	102.0	132.2	—	—	—	

* 下呂試験地の植栽木と粗大有機物、可見試験地テグマツの植栽木と粗大有機物は未測定

表-20 人工林の炭素蓄積量 (tC/ha)

調査地			可見				下呂		
樹種			スギ	ヒノキ	アカマツ	テグマツ	スギ	ヒノキ	アカマツ
植生	植栽木*	幹	10.8	15.5	16.7	—	—	—	—
		枝	1.8	2.9	5.8	—	—	—	—
		葉	7.2	5.1	2.7	—	—	—	—
		根	4.6	5.6	11.1	—	—	—	—
		計	24.4	29.1	36.4	—	—	—	—
	下層植生	地上部	4.5	1.7	2.7	6.4	0.0	0.0	0.5
		地下部	7.1	2.5	3.0	7.6	0.0	0.0	0.4
		計	11.6	4.2	5.7	14.0	0.0	0.0	0.9
	計			36.0	33.3	42.1	—	—	—
	粗大有機物*			1.5	3.6	4.6	—	9.1	4.0
** 土壌	A層	L層	1.7	1.9	3.7	4.1	5.2	2.2	5.1
		F層	1.0	3.0	7.6	9.9	3.0	—	2.8
		FH層	—	—	—	—	—	0.9	—
		H層	1.0	5.1	1.9	4.6	0.9	—	0.7
		計	3.7	10.0	13.2	18.6	9.1	3.1	8.7
	鉱質土層	A層	49.5	57.9	24.7	43.5	60.9	36.6	48.0
		AB層	—	—	—	—	30.5	43.8	38.2
		B層	36.7	35.3	31.3	39.0	13.6	17.0	10.6
		計	86.2	93.2	56.0	82.5	105.0	97.4	96.8
	計			89.9	103.2	69.2	101.1	114.1	100.5
合計			127.4	140.1	115.9	—	—	—	

* 下呂試験地の植栽木と粗大有機物、可見試験地テグマツの植栽木と粗大有機物は未測定

** 深さ60cmまでの炭素量

表-21 人工林の窒素蓄積量 (tN/ha)

試験地			可児				下呂 *			
樹種			スギ	ヒノキ	アカマツ	テグマツ*	スギ	ヒノキ	アカマツ	
植生	植栽木*	幹	0.07	0.10	0.10	—	—	—	—	
		枝	0.02	0.03	0.08	—	—	—	—	
		葉	0.15	0.13	0.08	—	—	—	—	
		根	0.04	0.05	0.11	—	—	—	—	
		計	0.28	0.31	0.37	—	—	—	—	
	下層植生	地上部	0.09	0.03	0.04	0.10	0.00	0.00	0.01	
		地下部	0.09	0.03	0.04	0.11	0.00	0.00	0.01	
		計	0.18	0.06	0.08	0.21	0.00	0.00	0.02	
	計			0.46	0.37	0.45	—	—	—	
	粗大有機物*			0.01	0.03	0.04	—	0.06	0.03	0.02
** 土壌	A。層	L層	0.05	0.05	0.10	0.12	0.11	0.04	0.12	
		F層	0.05	0.11	0.31	0.37	0.11	—	0.10	
		FH層	—	—	—	—	—	0.04	—	
		H層	0.06	0.22	0.10	0.21	0.05	—	0.03	
		計	0.16	0.38	0.51	0.70	0.27	0.08	0.25	
	鉾質土層	A層	2.75	3.06	1.25	2.14	4.69	2.41	3.35	
		AB層	—	—	—	—	2.40	3.84	3.02	
		B層	3.20	2.56	2.50	2.74	1.17	1.67	1.03	
		計	5.95	5.62	3.75	4.88	8.26	7.92	7.40	
	計			6.11	6.00	4.26	5.58	8.53	8.00	7.65
	合計			6.58	6.40	4.75	—	—	—	—

* 下呂試験地の植栽木と粗大有機物、可児試験地テグマツの植栽木と粗大有機物は未測定

** 深さ60cmまでの窒素量

表-22 1年間の落葉落枝の乾燥重量、炭素量、窒素量*

試験地		可児				下呂		
樹種		スギ	ヒノキ	アカマツ	テグマツ	スギ	ヒノキ	アカマツ
乾燥重量	葉	0.77	1.45	1.45	2.30	3.36	3.26	3.51
	その他	0.12	0.19	0.87	0.13	0.87	1.21	2.29
	計	0.89	1.64	2.32	2.43	4.23	4.47	5.80
炭素	葉	0.41	0.80	0.80	1.23	1.84	1.81	1.90
	その他	0.06	0.10	0.45	0.07	0.44	0.61	1.20
	計	0.47	0.90	1.25	1.30	2.28	2.42	3.10
窒素	葉	0.008	0.012	0.015	0.022	0.037	0.033	0.040
	その他	0.002	0.002	0.008	0.002	0.009	0.014	0.019
	計	0.010	0.014	0.023	0.024	0.046	0.047	0.059

* 乾燥重量はt/ha・yr、炭素量はtC/ha・yr、窒素量はtN/ha・yr

3.5.3 窒素蓄積量

土壌の深さ60cmから上の窒素蓄積量を表-21に示した。可児の窒素蓄積量は、植栽木0.28~0.37tN/ha、下層植生0.06~0.21tN/ha、粗大有機物0.01~0.04tN/ha、土壌4.26~6.11tN/ha、であり林分の合計は4.75~6.58tN/haであった。一方下呂では、下層植生0.00~0.02tN/ha、粗大有機物

0.02~0.06tN/ha、土壌7.65~8.53tN/haであった。窒素蓄積量は、土壌の蓄積量で大部分を占める。下呂試験地における土壌の窒素蓄積量がスギ、アカマツに比べてヒノキのA層で少ないが、土壌全体では樹種の差はほとんどなかった。

3.5.4 リターフォール量

可児試験地のリターフォール量、リターフォール中の炭素量、窒素量は、それぞれ0.89~2.43t/ha・yr、0.47~1.30tC/ha・yr、0.010~0.024tN/ha・yrである。一方下呂試験地のリターフォール量、リターフォールの炭素量、窒素量は、それぞれ4.23~5.89t/ha・yr、2.28~3.10tC/ha・yr、0.046~0.059tN/ha・yrであり、可児試験地の約2倍以上であった(表-22)。

3.5.5 降水からの窒素供給量

一年間の降水からの窒素供給量は、可児18.3kgN/ha・yrが下呂8.2kgN/ha・yrの約2倍と多かった(表-23)。可児は市街地、工場が近くに存在するため多いと考えられる。硝酸-Nは、アンモニア-Nよりやや多く、可児においては全体の51%、下呂においては59%を占めていた。

3.5.6 人工林の炭素、窒素蓄積量の推定

試験地における有機物現存量を表-19、炭素蓄積量を表-20、窒素蓄積量を表-21に示したが、文献を用いて可児試験地のテーダマツ、下呂試験地のスギ、ヒノキ、アカマツの有機物現存量、炭素蓄積量、窒素蓄積量を推定してみた。

植栽木の幹の比重は、可児試験地のテーダマツが可児試験地のアカマツと同じ0.45、スギ、ヒノキ、アカマツが日本木材加工技術協会(1951~1954)を参考にして、それぞれ0.38、0.44、0.52とした。

植栽木の部位別重量割合は、可児試験地のテーダマツについては可児試験地のアカマツと同一とした。また下呂試験地のスギ、ヒノキは、原田ら(1968)、原田ら(1969)を参考にし、葉と緑枝を20t/ha、現存量の部位別割合を表-24のとおりとした。また下呂試験地のアカマツについて、只木ら(1968)、菊住(1979)を参考にして葉を6t/ha、現存量の部位別割合を表-25のとおりとした。

植栽木の炭素含有率は50%とした。

また植栽木の部位別窒素含有率は、可児試験地のテーダマツは可児試験地のアカマツと同一とした。また下呂試験地のスギ、ヒノキ、アカマツを原田ら(1969)、原田ら(1972)、堤(1968)、菊住(1979)を参考にして、表-25のとおりとした。

可児試験地のテーダマツの粗大有機物は、可児試験地のアカマツと同じ現存量9.0t/ha、炭素蓄積量4.6tC/ha、窒素蓄積量0.04tN/haとした。

表-23 降水からの年間窒素供給量

調査地	降水量	硝酸-N	アンモニア-N	計
	mm/yr	kgN/ha・yr	kgN/ha・yr	kgN/ha・yr
下呂	2,279	4.8	3.4	8.2
可児	1,757	9.4	8.9	18.3

表-24 現存量の部位別割合 (%)

調査地	樹種	可児			
		テーダマツ	スギ	ヒノキ	アカマツ
植栽木	幹	46	65	65	65
	枝	16	—	—	—
	葉*	7	—	—	—
	枝+葉	—	15	15	15
	根	31	20	20	20

* 葉は、葉と緑枝の合計

表-25 部位別の窒素割合 (%)

調査地	樹種	可児			
		テーダマツ	スギ	ヒノキ	アカマツ
植栽木	幹	0.3	0.1	0.1	0.1
	枝	0.7	0.4	0.4	0.3
	葉*	1.6	1.3	1.3	1.2
	根	0.5	0.3	0.3	0.3

* 葉は、葉と緑枝の合計

表-26 人工林の有機物現存量 (鉱質土層を除く) (t/ha)

調査地			可児				下呂			
樹種			スギ	ヒノキ	アカマツ	テグマツ	スギ	ヒノキ	アカマツ	
植生	植栽木*	幹	21.4	30.7	32.8	(28.8)	(321.9)	(189.2)	(139.4)	
		枝	3.6	5.7	11.1	(10.0)	(54.3)	(23.6)	(26.2)	
		葉	13.4	9.7	5.0	(4.4)	(20.0)	(20.0)	(6.0)	
		根	9.4	11.2	21.9	(19.4)	(99.0)	(58.2)	(42.9)	
		計	47.8	57.3	70.8	(62.6)	(495.2)	(291.0)	(214.5)	
	下層植生	地上部	9.2	3.3	5.2	12.3	0.0	0.0	1.1	
		地下部	14.3	4.9	6.0	14.7	0.0	0.0	0.8	
		計	23.5	8.2	11.2	27.0	0.0	0.0	1.9	
	計			71.3	65.5	82.0	(89.6)	(495.2)	(291.0)	(216.4)
	粗大有機物			2.9	7.1	9.0	(9.0)	17.8	7.8	5.7
土壌	A ₀ 層(有機物層)		13.1	29.4	42.2	45.3	25.2	9.5	20.6	
合計			87.3	102.0	132.2	143.9	538.2	308.3	242.7	

表-27 人工林の炭素蓄積量 (tC/ha)

調査地			可児				下呂			
樹種			スギ	ヒノキ	アカマツ	テグマツ	スギ	ヒノキ	アカマツ	
植生	植栽木	幹	10.8	15.5	16.7	(14.4)	(160.9)	(94.6)	(69.7)	
		枝	1.8	2.9	5.8	(5.0)	(27.2)	(11.8)	(13.1)	
		葉	7.2	5.1	2.7	(2.2)	(10.0)	(10.0)	(3.0)	
		根	4.6	5.6	11.1	(9.7)	(49.5)	(29.1)	(21.5)	
		計	24.4	29.1	36.4	(31.3)	(247.6)	(145.5)	(107.3)	
	下層植生	地上部	4.5	1.7	2.7	6.4	0.0	0.0	0.5	
		地下部	7.1	2.5	3.0	7.6	0.0	0.0	0.4	
		計	11.6	4.2	5.7	14.0	0.0	0.0	0.9	
	計			36.0	33.3	42.1	(45.3)	(247.6)	(145.5)	(108.2)
	粗大有機物			1.5	3.6	4.6	(4.6)	9.1	4.0	2.9
* 土壌	A ₀ 層	L層	1.7	1.9	3.7	4.1	5.2	2.2	5.1	
		F層	1.0	3.0	7.6	9.9	3.0	—	2.8	
		FH層	—	—	—	—	—	0.9	—	
		H層	1.0	5.1	1.9	4.6	0.9	—	0.7	
		計	3.7	10.0	13.2	18.6	9.1	3.1	8.7	
	鉱質土層	A層	49.5	57.9	24.7	43.5	60.9	36.6	48.0	
		AB層	—	—	—	—	30.5	43.8	38.2	
		B層	36.7	35.3	31.3	39.0	13.6	17.0	10.6	
		計	86.2	93.2	56.0	82.5	105.0	97.4	96.8	
		計	89.9	103.2	69.2	101.1	114.1	100.5	105.5	
合計			127.4	140.1	115.9	(151.0)	(370.8)	(250.0)	(216.6)	

* 深さ60cmまでの炭素量

** ()書きは、文献からの推定量。

表-28 人工林の窒素蓄積量 (tN/ha)

試験地			可児				下呂			
樹種			スギ	ヒノキ	アカマツ	テグマツ	スギ	ヒノキ	アカマツ	
植生	植栽木	幹	0.07	0.10	0.10	(0.09)	(0.32)	(0.19)	(0.14)	
		枝	0.02	0.03	0.08	(0.07)	(0.22)	(0.09)	(0.08)	
		葉	0.15	0.13	0.08	(0.07)	(0.26)	(0.26)	(0.07)	
		根	0.04	0.05	0.11	(0.10)	(0.30)	(0.17)	(0.13)	
		計	0.28	0.31	0.37	(0.33)	(1.10)	(0.71)	(0.42)	
	下層植生	地上部	0.09	0.03	0.04	0.10	0.00	0.00	0.01	
		地下部	0.09	0.03	0.04	0.11	0.00	0.00	0.01	
		計	0.18	0.06	0.08	0.21	0.00	0.00	0.02	
	計			0.46	0.37	0.45	(0.54)	(1.10)	(0.71)	(0.44)
	粗大有機物			0.01	0.03	0.04	(0.04)	0.06	0.03	0.02
* 土壌	A ₀ 層	L層	0.05	0.05	0.10	0.12	0.11	0.04	0.12	
		F層	0.05	0.11	0.31	0.37	0.11	—	0.10	
		FH層	—	—	—	—	—	0.04	—	
		H層	0.06	0.22	0.10	0.21	0.05	—	0.03	
		計	0.16	0.38	0.51	0.70	0.27	0.08	0.25	
	鉍質土層	A層	2.75	3.06	1.25	2.14	4.69	2.41	3.35	
		AB層	—	—	—	—	2.40	3.84	3.02	
		B層	3.20	2.56	2.50	2.74	1.17	1.67	1.03	
		計	5.95	5.62	3.75	4.88	8.26	7.92	7.40	
	計			6.11	6.00	4.26	5.58	8.53	8.00	7.65
合計			6.58	6.40	4.75	(6.16)	(9.69)	(8.74)	(8.11)	

* 深さ60cmまでの窒素量

** () 書きは、文献からの推定量。

可児、下呂試験地における有機物現存量を表-26に、炭素蓄積量を表-27に、窒素蓄積量を表-28に示す。

有機物現存量は、可児試験地が合計で87.3~143.9t/ha、植生が65.5~89.6t/haで大部分を占める。粗大有機物は2.9~9.0t/ha、A₀層で13.1~45.3t/haでありマツ類で多くスギで少ない。下呂試験地が合計で242.7~538.2t/haと可児試験地の2倍以上である。植生が216.4~495.2t/haで約90%以上を占める。粗大有機物は5.7~17.8t/haで可児試験地より多い。A₀層は9.5~25.2t/haで、アカマツ、スギで多くヒノキで少ない。

炭素蓄積量は、可児試験地が合計で115.9~151.0tC/ha、そのうち植生が33.3~45.3tC/haで約1/4~1/3を占める。粗大有機物は1.5~4.6tC/ha、A₀層は3.7~18.6tC/haであり、マツ類で多くスギで少ない。鉍質土層は56.0~93.2tC/haでヒノキ、テグマツで多く、アカマツで少なかった。これはアカマツ林がやや凸型斜面に位置しており、他の試験地と比べてより未熟な土壌となっているためと考えられる。下呂試験地は合計で216.6~370.8tC/haであり、可児試験地の約2倍以上である。うち植生が108.2~247.6tC/haで約1/2~2/3を占める。粗大有機物は2.9~9.1tC/haでこれも可児試験地より多い。A₀層は、3.1~9.1tC/haで、アカマツ、スギで多くヒノキで少ない。鉍質土層は96.8~105.0tC/haで、スギが多い。ヒノキ林の土壌表層(A₀層、A層)の炭素量は他の樹種に比べ少ない。調査地のリターフォール量は、林分間で大きな差がなく、調査地の傾斜が急であること、下層植生が少ないことを考えると、土壌表層の流亡や土砂礫の移動が頻繁に生じている可能性が高い。

窒素蓄積量は、可児試験地が合計で4.75~6.58tN/ha、そのうち植生が0.37~0.54tN/haで約10%

と少ない。粗大有機物0.01~0.04tN/ha、A₀層で0.16~0.70tN/haでありマツ類で多くスギで少ない。鉍質土壤は、全窒素の約90%を蓄積しており、3.75~5.95tN/haで、スギ、ヒノキで多い。下呂試験地の合計は8.11~9.69tN/haで、可児試験地より多い。うち植生における蓄積は0.44~1.10tN/haであり、約5~10%と少ない。粗大有機物は0.02~0.06tN/haで可児試験地とほぼ同じ蓄積量である。A₀層は、0.08~0.27tN/haで、アカマツ、スギで多くヒノキで少ない。鉍質土壤は、7.40~8.26tN/haで樹種の差は少ない。ヒノキにおいては、炭素蓄積と同様、A₀層、A層で他の樹種より少なく土壤の表層流亡の影響が認められる。

樹種で比較的差の少ない鉍質土壤の炭素・窒素蓄積量を100%として、他の部分の蓄積量、リターフォール、降水量による移動量の比率を算出すると炭素が表-29、窒素が表-30に示すとおりであった。

炭素におけるリターフォール比率は、0.5~3.2%で非常に少ない。可児試験地の0.5~2.2%は、下呂試験地の2.2~3.2%より低かった。

窒素におけるリターフォールは、0.2~0.8%で非常に少ない。可児試験地の0.2~0.6%は、下呂試験地の0.6~0.8%よりやや低かった。

窒素における雨水からの供給量の比率は、0.1~0.5%で非常に少ない。都市に近い可児試験地の0.3~0.5は、山間部の下呂試験地の0.1%より多い比率となった。

表-29 人工林の炭素の比率（鉍質土壤を100）（%）

調査地			可児				下呂		
樹種			スギ	ヒノキ	アカマツ	テグマツ	スギ	ヒノキ	アカマツ
現 存 量	植生	幹	12.5	16.6	29.8	(17.5)	(153.2)	(97.1)	(72.0)
		枝・葉	10.4	8.6	15.2	(8.7)	(35.4)	(22.4)	(16.6)
		根	5.3	6.0	19.8	(11.8)	(47.1)	(29.9)	(22.2)
		下層植生	13.5	4.5	10.2	(17.0)	(0.0)	(0.0)	(0.9)
		計	41.7	35.7	75.0	(55.0)	(235.7)	(149.4)	(111.7)
		粗大有機物	1.7	3.9	8.2	(5.6)	(8.7)	(4.1)	(3.0)
	土壤*	A ₀ 層	4.3	10.7	23.6	(22.5)	(8.7)	(3.2)	(9.0)
	鉍質土層	100	100	100	(100)	(100)	(100)	(100)	
リターフォール			0.5	1.0	2.2	(1.6)	(2.2)	(2.5)	(3.2)

* 鉍質土層は深さ60cmまでの炭素量 ** ()書きは、文献からの推定量

表-30 人工林の窒素の比率（鉍質土壤を100）（%）

調査地			可児				下呂		
樹種			スギ	ヒノキ	アカマツ	テグマツ	スギ	ヒノキ	アカマツ
現 存 量	植生	幹	1.2	1.8	2.7	(1.8)	(3.9)	(2.4)	(1.9)
		枝・葉	2.9	2.8	4.3	(2.9)	(5.8)	(4.4)	(2.0)
		根	0.7	0.9	2.9	(2.0)	(3.6)	(2.1)	(1.8)
		下層植生	3.0	1.1	2.1	(4.3)	(0.0)	(0.0)	(0.3)
		計	7.7	6.6	12.0	(11.0)	(13.3)	(8.9)	(6.0)
		粗大有機物	0.2	0.5	1.1	(0.8)	(0.7)	(0.4)	(0.3)
	土壤*	A ₀ 層	2.7	6.8	13.6	(14.3)	(3.3)	(1.0)	(3.3)
	鉍質土層	100	100	100	(100)	(100)	(100)	(100)	
リターフォール			0.2	0.2	0.6	(0.5)	(0.6)	(0.6)	(0.8)
雨水からの供給量			0.3	0.3	0.5	(0.4)	(0.1)	(0.1)	(0.1)

* 鉍質土層は深さ60cmまでの窒素量 ** ()書きは、文献からの推定量

3.6 木曾三川流域の森林の炭素蓄積量の推定

3.6.1 林木の炭素蓄積量

木曾三川流域の林木の樹種別蓄積量は表-31、樹種別の1㎡当たりの炭素蓄積量は表-32のとおりであった。これから推定すると、木曾三川流域の林木の炭素蓄積量は、表-33のとおり合計33,660千tCで、広葉樹が最も多く11,468千tC、ヒノキが次いで多く10,362千tCであった。両者で約65%を占めた。木曾三川流域の1ha当たりの平均は、約61tC/haであった。

3.6.2 土壌の炭素蓄積量

木曾三川流域の土壌型別面積は表-34、土壌型別の1ha当たりの炭素蓄積量は表-35のとおりであった。土壌型別の1ha当たりの炭素蓄積量は、127tC/haで、林木の約2倍の蓄積量であった。1ha当たりの炭素蓄積量は、林木と土壌を合計すると188tC/haであり、粗大有機物が数tC/ha存在すると考えられるのでこれを合計すると約190tC/ha程度と考えられる。

木曾三川流域の土壌の炭素蓄積量は表-36のとおりで、合計70,343千tCで、B_b(d)土壌が最も多く25,742千tC、次いでB_b土壌が多く23,374千tCであった。両土壌で全体の約70%を占めた。

表-31 木曾三川流域の樹種別蓄積量 (千㎡)

区 分		スギ	ヒノキ	アカマツ・カマツ	カラマツ	その他針	広葉樹	計
民有林	人工林	23,971	25,640	791	628	15	33	51,078
	天然林	29	804	6,624	5	659	22,002	30,123
国有林	人工林	749	3,108	92	1,279	91	294	5,613
	天然林	10	925	17	5	1,973	2,602	5,532
合 計		24,759	30,477	7,524	1,917	2,738	24,931	92,346

表-32 樹種別1m³当たりの炭素蓄積量 (t/㎡)

樹 種	スギ	ヒノキ	アカマツ・カマツ	カマツ	その他針	広葉樹
幹	0.19	0.22	0.26	0.25	0.22	0.32
枝・葉	0.04	0.05	0.06	0.04	0.05	0.05
根	0.06	0.07	0.08	0.08	0.07	0.09
合 計	0.29	0.34	0.40	0.37	0.34	0.46

表-33 木曾三川流域の林木の炭素蓄積量 (千tC)

区 分	スギ	ヒノキ	アカマツ・カマツ	カラマツ	その他針	広葉樹	計
合 計	7,180	10,362	3,010	709	931	11,468	33,660

表-34 木曾三川流域の土壌型別面積 (千ha)

土壌型	B ₀	B ₀ (d)	B ₁	B ₂	その他	計
民有林	154.7	186.0	90.3	12.0	34.2	477.2
国有林	25.1	18.3	6.6	0.2	27.6	77.8
合計	179.8	204.3	96.9	12.2	61.8	555.0

表-35 土壌型別ha当たりの土壌炭素蓄積量 (tC/ha)

土壌型	B ₀	B ₀ (d)	B ₁	B ₂	その他	平均
A ₀ 層	6	13	12	6	8	—
A層	67	55	23	247	50	—
B層以下	57	58	84	11	45	—
合計	130	126	119	273	103	127

表-36 木曾三川流域の土壌の蓄積量 (千tC)

土壌型	B ₀	B ₀ (d)	B ₁	B ₂	その他	計
合計	23,374	25,742	11,531	3,331	6,365	70,343

4. 文 献

- E. Jennifer Christy, Richard N. Mack (1984) Variation in Demography of Juvenile *Tsuga heterophylla* across the Substratum Mosaic, *Journal of Ecology* 72: 75-91.
- 原田洗・佐藤久男・堀田 庸・只木良也 (1969) 28年生スギ林およびヒノキ林の養分含有量. *日林誌* 51: 125-133.
- 原田洗・佐藤久男・堀田 庸・蜂屋欣二・只木良也 (1972) スギ壮齡林の養分含有量に関する研究. *林試研報*: 249, 17-74.
- 菊住昇 (1979) 樹木根系図説. 121pp、誠文堂新光社、東京.
- 中川一・横井秀一・井川原弘一・大瀬智宏・渡邊仁志 (2000) 木曾三川のエコロジカル流域管理計画、流域生態系の物質循環機能を生かした流域管理システム. (平成12年度業務報告. 77pp、岐阜県森林科学研究所). 21-29.
- 右田伸彦 (1950) 木材化学 基礎編. 269pp、産業図書株式会社、東京.
- 只木良也 (1971) 森の生態. 199pp、共立出版、東京.
- 堤利夫・河原輝彦・四手井綱英 (1968) 森林生態系における養分の循環について. *日林誌*: 50, 66-74.
- 堤利夫 (1987) 森林の物質循環. 124pp、東京大学出版会、東京.
- 依田恭二 (1971) 森林の生態学. 331pp、築地書館、東京.

平成13年度プロジェクト研究 「岐阜県の世界的固有植物（樹木）の遺伝子解析とクローン増殖に関する研究」

（平成13～15年度 初年度）

担当者 坂井至通、中島美幸、古川邦明、大洞智宏、福井博 *

1. 研究概要

森林には多種多様な生物が共存しあって生活しているが、近年の急激な開発により環境が変化し、野生生物の多様性が失われつつある。岐阜県では平成9年度から5カ年計画で「ぎふ森林・林業・林産業・山村活性化基本計画」を、平成13年度には「岐阜県環境基本計画」を策定し、岐阜県の自然環境の保全や創出、魅力のある山村の創造を基本施策に位置付けた。なかでも自然との共生、絶滅動植物の調査及び保護に関する具体的な研究の推進を望むとしている。

岐阜県には絶滅するおそれのある固有種として、シデコブシ、ヒトツバタゴ、ハナノキ、コウヤマキなどが挙げられている。なかでもモクレン科植物のシデコブシは、モクレン、タムシバ、コブシなど6花卉の花に比べ、花弁数が12～27と多いのが特徴である。世界的に見ても岐阜県東濃地方の砂礫地帯を中心に生育し、愛知県の渥美半島、また三重県四日市市にかけてのみ分布する固有種である。このため、岐阜県下各地域には保存会ができ、岐阜県固有資源の確保に努力が払われている。

一方、世界各国では植物資源を遺伝子レベルで解析し、特許取得する傾向がある。森林資源の保護や活用を図り林業の活性化に役立てるには、樹木の持つ特性や機能を把握した優良品種の選別、栽培、増殖などの検討が必要である。そのため、遺伝的解析、形態的分類、成分分析など多方面から植物の特性を検討し、他にない特徴を持つ品種として特化することが重要と思われる。この方面の先端的研究を行うためにも、先端研究機関からの技術導入、優良株確保、海外研究機関との共同研究などの必要が生じている。

また、森林資源を活用し林産業の活性化を図るためには樹木の持つ特性や機能を把握し、優良品種の選別、栽培、増殖などの検討が必要である。そのため遺伝的解析、形態的分類、成分分析など多方面から植物の特性を検討し、他にない特徴を持つ品種として特化することが重要である。世界的固有種の分布を数値情報化することにより、コンピュータを使った地理的確認、生育地の範囲や将来予測など具体的な環境保全に役立つ資料を提供できる。

2. 研究目標

(1) 岐阜県固有の絶滅危惧植物（樹木）の保護対策の研究

岐阜県固有植物で絶滅危惧種（シデコブシ、ヒトツバタゴ、ハナノキなど）の集団遺伝的解析によって、保護すべき原種の集団が特定できる。土地利用などで植物集団に影響が出る時、ミティゲーション（回避、低減、代償などの環境保護手法）や環境影響評価のシミュレーションができる。絶滅危惧種の原種をクローン増殖することにより、同じ遺伝子を保有した個体が大量に増殖でき、絶滅の危機が回避できる。

(2) 香料、お茶などの製品化及び園芸用新品種の研究

モクレン科植物は独特の香りを持つため、香水、化粧品等の原料として利用する他、ホオノキ、タムシバ、シデコブシなどの葉や花を使ったお茶を商品化する。また、シデコブシなどのモクレン科樹木は、園芸品種として植栽され、アメリカではガールマグノリアとして苗木が販売されている。東濃地方に生育するシデコブシから園芸用品種（種苗登録）に利用可能な個体を選別し、クローン増殖法による花木生産に寄与する。特に木本系植物は品種改良に長期間（およそ10年以上）を要し

ていたのが、4、5年で交配品種を造る道が開けてくる。

(3) 世界レベルを目指した遺伝子解析研究

シロイヌナズナなどの植物ゲノムの解析から花器官形成に關与する遺伝子のクローニングが話題になっている。品種改良に重要な役割を果たす遺伝子群も多数同定され、これら遺伝子の利用が重要となっており、モクレン科植物の花器官形成遺伝子利用が可能となる。

3. 研究結果

(1) 岐阜県の絶滅危惧樹木の調査

① 分布調査

レッドデータブックから、岐阜県における絶滅危惧種（樹木）として、春にシデコブシ、秋にハナノキの写真を撮影した。また、湿地に自生するシデコブシの分布調査は、各市町村の保存会の方々の調査資料や現地調査により、1/25000の地図に分布図を作成した。サンプル採取にはGPSにより人工衛星から位置を特定し、パソコン上にデータ保存した。地理的距離、分布状態の解析に用いた。岐阜県の絶滅危惧樹木についてホームページに広報した (<http://www.cc.rd.pref.gifu.jp/forest/>)

② シデコブシ（花の優良系統）の接ぎ木保存

平成13年9月12日、瑞浪市内で花の優良系統白色花1個体と紅色花2個体から枝を採取し、苗畑の1年生コブシ苗へ9月18日に芽接ぎした。芽接ぎは、剥ぎ接ぎで行った。平成14年4月10日、芽接ぎの活着状況を調べた結果を表-1のとおりであった。

表-1 芽接ぎの活着

No.	花の色	台木本数（本）	接いだ芽（個）	活着した芽（個）	接いだ芽の活着率（%）
1	紅	23	62	4	6
2	紅	24	41	10	24
3	白	24	56	15	27

台木は、春に1年苗を購入し4月に植栽したものである。芽接ぎ時の大きさは、根元径約1cm、高さ約60cmである。台木1本当たりの芽接ぎ数は、1.7~2.7個/本であり、No2の台木は生育がやや悪かったため1.7個/本と少ない。接いだ芽の活着は、6~27%であった。No1で活着率が悪かったのは、先ず親和性が悪かったためと考えられる。また、最初に芽接ぎしたところのため、接ぎ芽部分を切り離す時に厚くはぎ取り過ぎ、髓の部分が多くつけ過ぎたためとも考えられる。すなわち、接ぎ芽の木部と台木の木部と密着する面積が少なくなったため、樹液の供給が少なくなり活着不良になったとも考えられる。

③ シデコブシの胚形成

シデコブシは岐阜県東濃地方に分布する絶滅危惧種である。シデコブシは実生で繁殖するが、大量に苗を作るためには、種子の採取時期、低温処理などの条件を整える必要がある。今回、種子の発芽率向上のため、及び胚培養に応用するための基礎資料を集める目的で、種子の成長過程で重要と思われる胚の形成過程について観察した。

シデコブシ種子は森林科学研究所内に植栽されている個体から採取したものをを用いた。1回の測定につき集合果を一つ採取し、その中にある種子を測定に用いた。シデコブシの胚の発達過程及び種子径の成長状況は、採取した集合果から、果実を取りだし果肉を除去して種子径を測定した。

胚の発達過程の観察は、種子から胚を取り出し、顕微鏡を用いて写真を撮影し、大きさの測定

を行った。測定は7月11日（図-1）から9月10日（図-2）の間に7回おこなった。

7月11日の胚の形は、腎形のものと同形のものが見られた。このことから、球状胚の形成時期は7月上旬以前であると考えられた。胚長の変化を図-3に示した。観察開始から急速に成長しており8月に一旦成長が止まっているが9月に入って再度胚が成長していた。しかし、今回は調査個体数が少なく、この成長パターンがシデコブシ本来のものなのか、個体間差に起因するものなのかを峻別することはできなかった。

また、種子径の変化を図-4に示した。測定を始めた6月から9月までのあいだ大きさの変化はほとんどみられなかった。このことから、種子径の成長は6月までに終了していたと考えられた。

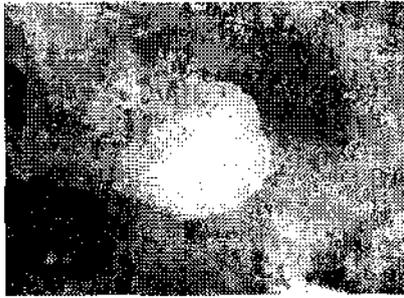


図-1 腎形の胚

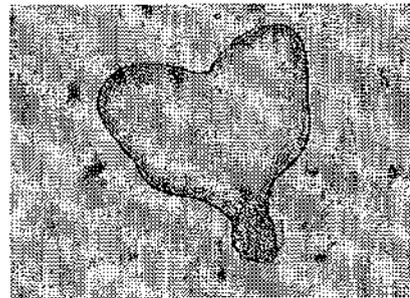


図-2 心形の胚

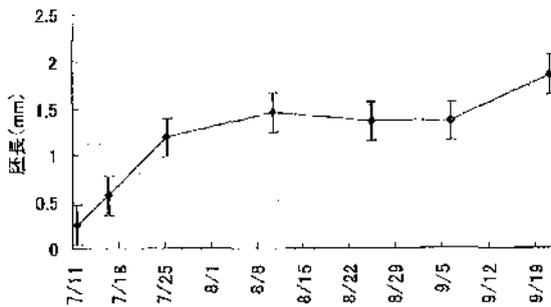


図-3 胚の成長状況

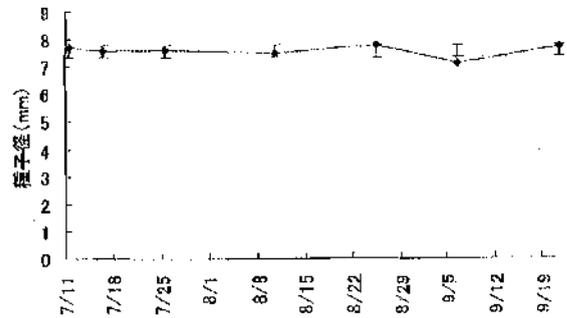


図-4 種子径の成長状況

(2) シデコブシの形態調査

① 花弁数と花色

調査集団として、シデコブシ10集団（“田原”、“豊田”、“菰野”、“関”、“各務原”、“多治見”、“上岐”、“瑞浪”、“恵那”、“飯地”）、タムシバ2集団（“礼岡”、“清見”）およびコブシ1集団（“開田”）を選定した。シデコブシはその分布域全体（北緯34° 37' ~ 35° 29'、東経136° 30' ~ 137° 23'）をカバーするように集団を選定した。タムシバは岐阜県の冷温帯地域に広く分布しているが、今回の調査ではシデコブシ分布域に比較的近接している地域と遠く隔離されている地域からそれぞれ1集団ずつ選定した。コブシは、長野県開田村の1集団を選定した。

平成13年4月に、それぞれの集団から調査木を11~20個体選定し、これらの個体に着いている花を1個体当たり5個ずつ、冬芽を15~20個ずつを採取した。花は満開を過ぎるあたりから、花弁が脱落しやすくなるため、花弁数を正確に計数できない。そこで、花はすべて7~8分咲きのものを選んだ。採取した花は花弁の色を記録した後、1個ずつビニール袋に入れ、保冷しながら研究所に持ち帰って形態調査に供試した。

採取した花は、それぞれ花径をノギスを用いて計測した後、花弁を一枚ずつ剥がしながらその花弁数を計測した。これを1個体当たり5個について行ない、平均値を個体の平均花弁数とした。

また、花弁は花軸に沿って螺旋状に配列しており、中心部に向かうほど形状が細くなる傾向にある。そのため、花の外側についている普遍的な形状の花弁3枚を選び、その花弁幅と花弁長をノギスを用いて計測し、平均値を求めてその花の花弁幅および花弁長とした。花5個の平均値をその個体の平均花弁幅および平均花弁長とした。

シデコブシの花弁色は、白から淡ピンク、ピンク、濃ピンクまで、個体間で変異に富んでいたのに対し、タムシバ、コブシは乳白色で個体間に大きな違いは見られなかった。シデコブシの花弁数は“恵那”で平均12.6枚ともっとも少なく、“豊田”で平均20.0枚と最も多かった。一方、タムシバとコブシの花弁数は、“福岡”と“清見”でそれぞれ6.1枚と6.0枚、“開田”で6.1枚であった。また、シデコブシはタムシバやコブシに比べると、花弁長に対して花弁幅が小さい傾向にあった。このことは、シデコブシの花弁がタムシバやコブシに比べて細長い形態をしていることを表していた。

さらに、シデコブシ集団間における個体の平均花弁数を比較したところ、10集団中6集団において、9枚以上12枚未満という少ない花弁数を持つ個体が見られた。このうち、“蕪野”を除く5集団はすべて東濃地域に位置する集団であった。これに対し、18枚以上の花弁を持つ個体は、“各務原”、“土岐”、“飯地”を除くすべての集団で見られた。特に“豊田”では18枚以上の花弁を持つ個体が全体の65%を占めていた。このように、シデコブシの花弁数は地域間で変化に富んでいた。

花弁数調査の結果、シデコブシの花弁の多数性と細長い形態は、タムシバとコブシとを合わせた3種の中で特に際立った特徴であると考えられた。多くの図鑑において、シデコブシの花弁数は12~18枚と記載されている。しかし、今回の調査で形態調査に供試したシデコブシの花弁数は6~29枚と図鑑の記載とは大きく異なっていた。

以上のことから、シデコブシは愛知、岐阜、三重の伊勢湾を取り巻く極めて限られた場所に分布する種であるにも関わらず、タムシバやコブシに比べて花弁数や色における変異の幅が大きいといえる。シデコブシは、形態的に興味深い特徴を持った地域固有の貴重な植物であるといえる。

② 葉形状

2001年7月、花および冬芽を採取した個体から、葉を枝についた状態で採取した。採取した枝から形状の普遍的な葉を5枚選び、それぞれの葉について葉柄長と葉身長をノギスを用いて計測した。さらに、最も特徴的な葉幅を調べるために、葉身長を10等分して得られた9つの節における葉幅をノギスを用いて計測した。

シデコブシの葉の形態について集団間で比較するために、葉柄長、葉身長および最大葉幅について、主成分分析を行った。シデコブシ、タムシバ、コブシの葉のサイズは、シデコブシの葉柄長、葉身長は、それぞれ平均して0.76cm、8.42cmであったのに対し、タムシバではそれぞれ1.25cm、11.52cm、コブシでは1.22cm、12.90cmであり、シデコブシの葉柄長と葉身長はタムシバやコブシに比べると小さい傾向にあった。一方、シデコブシとタムシバの最大葉幅は、それぞれ平均して3.06cm、3.83cmであったのに対し、コブシでは5.66cmであった。

さらに、葉のサイズデータを用いて主成分分析を行ったところ、葉のサイズ特性は、シデコブシ、タムシバ、コブシの3つのグループに分かれた。

(3) シデコブシのアロザイム分析による集団遺伝解析

シデコブシ、タムシバおよびコブシの集団遺伝学的解析を行うために、ポリアクリルアミドを支持体とした垂直電気泳動法によるアロザイム多型分析を行った。冬芽50mgを液体窒素で凍結して、乳鉢内で破碎した後、ポリビニルピロリドン (PVPP) を50mg/ml加えた抽出液1ml (0.1M Tris, 10mM KCl, 10mM MgCl₂, 1mM EDTA, 0.1mM NAD, 0.1mM NADP, 0.4% (v/v) 2-メルカプトエタノール, 2mM DTT, 30% (v/v) グリセロール, 5% (v/v) PVP40) を加えてよく攪拌した。これを4℃、12000rpm、30分の条件で遠心分離した。その液相部10μlをポ

リアクリルアミド垂直平板電気泳動法により 4℃、15mA/cm²の条件で約120分間泳動した。泳動したゲルは津村ら（1990）の方法に従って染色し、バンドパターンを読み取ることによって解析に用いた。このうち、鮮明なバンドパターンが得られた5酵素について遺伝子座および対立遺伝子の推定を行った。対立遺伝子頻度、一遺伝子座あたりの対立遺伝子数（A）、有効対立遺伝子数（A_e）、多型的遺伝子座の割合（P）、ヘテロ接合度の観察値（H_o）および期待値（H_e）の遺伝的変異量を算出した。

さらに、集団間の遺伝的分化の程度を調べるために、遺伝分化係数を算出した。また、集団間の遺伝的特徴の比較をするために、集団ごとの対立遺伝子の分布を調べ、集団間の遺伝的距離を算出した。

シデコブシ、タムシバおよびコブシ集団の遺伝的変異量を求めた。遺伝的多様性の高さを示すヘテロ接合度期待値（H_e）の集団の平均は、シデコブシで0.188、タムシバで0.091、コブシで0.197であった。また、シデコブシ各集団のヘテロ接合度期待値は“田原”で0.086と最も低く“恵那”で0.275と最も高かった。また、岐阜県の集団のヘテロ接合度は、愛知県や三重県の集団と比べると高い傾向にあった。

シデコブシ集団の遺伝的特徴を比較するために、対立遺伝子が3つ以上見られた4遺伝子座において対立遺伝子の分布を調べたところ、その分布パターンは集団によって様々であった。さらに、算出した遺伝的距離に基づいてUPGMA法によるデンドログラムを作成したところ、シデコブシはタムシバ、コブシとは大きく分かれてクラスターを形成した。しかし、シデコブシ集団間でみると、集団間の地理的距離に関連した分岐をしていなかった。

アロザイム分析による集団遺伝解析の結果から、Hamrickら（1992）によって求められている地域固有植物のヘテロ接合度が0.078であるのに対し、シデコブシ集団のヘテロ接合度は0.188であったことが分かった。このことから、シデコブシは分布域が限られているにも関わらず、高い遺伝的多様性を保有していることが考えられた。また、岐阜県の集団は愛知県や三重県と比べて高い遺伝的多様性を保有していることから、岐阜県の集団はシデコブシの遺伝資源の宝庫であるといえる。

一方、シデコブシ集団は、それぞれが独自の遺伝的特徴を保有していることがわかった。特に、東濃地域は集団が互いに近接しているにもかかわらず、対立遺伝子の分布パターンは異なっていた。これらの集団ごとの遺伝的独自性がシデコブシ分布域全体の遺伝的多様性を維持していることが考えられる。このことから、シデコブシの遺伝的多様性を維持するには、集団ごとの遺伝的独自性を損なわないことが重要であるといえる。そのためには、集団間での安易な移植は避けるべきである。

さらに、集団間の遺伝的距離に基づいたデンドログラムからは、シデコブシがタムシバやコブシから大きく分化していることがいえる。このことは、シデコブシの形態的特徴がタムシバやコブシと比べて際立っているという結果と一致していた。これらのことからシデコブシが形態的、遺伝的ともにタムシバやコブシから大きく分化していることが考えられる。

シデコブシは、形態的、遺伝的ともに興味深い特性を持っている一方で、分布域が限られており、絶滅の恐れがある植物である。集団の高い遺伝的多様性を保つことは、集団を健全な状態で維持していくことに不可欠である。今後はさらに集団の遺伝的構造を詳しく調べ、保全に役立つ情報を収集することが必要である。

(4) シデコブシ・タムシバ・コブシの成分的研究

1999年3月から2001年8月にかけて、岐阜県内で採取可能なモクレン科樹木として、シデコブシ（森林研、種子繁殖木）、タムシバ（森林研、自生木）、コブシ（森林研、種子繁殖木）、ホオノキ（明宝村、自生木）、ハクモクレン（岐阜市、中国原産園芸用木）、タイサンボク（岐阜市、北アメリカ原産園芸用木）から、花、葉、枝及び花蕾を採取し、冷凍（-30℃）保存した。また、アルプス薬品工業株から漢方薬原料の辛夷（中国原産のモクレン科樹木のモクレン、ポウシュンカ、ハクモクレン、湖北木蘭などの花蕾で樹種は特定できない）を入手した。

モクレン科樹木の花や葉には独特の香りがあり、漢方薬、香料、健康茶、保健栄養食品などとして製品化を図るため花の成分の分析法を検討した。抽出溶媒は、アセトン、エーテル、クロロホルム、ヘキサン、エチルアルコール、メチルアルコール、ペンタン、酢酸エチルの8溶媒を検討した。花卉の計測が終了した後凍結して保存し、これを解凍した試料（水分が残る）と凍結乾燥した試料（水分が残らない）を用いて、8溶媒の抽出液をガスクロマトグラフ分析で比較したところ、出現ピークの大きさ、数、総面積値で、凍結乾燥した試料を用いた方がよかった。また、抽出溶媒はアセトンかヘキサンとクロロホルムで同じようなピークパターンを示した。

(5) モクレン科樹木の園芸用種苗の確保及び増殖

① 樹木；特にモクレン科植物の茎頂培養について

供試植物として、岐阜大学農学部前に植栽されているシデコブシを供試し、2001年6月から7月にかけて当年枝側芽の茎頂組織を採取した。側芽は、1節ごとに切り離し、中性洗剤で洗浄した後、水洗し、70%エタノールを用いて30~60秒程度すすいだ後、次亜塩素酸ナトリウム溶液（有効塩素1%を含む）で10分間殺菌した。殺菌後、オートクレーブで滅菌した滅菌水で3回洗浄し、茎頂組織の抽出に供試した。

培地は、基本培地としてMurashige & Skoog処方（以降MS培地とする）の窒素成分の濃度を1/1、1/2に変化させたものを用い、それにオーキシンとしてNAAを無添加あるいは 10^{-8} Mの濃度で添加した。サイトカイニンとしてはzeatin、CPPU、BAPの3種類を用い、各々 10^{-6} M、 10^{-7} M、 10^{-8} M、 10^{-9} Mの濃度に加えて無添加区を設け、基本培地、オーキシン濃度、サイトカイニンの種類と濃度の3者を組み合わせた52種類の培地を作成し、供試した。各々の培地には、sucrose 3%、ゲルライト0.2%を添加し、pHを5.7に調整し、オートクレーブで殺菌した。

殺菌した側芽は、実体顕微鏡を用いて無菌条件で茎頂組織を抽出し、培地に置床した。置床した組織は、25℃、3000ルクス、16時間日長の条件で6週間培養した。

培養した組織を目視で調査し、緑色を帯び、葉原基の肥大や葉の伸長などの発育が認められた組織を計数した。同時に褐変しているものの、葉原基の肥大や葉の伸長などの発育が認められた組織についても同様に計数した。

その結果、緑色を帯びた組織について、緑色発育個体に及ぼすサイトカイニンの主効果をみると、zeatin添加区において最も個体数が多く、次いでCPPUとなり、BAPが最も少なかった。サイトカイニンの濃度の主効果は、 10^{-6} Mの濃度が最も高く、次いで 10^{-7} Mで、 10^{-8} M以下の低い濃度では緑色発育個体は少なかった。サイトカイニンの種類と濃度の交互効果では、zeatinでは明らかに低濃度における個体数の減少が認められ、同様にCPPUにおいても高濃度での緑色発育個体数が多かった。一方、BAPでは無添加区と差が認められず、BAPの緑色発育個体に及ぼす影響は認められなかった。

以上の結果から、緑色発育個体はzeatinを 10^{-6} ~ 10^{-8} Mの濃度で添加することで増加すると判断した。

6週間以上培養を行うとほとんどの個体が褐変枯死した。培養期間の6週間以前の早期に褐変枯死した個体も含めて、褐変枯死したものの培養を開始した茎頂組織と比較して葉原基の肥大や葉の伸長が認められたものを発育個体として計数し、発育個体はCPPU添加区で多い傾向が認められ、サイトカイニン濃度については 10^{-6} M区で少なかった。しかし、サイトカイニンの種類と濃度の交互効果では、サイトカイニン無添加区と比較していずれもサイトカイニン添加区においても発育個体が多いとはいえず、サイトカイニンの培地への添加は褐変枯死した個体に対して一定の促進効果を示すとはいえなかった。

緑色発育個体数とオーキシンの関係では、NAA無添加区に対して 10^{-8} M添加区ではほとんど緑色発育個体が見られず、NAAは阻害的な作用を示し、茎頂培養においてはNAAの添加は好

ましくないと判断した。このことは褐変枯死した個体も含めた発育個体においても同様であった。

基本培地としてのMS培地の窒素濃度については、1/2N-MS培地は1/1N-MS培地と比較して緑色発育個体数が少ない傾向が認められた。しかし、早期に褐変した個体も含めると両者の間には差が認められなくなった。

モクレン属植物の組織培養に関する報告は極めて少なく、茎頂培養に関してはBiedermann (1987) の報告があるにすぎない。腋芽培養やその他の器官を含めた組織培養についても、DeProft (1985)、Maene and Debergh (1985)、Merkle and Wiecko (1990)、Tobe (1990) など数例の報告に限られている。このようにモクレン属植物の組織培養が困難である理由として、植物体内のフェノール化合物の含量が高いことが挙げられる。本年度に実施した茎頂培養においても、6週間の培養期間内には多くの個体が褐変枯死し、茎頂培養でシュートの伸長を観察することは出来なかった。また、多くの個体において、植物体の切口から培地中多量のフェノール化合物が培地中に漏出する現象が認められ、それらの個体では培地が黒変する現象が観察された。

② コルヒチンおよびオリザリン処理による複二倍体作出

複二倍体個体の作出法としては、コルヒチンやオリザリンを用いた処理方法がある。処理には、①植物体の腋芽に処理する方法、②実生の幼植物体に処理する方法、③発芽直後の種子に処理する方法、④培養個体に処理する方法などが挙げられる。

本年度については、シデコブシの種子を使用することが困難であったため、平成14年度に継続して検討を行う。

園芸用シデコブシが庭木、街路樹、環境木として植栽が進む中、新品種の作出はアグリビジネスとして捉えることができる。しかし、単なる苗の増殖ではシデコブシ自生地では遺伝的攪乱の原因となるおそれがある。不稔性苗や無花粉化などの技術開発も必要と思われる。

4. ま と め

シロイヌナズナ、ヒト、トラフグなどのゲノム計画が終了し、ポストゲノムが話題となっている。植物分類に遺伝子解析技術（葉緑体やミトコンドリアのDNA）が応用され、モクレン科植物の遺伝的関連性が研究されている。シデコブシやタムシバなどのモクレン科植物は自然交配しないと言われているにもかかわらず、岐阜県東濃地方にはこれらの中間種と思われる個体が見られ、集団遺伝的解析が重要となる。本研究は東濃地方の湿地、湿原に自生する絶滅危惧樹木の分布調査、人工繁殖法、集団遺伝的解析、園芸用薬用への有効利用、観光資源、絶滅危惧と保全対策など幅広く視野に入れ、研究成果をより高度に活用させようとしている。湿地に自生する岐阜県固有のシデコブシ、ハナノキ、ヒトツバタゴを育む環境は、世界遺産にも匹敵する貴重な恵みであり、市町村各地域においては開発と保存の両面から将来への遺産としていかに引き継いでいくか熟慮しなければならない。この点、国内・国外からも注目されており、県民一人一人の自然生態系の保全に対する考えを深めるのに役立つ研究となっている。

5. 謝 辞

シデコブシ、タムシバ、コブシの現地調査にご協力いただきました、鈴木利昌（田原町博物館）、池上博身（トヨタ自動車株式会社）、原田敬子（トヨタの森フォレストヒルズ）、保黒時男（財団法人日本自然保護協会）、三戸憲和、小栗兼一（多治見市役所）、澤田與之（シデコブシと自然が好きな会）、山口清重（日本シデコブシを守る会）、西尾直躬、市川廣利（恵那シデコブシ保存会）、花田国勝（福岡町役場）、山田 勝（開田村役場）の方々に心より感謝申し上げます。

福井博一*：岐阜大学農学部園芸植物生産学教授、平成12年度及び平成13年度の客員研究員

機械化作業システムに適合した森林施業法の開発（国補、大プロ）

（平成9～13年 5年次）

担当者 古川邦明

1. 試験目的

林業従事者の高齢化が進み、若年層の林業離れによる労働力不足が深刻な問題となるなか、高性能林業機械は、林業の省力化と低コスト化および安全作業を目指してとあるの切り札として導入が進んできた。しかし、皆伐が控えられ間伐が主体になるなか、従来の間伐作業体系に新しい機械を組み込もうとするため、その能力を十分に発揮できず、運搬費、維持費の増加でかえってコスト高となったり、機械作業に適さない無理な作業法により、残存木を傷つけるなどの森林環境に対する問題点も明らかになってきた。

そこで本研究では、高性能林業機械の能力を十分に発揮させ、かつ森林環境の保全にも考慮出来る間伐作業方法の開発・改善に関する諸問題を究明し、高性能林業機械作業に適した森林施業法の開発を目的としている。

2. 試験方法

2.1 高性能林業機械に適した森林施業法に関する現地調査

2.1.1 スイングヤード作業調査

調査区は、郡上郡明宝村気良地内に設定し（表-1）、全木集材区及び短幹集材区に分けた。全木集材区では放射列状間伐を行い、列間においても一部間伐した。伐倒方向は放射列に沿って斜面下方とした。一方短幹集材区は定性間伐を行い、林内で造材した。伐倒方向は特に規制せず、かかり木にならないよう一本毎に作業員の判断で伐倒方向を決定した。

全木集材区内は3線架設して集材することとし、全列伐倒した後、スイングヤード（イワフジTW252）を使ってランニングスカイラインを架設して上げ荷で集材後、プロセッサ（イワフジCT500+GP35A）で造材を行った。単木集材区では、林内で造材、木寄せをおこない、ランニングスカイラインを1線架設して横取り集材した。

各プロット毎に要素作業時間を測定し、列状間伐の伐倒方法による作業性を比較検討した。

表-1 試験区概要

所在地	郡上郡明宝村気良地内	
プロット	全木集材区	短幹集材区
面積 (ha)	0.18	0.17
平均傾斜 (度)	20(15~30)	20(15~30)
樹種	人杉	人杉
林齢 (年)	35	35
平均胸高直径 (cm)	34	31
平均樹高 (m)	24	23
立木密度 (本/ha)	1,000	1,000
作業方法	放射列状間伐	定性間伐
伐倒	チェーン	チェーン
集材	スイングヤード	スイングヤード
造材	プロセッサ	チェーン(林内)

2.2 伐区調査

調査は、現場作業班長に詳細な日報を毎日つけてもらい、全作業終了後日報を回収して各機械、各工程毎に集計し作業人工等を算出した。作業経費等については、事業所管理職員からの聞き取り及び伝票や帳簿類の調査で行った。

2.3 小型フォワード集材における森林環境影響調査

2.3.1 調査地

フォワードの林内走行による森林上壤への影響について、平成11年度に大野郡久々野町有道県有林に設定した試験地で継続調査を行った。

2.3.2 土壌沈下調査

フォワーダ走行により沈下した轍の沈下量は、両輪の轍を縦断方向に20cm間隔で測定した。また、定点において走行経路の横断を測定した。

2.3.3 土壌水分

土壌水分の測定は走行区内3箇所、非走行区1箇所の計4箇所にそれぞれ土壌深20cmと40cmに圧力センサー式の自記テンシオメータを設置し1時間間隔でpF値を測定した。なお、走行試験地から約100m離れた県有林管理合裏に転倒マス式自動雨量計を設置し、時間雨量を同時に測定している。

3. 結果と考察

3.1 スイングヤーダ作業調査

調査対象内での作業は、伐倒とチェーンソー造材は1名、集材はオペレータ1名、先山2名の計3名で行い、荷外しはオペレータが兼ねている。なお、架線の索張り方法はランニングスカイライン式でインターロックは使用していない。表-2に作業工程毎の工期を示した。

3.1.1 伐倒作業工程

伐倒は全木集材区では、放射列状に架設したランニングスカイラインでの横取りを配慮した伐倒方向としたため、普通集材に比較してかかり木処理の占める割合が多くなった(図-2)。その結果伐倒作業工程では、全木集材区が38.03m³/人・日、短幹集材区

表-2 作業工程調査結果

間伐集材方法	全木集材区 放射列状間伐		短幹集材区 定性間伐
	立木材積	素材材積	素材材積
伐倒作業工程 (m ³ /人・日)	55.03	38.03	52.91
集材作業工程 (m ³ /人・日)	7.33	5.07	3.84
造材作業工程 (m ³ /人・日)	58.00	40.02	37.58
全作業工程 (m ³ /人・日)	5.00	3.46	3.12

で52.91m³/人・日となり、伐倒方向の自由度が高い短幹集材区のほうが約4割作業工程が優れていた。

ちなみに、立木材積での作業工程は全木集材区で55.03m³/人日であった。立木材積は幹材積表(日本林業調査会西日本編)から求めた。

3.1.2 集材作業工程

全木集材はスイングヤーダベースマシンの位置は移動せず架線方向にブームを旋回し、先柱を移動させ3線架設した。このうち架設撤去の張り替え時間観測は2回分について行った。架設撤去に要した時間は、平均で約46分(架設:31分、撤去:15分)であった。一方、短幹集材は1線で横取り集材を行った。

集材作業の作業工程は、全木集材で5.07m³/人・日(立木材積7.33m³/人・日)、短幹集材で3.84m³/人・日となった。1回当たりの平均荷かけ材積が短幹集材0.33m³、全木集材0.52(素材材積換算)と約1.6倍である。一部にスイングヤーダの牽引能力以上の材があり、作業途中に先端部を伐り落とす等の作業があり、作業工程を低下させた。引き出せる材の上限は現場の状況によって毎回異なるが、機械の能力と現場の状況を的確に把握して作業を行うことで作業工程が向上させる為に必要である。

3.1.3 造材作業工程

プロセッサの造材作業工程は素材材積で40.02m³/人・日であった。一方の短幹集材区では、林内でチェーンソーを用いて枝払いから造材まで実施した結果、37.58m³/人・日であり、プロセッサと比較しても遜色のない作業工程であった。比較のため、プロセッサ造材作業は集材待ち時間は除き、集材された材を把持した時点から処理した丸太や枝条の整理までの作業時間から算出したものである。

3.1.4 全作業工程

個々の作業工程毎に行った作業時間解析の結果から全体の作業工程を算出した。

全木集材では、5.00m³/人・日(立木材積換算:7.25m³/人・日)であった。

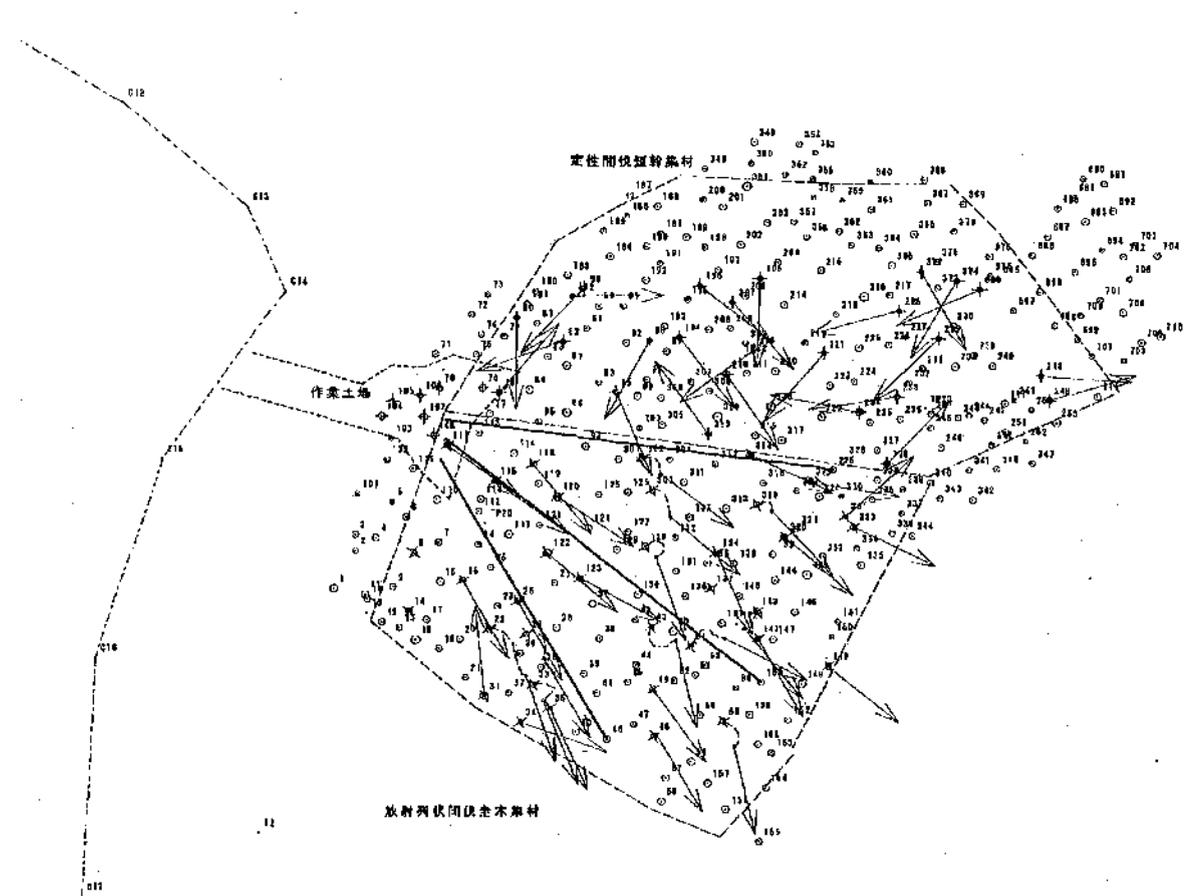


図1 調査現地立木配置及び架線位置図

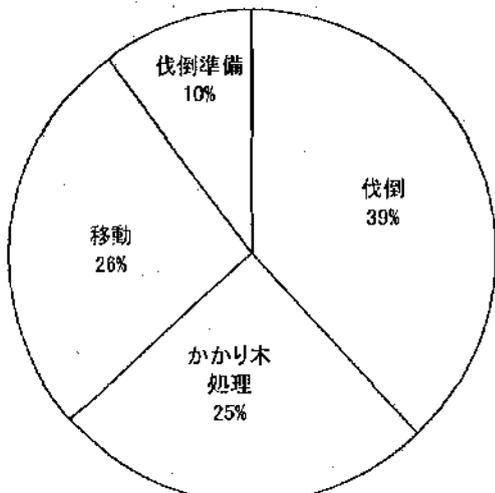


図2-1 短幹集材伐倒単位作業分析

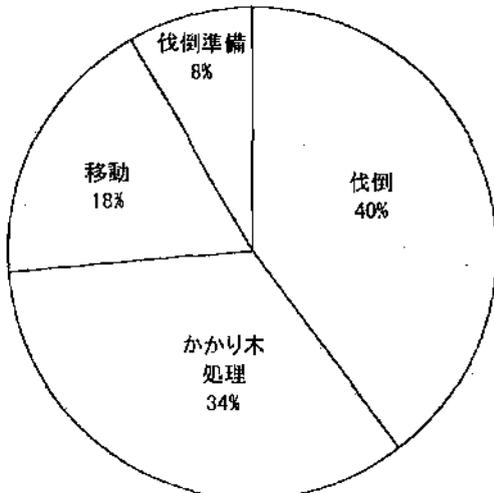


図2-2 全木集材伐倒単位作業分析

今回の調査ではプロセッサの造材とスイングヤードでの集材を並行して行った。一般的に架線集材に比べて、プロセッサでの造材作業は作業生産性が高いため、並行作業では待ち時間が生じる。今回の全木集材区におけるスイングヤード1台当たりの集材工期は15m³/台・日であり、待ち時間が生じた。集材の1サイクルの平均は360秒に対して、プロセッサの造材サイクルタイムは平均130秒であり1/3の所要時間となっている。このため、時間はでの実作業時間より多くなった。この現場での架線であらかじめ集材集積下の後、プロセッサで造材した場合と比較すると、今回の現場でも並行作業の作業工期が低くなった。

3.2 小型フォワーダ集材における森林環境影響調査

3.2.1 轍調査

走行直後及び1年後の横断面の変化を図-3に示す。走行直後に発生した轍は1年後には全体的に均され、2年経過した今回の調査では、さらに凹凸の均等化がされていた。特に42回走行区で轍底への土砂の堆積がすすみ、敷き材有りの区間では、走行前より地表高が高くなった箇所もあった。

その他の走行区においても、走行によって生じた轍の壁上部が崩れ、底部が浅くなり、轍幅が拡大していた。

3.3.2 土壌水分

平成13年7月27日から土壌深20cmと40cmにおける土壌pH値の測定を開始したが、設置直後に落雷により機器が破損したため測定できなかった。

4. 参 考 文 献

- 古川邦明 (2001) 機械化作業システムに適合した森林施業法の開発、森林科学研究所業務第31号
古川邦明 (2000) 機械化作業システムに適合した森林施業法の開発、森林科学研究所業務第30号
林野庁計画課編 (1981) 立木幹材積表西日本編, 日本林業調査会

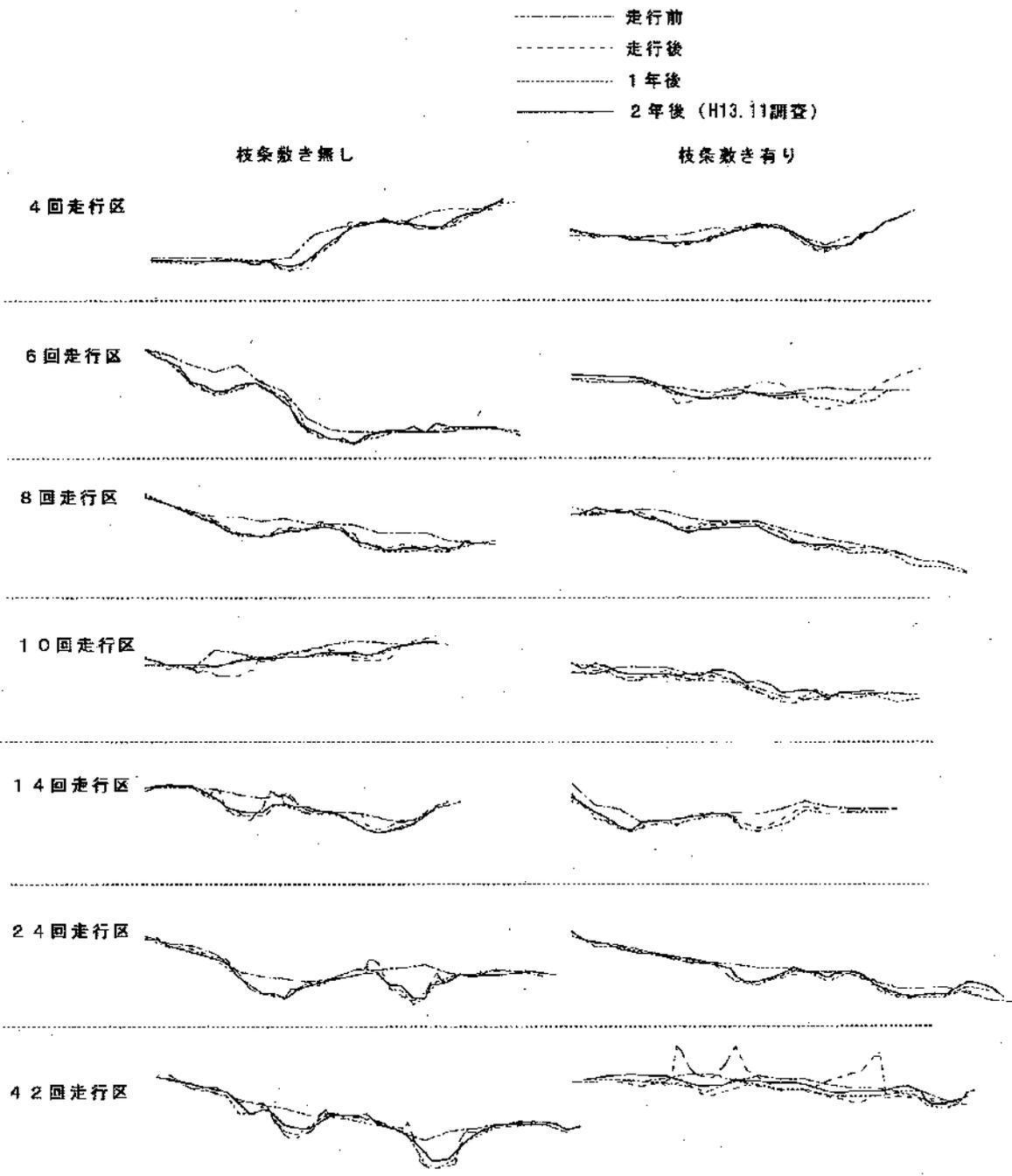


図-3 走行跡変化 (縦横縮尺比 3 : 1)

里山における菌根性食用きのこ生産に関する研究（県単）

（平成13～17年度、初年次）

担当者 水谷和人 井戸好美

1. 試験目的

都市周辺の里山は、施業放棄による林内の照度不足や厚く堆積した落ち葉などが原因となり、生物相が変化している。きのこの場合は、厚く堆積した落ち葉にはこれらを分解するきのこ（腐生性きのこ）が優占しているのが現状である。これらのきのこは食用に適さないものが多い。

下草刈りや落葉落枝の採取等の里山林施業が行われたアカマツやコナラはきのこ共生をする。共生するきのこ（菌根性きのこ）には食用価値の高いものが多い。そこで、里山を食用価値の高い菌根性きのこ主体に移行させるためには、現在腐生性きのこが優占する里山を積極的に施業することが必要である。このことにより、食用きのこの生産拡大と里山を都市住民へのきのこ狩りによるレクリエーション利用拡大が可能となる。なお、本試験は今年度をもって終了する。

2. 試験方法

2.1 菌根性きのこの発生地調査

シャカシメジ、アマタケ、シモコシ（あるいはキシメジ）の発生時期および発生場所の環境を調査するとともに菌株として収集・保存した。

2.2 胞子の発芽試験

使用した培地の組成は蒸留水 1 L に対して麦芽エキス：10 g、ペプトン：1 g、ストレプトマイシン：0.03 g、Tween80：1 ml、n-酪酸：0.03 ml、寒天：15 g である。これを径 9 cm のシャーレに 20 ml 添加した。試験に使用したきのこはシモフリシメジ、カキシメジ、シモコシ、ヌメリイグチ、ショウゲンジである。これらのきのこは岐阜県内で採取し、その日のうちに傘をビーカーの底にワセリンで張り付け、滅菌シャーレの上にふせて胞子を落下させた。16 時間後に落下した胞子を胞子接種用培地から寒天を除いた溶液でけん濁して各培地へ接種した。胞子接種した培地は 21℃ で暗黒培養した。調査は顕微鏡観察による 1000 個当たりの胞子発芽率で、胞子接種後 49 日間にわたって定期的に行った。

2.3 シャカシメジ菌糸体の培養温度別生長試験

2.3.1 供試菌株

供試菌株は、森林科学研究所で保有するシャカシメジの野生菌株 11 株を用いた。なお、供試菌は、あらかじめシャーレ内で前培養したものをを用いた。

2.3.2 生長試験

菌糸体生長に及ぼす培養温度の影響を把握するため、18℃、21℃、23℃、25℃、28℃、31℃の各培養温度の菌糸体生長量を測定した。培地は、市販の PD 培地を用い、100 ml 三角フラスコに 50 ml 加え、120℃ で 20 分間滅菌した。この培地にあらかじめシャーレ内で前培養した供試菌を直径 5 mm のコルクボーラーで打ち抜き、3 個の菌糸片を接種した。その後、各恒温器内で 30 日間培養し、培養菌糸体を濾過し、65℃ の乾燥器内で 3 日間乾燥後、菌糸体重量を測定した。供試数は、各試験区 3 本とした。

2.4 林地へのホンシメジ培地埋設試験

対象とした林地は、美濃市内のホンシメジの発生が確認されていないアカマツを主体とした林で、1999～2000 年に環境整備を行った。環境整備は 20×20 m の面積を除去し、そのうちの半分の面積はさらに A 層を除去した。ここへ、2000 年 3 月および 4 月に新たな子実体発生を目的として、既存の方法（河合、1997）に基づいてホンシメジを蔓延させた培地（600 g）を 60 個埋めた。穴の大きさは縦 20×横 15×深さ 15 cm とし、培地を 1 個置いた後に赤玉土で埋めた。埋設後は地表をそのまま、あるいは

落葉で被覆した。調査は埋設後の子実体発生状況とした。

2.5 アカマツ取り木苗の作成

2001年6月中旬～下旬に3年生アカマツの前年枝87本を環状剥皮して発根促進剤を塗布して水苔でくるみ、その上を黒いビニールで覆った。同様に、6月下旬～7月上旬に8年生アカマツの前年枝53本の取り木処理を行った。以後、2002年1月中旬の発根調査まで取り木処理枝の枯れ状況などを観察した。

3. 結果と考察

3.1 菌根性きのこの発生地調査

シャカシメジ11菌株、アミタケ6菌株、シモコシ2菌株、キシメジ1菌株を収集・保存した。アミタケ、シモコシ、キシメジはアカマツが混生する広葉樹林内あるいはアカマツを主とした林内に群がって発生していた。発生個所は歩道脇や林縁などで、陽光の入りやすい明るい場所であった。シャカシメジはアカマツが混生する広葉樹林内で発生しており、発生個所付近にアカマツが存在しない場合もあった。

3.2 胞子の発芽試験

胞子発芽率を表-1に示した。胞子発芽率はシモフリシメジが最高4.8%、カキシメジ18.0%、シモコシは23.6%であった。これら白色の胞子はよく膨潤し、シモフリシメジおよびカキシメジは胞子の両端から発芽管が伸長した。シモコシは1本の発芽管が伸長するが多かった。一方、有色の胞子はほとんど発芽せず、ヌメリイグチの胞子は接種27日目に若干の発芽が見られた程度で、ショウゲンジは全く発芽しなかった。これらのきのこの胞子はほとんど膨潤せず、ヌメリイグチは極めて太い発芽管が長軸方向の胞子壁から伸長した。

なお、有色胞子の発芽率向上を目的としてアミタケ胞子に紫外線照射処理(30分、1時間、2時間、4時間)や1 mol塩酸に2時間浸漬処理(処理後蒸留水で希釈)後の胞子発芽率を調査したが、ほとんど胞子は発芽せず、処理効果は認められなかった。

3.3 シャカシメジ菌糸体の培養温度別生長試験

培養温度別の菌糸体生長量を図-1、2に示した。LFU 4、LFU 5、LFU 6、LFU 7、LFU 8、LFU 10は23～25℃で菌糸体が最も良く生長し、LFU 1、LFU 2、LFU 3、LFU 9、LFU 12は21℃で菌糸体が最も良く生長した。菌株により伸長最適温度が異なることが確認された。

3.4 林地へのホンシメジ培地埋設試験

子実体(原基も含む)は林地に埋めた培地60ヶ所のうち2000年秋に2ヶ所、2001年秋には16ヶ所から発生した(表-2)。発生した子実体はすべて埋設した培地の真上に位置しており、培地由来のものであると考えられた。

3.5 アカマツ取り木苗の作成

3年生アカマツの取り木処理枝の発根率は22%で、早いものは9月に発根していた。同様に8年生アカマツの発根率は32%で、8月には発根している枝があった。3年生アカマツでは樹高や根元径の大きな母樹の枝は発根率が高い傾向にあった。なお、発根した枝の葉はすべて緑色を呈していた。

4. 引用文献

河合昌孝(1997) 奈良林試研報27. 8-12

表-1 胞子の発芽率

きのこ名	接種後の経過日数別胞子発芽率 (%)						
	3日	6日	9日	13日	20日	27日	49日
シモフリシメジ	-	2.1	4.3	-	4.8	-	-
カキシメジ	18.0	-	-	-	-	-	-
シモコシ	1.5	23.6	-	-	-	-	-
ヌメリイグチ	0.0	0.0	-	0.0	-	+	+
シヨウゲンジ	0.0	0.0	-	0.0	-	0.0	0.0

+ : 発芽率0.1%以下, - : 未測

表-2 埋設の条件と子実体発生状況

埋設時期	A層除去の有無	被覆の有無	培地埋設個所数	子実体発生個所数	
				2000年秋	2001年秋
2000年3月14日	除去	あり	10	1	3
2000年3月14日	除去	なし	10		3
2000年3月14日	除去なし	なし	20	1	4
2000年4月7日	除去	あり	10		1
2000年4月7日	除去	なし	10		5

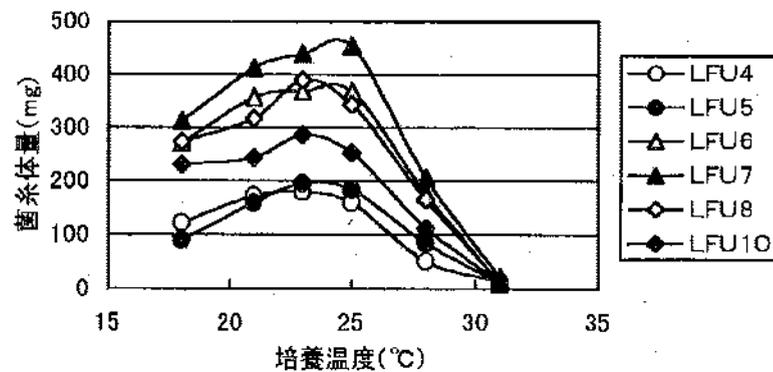


図-1 シャカシメジ菌糸体の培養温度別生長量

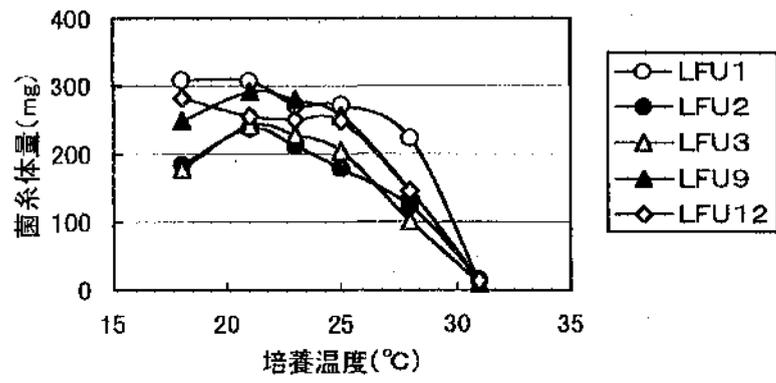


図-2 シャカシメジ菌糸体の培養温度別生長量

薬用キノコの効率的生産技術の開発とその効能効果に関する研究 (県単)

(平成12~14年度、2年次)

担当者 水谷和人 坂井至通

1. 試験目的

現在人工栽培が行われて流通しているキノコは十数種に過ぎない。これらはいずれも、主に食用目的に供されており、薬用として人工栽培されているキノコはほとんどない。しかし、昨今、薬用キノコに関心が高まっており、これまでにない薬用・健康食品等の機能性を重視したキノコの活用法が期待されている。そこで、薬用として期待できるキノコについて、県内での発生環境・生態を調査し、子実体発生条件を検討する。さらに、効能効果試験のひとつとして、市場品及び培養菌糸の突然変異抑制効果を把握する。

2. 試験方法

2.1 菌糸の生理、大量培養方法の把握

2.1.1 チョレイマイタケ菌株別の菌糸伸長速度

チョレイマイタケ7菌株 (DUM 1~6、MAFF 420301) について改変Malt extract培地上の菌糸伸長速度を比較した。培養温度は21℃で、培養期間は38日間である。

2.1.2 培養に適した温度の把握

100ml三角フラスコに蒸留水を50mlおよびPDを1.2g入れ、120℃で20分間滅菌した。これにトウチウカソウ (DSMZ 11327)、セミタケ (CSO 5)、チョレイマイタケ (DUM 2)、ハナビラタケ (MAFF 420083) の菌を接種し、18、21、23、25、28、31℃の各温度で培養した (供試数は各5個)。定期間培養後に菌体乾燥重量を測定し、菌体重量が最大となる培養温度を求めた。

2.2 ヤマブシタケの効率的生産技術の開発

2.2.1 袋栽培における培養日数別ヤマブシタケ栽培試験

培地材料は容積比でシイタケ廃ホダオガ粉：フスマ：コーンブラン=10：0.6：1.4 (含水率65%) で、栽培袋に約2.3kg詰めた。滅菌後、市販のヤマブシタケ種菌を接種し、適正培養日数を検討するため23℃で22日、29日、36日、43日、50日、57日間培養後、16℃の部屋へ移動した。供試数は各5個とし、発生した子実体の生重量を測定した。

2.2.2 ビン栽培における菌株別および培地基材の種類別栽培試験

菌株はヤマブシタケの市販菌および当研究所保有株Y8901、HER 2、HE 9801である。培地材料は容積比でスギあるいはブナオガ粉：フスマ：コーンブラン=10：1：1 (含水率65%) とし、800ccビンにブナの場合は544g、スギの場合は478g (ビンおよび蓋重を含む) 詰めた。120℃で90分間滅菌し、別途ブナオガ粉を主体とした培地で培養した菌を接種した。21℃で22日間培養後、菌掻きおよび注水をして16℃の部屋へ移動した。子実体発生は一番発生まで行い、生重量を測定した。なお、供試数は各8本とした。

2.3 子実体発生可能種の把握

コナラを使用した原木栽培 (メシマコブのみヤマグワも使用) による子実体発生の有無を調査した (表-1)。栽培はシイタケの原木栽培に準じて滅菌しないで栽培する方法 (以下原木栽培とする) と、原木をさらに短く玉切りしてマイタケの原木栽培に準じた滅菌処理して袋内で栽培する方法 (以下滅菌原木栽培とする) とした。供試菌はチョレイマイタケ、ハナビラタケ、ヤマブシタケ、メシマコブである。

原木栽培は、長さ1 mの原木に直径12mm、深さ35mmの接種孔をあけた。そこに別途ブナオガ粉を主体とした培地で培養した菌を詰め、封ロウ処理をした。接種孔は1列に8個の千鳥植えとし、接種孔数は原木1本あたり原木直径 (cm) の約4.5倍量とした。接種日は2001年3月27日～4月5日である。接種後は野外のダイオシエード被陰下で井桁積みにして適宜散水するなどの管理を行った。

滅菌原木栽培試験は、長さ20cmの原木を17時間流水に浸水し（一部の原木は浸水せず）、耐熱性のポリプロピレン袋（大きさ：200×450mm、35mm径のフィルター1個を装着）に1本ずつ入れ、木口面にブナオガ粉と米ぬかを混合したもの（容積比で10：2、含水率65%）をうすくのせた。袋の口はフィルターをはさんでキャップでフタをし、120℃で2時間滅菌した。滅菌後に別途オガ粉を主体とした培地で培養した菌を10gずつ原木の木口面のブナオガ粉上にばらまいた。接種は2001年4月で、接種後は温度21℃、湿度60%RHで管理した。その後、順調に菌糸が伸長したヤマブシタケは15℃の部屋へ移動、メシマコブは野外のダイオシエード被陰下（原木栽培試験と同じ場所）へ移動した。調査は同年秋に子実体の発生状況および原木内部の菌糸の伸長状況を肉眼で観察した。

表-1 試験区別の原木供試数

原木樹種	きのこの種類	原木供試数 (本)	
		原木栽培	滅菌原木栽培
コナラ	チョレイマイタケ	9	浸水原木 10
	ハナビラタケ	10	浸水原木 20
	ヤマブシタケ	10	浸水原木 10
	メシマコブ	10	浸水原木 10
ヤマグワ	メシマコブ	20	浸水原木 15
			浸水なし原木 15

2.4 市場品の効能効果調査

メシマコブの野生種を入手し粉末とした。約100gずつを熱湯で3時間2回抽出し、吸引ろ過（トヨろ紙No.2）した。ろ液は集めて凍結乾燥し、熱湯抽出エキスとして試験に供した。突然変異活性は、化学物質が引き起こす発ガン性の危険度と密接に関連している。今回、突然変異原物質にベンツ [a] ピレン及びTrp-P-1を用い、突然変異試験菌にサルモネラ菌 (TA98) を用いた。突然変異抑制効果は、試験菌に変異原物質を作用させて起こる突然変異菌のコロニー数が各キノコの熱湯抽出エキスを添加したことにより、どの程度減少したかで評価した。1試験当たりの熱湯抽出エキス添加量は各500、100、50、10mgとし、繰り返し試験数は3とした。

3. 結果と考察

3.1 菌糸の生理、大量培養方法の把握

3.1.1 チョレイマイタケ菌株別の菌糸伸長速度

チョレイマイタケ7菌株のうち菌糸伸長速度が早いのはDUM 2であった。また、DUM 2は培地上に小さな菌核様の組織を形成した。

3.1.2 培養に適した温度の把握

菌体重量が最大となる培養温度はトウチュウカソウが21℃、セミタケおよびハナビラタケが25℃で、チョレイマイタケは28℃であった（表-2）

3.2 ヤマブシタケの効率的生産技術の開発

3.2.1 袋栽培における培養日数別ヤマブシタケ栽培試験

子実体発生量は培養日数が29日の時に最も多かった(図-1)。36日では発生が減少するが、50日に延ばすとまた多く発生してきた。

3.2.2 ビン栽培における菌株別および培地基材の種類別栽培試験

子実体発生量は培地基材をブナオガ粉とした場合に多かった(図-2)。また、菌株別ではスギおよびブナオガ粉培地とも当研究所保有株IIER-2が多く発生した。なお、二番発生はほとんど期待できなかった。

3.3 子実体発生可能種の把握

接種当年に子実体が発生したのはヤマブシタケのみであった。原木栽培は原木10本中6本から発生して発生量は平均108g、滅菌原木栽培は原木10本中8本から発生して発生量は平均70g発生した。メシマコブは滅菌原木栽培のみ子実体原基が形成した(詳細は岐阜県森林研報31を参照)。

3.4 市場品の効能効果調査

熱湯抽出エキスの収率は2.5%であった。野生種のメシマコブ熱湯抽出エキスは突然変異抑制効果を示した。

4. 引用文献

水谷和人・坂井至通(2002)岐阜県森林研報31, 17-20

表-2 菌体重量が最大となる培養温度

きのこ名	菌体重量最大温度(°C)
トウチュウカソウ	21
セミタケ	25
チョレイマイタケ	28
ハナビラタケ	25

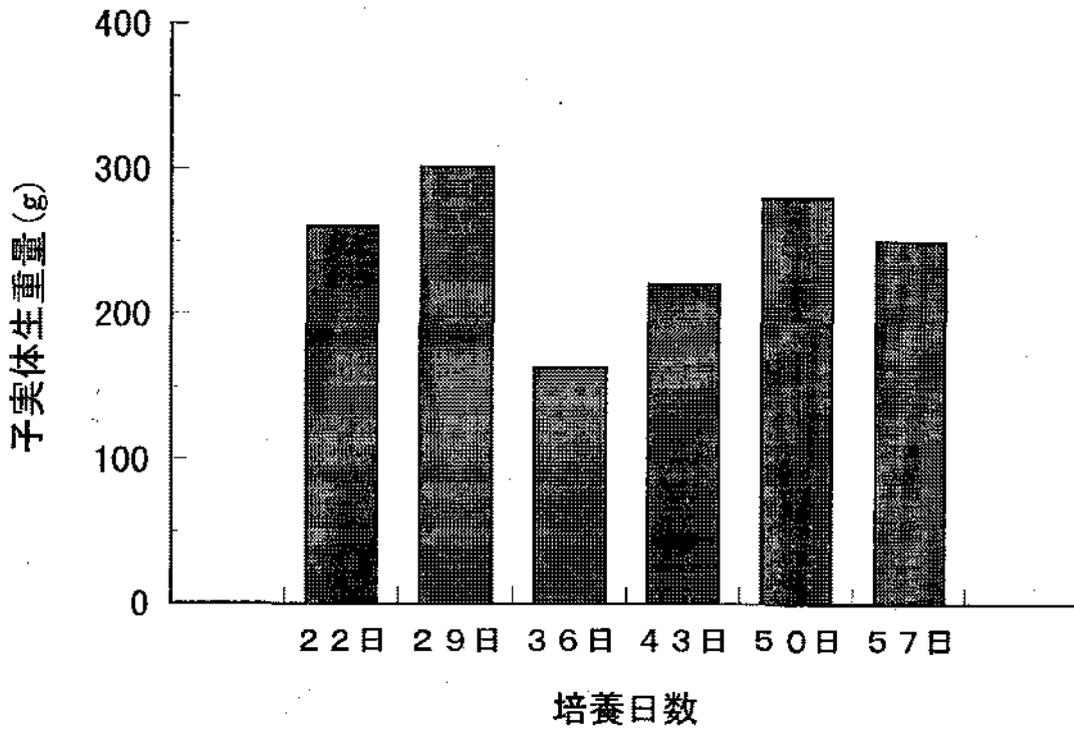


図-1 ヤマブシタケの培養日数と発生量

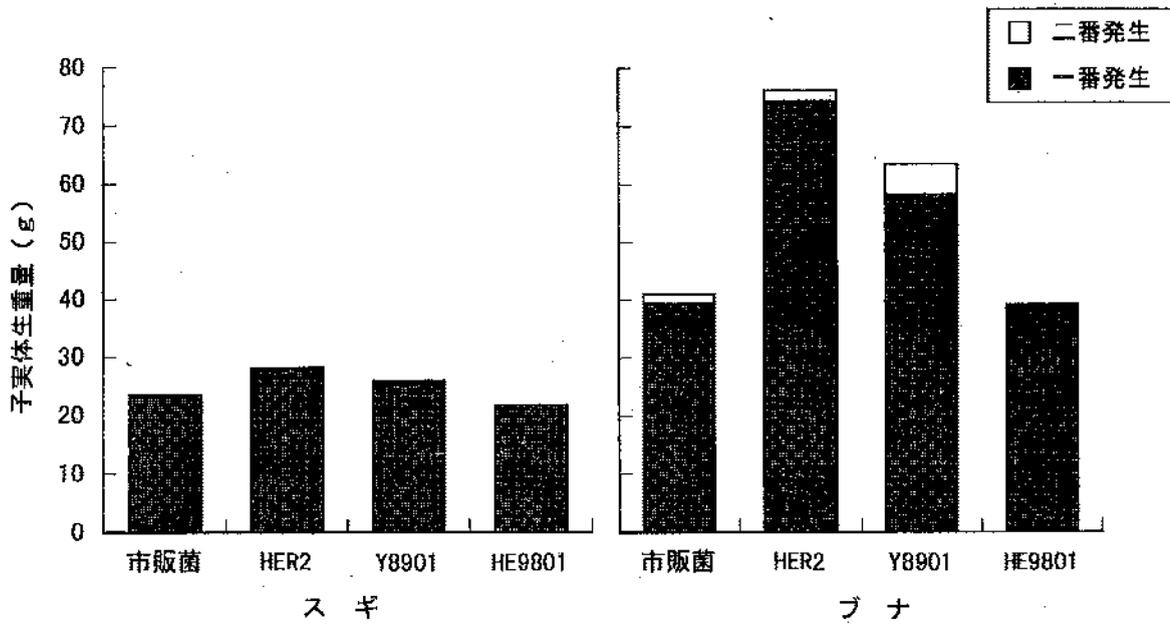


図-2 ヤマブシタケ菌株別の子実体発生量

県内産スギ抽出成分の効率的抽出及びその抽出残渣の利用に関する研究（県単）

（平成11～13年度、終年次）

担当者 井戸好美

1. 試験目的

戦後、造林されたスギ、ヒノキの大部分は近年間伐期を迎えているが、間伐材の価格低下により材が搬出されず、林内に放置されている。また、プロセッサなどの高性能林業機械の導入により、多量の未利用枝葉が山土場に放置されている。この間伐材あるいは未利用枝葉の利用拡大により、資源の有効利用と森林の健全な育成を図ることが必要である。

そこで、県内の人工林面積の35%を占めるスギの未利用枝葉及び間伐材の有効利用を図るため、樹木中に含まれる精油成分とその抽出残渣の利用について試験研究を行った。

平成13年度の研究は、品種の違いによる精油抽出量と抗菌活性を検討し、抽出残渣のきのこ栽培への利用を検討した。

2. 試験方法

2.1 県内産スギ品種別精油抽出試験

2.1.1 試験材料

益田郡下呂町小川の下呂実験林で成育する県内産のヒズモスギ、カブスギ、アジマノスギ、イトシロスギ、ニューカワスギ、ボカスギの6品種について枝葉部を2001年7月と11月に採取したものを試験材料とした。なお、試験材料は1品種3本から採取し、精油抽出まで冷凍庫内で保管した。

2.1.2 スギ緑枝葉精油の抽出

精油の抽出は、試験材料約100gを細かく裁断し、環流型の熱水蒸留装置を用いて6時間蒸留を行った。各品種3本より抽出した精油量を計測し、下記により精油抽出量を算出した。

$$\text{精油抽出率 (ml/100g)} = \frac{\text{精油抽出量 (ml)}}{\text{試料乾燥重量 (100g)}}$$

2.1.3 スギ緑枝葉精油の成分分析

得られた精油40 μ lを20mlのアセトンに溶解し、ガスクロマトグラフィー分析に供した。なお、分析は以下の条件で行った。

装置：HP-6890（ヒューレット・パッカー）

カラム：HP-5（内径0.25mm、膜厚0.25 μ m、長さ30m）

温度：50～250 $^{\circ}$ C（昇温速度7.5 $^{\circ}$ C/分）、250 $^{\circ}$ C（10分保持）

検出器：F.I.D（水素炎イオン化検出器）

2.1.4 スギ緑枝葉精油の抗菌活性

得られた精油をPDA培地に1000ppm、100ppmの濃度になるように調整した。対照区は精油を含まない培地を用いた。供試菌を接種した後、23 $^{\circ}$ Cで培養し、3日後と7日後の菌糸体成長面積を測定し、対照区に対する成長率を算出した。なお、供試菌は木材腐朽菌であるオオウズラタケ（*Tryomyces palustris*）とシイタケ（*Lentinus edodes*）とし、供試数はそれぞれ3枚とした。

2.2 抽出残渣を利用したきのこ栽培試験

2.2.1 試験材料

試験材料は、森林文化アカデミー展示林内に成育する30年生のスギを伐採し、辺材部をオガ屑製造機を用いて粉碎し、2日間風乾したものを無処理のスギオガ粉として試験に用いた。蒸留残渣は、無処理のスギオガ粉を常圧水蒸気蒸留と熱水蒸留で精油を抽出した時に排出される残渣を用いた。また、

同じスギの心材部だけについても常圧水蒸気蒸留を行い、排出される残渣を試験に用いた。広葉樹のオガ粉は、市販のブナのオガ粉を用い、供試菌の種菌ならびにシイタケの栽培試験に用いた。

なお、供試菌はヒラタケ (*Pleurotus ostreatus*) が北研H2号菌、シイタケ (*Lentinus edodes*) が北研600号菌を用いた。

2.2.2 ヒラタケ栽培試験

ヒラタケ栽培におけるスギ精油抽出残渣の培地基材への利用を検討するため、蒸留操作を行わないスギオガ粉を無処理区とし、この代替として水蒸気蒸留残渣、熱水蒸留残渣、心材水蒸気蒸留残渣(以下水蒸気区、熱水区、心材水蒸気区とする)の4試験区を設けて栽培試験を行い、菌糸体の蔓延日数と子実体の発生状況を調査した。培地は、培地基材に培地添加物のフスマと米糠を容積比で10:2.5:1に混合したものに水を加え含水率を65%に調整した。培養は、21°Cの暗黒室で37日間とした。なお、供試本数は14~16本である。

2.2.3 シイタケ栽培試験

シイタケ栽培における水蒸気蒸留残渣と熱水蒸留残渣の培地基材への利用を検討するため、ブナオガ粉単独のもの(以下標準区とする)と、この代替として各々の蒸留残渣を容積比で20%、50%混合したもの(以下水蒸気20%区、熱水20%区、水蒸気50%区、熱水50%区とする)と各々の蒸留残渣単独のもの(以下水蒸気100%区、熱水100%区とする)の7試験区を設けて栽培試験を行い、子実体の発生状況を調査した。培地は、培地基材に培地添加物のフスマを容積比で5:1に混合したものに水を加えて含水率を65%に調整した。培養は、21°Cの暗黒室で143日間とした。なお、供試個数は6~10個である。

3. 結果と考察

3.1 県内産スギ品種別精油抽出量

県内産スギ品種別の精油抽出量を図-1に示した。品種別の精油抽出量は、7月採取分を見るとヒズモスギが平均3.46ml/100g(乾燥重量)と最も多く、アジマノスギ**、ボカスギ**、イトシロスギ*、ニューカワスギ*との間で有意な差が認められた(t検定、*:P<0.05、**:P<0.01)。次いでカブスギが平均3.38ml/100g(乾燥重量)抽出されたが有意な差が認められたのはアジマノスギだけであった(t検定、P<0.05)。また、11月採取分を見ると7月採取分同様ヒズモスギが平均3.43ml/100g(乾燥重量)が最も多く、アジマノスギ**、ニューカワスギ**、ボカスギ**、イトシロスギ*との間で有意な差が認められた(t検定、*:P<0.05、**:P<0.01)。このことから、ヒズモスギとカブスギは他の品種に比べて精油抽出量が多い傾向が認められた。しかし、これが何に起因しているのかを明らかにすることはできなかった。また、抽出時期の違いによる精油抽出量は各品種とも差は見られなかった。

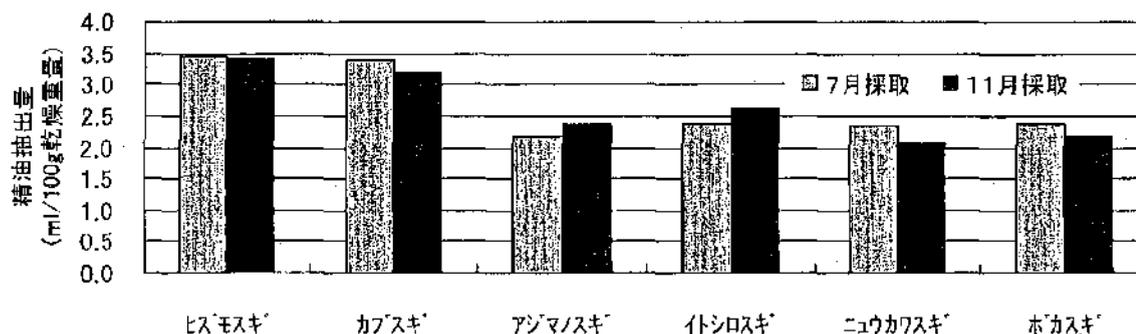


図-1 県内産スギ品種別精油抽出量

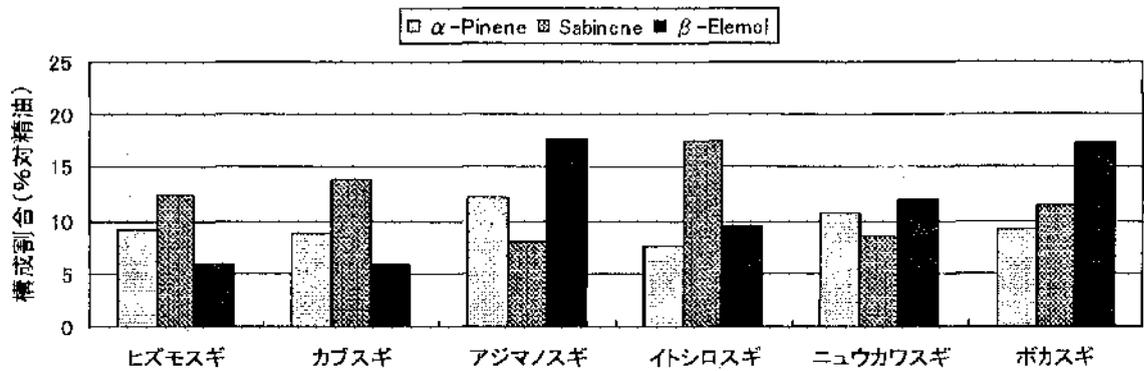


図-2 県内産スギ品種別成分比較

3.2 県内産スギ品種別精油の成分組成

スギ緑枝葉精油の代表的な成分である α -Pinene、Sabinene (モノテルペン)、 β -Elemol (セスキテルペン)について、品種間の比較を図2に示した。 α -Pineneは、どの品種とも8~12%の割合で精油中に含有しており、Sabineneはイトシロスギで17.6%と比較的多く含有していた。また、 β -Elemolはアジマノスギ、ボカスギで17.4%、17.8%と比較的多いのに対し、ヒズモスギ、カブスギは6%と少なかった。

3.3 県内産スギ品種別スギ緑枝葉精油の抗菌活性

県内産スギ品種別スギ緑枝葉精油の抗菌性を表1に示した。オオウズラタケでは1000ppmの精油濃度で菌糸体の成長率が3日目で各品種とも0~4%、7日目でも30%以下と成長を抑える傾向が認められた。しかし、精油濃度を100ppmにすると3日目で32~60%、7日目では59~78%を成長を抑える傾向は認められなかった。一方、シイタケでは1000ppmの精油濃度で菌糸体の成長率は3日目で12~35%、7日目で27~38%とオオウズラタケには及ばないが成長を抑える傾向が認められた。しかし、精油濃度を100ppmにすると3日目で69~100%、7日目で86~100%と成長を抑える傾向は認められなかった。また、両菌株とも品種による差は認められなかった。

表-1 県内産スギ品種別スギ緑枝葉精油の抗菌性 (成長率) (単位: %)

品種名	濃度(ppm)	オオウズラタケ		シイタケ	
		3日目	7日目	3日目	7日目
ヒズモスギ	1000	4	29	26	34
	100	52	74	69	86
カブスギ	1000	4	27	23	32
	100	60	78	96	95
アジマノスギ	1000	0	19	12	27
	100	32	59	85	86
ニューカワスギ	1000	0	26	23	36
	100	39	65	100	100
イトシロスギ	1000	0	22	35	38
	100	41	66	82	87
ボカスギ	1000	0	13	20	27
	100	33	63	80	94

3.4 抽出残渣を利用したきのこ栽培

3.4.1 ヒラタケ栽培試験

ヒラタケ栽培における菌糸体の蔓延日数と子実体の発生量を表-2に示し、子実体の発生経過を図-3に示した。菌糸体の平均蔓延日数は、無処理区、水蒸気区、熱水区が15.0~15.2日とほぼ同じであるのに対し、心材水蒸気区は18.1日と3日ほど長くかかった。また、子実体の平均発生量は、1番発生と2番発生を合わせた総発生量を見ると無処理区が86.8gであるのに対し、水蒸気区が90.1g、熱水区が83.9gと有意な差は認められなかった(t検定、 $P>0.01$)。しかし、心材水蒸気区は75.6gと無処理区との間に有意な差が認められた(t検定、 $P<0.01$)。

一方、発生量がほぼ同じ無処理区、水蒸気区、熱水区について発生経過を比較すると収穫開始日は各試験区ともに発生室に移動後11日目と同じであった。しかし、収穫開始日の発生量は、無処理区が栽培1本当たり平均4gであるのに対し、水蒸気区、熱水区は平均19gと約5倍の発生量を示した。

また、1番発生の収穫期間も水蒸気区が平均2.3日と最も短く、次いで熱水区の3.4日と無処理区の4.3日より短いことから、スギ精油抽出残渣を利用することにより、子実体を短期間に集中して発生させることが確認された。

表-2 ヒラタケ栽培における菌糸体蔓延日数と子実体発生量

試験区	培地組成		蔓延日数(日)	発生量			供試本数(本)
	培地基材	培地添加物*		1番(g)	2番(g)	計(g)	
無処理	無処理スギオガ粉	7:2.5+米刈1	15.0	53.6	33.2	86.8	15
水蒸気	水蒸気蒸留残渣	//	15.2	57.0	33.1	90.1	16
熱水	熱水蒸留残渣	//	15.0	50.1	33.8	83.9	16
心材水蒸気	心材水蒸気蒸留残渣	//	18.1	49.1	26.5	75.6	14

*: 培地基材10に対する培地添加物の混合割合

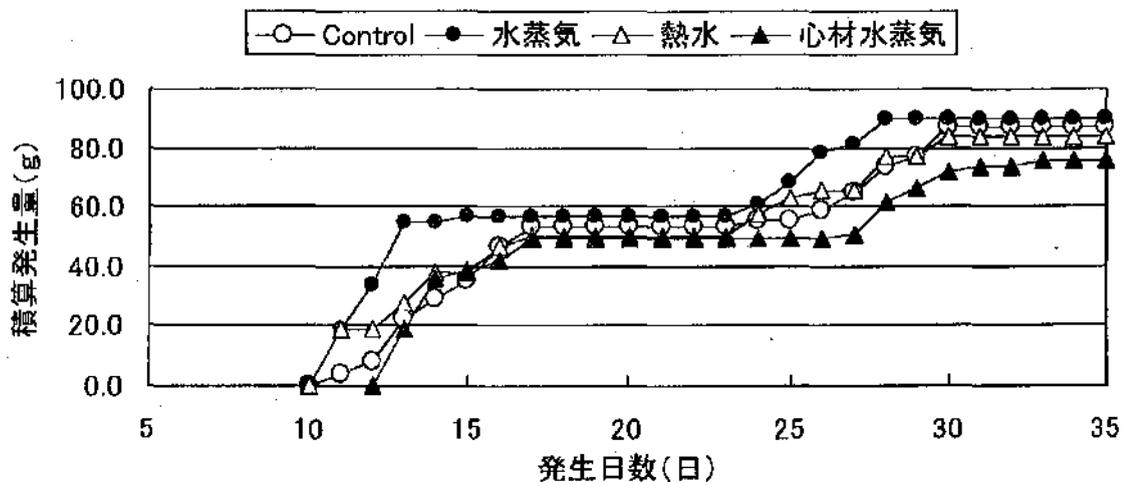


図-3 ヒラタケ栽培における子実体の発生経過

3.4.2 シイタケ栽培試験

シイタケ栽培における子実体の発生量を表 3 に示した。水蒸気100%区と熱水100%区は、培養期間中に雑菌が発生したため廃棄した。子実体の平均発生量は標準区が212.9gであるのに対し、水蒸気蒸留残渣をブナオガ粉に20%混合した水蒸気20%区は215.2g、熱水蒸留残渣を20%混合した熱水20%区は227.7gとほぼ同じであった。しかし、水蒸気蒸留残渣を50%混合した水蒸気50%区は172.1g、熱水蒸留残渣を50%混合した熱水50%区は167.2gで標準区の79~81%の発生量であることから、スギ精油抽出残渣の混合割合が高くなると子実体発生量が減少する傾向が認められた。

また、水蒸気蒸留残渣と熱水蒸留残渣で比較すると、20%区、50%区ともにはほぼ同じで差は認められなかった。これらのことから、シイタケ栽培ではスギ精油抽出残渣100%で利用することはできなかったが、ブナオガ粉に対して20%以内の混合割合なら発生量への影響は少ないことが確認された。

表-3 シイタケ栽培における子実体発生量

試験区	培 地 組 成			子 実 体 発 生 量 (g)			
	培 地	基 材	添加物	1 番	2 番	3 番	計
標準	ブナオガ粉100%		7772*	142.6	51.6	18.7	212.9
水蒸気20%	ブナオガ粉80%+水蒸気蒸留残渣20%		//	140.3	56.9	18.0	215.2
水蒸気50%	ブナオガ粉50%+水蒸気蒸留残渣50%		//	129.8	32.4	9.9	172.1
水蒸気100%	水蒸気蒸留残渣100%		//	—	—	—	—
熱水20%	ブナオガ粉80%+熱水蒸留残渣20%		//	144.5	55.2	28.0	227.7
熱水50%	ブナオガ粉50%+熱水蒸留残渣50%		//	119.1	39.6	8.5	167.2
熱水100%	熱水蒸留残渣100%		//	—	—	—	—

* : 培地基材10に対する培地添加物の混合割合

地域産材の低コスト乾燥技術の開発 (新技術地域実用化研究)

(平成9年度～平成13年度 最終年度)

担当者 富田守泰

1. 試験目的

スギ柱材乾燥が進まない原因の一つとして、個体毎に初期含水率や乾燥難易形質のバラツキの多さがある。そこで、乾燥のし易さを乾燥難易指数(予測値)として事前に把握し、選別乾燥することにより、乾燥システム全体の人工乾燥時間の減少と、低コスト化を提案した(富田ほか、1996)。

これらのシステムを具体化するため、実大材の自動選別機器を開発し、選別処理をした。本年度は重量により選別した柱材を、スケジュールを変えて乾燥し、選別有無の効果について測定した。

2. 試験方法

2.1 選別機器

前年度までの測定装置を用い、重量のみで選別した。

2.2 供試材

供試材は製材直後～3日程度経過後の背割り済みスギ柱材で、3m、133mm正角材469本である。

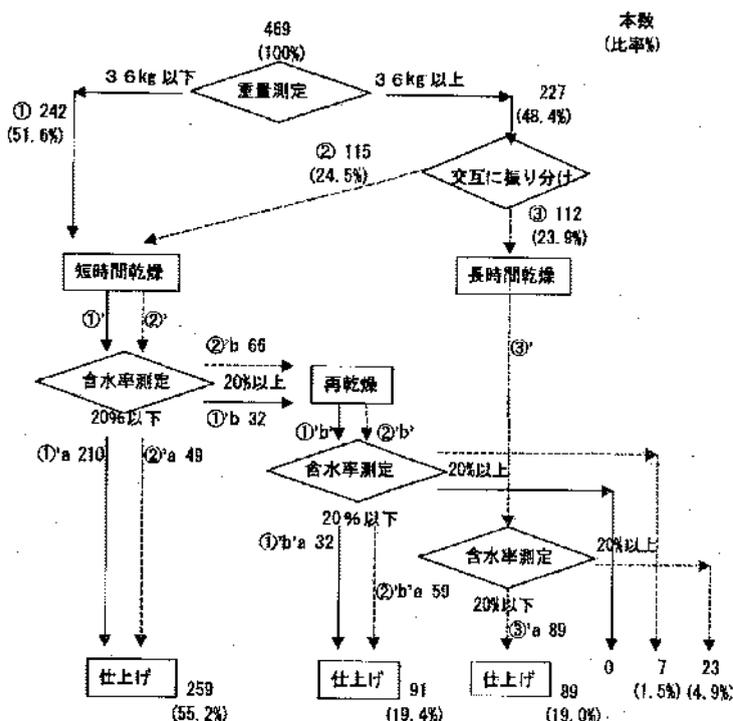
なおその内の約350本程度は岐阜県長良川流域の生材を使用した。

2.3 配分

選別有無の比較は、同一ロットの木材を選別有無で2分し、比較する手法も取れる。しかし限られた本数の中で、必ずしも均質に2分できないことが懸念されるため、今回は図-1に示す方法で配分した。

まず重量を測定し、36kgを境に2分した。その後36kg以上の柱材について出現毎に交互に振り分けた。一方を短時間乾燥用として36kg以下の柱材に混入し、もう一方を長時間乾燥用とした。交互に振り分けた柱材は、図-1下式により短時間乾燥用、長時間乾燥用ともに2倍の本数の柱材としてそれぞれ換算した。

これにより、目的とする含水率20%以下の柱材の割合は、無選別では65.3%に対し、選別では83.3%になった。



交互に振り分けした柱を2倍して求めた含水率20%以上の柱の割合

無選別乾燥材1回乾燥状態	$(①'a + 2 \times ②'a) / (①' + 2 \times ②')$	= 308/472=65.3%
無選別乾燥材再乾燥状態	$(①'a + ①'b'a + 2 \times ②'a + 2 \times ②'b'a) / (①' + 2 \times ②')$	= 458/472=97.0%
選別乾燥材乾燥状態	$(①'a + 2 \times ③'a) / (①' + 2 \times ③')$	= 368/466=83.3%

図-1 試験材の配分

工場のラインでは、一旦乾燥し、乾燥後含水率を求めて、目的含水率に達していない柱材のみ再乾燥する手法も考えられる。そこで、短時間乾燥後の柱材について、含水率20%以上の柱材を再乾燥した。これにより目的とする含水率20%以下の柱材の割合は、再乾燥により97%に向上した。

2.4 乾燥

東北通商製の乾燥機により、製材工場の通常実施するスケジュールにて20%を目標に乾燥した(図-2実測値)。工場側の都合で、長時間乾燥は同一室内で最終まで行うことができず、短時間乾燥室内で乾燥した後再度別の乾燥室に移動して乾燥した(図-3実測値、設定値)。再乾燥も別の乾燥室で、ヒノキ材の乾燥スケジュールを用いてヒノキ材とともに乾燥した(図-4、設定値)。

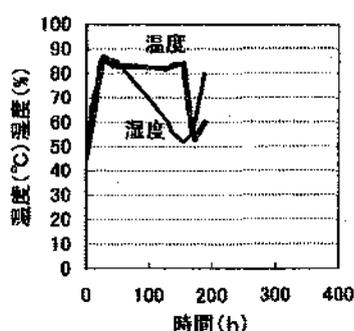


図-2 短時間乾燥スケジュール

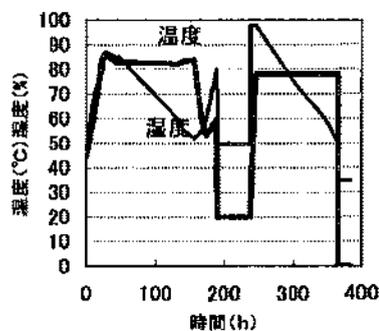


図-3 長時間乾燥スケジュール

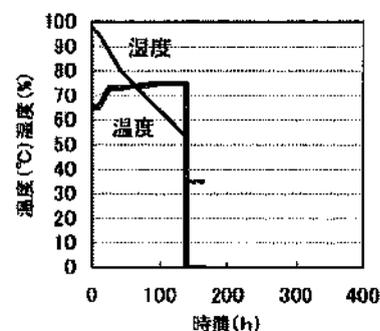


図-4 再乾燥スケジュール

2.5 含水率及び重量の測定

乾燥前にすべての柱材をナンバリングし、重量を測定した。図-1に示したように、36kgで2分し、36kg以上の柱材は出現毎に交互に振り分け、短時間乾燥用については、36kg以下の柱材に混入した。

乾燥終了直後～4日以内に、含水率計にて含水率を測定した。測定機器は高周波含水率計KET製MOKO2である。測定は柱中央部位にて4面測定し、平均値を求めた。また重量を測定した。

乾燥前重量順上位から15本毎に30本抽出し、中央の切断により全乾法含水率を測定した。また乾燥前重量順上位から30本毎に15本抽出した柱材について、その隣接した部材を表面から約6mm削り120mmの正角材とした柱材として、含水率計による含水率の測定と全乾法含水率を測定した。さらに乾燥前重量順上位から45本毎に10本抽出した柱材について、断面を7×7の格子に分割し、材辺からの距離に応じた含水率傾斜を求めた。

3. 結果と考察

3.1 柱材の配分結果

配分結果は図-1に併記した。重量36kgで2分すると、36kg以下の本数は51.6%、36kg以上は48.4%となった。36kg以上の柱材を交互に振り分けることで、23.9%が長時間乾燥用へ配分され、その他が短時間乾燥用へ配分された。短時間乾燥で含水率20%以下となった柱材は、全本数の55.2%、長時間乾燥で含水率20%以下となった柱材は19%となった。短時間乾燥した材の再乾燥により、19.4%が含水率20%以下となった。

これらの結果から図-1下式より無選別材を短時間乾燥した場合、含水率20%以下の割合は65.3%になり、選別により、短時間乾燥と長時間乾燥に分けて乾燥した場合、含水率20%以下の割合は83.3%になる。無選別乾燥材を短時間乾燥した後、含水率20%以上の柱材について、再乾燥することで含水率20%以下の割合は97%へと向上した。

3.2 初期含水率度数分布と配分妥当性

当試験では、重量による無選別材、選別材の比較にあたり、とりあえずすべて36kgで選別し、36kg以上に選別した柱材を交互に無選別用と選別用に配分した。交互に配分した柱材について、一方を無

選別として短時間乾燥とした柱に、一方を選別として長時間乾燥とした柱に分け、乾燥後含水率計値と乾燥前後重量から求めた初期含水率分布を図-5に示す。無選別材グループの初期含水率として、36kg以下材すべてと36kg以上の短時間乾燥用柱材を2倍して求めた無選別乾燥材の初期含水率分布を積み上げグラフで図-6に示し、選別材グループの初期含水率として、36kg以下材すべてと36kg以上長時間乾燥用柱材を2倍して求めた選別乾燥材の分布を、図-7に示す。

僅かに選別用として分けた柱材の方の含水率が高い傾向を示すが、その差は平均値で5%程度である。ほぼ比較するに妥当な値といえよう。

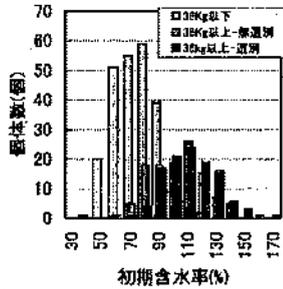


図-5 すべての初期含水率

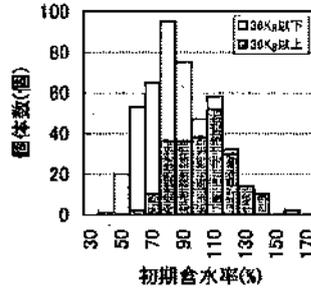


図-6 無選別乾燥材の初期含水率

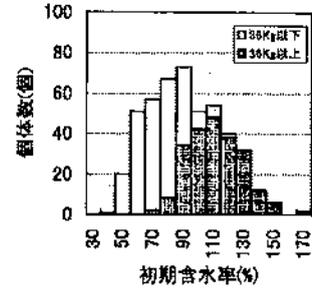


図-7 選別乾燥材の初期含水率

3.3 選別有無の比較

乾燥後含水率の個体数分布を積み上げ形式で図-8、9に示す。無選別では、含水率20%以上の割合が34.7%になり、その大半が初期重量36kg以上になっている。選別では、含水率20%以上の割合が16.7%にとどまり、約1/2の減少になっている。30%以上の高含水率の個体が無くなったことで、平準化が進んでいることは注目すべきである。

ただ、図-10に示すように、無選別材であっても、再乾燥することで、含水率20%以上の割合を3%にとどめている。工場状況に応じ、再乾燥を考慮した手法も必要と思われる。

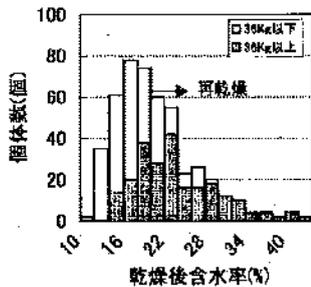


図-8 無選別乾燥材の1回乾燥後

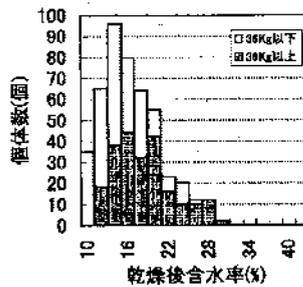


図-9 選別乾燥材の乾燥後

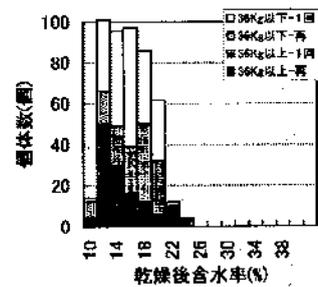


図-10 無選別乾燥材の再乾燥後

3.4 乾燥前重量と乾燥後含水率

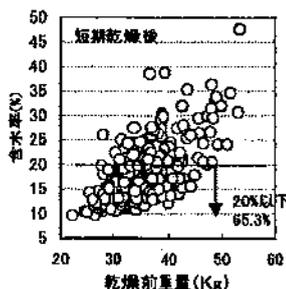


図-11 短期無選別乾燥後

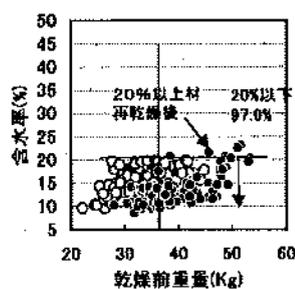


図-12 再乾燥後

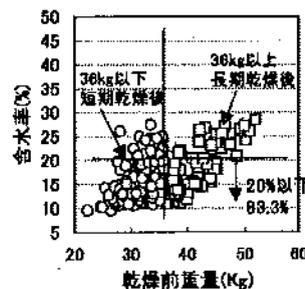


図-13 選別乾燥後

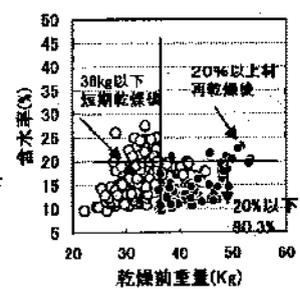


図-14 乾燥前36kg以上材のみ再乾燥

乾燥前重量と乾燥後含水率計値との関係を図-11~14に示す。短期乾燥後の20%以下の柱は、65.3%であった(図-11)。20%以上の柱を再乾燥することで、97%に上昇している(図-12)。

乾燥前重量36kg以上の柱について長期乾燥とし、36kg以下を短期乾燥とした選別乾燥では、83.3%となる(図-13)。一方、図-14は、短期乾燥後、乾燥前重量36kg以上かつ含水率20%以上材を再乾燥した結果である。再乾燥及び長期乾燥後半の乾燥スケジュールはほぼ同等であるものの、その差は大きく、含水率20%以下の割合は全体で7%の開きがある。長期乾燥後半に使用した乾燥機の操作上のミスや機器の不備でファンの回転が不良であったと想定される。そこで図-14を長期乾燥後とすれば、含水率20%以下の割合は約90.3%となる。

3.5 全乾法含水率との比較

全乾法含水率と含水率計含水率との比較を図-15、16に示す。これは重量順位に等間隔に30個体を採取した値であり、ほぼ全量の傾向を示していると思われる。全乾法含水率10%~35%までで比較すると、仕上げ前測定は全乾法による値が20%付近で含水率計値の1.3~1.5倍程度となっているが、仕上げ後は、ほぼ同値に近づいている。これは前年度と同様の傾向を示し、仕上げ前含水率計値の日安となる。含水率計は製品時含水率傾斜がある程度平準化した値に設定されていることを考慮する必要がある。

同様に重量順位に等間隔に選択した10個体について、含水率分布を図-17に示す。

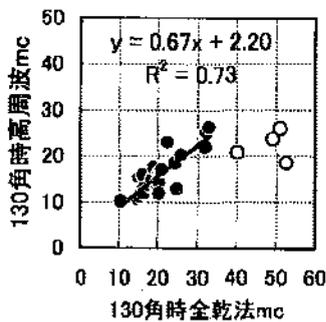


図-15 全乾法と高周波含水率計による含水率差(130角)

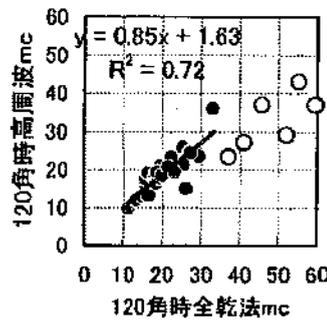


図-16 全乾法と高周波含水率計による含水率差(120角)

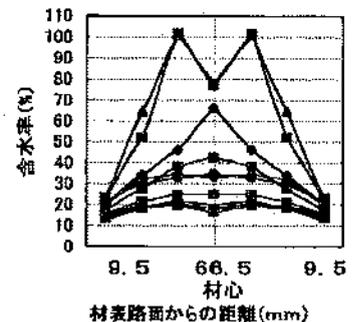


図-17 130角材の含水率分布

3.6 選別効果と利用

選別材の短期乾燥結果から選別効果を図-18に示す。前年の生材の結果に比べ、適合比率が中央部で下がり、昨年より10%程度下がっている。

横軸を重量として、縦軸に目的含水率以下の出現比率、全量に対する選別比率を図-19に示す。これは昨年の生材の結果とほとんど同じ位置を示している。昨年の図から、36kg以下で選別すると55%程度の木材を選択しその内の85%が含水率20%以下であることを確認し、同様に今年の結果は、36kg以下で選別すると52%の木材を選択しその内の87%が含水率20%以下であった。このように図-19は、同一乾燥スケジュールで普遍的に使用できるものとみなし得る。

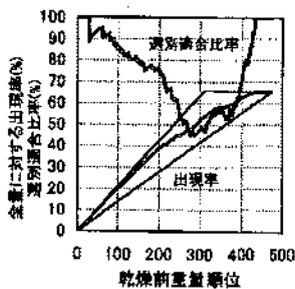


図-18 短期乾燥による選別適合比率

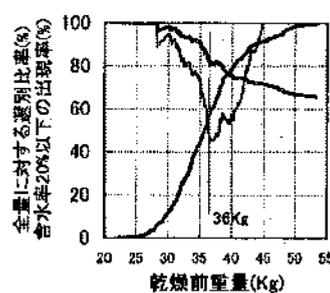


図-19 短期乾燥の重量に対する含水率20%以下の出現率

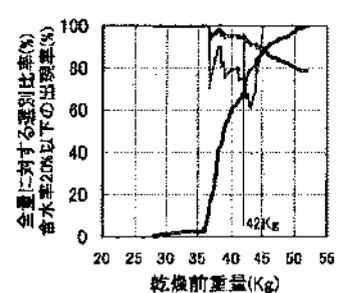


図-20 長期乾燥による含水率20%以下の出現率

選別後長期乾燥した個体について同様の値を図-20に示す。実際には今回の長期乾燥自体が不備であったが、同様にこの図から、次の選別値を得ることができる。

3.7 コスト算出

木材乾燥室を運営するための燃料費、光熱水費、乾燥室の償却経費、人件費等による稼働時間に伴う経費を、図-21により算出した。

現状実施している8日の短期乾燥のみの場合、重量選別により12日の長期乾燥と併用した場合、8日の短期乾燥後、未乾燥材を6日間の再乾燥とした場合に分け、試算した。長期乾燥の12日の根拠は、短期8日乾燥の最後のクーリング及び、再加熱時間の1日を除いた時間である。まず、目的含水率以下の柱材量に対する必要とする乾燥日数を算出した。これによれば、現状に対し、選別乾燥では9.8%、再乾燥を含めれば15.4%の減少になる。測定工場は測定当時中温乾燥のみの乾燥で、乾燥室材積104立方メートル、月間灯油使用料が16キロリットルである。40円/リットルとすれば選別乾燥で62,720円/月の節約、再乾燥は98,560円/月の節約になる。

$$1 - (11.1/12.3) = 0.098 \quad 1 - (10.4/12.3) = 0.154$$

$$0.098 \times 16000 \times 40 = 62,720 \quad 0.154 \times 16000 \times 40 = 98,560$$

しかし選別設備の検討には、選別設備、選別に伴うスペースの確保、乾燥スケジュールの異なる乾燥室の確保、再乾燥の場合は、再乾燥に要する新たな移動の手間等マイナスの因子が働く。その一方で、含水率以上の柱材の損失低減、品質向上による信頼性の向上など試算の困難な因子も重要視すべきである。それらの因子関係を図-22に示した。

低コスト化のための選別乾燥効果は確認できるものの10%程度である。一方、今後高温乾燥やその他の複合乾燥機などの特異用途への乾燥機械が普及するにつれ、工場側にとっては、それらを効率よく維持していく上で、選別することへの期待は高くなるものと思われる。特に、高含水率材に特化した高温乾燥技術が進めば、その品質との兼ね合いで選別することの意義も高まることが期待される。



図-21 乾燥室稼働時間に伴う経費算出

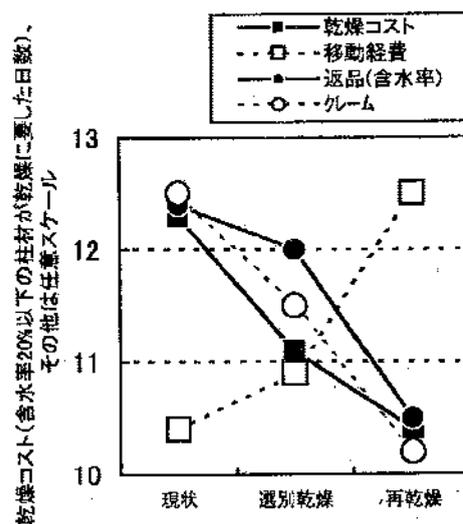


図-22 選別乾燥に伴う諸因子の関係図

平成13年度受託研究報告書
「エゾウコギの優良種苗確保と増殖法に関する研究」
－健康食品用原料として使用できる優良エゾウコギのクローン増殖法の検討－

担当 坂井至通 中島美幸

1. 研究概要

(財)岐阜県研究開発財団の産学官共同研究促進事業で、「漢方・生薬製剤に用いられる生薬の有効成分の免疫学的高感度迅速測定法の開発と品質確保に関する研究」について、漢方・バルク製薬企業（アルプス薬品工業）、九州大学薬学部、岐阜県森林科学研究所と3者で共同研究を開始した。企業と公設研究機関の研究契約は、平成12年4月1日より適用された岐阜県試験研究機関受託研究実施要領に従い平成12年度には「優良品質のウコギ科植物の確保及び自生地並びに種苗入手調査に関する研究」として、平成13年度も引き続き「エゾウコギの優良種苗確保と増殖法に関する研究」（健康食品用原料として使用できる優良エゾウコギのクローン増殖法の検討）を課題として研究を進めた。

漢方生薬製剤や健康食品の有効性・有用性を保証するためには、原料の品質確保が製品の品質に大きく反映する。原料が天然物（植物）に由来する場合には、高含量の有効成分を一定して含量する優良植物品種の確保が重要な課題となる。

エゾウコギは、ロシア、中国、韓国などでは滋養強壮剤に広く使われ、最近日本でも保健栄養剤の配合成分として利用されるようになり、アルプス薬品工業のエゾウコギ抽出エキスの需要が高まっている。

最近、天然の優良植物資源が減少し、類似植物、偽和物、低含量原料などが市場品に混在するようになってきた。そのため、優良植物資源の分布調査、優良植物種苗の確保と増殖、栽培方法の確立など多くの研究課題が重要視されるようになった。なかでも、有効成分含量の高い優良品質の植物資源の確保及び増殖は、天然物を素材とした製品の有効性・有用性を確保するため極めて重要な課題となっている。

今年度の当所の研究分担は、①中国産（吉林省、黒竜江省など）のエゾウコギや近縁種の根茎標本の作製、②主成分（エレウテロサイドなど）含量の高い種苗の作出、③冬芽や胚を使った増殖、④薬用成分含量の高いエキス調製の開発などである。

2. 研究内容

エゾウコギ (*Acanthopanax senticosus* Harms) は、シベリア、中国東北地方、朝鮮半島、サハリンなどに分布する落葉低木で、その根皮（五加皮）エキスは中国、ロシアで1960年頃から主に滋養強壮剤（アダプトゲン）として用いられ、日本にも一部の製品が輸入されている。日本では、北海道北見地方を中心とする道東部のみに自生しており、1968年頃から医薬品あるいは健康食品の原料として根皮ではなくその地上部が利用されてきた。現在わかっている限りでは、北はサロマ湖西方の滝の上、東は知床・根室半島、南は日高山脈東麓の間が分布域であるが、平野部ではほとんど駆逐されているため、自生地はおのずから山麓にある。エゾウコギ群生地が発見されても、道が開けていないところで採集し搬出する作業は個人や素人では困難といわれている。日本以外ではロシアのサハリン及びアムール川沿いのシベリア、中国東北部に自生している。

中国では医薬品・民間薬・健康補助食品として、100種類を越える製品に配合されている。そのため、中国では絶滅危惧種のひとつとして扱われている。日本でも健康に対する関心の高まりから医薬品はもとより、健康食品としてもエゾウコギの需要増加が見込まれているが、エゾウコギが生育する

地域には、マンシュウウコギ、ウラゲウコギなど近縁植物が多く存在している。原料植物の資源減少から、類似植物、偽和物、低含量の物などの市場品への混在が懸念されている。事実、原料の品質が大きくバラついてきており、生産現場での原料植物の品質確保が重要になってきている。

天然エゾウコギが少なくなる中で、現在は主に資源確保の面から、北海道でも栽培による大量増殖が望まれ、栽培法及び科学的品質評価法の研究が進められている。

そこで、優良品質のエゾウコギを確保し大量に増殖するため、茎頂点や胚培養によるクローン増殖、薬効成分含量の高い優良種苗の作出の検討を行った。

3. 実 施 結 果

- 1) 平成12年度に低温湿層処理した種子を、平成13年4月に播種するとともに、発芽試験を実施した。冷蔵庫内(4℃)に2年置いた種子、1年目に苗畑に2ヶ月埋め、その後低温で保存した種子のいずれからも発芽は認めなかった。北海道薬用植物栽培試験場では取り播きで発芽でき、エゾウコギ苗を多数確保しており、平成14年度は岐阜県内に移植し栽培を検討する予定である。
- 2) エゾウコギの種子は小さく、胚の形成もはっきり見えない。発芽するまで2年かかるとされ、そのため胚の形成が遅いものと思われる。韓国産の胚から得た不定胚は何度も継代培養しているが常に増殖が見られる。
- 3) エゾウコギの腋芽から幼苗原基を切り出し、WP培地(ペーパーブリッジ法)で2ヶ月ほど継代培養すると、幼葉の展開が見られた。しかし、寒天培地では褐色物質が滲出しほとんど枯死したが、ペーパーブリッジ法では幼植物体のIBA液処理によりWP培地上で発根を認めた。ペーパーブリッジ法で培養することにより発根させることができた。これを、パーミキュライト、殺菌した川砂、殺菌した土壌を混合した鉢に移したが、1ヶ月で枯れてしまった。毛根の洗浄と鉢上げしたときの管理によるものと考えている。

平成13年度受託研究報告書

「メシマコブの菌糸培養条件に関する研究」

担当者 坂井至通 水谷和人

1. 研究概要

薬用キノコに含まれるβグルカンに抗ガン作用があることが知られ、アガリクス、マイタケ、ハナビラタケ、ヤマブシタケなど多くのキノコが健康食材として市場に流通している。最近ではメシマコブ（桑黄：*Phellinus linteus* (Berk. et Curt) Aoshima)の子実体及び培養菌糸体が、韓国で医薬品として認可されたことにより、日本でも市場価値が高くなり需要が増加している。薬用キノコは医薬品としてより健康食品としての利用が高く、多くの薬品・食品関連企業が商品開発の一つとして位置付けている。しかし、メシマコブを始め天然の薬用キノコの子実体は、日本、韓国、中国では既に取り尽くされ貴重な林産資源となっている。特にメシマコブは栽培に時間がかかるため、近縁種を含めた天然品が中国から輸入され国内で流通している。いずれ中国でも天然品が枯渇することは時間の問題と思われる。最近では韓国やアメリカでは培養したメシマコブ菌糸体が製品化されるようになり、日本にも一部輸入され始めている。

このような状況下で、日本でもメシマコブ菌糸の培養や栽培実験、臨床への利用も盛んに進められるようになった。アスゲン製薬株式会社（以下アスゲン）は、岐阜県瑞浪市釜戸町（本社は名古屋市）に工場を置き大衆医薬品を製造する製薬企業である。健康食品の需要増加に応えるため、薬用キノコを健康食品としての開発を積極的に取り組んできている。当所も岐阜県の森林資源の有効活用を図り、産業育成に寄与するため、本受託研究を開始した。

2. 研究目標

① メシマコブの採取及び分布・市場品・組織分離

メシマコブ（*Phellinus linteus*）はタバコウロコタケ科キコブタケ属のキノコで、中国東北部から広東省、朝鮮民主主義人民共和国（以下、北朝鮮とする）及び大韓民国（以下、韓国とする）、日本では本州、四国から九州に分布する。メシマコブは桑の立木に生えるため、桑の分布域と重なって分布する。また、メシマコブの近縁種で形態が酷似するキコブタケ（*Phellinus igniarius*）も市場では「桑黄」と称して流通することがあるが、メシマコブとは起源が異なる。メシマコブの菌糸体を大量培養するには、生きているメシマコブの子実体を採取し、種菌となる菌糸を分離しなければならないし、材料の起源を明らかにする必要がある。

② メシマコブの培養・栽培に関する文献及び特許調査

農業（特用林産業）、工業（製薬業）での優先的利用を図るために、工業所有権法による特許登録と種苗法による品種登録と育成者権による権利化が認められている。これまでに報告された研究論文や学会等での発表を調べるとともに、日本及び国外で取得された特許について調査する必要がある。また、メシマコブの大量増殖や分離菌糸の取り扱いについての法的な権利化が必要である。

③ メシマコブ菌糸体の大量培養法

メシマコブ菌糸体を大量に培養するためには、培地組成、温度、時間、容器・容量など培養条件を確立する必要がある。

④ メシマコブ菌糸体及び抽出エキスの調製

培養したメシマコブ菌糸体や抽出エキスの有効性を評価し、効果のある菌糸を使って製品化する必要がある。

3. 実施結果

日本で薬用キノコの抗ガン効果の研究が始まり、クレスチン、レンチナン、シゾフィランなどが抗ガン剤として世に出され、世界的な注目を集めた。しかし、その薬効は延命効果に止まり、ガン細胞の殺傷やガン組織の消滅まで至らなかったためと薬理活性が十分証明されなかったため、抗ガン剤としての臨床応用が後退してしまった。一方韓国では、池川らの研究結果で一番抗ガン効果の高かったメシマコブに着目し、子実体からの成分分離、菌糸体の培養法の研究を完成させた。

日本において、メシマコブの研究が進まなかったのは、メシマコブの子実体が入手し難かったこと、栽培および培養に時間がかかり研究費の投入が行われなかったことなどがその主な要因として挙げられている。しかし、近年、韓国でメシマコブ菌糸体が医薬品として認可されたことにより、日本でもガン患者の間で脚光を浴びるようになり、韓国産が輸入されるとともに日本で韓国株の培養が開始されるようになった。また、漢方薬市場には、メシマコブが「桑黄」として中国産のものが流通し始め、メシマコブ以外のキノコタケ類キノコが医学薬学的効果の証明のないまま、同じ扱いで取引されている。いずれ中国でも韓国、日本と同じように天然品が無くなるのは時間の問題と懸念され、種菌糸の保存、子実体栽培法や菌糸培養法、薬理効果の証明など早期の解決が望まれている。

本受託研究は、薬用キノコを始め健康補助薬の開発に力を入れているアスゲンが、最近の健康志向に着目し、メシマコブを重要な薬用キノコとして位置付け、本研究所に調査研究を依頼したのが始まりである。

岐阜県内にもメシマコブが自生していると言われており、本研究所ではこれまでの研究実績を基に情報収集、採取地の整理、栽培及び培養法の検討を開始した。また、菌糸分離を委託された北朝鮮産の1個体から菌糸の分離に成功した。

メシマコブ菌糸体の大量培養については、優良種菌糸の確保、培地組成、培養環境（温度、pH、空気の循環など）、時間の短縮（容器の大きさ、省力化、設備の充実など）、コストの削減などが考慮されるべきであり、培養された菌糸体に対しては医学薬学的な証明、臨床での応用、製剤化などの課題が残されている。本研究では、実験室レベルでの培養法が確立でき、薬理活性をスクリーニングするための試料が提供できるところまで到達した。

現在、市場に流通しているメシマコブ菌糸体は韓国産の種菌糸に由来していると思われるが、本研究で北朝鮮産の菌糸体を得たため、市場品と薬理活性を比較するための材料の提供が可能となった。また、採取した菌糸からの子実体栽培も新たな研究として検討していく。

平成13年度ぎふハイテク得意技術活用研究事業 －樹木抽出液利用研究会－

担当 坂井至通 井戸好美 井川原弘一 中川 一 野中隆雄 熊谷洋二

1. 「講演会」と「アドバイス会」の開催

森林資源の有効活用を図り、林業を活性化させるためには、これまでとは異なった観点から幅広く樹木利用を検討することが必要となってきた。平成12年度にはぎふハイテク得意技術活用研究会「樹木抽出液利用研究会」を発足させ、中小企業の技術者や研究者が解決できない技術的課題や市場開拓に関する検討を行った。平成13年度も引き続き「樹木抽出液利用研究会」を開催し、「講演会」を主催して各分野の先端的研究課題について討議した。また、「講演会」とは別に、産学官の共同研究を目的とした「アドバイス会」を設け、関連企業、大学の先生、森林科学研究所研究員が集まり技術・経験等を基に研究チーム作りの検討を行った。

2. 内 容

第1回樹木抽出液利用研究会 (2001.9.5)

場 所：森林文化アカデミー内テクニカルセンター多目的研修室A

テーマ：「セルロースの工業的利用」

講演者：名古屋工業大学共同研究センター 教授 山田 保治

内 容：①セルロースとは、光合成によって生産されるブドウ糖（グルコース）を構成成分とする多糖類でヘミセルロース、リグニンとともに植物の細胞壁を構成する主成分である。炭酸ガスを固定化し、酸素を排出する非常にクリーンな反応である。構造は六員環のイス型構造であり、グルコピラノースを繊維方向に結合しており、繊維方向には強い。セルロース製品としては、紙、板紙が最も多いが、近年紙の使用量に比べると生産量は増えていない。セルロース系繊維の生産量は非常に少なく、合成繊維や綿に押されている。セルロース系の材料はコスト面をクリア出来れば、品質は十分であることから使用は可能である。②セルロースの工業的利用としては、紙、パルプ、繊維、セルロース粉末、セロハン、化学原料（セルロース誘導体）、機能性セルロース材料等がある。機能性セルロース材料の中でバイオメディカル材料（血液透析膜）として利用されているが、生体適応性は良いことから、生体材料としてもっと多方面（例、化粧品）での利用が期待されている。セルロース誘導体の中にはメチルセルロース（メトセル）という冷水に溶けて、温水に溶けず、フィルムやセメントの混和剤に使われるものもあれば、エチルセルロース（エトセル）のように固まると塗膜が堅くなる性能を利用してボーリングのピンの表面加工に利用されている。③セルロース産業の展望として、現在セルロース材料が十分使われているというわけではないことが挙げられる。今後は数年で大木になるもの（ケナフ、ポプラ、ユーカリ等）をセルロース材料にすれば、コストが安くなる。また、50～60年後になくなる石油の代替資源としての利用も期待されている。燃料エタノールについては米国でE10（エタノール10%含有）として利用されており、最も進んでいる研究分野である。

今後は機能性食品の素材や機能性ポリマーの利用を積極的に進めるべきである。

第2回樹木抽出液利用研究会 (2001.12.3)

場 所：グランヴェール岐山（飛翔の間5F）

テーマ1：「五感からみた森林－森林内の雰囲気科学的に検証する－」

講演者：名古屋大学大学院環境科学研究科 助教授 大平英樹

内 容：①森林浴効果検証研究については、岐阜県健康づくり財団からの委託研究として小坂町巖

立峠にて1998年10月後半に実施し、この研究事例を基に説明があった。この研究での目的は、森林浴の効果を検証することであった。これらに関して文献調査を行ったところ、既存の研究事例では総合的に実験研究がされていない。そこで、免疫系指標、内分泌指標、自律神経系指標、中枢神経系指標について検討した。負荷パラダイムは人工的にストレス負荷を与えその回復過程をみる方法とした。その結果、免疫系グロブリン量などは森林と非森林の間で有意な差が認められた。しかし、心理的なストレス感の変動では有意な差は生じなかった。これは、森林地での実験時の天候（雨）と気温（肌寒い）が大きく影響していたと考えられる。②森林の「癒し」効果の研究方法については、森林に關しての事例がほとんどなかったので、他の研究事例を説明することで森林への適用を考える。精神神経免疫内分泌学的研究として免疫指標、内分泌指標、心理指標（質問紙）を併用して行うことが大切である。メイクアップとエステティックマッサージの事例から、解析手法について解説された。③森林の「快適性」効果の研究方法について、脳波、神経イメージング（PET、fMRI）、質問紙などを用いる。喜怒哀楽の脳波データベースが作成されていることから、脳波を測定することで、人間の感情を解析することも可能である。神経イメージングによって徐々に明らかにされつつある快と不快に働く脳の部位について解説された。

テーマ2：「木酢液の品質と効用」

講演者：東京大学大学院農学生命科学研究科農学国際専攻 教授 谷田貝光克

内容：①木酢液の効用について；木酢液の流通量は6000～7000klで、竹酢液はこの5%程である。竹酢液と木酢液の違いは竹酢液の方が、木酢液よりも蟻酸とフェノール類の含有量が多い。木酢液の成分は、200種類以上もの成分を含有しており、農業的な植物成長促進効果や生物活性がある。木酢液中のエステル類やアルコール類に成長促進効果が認められ、フェノール類には阻害作用が認められている。酸類は両方の性格を有する。また、抗菌効果や脱臭効果、カメムシの忌避効果が高く、殺蟻作用も認められている。②木酢液の品質について；様々な炭材から木酢液が作られるようになったため、その品質がかなりばらばらしている。そこで、日本木酢液協会が品質基準を作成した（拘束力はない）。炭化炉から出てくる煙を冷却、濃縮させたばかりのものを「粗木酢液」、これを3ヶ月以上静置し、上層の軽質油と最下層の沈降タールを除いたものを「木酢液」と定義した。さらに蒸留精製したものを「蒸留木酢液」とした。木酢液、蒸留木酢液ともに、pH、比重、酸度、色調・透明度によってその範囲が規定されている。

第3回樹木抽出利用研究会（2002.2.19）

場所：森林文化アカデミー内テクニカルセンター2F多目的研修室A

テーマ：「リグニンの基本設計と工業的循環作用 ―木材工業から精密化学工業―」

講演者：三重大学生物資源学部教授 松岡 正光

内容：①森林資源と化石資源について；人間社会が持続的に発展するためには持続的な資源供給システムが必要である。現在頼りにしている化石資源の使用は約50年が限界であり、それに代わる資源が求められており、我々はそれを森林資源に求めている。森林資源は生分解性の高い糖質から構築されているが、法隆寺が現存しているように長期循環型資源である。その循環速度を遅らせているのがリグニンであり、この物質を活用するシステムこそが化石資源まだ存在する今必要なことである。②天然リグニンの機能変換システムについて；リグニンは、「脱水素重合により構築されたフェノール系高分子」であるが、そのフェノール活性は低く、大半はアルギル基により制御されている。このようなリグニン機能を制御には、従来行われてきた高エネルギー処理による安易な構造の単純化やフェノール活性の強調は、リグニンの資源特性が失われてしまう。そこで、リグニンの資源特性を十分利用するためのシステムとして相分離系変換システムがある。③相分離系変換システムについて；相分離系変換システムは、リグノセルロースから簡易にリグニンと炭水化物を分ける技術である。このシステムは、親和性の高い炭水化物と疎水性の高いリグニンをお互いに包み込む媒体（フェノール化

物と酸水溶液)で処理することにより、リグニンを含む有機相(上層)と炭水化物を溶解した水層(下層)に分離することができる。④森林資源循環の新しいフローについて;新しい循環フローは、現行の植物が枯死し、セルロースなどの短期変換やリグニンなどの長期変換を経て二酸化炭素に代わるフローに加えて、森林資源を利用した木材工業から今回開発した相分離系変換システムにより、リグニン系素材、セルロース系素材、ヘミセルロース系素材を作成し、それを利用した植物系分子素材工業へ移行する新たな新しいフローができあがった。⑤リグニン素材の利用について;具体的な利用例としては、木材工業から排出される古紙繊維90%にリグノフェノールを10%混ぜることにより、植物繊維の有する水素結合による凝集力とリグノフェノールの疎水性高分子特性で加熱、加圧することなく木材と同等あるいはそれを越える特性を持つもののができた。農業用資材としては、農業用シート等に利用でき、バイオポリエステルにより利用後の生分解性素材とリグニンに分けられ、リグニンは土壤中で金属分や栄養分を固定し、植物の生長を助ける働きを担う。

第1回樹木抽出液利用研究会アドバイス会(2001.9.5)

場所:森林文化アカデミー内テクニカルセンター多目的研修室A

話題提供

・木質バイオマスの利用

中川林産研究部長説明

岐阜県における、木質バイオマス資源は森林蓄積124,296,000m³で、木材生産量は538,000m³である。森林伐採時(主伐、間伐、除伐)の林地残材発生率を見ると、生産物(丸太)が75%、残材(末木、枝条、その他)で25%である。間伐材の主な利用は、製材、建築、パルプ、炭、土木工事で、木材工業廃棄物の用途は工場残材(燃料などの原型利用、チップ、化粧板、合成柱などの加工利用、木炭、木材糖化などの化学処理利用)、鋸屑(燃料、きのこ培地、畜産敷物などの原形利用、火薬木粉、石膏ボードなどの加工利用、活性炭、木材糖化、精油などの化学処理利用)、樹皮(保温フェルト詰め物、フローリング強化、ろ過材などの原形利用、樹皮ボード、コルクなどの加工利用、樹皮炭、パーク堆肥、医薬品原料などの化学処理利用)などが挙げられる。また、建築廃材が大量に廃棄され都市ゴミの利用効率を上げるためバイオマス発電が計画されている。

木質バイオマスの有効利用のための研究開発としては、①木材成分の利用:セルロース、ヘミセルロース、リグニンを効率的に分別し総合的に利用を図る。②木材抽出成分の利用。③木質新素材の開発などが挙げられる。

・樹木抽出液の利用に関すること

井戸専門研究員説明

平成7年度から平成9年度に掛けて、ぎふハイテク共同研究課題として「岐阜県樹木より抽出した成分利用開発」を、森林科学研究所では、効率的に精油を抽出する方法に関する研究を、保健環境研究所では、樹木抽出成分の分析と効果測定について共同研究を行った。

また、平成11年度から平成13年度には、「県内産スギ抽出成分の効率的な抽出及びその抽出残渣の利用に関する研究」を実施した。(平成7年度から平成12年度の岐阜県森林科学研究所業務報告書を参照)

・森林景観による癒し効果に関すること

井川原主任研究員説明

森林に対する国民の期待は、従来の木材生産から森林の持つ多面的な機能の高度利用に移っている。平成13年6月29日に森林・林業基本法が制定され、今までの林業基本法の木材生産中心から、水土保持林、人との共生林、資源の循環利用林など機能重視になってきている。森林科学研究所では、平成10年度から平成12年度に掛けて、国補試験として「森林のモニタリングと環境の評価に関する研究」、平成12年度から平成16年度まで「多様な広葉樹林の育成・管理技術の開発」を手がけている。(平成10年度から平成12年度の岐阜県森林科学研究所業務報告書を参照)

第2回樹木抽出液利用研究会アドバイス会(2001.12.3)

場所:グランヴェール岐山

話題提供：

①森林がもたらす快適性（癒し）に関すること 井川原主任研究員説明

林業基本法の改正にともない、人との共生林という発想が生まれてきた。しかし、これに関してはその整備指針も確立しておらず、なおかつ森林の快適性や癒しの効果については明らかにされていないのが現状である。そこで、森林タイプ別に森林の持つ快適性や癒しの効果について検討する必要があると提案した。

大平先生：癒しと快適性は分けて考える必要がある。癒しは身体機能（恒常性機能の回復に）。快適性は主観的な反応。利用者の反応としては、快適性と癒しはほぼ同じかもしれないが、研究段階では分けて考える必要性がある。森林浴におけるリピーターを期待しようとするとな癒しの効果だけではなく快適かどうかという観点が重要になってくる。

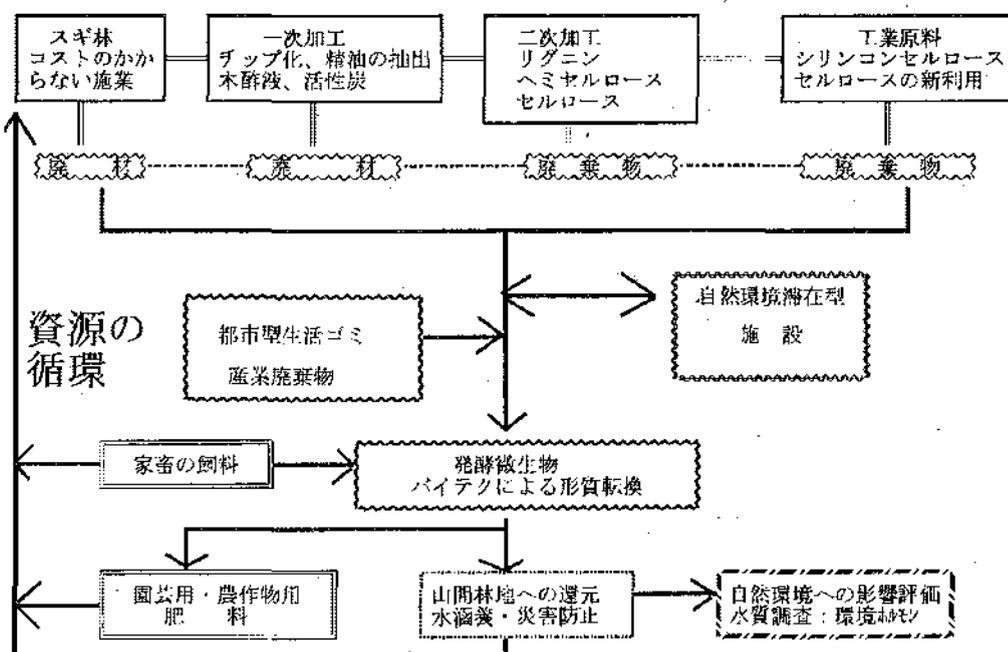
②スギ間伐材の工業的利用に関すること 坂井主任専門研究員説明

スギ間伐材を工業材料として利用するためのシステムについて提案した。その内容は、1) 山から未利用のスギ間伐材を搬出し、それらを利用して一次加工（チップ化、精油の抽出、木酢液、活性炭など）を行い、2) 次いで二次加工（リグニン、ヘミセルロース、セルロース）を経て、工業原料（シリコンセルロース、セルロースの新利用）とする。3) この各工程から出てくる廃材や廃棄物も発酵微生物などを利用して家畜飼料や園芸用肥料などに加工する。また、4) 山から得られたものを山へ返す方法についても検討するというものであった。これらに関して関連企業の取組について説明があった。

3. 産官学共同研究の提案

平成13年度の樹木抽出液利用研究会の目的の一つとしてアドバイスを発足させた。林業・林産業関係の中小企業、大学の学識経験者、科学技術振興センター・林業課・森林科学研究所などで産官学共同研究を立ち上げるための共通課題の検討を行った。森林科学研究所から林業・林産業を取り巻く

スギ間伐材の工業マテリアルとしての利用促進化計画案 (産学官共同研究)



環境について議論するための基礎資料を提供し、企業側から現状を聞きながら、学識経験者から共通テーマに集約する方法で検討した。

スギ間伐材の工業的な資源や素材として利用を促進するため、企業間または産官学で共同研究が実施する場合の計画を研究流れ図を使って説明した。この研究会として、平成14年度の提案公募型技術開発事業に研究課題が提案できるよう連絡調整を図ることで意見が一致した。

4. ホオノキ葉茶の商品化

平成12年度の「樹木抽出液利用研究会」で、樹木抽出液等を利用した商品作りを目標に本研究会に参加した企業と森林科学研究所とで共同開発し、いくつか試作品を発表した。その中からホオノキ葉を利用したお茶が商品として市場投入できるようになり、またホオノキ葉茶の製造方法についても特許申請を行うことになった。

①経過説明：ホオノキ（樹皮、枝、根皮、葉）にガン転移抑制効果のある成分としてマグノロール及びホオノキオールを含むことを発見したため、医薬品、化粧品、健康食材、薬草（薬膳）料理などへの利用について特許を取得した。同時にこの特許権は、職務発明として県に移譲された。

県保有の本特許権に関し、県内企業への技術移転を行う目的で、平成12年度の「樹木抽出液利用研究会」で、ホオノキ葉のお茶への利用について検討を行った。この時点で、ホオノキ葉茶には、えぐ味、苦みなどが残り、長期に渡って飲用できるものではなかった。平成13年度も継続研究しホオノキ葉茶の改良について企業と共同開発を始めた。ホオノキ葉茶の製造については、荘川村から材料の確保や製茶企業の協力で焙煎技術の獲得で、えぐ味、苦みの取れたホオノキ葉茶の製品化に成功した。

②ホオノキ葉茶の製造方法（特許申請中）：ホオノキ葉茶の製造方法（以下本発明という）は、漢方薬、ホオ葉すしやホオ葉味噌など広く使用されるホオノキの葉をお茶として飲用するための製剤に関するものである。ホオノキの成分であるマグノロール及びホオノキオールにはガン転移抑制作用があり、ホオノキの葉にも両成分が樹皮の1/30程度含まれることから、健康茶として利用を検討し、新しいお茶の開発に成功した。しかし、ホオノキの葉を単に乾燥させただけでは、独特のえぐ味や苦みがあり、長期間飲用するには十分であるとは言えなかった。ホオ葉にガン転移抑制成分が含まれることから、長期間に渡って服用できるような健康茶の開発が必要であった。本発明は、ホオノキの葉をお茶として利用する場合に、風味や旨味を失わずに苦みやえぐ味など除くことを特徴とした健康茶の製造法に関するものである。

③発明の効果

岐阜県内にはホオノキが多く自生しており、古くから飛騨美濃地方でホオ葉餅、ホオ葉すし、ホオ葉みそなどに利用されていた他、食材の包装に利用されてきた。本発明は、ホオノキの葉をお茶にすることで、新たな製品を開発した。県産品のひとつとして商品化し、地場の土産、旅館等での利用、村おこし商品などとして利用拡大が期待される。

平成13年度ぎふハイテク得意技術活用研究事業 — ぎふ21住宅木組の技術研究会 —

担当 富田守泰

1. 目 的

岐阜県内には産直住宅をはじめとする地域にねざした木造住宅建設業界が多い。これらの業界が、今後も県産材を活用しながら活動していくためには、地域住宅の特徴である木組の技術を消費者の目に見える形で提供することが必要である。

一方で、このような住宅は、その特徴を誇示するあまり、高価な木材や大きすぎる木材の使用、技巧を凝らしすぎた外観、高価な建材を用いることが多い。しかし一般の消費者にとっては、田舎づくりの特殊な住宅と受けとめられ、魅力を減少させている。時代が変わり、現代の消費者の目は現代的デザイン性や、より実用的な面にむけられている。そこで当研究会は、地域工務店の持つ木組みの技術を住宅の構造材等に組み入れることで、現代のデザインとしてより美しく、更に耐久性、耐震性能などの実用的価値を生かせる住宅づくりを探ることを目的とした。

2. 実 施 内 容

1 講演会開催

1.1 第1回講演会（平成13年7月26日）27名参加

- ・木質接合開発の成果報告 森林科学研究所 富田守泰

平成12年度まで当研究所で実施したテーマ「軸組み住宅の性能規定化に対応した木質接合部共通仕様化研究」に基づく耐力壁周辺の木質接合の仕様書をインターネットで公開した。そこで、当仕様書趣旨とその利用について報告した。

- ・北米ティンバーフレームの紹介と日本における取り組み 宮坂建築設計事務所 宮坂公啓

米国における木組技術であるティンバーフレームと、いったん廃れた大工技術を現代に復活したフレームー達について、その分野の専門家からの御講演をいただいた。

講演は、まず、国内木造住宅の現状について、使われる国産材率の低下と職人後継者の不足から始まる。北米ティンバーフレーム構法との出会いと交流を通じて、今後の木造住宅の構法開発の考え方をとりまとめている。

まず、持続可能な循環型木造住宅生産への仕組みとしての構法開発の必要性を説いている。すなわち、オープンビルディング構法（開かれた建築方法）に基づく構法開発とは、建築部位の階層構造に着目し、現代のライフスタイルに適應するための長寿命型木造住宅を提案することにあるとしている。ティンバーフレームの日本における取り組みを通じ、持続可能な社会のすまいづくりを提案している。

1.2 第2回講演会（平成14年2月12日）20名参加

- ・耐力壁トーナメント戦に参加して 森林科学研究所 富田守泰

2年連続して出場した木造耐力壁トーナメント戦について、その趣旨と結果、軸組構法住宅への応用の可能性について報告した。

- ・大工塾での木質構造の実践と挑戦 山辺豊彦構造設計事務所 山辺豊彦

山辺氏は構造設計事務所主宰のかたわら 建築上 丹呉明恭氏とともに大工塾を開校している。大工さんとの実践の中で木質構造への理解と新たな挑戦内容について御講演をいただいた。

講演は、構造設計士としての立場から、現場の大工さんとの議論の中で、建物の構造を体験の中で知ってもらう必要性を感じることから始まる。大工さんは、受け継がれている伝統的な構法に対する信頼性を持っているが、現実の耐力との比較を直に体験する試験を3年前からは始めている。伝統的

な構法を維持し、発展させていくためには大工の理解とたゆまない改良が必要である。そのための設計手法の開発の必要性を説いている。

2 普及活動

木質構造研究会への技術発表会への参加（平成13年12月10日）80名参加

全国の木質構造関係者が集まり、研究会を開催している。この会は、学会発表とは異なり、応用技術、商品化された技術を発表するものとの設定である。

平成12年度までに研究したテーマ「軸組み住宅の性能規定化に対応した木質接合部共通仕様化研究」により耐力壁周辺の木質接合の仕様書をインターネットで公開した。そこで、当仕様書作成に関連して行った研究内容を紹介し、普及を行った。

平成13年度萌芽探索事業 —地理情報システム（GIS）等を利用した森林機能の高度解析—

担当 古川邦明 井川原弘一

1. 必 要 性

森林の持つ機能の高度発揮が期待されているが、多様化する森林への要望に対処するため森林地域を機能別にゾーニングする適切な手法の開発が待たれている。一方、県南部地域ではマツノザイセンチュウ被害によって、森林景観が一変している。この里山の森林景観を再構築するため、その方向性を示す必要がある。そのため、森林景観プランニングの手法開発が待たれている。

こうした中、地理情報システムは、衛星写真から得られたデータから森林に関する機能、管理、生態、景観など多様な森林情報をGISにより統合して管理解析できるシステムとして期待される。

2. 実 績 概 要

1) リモートセンシング技術によるゾーニングのための森林の現況把握

森林地域の地理情報システム（以下森林GIS）による森林資源や地形等現況解析のために、最新の広域な森林情報を得る必要がある。そこで地理情報システムと航空写真及び航空機レーザープロファイラを使って森林資源状況や微地形を計測する手法について検討した。その結果レーザープロファイラと航空写真を組み合わせることにより、詳細な森林資源把握が可能であることが認められた。

2) 10mメッシュ標高データ利用の可能性

現地作業まで考慮した詳細な森林利用計画の樹立や正確な作業積算のためには、10mメッシュ標高データ（以下10mDEM）が最低限必要とされている。民間企業から販売されている10mDEMと、県が作成した恵南地区の10mDEMについて比較検証を行った。また、恵南地区において航空機レーザープロファイラで新たに10mDEMを作成し、前出の地形データと比較を行った。

民間企業の10mDEMは、小谷や小尾根等が均等化されてしまいなめらかな地形となっている。県作成のものは、基本図の地形を忠実に再現しており林内小地形を把握できた。一方レーザープロファイラで実際に測定した作成したDEMは、立木等の地上物を除去する手法にさらに検討が必要であるが、森林地帯での広域な地形計測が期待できる結果が得られた。

3) 地上レーザープロファイラによる地形及び立木計測

地上レーザープロファイラで林内の地形と立木を計測し実測値との比較を行った。下層植生下の地表面を抽出し、この面を基準に立木の高さ毎に直径を計測し、ほぼ実用レベルの結果が得られた。

4) 森林景観のシミュレーション

数値地形図と航空写真から作成したデジタルオルソフォトを森林GISに取り込み、3次元化してマツノザイセンチュウ被害等の影響による森林景観変化のシミュレーションを試みた。

3. 今 後 の 計 画

1. 森林資源を生産しながら森林資源を管理するための一貫した機械化作業システムを導入のための森林情報管理システムの開発を行うための情報収集手段として、GISやリモートセンシングの活用手法を検討する。（国補課題：平成14～18年度）
2. 地上レーザープロファイラの活用について日本林学会大会で発表の予定である。

事 業 関 係

マルチメディア工房・ぎふ整備事業

○目的

「森林・林業」の果たす役割を、楽しく理解できる環境づくりを進める。
県民が自由に参加し、様々な作品を創造できる空間（工房）を提供する。
「森林・林業・林産業」の活性化を、県民と共に考えていく場をつくる。

○設置機器

- ・ワークステーション（Sparc Station、WebFORCE Indy）
- ・パーソナルコンピュータ（Macintosh、PC-9821、DOS/V）
- ・周辺機器（イメージスキャナー、フィルムスキャナー、フィルムレコーダー、CD-ROMライター、カラープリンター、230MB MO）

○利用状況

利用のべ時間：一般利用

平成12年度：16時間、80枚

平成13年度：9時間、36枚（平成14年3月14日現在）

利用のべ時間：工房サポーター・行政・教育機関、職員

平成12年度：780時間、395枚

平成13年度：875時間、531枚（平成14年3月14日現在）

○成果など

- ・岐阜県森林科学研究所ホームページの更新（更新頻度：月1～2回、平成13年4月～平成14年3月）
平成13年度のホームページ閲覧者は、およそ7,000人
（平成14年3月15日現在、アクセスカウンタ23,831）

県産材オープンラボラトリー管理事業

○目的

地域内の木材業界が新製品の開発や自社製品の品質向上を図るために行う材料試験、品質性能試験等に必要試験機器の開放を行う。

○設置機器

・加工試験機器

自動かん盤 手押しかん盤 軸傾斜横切り盤 木工用帯鋸盤 単軸高速面取り盤
円盤切削機 サンドブラスト装置 送材車付き帯鋸盤 低温除湿乾燥装置 コールドプレス
ホットプレス

・性能評価機器

実大強度試験機 接合部強度試験機 引っ張り強度試験機 グレーディングマシン 衝撃試験機
万能試験機 煮沸装置 恒温恒湿器 ウェザーメーター 燃焼試験装置 熱伝導率測定装置
赤外線熱画像装置 光沢計 走査電子顕微鏡

・処理機器

マイクロ波加熱装置 真空加圧含浸装置

○使用状況

利用のべ時間（民間業者開放試験業務）単位：時間

平成6年度	281 (H6.5.12~H7.3.31)
7年度	1536
8年度	2712
9年度	1178
10年度	1435
11年度	348
12年度	312
13年度	279

利用のべ時間（研究員、学生、見学）単位：時間

平成6年度	733 (H6.5.12~H7.3.31)
7年度	1673
8年度	252
9年度	574
10年度	321
11年度	211
12年度	224
13年度	376

○主な成果

圧密フローリング開発（研究共同開発）
耐候処理材の性能評価
木製筋かいプレート開発

特用林産物研修等事業

○目的

きのこ新規栽培者や既存栽培者の栽培技術向上を図ること、及び林業改良指導員や県民にきのこ全般の基礎知識を修得させることを目的とする。また、現在及び今後の試験研究開発の効率化を図るため、収集した野生きのこ菌株を継代培養により長期保存に努める。

○研修状況

- ・研修者：112名（きのこ栽培者、一般県民、林業改良指導員、プータン研修生等）
- ・研修内容：きのこ栽培における害菌の同定、きのこの同定、きのこの生態、接種・継代培養、きのこの保存
- ・その他：ナメコ、クロアワビタケ、ヤマブシタケ、ウスヒラタケ、エリンギ、タモギタケ、ヒラタケに関する栽培試験を実施した。

○関連研修

林業改良指導員特技A8研修（6月7日、森林科学研究所）

参加者：10名（林業改良指導員）

内容：栽培キノコの病害虫について（顕微鏡による害菌の観察）

林業改良指導員研修（森林・林業教育④野生キノコ）（10月17日、森林科学研究所）

参加者：6名（林業改良指導員）

内容：キノコの同定について（顕微鏡による胞子の観察）

ヒラタケの研修会（3月12日、森林科学研究所）

参加者：9名（ヒラタケ栽培者）

内容：ヒラタケの組織分離

○菌株の保存

きのこ遺伝資源の充実を図るため、14種23系統の分離を行い、合計72種242系統を保存した。

技術指導・相談業務

1. 技術指導・相談業務

森林科学研究所では試験研究業務のかたわら成果の普及、技術指導あるいは相談業務に応じています。相談相手は林業専門技術員、林業改良指導員をはじめ林業、林産関係者から一般県民と広い範囲に及んでいます。これらの指導、相談は来所者に直接説明したり、電話、文書、ファックスなどで行っています。これらの方法でわからないときは直接現地で指導を行っています。また、最近インターネットでの問い合わせも増えてきています。平成13年度の相談件数は次のようでした。

区 分	造 林	森林保護	機能保全	特用林産	林業機械	木材加工	マルチメディア
来 所	6	6	4	25	7 (3)	20	5
電 話	25	38	8	33	6	59	1
文 書	1	2			1		
電子メール	2		4	15	2 (160)	2	2
現地指導	5	4		8	1	3	
そ の 他	1			6		6	
計	40	50	16	87	17 (163)	90	8

注) () は測量システムに対する技術指導

2. 情報、資料の配布

当所で得られた成果を報告書等にまとめて配布し、さらにこれを林業機関誌や定期刊行物等に投稿し普及に努めていますが、その概要は次のとおりです。

研究成果等の作成および配布

資料の種類	表 題	氏 名
研究報告第31号	<ul style="list-style-type: none"> ・用材生産に適応したクリの細り表の調製 ・針葉樹人工林のリターフォール量と含有炭素量・窒素量 ・シデコブシ花卉の形態に関する調査 ・原木を利用したメシマコブの栽培 ・スギ精油抽出残渣を利用したきのこ栽培 	横井秀一 井川原弘一 中島美幸 水谷和人 井戸好美
森林科学研究所情報70号	<ul style="list-style-type: none"> ・スギ不成績造林地をより良い山に — 広葉樹が混交する不成績造林地の除伐による改良 — ・林木の炭素固定能力 — 可児市の針葉樹林を例として — ・好ましさを尺度とした林内景観の評価 ・サクラの接ぎ木 ・炭素蓄積量は土壌によって異なるか？ 	横井秀一 大洞智宏 井川原弘一 中川 一 渡邊仁志
土地分類基本調査	「檜ヶ岳」、「有峰湖」図幅の林地土壌	渡邊仁志 中川 一

3. 研修業務

要請があったので下記の研修を行った。

研 修 名	期 日	人数	場 所	研 修 内 容	氏 名
A g 研修 (造林)	5月10～11日	11名	美濃市 荘川村	広葉樹林の育成	横井秀一
A g 研修 (特用林産)	6月7日	10名	美濃市	キノコ類の生態と栽培への取り組み	井戸好美
A g 研修 (森林保護)	6月18日		美濃市	森林保護で今問題になっていること	大橋章博
A g 研修 (機能保全)	6月19日		美濃市	森林の持つ公益的機能に関すること	井川原弘一
A g 研修 (木材利用)	6月25日	10名	美濃市	木材乾燥、強度	富田守泰
A g 研修 (森林・林業)	10月17日	6名	美濃市 板取村	野生キノコの採取	井戸好美 水谷和人
森林整備研修会	8月22日	20名	高山市	スギ不成績造林地の取扱い	横井秀一
飛騨森林整備研究会・研修会	10月12日	30名	宮川村	スギ不成績造林地の取扱い	横井秀一
分収林機能高度化モデル事業現地研修会	11月7～8日	15名	藤橋村 坂内村	スギ不成績造林地の取扱い	横井秀一
マツタケ研修会	11月29日	19名	福岡町	マツタケ発生林の環境整備	水谷和人
マツタケ研修会	12月14日	24名	美濃市	山に菌根性キノコ「ホンシメジ」を増やす	水谷和人
ヒラタケ研修会	3月12日	9名	美濃市	ヒラタケの市販品種と県内の栽培形態	水谷和人
美山町木材研修会	12月4日	40名	美山町	最近の木材研究動向	富田守泰

4. 研究成果発表会および講演会

日 時：平成14年2月19日

場 所：テクノプラザ・プラザホール

出席者：120名

発 表 課 題	発 表 者
岐阜県におけるシラ類の集団枯損被害	専門研究員 大橋章博
岐阜県に分布するシデコブシの多様性	主任研究員 中島美幸
好ましさを尺度とした林内景観の評価	主任研究員 井川原弘一
在来軸組住宅における木質系接合手法の開発	主任専門研究員 富田守泰
(講演) 森の記憶	岐阜大学農学部 教授 小見山章

5. 学会誌および林業機関誌等への投稿

機 関 誌 名 等	表 題	氏 名
中部森林研究第50号	35年生針葉樹人工林の植栽木が土壌に及ぼす影響	渡邊仁志・井川原弘一・ 大洞智宏・中川一
中部森林研究第50号	未熟な土壌条件下における針葉樹人工林の地上部現存量調査	大洞智宏・渡邊仁志・ 中川一
森に学ぶ101のヒント (日本林業技術協会発刊)	夢ではないバットの森, こけしの林	横井秀一
現代雑木林事典 (百水社発刊)	後生枝; 伐採; ミズナラ 雑木林の景観管理	横井秀一 井川原弘一
建築知識	「脱金物」のための3つの手法込み栓・HD貫・ 木製プレートの性能を探る	富田守泰
Planta Medica	Inhibitory Effect of Magnolol and Honokiol from Magnolia ovobata on Human Fibrosarcoma HT-1080 Invasiveness in vitro	Hisamitsu Nagae・ Koji Ikeda・ Yoshimichi Sakai
岐阜県の林業	4月 東濃地方に春を告げる木 —世界的に貴重なシデコブシー— 5月 IT時代の収穫予測 —システム収穫表について— 6月 森林に求められる機能は何か? 8月 花粉が語る「里山」の歴史 —花粉分析のはなし2— 9月 キノコの孢子 11月 新たなキノコ栽培—タモギタケ— 12月 スズメバチってどんなハチ? —あなたの誤解はらします— 1月 ハンディGPSは森林管理に使えるか 3月 森林の炭素貯金 —身近な針葉樹林の炭素固定能力—	中島美幸 大洞智宏 井川原弘一 渡邊仁志 水谷和人 井戸好美 大橋章博 古川邦明 大洞智宏
	山のおじゃまむし 4月 接点は虫と酒、カラスヨトウ 5月 花粉症、チャバネアオカメムシ 6月 こだわりの人、ミヤマクワガタ 7月 捕虫網が杖代わり、ハモグリゾウムシ 8月 ここちよい波風、ヤシャゲンゴロウ 9月 鳥肌の立つ大感激、クロオビシロタマゾウ 10月 夏眠をしない?、ヒョウモンチョウ 11月 耳が聞こえない、モンシロチョウ 12月 高山病、コヒオドシ 1月 ばかもの、マツノマダラカミキリ 2月 誤診、オニクワガタ 3月 薬9増倍、モルフォチョウ	野平照雄 野平照雄 野平照雄 野平照雄 野平照雄 野平照雄 野平照雄 野平照雄 野平照雄 野平照雄 野平照雄 野平照雄 野平照雄 野平照雄 野平照雄

大会名等	表 題	氏 名
第112回日本林学会大会	<ul style="list-style-type: none"> ・スギ不成績造林地に由来する針広混交林の組成と構造 ・植栽樹種のリターが土壌、特にA₀層の発達におよぼす影響 ・好ましさを尺度とした林内景観とその構成因子の評価 ・岐阜県に分布するホオノキ集団のアロザイム変異 ・岐阜県東濃地域のヒノキ林における長伐期施業導入の条件 -木材市場価格調査からの考察- ・ケヤキ造林地におけるクワカミキリ卵の空間分布と生存率 	横井秀一 渡邊仁志 中川一 井川原弘 井川原弘 中島美幸 横井秀一 大洞智宏 渡邊仁志 横井秀一 大橋章博
第50回日本林学会中部支部大会	<ul style="list-style-type: none"> ・35年生針葉樹人工林の土壌について ・森林に求められる機能は何か -林業関係者のアンケート結果から- ・岐阜県の冷温帯4地域におけるホオノキ集団のアロザイム変異 ・未熟な土壌条件下にいける針葉樹人工林の地上部現存量調査 	渡邊仁志 中川一 井川原弘一 大洞智宏 井川原弘一 中島美幸 横井秀一 大洞智宏 渡邊仁志 中川一
第51回日本木材学会大会	<ul style="list-style-type: none"> ・マイタケの菌糸生長および子実体生産に及ぼす酢酸の影響 ・スギ柱材の乾燥前選別処理手法とその効果 	水谷和人 富田守泰
第46回日本応用動物昆虫学会	<ul style="list-style-type: none"> ・ケヤキ植栽地におけるクワカミキリの産卵木の選択 	大橋章博
第5回日本応用きのこ学会	<ul style="list-style-type: none"> ・カクミノシメジの菌糸培養特性および純粋培養下での子実体形成 	水谷和人
岐阜大学流環研第10回シンポジウム	<ul style="list-style-type: none"> ・人工林のCN循環 	中川一・横井秀一・井川原弘一・大洞智宏・渡邊仁志
森林・木質資源利用先端技術推進協議会/森林造成・資源問題研究会	<ul style="list-style-type: none"> ・広葉樹林施業の問題点と今後のあり方 	横井秀一

大会名等	表 題	氏 名
森林施業研究会現地研究会	・広葉樹の造林地に下刈りは必要か？ -下刈りを省略したケヤキ造林試験の結果から-	横井秀一
豪雪地帯林業技術開発協議会	・広葉樹が混生するスギ不成績造林地の改良に対する除伐の効果	横井秀一
第48回日本生薬学会年会	・ <i>Mallotus philippinensis</i> のフラボノイド (2)	井戸好美
日本薬学会122年会	・エゾウコギの優良種苗確保と増殖法に関する研究	坂井至通 中島美幸
平成13年度日本薬学会東海支部例会	・マグノロールによるB(a)Pの変異原性抑制効果	坂井至通
フォーラム2001 : 衛生薬学・環境トキシコロジー	・マグノロールによるTrp-P2の変異原性抑制効果	坂井至通
第18回和漢医薬学会大会	・ヤマブシタケエキスの抗アレルギー作用についての検討	坂井至通
2001年度日本建築学会学術講演会	・筋かい耐力壁における各部木質系接合耐力	富田守泰
第5回木質構造研究会技術発表会	・在来軸組住宅における木質接合手法の開発	富田守泰

所 務

所 務

1. 職員の分掌事務

部 名	補 職 名	氏 名	分 掌 事 務
	所 長	熊谷洋二	
	部 長 研 究 員	野中隆雄	きのこ及び木質系炭素の新技术に関すること
管理調整担当	課 長 補 佐	岡崎信彦	公印の管理、職員の人事、服務、収入事務、 予算の編成および決算、県有財産・備品の管理
	主 事	岡田美智子	予算執行および決算、歳入歳出外現金、物品出納管理、 給与および旅費、文書の収発・整理保管、福利厚生、 消耗品の管理
	主 事	須田英雄	庶務補助
	技 師 (本・地域振興 局武儀事務所)	福田丈二郎	公用車の運転および整備
育林研究部	育林研究部長	野平照雄	部の総括
	専 門 研 究 員	横井秀一	森林の造成・管理に関すること
	専 門 研 究 員	大橋章博	森林の病害虫防除に関すること
	主 任 研 究 員	井川原弘一	森林の環境保全に関すること
	研 究 員	大洞智宏	森林の造成・管理に関すること
	研 究 員	渡邊仁志	森林の立地環境に関すること
林産研究部	部長研究員兼 林産研究部長	中川一	部の総括
	主任専門研究員	坂井至通	森林生産物の成分利用に関すること
	主任専門研究員	富田守泰	木材加工一般に関すること 木材開放試験室の運営管理に関すること
	主任専門研究員	古川邦明	林業機械に関すること
	専 門 研 究 員	水谷和人	特用林産物に関すること 特用林産物研修事業に関すること
	専 門 研 究 員	井戸好美	木材化学に関すること 特用林産物に関すること

2. 平成13年度歳入歳出決算書

(歳入)

科 目	決 算 額
受託事業収入	2,374,000
総務費受託事業収入	2,374,000
総務管理費受託事業収入	2,374,000
雑入	131,022
納付金	10,312
林業納付金	10,312
雑入	120,710
手数料	47,090
計	2,552,112

(歳出)

科 目	決 算 額
総務費	20,651,095
総務管理費	19,561,095
財産管理費	1,440,750
科学技術振興費	18,120,345
企画開発費	1,090,000
土地利用対策費	1,090,000
農林水産業費	26,817,061
林業費	26,817,061
木材製材業対策費	50,000
自然保護費	96,000
造林費	243,000
森林研究費	26,428,061
商工費	926,000
商工費	926,000
工業研究費	926,000
計	48,394,156

購入備品

機 器 名	仕 様	購 入 先	価 格	備 考
統計、解析ソフト spps	10,0J for windows	共立コンピュータ	267,750	
フリーザー付 薬用保冷庫 サンヨーMRR-213F	保冷庫 2~14℃ フリーザー -20~30℃	森商会	245,700	
冷却遠心濃縮機一式 タイテックVc-36H	使用温度範囲 15~60℃ 回転数120~2000rpm	森商会	1,038,450	真空ポンプ、 冷却ポンプを 含む
多本架冷却遠心器 モデル5910式	最大回転数 8500rpm ブラシレスモーター 温度範囲 -20℃~室温	神山機械店	899,850	収納キャビネッ トを含む
下降バット法プロッティ ング装置	最大適応ゲル寸法 150×220mm	(株)伊勢久	661,000	
冷蔵庫 SANYO SR-42A	5ドア容量 415ℓ	マツヤデンキ	135,450	
フラクションコレクター アドバンテック vsm-150k	試験管本数160本	森商会		
超音波過湿器 vsm-150k	床置型 自動給水式 加湿量 HL 1.5ℓ/hr LO 0.5ℓ/hr	(株)リオン熱学	100,800	



2002年5月30日発行

平成13年度

岐阜県森林科学研究所業務報告

発行 岐阜県森林科学研究所

501-8714

美濃市曾代1128-1

0575-33-2585

印刷 山興印刷株式会社



この業務報告の本文は、古紙配合率100%再生紙を使用しています。