

ISSN 1345-6512

平成 15 年 度

業 務 報 告

岐 阜 県 森 林 科 学 研 究 所

は じ め に

平素は、当研究所の業務の推進に当たり、格別の御支援、御協力を賜り誠にありがとうございます。

当研究所は、県民に役立つ研究により「研究開発立県」の達成を目指して、「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」、「森林管理技術の解明」、「森林資源の高度利用技術の開発」、「高度な技術支援」に取り組んでいるところであります。

森林・林業を取り巻く環境は引き続き厳しい状況が続いていますが、森林に対する二酸化炭素吸収源としての期待、循環型社会に向けた森林整備や木材利用などの高まりの中で、県内の林業・林産業の発展や森林機能の高度発揮に役立つ技術革新が求められています。

岐阜県では、民有林を対象に森林づくりの方向性を示す『2003年版岐阜県森林づくり30年構想(案)～「持続可能な森林づくり・国づくり」を目指して～』がH16年3月に発表されました。また、東濃ひのき製品流通協同組合が白川町に木質バイオマスエネルギー利用施設「森の発電所」をH16年3月開設しました。

国内では、日本にふさわしい森林認証制度として国際性を備えるとともに地域林業の特性を考慮した「緑の循環認証」がH15年6月にスタートしています。また、健康づくりの一つとして森林を活用した「森林浴」が少しずつ定着してきているところでありますが、国ではH16年3月「森林セラピー研究会」が発足し、健康増進に向けた森林の活用、森林療法効果の医学的な課題解明により森林活用の促進を図ろうとしているところです。

このような県内外の森林・林業・林産業をとりまく新しい動きの中で、今年度の当研究所の研究課題は、森林管理、森林環境、キノコ栽培、林業機械、森林GIS、樹木成分利用などに関する合計13課題を実施しました。このうち今年度終了課題は、「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」(H13～15)、「多様な広葉樹林の育成・管理技術の開発」(H12～15)、「長期育成循環施業に対応する森林管理技術の開発」(H11～15)「都市近郊林における病害虫管理技術の開発」(H13～15)、「モノレールの簡易軌条作設装置の開発」(H15)、「亜臨界水抽出装置を用いた天然物成分の効率的抽出法の調査」(H15)の6課題です。

この報告は、当研究所が平成15年度に取り組みました研究開発、研修、技術指導などを取りまとめたものです。御一読いただき、御意見・御要望をお聞かせいただき、今後の研究開発にいかしていきたいと考えておりますので、よろしくお願い申し上げます。なお、研究成果につきましては、当研究所の「研究報告」「森林研情報」に掲載するとともに、学会発表、林業雑誌などに発表したものにつきましてはホームページ(<http://www.cc.rd.pref.gifu.jp/forest/>)に掲載していますので御覧ください。

平成16年3月

岐阜県森林科学研究所長

中 川 一

目 次

はじめに

試験研究業務

(育林研究部関係試験)

多様な広葉樹林の育成・管理技術の開発	1
長期育成循環施業に対応する森林管理技術の開発	10
土壌侵食防止に適したヒノキ人工林管理技術の開発	14
都市近郊林における病害虫管理技術の開発	20
菌床シイタケ栽培におけるキノコバエ類の防除技術の開発	23
長期育成循環施業に対応した高性能林業機械化等作業システムの開発	26
森林吸収源等計測・活用体制整備強化事業 森林衰退状況調査	29
森林吸収源等計測・活用体制整備強化事業 森林吸収源関連データ収集分析	31

(林産研究部関係試験)

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	33
有用微生物等を利用したマツタケの増殖技術に関する研究	41
クリタケ菌床栽培技術の開発	44

(受託研究)

森林資源モニタリング調査データ地理解析事業	48
林業労働災害防止機械・器具等開発改良事業ーモノレールの簡易軌条作設置の開発ー	51

(調査事業等)

東アジア酸性雨モニタリングネットワーク 酸性雨モニタリング(土壌・植生)調査	55
土地分類基本調査	55
平成15年度(独)科学技術振興機構ブラザ育成研究調査事業	56
ー亜臨界水抽出装置を用いた天然物成分の効率的抽出の調査ー	
平成15年度研究萌芽探索事業	60
ー森林資源の高度利用を目的とした遺伝子導入技術と有用成分の効率的生産に関する研究ー	
平成15年度ぎふハイテク得意技術活用研究事業 ー森林資源活用研究会ー	62
平成15年度先端科学技術講演会	66
ー森林資源循環、エネルギーと環境問題、そして水熱化学の利用ー	
平成15年度創造的若手人材育成事業	68
特用林産物研修等事業	70

技術指導・相談業務等	71
------------------	----

所 務	77
-----------	----

平成14年・15年降水量観測表	81
-----------------------	----

試 驗 研 究 業 務

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12～15年度 終年次)

担当者 横井秀一 大橋章博 井川原弘一 中島美幸

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。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く、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。

そこで、広葉樹林施業の目的を整理し、それぞれの目的に対応した施業技術を提供することを目的に本研究を実施する。本研究で対象とした施業の目的は、森林所有者や一般県民からの期待が大きい木材生産と保健休養とする。木材生産型に対応した技術開発は、広葉樹二次林の改良技術と広葉樹人工林の造成技術について、これまでの研究を発展させるための調査や試験を行う。保健休養型に対する技術開発は、この分野での基礎的な情報が整っていないことから、広葉樹林の保健休養効果や整備の指標を明確にするための調査を主に実施する。

また、樹木の伐採などが伴う森林整備では、それが森林に生息する他の生物に及ぼす影響に配慮する必要がある。一方で、植栽による森林造成では、苗木の移入による遺伝子攪乱の問題に配慮する必要がある。しかし、これらに関する情報は少ないため、本課題ではそれらに関する情報の収集も行う。

2. 木材生産型広葉樹林の育成・管理技術の開発

2.1 主要広葉樹の細り表の調製

2.1.1 方法

市場における材の径級は、末口径で表される。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、胸高直径と上部直径との関係を示す樹幹細り表を調製した。

調製に用いた資料は、本研究で調査した159本と既存資料による583本の広葉樹の胸高直径と上部直径のデータである。樹種は、ミズナラ、コナラ、クリ、ブナ、ホオノキをはじめとする落葉広葉樹19種である。

2.1.2 結果

クリの細り表を調製したときの方法(横井、2001)を改良し、岐阜県内に生育する高木性の落葉広葉樹全般に対応した上部直径推定式と細り表を調製した。

2.2 広葉樹二次林における間伐効果の検討

2.2.1 試験地と方法

1996年に大野郡清見村巣野俣に設置した間伐試験地(設定時30年生)を調査した。試験区は間伐区Ⅰ、Ⅱと対照区Ⅰ、Ⅱ、Ⅲの計5区(195～500m²)が設置されている。いずれの試験区も、立て木と伐り木が選木され、間伐区では伐り木が伐倒あるいは巻き枯らしで処理されている。今年度の調査では、全測定木(1996年の胸高直径が4cm以上の全立木)の胸高直径とその内の立て木・伐り木の樹高と枝下高を調査した。

また、間伐の直径成長促進効果の持続性を明らかにするため、間伐後の経過年数の長い2試験地(一色試験地、穴尻試験地)の継続調査の結果を解析した。

一色試験地は、岐阜県荘川村一色の標高1050mの北西向き山腹斜面(傾斜約20度)にあり、林相は

クリ、ホオノキ、オオヤマザクラ、ミズキなどの混生林である。間伐は1974年10月に行われ、このときの林齢は26年であった。試験区はha当たり300本、400本、500本程度の立て木を残して他の立木を全て伐倒した300本区、400本区、500本区と無間伐である対照区の4区（各1000m²）が設置されている。調査木は、間伐された区では立て木の全木、対照区では標準木44本である。胸高直径の測定は1975、1977、1979、1981、1983、1985、1987、1990、1993、1999年に行われ、その内の一部では樹高も測定されている。

六厩試験地は、岐阜県荘川村六厩の河川沿いの平地（標高約900m）にある。林相は、ミズナラを主にホオノキやシナノキ、アカシデなどが混交している。間伐は、林齢45年生時の1984年に行われた。試験区は、間伐区と対照区（どちらも600m²）が設定されている。間伐区では立て木（400本/ha）と副木・中立木（516本/ha）を保全する間伐が行われた。対照区では、選木だけが行われ間伐は実施されていない。胸高直径（一部は樹高も）の測定は、1984、1987、1989、1994、1999、2003年に行われた。今回の解析では、立て木の測定値のみを使用した。

2.2.2 結果と考察

図-1は、巣野侯試験地における立て木の胸高直径成長量の頻度分布である。頻度分布のピークはどちらも2~3cmで同じであったが、それよりも成長量の大きなものの出現頻度は間伐区の方が高かった。このことは、他の多くの広葉樹間伐試験地の結果と同様に、間伐が直径成長の促進に効果的であることを示すものであろう。

次に、間伐の直径成長促進効果の持続性に関する検討結果を述べる。

一色試験地における1975年の平均胸高直径と平均樹高は、10.4~14.3cmと11.3~13.1mであった。このときの平均胸高直径は、間伐された試験区が対照区（標準木のみ）より2.6~3.9cm大きかった。1999年の平均胸高直径は16.6~28.3cmで、間伐区と対照区との差は7.9~11.7cmに拡大していた。1999年の平均樹高は、16.2~18.0mであった。平均樹高も対照区が同年とも最も小さかったものの、間伐区との樹高差はどちらの年も最大1.8mで、胸高直径のような差の拡大はみられなかった。

六厩試験地の1984年の平均胸高直径と平均樹高は、間伐区が18.2cmと13.4m、対照区が16.7cmと12.6mであった。2003年の平均胸高直径は間伐区25.0cm、対照区21.4cmで、両者の差は19年間で1.5cmから3.6cmに広がった。一方の平均樹高は、2003年は両区とも16.4mで、当初にみられた差がなくなっていた。

平均胸高直径成長量は、どちらの試験地のどの試験区においても、間伐後の経過年数とともに低下する傾向を示した。図-2は、間伐された区の平均胸高直径成長量の対照区のそれに対する比（相対平均胸高直径成長量）の変化である。間伐区の成長量は、おおむね対照区の2~3倍であった。成

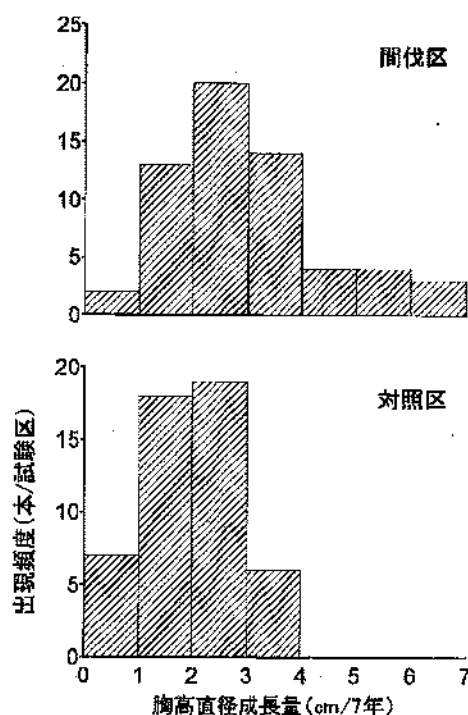


図-1 広葉樹二次間伐試験地における立て木の胸高直径成長量の頻度分布
間伐区は間伐区ⅠとⅡを、対照区は対照区Ⅰ～Ⅲを合わせて示した。

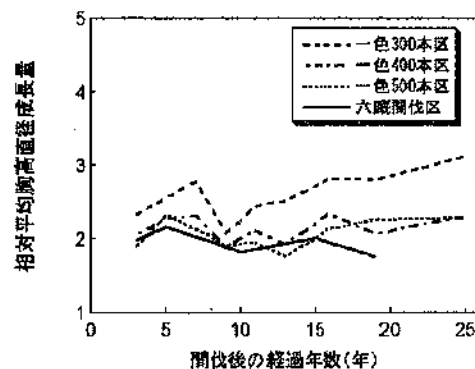


図-2 広葉樹二次林間伐試験地における無間伐林分に対する間伐林分の相対平均直径成長量の推移

長量の比には、年による変動はあるものの、年数の経過に伴う大きな変化はみられなかった。これらのことは、直径成長量は間伐の有無にかかわらず年数の経過とともに低下するものの、無間伐区に対する成長量の比でみると間伐効果は間伐後しばらくは継続して認められることを示した。成長量が間伐区でも低下傾向を示すのは、樹冠の再閉鎖に伴って樹冠の拡張が再び制限されることによると考えられた。一方、無間伐より常に直径成長量が大きかったことから、間伐により樹冠が拡張したことが間伐後19～24年経過しても成長に影響し続けていることが推察された。

2.3 広葉樹二次林における除伐効果の検討

2.3.1 試験地と方法

2001年に益田郡下呂町小川（小川長洞国有林1112い林小班）に設置した除伐試験地を調査した。試験区は除伐区（210㎡）と対照区（222㎡）とが設置されている。どちらの試験地も立て木と伐り木が選木され、除伐区では伐り木が伐倒されている。今年度の調査では、全測定木（2001年の胸高直径が3cm以上全立木）の胸高直径と立て木・伐り木の樹高と枝下高を調査した。

2.3.2 結果と考察

立て木の胸高直径成長量は、除伐区の方が対照区より大きいものが多かった。また、対照区における伐り木は、同区の育成木と同じような成長量を示した。この試験地の経過年数はまだ短いため、除伐の効果はさらに時間が経過した時点で評価する必要がある。

2.4 ケヤキ人工林における除伐効果の検討

2.4.1 試験地と方法

荘川村六所の広葉樹総合試験林内にあるケヤキ人工林除伐試験地（1985年5月植栽、2000年8月除伐）を調査した。試験区は、初期保育と除伐方法の組み合わせによる5区（A～E区）が設置されている（表1）。今年度の調査は、10～11月に測定木の胸高直径を測定した。

2.2.4.2 結果と考察

ケヤキの胸高直径成長量を初期保育が同じ試験区間で比較すると、A～C区の中では最も成長の良いのがA区、最も成長の悪いのがC区であり、D区とE区とではD区の方が成長が良かった。したがって、除伐後3年間の成長量は除伐を行った方が大きかった。

A区以外ではケヤキ以外の広葉樹も育成の対象ととらえていることから、総合的な除伐効果は、さらに年数が経過してから各試験区の林分構造などを調査して検討する必要がある。

表1 ケヤキ人工林除伐試験地の試験区の概要

試験区	下刈り年数、回数	除伐方法
A区	植栽後6年間、6回	ケヤキ以外を除伐
B区	植栽後6年間、6回	ケヤキ・天然更新広葉樹の優良木と競合するもののみを除伐
C区	植栽後6年間、6回	除伐なし
D区	植栽当年、1回	ケヤキ・天然更新広葉樹の優良木と競合するもののみを除伐
E区	植栽当年、1回	除伐なし

2.5 広葉樹の列状混植試験

2.5.1 試験地と方法

清見村櫛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。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いないか観察し、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。

2.5.2 結果と考察

植栽本数に対する生存木の本数（生存率）はミズナラ92.9%、ホオノキ85.2%、ミズキ62.1%であった。ミズナラとホオノキは樹高200～250cmのものが多く、ミズキは100～150cmのものが多かった。また、全植栽木に占める良好な樹形のものの割合はミズナラ60.0%、ホオノキ59.4%、ミズキ19.5%で

あった。これらのことを総括すると、この試験地の造林成績はミズキが最も悪いといえる。

なお、この試験地では植栽木の樹冠どうしがようやく競合し始めたところであるため、列状混植の効果などについては検証することができなかった。

2.6 クリ人工林に発生した冠雪害の実態

2.6.1 調査地と方法

荘川村六既の広葉樹総合試験林内にあるクリ人工林間伐試験地（1985年11月植栽、2002年7月間伐）において、2002年秋に発生した冠雪害の被害実態を調査した。試験区は、初期保育と間伐の組み合わせによる4区が設置されている（表-2）。調査は、10月にクリ測定木の被害の有無と被害形態とを記録した。被害形態は、幹折れ、幹曲がり（樹冠全体の大きな湾曲）、幹割れ、斜立に区分した。

2.6.2 結果と考察

各試験区の被害率は14～61%で、被害率は試験区によって異なった（カイ2乗検定、 $p < 0.01$ ）。施業との関係をみると、初期保育に関しては粗放施業の被害率が低く、間伐に関しては間伐を実施した方が被害率が低かった。

被害形態は幹折れと幹曲がりが大半で、幹割れや斜立は少なかった。間伐区では幹折れが多く、対照区では幹曲がりが多い傾向にあった。

各試験区において、被害木と無被害木の胸高直径に差はみられなかった（U検定、 $p > 0.05$ ）。樹高は、粗放・対照区において被害木が無被害木より小さかった（U検定、 $p < 0.05$ ）のを除いて、他の3区では被害木と無被害木の差は認められなかった（U検定、 $p > 0.05$ ）。また、形状比と枝下高率も、各試験区の被害木と無被害木で差がみられなかった（U検定、 $p > 0.05$ ）。これらのことから、冠雪害の発生は木の大きさや形状とは無関係であったと考えられた。

検討の結果、冠雪害の発生の有無は降雪時における着葉状態の個体差によることと、試験区間の被害率の差は林分構造の差異と試験区の配置が被害に関係した可能性のあることが考えられた。

表-2 クリ人工林間伐試験地の試験区の概要

試験区	下刈り年数、回数	間伐の有無
集約・間伐区	植栽後5年間、5回	間伐を実施
集約・対照区	植栽後5年間、5回	間伐なし
粗放・間伐区	植栽翌年、1回	間伐を実施
粗放・対照区	植栽翌年、1回	間伐なし

3. 保健休養型広葉樹林の管理技術の開発

3.1 心理指標を用いた保健休養効果の測定

3.1.1 方法

POMS（気分プロフィール検査；Profile of Mood States）を利用して、次に掲げる4つの森林散策において気分状態を測定し、森林散策が人の気分状態に及ぼす影響について検討した。

3.1.1.1 清見村西ウレ（2003年10月23日）

朝日カルチャーセンター（朝日新聞）主催の森林散策会の参加者25人（男性11、女性14）を対象とした。被験者の年齢は28～72才（平均60.6）であった。清見村西ウレ峠の広域生活環境保全林を森の案内人が付いて、およそ4時間の散策を行った。散策した森林は、ブナ林を主とした落葉広葉樹林であった。POMSは散策前と散策後に実施した。

3.1.1.2 清見村大原（2003年10月18日）

飛騨インタープリターアカデミー（大野郡清見村）の学生6人の男性を対象とした。被験者の年齢は35～58才（平均39.5）であった。清見村大原にある広域生活環境保全林内の遊歩道を森の案内人付きで1時間ほど散策した。散策した森林は、若齢コナラ林と若齢ヒノキ人工林であった。POMSは散策前と散策後に実施した。

3.1.1.3 萩原町山之口（2002年9月12日～10月10日）

30～40代の10人（男性6、女性4）を対象とした。90年生のスギ・ヒノキ人工林内と120年生の落葉広葉樹林内および室内環境下において、それぞれ10分の自由散策を経て、計30分ほど滞在した。POMSは滞在時間の最後に行った。

3.1.1.4 岐阜大学農学部附属演習林（2002年9月20日）

岐阜大学農学部附属演習林にて演習林実習に参加している学生16人を対象とした。散策した森林は、120年生の落葉広葉樹林、90年生のスギ・ヒノキ人工林、300年生の落葉広葉樹林、15年生の落葉広葉樹人工林とした。散策の形態は特に形式を定めない自由散策とした。POMSは森林散策に出かける前（9：00）と帰ってきた後（15：00）に演習林宿舎で実施した。

3.1.2 結果と考察

3.1.2.1 清見村西ウレ（2003年10月23日）

緊張・不安、抑うつ・落込み、怒り・敵意、疲労、混乱の気分尺度を示すスコア（横山・荒記、1994）は、森林散策後の値が森林散策前と比較して低かった。また、活気のスコアは散策後が高かった（図-3）。

3.1.2.2 清見村大原（2003年10月18日）

緊張・不安、抑うつ・落込みの気分尺度のスコアは、森林散策後の値が森林散策前と比べて低かった。また、統計的には有意ではないものの怒り・敵意、疲労、混乱のスコアは、森林散策後に低い傾向がみられ、活気のスコアは高い傾向がみられた。

3.1.2.3 萩原町山之口（2002年9月12日～10月10日）

緊張・不安の気分尺度のスコアは、落葉広葉樹林内が室内、針葉樹人工林内よりそれぞれ低かった。抑うつ・落込みのスコアは、落葉広葉樹林内が室内より低かった。また、活気のスコアは針葉樹人工林内が室内より高かった。

3.1.2.4 岐阜大学農学部附属演習林（2002年9月20日）

緊張・不安、抑うつ・落込み、怒り・敵意の気分尺度のスコアは、森林散策後が森林散策前より低かった。また、統計的には有意ではないものの森林散策後に混乱のスコアが低くなり、活気のスコアが高くなる傾向がみられた。

3.1.2.5 広葉樹林内の散策が人の気分状態に及ぼす影響

以上の4つの調査から、落葉広葉樹林を主体とする森林の散策には人の気分を和らげる効果があることと、その森林散策の心理的効果は森林タイプによって現れ方が異なることが推察された。

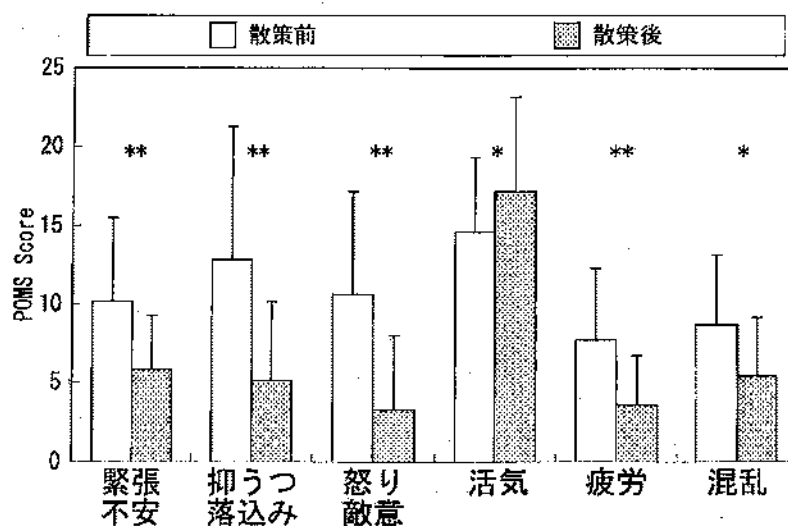


図-3 気分プロフィールの変化(2003.10.23, n=18)

** : $p < 0.01$, * : $p < 0.05$, Wilcoxonの符号付き順位検定

3.2 落葉広葉樹林における林内景観の好ましさに影響する因子

3.2.1 方法

森林を保健休養林として利用するときには、林内景観が重要な要因となる。そこで、落葉広葉樹林の林内景観の好ましさに対する景観構成因子の好ましさに影響と林分構造の影響とを検討した。

3.2.1.1 景観構成因子の影響

林内景観の好ましさと景観構成因子（樹木の姿、色合い、見通し）の好ましさととの関連性を把握するために、緑葉期の落葉広葉樹林11林分で延べ284人を対象に、アンケート調査を行った。解析は、二次偏相関分析によって行った。

3.2.1.2 林分構造の影響

森林利用者に好まれる林分構造に関する情報を得るために、緑葉期の落葉広葉樹林10林分で林分調査とアンケート調査を実施した。

3.2.2 結果と考察

3.2.2.1 景観構成因子の影響

偏相関分析の結果、どの景観構成因子の好ましさに、林内景観の好ましさととの間に正の相関が認められた（ $p < 0.01$ ）。このことから、景観構成因子が好まれれば林内景観も好まれることが確認された。その中で、相関が最も強かったのは「樹木の姿」であった。樹木の姿は容易に改変することができないため、「樹木の姿」は落葉広葉樹林を保健休養林として利用できるかどうかの判断する指標になると考えられた。

3.2.2.2 林分構造の影響

林分構造に関する様々な要素の中で林内景観の好ましさととの関係が強かったのは、上層木の立木密度（図-4）と上層木の平均胸高直径（図-5）であった。上層木の立木密度では、360本/ha以下の広葉樹林（5林分）の好ましきの評点が830本/ha以上の広葉樹林（5林分）の評点より高かった。上層木の平均胸高直径では、直径20.4cm以下の5林分に比べて28.9cm以上の5林分、特に52.5cm以上の2林分で好ましきの評点が高かった。

上層木の立木密度と平均胸高直径とは相関が高いことから、より把握がしやすい平均胸高直径が林内景観の好まれる落葉広葉樹林の指標として有効であると考えられた。また、保健休養林として適する落葉広葉樹林の平均胸高直径はおおむね30cm以上であり、平均胸高直径が20cmに満たない広葉樹林は保健休養目的の利用に適さないと考えられた。

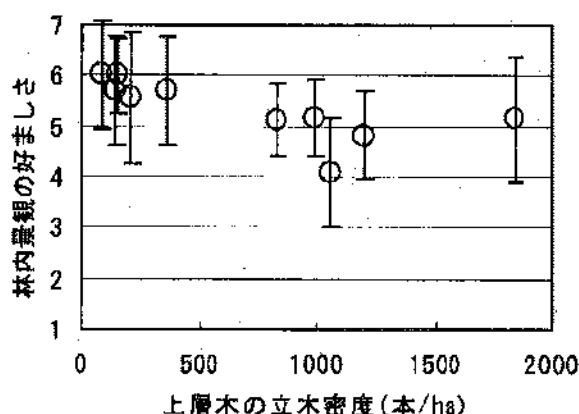


図-4 上層木の立木密度と林内景観の好ましきの関係

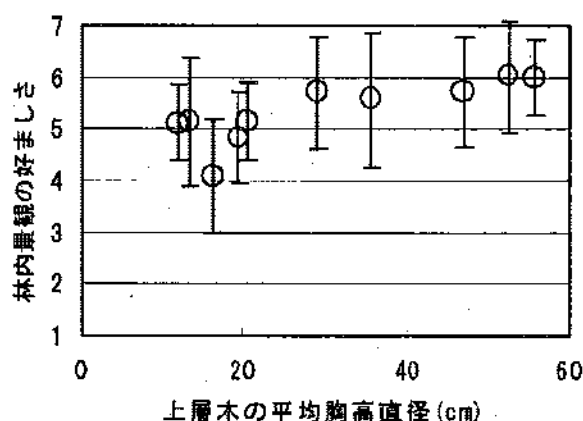


図-5 上層木の平均胸高直径と林内景観の好ましきの関係

4. 落葉広葉樹林における除間伐の昆虫相への影響

4.1 方法

莊川村にある広葉樹総合実験林（標高850～1200m）内の広葉樹二次林にA～Fの調査区を設定した（表-3）。昆虫類の調査は両側に開口部をもつマレーズトラップを用い、これを各調査区に2基ずつ設置した。マレーズトラップの捕虫器には70%エタノールを用いた。調査期間は、A区とB区が2000年、C～F区が2003年の、いずれも5月～9月である。この間、約10日毎に捕獲虫を回収した。また、それぞれの調査区内にプロット（20×50mまたは20×20m）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。

表-3 調査区の概要

試験区	林齢 ^{*1} (年)	施業歴	面積 (ha)	立木密度 ^{*2} (/ha)	平均胸高直径 ^{*2} (cm)	平均樹高 ^{*2} (m)
A区	105	なし	1.0	1,112	23.6	13.5
B区	105	利用間伐, 刈り払い(1985年)	1.2	200	38.9	19.3
C区	70	なし	0.3	1,800	16.7	13.0
D区	70	全層間伐(1985年)	0.4	400	17.3	12.4
E区	15	なし	0.1	11,000	5.9	7.6
F区	15	除伐, 刈り払い(2001年)	0.1	4,200	7.8	8.4

*1: 昆虫捕獲調査時における林齢

*2: 胸高直径3cm以上の立木

4.2 結果および考察

4.2.1 甲虫類

表-4に各調査区で捕獲された甲虫類の科数、個体数を示した。科数、個体数ともに、林齢が若いほど多くなる傾向がみられた。また、いずれの調査区とも除間伐が行われた調査区よりも、対照区で科数と個体数が多かった。そこで甲虫類から、幼虫期の生活を主に枯れ木に依存するグループとしてカミキリムシ科を、生葉に依存するグループとしてハムシ科を抽出して、さらに詳細な検討を行った。

4.2.2 カミキリムシ科

表-4に各調査区で捕獲されたカミキリムシ科の種数、個体数、多様度指数を示した。種数と多様度指数は、最も人為的攪乱が大きいと考えられる若い二次林（F区）で最大となり、無施業で高齢の二次林（A区）で最小となった。

次に、間伐の影響について検討する。A区とB区では、種数、個体数、多様度指数などに大きな差はみられないが、ミズナラなどの枯れ木に棲息するクロホソコバネカミキリや大径木の樹洞などに棲息するベニバハナカミキリといった種がB区では欠落していた。C区とD区の比較では、立枯れに依存するクリイロシラホシカミキリがD区で欠落していた。また、幼虫の棲息場所について比較すると（図-6）、B区とD区はA区やC区に比べて、立枯れ木に依存する種の割合が低かった。B区やD区では1985年の間伐によって不健全な林木が伐倒されたために、その後、林内に枯死木が発生せず、そのことで立ち枯れ木に依存する種群が欠落、衰退していったと考えられた。

除伐の影響についてみると、F区はE区に比べて、種数、個体数ともに多かった。これは除伐により枯枝や伐倒木が森林内に大量に発生し、これらに依存する種が一時的に増えた（図-6）からであると考えられた。

4.2.3 ハムシ科

表-4に各調査区で捕獲されたハムシ科の種数、個体数、多様度指数を示した。カミキリムシ科と同様に、種数、個体数は若い二次林で多く、高齢の二次林で少なくなる傾向にあった。高齢の二次林

表-4 コウチュウ目およびカミキリムシ科、ハムシ科の種数、個体数、多様度

試験区	コウチュウ目		カミキリムシ				ハムシ			
	種数	個体数	種数	個体数	H' *1	J' *2	種数	個体数	H' *1	J' *2
A区	34	422	15	28	2.462	0.891	5	78	0.457	0.284
B区	33	650	17	36	2.524	0.909	5	105	0.620	0.385
C区	36	575	20	25	2.921	0.944	8	31	1.522	0.732
D区	39	792	15	21	2.558	0.975	16	106	1.743	0.629
E区	45	3,127	18	35	2.559	0.936	20	245	1.338	0.447
F区	43	1,950	30	83	3.062	0.900	19	447	1.584	0.538

*1: 平均多様度

*2: 相対多様度

で捕獲されたハムシはそのほとんどをササタマトビハムシが占めた。これらの調査区では林床にクマイザサが優占しているため、これをホストとする本種が優占したと考えられた。また、調査区の上層木であるミズナラをホストとする種はほとんど捕獲されてなかった。ハムシ科甲虫は一般に成虫と幼虫のホストが同じであるため、移動量が少ないと考えられる。このために、マレーズトラップに捕獲される個体は、トラップの周辺に生育する植物をホストとする種に限定されると考えられた。

4.2.4 落葉広葉樹林における除間伐が甲虫類の組成に及ぼす影響

今回調査した二次林では、間伐によりカミキリムシ科やハムシ科の多様度は低くなった。この理由として、間伐を行うことによって新しい枯死木が林内に発生しなくなるため、これらに依存する種が衰退していくことが考えられた。また、林床にササ類が優占する林分で立て木以外の林木を全て除去するような間伐を行うと、階層構造が単純化し、下層植生も貧弱になるため、カミキリムシ相やハムシ相が単純になる可能性があると考えられた。一方で、除間伐直後の広葉樹林内では、枯死木が大量に発生することで一時的にカミキリムシ科などの多様度が高くなる可能性も示唆された。

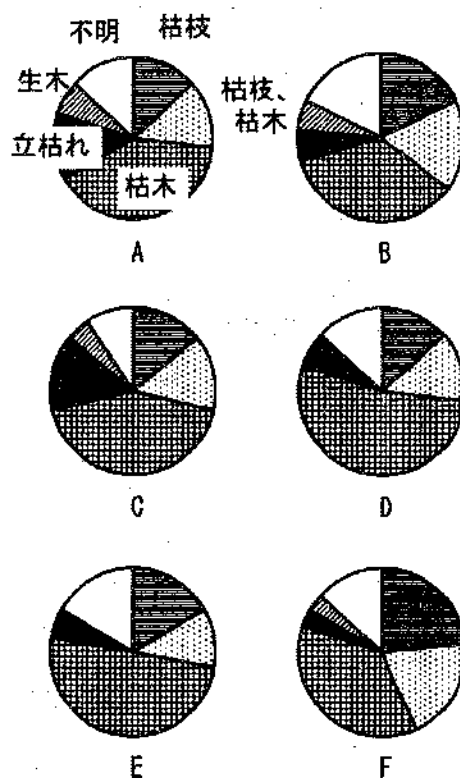


図-6 幼虫の食性からみたカミキリムシの構成割合

5. 岐阜県に分布するホオノキ集団のアロザイム解析

5.1 材料と方法

2000年から2001年度にかけて、飛騨地域を主とした岐阜県のホオノキ集団（注川、清見、古川、久々野、白鳥、高鷲、池田、加子母）と遠隔地のホオノキ集団（鳥取県大山）のアロザイム分析を行ってきた。今年度は、これまでの集団に中濃地域の1集団を追加し、岐阜県のホオノキ集団の遺伝的な多様性を推定した。

中濃地域に分布するホオノキ集団は、美濃市から1集団を選定し、28個体から酵素抽出材料として冬芽を採集した。採集した冬芽は、解析に用いるまで-80℃で保存した。

各個体から採取した冬芽約50mgを液体窒素で凍結後、乳鉢を用いてパウダー状になるまでよくすりつぶした。これに同量のポリビニルポリピロリドンを加えた後、抽出バッファー1mlを加えてよく攪拌した。これを12000rpm、4℃で10分間遠心し、上澄みを酵素抽出液として回収した。アロザイム分析には、ポリアクリルアミドゲルを支持体とした垂直電気泳動を行った。酵素抽出液は、ポリアクリルアミドゲルに1レーンあたり10 μ lずつ注入し、4℃、15mA/cm²で120分間の垂直電気泳動を行った。

5.2 結果と考察

電気泳動の結果、集団全体で9酵素11遺伝子座において、鮮明なバンドが得られた。しかし、解析可能な遺伝子座は集団によって異なり、全集団で相同な遺伝子座は5酵素6遺伝子座 (*Dia*, *Est*, *Got-1*, *Got-2*, *6Pg*, *Sod*) であった。また、これらのうち4遺伝子座 (*Dia*, *Est*, *Got-1*, *6Pg*) は、少なくとも1集団で多型がみられた。そこで、遺伝統計量 (対立遺伝子数 A 、有効対立遺伝子数 A_e 、多型的な遺伝子座の割合 P 、ヘテロ接合度観察値 H_o 、ヘテロ接合度期待値 H_e 、遺伝距離 D) の算出は、これら5酵素6遺伝子座を用いて行った。

一遺伝子座あたりの対立遺伝子数 A および有効対立遺伝子数 A_e の平均値は、それぞれ1.35 (最小-最大、以下同じ: 1.16-1.50) および1.06 (1.03-1.15) であった。また、多型的遺伝子座の割合 P は、平均で33.3 (16.8-50.0) であった。さらに、ヘテロ接合度観察値 H_o および期待値 H_e の平均値は、それぞれ0.044 (0.022-0.064) および0.043 (0.027-0.078) であった。集団内変異の高さを集団間で比較すると、岐阜県内では高鷲集団の変異が最も高かった。また、大山集団は岐阜県内の集団に比べると、遺伝的変異が高かった。

さらに、これらの数値をHamrick and Godt (1989)によってまとめられている木本植物の遺伝的変異の平均値 ($H_e = 0.149$) と比較すると、今回得られたホオノキ集団の遺伝的変異はどれも非常に低かった。このことから、調査した10集団のホオノキ集団は木本植物としては低い遺伝的変異を有していることが考えられた。

遺伝距離 D は最も離れたところで0.0046 (莊川-古川) であり、どの集団間の距離も非常に小さかった。また、岐阜県内の集団とそれらから地理的に大きく離れている大山集団との遺伝距離 D は0.0014-0.0024であり、岐阜県内の集団間の遺伝距離と大差なかった。このことから、ホオノキ集団間の遺伝距離は地理的距離の大きさをほとんど反映していないと思われた。

種レベルでの遺伝分化の程度を推定するには、分布域全体からのサンプリングが必要となる。ホオノキは日本全土に分布するが、今回は、岐阜県という限られた地域の集団の解析にとどまったため、正確な遺伝分化の程度を推定することはできなかった。しかし、岐阜県から約500km離れた大山集団との間に遺伝的な差異がみられなかったことは、ホオノキの低い遺伝分化を反映していると思われた。

引用文献

- Hamrick, J. L. and Godt, M. J. W. (1989) Allozyme diversity in plant species. In Plant Population Genetics, Breeding, and Genetic Resources. Brown, A. H. D., Clegg, M. T., Kahler, A. L., Weir, B. S. (ed.) Sinauer Associate Inc. Sunderland, Massachusetts, 43-63.
- 横井秀一 (2001) 用材生産に適応したクリの細り表の調整. 岐阜県森林研研報31: 1-6.
- 横山和仁・荒記俊一 (1994) 日本版POMS手引き. 30PP. 金子書店.

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 終年次）

担当者 茂木靖和 横井秀一 渡邊仁志

1. 研究目的

本県は、ヒノキ素材生産量が全国1位（平成11年）、ヒノキ人工林面積が全国2位（平成7年）で、「東濃松」というブランドを有する全国でも屈指のヒノキ産地である。現在、ヒノキの人工林においては、植栽・下刈り等の育林経費の軽減および材の単価向上、水土保全機能や生物多様性など環境保全機能の向上への期待から、伐期を遅らせて大径材生産を目指す長伐期施業を指向する傾向が強まっている。しかし、高齢林分のデータ蓄積は少なく、長伐期施業を支える育林技術には不明な点が多い。そこで、ヒノキの主要産地である東濃地域におけるヒノキの長期成長予測システムの確立を主な目的に本研究を実施する。

2. 研究方法

2.1 長伐期施業に対応したシステム収穫表の作成

2.1.1 成長パラメータの算出

林分成長予測システムは、田中(2)によって開発された「シルブの森」を適用するため、この「シルブの森」の調整に必要な成長パラメータを算出した。

恵那市と益田郡下呂町のヒノキ一斉林に設定された固定試験地で樹高、胸高直径、枝下高、立木密度を調査し、恵那市では10本、益田郡下呂町では7本の年輪試料を採取した。年輪試料は樹幹解析を行い、その結果をもとにシステム収穫表のパラメータの算出に必要な解析を行った。昨年度までに行った4林分（加子母村万賀、福岡町田瀬、加子母村猪の谷2林分）と今年度行った2林分の解析結果を併せて、直径成長を予測する成長パラメータを田中(2)の方法により算出した。

2.1.2 システム収穫表の検証

昨年度推定した地位指数曲線の成長パラメータと2.1.1で算出した成長パラメータを「シルブの森」に適用させて暫定の「シルブの森岐阜県東濃ヒノキ版」とし、その精度を検証した。検証には、2.1.1で調査した恵那市の固定試験地（東濃実験林とする）における今回（2003年）と1983年の間伐前後の林分調査データを用いた。

2.2 高齢ヒノキの成長の持続性の把握

郡上郡美並村大洞（大洞とする）の林齢90年のヒノキ一斉林で年輪試料を採取して樹幹解析を行い、成長経過を把握した。

平成12年度に採取した恵那郡加子母村万賀（万賀とする）の樹幹解析木の成長経過を把握した。

3. 結果と考察

3.1 長伐期施業に対応したシステム収穫表の作成

3.1.1 成長パラメータの算出

表-1に樹幹解析試料を採取した林分の概要と直径成長を予測する成長パラメータ κ の値を示した。成長パラメータ κ はばらつきが認められたため平均値（ $\kappa=11.99$ ）を仮に採用した。

表一 1 樹幹解析試料を採取した林分の概要

市町村	調査地	斜面位置	試料数 (本)	林齢 (年)	立木密度 (本/ha)	胸高直径 (cm)	樹高 (m)	材積 (m ³ /ha)	収量 比数	相 対 幹距比	地位級*	K
加子母村	万賀	尾根・斜面中	8	87	1,268	18.7±3.3	17.3±2.2	323	0.72	0.16	4	5.93
福岡町	田瀬	斜面中	5	47	1,061	25.0±0.2	16.5±1.6	458	1超	0.19	3	10.82
加子母村	猪の谷1	斜面中	3	64	882	29.1±6.1	21.0±1.8	626	1超	0.16	2	17.99
加子母村	猪の谷2	尾根	4	65	908	27.5±4.6	18.7±1.4	517	1超	0.18	3	15.11
下呂町	小川	斜面中	7	38	1,344	19.5±2.6	18.0±1.2	374	0.79	0.15	1	6.87
恵那市	東野	斜面下	10	50	1,084	26.3±4.9	21.4±1.4	707	1超	0.14	1	15.20
Kの平均値												11.09

※地位級は上層木の平均樹高を岐阜県のヒノキ地位別上層樹高成長曲線¹⁾にあてはめて推定した。

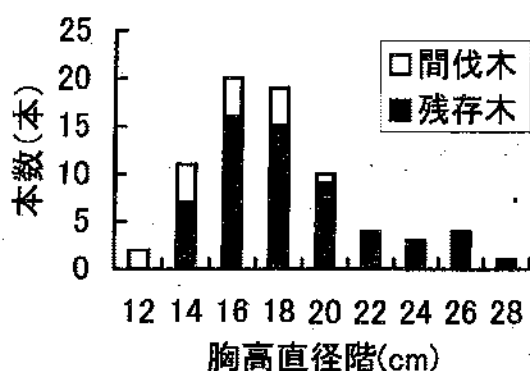
胸高直径、樹高は平均値±標準偏差を示す

表一 2 東濃実験林の林分状況

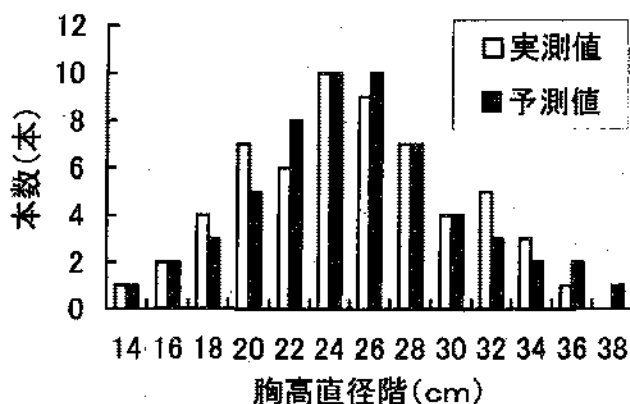
調査時期	林齢 (年)	密度 (本/ha)	胸高直径 (cm)	樹高 (m)	材積 (m ³ /ha)	収量比数	相対幹距比
1983年間伐前	30	1,383	16.1±3.4	15.7±1.1	294	0.74	0.17
1983年間伐後	30	1,103	18.6±3.4	15.9±1.0	252	0.62	0.19
2003年	50	1,084	26.3±4.9	21.4±1.4	707	1超	0.14

※胸高直径、樹高は平均値±標準偏差を示す

2003年の密度低下は自然枯死によるもの



図一 1 1983年の間伐木と残存木の胸高直径階分布



図一 2 シルブの森岐阜県東濃ヒノキ版による予測値と実測値の比較(2003年の胸高直径階分布)

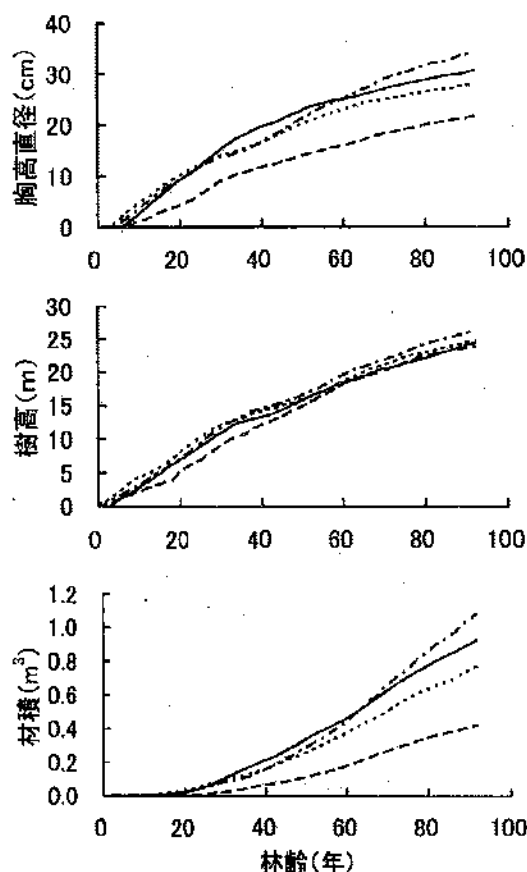
3.1.2 システム収獲表の検証

表一2は東濃実験林の1983年の間伐前後と2003年の林分状況である。図一1は1983年の間伐木と残存木の胸高直径階分布である。東濃実験林は2003年(林齢50年)の平均樹高が21.4mで、これに基づく地位級は1に相当し、地位の高い林分であった。林齢30年の1983年の間伐では胸高直径が小さい小径木主体に本数率で約20%の間伐が行われ、収量比数が0.12減少し、相対幹距比が0.02上昇した。その後、東濃実験林では20年間間伐が行われず、林齢50年の2003年には収量比数が1を超え、相対幹距比が0.14に低下して、林分の過密化が著しく進行していた。

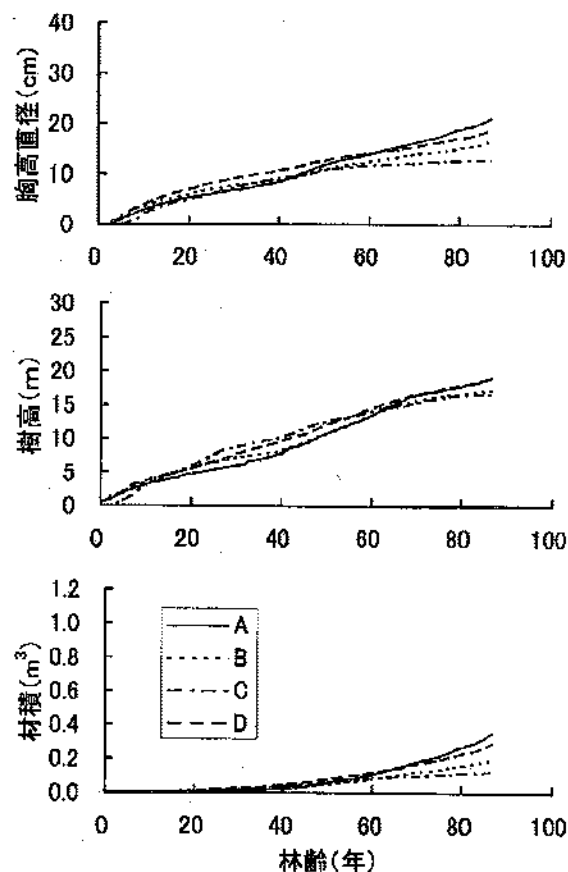
暫定の「シルブの森岐阜県東濃ヒノキ版」に間伐前の胸高直径階分布とこれに対応した樹高および間伐木の胸高直径階分布を入力して得られた20年後(2003年)の林分の胸高直径階分布(予測値)と今年度測定した胸高直径階分布(実測値)を比較したのが図一2である。予測値と実測値はほぼ一致した直径階分布であったことから、今回適用した成長パラメータを利用して「シルブの森岐阜県東濃ヒノキ版」とした。

3.2 高齢ヒノキの成長の持続性の把握

図一3は、大洞の成長経過である。この林分は調査時の立木密度が952本/ha、平均胸高直径が30.4cm、上層木の平均樹高が24.6m、ha当たり材積が901m³/ha、収量比数が1を超え、相対幹距比が0.13であった。地位級は2に相当し、地位の高い林分であった。胸高直径成長は、林齢40~45年あたりで



図一 3 大洞の成長経過



図一 4 万賀の成長経過

一部の個体にわずかに成長の好転がみられた。このときに間伐が行われた可能性がある。各個体の最近20年間の胸高直径成長は1.3~2.4mm/年程度の成長を持続していた。樹高成長は、各個体とも林齢35~40年あたりで成長が減衰した。最近5年間の平均成長量は13~19cm/年程度であった。材積成長は、各個体とも連年成長が林齢70年あたりまでは増加し、その後はその成長が減衰した。最近5年間の平均成長量は0.0065~0.0204m³/年程度であった。

図一 4 は、万賀の成長経過である。この林分は調査時の立木密度が1,268本/ha、平均胸高直径が18.7cm、上層木の平均樹高が17.3m、ha当たり材積が323m³/ha、収量比数が0.72、相対幹距比が0.16であった。地位級は4に相当し、地位の低い林分であった。胸高直径成長は、林齢45年と80年あたりでわずかに成長の好転がみられ、このときに間伐が行われたことが推察される。A、B、Dの各個体は林齢45年と80年あたりを除き、1.0~2.5mm/年程度の安定した成長を持続していた。Cの個体は60年以降0.4~0.5mm/年程度に成長が低下し、調査時の胸高直径は12.9cmと他の個体より小さかった。最近20年間の樹高成長はA、B、Dの各個体では8~20cm/年程度の成長を持続していた。胸高直径成長の低下がみられたCの個体では樹高成長も年々低下し、最近5年間の平均成長量は3cm/年程度であった。材積成長はA、B、Dの各個体では連年成長が増加していた。最近5年間の平均成長量は0.0048~0.0131m³/年程度であった。Cの個体では材積成長も年々低下し、最近5年間の平均成長量は0.0009m³/年程度であった。

4. ま と め

「シルブの森岐阜県東濃ヒノキ版」を普及に移すため、操作説明書を作成した。今後、実際の現場での実証事例を蓄積して、「シルブの森岐阜県東濃ヒノキ版」の使いやすさと精度の向上を図っていく必要がある。

引用文献

- (1) 岐阜県林政部(1992) ヒノキ人工林林分収穫表・林分密度管理図. 25pp, 岐阜県.
- (2) 出中和博(1995) 林分表と樹高曲線から将来の林分表と樹高曲線を予測するシステム(文部省科学研究費補助金試験研究(B)研究成果報告書システム収穫表プログラム. 198pp, 東京農工大学環境

土壌侵食防止に適したヒノキ人工林管理技術の開発（県単）

（平成14～17年度 2年次）

担当者 井川原弘一 横井秀一 渡邊仁志

1. 研究目的

本研究の目的は、整備の遅れたヒノキ人工林の土壌侵食防止機能を回復するための指針を提示することである。土壌侵食防止には地表面の保護が重要であることから、土壌侵食防止機能の回復を地表面保護という観点から検討していくことにした。

検討項目は次の4項目とする。①ヒノキ人工林の下層植生タイプを分類して、土壌侵食量を把握することで、ヒノキ人工林における下層植生タイプ別の土壌侵食の危険性を示す。②間伐による下層植生の発達過程を調査検討することで上木の整備指針を示す。③他樹種の落葉による地表面保護の可能性と④森林整備時に発生する間伐木を利用した地表面の保護策を検討することで、下層植生が発達するまでの期間における土壌侵食防止のための手法を示す。

2. 研究方法

2.1 調査地および試験地

2.1.1 下層植生タイプ分類調査地

ヒノキ人工林の下層植生タイプを分類するため、東濃地域と長良川流域のヒノキ人工林40ヶ所で調査を実施した。調査地は20～40年生の林分を中心に設定した。標高は150～1,175mの範囲にあり、表層地質は県内に広く分布する流紋岩類、花崗岩類、堆積岩類（チャート）と安山岩類であり、土壌型はB₀(d)型が多かった。斜面中部の平衡斜面が多く、斜面の傾斜は11～43°であった。

2.1.2 土壌侵食量測定試験地

土壌侵食量の違いを測定するために次に示す3つの試験地を設定した。これらの試験地では、土砂受け箱による土壌侵食量の測定と地表面観察調査、下層植生調査を行った。また、試験地の近くで開空度45°が確保される場所において降水量の測定を行った。

2.1.2.1 間伐木処理試験（小川長洞国有林試験地）

間伐木の処理方法による土壌侵食量の違いについて検討するために、益田郡下呂町にある小川長洞国有林1114は林小班内の37年生（S41植栽；2003年現在）ヒノキ林内に0.12haの試験地を設定した。試験地の標高はおよそ670m、表層地質は濃飛流紋岩類、土壌型はB₀(d)型、地形は平均傾斜40°の南西向きの平衡斜面である。

試験地は2002年3月に本数率で30%の間伐が実施され、伐倒木はそのまま放置されていた。同年6月に3つの試験区を設定し、伐倒木を次のように整理した。積上区では、通常の保安林整備事業などで行われているように伐倒木を玉切り、林地内に積上げ整理した。散布区では、間伐木の枝葉を払い樹幹を等高線に沿って整置し、払った枝葉を整置した樹幹と樹幹の間に散布処理した。放置区は、伐倒木をそのまま放置した。

これらの試験区内にそれぞれ5個の土砂受け箱を設置した。土砂試料の回収は4、5、6、7、8、9、10、11、12、3月に行った。地表面観察および下層植生調査は4、5、6、7、8、9、10、11、3月に実施した。

地表面被覆物による土壌侵食の低減効果を検討する目的で、2004年3月に木材チップ被覆試験区を設定した。チップの材料には、間伐木を処理することを想定して、ヒノキ間伐木を使用し、これをチップパシュレッダエコダイルSR200（コマツゼノア製）で破碎した。チップの大きさは1～2cmであった。

このチップ0.75m³（生重量350kg、乾燥重量190kg）を、5×5 m方形枠にできるだけ均一になるように散布した（散布厚、約3 cm）。

2.1.2.2 下層植生タイプ別試験（古城山演習林試験地）

下層植生タイプ別の土壌侵食量を把握するため、美濃市曾代にある県立森林文化アカデミー演習林（II-8林班）内のヒノキ林（2003年現在で39年生）に試験地を2002年8月から9月にかけて設定した。試験地は、標高が約220m、表層地質がチャート、土壌型がB₀(d)型で、平均傾斜35°の南西向きの平衡斜面上にある。

試験地内には下層植生タイプによって次の4試験区を設けた。ウラジロが優占するウラジロ区、植生がほとんどない貧植生区、高さ0～0.3mに地表植生が存在する地表植生区、高さ0～0.3mの地表植生がほとんどなく、高さ2 m程度の本木植物が優占する低木優占区である。この試験区内にそれぞれ5個の土砂受け箱を設置した。土砂試料の回収は4、5、6、7、8、9、10、11、12、3月に行った。地表面観察および下層植生調査は4、5、6、7、8、9、10、11、3月に実施した。

2.1.2.3 林相別試験（下呂実験林試験地）

上木の違いによる土壌侵食量の違いを明らかにするために、下呂町小川の下呂実験林内に試験地を2002年10月に設定した。試験地は、表層地質が濃飛流紋岩類、土壌型がB₀型で、平均傾斜39°の北東斜面にある。試験地にはスギ、ヒノキ、アカマツの各人工林が同一斜面上に並んで存在する。林齢はスギが38年生、ヒノキが38年生、アカマツが36年生である（2003年現在）。試験地内の各林分の中にスギ区、ヒノキ区、アカマツ区を設け、それぞれに3つの土砂受け箱を設置した。土砂試料は4、5、6、7、8、9、11、12、3月に回収した。地表面観察および下層植生調査は4、5、6、7、8、9、11、3月に実施した。

2.2 調査方法

2.2.1 調査区と調査プロットの設置

下層植生タイプ分類調査地では、林分構造を調査するために調査区（100～400m²）を設け、調査区内に地表面観察調査プロット（50cm×50cm）と下層植生調査プロット（1m×1m）をそれぞれ5個設置した。地表面観察調査プロットは調査区を代表する場所に設置した。このプロットと中心が共通する形で下層植生調査プロットを設置した。

土壌侵食量測定試験地内の試験区には、土砂受け箱をできるだけ等高線上に並ぶように設置した。また、土砂受け箱設置時に、各箱の上部に地表面観察調査プロットを設置し、底辺を共有する形で下層植生調査プロットを設置した。

2.2.2 林分構造調査

調査区内の上木について毎木調査を行った。毎木調査の項目は、胸高直径、樹高、枝下高とした。

2.2.3 地表面観察調査と土壌侵食危険度指数の算出

土壌侵食の強度は地表面の被覆状態に影響され、また一方で地表面には土壌侵食の痕跡が残ると考えられる。そこで、地表面観察調査プロット内の地表面の状態として「落葉被覆面積」、「落葉と30cm未満の植生による被覆面積」、「根系露出面積」、「石礫面積」、「コケ面積」、「鉱質土壌面積」を測定した。ここでの落葉被覆は、枝・枝葉・球果などによる被覆とし、土壌侵食防止効果が小さいヒノキの鱗片葉は含まないものとした。土壌侵食強度の間接指標としては、「土柱個数」、「土柱高」、「段差面積」について測定した。土柱とは礫や球果を頭に載せた土の柱である。段差とは小枝や地表に露出した根の斜面下方部の土壌が小枝や根に沿って侵食されてできた階段状の部分であり、その延長と平均高さを測定することによって段差面積を求めた。なお、測定項目は塚本ら（1998）を参考に決定した。

この調査の結果を基に、土壌侵食危険度指数（塚本ら、1998）を算出した。土壌侵食危険度指数は、調査結果の中での相対的な土壌侵食の危険性を表す数値であり、次式によって求められる。

$$Iei = (Ri / Rmax + Pi / Pmax + Ci / Cmax) \times 100$$

ここで、 Iei ：プロット*i*の土壌侵食危険度指数、 Ri ：プロット*i*の根系露出面積率、 $Rmax$ ：根系露出面積率の最大値、 Pi ：プロット*i*の土柱個数、 $Pmax$ ：土柱個数の最大値、 Ci ：プロット*i*の段差面積、

C_{max} : 段差面積の最大値である。このようにして求めた土壌侵食危険度指数は、0～300の間の値をとる。

2.2.4 下層植生調査と下層植生タイプの分類

下層植生調査プロット内で高さ0～0.3mと0.3～2.0m、2.0m以上の階層別に植生調査を行った。調査項目は、各階層における全体の植被率(%)と種ごとの被度(Braun-Blanquetの被度指数)と、プロット内で最も高い個体の高さとその種名である。

下層植生タイプの分類は、梶原ら(1999)の方法を参考にして行った。

植生調査の結果を数量的に処理するため、階級値を被度百分率中央値(+→0.1、1→5.0、2→17.5、3→37.5、4→62.5、5→87.5)に換算した(以下、被度指数とする)。次に、出現種を種の違いにより3グループ(ウラジロ・コシダ、ササ、その他)に区分した。続いて各グループに属する種の被度指数の和(グループごとの被度指数合計)、各階層ごとに出現した種の被度指数の和(階層ごとの被度指数合計)を求めた。最後にプロット内の全出現種の被度指数を合計し、各プロットの下層植生の量の目安とした(被度指数総計)。これらの数値を用いて、各プロットの植生タイプを次のように分類した。

- ① 貧植生型 $C_T < 40$
- ② ウラジロ・コシダ型 $C_T \geq 40$ かつ $C_G \geq 30$
- ③ ササ型 $C_T \geq 40$ かつ $C_S \geq 30$
- ④ 草本・地表植物型 ② ③を除いた $C_T \geq 40$ かつ $C_G \geq 30$
- ⑤ 木本型 ① ② ③ ④ 型 以外

ここで、 C_T : 被度指数総計、 C_G : ウラジロ・コシダの被度指数合計、 C_S : ササの被度指数合計、 C_{∞} : 高さ0～0.3mの被度指数合計である。

2.2.5 土壌侵食量測定

土壌侵食量の測定は土砂受け箱で移動土砂を捕捉する方法とした。使用した土砂受け箱は、高さ15cm、幅25cm、奥行き20cm(森林立地調査法編集委員会、1999)のステンレス製の筒に袋状のサランネット(0.4mmメッシュ)をかけたものである。土砂受け箱に捕捉された土砂試料は、月1回を目処に回収した。土砂試料は実験室に持ち帰り、細土、礫、有機物に区分して乾燥重量(80℃、24h)を測定した。

土壌侵食量の指標として崩落や風の作用に影響を受けない細土移動量を用いた。

2.2.6 期間降水量測定

土砂受け箱を設置した試験区の雨量を把握するために、転倒ます式の雨量計を設置し、観測データを1時間雨量としてデータロガーに記録した。小川長洞国有林、下呂実験林試験地の雨量は小川長洞国有林内の標高およそ580mの場所に設置した。古城山演習林試験地の雨量は当研究所屋上の標高およそ140mの場所に設定した。

2.2.7 小川長洞国有林試験地の埋土種子量の調査

小川長洞国有林試験地内の5ヶ所で2003年7月15日に表土を採取し、発芽検定法によって埋土種子量を調査した。採取した表土の量は、2ℓ(20×20cm、深さ5cm)/1ヶ所とした。

採取した試料は65cmのプランター5個に1試料(2ℓ)ずつ播き、それを自動散水設備のあるガラス室内に置いた。発芽状況は、2004年1月まで観察した。発芽した植物は、種名が確認できたものから順次、種名を記録してプランターから除去した。

2.2.8 表土散布による下層植生の導入

試験は、小川長洞国有林試験地で行った。2003年5月14日に、試験地に近い林道脇の法面から採取した表土を、試験地内に表土散布区を3つ設定してそこに散布した。表土散布区の大きさは2m×2mで、散布した土量は10ℓ/区とした。なお、表土散布区は植生がない場所に設置した。表土散布区における植生の発生状況は、2003年9月16日に調査した。調査方法は下層植生調査(2.2.3)と同様とした。

また、表土散布区の設置時に、散布した表土に含まれる種子量を調査するための試料（ $2\ell \times 5\ell$ 所）を採取した。試料に含まれる種子数は、発芽検定法によって調査した。検定方法は、2.2.7と同様である。

3. 結果と考察

3.1 ヒノキ人工林の下層植生タイプの土壤侵食危険度からみた分類

3.1.1 3試験地における細土移動量の測定結果

小川長洞国有林の測定結果を図-1に、古城山演習林の結果を図-2に、下呂実験林の結果を図-3に示す。いずれの試験地においても、細土移動量の多少は期間降水量の多少と対応していた。小川長洞国有林における細土移動量は、4～9月では放置区>積上区>散布区の順で多かったが、10～12月では積上区>放置区>散布区の順で多かった。古城山演習林における細土移動量は、全ての回収月において貧植生区>低木優占区>地表植生区>ウラジロ区の順で多かった。下呂実験林における細土移動量は、全ての月でヒノキ区>スギ区>アカマツ区の順に多かった。

3.1.2 土壤侵食危険度指数と細土移動量の関係

3試験地の測定結果から求められた土壤侵食危険度指数と細土移動量の関係を図-4に示す。両者の間には正の相関が認められた（ $r=0.576$ 、 $p<0.01$ ）ことから、土壤侵食危険度指数を指標に細土移動量の検討ができるものと考えられる。

3.1.3 下層植生タイプの分類と土壤侵食危険度

被度指数総計と土壤侵食危険度指数には有意な負の相関が認められた（ $r=-0.422$ 、 $p<0.01$ ）。図-5にグループごとの被度指数合計と土壤侵食危険度指数との関係を示す。ウラジロ・コシダでは、落葉被覆面積率が大きかったので、根系の露出は少なく、土柱の形成も見られなかった。そのため、土壤侵食危険度指数は被度指数合計の大小にかかわらず常に小さく、特に被度指数合計が80を超えるプロットでは全て0であった。ササでは、土壤侵食危険度指数は、被度指数合計がごく小さいプロットと60と100付近の2プロットを除けば常に小さく、また被度指数合計が大きくなるにつれて小さくなる傾向があった。その他の植生の土壤侵食危険度指数の分布パターンは被度指数総計の場合とよく似ており、被度指数合計が100付近のプロットまでは値が大きくばらついたが、それ以上の被度指数では常に小さかった。同じ被度指数合計で比較すると、ウラジロ・コシダの土壤侵食危険度指数は、ササ、その他の植生に比べて低かった。グループごとの被度指数合計と土壤侵食危険度指数には、ウラジロ・コシダ（ $r=-0.857$ 、 $p<0.01$ ）、

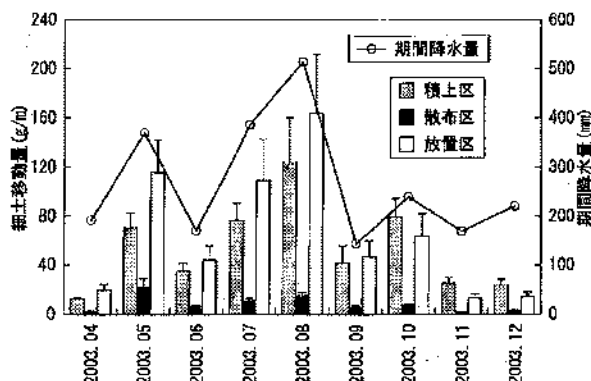


図-1 細土移動量と期間降水量の推移
(小川長洞国有林) 平均値と標準偏差を示す

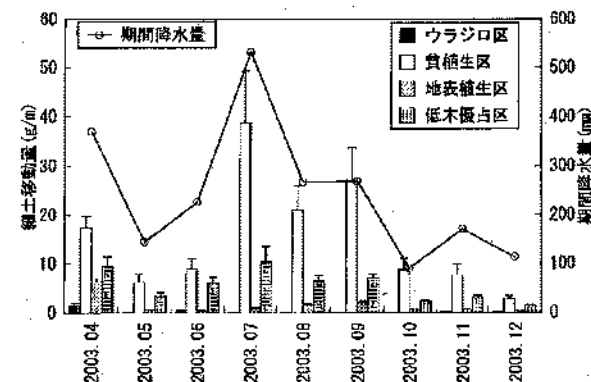


図-2 細土移動量と期間降水量の推移
(古城山演習林) 平均値と標準偏差を示す

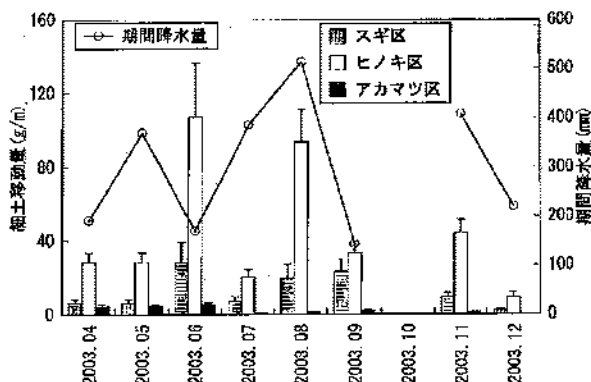


図-3 細土移動量と期間降水量の推移
(下呂実験林) 平均値と標準偏差を示す

ササ ($r = -0.333$, $p < 0.01$)、その他 ($r = -0.170$, $p < 0.05$) と、いずれも負の相関がみられた。

高さ0~0.3mの被度指数合計と土壤侵食危険度指数の関係を図-6に示す。土壤侵食危険度指数は、被度指数合計が50付近までは値が大きくばらつき指数の大きいプロットもみられたが、それ以上の被度指数では比較的小さかった。階層ごとの被度指数合計と土壤侵食危険度指数との相関は、0~0.3m ($r = -0.278$, $p < 0.01$)、0.3~2.0m ($r = -0.336$, $p < 0.01$) で有意であったが、2.0m以上には有意な相関は認められなかった。

下層植生タイプ別の土壤侵食危険度指数を図7に示す。土壤侵食危険度指数の平均値には、ウラジロ・コシダ型<ササ型<草本・地表植生型<木本型<貧植生型の関係がみられた。

3.2 下層植生の発達に関する諸条件の検討

3.2.1 間伐後の下層植生の変化

小川長洞国有林試験地では2002年3月に本数割合で30%、下呂実験林試験地では2002年11月にスギ40%、ヒノキ38%、アカマツ36%の間伐が行われた。両試験地の下層植生調査プロットにおいて、2002年10月と2003年9月の下層植生の植被率を比較し、間伐後の下層植生の変化を検討した。

下呂実験林の高さ0~0.3mの植被率は、スギ区では平均で0.7%から18%、ヒノキ区では0.3%から2.2%、アカマツ区では7%から20%へと変化した。スギ区、アカマツ区では植被率が大きく増加したのに対し、ヒノキ区での変化は小さかった。

小川長洞国有林では、間伐前から存在していたと思われるシキミやヤブムラサキなどの個体がみられた。それとは別に高さ0~0.3mの植被率がわずかながら増加した調査プロットが多かった。これは春~夏にかけて発生したタラノキ、サルトリイバラ、イチゴ類などの実生によるものである。観察によるとこれらの個体は翌春には枯死する場合が多かったことから、この試験地では、実生は定着していないものと考えられる。

3.2.2 小川長洞国有林試験地の埋土種子量の調査

小川長洞国有林で採取した0.2m²、10ℓの土から発芽した植物は、コナスビ、タケニグサ、クマイチゴ、ヤマグワ、カラスザンショウ、ヌルデ、スゲ属、シダ類で、30個体あった。このことから、本試験地の表土には150個/m²程度の発芽可能種子が存在すると考えられる。

3.2.3 林外表土の散布による下層植生導入の試み

小川長洞国有林の表土散布区において2003年9月16日に確認できた植物(種名が不明なものも含む)は、5~10種/区であった。いずれの種も植被率は+であり、それらを総計した各区それぞれの植被率も1%以下であった。出現した木本種はタラノキ、コシアブラ、ヤマウルシ、ソヨビ、リョウブであった。草本種は、シハイスミレ、コナスビ、チヂミザサ、キンミズヒキ、ミズなどであった。

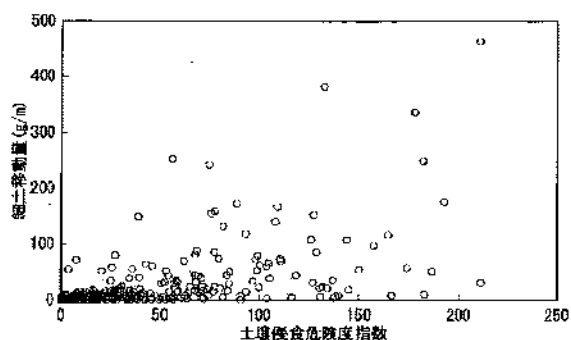


図-4 土壤侵食危険度指数と細土移動量の関係 (n=351)

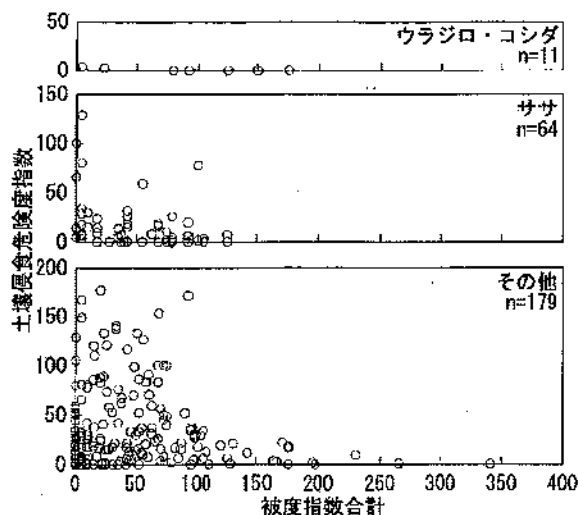


図-5 グループごとの被度指数合計と土壤侵食危険度指数の関係 (nはプロット数を示す)

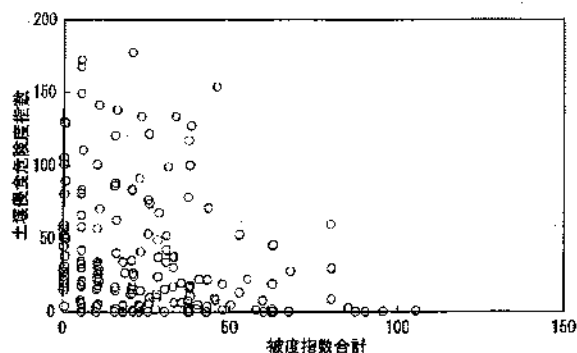


図-6 高さ0~0.3mの被度指数合計と土壤侵食危険度指数の関係 (n=186)

採取試料の発芽検定の結果、全試料（10ℓ：1試験区に散布した土と同量）から発芽した植物は813個体で、種名が同定できたものは23種であった。最も個体数が多かったのはミズで、クサコアカソやシロザ、ヨモギ、シダ類（いくつかの種が含まれる）の個体数も多かった。発芽した植物の多くは草本種であった。この結果は、表土散布に用いた土には十分な数の発芽可能種子が含まれていることを示している。

表土散布区に出現した植物のおよそ半数は、発芽検定で確認された種であった。このことと、表土散布区が植生のない場所に設置されたことから、表土散布区で発芽した植物の起源は散布された土に含まれていた種子であった可能性が高い。

しかし、表土散布区における発芽個体数は、発芽が期待される数より少なかった。その理由は、散布区ではもともと地表面が露出する部分の面積が大きく、散布した土は少しの部分にしか残っていなかった（9月の調査時の観察による）ことから、散布した土が流亡したためであると考えられる。

3.3 地表面保護策の検討

3.3.1 間伐木の処理方法による地表面保護効果の検討

小川長洞国有林試験地において測定された2002年8月～2003年7月の間伐木の処理方法別の細土移動量は、多い順に放置区（716.8 g/m・yr）＞積上区（403.4 g/m・yr）＞散布区（78.5 g/m・yr）であった。放置区は散布区の9倍の細土が移動していた。

落葉被覆面積率と細土移動量の関係を図-8に示す。落葉被覆面積率が45%を下回ると細土移動量が多く、落葉被覆面積率が45%より大きいときには細土移動量が少なかった。このことから、細土の移動防止には落葉被覆が効果的であることが考えられた。また、散布区は、落葉被覆面積率が大きいところに多く、細土移動量が少なかったことから、細土の移動に対して散布枝条の効果は大きいと考えられる。また、積上区と放置区は落葉被覆面積率の小さいところに多く、落葉被覆面積率が同じ程度のときには、細土移動量は放置区が多い傾向にあった。

3.3.2 木材チップ被覆試験区の設定

散布作業は4人で約3時間かかった。試験区の下端に土砂受け箱5個を設置し、今後、チップおよび細土の移動量を把握する。

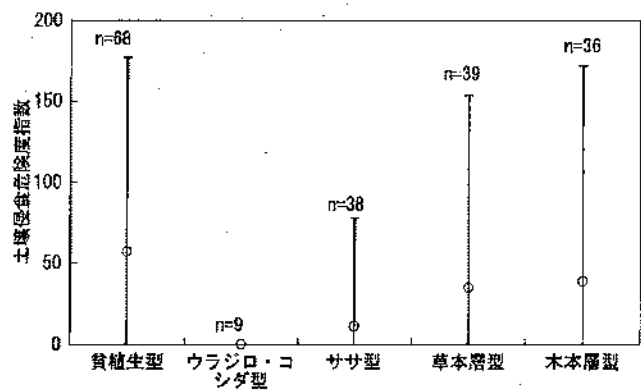


図-7 下層植生タイプ別の土壌侵食危険度指数
nはプロット数、○は平均値、バーは値の範囲を示す

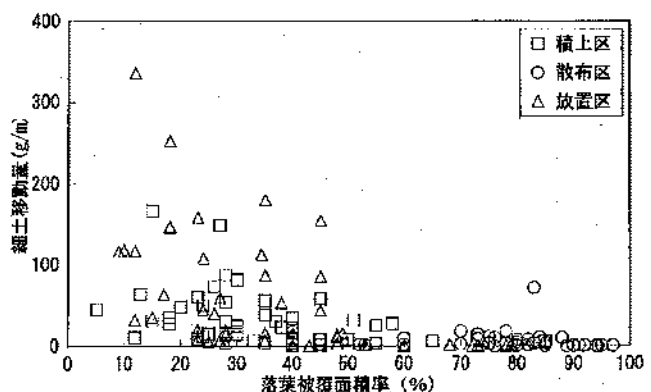


図-8 落葉被覆面積率と細土移動量の関係
(n=148)

引用文献

- 塚本次郎・梶原規弘・入田慎太郎（1998）：ヒノキ人工林における表土流亡危険度の予測－土壌侵食強度の簡易評価における地表面観察の有効性の検討－、日林誌30(3)：205-213。
 梶原規弘・塚本次郎・入田慎太郎（1999）：ヒノキ人工林における下層植生のタイプと土壌侵食危険度との関係、日林誌81(1)：42-50。
 森林立地調査法編集委員会（1999）：森林立地調査法－森の環境を測る－：195-196、博友社、東京。

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 終年次)

担当者 大橋章博

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、これら地域ではナラ類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。調査は自動車で県内の道路を走行して、被害木の位置を地形図に記録した。また、荘川村内から被害木を10本選び、デジタルカメラで枝葉を撮影して葉枯れ被害の推移について調査した。撮影は展葉時から約10日間隔で行い、写真から被害の発生部位、拡大の状況を記録した。

また、被害葉から分離された*Phyllosticta*属菌の病原性について検討するため、マンサク苗木に接種試験を行った。試験区は分生子懸濁液処理区と滅菌水を処理した対照区とし、供試木には樹高約0.5 mの3年生実生苗を用いた。接種には独立法人森林総合研究所より分与された*Phyllosticta*菌株を用いた。この菌株を麦芽エキス培地で培養し、形成した分生子を滅菌水で懸濁して、密度を 1×10^6 個/mlに調整した。こうして調整した懸濁液を2003年4月21日に噴霧器で接種し、ビニール袋で被覆した。1週間湿室処理した後、苗木は野外で管理した。なお、供試本数はそれぞれ10本とした。

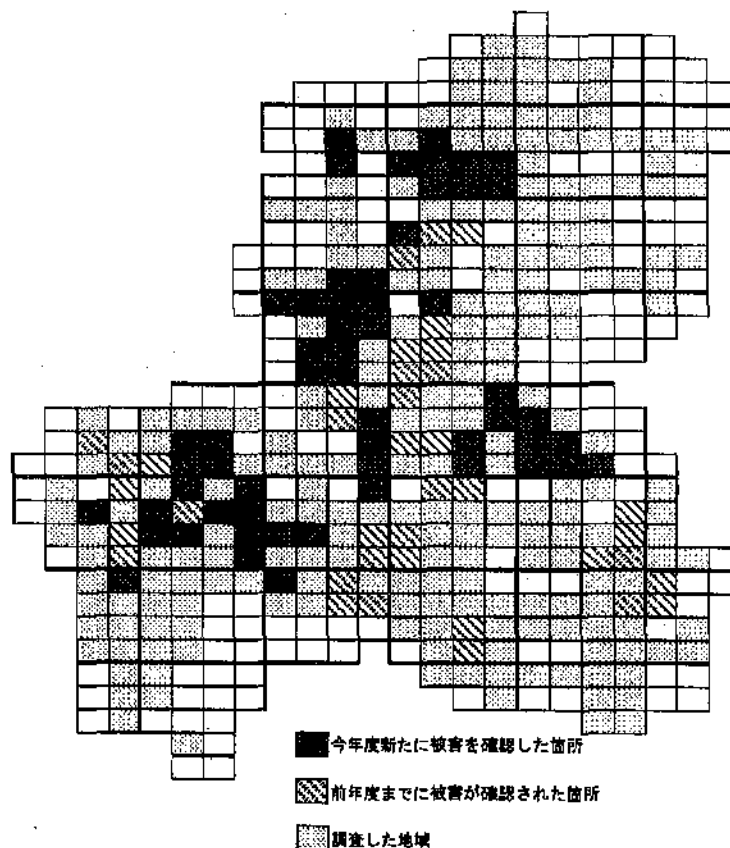
表-1 処理区の概要

処理区	暴露期間
4月処理	2003年4月3日～4月25日
5月処理	4月25日～5月29日
6月処理	5月29日～7月2日
7月処理	7月2日～8月20日
対照区	

葉枯れ被害の感染時期を明らかにするため、実生苗を植栽したポットを被害発生地に放置する暴露試験を行い、その後の発病の経過を観察した。暴露試験は関市百年公園内の被害地で行い、この期間以外は供試苗を森林科学研究所の構内で管理した。なお、暴露期間は表-1に示したとおりである。

2.2 ナラ類の被害実態の把握

県内におけるナラ類の枯損被害の発生状況を把握するため、2003年9月3日～10月8日にかけて揖斐郡、本巣郡、郡上郡内を中心に調査を行った。調査は自動車で県内の道路を走査して、被害木の位置を地形図に記録した。また、地上からの調査を補足するため、2003年9月5日に防災ヘリによる調査も行った。



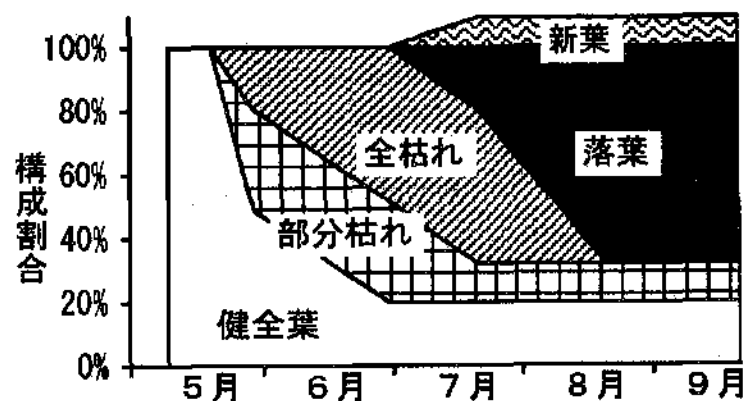
図－１ 岐阜県におけるマンサク葉枯れ被害発生状況

3. 結果と考察

3.1 マンサクの葉枯れ被害原因の解明

現在までに確認されている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。これは5万分の1地形図を縦横各4等分したメッシュごとに被害の有無を区分したものである。被害の西端は揖斐郡久瀬村、藤橋村、東端は中津川市、北端は清見村、南端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。前年の被害地では、被害が拡大した場所もみられたが、一方で、前年の被害木が枯死せず、新たに発病がみられない被害地もあった。荘川村被害木の観察結果をまとめたのが図－２である。発病は展葉から2週間ほど経過した5月中旬に始まった。病斑が拡大しない葉では罹病葉はそのまま着葉しており、病斑が拡大した葉では全体が赤褐色となり落葉した。罹病葉から健全葉への二次感染はみられなかった。また、落葉後新たに展開した葉にも感染はみられなかった。こうした被害の推移は、吉田ら(2000)が示した被害拡大のパターンと異なった。

*Phyllosticta*菌分生子の接種試験では、いずれの処理区でも葉枯れ症状は発生しなかった。今回の結果は、河辺ら(2002)が行った接種試験と同様の結果であった。この結果と、被害推移の観察結果や暴露試験結果を考え合わせると、マンサクの葉枯



図－２ 葉枯れ被害の発生経過

れ被害が冬芽形成時にはすでに感染していることも考えられる。もし、今回供試した苗木が2004年の春に発病すれば、*Phyllosticta* 菌の病原性や感染時期の解明の糸口となる。

3.2 ナラ類の被害実態の把握

2003年における被害発生箇所を示したのが図-3である。ナラ枯損被害が確認された町村は、揖斐郡谷汲村、池田町、春日村、久瀬村、藤橋村、坂内村、本巣郡本巣町、根尾村、山県郡伊白良村の9町村に広がった。

揖斐川沿いでは、県下で最初に被害が見つかった揖斐郡坂内村八草峠付近の被害地は被害が終息しているが、初期の被害地から分散した被害地では被害本数は増加している。被害の西端は坂内村川上から夜叉ヶ池へ向かう林道沿いで、枯死木は急激に増加している。坂内村と藤橋村との界に位置する天狗山付近の被害は依然として被害が拡大しており、枯死本数は500本以上に達する。

根尾川沿いでは、依然として被害は拡大傾向にある。とくに能郷～黒津間や猫峠、岩井谷、和井谷付近は500本以上の枯死木がみられた。また、今まで被害がみられなかった能郷谷で枯死木が多数みられた。上大須や尾並坂峠付近の被害は東側（長良川流域）への拡大は認められなかった。しかし、この付近の被害は終息傾向にはないことから、被害の拡大が危惧される。

また、防災ヘリからの調査では、久瀬村の高地谷を囲む西台山から雷倉、花房山、権現山の山頂付近までの広い範囲で被害が認められた。

被害の南端は揖斐郡池田町の池田山にまで拡大している。この被害地は前年までの被害地から直線距離で10km以上離れていることから、条件によっては被害の拡大がかなり広い範囲に及ぶと考えられる。

被害の東端は山県郡伊白良村の釜ヶ谷山東側に拡大している。被害が今後北東方向に拡大すると、長良川流域全域に拡大する怖れがあり、今後も引き続き注意していく必要がある。

引用文献

- 河辺祐輔ら（2002）マンサクの葉枯れ被害、
日林講115：666
吉田和弘・小林元男
（2000）愛知県内でみ
られたマンサクの枯死
について（Ⅱ）、中森
研48：163-164

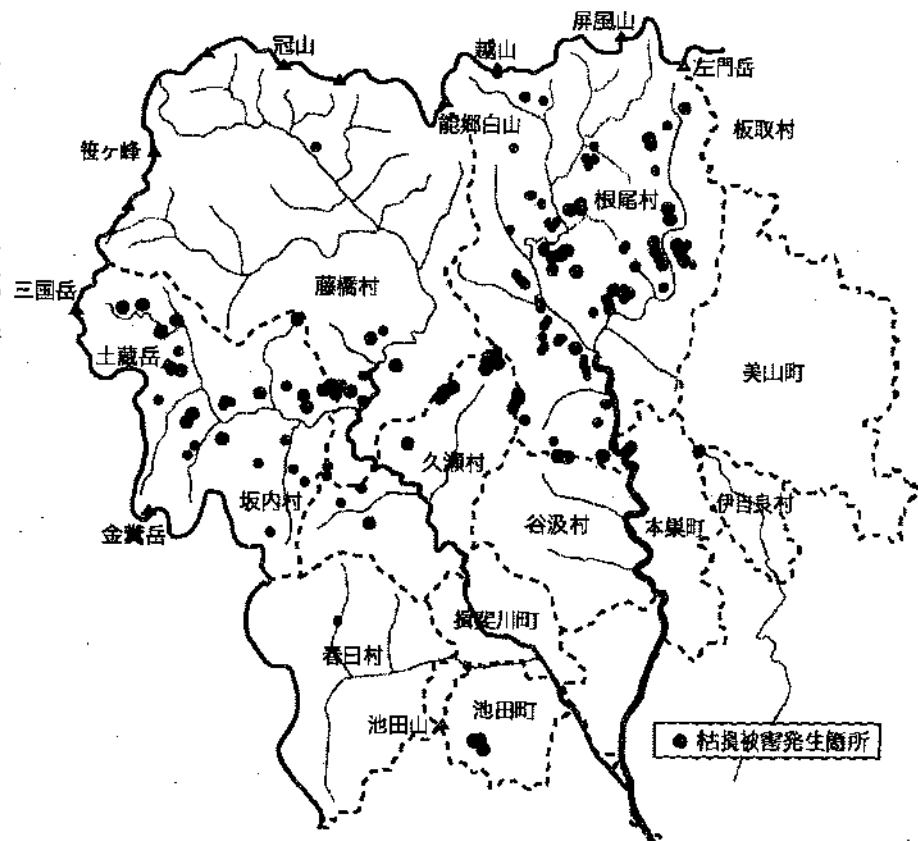


図-3 岐阜県におけるナラ類の集団枯損被害発生状況

菌床シイタケ栽培におけるキノコバエ類の防除技術の開発

(平成14年度～16年度 2年次)

担当者 大橋章博 井戸好美

1. 試 験 目 的

本県で生産されている菌床シイタケは、「やまっこ」ブランドとして県内外から高い評価を得ており、飛騨、奥美濃地方を中心に順調に生産量を伸ばしてきた。ところが、近年、キノコの発生操作の効率化に伴い、キノコバエ類（以下、キノコバエ）による被害が多発している。この被害は、キノコバエの幼虫が菌糸を食害することによる子実体発生量の減少や、成虫が出荷時のパック内に混入することによる品質の低下など、大きな問題となっている。しかし、菌床シイタケ栽培で使用できる化学農薬の登録がないことや農薬の使用がシイタケの健康食材としてイメージを損ねることから、生産者からは化学農薬を使用しない防除技術の確立が強く求められている。

そこで、栽培施設内のキノコバエの発生密度を把握するとともに、化学農薬を使用しない防除技術を確立するため、本試験を行う。

2. 試 験 方 法

2.1 キノコバエ発生密度の季節変動

栽培施設内におけるキノコバエの発生密度の季節変動を把握するため、栽培施設内に粘着板を設置し、経時的にキノコバエの捕虫数を測定した。調査は吉城郡古川町内の上面発生方式の2施設（以下、上面1、上面2）と全面発生方式の施設（以下、全面）で行った。各調査区の使用菌株は上面1が北研603号、上面2が北研607号、全面が北研603号と607号の混合であった。調査に使用した粘着板は黄色ホリバー（アリスタライフサイエンス社）で各施設に3基ずつ設置した。粘着板は2003年7月31日に設置し、その後約10日間隔で新しいものと交換した。捕獲数の計測は、粘着板に印された10×20cmの方眼内に付着したキノコバエの数を計数した。

2.2 木材抽出成分によるキノコバエの忌避効果

ヒノキチオールキノコバエに対する忌避効果を検討するため、14×23×10cmのプラスチックケースに滅菌したマイタケ廃菌床を500g入れ、キノコバエが発生している研究所構内の簡易発生室に設置した。プラスチックケースの開口部には、ヒノキチオールを所定の処理量となるように含浸させた不織布を巻き付けた。処理区はヒノキチオール1mg/cm²、2mg/cm²と対照区の3処理区で、3個ずつ、3反復供試した。効果の判定は、約1ヶ月後、目の細かな網をプラスチックケースにかぶせ、その後1ヶ月の間に羽化してきたキノコバエ成虫数を計数した。

2.3 注水方法の改変によるキノコバエの防除効果

上面発生方法における注水方法を浸水処理に変えることによるキノコバエの防除効果を把握するため、浸水区と対照区を設け、処理後に羽化したキノコバエ成虫数を測定した。また、浸水処理による子実体発生への影響を把握するため、浸水処理後の子実体発生状況を調査した。

培地は吉城郡古川町の吉城きのこ生産出荷組合で2003年2月に作成し、国府町の菌床シイタケ栽培施設で8ヶ月間培養した。その後、当研究所内の簡易施設に移し、週に1回程度の散水を行いシイタケを発生させた。試験は各試験区10菌床を用い、2003年10月～12月の3ヶ月間シイタケを収穫した。その後、浸水区は培地を入れた栽培袋を水で満水にして20時間放置し、水を開けだした後に再び新しい水を加えた。一方、対照区は週に1回程度の散水を引き続き行った。処理後、培地をある程度密閉

できる容器の中で管理した。簡易施設内の温度は12℃以下にならないように湿度調整した。後藤ら(1995)は13℃条件下ではキノコバエが成虫になるまでに39日間要すると報告している。そこで、浸水処理後34日目に容器内の羽化したキノコバエ成虫数を計数した。また、発生状況は6～8分開きのシイタケを収穫し、生重量、個数、傘径を測定した。

3. 結果と考察

3.1 キノコバエの発生密度の季節変動

各調査地におけるキノコバエの捕獲数の推移を示したのが図-1である。上面1ではシイタケの発生直後からキノコバエの発生がみられ、11月下旬には400cm²当たり1500頭に達した。その後増減を繰り返し、2月以降は密度が低下する傾向がみられた。一方、全面では密度の増加は緩やかで、400cm²当たり100頭以下で推移し、2月以降若干増加する傾向がみられた。これ以降のデータは現在も調査中である。このように上面発生施設と全面発生施設ではキノコバエの発生数及び発生経過に大きな差がみられた。この結果は昨年調査した同地域の栽培施設の発生消長と同様の傾向であった。

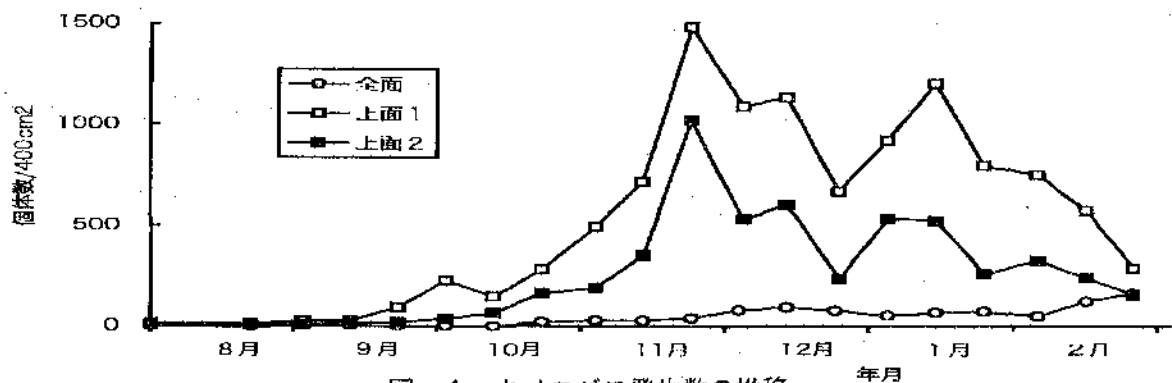


図-1 キノコバエ発生数の推移

3.2 木材抽出成分によるキノコバエの忌避効果

供試したプラスチックケースから羽化したキノコバエの成虫数を示したのが図-2である。対照区では52頭羽化したのに対し、1mg/cm²、2mg/cm²処理区では36頭、29頭と少なかった。しかし、その差は顕著ではなく、十分な忌避効果は得られなかった。また、発生室内での観察では、設置当初はヒノキチールを処理したプラスチックケースへのキノコバエの飛来はみられなかったが、数日後にはケース内にキノコバエが侵入しているのがみられた。こうしたことから、ヒノキチオールはキノコバエに対して、忌避できる期間が短い、供試した濃度では忌避効果が低いと考えられる。予備試験では0.1mg/cm²の処理量で忌避効果が認められたにもかかわらず、今回の処理量で忌避効果が得られなかった原因として、廃菌床の匂いに忌避効果が打ち消されることが考えられる。今後は、より処理量を増やすことや、より忌避効果の強い物質を探索していく予定である。

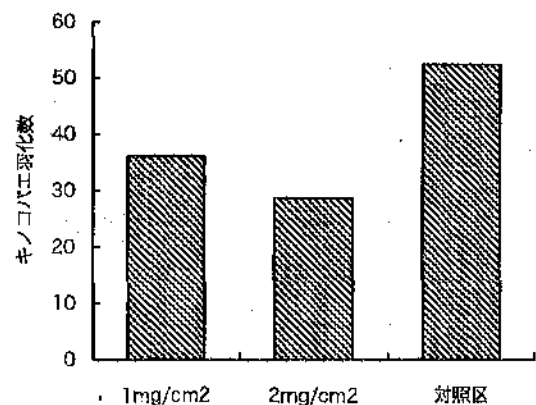


図-2 ヒノキチオール処理量別の忌避効果

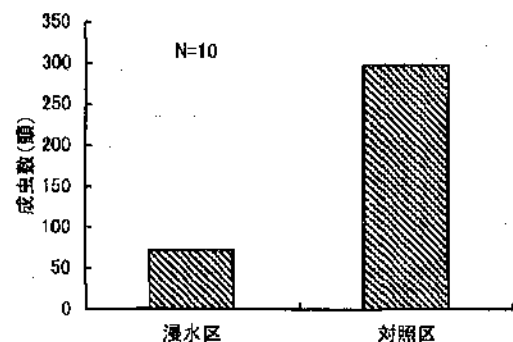


図-3 浸水処理後34日目のキノコバエ成虫数

3.3 注水方法の改変によるキノコバエの防除効果

3.3.1 キノコバエの防除効果

浸水処理後34日目のキノコバエ成虫数を示したのが図-3である。キノコバエが対照区では10菌床から計297頭羽化したのに対し、浸水区では71頭と少なかった。これは、培地を水に浸水することで培地上面もしくは側面に生育するキノコバエの幼虫を死亡させるとともに、袋内の水を新たな水と交換する際に幼虫を洗い流すことができたためと考えられる。このことから、上面発生方法における浸水処理はキノコバエ幼虫を駆除する効果が高く、キノコバエの発生密度を低下させる栽培技術と考えられる。

3.3.2 子実体発生への影響

浸水処理後の子実体発生経過を示したのが図-4である。浸水区は浸水処理後13日目から収穫が始まり、対照区に比べて早期に子実体を収穫することができた。これは、培地上部が水で満たされた刺激によりシイタケの発生が促進されたと考えられる。しかし、浸水処理後50日を経過すると両試験区とも発生状況はほぼ同じとなった。

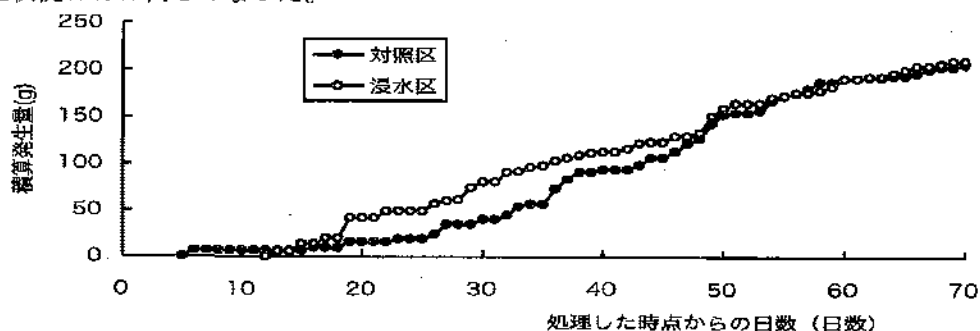


図-4 浸水処理後の子実体発生経過

浸水処理後の子実体発生状況を示したのが表-1である。培地1個当たりの発生重量は対照区が207gであるのに対し、浸水区は211gとほぼ同じであった。しかし、発生個数は対照区が7個であったのに対し、浸水区は10個と多く、シイタケ1個当たりの重量は対照区が27.6gに対し、浸水区は21.4gと6gも少なくなった。また、収穫した子実体の規格割合を比較すると、対照区は傘径6～8cm(生シイタケ統一規格Lに相当)が全体の60%と最も高く、傘径4～6cm(同規格M)は36%であった。一方、浸水区は規格Mが全体の65%と最も高く、規格Lは33%となり、対照区に比べて傘径の小さいシイタケの割合が高くなる傾向がみられた。これは、培地上部を水で満たす刺激によりシイタケの発生が促進され、発生個数が多くなったためにキノコの傘径が小さくなったと考えられる。これらのことから、上面発生方法における浸水処理方法は、子実体の発生重量には影響は少なく、早期に集中発生させることができた。しかし、培地上部を水で満たすという刺激により、発生個数が多くなり、傘径の小さいシイタケが多くなることがわかった。

表-1 浸水処理後の子実体発生状況 1菌床当たり

試験区	発生重量 (g)	発生個数 (個)	個重 (g/個)	規 格 割 合(%)			
				2L	L	M	S
浸水区	211.0±65.3	9.9±3.1	21.3±2.6	0	33	65	2
対照区	207.0±54.2	7.5±2.0	27.6±5.3	4	60	36	0

平均値±標準偏差、N=10、規格2L:8cm～、L:6～8cm、M:4～6cm、S:3～4cm

引 用 文 献

後藤忠男・伊藤雅道(1995) 菌床栽培における主要害虫の簡易同定法とクロバネキノコバエ類の防除法(きのこ菌床栽培の病原菌と害虫, 63pp, 農林水産省農林水産技術会議事務局・林野庁森林総合研究所、茨城) 41-54

長期育成循環施業に対応した高性能林業機械化等作業システムの開発

(平成14～18年度 2年次)

担当者 古川邦明 井川原弘

1. 研究目的

県では森林の多様な機能を持続的に発揮させるため、長期育成循環施業の推進を図っている。この実現のために、素材からバイオマス資源まで含めた資源現況と地形・路網配置等地理的条件を詳細に把握し、流域全体で育林や伐出の作業コスト低減を図る必要がある。

そこで、様々な森林情報を一元的に管理できる森林GISを核とした長期育成循環施業の特性、および森林情報の管理手法について検討し、高性能林業機械を始め各種作業実施のための支援システムの開発とその技術普及のために必要な調査研究を行う。

2. 試験方法

2.1 人工林の林分構成の解明

2.1.1 施業履歴の把握

昨年度に引き続き、造林や保育等の作業の履歴を森林GIS上で管理するための基礎データを収集した。郡上郡大和町古道地内の郡上郡有林約280haをモデル団地とし(表-1)、林小班毎に施業履歴を調査した。県管理の森林簿と、郡有林で管理する林分位置図との食い違いがあるため、施業履歴は郡有林管理事務を委任されている郡上広域連合事務局(以下群有林事務局とする)に保管されている台帳と事業に伴う測量図面及び航空写真から位置を把握した。

表-1 古道郡有林の概要

所在地	郡上郡大和町古道
面積(ha)	280ha
樹種構成	スギ 126ha ヒノキ 139ha その他 15ha
林齢構成	2～20齢級

2.1.2 森林資源把握手法の検討

古道郡有林を対象にして航空写真と高解像度衛星写真から、植生界を抽出し、現地調査結果と併せて植生界図を作成した。この結果と、県の管理する森林計画図と郡有林の管理図面とをGIS上で重ね合わせて比較検討した。

2.2 機械作業計画における林分条件等の把握手法の開発

2.2.1 森林資源地理条件把握手法の検討

昨年に引き続いてハンディGPSによる森林路網の把握について検討した。調査は、東白川村内の民有林内の集材路で行った。GPS受信機はハンディタイプのPathFinderPocketを使用した。本体に外部アンテナを接続し、ヘルメット上部に取付け、作業路を歩行しながら計測した。計測データは、PDA上のArcPAD(ESRI社製)で取り込み、シェープファイルとして保存したのち、ArcViewで計測結果を評価した。

また、新しい森林計測として、レーザレンジファインダーによる測量の作業性について調査した。林内の歩道と林道上に8測点を設定し、3種類の測定方法で周囲測量を行い、その所要時間を測定して作業性の比較を行った。測量方法は、①電子コンパス内蔵レーザレンジファインダー、②方位角測定：コンパス、測距：レーザ測距、③方位角測定：コンパス、測距：巻尺とした3種類とした。

2.3 長期育成循環施業に適した機械作業システムと生産コストの検討

高齢級間伐における作業工程を明らかにするため、美並村森林組合の事業実施箇所において、作業工程調査を行った。作業システムは、スイングヤーダ、プロセッサ、グラブの組み合わせによる列状間伐とした。

これまでに調査したスイングヤードによる列状間伐の時間観測調査と伐区調査等の結果から、作業工程の試算表を作成した。

3. 結 果

3.1 人工林の林分構成の解明

3.1.1 施業履歴の把握

郡有林における施業単位は、県の森林簿の林小班でなく郡有林独自の林班で行われている。そこで、郡有林が作成している林班図をスキヤニングしてGISに取り込み、幾何補正後、森林計画図に重ねて表示すると、両林班界の食い違いが明らかになった。

このままでは、履歴を林分と正確に対応させることが出来ないため、事業箇所の測量データのGISへの取り込みを昨年度行った。しかし、これらのデータは昭和56年以降しか無く、一部分のみの補正しか行えない。そこで、航空機デジタルオルソフォトカラー航空写真から林相図を作成し、さらに履歴管理簿等から林分毎の属性データを付け加えた。

3.1.2 森林資源把握手法の検討

航空写真から作成した林相図と森林計画図及び郡有林の林班図と重ね合わせた結果を図1に示す。最近新たに施業した箇所については、計画図の位置精度は高いことが判った。しかし、全体的には、どちらの小班界においても林相界を正確には反映していない。

詳細な森林資源管理等を行うためには、衛星写真や航空写真による林相図を県全域で作成する必要がある。

3.2 機械作業計画における林分条件等の把握手法の開発

3.2.1 森林資源地理条件把握手法の検討

今年度は、林内に開設された集材路の管理方法について検討した。林道と異なり、作業路の上空は一般的に樹冠に覆われている。このためGPSの信号受信状態は林道に比べ悪く、測定位置は安定していない。アンテナ位置を上げるなど、今後の検討が必要である。

GPS計測を補完する測量手法として、レーザレンジファインダーによる森林測量について検討した。レーザ測距機と電子コンパスを組み合わせたレーザレンジファインダーを用いての測量は、距離計測を迅速に行うことが出来るた

表-1 高齢級林間伐作業工程調査地の林況

林種	人工林
林齢(年)	70年生
樹冠粗密度	中
樹種	スギ ヒノキ
立木本数(本/ha)	500本/ha~1200本/ha(平均:650本/ha)
平均胸高直径(cm)	スギ:35.3cm,ヒノキ:23.3cm
平均樹高(m)	スギ:31.3cm,ヒノキ:24.6cm
平均枝下高(m)	スギ:15.6cm,ヒノキ:15.0cm
下層植生	灌木、草本:平均高 1.5~2.0m

Cypress
 Cedar
 Pine
 Larch
 Broadleaf
 Firewall

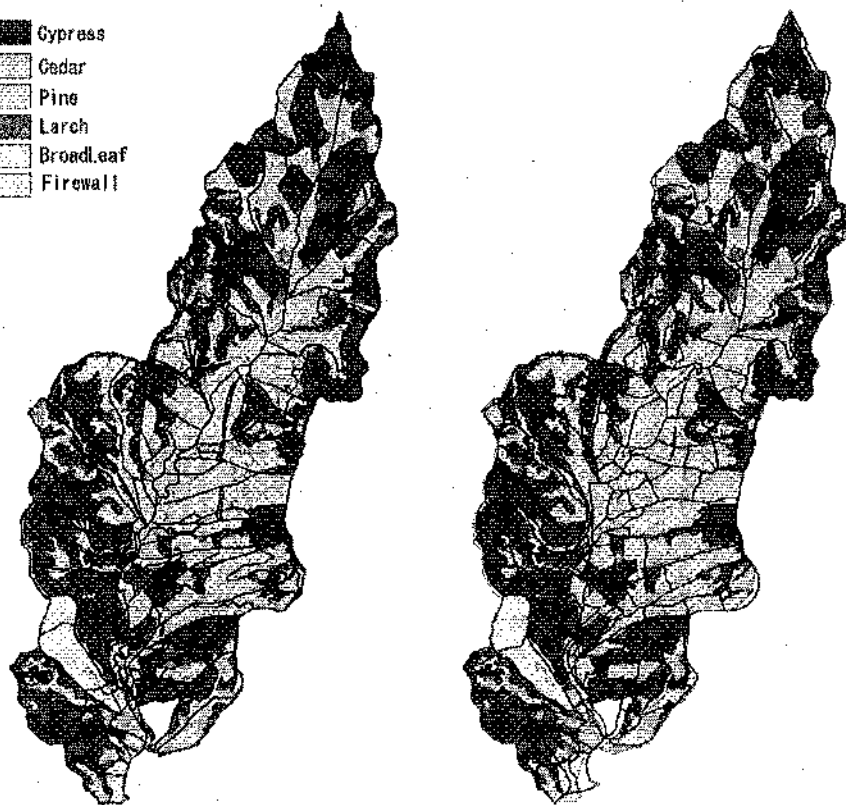


図-1 デジタルオルソによる林相界と既存の林班管理図境界との比較

図-1 デジタルオルソによる林相界と既存の林班管理図境界との比較

め、森林境界測量効率の向上が期待されている。

作業行程と測量に要する時間を明らかにするため林内の歩道と林道上に8測点を設定し、周囲測量での作業性の比較を行ったところ、①電子コンパス内蔵レーザーレンジファインダー、②方位角測定をポケットコンパスとし距離をレーザーレンジファインダー、③方位角測定ポケット

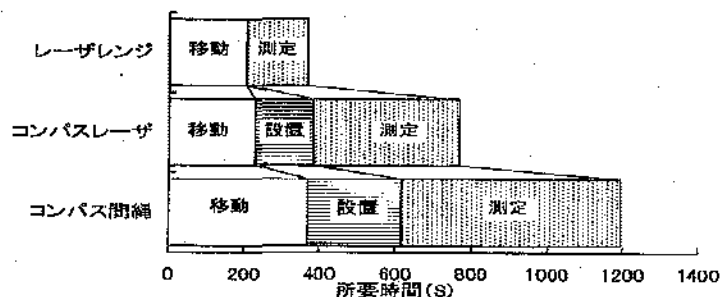


図-2 コンパス測量の作業性比較

コンパス、測距巻尺のそれぞれの所要時間は、①6分6秒、②12分49秒、③19分55秒であった(図2)。

一方、測量精度(閉合比)はそれぞれ、①1/220、②1/1000、③1/1000であった。レーザーレンジファインダーでの精度が悪いが、方位角の測定時も手持ちで行ったことと、デジタルコンパスが水平保持式ではないため、傾斜が急になると方位角の測定精度が悪くなることによるものと思われる。

3.3 長期育成循環施業に適した機械作業システムと生産コストの検討

3.3.1 高齢級間伐作業における機械作業システムと路網の検討

作業工程を試算した結果を表-3に示した。岐阜県内のスギとヒノキ人工林の植栽密度毎に間伐モデルを想定し、平均搬出長70mとして間伐毎の素材材積1㎡当たり人工数を試算した。今後、この結果を検証して、さらに現場にあった作業工程表を作成する必要がある。

表-3 スギ・ヒノキ人工林伐出作業生産性試算表

(1) ヒノキ人工林伐出作業生産性試算表

植栽密度	林齢	伐採種	胸高直径 (cm)	林分条件			㎡当たり人工数	
				本数(本)	伐採率(%)	材積(㎡/ha)	伐採(人/㎡)	搬出造材(人/㎡)
2,000本/ha	23	間伐	13.4	400	22.2	20	0.147	1.613
	32	間伐	17.0	300	21.4	20	0.125	1.220
	45	間伐	20.4	300	27.3	75	0.031	0.292
	65	間伐	25.3	200	25.0	100	0.021	0.112
	90	主伐	30.0	600	100.0	470	0.017	0.064
2,500本/ha	22	間伐	12.0	500	21.7	15	0.236	2.868
	30	間伐	15.2	500	27.8	25	0.157	1.696
	45	間伐	19.6	400	30.8	90	0.043	0.386
	65	間伐	24.3	300	33.3	135	0.017	0.135
	90	主伐	30.0	600	100.0	470	0.017	0.079
3,000本/ha	19	間伐	10.6	600	21.4	10	—	—
	27	間伐	13.5	500	22.7	20	0.185	1.961
	35	間伐	16.4	500	29.4	30	0.136	1.283
	50	間伐	20.3	400	33.3	110	0.027	0.211
	70	間伐	25.8	200	25.0	100	0.016	0.112
	90	主伐	30.0	600	100.0	470	0.017	0.062

(2) スギ人工林伐出作業生産性試算表

植栽密度	林齢	伐採種	胸高直径 (cm)	林分条件			㎡当たり人工数	
				本数(本)	伐採率(%)	材積(㎡/ha)	伐採(人/㎡)	搬出造材(人/㎡)
2,000本/ha	18	間伐	15.6	400	21.7	20	0.157	1.613
	27	間伐	19.8	400	26.7	50	0.073	0.633
	40	間伐	25.0	350	31.8	165	0.025	0.170
	60	間伐	31.7	250	33.3	230	0.012	0.070
	80	主伐	38.0	500	100.0	680	0.012	0.037
2,500本/ha	16	間伐	13.6	500	21.7	25	—	—
	25	間伐	18.0	500	27.8	50	0.085	0.794
	35	間伐	22.9	400	30.8	150	0.027	0.216
	50	間伐	28.3	250	27.8	170	0.014	0.093
	65	間伐	33.8	150	23.1	160	0.010	0.058
3,000本/ha	80	主伐	38.0	500	100.0	680	0.012	0.049
	14	間伐	12.0	600	21.4	20	—	—
	20	間伐	15.4	600	27.3	35	0.134	1.334
	29	間伐	20.0	500	31.3	70	0.066	0.553
	40	間伐	25.0	350	31.8	165	0.025	0.170
3,000本/ha	60	間伐	31.7	250	33.3	230	0.012	0.070
	80	主伐	38.0	500	100.0	680	0.012	0.037

森林吸収源等計測・活用体制整備強化事業

((独) 森林総合研究所受託事業)

森林衰退状況調査 (旧酸性雨等森林衰退モニタリング事業)

(平成 2 ～17年度 14年次)

担当者 渡邊仁志 茂木靖和

1. 研究目的

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、森林の衰退が懸念されている。森林衰退に関する調査研究は、人工酸性雨による土壌や植物体の曝露試験、衰退度調査など様々な角度から行われているが、長期モニタリングを行っている例は少ない。このため平成2年度より林野庁の委託により全国で調査が実施されており、全国のデータが収集されつつある。岐阜県内ではこれまでのところ大規模な森林の衰退は観測されておらず、森林衰退と酸性雨の関係も明らかにされていないが、森林の潜在的な被害や立地環境の悪化を早期に発見し、森林の衰退状況と酸性雨などによる環境変化との関連を把握するため本事業を実施する。

この研究課題はこれらデータ収集を目的として(独)森林総合研究所の委託により実施される全国的な調査の一部である。なお平成15年度より事業が統一されており、本事業は「森林吸収源計測・活用体制整備強化事業」のうち「森林衰退状況調査」に相当する。

2. 研究方法

2.1. 調査場所

国土地理院発行の1:50,000地形図図幅ごとに調査地を設定し、同一箇所において5年ごとに調査を行っている。昨年度より事業の効率化、調査地点および調査内容の絞り込みがされており、今年度の調査場所は、平成5年度に設定した5地点のうちの4箇所である(表 1)。

表 1 調査地と調査項目

調査地ID	調査地名	調査図幅名	調査項目
GIF0212003019	白鳥	那留	調査④
GIF0212003020	萩原	山之口	調査⑤
GIF0212003021	金山	美濃川合	調査③
GIF0212003022	恵那	恵那	調査④

調査③：概況調査及び衰退度調査(実施要領 第2.1.(3).②.(ア))

調査④：概況調査、衰退度調査、植生調査及び毎木調査のみ(実施要領 第2.1.(3).②.(イ))

調査⑤：概況調査、衰退度調査、植生調査、毎木調査、土壌調査(実施要領 第2.1.(3).②.(ウ))

2.2. 調査方法

林野庁と森林総合研究所が作成した「森林衰退状況調査実施マニュアル(通常調査編)」にしたがって、現地調査と試料採取を行った(アンダーラインは昨年度からの変更箇所)。

- ・ 毎木調査 主要樹種の樹高、胸高直径の測定
- ・ 植生調査 下層植生の植物相と優占度の調査

- ・衰退度（地上部）調査 樹形、樹勢、枯損等の目視調査、樹冠部の写真撮影
- ・土壌試料の採取 A層、鉍質土壌表層、100cc土壌円筒の採取（林業科学技術振興所が分析）

3. 結 果

調査林分の概要を表-2に示す。調査した林分では、酸性雨などが原因だと考えられる林木の衰退はみられなかった。調査結果は、とりまとめて森林総合研究所に提出した。

表-2 調査林分の概要

25万分の 1図幅名	位 置	緯 度	標高 m	地質	土壌型	樹種	林齢 年	平均 樹高	平 均 胸高直径	胸 高 断面積	林分 材積	立木 密度
								m	cm	m ² /ha	m ³ /ha	本/ha
那留	大和町古道 字足代山	北緯 35度51分10秒 東経136度57分36秒	860	安山岩	Bl ₀	スギ (人工林)	58	23.1	37.2	45.5	476.0	200
山之口	萩原町四美 字根越	北緯 35度56分27秒 東経137度13分23秒	690	流紋岩	B ₀ (d)	ヒノキ (人工林)	69	19.9	26.0	45.1	454.6	825
美濃川合	武儀町 中之保	北緯 35度35分29秒 東経137度 3分10秒	300	チャート	B ₀ (d)	ヒノキ (人工林)	30	16.7	17.7	42.1	356.7	1650
恵那	恵那市 束保古山	北緯 35度25分40秒 東経137度28分40秒	600	花崗岩	Bl ₀	ヒノキ (人工林)	32	17.4	19.3	46.2	408.6	1550

平均樹高、平均胸高直径、胸高断面積、林分材積、立木密度は中円(0.04ha)までの上層木の平均または合計。
調査対象範囲および対象木が異なるため、森林総合研究所に提出した報告書とは一部数値が異なる。

森林吸収源等計測・活用体制整備強化事業

((独) 森林総合研究所受託事業)

森林吸収源関連データ収集分析

(平成15年～18年度 初年次)

担当者 渡邊仁志 茂木靖和

1. 研究目的

1997年に京都で行われた気候変動枠組み条約・第三回締約国会議で締約された「京都議定書」などを受け、2002年に策定された「地球温暖化対策推進大綱」により、我が国は、温室効果ガス削減目標の約2/3を森林の成長による炭素吸収量で達成することとし、2006年までに国内体制の整備を行うことにした。京都議定書は、温室効果ガスの吸排出量の推定について、透明で科学的検証が可能な手法で行うこととしているが、国内で得られた既存データは、幹の情報に偏っていることから、この条件を満たしていない。このため、平成13年度から林野庁と都道府県が森林の炭素吸収量調査をすすめており、岐阜県でも県下森林の現況を的確に把握する必要がある。そこで主要樹種の現存量・炭素蓄積量を高い精度で算出するため、森林の林木(枝、葉、幹)および森林土壌の現存量・炭素蓄積量を計測し、データの蓄積を行うことを目的に本事業を実施する。

この研究課題は(独)森林総合研究所の委託により実施される全国的な調査の一部である。本事業は「森林吸収源計測・活用体制整備強化事業」のうち「森林吸収源関連データ収集分析」に相当する。

2. 研究方法

2.1 調査場所

益田郡下呂町小川(現下呂市小川)の下呂財産区有林内にある下呂実験林の適地適木実験林のアカマツ人工林(35年生、284㎡)で実施した。実験林は北向き平衡斜面の下部に位置し、標高はおおよそ450m、平均傾斜は39度、地質は濃飛流紋岩類(溶結凝灰岩)、土壌型はB_h型である。この林分は1967年3月に植栽(3,300本/ha)され、その後、同年に2回下刈り、1972年、1973年、1978年に枝打ち、1981年、1987年、2002年に間伐が実施されている。

なお来年度以降、同実験林のヒノキ林、スギ林で調査を実施する予定である。

2.2 調査方法

森林総合研究所が作成した「森林バイオマスデータ収集調査マニュアル」にしたがって、現地調査と試料採取を行った(アンダーラインは文部科学省科学研究費地域連携推進研究「木曾三川のエコロジカル流域管理計画(平成11～13年:文部科学省科学研究費補助金No.11794029)」にて実施済み。詳細は該当年度の業務報告を参照のこと)。

- ・毎木調査 樹高、胸高直径の測定
- ・下層植生の現存量調査
- ・植栽木の現存量調査・樹幹解析 伐倒(5本) 幹・生枝・枯れ枝・葉別、層別に現存量を推定
- ・倒木の現存量調査
- ・土壌の炭素量(A₀層、鉅質土壌)
- ・各部位の炭素量の推定。

3. 結 果

3.1 林分の概況

調査林分の平均胸高直径は18.3cm、平均樹高は17.3m、平均枝下高は12.1m、地位級は1であった。立木密度は1,280本/ha、収量比数は0.9であり、高密度林分であった。

3.2 林分の現存量・炭素量

表-1に林分の測定部分別の現存量と炭素量を示す。鉾質土壌を除く林分の現存量は、202.0t/haと推定され、その大部分は植栽木に含まれていた。また林分全体の炭素量は、208.0tC/haと推定された。このうち下層植生や堆積有機物、粗大有機物中に含まれる炭素の量はわずかであり、炭素の大部分は鉾質土壌と植栽木に含まれていた。

アカマツ林の現存量や炭素量を測定した事例21例によると、林齢10~120年生、立木密度529~9,600本/haのアカマツの地上部現存量は、35.5~327.9t/haの間にあった。本調査の結果では、地上部現存量は13.8.2t/haで、この範囲内にあった。

この調査地のリターフォール量の測定結果（井川原・中川、2002）と比較すると、リターフォールによって、1年間で葉のおよそ50%、枝のおよそ6%、全体ではおよそ19%の炭素が林地に還元されていると考えられる。

葉量の50%がリターフォールに相当することは、アカマツやクロマツの葉の寿命は2年前後とした只木（1976）の結果と一致する。またリターフォール中の炭素量が枝、葉、枯れ枝葉の炭素量に占める割合（19%）は、19年生アカマツ林で同時期に測定された例（14%；井川原・中川、2002）とはほぼ一致した。

この林分の堆積有機物（A₀層）の炭素量は、8.7tC/haであった。落下したリター中の炭素の分解過程や落下後の移動を考慮する必要があるが、堆積有機物の炭素量は、リターフォール中の炭素量のおよそ3年分に相当した。

3.3 調査結果の提出

調査結果は、とりまとめて森林総合研究所に提出した。

表-1 調査林分の現存量・炭素量

測定部分			現存量 (t/ha)	炭素率 (%)	炭素量 (tC/ha)
植栽木	地上部	幹	118.5	51.3	60.8
		枝	13.5	53.2	7.2
		葉	4.3	54.9	2.4
		枯枝葉	1.8	53.7	1.0
		計	138.2		71.3
	地下部	根	34.5		17.3
計		172.7		88.6	
下層植生	地上部	木本	1.1	47.3	0.5
		草本	0.0	39.2	0.0
	地下部	木本	1.9	47.7	0.9
		草本	0.1	36.3	0.0
	計		3.0		1.4
	堆積有機物 (A ₀ 層)	L層		10.2	49.8
F層		8.0	35.0	2.8	
H層		2.3	26.8	0.7	
計		20.6		8.7	
粗大有機物			5.7	51.8	2.9
鉾質土壤	A ₁			4.5	48.0
	A ₂			1.8	38.1
	B			0.9	20.3
	計				106.5
合 計			202.0		208.0

根現存量は蜂屋ら（1989）に基づいて幹現存量の25%で算出。
現存量の合計は、鉾質土壌を除く。

引 用 文 献

- 蜂屋欣二・竹内郁雄・羽秋一延（1989）高密度のアカマツ林の一次生産の解析，林業試験場研究報告354：39-97。
井川原弘・中川一（2002）針葉樹人工林のリターフォール量と含有炭素量・窒素量，岐阜県森林科学研究所研究報告31：7-12。
只木良也（1976）森林の現存量、とくにわが国の森林の葉量について，日本林学会誌58:416-423。

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年度プロジェクト研究 最終年次)

担当者 坂井至通 中島美幸 小枝 剛 茂木靖和 古川邦明 金森信厚 古川昭栄*

1. 研究概要

森林では多種多様な生物が共存しあって生活しているが、近年の宅地や道路開発に伴い環境が変化し、野生生物の多様性が急速に失われつつある。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」を策定した。このなかで、岐阜県の自然環境の保全や創出、魅力ある山村の創造を基本施策に位置付け、自然との共生、絶滅危惧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。このような状況のなか、岐阜県東濃地方に自生する地域固有種のシデコブシ、ハナノキ、ヒトツバタゴを中心に、集団遺伝解析、クローン増殖、園芸や薬用としての資源活用、自生地地形の解明などの課題に取り組んできた。平成15年度は社会的ニーズに対応した研究として「ヒトツバタゴ自生地の分布の再調査」、「岐阜県に自生するシデコブシ、タムシバ、コブシの集団遺伝解析及び分布形態」、「シデコブシ自生地(多治見市)のラジコン飛行機による地形及び個体識別調査」、「シデコブシとタムシバの人工交配」、「ハナノキのクローン増殖」を実施した。クローン増殖法によるハナノキ苗の大量生産は、鉢上げの段階に達した。また、先端的研究として、岐阜薬科大学と共同で「神経細胞伸長栄養因子に關与する樹木成分研究」を実施した。

2. 研究結果

2.1 シデコブシ自生地の地形と個体の把握

シデコブシは群生地では森林内に広く個体が散在している。個体の分布状況を効率的に調査するため、小型ラジコン飛行機に市販のデジタルカメラを搭載して群生地を空撮し分布調査を行った。

2.1.1 地上調査および小型ラジコン飛行機による空撮方法

撮影は、岐阜県多治見市内のシデコブシ自生地で行った。空撮は、シデコブシの開花に併せ、2003年4月7日の午前に行った(表-1)。撮影に使用した機体と撮影システムの概要を表-2に示す。空中写真撮影に先立ってシデコブシ群生地の地形とシデコブシの生育箇所をトータルステーション(以下TS)で測量した。さらにGCP(地上基準点, Ground Control Point)を得るため、14点に標識板を設置し、同様に各点を測量した。またGIS(ArcView8.1)で処理するため、GCPの2点で地理座標をDGPS(PathFinderProXR)で測定し、測量座標から地理座標(日本19座標系第7系)に変換した。測量結果はポイントデータとしてGISに取り込み、ArcGIS SpatialAnalystで地表面形状解析を行って、地形モデルを作成した(図-1)。

撮影飛行コースは、高度約40～60mで谷線に沿っての直線飛行とした。撮影開始位置の判断は、地上から目視により行い、無線で開始信号を電子インターバルタイマーに送って撮影を開始した。機体回収後、画像をノートパソコンに取り込み、パソコンのディスプレイ上で画質を確認し、現地でカメラの取り付け方法、露出設定等を検討した。

2.1.2 撮影画像と幾何補正

撮影した画像の1枚当たりの撮影範囲は平均で約30×45m、地上分解能は画像縮尺と記録画素数による計算では2cm/pixelとなるが、撮影時の振動やjpeg圧縮画像のため、画像上では5cm/pixel程

度の分解能であった。シデコブシの花の直径は7~10cmとされており、開花個体は原画像で容易に認識できた(図-1)。

実測した個体位置と比較したところ、TSで実測した個体は樹冠下のものを除きほとんど捉えていた。現地調査で測定しなかった小個体まで把握できており、樹木等の分布調査に有効な手法となると考える。

2.1.3 空中三角測量

空中三角測量を行うには2枚の画像間でのオーバーラップが必要である。ラジコン機からの空撮で連続撮影した画像間のオーバーラップ部は飛行方向の撮影幅に対して平均で約70%で、連続撮影1サイクルの撮影範囲は30m×170mとなる。空中三角測量を行うためには、連続画像のオーバーラップ部にGCPが3点以上必要である。しかし、撮影開始点の誤認や風による機体が傾く等の原因により、オーバーラップ内にGCPが3点以上あったのは2サイクルで8枚であった。そのうち特に画像が鮮明な1組2画像を選んで処理を行った。

まず4点のGCPを基準に、TiePointを470点自動算出した。次にGCPと全TiePointに対して空中三角測量を行って各ポイントの3次元座標を求めた。このポイントデータからArcGIS Spatial AnalystでDEMを作成し、TS測量で得られた地形モデルとの差分をラスタ演算により算出して検証した。TS測量地形モデルと空中三角測量地形モデルとの標高差(以下空測誤差とする)の平均二乗誤差(RMSE)は±0.25mであった。空測誤差は飛行コース下で実測値より高く、コースから離れるほど実測値より低くかつ写測誤差が大きくなった。

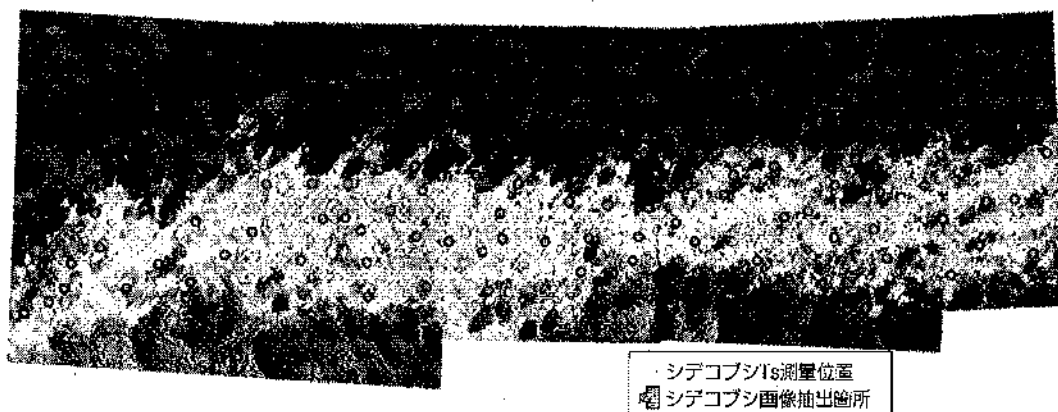


図-1 連続画像を幾何補正し重ね合わせ表示(レベル補正でシデコブシを強調し抽出)

表-1 撮影時の状況

撮影日	2003年4月7日
撮影時間	午前9時30分~午前11時30分
天候	晴れ
風	秒速2~5m

表-2 小型ラジコン飛行機撮影システムの概要

○飛行部
機体: 固定1枚翼
駆動: アルコールプロペラエンジン(排気量5cc)
積載荷重: 約350g, 飛行時間: 約10分
離着陸方式: 手投げ発射ネット回収
飛行高度: 最高約200m(対地)

2.2. ヒトツバタゴの自生地調査

平成15年5月19日に客員研究員の太田敬久氏(前相山女学園 教授)とともに東濃地域のヒトツバタゴ自生地の分布と開花状況を調査し、その結果を表-3に示した。今回調査したヒトツバタゴ自生地(図-2)は6市町村の11地区で、多くの個体が沢沿いや湿地といった水分が多い場所に生育していた。開花状況は、蛸川村と中津川市苗木で満開、瑞浪市大湫町

○搭載デジタルカメラ
DiMAGE Xi (Minolta), CCD: 320万画素
焦点距離: 5.7~17.1mm, 重量: 250g

○自動撮影方法
電子インターバルタイマー、
無線シャッター制御
撮影枚数: 連続8~10枚/サイクル
(2048×1536Pixels通常圧縮モード時)

表-3 ヒトツバタゴ自生地の分布と開花状況

No	市町村	地区	調査個体数	生育場所	開花状況	備 考
①	土岐	泉町	雄 3	平坦地	終了	両性株が枯死
②	瑞浪	釜戸町半原沢	雄 3、両性 1、不明 1	沢沿い、その他	散り際	
③	"	大湫町	両性 1、不明 4	湿地	五分咲き	
④	蛭川	田原	両性 2	沢沿い	満開	
⑤	"	一之瀬	雄 1	田の横	"	
⑥	"	奈良井	雄 2	沢沿い	"	
⑦	"	今洞	雄 2	"	"	
⑦	"	"	両性 1	"	"	衰退、実生個体有り
⑧	中津川	苗木室屋	雄 1	"	"	
⑨	"	坂本	両性 1	山脚堆積面	散り際	実生個体有り
⑩	恵那	大井	雄 1、不明 3	緩斜面	"	
⑪	明智	荒井	雄 1、両性 2	沢沿い、山腹斜面	"	

で五分咲きで、その他の地区では散り際か開花が終了していた。自生地の周囲で市街化が進行していた土岐市泉町の自生地では両生株が枯死していた。根元近くで護岸工事が行われていた蛭川村今洞の両生株では枝の枯れが目立ち明らかに衰退していた。

2.3 シデコブシ（花の優良系統）の接ぎ木保存

平成13年9月12日に、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日に剃ぎ接ぎによる芽接ぎを行った。平成14年4月10日に芽の活着状況を調べたところ、その活着率は6～27%であった。さらに、平成16年4月8日に開花状況を調べたところ、赤色花と白色花でそれぞれ2本、12本の接ぎ芽由来のシデコブシの開花を確認できた（表-4）。

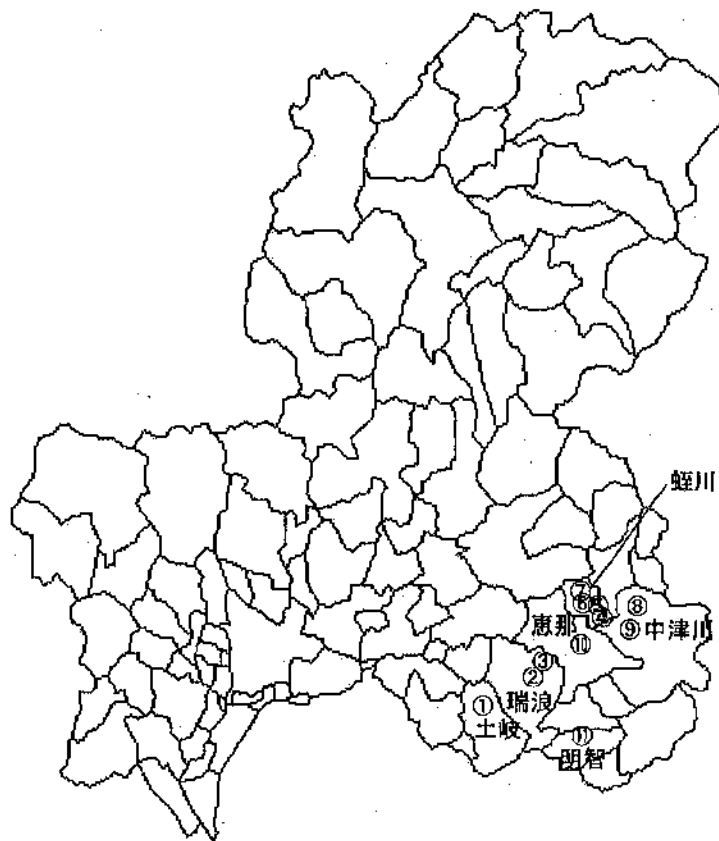


図-2 平成15年5月に調査したヒトツバタゴ自生地

表-4 接ぎ木苗の開花状況

No	花の色	台木本数 (本)	接いだ芽 (個)	活着した芽 (個)	活着率 (%)	開花個数 (個)
1	赤	23	62	4	6	1
2	赤	24	41	10	24	1
3	白	24	56	15	27	12

2.4 岐阜県固有種のクローン増殖

2.4.1 モクレン科植物の未熟薬培養

モクレン科植物の組織培養法の確立を目的として、オーキシンの一種、Picloramが外植片のカルス形成に与える影響について検討した。

外植片として未熟薬を用いた。供試植物としてシデコブシとタムシバは岐阜県福岡町の自生個体、そしてコブシは美濃市森林文化アカデミー演習林の植栽個体を用い、2003年7月にシデコブシとタムシバ、そして8月にコブシから長さ約2~3cmの花芽を採取、採取した花芽の外皮を除去後、殺菌処理として70%エタノールに1分間浸漬後、次亜塩素酸ナトリウム溶液（有効塩素濃度1%を含む）で5分間殺菌した。殺菌後、3回滅菌水で洗浄し未熟薬の摘出に供試した。

培地はB5培地を基本培地とし、オーキシシンとしてPicloramをそれぞれ1.0、5.0、10.0そして20.0 mg/Lの濃度で添加した培地に併せて無添加区を設けた。各々の培地はシヨ糖7%、Gelrite0.2%を加え、pHは5.8に調整した。

薬は実体顕微鏡下で花芽から花弁を取り除いた後、花芽基部の薬系部分から切断して採取し、培地上に置床した。置床した薬は25℃の暗所に維持、4週間毎に継代し、培養した薬は目視で薬の状態を観察・調査し、薬の生存数およびカルス誘導数を調査した。

その結果、3種のモクレン科植物の薬はいずれもPicloram無添加区では褐変化・縮小し枯死したが、Picloram添加区では褐変化とともに肥大が観察された。しかしタムシバとコブシではいずれのPicloram添加区でもカルスは観察されなかった。それに対しシデコブシではPicloramが5、10、20 mg/Lの添加区でカルスが観察された。この場合、カルス誘導数および形成カルスの大きさはPicloramの濃度依存的で、20 mg/Lの時に最もカルス誘導数は多く、カルスも大きくなった。

2.4.2 シデコブシの未熟胚培養

無菌条件下でのモクレン科植物育成法の確立を目的として、今回はシデコブシ未熟胚からの植物体育成について検討した。

供試植物として美濃市森林科学研究所内に植栽されているシデコブシを用い、2003年9月に集合果を採取し、集合果を割り、袋果の中から薄赤色の果実を採取した。果肉を完全に除去するため、ある程度果肉を取り除いた後、種子を硫酸に5分間浸漬し、流水で洗浄した。種子は70%エタノールに1分間浸漬後、次亜塩素酸ナトリウム溶液（有効塩素濃度1%を含む）で15分間殺菌した。殺菌後、滅菌水で3回洗浄し、胚の摘出に供試した。

培地はB5培地を用いてシヨ糖7%、Gelrite0.2%を添加、pHを5.8に調整した。

無菌条件の実体顕微鏡下で、殺菌した種子から胚を摘出し培地に置床した。置床した胚は25℃の明条件（16時間日長）または暗条件にて培養した。

明条件、暗条件ともに胚を8個ずつ培地に置床したところ、12週間後には明条件では胚の伸長生育は見られず全ての胚が褐変枯死したが暗条件では8個中7個が幼植物体に成長し、うち5個体で子葉の展開が確認された（図-3）。これにより胚の初期成育には暗条件が必要である事が明らかとなった。

得られた全ての幼植物体は黄化し徒長気味であったが、これは育成条件が暗条件下であったためと考えられた。そこで同一培地に継代し明条件にて育成を行ったところ、子葉の緑化は確認されたが、



図-3 胚培養により育成されたシデコブシ幼植物体

地上部、地下部ともに伸長および新たな葉や根の展開は見られず、幼植物体は継代時のままで明確な生長は見られなかった。そして根を中心とした植物体と培地の接地面には、モクレン科植物の茎頂培養（H13年度森林研業務報告）でも観察された培地の黒変化が見られた。継代を実施したが植物体接地面からの培地の黒変化は抑制できず、最終的に全ての幼植物は褐変化し枯死した。

今回の結果から、シデコブシの未熟胚の初期成育には暗黒条件が必要である事が明らかになったが、幼植物体の暗条件から明条件への転換時期およびその後の育成法等、まだ検討すべき点は多い。

2.4.3 ハナノキのクローン増殖

絶滅危惧種であるハナノキの個体保存を目的に、成木の腋芽と胚軸を材料として組織培養によるクローン増殖を試みたところ、どちらの材料を用いても増殖が可能で、発根個体が得られることがわかった。しかし、クローン個体を効率的に増殖させるには、成木の腋芽よりも胚軸を材料とする方が有利であった。また、胚軸を材料とする場合でもクローンにより増殖に差がみられた。このため、増殖が旺盛で発根率が高いクローンを材料とすれば効率的な増殖が可能と思われた。

2.5 シデコブシとタムシバの交雑および自家和合性

シデコブシとタムシバ間における異種交雑の可能性について検討した。また、シデコブシとタムシバそれぞれの自家和合性について調査を行った。

シデコブシとタムシバ間の交雑では、正逆どちらの交雑組み合わせもともに集合果として結実した。得られた集合果の形態を図-4に示した。シデコブシとタムシバ間では交雑が可能である事が明らかになった。

シデコブシとタムシバの自家和合性では、自家受粉にて集合果が結実し種子が得られた事からシデコブシとタムシバはともに自家和合性であると認められた。得られた集合果の形態を図-5に示した。

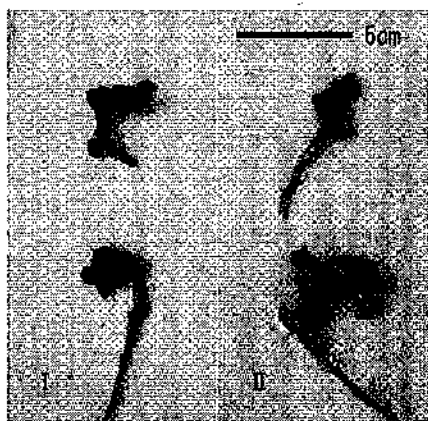


図-4 交雑処理により得た集合果

- I : タムシバ×研究所シデコブシ 個体No.1
II : シデコブシ×清見村タムシバ 個体No.3

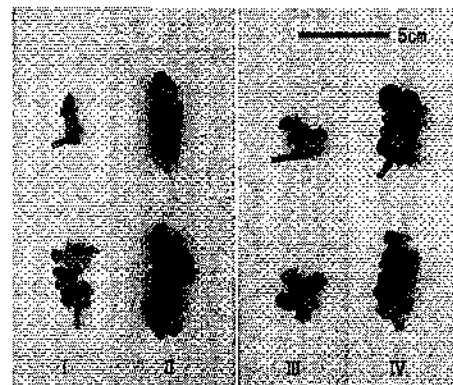


図-5 受粉処理により得た集合果

- I : シデコブシ 個体No.11 自家受粉 (SP)
II : シデコブシ 個体No.16 他家受粉 (CP)
III : タムシバ 個体No. 1 自家受粉 (SP)
IV : タムシバ 個体No. 1 他家受粉 (CP)

2.6 シデコブシの集団遺伝解析及び原種の保護

絶滅危惧種のシデコブシについて、形態的、遺伝的特性を検討し、原種の確保、生育条件、生育環境などの研究を行っているが、今回は、シデコブシと同属異種であるコブシ集団のアロザイム分析を行った。

調査集団として、コブシ6集団（“莊川”、“大野”、“高森”、“軽井沢”、“開田”、“沢内”）を選定した（図-6）。

平成15年4月に、それぞれの集団から調査木を20本選定し、冬芽15~20個ずつを採取した。冬芽は保冷しながら持ち帰り、アロザイム多型分析に供試するまで-80℃で保存した。

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を加えてよく攪拌した。これを4℃、12000 rpm、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/cm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、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なった。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。

アロザイム分析の結果、5酵素9遺伝子座 (*Adh-1*、*Adh-2*、*Dia-1*、*Dia-2*、*Est*、*Got-1*、*Got-2*、*Got-3*、*Lap*) において明瞭なバンドパターンが得られ、20対立遺伝子が検出された。すべての遺伝子座において少なくとも1集団で多型であったが、集団ごとで見ると多型的遺伝子座の割合 P は22.2 (“軽井沢”) ~77.8 (“大野”) であり、平均は46.3%であった (表-5)。また、集団の遺伝的多様性の高さを表すヘテロ接合度期待値 (H_e) は、“莊川” で0.077と最も低く、“大野” で0.256と最も高く、集団全体の平均値は0.151であった。この平均値は、Hamrick and Godt (1989) によってまとめられている分布の広い種の平均値 ($H_e = 0.159$) とほぼ同等であった。また、同属異種で、本州、四国、九州に広く分布しているタムシバ ($H_e = 0.088$) と比べると高い遺伝的多様性を保有していた。一方、周伊勢湾地域にのみ分布しているシデコブシ ($H_e = 0.200$) よりも遺伝的多様性が低く、シデコブシの高い遺伝的多様性が浮き彫りとなった。

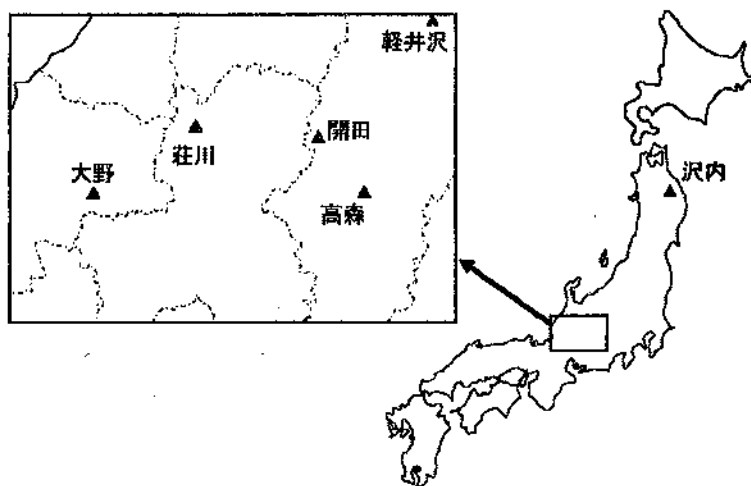


図-6 選定したコブシ集団の位置

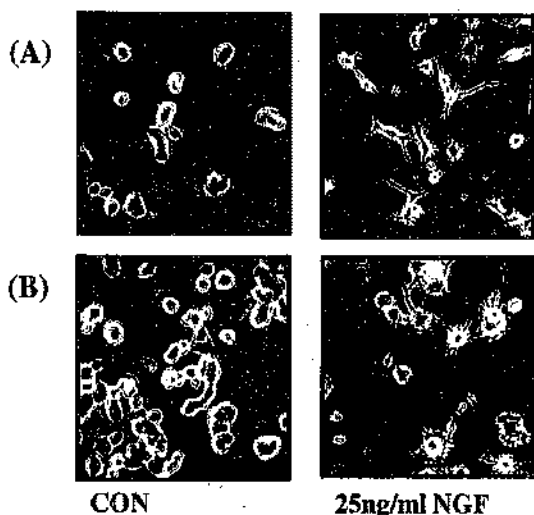
表-5 コブシ集団内に保有される遺伝的変異

集団名	n	A	A_e	P	H_o	H_e
莊川	20	1.44	1.14	33.3	0.039	0.077
大野	20	2.11	1.50	77.8	0.289	0.256
高森	20	1.67	1.32	55.6	0.111	0.176
軽井沢	20	1.22	1.13	22.2	0.056	0.084
開田	20	1.78	1.26	44.4	0.133	0.161
沢内	20	1.44	1.25	44.4	0.122	0.150
集団平均		1.60	1.27	46.3	0.125	0.151

2.7 神経細胞伸長に關与する樹木成分の研究

ラット副腎髄質褐色細胞腫PC12細胞は、1976年にGreeneとTischlerによってラット副腎髄質腫瘍からクローン化された細胞株で、TrkAとp75NTRの2つのレセプターを発現している。この細胞は、神経成長因子(NGF)に応答して、クロム親和性細胞様の表現型から神経突起を持つ交感神経様細胞に表現型を変えするというユニークな特徴 (図-7) があり、神経細胞の分化モデルとして広く用いられている。NGFの添加によってPC12細胞が分化すると、ニューロフィラメント-M (NF-M) の発現や、アセチルコリンエステラーゼ (AChE) 活性の上昇など、さまざまな酵素やタンパク質の発現パ

ターンが変化する。NGFの高親和性受容体であるTrkAは、NGFとの結合により二量体を形成し、自己リン酸化により自らの細胞内チロシンキナーゼを活性化する。リン酸化され、活性化されたTrkAにはSHC、ホスホリパーゼC (PLC) γ -1あるいはホスファチジルイノシトール (PI) 3キナーゼ



図一7 NGFによる神経細胞の神経突起形成の誘導

神経細胞を、無添加 (CON)、25ng/mlのNGF存在下で3日間(A)または7日間 (B) 培養した。培養液は10%の牛胎仔血清、5%馬血清を含む。

が結合する。活性化されたSHCはRasの活性化を介してmitogen-activated protein kinase (MAPK) を活性化する。PLC γ -1はジアシルグリセロール (DG) とイノシトール3リン酸 (IP3) を産生し、DGはプロテインキナーゼC (PKC) を活性化し、IP3は細胞内Ca²⁺を動員する。また、PI3KはAktを活性化してシグナルを伝達する。さらに下流のシグナルカスケードが働き、最終的には転写因子が活性化され、生存維持、分化誘導、細胞周期の調節などが引き起こされる。

今回は、神経細胞に対する突起形成の誘導などの形態変化に着目してモクレン科樹木 (ホオノキ、コブシ、シデコブシ) などの植物成分の活性解析を行った。

2.7.1 試料とその希釈、調製

1) モクレン科樹木由来の試料

ホオノキ分画 (6フラクション)、コブシ分画 (6フラクション)、シデコブシ分画 (7フラクション) の各抽出物を500 mg/mlになるようにジメチルオキサイド (DMSO) に溶解し、これをメディウムで0.05 mg/ml、0.5mg/ml、5mg/ml、50mg/ml、および100mg/mlになるよう希釈した。最終的なメディウム中のDMSOの存在量は、サンプル濃度が500mg/mlのときは1.0 %、100mg/mlで0.2 %、サンプル濃度が50mg/mlのときは0.1 % であった。DMSOの影響は別に調べた。

2) 神経突起の形成を誘導する活性の評価

希塩酸 (pH3.0) で30mg/mlに調製したKOKEN Type IVコラーゲンを培養用シャーレに加えて室温で2時間静置した後、滅菌水で2回洗浄し、コラーゲンコート培養シャーレとして神経細胞の培養に用いた。コラーゲンコートシャーレに50,000 cells/mlの細胞密度で神経細胞を播種し、10 % 熱非働化ウマ血清、5 % 熱非働化ウシ胎仔血清、100 units/mlペニシリン、100 mg/mlストレプトマイシンを含むダルベッコの変法イーグル培地 (DMEM) にて、5 % CO₂下、37℃で培養した。評価対象試料は細胞の播種直後に培養液に添加し、1または2日後に、突起形成の有無を位相差顕微鏡で観察した。

2.7.2 結果及び考察

DMSOに溶解した試料を培養液で希釈したので、希釈度試料中にDMSOが含まれている。そこで0.1, 0.2, 1.0 % DMSOを含む培養液で1日培養し、突起形成に及ぼす影響を調べた。その結果、神経突起誘導作用は認められないことが判明した。したがって、試料をDMSOに溶かして希釈する方法には問題が無いことがわかった。また、ホオノキ分画において中程度の神経突起形成を認めたが、コブシ分画およびシデコブシ分画は、すべての濃度において神経突起形成を認めなかった。

本研究では、樹木成分 (画分) と純粋に分離された植物成分について、神経突起形成を誘導する活性を定性的に検討した。今後は、1) 活性の濃度依存性を定量的に比較、解析する、2) NGFの活性と比較しながら本作用物質の作用配序の解明、3) 類似構造物質を精製または化学合成で調製し、構造・活性相関を実施して、活性を担う基本骨格を明らかにする、4) 精製または化学合成することにより大量の試料を調製し、神経疾患モデル動物に対する神経保護作用を解析、5) 橋利化 (特許化)

を計る、など商業的応用の検討が課題である。

これまでに、生薬などの植物由来の活性物質として、オトギリソウ科タマゴノキ (*Garcinia xanthochymus*) 木質部から単離された2種類のprenylated xanthonesや、朝鮮人蔘 (*Codonopsis pilosula*) 由来のアルカロイド、クマツヅラ属 (*Verbona littoralis*) 由来のステロイド、いくつかの中医薬、菊科植物 (*Silybum marianum*) の抽出物、*Picrorhizae Rhizoma* 由来のpicrosidesが知られているが、これらは単独ではPC12細胞の神経突起形成を誘導する活性はもたず、NGFによるこの作用を増強するだけである。これに対して数は少ないが、genipin、キナ酸誘導体、ginsenosides Rb(1)、Rg(1)などはそれら自身がPC12細胞の突起誘導作用をもつ。このように自身が神経細胞保護作用をもつ化合物こそ、疾患予防や治療に応用できる可能性を持つ物質であろうと考えられる。本研究で見出した活性物質もこのような有用物質と考えられ、その発展が期待される。

3. ま と め

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、コウヤマキなどがある。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、花卉数が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土岐砂礫地帯を中心に愛知県の渥美半島から三重県四日市市にかけてのみ分布する固有樹種である。このため、岐阜県下の関係各市町村の環境保全課や保存会では、シデコブシを軸に岐阜県固有資源の保全に努力が払われている。

岐阜県固有の森林資源を確保するため、絶滅するおそれのある固有種についてこれまでに調査された資料を基にコンピュータ上で自生地 の地形図から水路を作成した。コンピュータ解析による水路の割り出しは、これら固有種生育地の環境影響調査を容易にし、代替地をコンピュータ上での表示を可能にした。

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とは地理的分布や花期時期のずれや植生などにより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るといわれている。そこで、除雄処理による人工授粉を検討したところ、結実が見られ自然交配が可能だと考えられた。また、それぞれについて自家受粉を検討したところ自家和合性であることも明らかとなった。集団遺伝的解析の結果では、コブシ、タムシバ、シデコブシはそれぞれ独立しており、遺伝的な交雑は認められていない。岐阜県に生育する世界的固有種を形態的、成分的、遺伝的など多角的に評価し、原種を特定する意義は大きく、本研究に置いて、原種の特徴や分布域を明らかにすることができた。

ま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、保健栄養食品などの原料として供給する道を求め、神経栄養因子活性を調べ、ホオノキ樹皮からの抽出物に活性が見られ、今後は森林資源として新しい利用方法を検討することが重要となる。

4. 謝 辞

コブシの現地調査にご協力いただきました山口清重氏 (日本シデコブシを守る会)、三島潔氏 (莊川村在住)、ヒトツバタゴの現地調査にご協力いただきました太田敬久氏 (前相山女学園 教授) に心より感謝申し上げます。

古川昭栄* : 岐阜薬科大学分子生物学教授 : 平成15年度共同研究者

有用微生物等を利用したマツタケの増殖技術に関する研究（県単）

（平成15～17年度、初年次）

担当者 水谷和人 井戸好美 小泉武夫* 角田潔和*

* 東京農業大学応用生物科学部醸造科学科

1. 試 験 目 的

マツタケは美味で香りが良いことなどから食用価値が高く、高値で取引引きされている。しかし、近年は森林の環境変化などによって発生量が激減している。マツタケは地域の特産品として重要な位置を占めており、地域振興を図るうえからも増殖技術を確立させる必要がある。

マツタケに関する研究が非常に遅れている原因の一つとして、実験室レベルでの菌糸生長が極めて遅いなど増殖が困難なことが挙げられる。一方、土壌中には多くの微生物が存在し、中にはマツタケの増殖を促進させる微生物もいると考えられる。このような有用微生物を見つければ、この微生物との共存培養によりマツタケの菌糸生長等の増殖を良好にすることが期待できる。そこで、マツタケの発生地における微生物相を把握するとともに、菌糸伸長等増殖を良好にする有用微生物（菌類）を検索する。あわせて、増殖に有効な培地組成についても検索する。

2. 試 験 方 法

2.1 マツタケ発生地における微生物相の把握

微生物分離の試料は、マツタケ発生地（マツタケの発生位置から約50cm離れた地点）、および近隣のマツタケの発生しないアカマツ林内の土壌を各6ヶ所とした。微生物の分離は、GPY（1：0.5：0.5%）寒天培地に各土壌試料を0.1g直接接種し、30℃にて3日間培養を行った。培養終了後、出現した微生物相を確認し、主要菌株を純粋分離した。分離した菌株は形態学的観察により同定した。

2.2 胞子発芽率を向上させる有用微生物および培地組成の検索

胞子発芽に対する酪酸、活性炭、松ヤニ、アセチルアセトン、マツタケ菌糸、リノール酸、リノレン酸の影響を調査した。昨年度に準じた基本培地1L（I）に対して酪酸0.03ml、活性炭2g、松ヤニ1g、アセチルアセトン0.003ml、マツタケ菌糸0.01gをそれぞれ添加し、リノール酸およびリノレン酸のみ基本培地のグルコースの代替として1g添加した。これらの培地は1N水酸化カリウムでpHを5.0に調整し、直径5cmのシャーレに5.5ml添加した。胞子は県内で採取した子実体から落下させたもので、子実体を採取して約30時間後に各培地へ接種した。胞子を接種した培地は21℃で暗黒下に静置し、胞子接種後13日目に胞子1000個当たりの発芽率を測定した。

2.3 菌根形成を促進させる有用微生物および培地組成の検索

2.3.1 アカマツ無菌実生苗との菌根合成

パーミキュライトと水苔（重量比で40：1）および糖濃度を1.5g/Lに改変したMMN液体培地を混合したものを、200ml広口培養ビンに70g詰めた。120℃で60分間の滅菌処理をした後、発芽数日後のアカマツ無菌苗1個体とマツタケ9菌株の培養菌糸を無菌的に接種した。供試数はマツタケ各菌株ごとに5個とし、接種後21～23℃の明条件下に静置し、適宜灌水した。3ヶ月経過した時点で、アカマツを容器から取り出し、根の顕微鏡観察を行い、地上部と地下部に分けて乾燥重量を測定した。

2.3.2 アカマツ取り木苗との菌根合成

2003年6月下旬に5年生アカマツの2年枝163本を環状剥皮し、発根促進剤を塗布した後にパーミキュライトでくるみ、その上を透明のビニールで覆った。2004年1月に発根調査を行い、発根した取り木苗にマツタケ9菌株の培養菌糸を接種した。

2.4 菌糸伸長を促進する有用微生物および培地組成の検索、菌糸の大量増殖法の把握

菌糸伸長に対する培地の種類、メネデール濃度、グルコース濃度、塩化第二鉄濃度の影響を調査した。培地の種類は、PDA平板培地およびMa平板培地で比較した。メネデール濃度は、メネデールを無添加、0.5、1.0、2.0%添加したMa平板培地で比較した。グルコース濃度は、塩化第二鉄を0.0012%添加したMMN液体培地のグルコースを0.15、1.0%に改変し、これらを培地基材のパーミキュライトと水苔（重量比で40:1）に40%の容積比で添加して比較した。塩化第二鉄濃度も同様に、MMN液体培地（グルコース0.15%）に塩化第二鉄を0.0012、0.005%、0.005%とアセチルアセトン0.003%添加したものを培地基材に混合して比較した。

3. 結果と考察

3.1 マツタケ発生地における微生物相の把握

マツタケ発生地には特定の糸状菌が優先的に出現した。一方、マツタケの発生しない土壌試料中には細菌類が多く出現し、これらは寒天培地上に生育したコロニーに特有のシワが認められたことから、Bacillus属細菌と考えられた。

3.2 胞子発芽率を向上させる有用微生物および培地組成の検索

胞子が発芽したのは基本培地に酪酸を添加した培地のみで、発芽率は6.6%であった。その後、培養を32日継続した時点においても、胞子は酪酸以外の培地では全く発芽しなかった。接種時の胞子内油球は1個であった。リノール酸およびリノレン酸を添加した培地上の胞子は、接種6日目には油球がほとんど見られず、接種時とは大きく様相が異なった。

3.3 菌根形成を促進させる有用微生物および培地組成の検索

3.3.1 アカマツ無菌実生苗との菌根合成

アカマツは順調に生育し、枯死はなかった。アカマツの乾燥重量は、マツタケ無接種区で最大で、マツタケの接種によって生長が劣った（図-1）。マツタケを接種したアカマツの根周辺は、菌糸密度がしばしば高かったが、いずれも明らかな菌根を形成しなかった。根の多くは黒化していたことや、ごく一部の根には菌鞘も観察されたが、いずれも根皮層部の細胞間隙への菌糸進入は確認できなかった。このため、観察は各菌株1個体のみとし、残りは引き続き培養を継続するとともに、一部は大型の容器に移植して経過を観察中である。

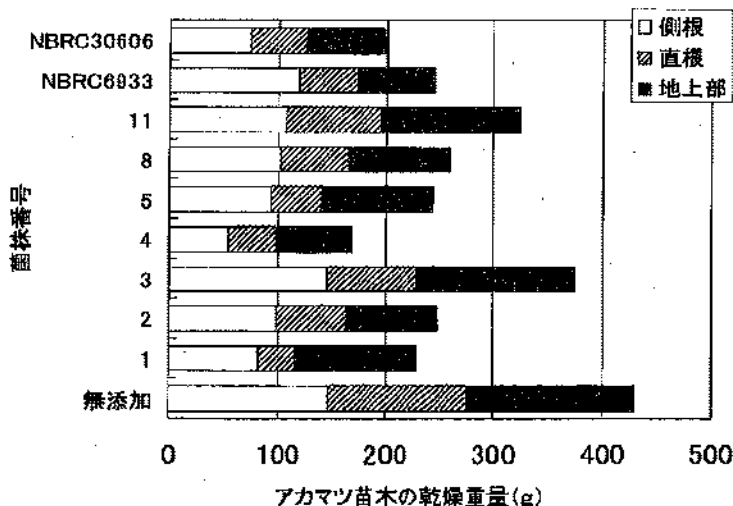


図-1 二員培養におけるアカマツ苗木の乾燥重量

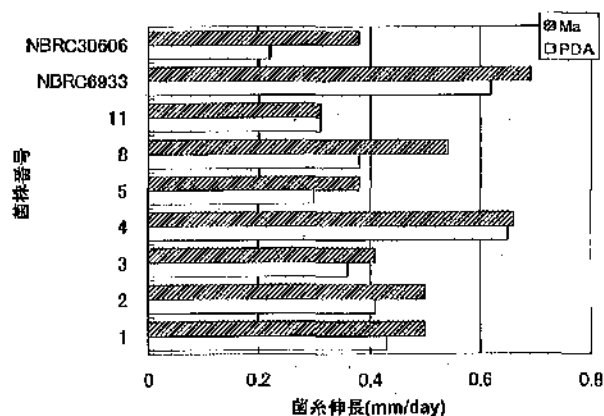
3.3.2 アカマツ取り木苗との菌根合成

取り木処理枝の発根率は32%であった。現在は、マツタケ培養菌糸を接種した取り木苗の状況を観察中である。

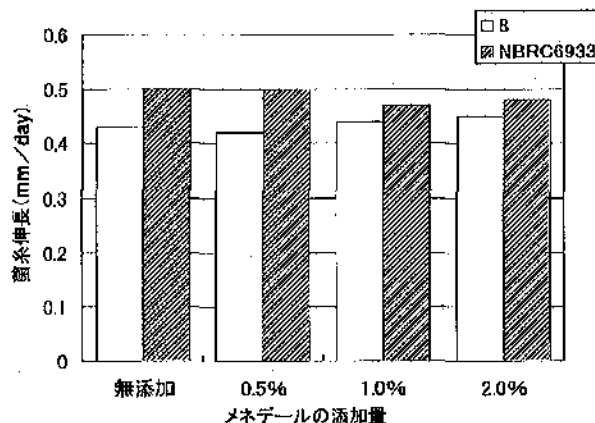
3.4 菌糸伸長を促進する有用微生物および培地組成の検索、菌糸の大量増殖法の把握

培地の種類は、いずれの菌株もMa培地がPDA培地に比較して菌糸伸長が良好であったが、菌株番号4および11は、PDA培地上の菌糸伸長速度がMa培地に匹敵した（図-2）。これらの菌株は、炭素源としてデンプンを利用しやすい可能性があり、今後も引き続き検討する。なお、PDA培地上のコロニーは、表面がシワの多い、Ma培地に比較して剛い繊維状を呈した。メネデールおよび塩化第

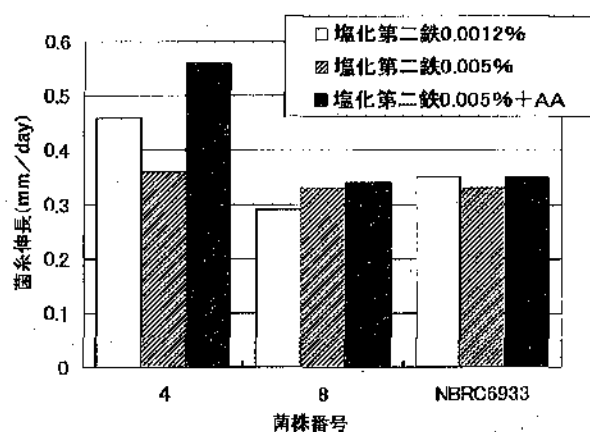
二鉄濃度の添加効果は、菌株によって異なり、明らかな傾向は認められなかった（図－3、4）。また、グルコース濃度は1.0%添加の菌糸伸長が0.15%に比較して良好であった（図－5）。



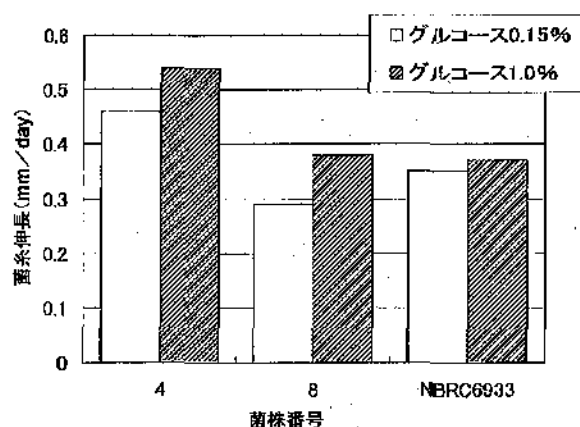
図－2 培地の種類とマツタケ菌糸伸長の関係



図－3 メネデール添加とマツタケ菌糸伸長の関係



図－4 塩化第二鉄濃度とマツタケ菌糸伸長の関係
グルコースは0.15%添加



図－5 グルコース濃度とマツタケ菌糸伸長の関係
塩化第二鉄は0.0012%添加

引用文献

(1) 岐阜県森林科学研究所（2003）H14年度岐阜県森林科学研究所業務報告．75pp，岐阜県

クリタケ菌床栽培技術の開発

(平成15～17年度 初年次)

担当者 井戸好美 水谷和人

1. 試 験 目 的

近年、キノコ類は中国等からの安価な輸入品の増加により、市場価格は低迷している。また、岐阜県のヒラタケ生産は全国第二位であるが生産量は激減し、危機に陥っている。このため、県内のキノコ生産者からは新たな栽培作目の作出が強く望まれている。そこで、県内全域に分布して馴染みがあり、味も良く、鮮度保持できることから生鮮品でも水煮等の加工品としても商品性が期待でき、菌床栽培を行う事により、周年栽培が可能となるクリタケについて菌床栽培技術の開発を図ることが必要である。従来クリタケは伐根等を利用した原本栽培が行われているがキノコの収穫までに1年半以上の期間を要し、発生も秋に集中することから、本研究では短期間で周年栽培できる菌床栽培技術の開発、実用化を目指す。そのため、クリタケ野生菌株の生理特性を把握するとともに菌床栽培に適する菌株を選抜する。

2. 試 験 方 法

2.1 クリタケ野生菌株の収集と保存

遺伝資源としてクリタケの野生菌株を収集し保存するため、県内外に自生するクリタケ野生株を採集した。採集した子実体は組織分離法並びに多孢子分離法により分離・培養した。その後継代培養法により菌株を保存した。

2.2 クリタケ野生菌株の生理特性

2.2.1 供試菌

供試菌は岐阜県森林科学研究所保存のクリタケ野生菌株12系統を用いた。ただし、スギオガ粉培地での菌糸伸長速度試験はクリタケ野生菌株1系統を用いた。

2.2.2 温度別の菌糸体伸長

菌糸体の最適伸長温度を把握するため、温度別の菌糸体伸長を測定した。培地はPDA培地(Difco製)を用い、直径9cmのシャーレに15mlの培地を加え、120℃で20分間滅菌した。この培地に、あらかじめPDA平板培地で培養し、培地ごとに切り出した直径5.5mmの菌糸片を接種し、15℃～30℃の4段階に設定した恒温器で12日間培養して菌糸体伸長を測定した。測定は伸長コロニーの直径を長径、短径の2方向について計測し、両者の平均値をもって菌糸伸長とした。供試シャーレ数は1系統2枚とした。

2.2.3 寒天平板培地での系統別菌糸体伸長

系統別の菌糸体伸長を把握するため、PDA平板培地での菌糸体伸長を測定した。培養は22℃で12日間行った。その他の手順は2.2.2の温度別の菌糸体伸長と同様である。

2.2.4 液体培地での系統別菌糸体重量

系統別の菌糸体重量を把握するため、PD液体培地での菌糸体絶乾重量を測定した。培地はPD液体培地(Difco製)を用い、100mlの三角フラスコに50mlの液体培地を加え、120℃で20分間滅菌した。この液体培地に2.2.2の温度別の菌糸体伸長と同様の手法で培養した菌糸片を5片接種した。その後、22℃の恒温器内で56日間振とう(100rpm)培養し、培養菌糸体を濾過し、60℃で5日間乾燥後、菌糸体絶乾重量を測定した。供試数は1系統2本とした。

2.2.5 スギオガ粉培地での菌糸体伸長

クリタケの施設栽培において安価な針葉樹オガ粉の利用を図るため、スギオガ粉を培地基材とした場合の各種培地条件が菌糸体伸長に与える影響を調査した。培地基材はスギ辺材とスギ心材で培地添加物のコーンプラン（ポッカコーポレーション製）の添加割合を容積比で10：1、10：2、10：3とし、更に培地含水率を65%、70%、75%に調整した。これらの培地を径40mm×130mm試験管に各50g詰め、120℃で45分間の滅菌処理を行い、菌糸片を培地中央に接種した。供試数は各5本で一定期間培養後の菌糸伸長速度を測定した。

2.3 菌床栽培試験

2.3.1 供試菌

供試菌は系統別栽培試験が当研究所保存のクリタケ野生菌株12系統を用い、容器別栽培試験はクリタケ野生菌株1系統を用いた。

2.3.2 系統別栽培試験

菌床栽培に適する系統を選抜するため、系統別の栽培試験を行った。培地は培地基材のブナオガ粉に培地添加物のコーンプランを容積比で10：1.5に混合したものに水を加え含水率を65%に調整した。種菌は森林科学研究所で調整したオガ粉種菌を用い、良くほぐした後、培地表面全体にいきわたるように接種した。培養は21℃の暗黒室で6ヶ月間とした。発生は接種した種菌部分を取り除いた後15℃、相対湿度90%の室内で行った。収穫は子実体の膜が切れた時点に株ごと採取し、傘と茎を合わせた全重量を測定した。収穫回数は1～3回とした。なお、供試本数は1系統当たり7～9本とした。

2.3.3 容器別栽培試験

栽培瓶の違いによる子実体発生への影響を検討するため、ヒラタケ栽培用の800cc PP（ポリプロピレン）ビン（以下PPビンとする）とナメコ栽培用の800cc広口ビン（以下広口ビンとする）で栽培試験を行った。栽培手法は系統別栽培試験と同様とした。なお、供試本数は5～7本とした。

3. 結果と考察

3.1 クリタケ野生菌株の収集と保存

今年度は、県内の飛騨市、谷汲村、荘川村をはじめ、福井県においても採集を行い、15系統を保存した。

3.2 クリタケ野生菌株の生理特性

3.2.1 温度別の菌糸体伸長

温度別の菌糸体伸長を示したのが図-1である。供試した12系統の内9系統は25℃が最も良い伸長を示し、残りの3系統は22℃で最も良い伸長を示した。このように系統間に差はあるものの最適伸長温度は25℃前後であるとみられた。また、30℃では12系統とも菌糸体伸長はみられなかった。

3.2.2 寒天平板培地での菌糸体伸長

PDA平板培地での系統別菌糸体伸長を示したのが図-2である。供試した12系統の中で最も良い伸長を示したのは菌株4の45.5mmであった。次いで菌株1の37mm、菌株9の33.5mmと良い伸長がみられ、最も伸長が遅かったのは菌株3と11の23.5mmであった。このように系統間で2倍程度の差がみられた。

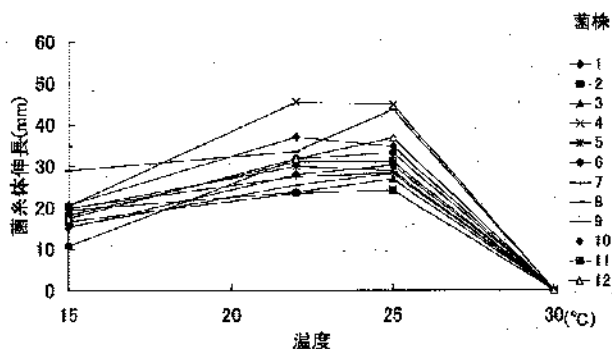


図-1 温度別菌糸体伸長(PDA培地、12日間)

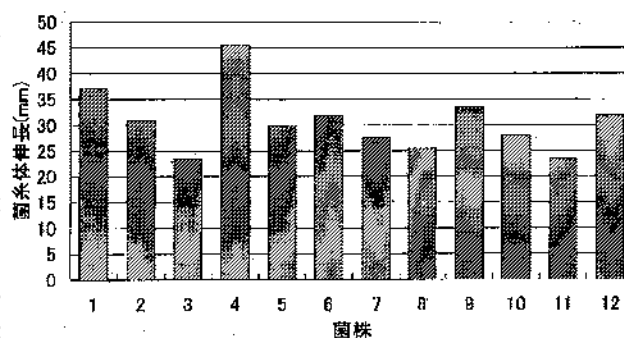


図-2 系統別菌糸体伸長(PDA培地、12日間)

3.2.3 液体培地での菌糸体重量

PD液体培地での系統別菌糸体絶乾重量を示したのが図3である。供試した12系統の中で最も良く生長を示したのは菌株12の260mgであり、他に200mgを越えたのは菌株5、6、9の3系統であった。また、寒天平板培地で最も良い伸長を示した菌株4は供試した12系統で最も少ない重量であった。このことから、菌糸体伸長量と菌糸体重量には相関がないことがわかった。また、液体培地での菌糸体重量は菌糸体伸長量同様系統間でかなりの差があることがわかった。

3.2.4 スギオガ粉培地での菌糸体伸長

各種培地条件と菌糸伸長速度の関係を示したのが図4である。スギ心材は菌糸伸長速度が0.94~1.56mm/dayで、スギ辺材の2.43~3.30mm/dayに比較すると全ての試験区で非常に遅かった。菌糸伸長速度は、培地基材及び培地含水率に関係なく、栄養添加割合が増加するにつれて低下した。また、最も早い培地はスギ辺材と培地添加物の割合が10:1で含水率70%の時であった。

3.3 菌床栽培試験

3.3.1 系統別栽培試験

供試した12系統で栽培試験を行ったところ、子実体の発生がみられたのは4系統であった。その4系統の子実体発生重量を示したのが図5である。最も多く子実体が発生したのは、菌株12の62gで次いで菌株5の59g、菌株4と菌株1は発生重量が少なく、29gと18gであった。発生回数は菌株12と菌株5は3回発生しているのに比べ、菌株4は2回、菌株1は1回しか発生せず、系統により発生回数に差がみられた。また、系統別の子実体発生割合を示したのが図6である。発生割合は供試した栽培本数のうち子実体が発生した栽培本数の割合で示した。発生重量の最も多い菌株12は全ての栽培ビンから子実体の発生がみられた。しかし、発生重量が同じ菌株5は発生割合が0.25（8本中2本から発生）と低く、栽培の安定性が低いことがわかった。他の菌株4は0.67（9本中6本から発生）、菌株1は1.0（7本中7本から発生）と比較的発生割合は高かった。また、発生した子実体の形態的特性を比較するため、各系統の平均傘径

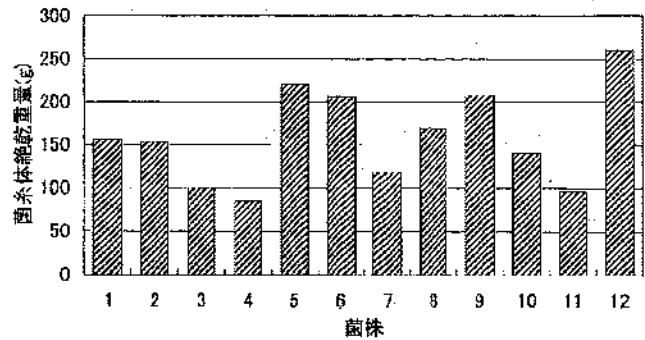


図-3 系統別菌糸体絶乾重量(PD液体培地、56日間)

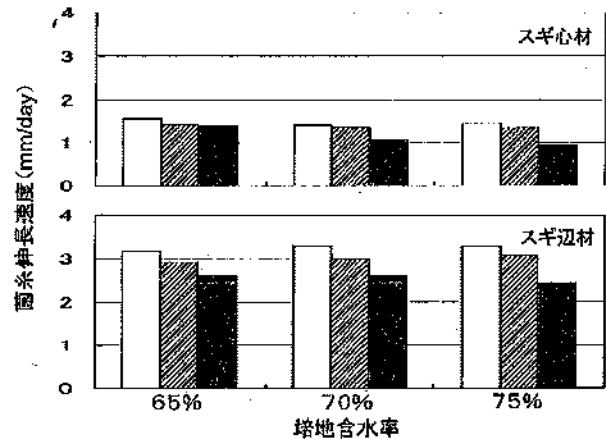


図-4 栄養添加割合および培地含水率とクリタケ菌糸伸長速度の関係

栄養添加割合は培地基材にコーンブランを容積比で

□ 10:1, ▨ 10:2, ■ 10:3

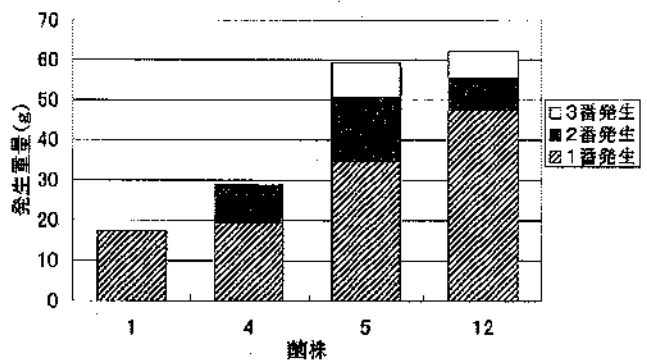


図-5 系統別子実体発生重量

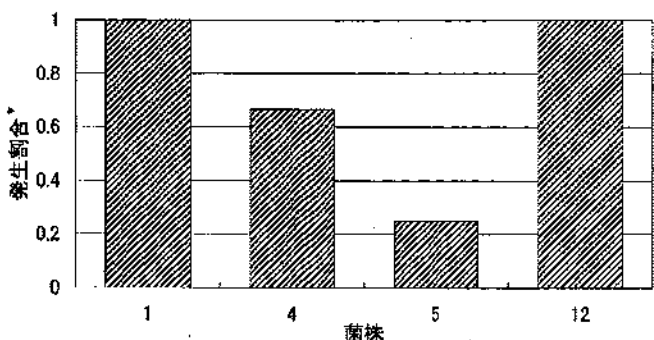


図-6 系統別子実体発生割合

発生割合 * : 子実体発生本数 / 供試本数

と平均柄長を示したのが図-7である。4系統の中で菌株5と菌株12は平均傘径が30mm以上、平均柄長が50mm以上と比較的大きい子実体が発生することがわかった。しかし、菌株4は平均柄長が50mmと菌株5や菌株12と変わらないが、平均傘径が24mmと小さかった。また、菌株1は平均傘径が19mm、平均柄長が39mmと4系統の中では最も小さいキノコであった。これらのことから、発生重量や発生した子実体の形状は系統によりかなり差があることがわかった。今回供試した系統の中では菌株12が最も発生重量が多く、発生も安定しており、菌床栽培に適すと考えられる。今後はこれらの系統を用いて、栽培技術の検討を行っていく予定である。

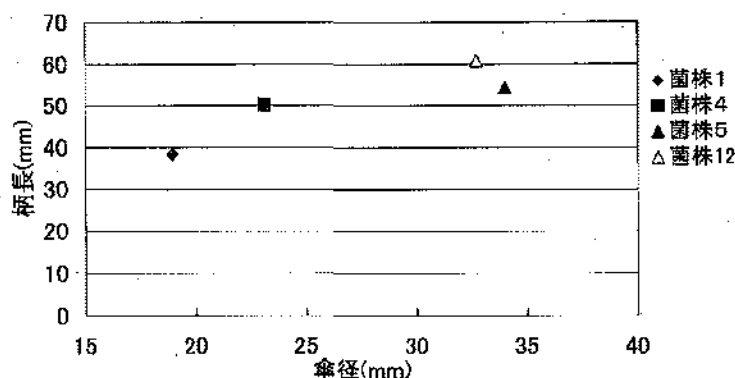


図-7 系統別平均傘径と平均柄長

N=1: 67, 4: 67, 5: 10, 12: 78

3.3.2 容器別栽培試験

容器別の子実体発生状況を示したのが表-1である。子実体の発生重量はPPビンが62g発生したのに比べ、広口ビンが65gとほぼ同じであった。また、発生本数はPPビンが18本、広口ビンが15本で発生重量同様差はみられなかった。子実体の形態的特性を比較したのが表-2である。平均傘径、平均柄長ともにPPビン、広口ビンともに発生した子実体に差はみられなかった。

このことから、クリタケの菌床栽培において、ヒラタケ栽培用のPPビンとナメコ栽培用の広口ビンのどちらを利用しても発生してくるクリタケ子実体に差がないことがわかった。

表-1 容器別の子実体発生状況

試験区	発生重量 (g)	発生本数 (本)	個重 (g/本)	供試本数 (本)
PPビン	62.2±4.5	17.9±5.4	3.5±0.9	7
広口ビン	65.0±8.7	15.2±4.0	4.3±0.8	5

供試本数1本当たりの平均値±標準偏差

表-2 子実体の形態的特性 (容器別)

試験区	傘径(mm)	柄長(mm)	傘径/柄長
PPビン	32.7	60.8	0.54
広口ビン	30.6	61.7	0.50

森林資源モニタリング調査データ地理解析事業（県単受託事業）

（平成14～16年度 2年次）

担当者 古川邦明 茂木靖和 渡邊仁志

1. 研究目的

国では持続的な森林管理経営を目的に、平成11年度より、4kmメッシュ定点における森林資源の現況等の調査を進められているが、適切な森林施業を推進していくためには、森林資源等の現況を的確に把握するとともに、施業にともなう森林環境への影響を評価していくことが不可欠である。

この事業では①伐出等の森林施業が植生の多様性、土壌保全性に及ぼす影響を明らかにし、施業上配慮すべき事項を調査分析すること、②これらの事項に対応した適正な施業形態（除伐、下刈の実施方法、主間伐の作業方式・機械選択等）を分析・整理することを目的とする。

2. 調査内容

2.1 調査方法

「森林資源モニタリング調査データ地理解析事業調査実施要領」（（社）林業機械化協会）に基づき実施した。

A. 調査地の概況調査

調査地の伐区全体を対象として、図面、聞き取り、踏査による調査を実施する。調査内容は、①地籍、②土地所有区分、③地況、地理（面積、傾斜、標高、地形区分、地利、19座標系座標）、④林況（林齢、樹種、林種、下層植生、土壌、材積、密度、平均胸高直径、平均樹高）、⑤気象条件、⑥植栽（密度、植栽方法）、⑦伐採（伐採種、伐採率、伐採量）、⑧作業システム、⑨施業履歴、⑩プロット配置図等である。

植生等に関する調査は、半径5.6mの円形プロットを伐区内に4箇所設定して、以下のB～Eの調査項目について行った。

B. 立木調査

胸高直径5cm以上の立木を対象に毎木調査を行う。調査内容は①樹種、②胸高直径（1.2m位置、1cm単位）、③樹高（0.1m単位）、④損傷木（状況）とする。

C. 植生調査

円形プロット内において、階層別の植被率及び出現する種名と優占度を現地で確認する。階層区分は、上層（8m以上）、中層（2m以上8m未満）、低層（0.3～2m）、下層（0.3m未満）とする。

D. 開空度調査

開空度調査は、デジタルカメラ（Nikon CoolPix950）に魚眼レンズコンバータ（Nikon FC-E8）を取り付けて、各円形プロットの中心点で撮影した。撮影高度は、デジタルカメラ上面で1.3mとした。全天空写真のから開空度の解析には、Lia32 for Winを使用した。

E. 土壌調査

円形プロット内の土壌侵食度および土壌物理性の調査を行った。

土壌侵食度は、0～3の4区分とし、区分0：有機物層で覆われている（沈下や攪乱跡無し）、区分1：有機物層で覆われている（沈下や攪乱跡あり）、区分2：有機物層が消失している（ガリーは認められない）、区分3：有機物層が消失している（ガリーが認められる）、に判定して、見取り図を作成し各区分毎にプロット内の面積割合を求めた。

土壌物理性の調査では、A0層を除去して100ml採土円筒（Daiki D1K-1801）に土壌を採取し、土壌

空隙率（粗空隙、細空隙）を測定した。

2.2 調査地

調査地は、3～5年以内に間伐等で伐出作業を実施した林分で、作業の記録が残っており、作業内容が明らかな加茂郡東白川村内の間伐及び択伐を行った林分、5箇所に調査区を設定した。

3. 結 果

3.1 調査箇所概要

調査は、加茂郡東白川村の5ヶ所で実施した。

東白川村での調査は、ヒノキの間伐林分で集材路を開設し林内作業車で普通集材を実施した林分で4ヶ所、架線での普通集材実施林分から1箇所を調査した。

表-1に各調査地の最近の施業内容と現況、表-2に作業システムの一覧を示す。

表-1 最近の施業内容と現況

No.	市町村	施業内容	施 業 時		現 在 ¹⁾	
			樹 種	林 齢	樹 種	林 齢
1	東白川村	間 伐	ヒノキ	30	ヒノキ	35
2	東白川村	間 伐	ヒノキ	30	ヒノキ	35
3	東白川村	択伐（一部皆伐）	ヒノキ	58	ヒノキ	63
4	東白川村	間 伐	スギ・ヒノキ	33	スギ・ヒノキ	38
5	東白川村	間 伐	ヒノキ	33	ヒノキ	36

（2004年3月現在）

表-2 各調査地作業システム一覧

No.	Type	システムの内容
1	4	チェーンソー伐倒造材＋林内作業車集材（ウインチ木寄せ）
2	4	チェーンソー伐倒造材＋林内作業車集材（ウインチ木寄せ）
3	5	チェーンソー伐倒造材＋白走式搬器集材
4	4	チェーンソー伐倒造材＋林内作業車集材（ウインチ木寄せ）
5	4	チェーンソー伐倒造材＋林内作業車集材（ウインチ木寄せ）

3.2 植生等に関する調査（プロット調査）

3.2.1 プロットの概要

プロットの概要を表-3に示す。

表-3 プロット調査一覧

調査地No.	プロットNo.	属 性	斜面方位	平均傾斜	植生多様性	土壌保全性
1	1	林道集積付近	北西	28	やや劣っている	優れている
	2	林内走行跡	尾根	0	普通	やや劣っている
	3	林内走行跡	北	16	普通	劣っている
	4	対象地	北東	35	普通	優れている
2	1	林内走行跡	北	30	やや劣っている	やや劣っている
	2	木寄せ箇所	北東	27	劣っている	普通
	3	林内走行跡	東	34	劣っている	やや劣っている
	4	対照地（最奥）	北東	36	普通	やや劣っている
3	1	対照地	北北東	29	普通	優れている
	2	先柱付近	北	36	劣っている	優れている
	3	先柱付近	北	21	劣っている	優れている
	4	集積土場付近	北	22	普通	優れている
4	1	林内走行跡（傾斜）	北	20	やや劣っている	普通
	2	対照地	北西	33	やや劣っている	やや劣っている
	3	木寄せ箇所	北北西	30	やや劣っている	優れている
	4	林内走行（沢）	北西	8	やや劣っている	やや劣っている
5	1	木寄せ箇所	南南西	36	やや劣っている	優れている
	2	木寄せ箇所	南南東	36	やや劣っている	優れている
	3	林内走行	南南東	17	やや劣っている	やや劣っている
	4	対照地	南西	38	やや優れている	優れている

3.2.2 植生等調査

植生調査の結果を表4に示す。東白川村はヒノキの人工林率が高く、その多くの林床はササが優先している。各調査地もミヤコザサが優先しており、植被率は9割前後の林分が多い。林内走行による轍跡にもササの進入が認められた。下層植生には他の木本や草本が認められたが、ほとんどが優占度1や+が多い。また尾根部の走行跡の植生は作業後5年経過しても回復していなかった。

表－4 植生調査結果

調査地No	プロット	上層	中層	低層	下層
1	1	ヒノキ	タムシバ	アオハダ、シロモジ、ウワミズザクラ、 タムシバ他	ミヤコザサ、ワラビ他
	2	ヒノキ	コシアブラ	－	ミヤコザサ、ワラビ他
	3	ヒノキ	－	－	ミヤコザサ他
	4	ヒノキ	－	タムシバ	ミヤコザサ他
2	1	ヒノキ	－	－	ミヤコザサ他
	2	ヒノキ	－	－	ミヤコザサ、シロモジ、フジ他
	3	ヒノキ	－	－	ミヤコザサ、コアジサイ、ゼンマイ、オカトラノオ他
	4	ヒノキ	ヒノキ	－	コアジサイ、シロモジ、サリフタギ、タムシバ、ヤマウルシ、ミゾシダ、シシガシラ
3	1	ヒノキ	ヒノキ、シロモジ、タムシバ、 オオウラジロノキ、コシアブラ	シロモジ、タムシバ	ミヤコザサ、シロモジ、コアジサイ他
	2	ヒノキ	シロモジ、タムシバ、カマツカ	－	ミヤコザサ、フジ、サルトリイバラ、シシガシラ、ヤブムラサキ、タムシバ、シロモジ
	3	ヒノキ	シロモジ、ナツハゼ、コシアブラ他	シロモジ、コバノガマズミ、アセビ他	ミヤコザサ、アセビ、コアジサイ、シロモジ、シシガシラ他
	4	ヒノキ	コシアブラ	シロモジ、コウヤミズキ、ヤブムラサキ、アカシデ、アオハダ、サリフタギ	ミヤコザサ、コアジサイ、サルトリイバラ、ヤマウルシ、マルバアオダモ、ゼンマイ他
4	1	ヒノキ	ヒノキ	－	ミヤコザサ他
	2	ヒノキ	－	－	ミヤコザサ、シロモジ、ミゾシダ、シシガシラ、コアジサイ他
	3	ヒノキ	－	－	ミヤコザサ、シロモジ、ネジキ他
	4	ヒノキ、スギ、マツ	－	－	ミヤコザサ、シロモジ、ムラサキシキブ、カンズゲ
5	1	ヒノキ	－	－	ミヤコザサ、シロモジ、アセビ他
	2	ヒノキ	－	ミヤコザサ、アセビ、ヤマツツジ他	ミヤコザサ
	3	ヒノキ	－	－	ミヤコザサ他
	4	ヒノキ	－	タムシバ、シロモジ他	ミヤコザサ、タムシバ、シキミ、シロモジ、アセビ、ネジキ他

3.2.3 土壌および攪乱調査

架線集材の調査地3は、集材作業による土壌への影響は認められない。土壌空隙率でも集材架線下とその他の場所で明らかな差は認められなかった。

その他の調査地では、林内作業車が集材路と林内を走行して、ウインチ木寄せで搬出している。林内走行した箇所は、轍跡が残っており、走行回数の多い場所や尾根では一部土壌の流出が認められた。また、集材路による集水で、林内が侵食されている箇所が認められた。

3.2.4 損傷木調査

林内作業車の作業地では、作業にともなう損傷木の発生は認められなかった。一方、架線による択伐材集材において、材やワイヤーと残存木の接触による損傷が発生していた。損傷の程度は表皮のみから材の損傷までである。

4. 今後の課題

昨年度と同様、植生の多様性への影響は、作業システムの違いではなく、間伐率の違いによる林分密度の違いに拠るところが大きいと思われる。また、高密路網開設林内作業車集材による定性間伐では、集材路以外では土壌への影響はほとんどなく、残存木の損傷も認められなかった。聞き取り調査では、作業生産性も高く、ヒノキ林の間伐では採算があっている。集材路開設や効率的な木寄せ技術等の制約はあるが、岐阜県においても、今後とも有効な作業方法と考える。

林業労働災害防止機械・器具等開発改良事業
モノレールの簡易軌条作設装置の開発
林業・木材製造業労働災害防止協会公募課題

(平成15年度 単年度)

担当者 古川邦明(岐阜森林研)
佐竹利昭、蓬萊圭司(藤井電工)

1. 開発の目的

モノレールのレール敷設作業は、人力によってレール資材を運搬し、レール・支柱を仮組みし、支柱を油圧ハンマーや電動工具により地中1.0～1.5mまで打込み、レール取付金具を固定して作業が進められる。これらの作業は、急傾斜地で行われるため足場は悪く、人力に依存した重労働であり、特に支柱の打込み作業では作業員は振動・騒音にさらされている。

また、敷設したレールの付け替えは、支柱の引き抜き作業が必要となるため、ほとんど行われていない。そのため、モノレールの稼働・利用頻度は低く、モノレール導入を阻害する要因の一つとなっている。

そこで、ユニバーサルアームの導入による打ち込みハンマー等の移動の省力化、小形・低騒音油圧ユニットの採用による振動・騒音の低減、新しい打ち込み及び支柱引き抜き機構を考案し、簡易軌条作設装置の開発を行うことにより、作業員の作業環境の改善と作業効率の向上及びモノレールの用途拡大を図る。

2. 開発・改良の概要

2.1 低騒音・低振動化

小形・低騒音の油圧ユニットを採用し、これを傾斜地作業に対応できるよう、振り子式に作業台車に取り付けた(図1-1, 図2)。これにより、傾斜45度での安定した連続動作を行うことができる。

2.2 作業員の振動低減

打ち込み作業時に、最も振動と騒音にさらされるのは打ち込み用のハンマーの操作である。そこで、打ち込み作業中もハンマーユニットに直接触れずに操作できるよう、打ち込みユニットにハンドルを取り付けた。

2.3 支柱打ち込み機構

打ち込みヘッドは、先端部を4分割し、ヘッド一つで回転(分割部が回転により拡張し回転力を支柱に伝達する)押し込み、打撃による支柱打ち込み及び回転引き抜き全ての動作に対応できるものとした(図3)。また規格の異なる各種支柱に対応するため、ヘッド部はアタッチメント式としている。

①押し込み

支持力の低い場所では打ち込みヘッド部を、駆動チェーンで下方に駆動させることにより支柱を押し込み設置する。

②回転押し込み

粘性度の高い土壌では、打ち込みヘッド部を回転させながら、押し込みを行うことが可能。これにより、チェーン駆動力だけでは押し込みできない土壌へも対応することができる。回転押し込みの場合は、マスト下部からスパイクを地盤に打ち込み、回転で生じる反力を支える必要がある。

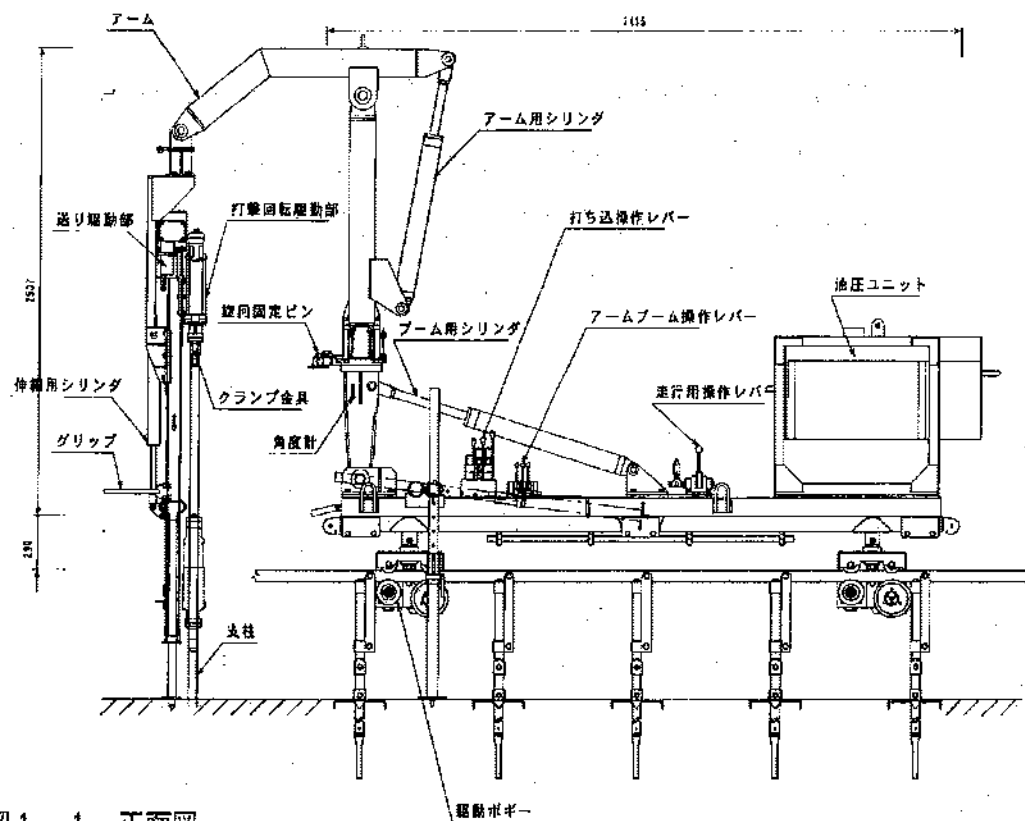


図 1-1 正面図

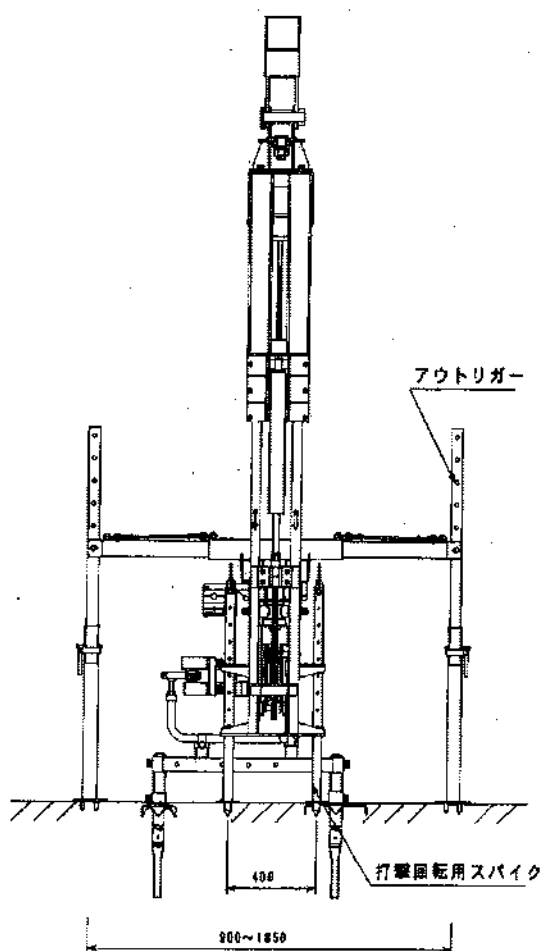


図 1-2 側面図

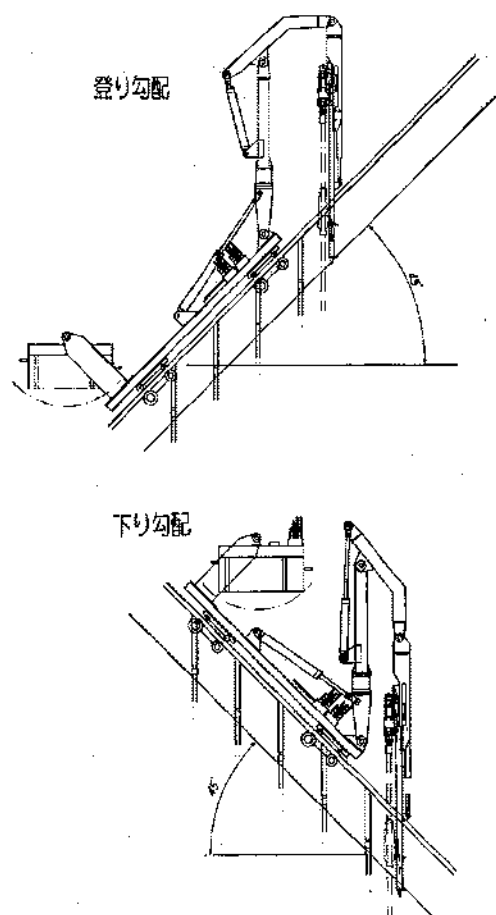


図-2 傾斜地作業対応(姿勢)

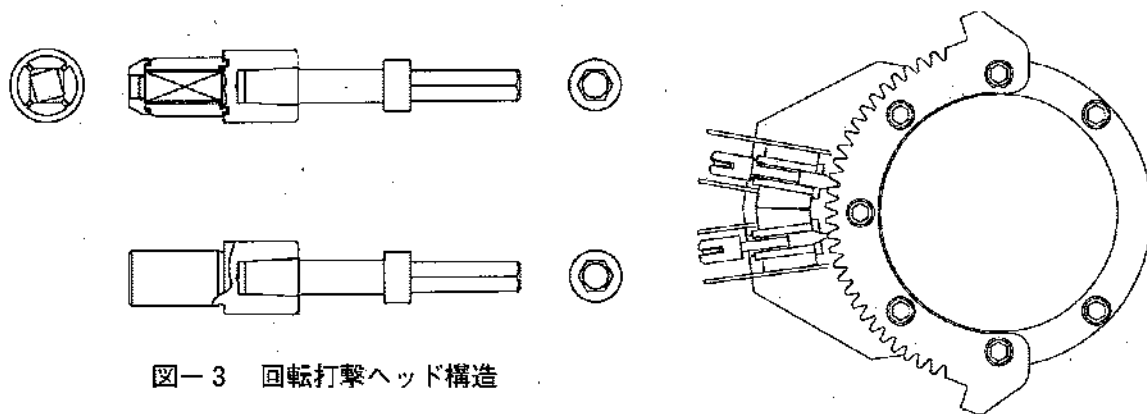


図-3 回転打撃ヘッド構造

③打撃打ち込み

転石やレキが多い地盤では、従来の油圧ハンマーと同様、打撃による打ち込みを行う。作業員は、打ち込みヘッド部から離れているため、従来の作業のように、至近距離で打撃音に長時間さらされることはない。

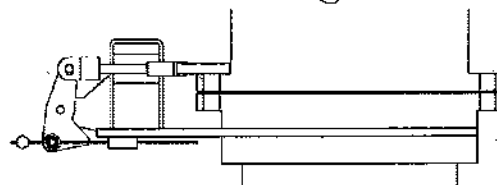


図-4 マスト回転制御機構

2.4 支柱引き抜き機構

4分割したヘッドが回転により広がり、支柱内面との摩擦により、回転引き抜きを行う（図3）。支柱端部が打ち込み時や、運行中に変形してしまうと、支柱のチャックは難しい。この場合、クランプ金具を使ってヘッドの上方駆動により引き抜きを行う必要があった。引き抜き時、回転引き抜き・クランプ引き抜きとも架台への負荷が大きいため、アウトリガーを使用する。

2.5 傾斜地対応マスト機構

打ち込みヘッドを支えるブームとアームは、油圧シリンダによって前後に傾斜させ、傾斜0～±45度までの打ち込み作業に対応させた（図-2）。ヘッド部のレール支柱打ち込み位置への移動は、前後の移動は原則台車全体の移動、左右の移動はブーム回転で行う。回転は手動とし、急傾斜地で安全に位置合わせを行うため、常時はストッパーがバネで回転制御ギヤに押し込まれ、回転時のみ手元レバーでストッパーを解除する。レバーを離すと、ストッパーが自動作動する安全確認システムを採用した（図4）。

2.6 アウトリガー

架台左右に手動式のアウトリガーを取り付け、回転・押し込みによる支柱打ち込み時、又は引き抜き時に生じる架台、駆動輪への荷重を軽減する。なお、急傾斜地作業でも作業員への負荷が少ないよう、立ち姿勢での作業が可能な構造とした（図1-2）。

2.7 作業架台と駆動架台の分離

各種のレール、台車に対応するため架台部と駆動部は分離式とした（図1-1）。これにより、メーカー毎に規格の異なる走行レールの敷設にも使用できる。

表-1 騒音測定結果 (LAeq,10 dB)

作業方法	騒音測定結果	従来方式	開発機械	
			オペレータ	作業員
打撃	騒音	113	103	104
	周波数分析 Hz	250	76	72
		500	94	89
		1000	106	98
		2000	110	99
		4000	108	100
		8000	106	96
回転・押込	騒音	—	78	73
	周波数分析 Hz	250	72	68
		500	70	64
		1000	73	69
		2000	66	62
		4000	64	61
		8000	61	50

3. 開発の成果

3.1 作業環境の改善

作業員の騒音による負担を低減した(表1)。開発機械によっても打撃音自体の低減は難しかったが、打ち込み作業時における作業員の位置は、打撃発生源から10数センチであったものが、オペレータで約1.5m、その他補助員も1m以上離れて作業が可能となり、生理的負担は非常に低減された。

従来の支柱打ち込み作業では常に重労働であった。開発機では、これらの負担が軽減され作業環境が大幅に改善できた。

3.2 作業能率の向上

実証試験では、転石やレキ混じり土でのみの比較を行った。従来型は支柱打ち込みを4人作業(ハンマー1名、その他3名)で行う必要があったのに対し、開発機では3人作業(オペレータ1名、その他2名)で行うことができる。

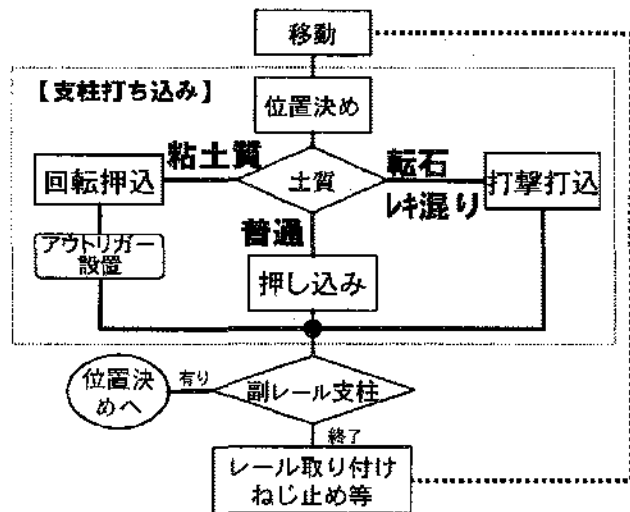


図-5 作業フロー図

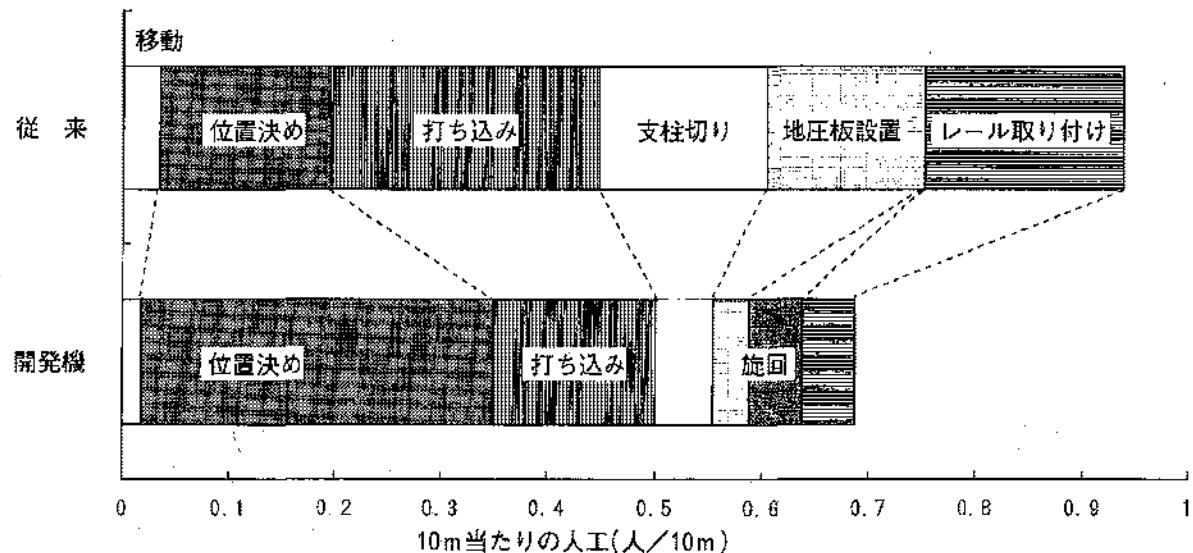


図-6 作業構成と敷設作業効率の比較

作業の流れを図5に示した。支柱打ち込みとレール取り付けを繰り返して行う。従来型による開設は43m/日、開発機は44m/日と差はない。しかし、10m開設に必要な人工数で比較すると、従来型0.93人/10m、開発機は0.68人/10mと約4割程の作業効率の向上が認められた(図-6)。ただし、土質が柔らかい場所では差は小さくなると思われる。

東アジア酸性雨モニタリングネットワーク 酸性雨モニタリング（土壌・植生）調査

担当者 渡邊仁志 茂木靖和

1.1 目的

環境省は1998年より東アジア酸性雨モニタリングネットワーク（EANET）を設立し、東アジア10ヶ国とともに酸性雨のモニタリングを実施している。このモニタリングは、国内の代表的な森林における酸性雨による生態系への影響を早期に把握するために実施される。本調査はそのうち伊自良湖（山県市）において森林モニタリングを行うものである。なおこの調査は環境省の委託により全国で実施される調査の一部であり、県健康福祉環境部大気環境室の依頼により実施するものである。

1.2 調査場所および方法

伊自良湖（山県市長滝釜ヶ谷）のヒノキ人工林において、環境省地球環境局と（財）日本環境衛生センター酸性雨研究センターの「土壌・植生モニタリング手引書（平成15年3月）」に基づいて現地調査を行った。

1.3 結果

調査した林分では、酸性雨などが原因だと考えられる林木の衰退はみられなかった。調査結果はとりまとめて県健康福祉環境部大気環境室に提出した。

土地分類基本調査

担当者 渡邊仁志 茂木靖和

1.1 目的

国土調査法（昭和26年法律第180号）第2条第1項第2号および同条第2項が規定する土地分類基本調査を実施している。この調査の一環として、土壌生産力に着目し、効率的な森林管理を行うための林地土壌の調査および土壌図の作成を行う。なおこの調査は国土交通省が実施する土地分類基本調査の一部で、県地域計画局土地対策室の依頼により実施するものである。

1.2 調査場所および方法

国土交通省国土地理院発行の1:50,000地形図「飛騨古川」および「白木峰」（岐阜県の区域に限る）のうち、地目が水田、普通畑、集落、河川・河川敷以外の場所（林地および丘陵地）を調査した。

総理府令に基づき岐阜県が定めた「都道府県土地分類基本調査作業規定」にしたがって、土壌の現地調査を実施した。林地土壌図を作成するため、母材や堆積状態など土壌の性質をもとに土壌を統・統群に分類した。

1.3 結果

現地調査結果に基づいて林地土壌図と林地土壌解説書を作成した。

この地域の標高の低い地域には、濃飛流紋岩類、花崗岩類、変成岩類を母材とする適潤性の褐色森林土壌、標高1,200m以上の地域には、湿性ポドゾル化土壌が広く分布する。

この地域ではスギ造林地がかなりの高標高地域にまでおよぶことがあるが、ポドゾル化の影響を強く受けた土壌の地域では、成林の可能性が低く、不成績造林地となりやすいため注意が必要である。

富山県境の白木峰（1,596m）の山頂付近には地塘がみられ、泥炭ポドゾルが分布する。ミズゴケ、ネバリノギラン、イワイチョウのほか、イグサ科の植物がみられる。近年、地塘周辺の乾燥化などにより、これらの環境が失われつつあるので、早急に対策をするべきである。

なお、本調査の成果は、国土調査法施行令第2条第1項第4号の3の規定により、土地分類基本調査図および土地分類基本調査簿として、岐阜県より公表される。

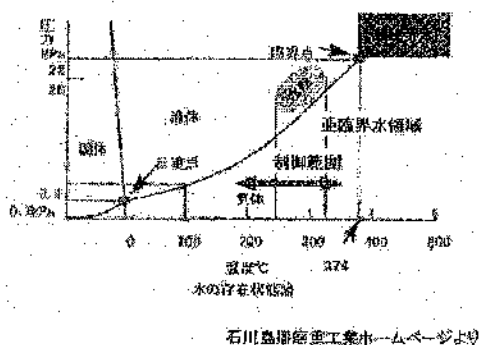
平成15年度(独)科学技術振興機構プラザ育成研究調査事業 — 亜臨界水抽出装置を用いた天然物成分の効率的抽出の調査 —

担当者 坂井至通 小枝 剛 中島美幸(森林科学研究所)
堀江茂幸(株)セレネ 熊崎真治朗((有)アイ・ジャパン)
今野俊秀((有)ゲンテックジャパン)

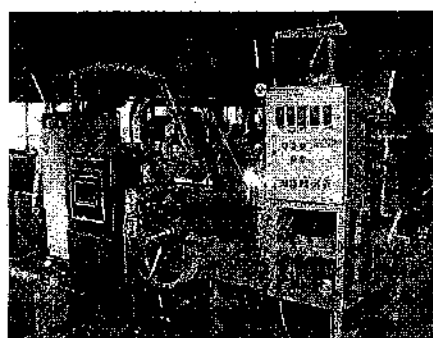
1. 研究調査目的

水は、温度を375℃以上、圧力を22MPa以上に上げると、水(液体)でもない蒸気(気体)でもない超臨界水流体となる(図1)。高温(200~400℃)高圧(1~20MPa)下におかれた水は熱水蒸気となり、優れた成分抽出作用と激しい加水分解作用がある(図1)。これを亜臨界水といい、これまでスギ・ヒノキ・ササ・竹などの枝葉から葉酢液、木・竹酢液を製造するために亜臨界水抽出装置を開発研究してきた(図2)。しかし、この装置は、過熱水蒸気の発生に電力を用いているため、コスト面や装置形状(大きさ、重量)で灯油利用に切り替える必要があった。今後、漢方エキスを製造や香料・精油成分抽出産業で利用するため、抽出効率やエネルギー効率を上げ経済的軽減を目的に、灯油を使った装置の改良を検討した。

*注: 水は、温度を375℃以上、圧力を22MPa以上に上げると、水(液体)でもない蒸気(気体)でもない超臨界水流体となる。臨界点より温度・圧力の低い熱水は、優れた成分抽出作用と激しい加水分解作用があり、ここでは一般に分かりやすくするため便宜上「亜臨界水」と呼ぶことにした。としている。



図一 1 水の存在状態図



図一 2 亜臨界水抽出装置

2. 研究調査項目及び方法

2.1 亜臨界水装置及び超臨界水装置の材質に関する調査

亜臨界水抽出装置の開発には耐圧容器、容器材質、過熱水蒸気圧力弁など、超臨界水流体装置で用いられている技術の調査が不可欠になる。産業技術総合研究所東北センター、熊本大学、静岡大学など先端研究機関で研究活動について情報収集を行った。

2.2 亜臨界水抽出装置による天然物(薬用樹木)成分抽出の応用調査

キハダとホオノキを材料に、亜臨界水抽出装置による成分(ベルベリンとマグノロール)の抽出条件(温度、圧力、時間など)を検討した。抽出液については、pH、色調、吸光度、キハダはベルベリン含量、ホオノキはマグノロール含量の測定を行った。図2に示した装置は、パイプの繋ぎ部分からの吹き出しが見られ、耐圧性(0.8~1Mpa)が少し弱いため、圧力は0.4Mpaを超えない条件を設定した。成分の分析には高速液体クロマトグラフ装置を用い、キハダ抽出液をADVANTEC No.2でろ過し、セルロースアセテートメンブランフィルター(13mm, 0.8μm)でろ過後HPLC測定試料液とした。生薬分析用ベルベリンおよびパルマチン標準品をメタノールで、400、200、40、20ppmに希釈し、標準溶液とした。HPLC測定は、使用機種にWaters Delta Prep 4000 Preparative Chrom

atography Systemを用い、カラムはDevelosil ODS UG-5 (4.6×150mm) を、移動相の組成は水：アセトニトリル：リン酸二水素カリウム：ラウリル硫酸ナトリウム (500ml：500ml：3.4 g：1.7 g)、流速 1.0 ml/minで測定波長は345nmとした。また、ホオノキ抽出液中のマグノロールの測定は、キハダ抽出液と同様にし、移動相を水：アセトニトリル：酢酸 (500ml：500ml：10ml)、流速：1.0 ml/min、測定波長を289nmとした。生薬分析用マグノロール標準品とした。

2.3 亜臨界水抽出装置の過熱水蒸気発生部の作成調査

亜臨界水抽出装置の過熱水蒸気発生部は電力供給による加熱を行うため、発電機が大型であることやエネルギー効率が優れないため、森林管理施業の現場で本装置を使用するには、林道の利用や電気エネルギーや冷却水の確保に難点があり、山土地での実際に利用するには、改良の余地が残されていた。

過熱水蒸気発生部の発電機 (重量約500kg, 200V15KW) を無くし、亜臨界水抽出装置の小型化を目標に、過熱水蒸気発生部について、灯油を使った高性能小型の過熱水蒸気発生装置の開発研究を行った。

3. 結果 及び 考 察

3.1 亜臨界水装置及び超臨界水装置の材質に関する調査結果

3.1.1 産業技術総合研究所東北センター (超臨界流体研究センター)

超臨界流体研究センターでは、超臨界流体として炭酸ガス、水、メタノール、エタノール、ブタノールなど様々な溶媒を利用し、超臨界炭酸ガスによる成分抽出、環境に優しい化学合成、超臨界水による汚泥処理プラントの設計、超臨界水の腐食に耐える材質の研究など幅広く研究が行われている。

木質系バイオマス利用については、クリーンエネルギーやグリーン資源としてセルロースを使って加熱分解の実験が行われており、バッチ式では反応時間のコントロールが難しいため、細いパイプを使った安全な実験が行われている。木材チップも微粉末であれば好都合だが、廃棄物に近い状態なら新たな処理技術が求められる。応用研究はこれから活発になると思われるが、反応パイプに材料を如何に入れるかが重要な課題である。一方、超臨界炭酸ガス流体による成分抽出では、鯛でのEPA抽出を事例とし、魚肉のように水分が多い試料は超臨界炭酸ガスが魚肉内部組織まで浸み込まないため抽出が進まなかったとの説明を受けた。おそらく木材は水分が多いと言っても40~50%程度なので大丈夫とのことだった。また、活性汚泥の超臨界水処理による燃料オイル化の研究では、木質系バイオマスの超臨界水処理で、炭素源換算として50%程をオイル化できた。活性汚泥と木質系バイオマスの決定的な違いは水分含量であり、どちらからも液状のオイルが得られたが、まだ利用できる段階ではない。大型プラントはかなり実証レベルに達しており、必要ならプラントはいつでも造れるが、どんな目的で、何を超臨界水処理したいのかが問題であり、付加価値が高ければ産業化は可能である。

超臨界水腐食に耐える材質調査については、超臨界水酸化で水だけを使う場合はほとんど問題はないが、酸化を促進するため酸素を添加したり、塩を加えると、反応中にSO₄やHClが発生し極端に材質の強度が悪くなる。ステンレスは鉄、クロム、ニッケル、モリブデンなどの配合量により様々な強度や耐腐食性が作られている。イオウ分やハロゲンは例え少しでも材料劣化には問題である。ステンレスでもニッケル合金が600~700℃でも腐食に耐え、木質系バイオマスのみを利用するなら、市販のSUS316か316Lを使えば問題ない。現在、国内には超臨界水処理施設が幾つか出来つつあり、実験室程度の実験ならほとんど問題はないが、プラントが大型化するに従い、金属腐食による装置の安全使用が問われるようになっていく。特に「割れ」が問題で、腐食は局所的であるが、高圧である故に破損は一気に進行する。主な金属疲労は「割れ」で、爆発的に破損が進行するケースが多い。ステンレス合金の顕微鏡観察では、完全に溶融してない金属粒子の廻りに腐食が進み、抜け落ちるように「金属粒子のこぼれ」が発生する。

3.1.2 熊本大学工学部物質生命化学科

これまで天然物成分の抽出にはヘキサンが多く使われてきたが、超臨界炭酸ガス抽出もこれとほぼ同様の成分が抽出される。費用のかかるプラントを組み上げるより、従来のヘキサンを使用した方が

良いとの考えが主流であったが、近年有機溶媒の環境への負荷と人体に有害性のある化学薬品の使用を抑える傾向があり、超臨界炭酸ガス抽出が再び注目されつつある。例えば、コーヒー豆中のカフェイン除去には、焙煎した豆ではカフェインとは別の油分が抽出されてくるため、豆がまだ青い内に抽出する。また、粉末化したコーヒー豆では今度焙煎ができない。従って、コーヒー豆からカフェインを除くには青い豆を使い、豆の内部まで炭酸ガスを浸透させるにはかなりの圧力コントロールと時間調整が必要になる。材料種や粉末度の状態、水分含量によって抽出効率が異なってくる。

日本における超臨界炭酸ガス抽出は、35℃、13MPaが限界で、抽出容器の容積も50mlがほとんどであるが、中国では1000L規模の超臨界炭酸ガス抽出機が作られており、日本のように規制が厳しくない。漢方薬の発祥の地で、抽出したい原料はたくさんあることから、日本より規模、企業研究費、研究者人数も、日本とは比べものにならない。

最近では超臨界炭酸ガス抽出と超臨界メタノール抽出を組み合わせることにより、従来の方法では抽出されなかった天然物が、精製も含めて1段階で分離することができるようになり、コストの面でも充分対応できるようになってきた。超臨界炭酸ガス抽出も付加価値のある成分の抽出にターゲットを絞ったり、有害性のある溶媒を使わなくて済むようにし、廃液の処理コストを無くすとか、企業の目的にあった技術開発が求められている。

3.1.3 静岡大学工学部物質工学科

超臨界水流体は22.1MPa374℃を超えたときに出来るが、大型プラントにしたときにはこの条件を保つにはかなりの技術が必要である。木質バイオマスへの利用には限界があり、現在はバイオマス発電といった方向で検討が進み、超臨界水の利用は進んでいない。最近では木質バイオマスに超臨界水を使うのは水素ガスを得るのに使われつつある。また、樹木からの成分抽出に超臨界水は向いていないため、ほとんどが有機物分解への利用である。建築廃材の焼却によるバイオマス発電が各地で動いているようだが、山間地での間伐材発電はあまりメリットがないように思える。林業の担い手を救済する意味では価値はあるかも知れないが、工業的には採算が取れないとのことであった。理由として、一定品質の材料が安定して得られないことや、粉碎する技術が確立されておらず、プラントを作って処理コストで採算が取れるのは、活性汚泥や酒粕廃棄物、とうふのおから屑、ミカンの皮、カニの甲羅といったものだ。セルロースを超臨界水で分解し、グルコースにエタノール化する研究があるが、木材のセルロースとヘミセルロースから単糖生成し、アーミング酵母でエタノール化するには、単糖の歩留まりが悪く、またアーミング酵母も100%のエタノール変換でないため、大変効率が悪い。エタノール化はサツマイモ、サトウキビなどのデンプン質原料が優先し、おそらく木質バイオマスは利用されないと思う。現在は、家畜糞尿の超臨界水処理を研究しているが、温度は500~900℃で超臨界温度400℃をはるかに超えている。これは水素ガスを獲るのが目的である。ただの分解だけでは、プラントはコストがかかるだけで維持はできない。

3.2 亜臨界水抽出装置による天然物（薬用樹木）成分抽出実験結果

キハダを160℃で抽出した時、蒸留液は無色透明であったが、ドレイン液は褐色を呈した。一方、240℃で抽出した時は、反対に蒸留液は褐色を呈した。ドレイン液はほとんど採取できなかった。抽出後の乾燥重量を示した。キハダとホオノキでは多少異なるかもしれないが、160℃では乾燥後も仕込み時とはほぼ同量であったのが、240℃を越えると30~60%と減量していた。160℃では蒸留液はpH 3付近、ドレイン液はpH4.5付近であるが、240℃では蒸留液はpH4付近で一定であったが、300℃になるとドレイン液と同じpH5付近に近づいた。キハダの160℃抽出のドレイン液にベルベリンが検出されたのみで、180℃を超えると、ドレイン液にもベルベリンは検出されなくなった。ホオノキは160℃でもマグノロールは検出されなかった。

キハダ抽出液は160℃程度が限界と思われ240℃、280℃、300℃では、蒸留液にかなりの油分が抽出されてきた。160℃では、ドレイン液にベルベリンが検出され、蒸留液はpH3~4の酸性液となり、これはスギ・ヒノキ・竹のチップや葉を用いたときと同じであった。高温高圧(160℃を超える)ではベルベリンが抽出されず分解が進んでしまうようで、むしろ温度を下げ圧力を上げる抽出法が必要と思わ

れる。水蒸気では圧力コントロールが難しいため、今後カラムを使った抽出法など検討が必要である。

本装置は、漢方薬製造業で応用するには、まだメリットが無いようであるが、高温高圧水蒸気で抽出したドレイン液に超臨界炭酸ガスを溶解させ、溶質の溶解力を減少させ水不溶性固体を析出するGAS法(Gas Anti-Solvent法)を使えば、揮発性の精油分を含んだ漢方エキスの製造も可能と思われる。

3.3 亜臨界水抽出装置の過熱蒸気発生部の作成調査

今回、装置の過熱水蒸気発生部を灯油等のエネルギー源を利用した装置への一部改良を行い、小型化、エネルギーの効率化を検討した。

様々な部品を組み立て、図3に示す過熱水蒸気発生部（橙色は灯油ボイラー、手前の長方形ボックスが過熱水蒸気発生部）を開発した。

現在、林業離れが進み、次世代継承者がいなくなり、放置林も年々増加し、雪害、崖崩れの発生要因のひとつとして社会問題となり始めている。特に岐阜県の山林は急斜面に植

ボイラー →
過熱水蒸気発生部 →



図-3 小型化した亜臨界水抽出装置

林した山が多く、頂上付近までスギ、ヒノキなどの針葉樹が植林されている。間伐や枝打ちなど森林管理が行われなくなった現在では、林業の活性化が主な課題となっている。灯油で過熱水蒸気が作れるため、重量が軽くなり形状もコンパクトになった。林道の利用が可能となったため、山土場の作業現場へ持ち込めるようになった。

4. 謝 辞

加藤碩一様（産業技術総合研究所東北センター長）、新井邦夫様（超臨界流体センター長）、生島豊様（超臨界流体センターチーム長）、畑田清隆様（主任研究員）、倉田良明様（材質チーム長）、渡辺豊様（東北大学大学院助教授）、後藤元信様（熊本大学教授）、佐々木満様（助教授）、佐古猛様（静岡大学教授）、岡島いづみ様（静岡大学博士後期課程）の皆様方には快くお話を聞かせていただき、また様々なアイデアを戴くことが出来ました。これも岐阜県理事丹羽吉夫様（元産業総合研究所理事）に事前に連絡をしていただいた賜と心より深謝いたします。

平成15年度研究萌芽探索事業

一森林資源の高度利用を目的とした遺伝子導入技術と有用成分の効率的生産に関する研究一

担当者 坂井至通 中島美幸 小枝 剛

1. 必 要 性

岐阜県のおよそ82%は森林で覆われ豊富な森林資源に恵まれているが、スギ・ヒノキ材の経済価値が低迷しているなか、森林資源の高度な活用が望まれている。一方、南飛騨国際健康保養地では県民の健康づくりに寄与するための施設建設が進められており、薬用や健康食材としての利用が考えられる各種有用植物の植栽も検討されている。付加価値の高い森林資源の活用を図るためには、岐阜県の風土に適応した樹種や薬用成分含量の高い品種を導入する必要がある。品種の鑑定には薬用成分生合成に関与する遺伝子の鑑定が有効となる。また、化学構造が複雑で合成ではコストのかかる有用成分の生産は、培養した植物細胞を用いて生産する方が有利な場合がある（例えば西洋イチイから得られる抗ガン剤のタキソールなど）。優良細胞を用いた成分の効率的生産技術、植物細胞のタンク培養技術、高感度分析を利用したカルス段階での選抜育種、医薬品原料の鑑定、細胞への有用遺伝子導入など、技術革新が不可欠となっている。

2. 事 業 実 績

2.1 森林資源の脳科学への応用

心と知能の働きは脳の働きである。脳の発達とは、神経経路の発達であり、脳細胞の数ではない。脳の発達には臨界期があり、おおよそ8才で、それ以降は、神経経路（シナプス）の数は増えず、コントロールしながら青春期に入る。そのため、赤ん坊は脳細胞がたくさん作られているが、ネットワークが出来ていないので、目が見えないし、音を聞いても判断できない。一方、アルツハイマー病はβアミロイドが脳細胞に沈着する病気で、老人斑ともいわれている。普通は溶けて無くなるが、歳を取ると沈着する。老人斑が出来るとアセチルコリンがでなくなり脳細胞は活性化しなくなる。これが進行すると脳の活動が弱まり痴呆症となる。老人斑があっても他の細胞が活動するので、脳をどんどん使うことがボケ防止になる。高齢化社会に向けたアルツハイマー病予防に役立つ有用成分を、岐阜県内の森林資源をターゲットに薬木、薬草、山菜、薬用キノコから見つけだし、成分を特定することは、他に先駆けた研究課題であることが分かった。

2.2 植物の遺伝子鑑定技術

これまでの遺伝子鑑定は、血液や唾液から親子関係を特定したり、植物分類に応用されていたに過ぎなかった。しかし、最近、ヒトでは個人毎に病気の原因となる遺伝子が見つかり、遺伝的な予防や医療に役立てられつつある。また、コメのブランド（コシヒカリ、ササニシキなど）品種鑑定が可能となってきている。

生薬原料のように、半加工された材料はSDS-KCl法を適用した抽出キットを用い、操作手順に改変を加えることで、DNA抽出が可能であるという情報が得られた。また、乾燥した組織由来のDNAは、断片化していることが多いが、葉緑体DNAの短い領域を対象とすれば、生薬の遺伝子鑑定技術の可能性が大きく開ける。

今年度のアメリカ植物学会遺伝子解析部会（2003.10.22～26、ソルトレーク市）に出席したところ、形質発現（器官の形態、病気抵抗性）に対して、遺伝子がどのように関わっているかを解明する研究

発表が多くなされた。形質発現のプロセスには、DNAレベル、RNAレベル、染色体レベルでの分子応答が関わっており、これら分子間での関係を解明することで、ある形質を支配する遺伝子の働きを知ることができると考えられた。また、DNAの塩基置換や挿入、欠失の変異性からハプロタイプを決定していくことにより、時系列を加味した系統進化のプロセスを解明することが可能になってきている。ハプロタイプ解析は、人間の生活に関わっている作物種の起源を明らかにすることで、馴化のプロセスを解明する手段にもなっている。

2.3 植物細胞への遺伝子導入技術と有用成分の工業的生産技術

健康有用成分を低コストで大量に生産するため、細胞内の二次代謝産物生合成経路に関与する遺伝子を特定することに新規性があることが明らかとなった。また、さらに有用遺伝子を導入したり、遺伝子発現を抑制して（ジーンサイレンシング* 技術：RNAi）、細胞内で健康有用成分の増強を図る研究は、まだ他には例は見られなかった。

遺伝子導入実施が有効と考えられた特用林産植物について、組織培養技術等の情報収集を行ったところ、ムラサキ（シコニン）、カンゾウ（グリチルリチン）、朝鮮人參（ギンセンノシド）、ワサビなどの有用性の高い成分の工業的生産技術は、既にバイオテクノロジー技術が応用されていた。

3. 事業実績

3.1 平成16年度重点研究課題の設定

岐阜県では、県民の皆さんの健康、美容を守ることを第一目的として、県下全域において、東洋医学・薬膳・運動療法・温泉浴・森林浴など各種の健康資源を活用し、健康で美しくなれる地域づくりを進めている。また、県庁総合政策課では脳と食の科学研究推進会議とともに、脳科学と人づくりシリーズ講演会を開催し、病気やボケの防止の取り組みを始めている。アルツハイマー病予防に役立つ健脳食材の開発研究は、高齢化社会に必要な研究課題と考えられている。重点研究課題名は「森林資源の脳科学への応用研究」とする。

3.2 受託研究の実施

漢方生薬産業では原料の品種鑑定が重要となっており、国の研究機関などでも遺伝子鑑定の研究が進められている。塩基配列の決定や遺伝子検出キットの開発を実施し、岐阜県固有種の分布調査、ハイブリッド新品種の細胞レベルでの選別に使用する。本キットは国内各企業に販売する。

3.3 自然再生推進法への展開

希少植物の自生地が新聞などで話題になると、盗掘などにより絶滅の危機を引き起こすことがある。海外の薬用野生植物は、1973年3月3日に採択されたワシントン条約に触れるものも多く、栽培が望まれている。また、新・生物多様性条約では、外来の移入種がはびこり、在来固有種の絶滅も危惧されている。この様な状況下で、自然再生推進法（法律第148号、平成14年12月11日公布）、新生物多様性国家戦略（平成14年3月27日 地球環境保全に関する関係閣僚会議決定、野生生物の保護管理：移入種（外来種）問題への対応）など法整備が行われ、本研究の成果は自然保護に役立てることができる。

平成15年度ぎふハイテク得意技術活用研究会

—森林資源活用研究会—

担当者 坂井至通 中島美幸 小枝剛 茂木靖和 古川邦明 中川 一

1. 研究会の目的

県内に豊富にある森林資源の有効活用を図り林業を活性化させるため、平成12～13年度に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、木材精油成分の活用、森林景観の癒し効果、消臭剤・浴用剤等商品の開発など各分野で先端的研究をされている大学の先生や企業の実験者を招き「講演会」を開催した。また、商品開発や産学官共同研究を目的とした「アドバイス会」を設けた。これらの活動で得られた成果は、「フィトンチッド発生器」、「消臭装置」、「ヒノキ香り入浴剤」、「ホオノキ葉茶」などの商品として実現し、特許出願に至る製品の開発もできた。

また、森林科学研究所では平成11～13年度に「県内産スギ抽出成分の効率的抽出及びその残渣の利用に関する研究」、平成12～14年度に「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」を実施し、森林資源の有効利用について研究を進めてきた。当所の研究成果の活用を促すためには、企業、大学、公設研究機関との産学官共同研究への取り組みが重要であると共に、分野も林業に限らず、工業、医薬産業、健康食品業、緑地造園など多岐にわたる連携が必要である。

県内企業の多くは中小企業で、1社単独では新たな製品開発に対応しきれない部分があり、本研究会に参加することにより多くの先端情報が得られたり、異業種間での協力が生まれてくる。「樹木抽出液利用研究会」に参加した企業からもこのような研究会継続を要望する声が高かった。そこで、平成14年度からは「樹木抽出液利用研究会」を発展的に解消し、キノコ栽培、森林資源の循環活用を検討課題に加えて、新たに「森林資源活用研究会」を発足させ、地場産業育成を図ることとした。

2. 内 容

第1回森林資源活用研究会（2003.10.6）参加人員：23名

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：「生薬の遺伝子鑑別」

講演者：名古屋市立大学大学院薬学研究科（生薬学研究室） 教授 水上 元

講演内容：生薬とは動植物の薬用となる部分を乾燥した物である。生薬は植物、動物、鉱物を基原とし、その形態は全形、切断、粉末状態のものがある。生薬の鑑別は品質確保の上で重要である。生薬の鑑別法は官能試験、外部形態、内部形態、化学分析による方法がある。表現型を指標とする従来の鑑別は遺伝型と環境による変異を含んでいる。環境変異は場所毎に異なり、その取り扱いが煩雑であるので、遺伝型変異を利用した生薬の遺伝子鑑別法を検討した。今回は元と麻黄について紹介する。

元には蒼元と白元がある。ホソバオケラ、シナオケラは蒼元に属し、中国に分布する。日本に分布するオケラ、中国に分布するオオバナオケラは白元に属する。乾燥に関する薬能は白元が止汗、蒼元が発汗で効用が逆となる。したがって、白元と蒼元の鑑別を誤ると薬能が発揮されないだけでなく、弊害を生じる可能性もある。白元であるオケラと蒼元であるホソバオケラの鑑別に、アトラクチオンという精油成分の有無を利用する方法がある。これはオケラがアトラクチオンを含むのに対し、ホソバオケラがアトラクチオンを含まないといわれていることによる。ところが、取り寄せたホソバオケラの中にアトラクチオンを含むものがあった。この理由として2つの仮説をたてた。一つは、江戸時代に中国から日本へ入ってきたホソバオケラが野生化して日本原産のオケラと交配した交雑種説である。もう一つは、ホソバオケラにはアトラクチオンを含むものと含まないものが存在するという種内

変異説である。どちらの説が正しいかを確認するためにPCR-RFLPを行った結果、種内変異説が正しいと考えられた。また、trnk遺伝子を解析することによりオケラ植物の種分化過程を検討した結果、白朮のオケラは同じ白朮のオオバナオケラよりも蒼朮のホンバオケラに近いと考えられた。

麻黄は中国に野生の薬用植物である。この植物は風邪等の症状に用いられる重要な生薬で、エフェドリンという覚醒剤に使われる成分を含んでいる。中国が麻黄の全形状態での輸出を禁止していることから、日本は粉末状態のものを輸入している。麻黄は草麻黄、中麻黄、木賊麻黄という種があり、それぞれの品質が異なるが、外部形態によって鑑別するのが難しい植物である。まして、粉末状態のものを鑑別するのはさらに困難である。そこで、麻黄の遺伝子鑑別を検討した。まず、国内の薬物植物園で植栽されている麻黄についてchlB配列を検討した結果、5タイプに分類されることがわかった。このことから、複数のタイプをもつ種、つまり種内変異のある種の存在が考えられた。しかし、各タイプと標本の種名とは必ずしも対応しなかった。次に、同一標本についてPSID配列を検討した結果、chlB配列とは対応したが標本の種名とは対応しなかった。このことから、標本の種名が誤っていると考えられた。また、中麻黄と木賊麻黄の鑑別はできなかったが、草麻黄の鑑別は可能と考えられた。中麻黄と木賊麻黄の鑑別は内部形態を組み合わせることにより可能と考えられた。

従来から行われている生薬の鑑別は、経験が必要としたり、労力、客観性などの問題を抱えている。生薬の遺伝子鑑別は、これらの問題解決と特定部分の鑑別が可能であるといった点で有用である。

第2回森林資源活用研究会(2003.12.11)参加人員:26名

場 所:森林科学研究所講堂

テーマ:①「森林における有機物の分解」

講演者:京都大学農学部森林科学科 教授 武田博清

講演内容:森林生態系における有機物の分解において、土壌の分解系が重要である。そこで、森林生態系における土壌分解系とこれに関係深い森林生態系における有機物の供給と分解過程を説明し、最後にこれらの相互関係を捉えた森林生態系の物質循環を紹介する。

森林を含む陸域生態系では、樹木などの緑色植物が光合成により葉、枝、幹、根などの器官を形成し有機物の貯蔵庫となっている。植物体の一部分は、昆虫などの動物に食べられ食物連鎖に流れるが、その摂食量は生産量の数%と極めて少ない。これに対し、小型の植物プランクトンが一次生産者となっている海洋の生態系では、生産量の40%近くが動物プランクトンや魚類に摂食され、食物連鎖に多くの有機物が流れる。また、森林生態系における有機物蓄積量は樹木の成長とともに増加するが、最終的には上限があるので植物の純生産量と土壌での有機物分解量がバランスすることにより定常状態となる。定常状態に達した森林生態系においては、植物による光合成と分解者による分解活動によって有機物蓄積量が決定される。したがって、食物連鎖に有機物が流れることの少ない森林生態系においては土壌分解系が主要な分解者となっている。また、土壌に供給された有機物は土壌堆積腐食層を形成しそこに住む土壌生物に生息場所を提供するとともに、食物資源として利用されている。このように、森林生態系における土壌分解系の重要性は極めて高い。

森林生態系において土壌分解系へ供給される有機物は、落葉、落枝、幹(材)など形態的、化学的に大きく異なっている。これらの有機物はセルロースやリグニンなどを主体とし、分解が遅いのが特徴であることから、結果的に森林生態系の安定に寄与している。森林生態系における土壌分解系への有機物供給量は、植物の一次生産量を決定している温度、降水量といった気候と密接に関係している。温度と関係深い緯度系列と落葉落枝量との関係は、寒帯で3~6トン、温帯で3~8トン、熱帯で8~12トンで、高緯度の森林から低緯度の熱帯林に向かって増加傾向を示す。但し、変動幅が大きく、同緯度の場合、降水量や土壌条件が影響する。

土壌表面に供給された落葉落枝などの有機物は物理的な溶脱、土壌動物による粉碎化、土壌のバクテリアや糸状菌などの微生物の代謝による異化作用を受ける。これらの過程を分解過程と呼び、腐食などの有機物質と無機物質が生成される。有機物は最終的には植物に利用可能な養分物質、水、二酸

化炭素、その他の無機物に変化する。この過程を有機物の分解による無機化と呼ぶ。有機物の分解速度は土壌生物の有機物の利用速度を表している。微生物は有機物からの炭素をエネルギー源として、養分物質を体を作るために利用して成長している。このうち炭素は代謝活動などで消費されるので再利用できないが、養分物質は再利用可能である。

温帯と熱帯の樹木の分解速度は、それぞれの地域において、樹木の種類を反映してばらつきをもっているが、平均的な分解速度は熱帯において温帯の二倍程度高い。これまで、熱帯と温帯の有機物の分解は、温度や湿度に基づく分解速度の差により説明されてきているが、質的な違いもみられる。落葉などの有機物は、セルロース、リグニン、可溶性の糖類などから形成されているが、温帯の菌類はセルロースを選択的に分解し、難分解性のリグニンと窒素の化合物が形成され、腐植物質が生成される。一方、熱帯では落葉を構成する有機物の組成が、分解とともに大きく変化することなく重量を減少する。つまり、微生物はセルロースとリグニンを同時に分解するので、有機物は腐植を形成することなく無機化していく。こうした熱帯と温帯の落葉分解過程の違いにより、熱帯では腐植の発達が悪い森林が広く存在する。

土壌の有機物堆積量は、森林生態系での有機物や養分物質の蓄積量を表している。森林生態系での有機物や養分物質の流れは、それぞれの落葉落枝量と分解量で表される。したがって、これら循環量としての落葉落枝量と分解量、蓄積としての有機物堆積量は、森林生態系の物質循環を説明するうえで、重要な要素となっている。森林生態系における窒素循環を考えたとき、窒素は、降水による外部循環系と落葉落枝といった植物による内部循環系から土壌分解系へ供給される。供給された窒素は微生物に取り込まれて、微生物は成長するが、やがて枯死する。枯死した微生物は無機化され無機態窒素を生ずる。無機態窒素は一部が溶脱により外部循環系へ流れるが、植物の根から吸収されて枝葉の形成に利用される。このような循環システムが森林生態系において成立している。この際、気候帯の違いにより異なるリザーバーを中心とした循環系が成立している。すなわち、熱帯では植物体を、温帯では鉱質土壌を、寒帯では堆積腐植を主要な養分物質の貯蔵庫としている。

テーマ：②「森林資源（木材）生産の現状と課題」

講演者：名古屋大学大学院生命農学研究科 助教授 山田容三

講演内容：昭和30年代、高度経済成長により急増した木材需要に供給が追いつかず、需給がひっ迫した。このため、積極的に天然林の伐採と造林が進められ、ピーク時には年間35～40万haの造林が行われた。その結果、昭和41年当時790万ha程度であった人工林の面積は、今日では全森林の4割を占める1000万haを超えるまでに増加した。また、森林蓄積は天然林などを含めた全体で昭和41年当時の1900百万 m^3 から今日の3800百万 m^3 へと2倍に、人工林に限ってみると昭和41年当時の560百万 m^3 から今日の2170百万 m^3 へと約4倍にまで増大し、木材供給能力は着実に高まっている。

木材需要に大きな影響を与える新設住宅着工戸数は、増減を繰り返しながらおおむね140～170万戸の間で推移したが、最近では景気の低迷により大幅に減少し、平成10年以降120万戸台で推移している。新設住宅着工戸数に占める木造住宅シェアは、マンションなど共同住宅の増加に伴い、昭和60年に5割を割ったあとは45%前後で推移している。また、木造住宅の工法別の推移をみると、2×4工法や木質プレハブ工法が浸透してはきているものの、国産材の主な需要先である木造軸組工法は、平成12年には木造住宅の約8割まで低下してきている。この影響は、平成元年に木材需要の約5割を占めていた製材用材の需要低下に現れており、木材需要量全体の減少の要因になっていた。

国産材の需要が減っている理由としては、木材需要の減少に加えて、国産材から外材へのシフトがある。外材は輸入業者から需要者まで流通・加工経路が単純であり、均質で大量に取引される。これに対し、国産材の流通・加工は零細な素材生産業者、流通業者、加工業者、大工・工務店の間で少量・多品種の丸太や製材品を取引する旧態のままで改善が進まなかった。その結果、昭和41年には、木材供給量の1/3を占めるに過ぎなかった外材が、平成11年には約8割を占めるに至った。一方、国産材の生産量は減り続け、平成11年にはピーク時であった昭和42年の36%まで減少した。

木材価格はスギで特に安く、平成10年の中丸太価格が約1万9千円と、最も高かった昭和55年の半値であった。これに対し平成10年の米ツガ丸太価格は、最も高かった昭和55年より低下したものの約2万5千円で、下落幅はスギより小さかった。スギの材価は低下したが、伐出業賃金単価は上昇している。このため、スギ1㎡で雇用可能な伐出業労働者数は昭和30年代には10人以上であったのが、現在は0.7人まで低下している。この結果、林家の所得率は、昭和45年の65%から大幅に縮小し、平成12年には24%まで低下した。これは、林業だけでは食べていけないことを意味している。

ニュージーランドでは、ラジアータ松の造林が行われている。ラジアータ松は通直完満で、30年で胸高直径40~50cm、樹高30~35mに達する。ラジアータ松の素材生産コストは、㎡当たり1900円程度で、日本で高性能林業機械を用いてスギを伐出した場合の約1/4である。日本の素材生産コストが高いのは、育林費が高いことがあげられる。日本のスギの育林費は73US\$/㎡であるのに対しニュージーランドのラジアータマツの育林費は4US\$/㎡である(1993~1994年当時)。

伐出コストが高いことも素材生産コストが高いことの原因である。日本においても平成6年度以降、高性能林業機械による集材が増えてきているが、利用場所が限定され、集材距離が長くなるため、画期的な伐出コスト低減には繋がっていない。また、日本の森林所有形態は5ha未満の小面積所有が主体を占めているため、一所有者ごとに伐出した場合、事業規模が小さくコストが割高になる。そこで、複数の所有者をまとめて、事業規模大きくすれば林家の所得向上を図ることが可能である。

林道密度を高くして集材距離を短くすることも、素材生産コストを下げるのに有効である。現状において採算が合うのは林道から300m以内である。このためには、路網密度を30m/haより高くする必要があるが、現状の平均林道密度は15m/haより低いので新たな路網整備が必要である。高規格の路網は経費がかさむので、低規格の集材路を開設するのが現実的である。大阪府の人橋山林は低規格の集材路を含めて250m/haの高密度路網を整備し、採算の合う経営を行っている。

モノレールは急傾斜地でも設置および走行可能であることから、地形の急峻な地域で森林内の各種作業を行う作業員の輸送を目的とした乗用モノレールの導入が進んでいる。木材などの重量物の運搬にモノレールを利用するケースは少ないが地形要因、維持管理、環境保全、通行や作業の安全性で林道より有利であることから、今後普及するものと考えられている。また、林道とモノレールの特徴は相互補完する部分があり、それぞれを組み合わせることにより効率的な伐出につながる可能性がある。

日本の木材の流通に多くの中間業者が存在することは、材のコストを高くするとともに、消費者に森林所有者の姿を見えなくしている原因となっている。森林認証制度は、森林所有者(管理者)から消費者までの様々な関係者を一体化しようとする取り組みで、消費者に森林所有者の顔がみえる材を流通させるのに役立つと考えられる。

3. 産学官共同研究の提案

平成12、13年度に開催した「樹木抽出液利用研究会」及び平成14、15年度の「森林資源活用研究会」に参加した会員が研究組合等を結成し、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・林業振興室・森林科学研究所などで産学官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産学官共同研究の提案を行うため、(財)岐阜県研究開発財団の平成15年度プロジェクト創出研究会育成事業に研究会の名称「亜臨界水抽出研究会」として応募し採択された。6回の研究会を開催し、活動報告を行った。また、独立行政法人科学技術振興機構の産学官研究開発プロジェクトコーディネート事業(プロジェクト創出研究会育成事業)に課題名「亜臨界水抽出装置を用いた天然物成分の効率的抽出の調査」で応募し採択された。

平成15年度先端科学技術講演会
—森林資源循環、エネルギーと環境問題、そして水熱化学の利用—
東北大学大学院環境科学研究科山崎伸道教授

担当者 坂井全通 中島美幸 小枝 剛

1. 研究会の目的

近年、地球温暖化に対する意識の高まりなどから、石油をはじめとする化石由来資源の代替手段が多方面から検討されており、その一例として木質バイオマス資源の利用が挙げられている。地球温暖化、資源枯渇など諸問題に対する解決は、循環型資源の高度・有効活用に求められ、その中でもとりわけ存在量の多い樹木は、未来資源として最大の研究目標となっている。

高温・高圧の水溶液による水熱化学反応技術は、従来技術に比べ産業廃棄物が出にくい利点があり、資源・エネルギー・環境問題を効率的に解決しうる技術である。資源循環型産業の育成や、社会に適応した製品（エコ商品、グリーン商品）作りに対する期待は大きく、将来に向けた樹木研究のなかで、木質バイオマスの高度活用を図るため水熱化学反応技術を利用する。

2. 内 容

岐阜県は森林資源が豊富に在り、林業家、製材業者、キノコ栽培者など多くの人々が生活の場としている。また、最近では、ヒノキ、スギを建築材としての利用ばかりでなく、間伐材・枝葉・端材を木質バイオマス資源として見直したり、大気中二酸化炭素の固定化を促す循環型資源としての利用が注目されている。東北大学大学院教授山崎伸道先生に、木質バイオマス資源の循環に関する技術開発における水熱化学が果たせる役割について講演をして頂いた。

3. 講 演 記 録

「森林資源循環」という事で、反応溶媒としての水熱領域の特徴から始められた。まず水というものものの性質には物を溶かす性質があるが、その中で特に大きな要素はpHというものです。pHの基はイオン積でイオン積は H^+ と OH^- のかけ算で、これが通常の中性では $10^{-14}M/L$ という事で、その半分は 10^{-7} という事になる。この数値を指数で入れ替えると、要するにpH指数が中性では7ということになる。通常14というのは20℃の水の条件だが、これが250℃近辺では最大値に、これは飽和水蒸気圧で、要するに密閉容器の中に水があるという状態で温度をどんどん上げていくという条件で、その中でイオン積は250℃近辺では 10^{-12} 程度になる。つまり、こういう所になると中性の水はpH5.5になる。それがさらに圧力が上がるとその数値がさらに上がるという事で、150MPaまでイオン積はどんどん増えていく。数値そのものが水の性質を大きく支配している。水としての性質そのものが、この5000倍、数千倍といったオーダで大きく激しくなっていく。さらにまた温度を考えると温度と反応速度の関係は指数関数の自乗で利いてくるためすごい反応が起こる。この中の100℃、200℃といった反応は、私たちが考える通常の100℃、200℃よりも、水という事から考えると激烈に激しい条件という事になる。250℃、300℃くらいの温度は、温度という概念だけからいくと簡単に得られる温度で、廃熱が利用できる。最近超臨界の話がよく出てくるが、あれは600℃とか700℃といった温度を使うから、そういった温度を使おうとするとわざわざそういう温度を作らなければいけない。熱を作らなければいけないという事はエネルギーを使うという事で、そういう意味から250から300℃という温度を使うという事は非常に有利だということになる。それからもう一つの数値が誘電率という指数で、誘電率は別の言い方をするとイオン反応的なものの度合いの値といえる。実際、水の密度と温度について考えると、0℃から通常の温度では誘電率は80、それが温度が上がると4～5という数値になり、これは無極性に近いということになり、共有結合的な結合が好ましい性質に変わっていく。

超臨界水は、水の蒸気のさらに上部の限られた範囲で、実用化にはすごく遠い。100～200℃とかの領域で、しかも飽和蒸気圧よりも下のガスの領域は非常にマイルドな条件で、しかも調べてみると誰もやっていない簡単なところだ。密閉容器も薄いもので分厚いものはいらない。そしてここは飽和蒸気圧とは違い、下に離れていますから凝結を起こしにくく、蒸気はいろいろと問題がありますが、ここを私たちは乾燥蒸気、ドライスチームと呼んでいます。この辺りの蒸気を使うと腐食はイオンの

反応ですから、腐食を起こさない。乾燥した水気、蒸気では電気は全く通さない事になるわけで、また水と油が混じりにくいというのはこの領域で、蒸気密度によっていろんな有機物質を溶かす能力が変わってくる。これを利用すると物質の分別が、特に有機物質や天然物質が分けられると非常におもしろいテーマになる。スチームディストーションで天然物から抽出する事ですが、だいたい100℃で沸騰させる条件を使います。全然違った抽出の仕方が出来るし分別も出来ます。特にこの辺りでは薬用成分の抽出やカット、また分離して抽出できるという事ですぐ実用化に結びつく事になるのではと思う。精密機械の加工により付着した油の除去にフロンを使っていましたが現在はフロンはアウトになりました。すると一番いいのは蒸気にさらすという事で非常にクリーンなフロンの代替物にもなる。普通は湿ったものを乾燥させる時には蒸発潜熱で熱が取られて温度が下がります。ところが通常のエア―や窒素で乾燥させるのとは比べ、水蒸気で乾燥させると非常に高速に乾燥します。これは蒸気がおつかって水を取り去っていく時のエネルギー伝播が非常に容易だという事を説明していると思います。これは特許になっていてスーパーヒーティングスチームと言いますが、要するに普通の出てくる蒸気を再加熱して高い温度にして、様々なものの乾燥に使っているわけです。水を高い圧力にしますと全体が一分子ずつバラバラになるわけではなく、いわゆるクラスタという何分子かがくっついた状態で保持される。そういうものが水分を取っていくわけです。高速度で粉末を乾燥させる事も当然応用としてあり得るわけです。

超臨界水は湿式燃焼の一つで、湿式燃焼の関係では特許は既に切れていますが、そこから米モダン社のマイケルモデルとMITのディスターのグループが超臨界酸化プロセスとして確立しました。日本では下水汚泥の処理とかで具体的に産業に利用しようと始めたわけですが、アメリカでも生物化学兵器処理から重油や石炭の脱硫化にシフトしつつあります。実際にはアメリカの方は300~320℃くらいでやろうという条件、つまり亜臨界です。これを400、500、600℃と上げていけばこれは新しい特許資産となる。

木材関係の話で、例えばこんな装置を作りました。ポンプで水を送り、それと同時にいろいろなガスを送ります、通常は窒素を入れたりするわけですがここの反応管の中に真鍮の玉を詰めてあるわけです。そしてその中にヒータを入れてあります。こちら側から水を流し込みます。真鍮は熱伝導がいいのでヒータで熱せられて蒸気を作るわけです。蒸気を上げていき場合によっては窒素ガスを入れて蒸気の密度をコントロールします。保温させながら反応管の中に入れ、この中に様々なものを詰めてこの中をくぐらせていきます。そして出来たものを集めてガスの成分、物の成分を調査するわけです。現在、杉の葉から乾燥蒸気を用いて様々な成分の抽出を行っています。杉の葉は腐りにくく、落ちたものは変色はしてもずっと形が残ったままです。これは殺菌的成分あるいは忌避成分を持っているのでは、だからこれをうまく抽出すると地球に優しい農薬になるのではと考えています。しかも同時に温度と圧力を変える事で性質が変わるとか、あるいは特殊な成分だけが抽出されるとか、あるいは温度を上げていく、下げていく事で抽出成分を分ける事が出来るのではないかと考えているわけです。そこで杉の葉の成分の分別が出来るかという事について、杉の葉の既知成分について温度条件によって成分の抽出量に違いが出てくるかどうかを検討中です。もう一つは、山の木が杉になってダメになったという話をしました。これは山にあった照葉樹が少なくなり腐植土がなくなったという事です。腐植土にはフミン酸がたくさんあります。フミン酸と木の成分であるリグニンは親戚のように成分が似ています。稲作では昭和24、25年にこれまでの1反4俵から7俵へと大幅な増産を達成したわけですが、これはケイ酸カルシウムによるものです。ケイ酸カルシウムの中のシリカが稲の茎の強度を上げて耐倒伏性を向上させたのとそれにより光合成を効率よく行えるようになったわけです。ではシリカがどういう形で吸収されるかです。それからもう一つは先ほど山の話で言ったフミン酸が山にあった時にはシリカ系のものが山から川そして海へと入っていった。そこで魚の餌である珪藻となって豊かな漁場を作ったと思うわけです。現在の川や海の荒廃は魚の餌である珪藻がなくなったから、シリカが川や海にないからではないかと思うわけです。ではこのシリカがどういう形で来たのかという時にフミン酸由来なのではという事から私はカテコールという物質に興味を持ちました。カテコールというのは先程から述べているフミン酸やリグニンの成分の一つなわけですが、アルカリ環境にあるカテコールにシリカが反応しますとシリカの周りにカテコールが4分子配置されたものになります。これは酸性環境では容易にシリカを放出し析出します。植物は体内のリグニン成分内のカテコールを用いて植物体外部のシリカを体内に取り込み利用します。ですからフミン酸が豊富な時にはカテコールに取り込まれたシリカが川や海に流れ込み、豊かな漁場を形成していたのではと考えるわけです。

平成15年度創造的若手人材育成事業

担当者 中島美幸 金森信厚

1. 事業概要

本事業は、研究員の研究開発水準の向上、効率的な研究開発、情報収集および人的ネットワークの拡大などを目的に、大学等への派遣を行うとともに、国内学会、海外学会への発表、参加を奨励するものである。

森林科学研究所では、国際学会発表（Plant Genetics 2003、アメリカ）および国内長期研修（岐阜薬科大学、6ヶ月間）を実施した。

2. 実施内容

2.1 国際学会における発表参加（中島美幸）

学 会 名：Plant Genetics 2003 (American Society of Plant Biologists主催)

開 催 場 所：Snowbird Resort & Conference Center, アメリカ合衆国ユタ州スノーバード

開 催 日 程：2003年10月22日～26日

発表テーマ：Genetic Diversity of Endangered Endemic *Magnolia stellata* in central Honshu of Japan

発表者：Miyuki Nakashima & Yoshimichi Sakai

①参加発表までの経緯：森林科学研究所では、平成13年度～15年度プロジェクト研究「岐阜県の世界的固有種（樹木）の遺伝子解析とクローン増殖に関する研究」を通して、絶滅危惧種であるシデコブシの遺伝的多様性の解明を行ってきた。

「Plant Genetics 2003（植物遺伝学）」は、植物の遺伝に関するテーマだけを集めて行う初めての学会であった。この学会に参加し、「絶滅危惧種シデコブシの遺伝的多様性」について研究発表することで、海外の研究者に岐阜県の貴重な固有種を認知してもらうことができた。また、海外で行われている遺伝研究の動向や最新の情報、人脈を得られる貴重な機会となった。

②学会の様子：学会は、「遺伝的変異の性質とメカニズム」、「遺伝的変異と植物の形態や機能」、「進化過程への影響」などのテーマに焦点が当てられ、分科会形式で行われた。欧米、アジア諸国から約200名が参加し、植物の遺伝に関する内容の発表と先端研究者による基調講演や議論が行われた。学会の構成は、招待講演者による口頭発表と一般発表者によるポスター発表とに分かれた。

③学会発表について：形質と遺伝子の関係に言及した分子遺伝学的な研究発表が多い中、野生の植物個体群を対象とした集団遺伝学的な内容の発表は特異的であったが、絶滅危惧種シデコブシを取り扱った本発表は、多くの参加者に関心を持ってもらうことができ、本種が岐阜県の希少種であることを海外の研究者に認知してもらう貴重な機会となった。

④学会で得た情報・人脈：植物の進化や形質が持つ遺伝的な背景と意味を調べるのがいかに重要になってきているのかを知ることができた。招待講演で「植物の遺伝的変異と系統地理学」について発表していたバーバラ＝シャル博士（ワシントン大学教授）は、分子生態学関連の研究で非常に有名な学者であり、植物集団の遺伝的多様性や系統進化における研究で多くの業績がある。学会参加中に、博士と直接話をし、帰国後にもご指導ご鞭撻を賜るようお願いした。

⑤海外学会参加発表による効果：この学会で学んだ新しい研究や解析技術は、現在私たちが取り組んでいる研究の発展に役立つように反映させていきたいと思う。また、最先端の遺伝解析研究を通して、岐阜県下でシデコブシの保護活動をしている人々や自然再生推進法事業などにも新しい研究成果を提

供していきたい。

2.2 大学への研修(金森信厚)

研修先：岐阜市立岐阜薬科大学衛生学教室(永瀬教授)

研修期間：平成15年8月1日～平成16年1月31日

研修テーマ：「GC/MSおよびLC/MSによる薬用樹木成分の成分同定技術の習得」

①目的：ホオノキは岐阜県に多く分布する広葉樹であり、その樹皮は「和厚朴」と呼ばれ、漢方薬原料として高い有用性を持つ。研修では、ホオノキ樹皮の熱水抽出物に含まれる成分分析を通して、測定機器、同定技術の習得を目的とした。

②研修内容：GC/MS測定では、ホオノキ樹皮熱水抽出物を溶媒分配して得られたブタノール抽出物の各画分をそれぞれメタノールで100ppmに希釈した試料液を使用した。GC/MS本体(HP5890シリーズII、HP G1034CJ)で、カラムはHP-5 M.S.(Crosslinked 5% Ph Me Silicone)30m×2.5mm×2.5μmを使用した。その結果、ガスクロマトグラフおよびマススペクトルデータを得た。さらにフラグメンテーション理論に基づき物質を想定し、ライブラリーと対比させた。しかし、本理論から導かれる想定では推測の域を出ず、標準物質との対比または、他の機器分析が必要であると考えられた。

LC/MS測定では、同様にして水抽出物を50%メタノール水溶液で100ppmに希釈した試料液20μlずつを使用した。LC/MS(HP1100)で、使用カラムはSUPELCO C18。測定条件は、流量0.8ml/min、UV254nm、API-ES、ネガティブイオン、マスレンジ50-1000、フラグメンター120、スレシヨールド150、ガス温度350℃、ネブライザー圧50psig、Vキャップ3000Vで行なった。その結果、クロマトグラフおよびマススペクトルデータを得た。フラグメンテーション理論に基づき物質を想定した。

③研修によって得られた効果

研修の結果、測定機器の手技を会得し、和厚朴の抽出物からいくつかの成分を推定することができた。今後はその成分についてさらに詳しく同定していくことが必要である。また、週一回行われた研究室のゼミでは、研究の進捗状況の報告を通して、十分な議論をすることができた。

特用林産物研修等事業

担当者 井戸好美 水谷和人

1. 目 的

本事業の目的は、キノコ生産者に役立つ技術を提供し、栽培技術の向上を図るため、研究開発で得られた成果を技術移転する。また、併せて試験研究の効率化を図るため、貴重な遺伝資源として野外で収集したキノコの菌株を継代培養とし、長期保存する。

2. 事 業 概 要

2.1 技術移転研修

- ・ホンシメジ林地栽培技術研修（3月9日：瑞浪市、3月18日：下呂市、3月27日：関市）

研究開発で得られた成果を利用し、林地内でホンシメジを発生させるため、環境整備を行い、ホンシメジ培養菌糸を埋設する技術研修を実施した。

参加者：21名

2.2 生産者に役立つ技術研修

- ・キノコ栽培における害菌研修（4月26日、5月22日、9月22日、1月8日）

キノコ栽培ビン内に発生した害菌を分離し、同定を行った。

対象者：ナメコ生産者、エリンギ生産者

- ・キノコ類の継代培養研修

優良な形質のキノコから組織分離法により、菌株を分離・保存する技術を研修した。

対象キノコ：エリンギ、パイリング、クロアワビタケ

2.3 生産者からの要望研修

生産者からの要望で栽培試験を行った。

対象キノコ：ブナシメジ、ウスヒラタケ、パイリング

研修者：57名（キノコ生産者、一般県民、林業改良指導員等）

2.4 関連研修

- ・ブータン国きのこ研究者研修（8月20、21日、9月18、19日、美濃市、萩原町、林業振興室の依頼）

参加者：1名（ブータン国きのこ研究者）

研修内容：施設栽培方法、キノコの採取、キノコの同定、組織分離技術の習得

2.5 講師派遣

- ・林業改良指導員特技研修（6月9日、10月22日、美濃市、富加町、林業振興室主催）

参加者：12名（林業改良指導員）

研修内容：林地を利用したキノコ栽培、キノコの同定

- ・マツタケ研修会（12月16日、美濃市、岐阜県マツタケ研究会主催）

参加者：20名（マツタケ研究会員他）

研修内容：マツタケの最近の研究について

2.6 菌株の保存

キノコ遺伝資源の充実を図るため、今年度11種33系統の分離を行い、合計77種304系統を保存している。今年度保存した種名と系統数：クリタケ15、ブナシメジ4、ウスヒラタケ4、ホンシメジ2、マツタケ2、エリンギ1、ヤコウタケ1、マイタケ1、パイリング1、メシマコブ1、マンネンタケ1

技術指導・相談業務等

1. 技術指導・相談業務

当所では成果の普及・技術指導・相談業務に応じており、本年度の相談件数は次のとおりでした。

区 分	造 林	育 種	森 林 保 護	機 能 保 全	特 用 林 産	林 業 機 械	測量シ ステム	GPS GIS	木 材 化 学	その他	合 計
来 所	21		6	3	21	3	3 (3)	4	18		79 (3)
電 話 FAX	29	5	74	5	39	4	6	6	35	1	204
文 書	4		1		1		3 (5)				9 (5)
電 子 メール	11	3	9	1	15	3	(80)	12	10	4	68 (80)
現 地 指 導	7		6		11	4	2	6	10		46
計	72	8	96	9	87	14	14 (88)	28	73	5	406 (88)

注) () はソフト配布数

2. 研修業務

当所は研究が本務であるが、要請があれば研修業務も行っています。本年度は下記のとおりでした。

専門分野	期日	人数	主催者	場所	対象者	研 修 内 容	担当者
造 林	5月26日	30名	飛騨農山村整備事務所	古川町	森林組合職員	広葉樹林施業	横井秀一
造 林	6月11日	58名	農山村整備局	関市	県職員	広葉樹研修(基礎)	横井秀一
造 林	6月20日	60名	農山村整備局	関市	県職員	広葉樹研修(基礎)	横井秀一
造 林	6月25日	69名	農山村整備局	関市	県職員	広葉樹研修(基礎)	横井秀一
造 林	7月24日	9名	農山村整備局	谷汲村	県職員	広葉樹研修(ステップアップ)	横井秀一
造 林	7月25日	39名	農山村整備局	谷汲村	森林組合職員 市町村職員他	広葉樹研修(基礎)	横井秀一
造 林	8月4日	17名	農山村整備局	多治見市	県職員	広葉樹研修(ステップアップ)	横井秀一
造 林	8月5日	30名	農山村整備局	多治見市	森林組合職員 市町村職員他	広葉樹研修(基礎)	横井秀一
造 林	8月7日	15名	農山村整備局	岐阜市	県職員	広葉樹研修(ステップアップ)	横井秀一
造 林	8月8日	32名	農山村整備局	岐阜市	森林組合職員 市町村職員他	広葉樹研修(基礎)	横井秀一
造 林	8月20日	20名	飛騨農山村整備事務所	岐阜市	林業事業体職員 他	山火事跡地森林整備研修会	横井秀一
造 林	8月25日	9名	農山村整備局	大和町	県職員	広葉樹研修(ステップアップ)	横井秀一
造 林	8月26日	55名	農山村整備局	美濃市	森林組合職員 市町村職員他	広葉樹研修(基礎)	横井秀一
造 林	8月28日	26名	農山村整備局	高山市	県職員	広葉樹研修(ステップアップ)	横井秀一
造 林	8月29日	54名	農山村整備局	高山市	森林組合職員 市町村職員他	広葉樹研修(基礎)	横井秀一

造 林	9月7日	60名	里山ネットワークぎふ	岐阜市	里山ボランティア	山火事跡地の植生再生	横井秀一
造 林	10月20日	42名	上下流森林・林業連携協議会	清見村	富山県、岐阜県職員他	飛騨地域における広葉樹林施策のあり方	横井秀一
機 能 保 全	6月2日	13名	林業振興室	美濃市	林業改良普及員	森林機能保全に関する最近の研究内容	井川原弘
機 能 保 全	10月24日	22名	福岡町教育委員会	美濃市	福岡町自然愛護会会員	森林の公益的機能をはかる、森林の炭素固定機能について	渡邊仁志
森 林 保 護	12月16日	20名	マツタケ研究会	美濃市	マツタケ研究会会員	マツ材線虫病の新しい防除技術	大橋章博
特 林 用 産	6月9日	15名	林業振興室	美濃市	林業改良普及員	林地を利用したキノコ栽培	水谷和人
特 林 用 産	10月24日	22名	福岡町教育委員会	美濃市	福岡町自然愛護会会員	キノコの繁殖と技術話題	水谷和人
特 林 用 産	12月16日	20名	マツタケ研究会	美濃市	マツタケ研究会会員	マツタケの最近の話題から	水谷和人
特 林 用 産	3月9日	5名	東濃農林商工事務所	瑞浪市	月古生産森林組合	ホンシメジの培養菌糸埋設	水谷和人
特 林 用 産	3月18日	2名	益田農林商工事務所	下呂市	下呂市林業グループ	ホンシメジの培養菌糸埋設	水谷和人
特 林 用 産	3月27日	14名	ふどうの森クラブ	関市	ふどうの森クラブ	ホンシメジの培養菌糸埋設	水谷和人
森 林 利 用	11月7日	80名	農山村政策課	美濃市	市町村職員県職員他	GPSでの森林調査法	古川邦明
森 林 利 用	11月25日	80名	農山村政策課	萩原町	市町村職員県職員他	GPSでの森林調査法	古川邦明

3. 森林科学研究所の成果発表

(1) 平成15年度森林科学研究所研究成果発表会及び講演会(平成16年2月26日開催)

場 所: 各務原市須衛町 テクノプラザ・プラザホール(出席者: 122名)

発 表 課 題	発 表 者
ヒノキ林の間伐作業時にできる土壌侵食防止法	主任研究員 井川原弘一
将来を予測しながら決めるヒノキ林の間伐	主任研究員 渡邊仁志 主任研究員 茂木靖和
ラジコン飛行機で空から森林を調べる	主任専門研究員 古川邦明
培養菌糸埋設によるホンシメジの発生事例	専門研究員 水谷和人
講演 野生動物との「共存」・「共生」	奈良教育大学助教授 鳥居春巳

(2) 森林科学研究所プロジェクト研究成果発表会(平成16年3月13日開催)

場 所: 多治見市東町 セラミックパーク美濃(出席者: 90名)

発 表 課 題	発 表 者
シデコブシの研究成果を自然再生推進法に活用	林産研究部長 坂井至通
アメリカ植物遺伝子学会での研究発表について	主任研究員 中島美幸
シデコブシとタムシバ間の交雑および受粉様式	主任研究員 小枝 剛
シデコブシの園芸利用に向けた品種改良の研究	岐阜大学農学部教授 福井博一
25年間のヒトツバタゴ研究で明らかにしたこと	前福山女子学園大学教授 太田敬久

4. 研究資料の作成

当所で得られた成果は研究報告や森林研情報等にまとめます。本年度の概要は次のとおりです。

資料の種類	表 題	氏 名
研究報告 第33号	伐採後6年を経過した落葉広葉樹林における除伐の効果	横井秀一
	17年生クリ人工林における冠雪害と林木の大きさ、形状、施業歴との関係	横井秀一
	適潤性褐色森林土壌における壮齡アカマツ人工林の炭素貯留量	渡邊仁志、茂木靖和、 大洞智宏、中川 一
	組織培養によるハナノキのクローン増殖	茂木靖和、坂井至通
	アロザイム分析による岐阜県内のホオノキ集団の遺伝的変異	中島美幸、横井秀一
	シデコブシとタムシバの交雑および自家和合性	小枝 剛、中島美幸、 坂井至通
	豪雪地帯のスギ人工林に由来する壮齡スギ・ミズナラ混交林の林分構造と成立過程	横井秀一、山口 浩
	モクレン科植物（シデコブシ、コブシ、タムシバ）の葉組織を用いたDNA抽出法の検討	中島美幸、坂井至通
森林研情報 73号	樹木の遺伝解析ってどんなもの？	中島美幸
	組織培養によるハナノキのクローン増殖	茂木靖和
	ヒノキ林の土壌侵食を抑えるために間伐作業時にできること	井川原弘一
	将来を予測しながら決めるヒノキ林の間伐 ー東濃ヒノキのシステム収穫表ができましたー	渡邊仁志
	小型ラジコン飛行機で森林調査	古川邦明
	岐阜県固有種（シデコブシ）の集団遺伝解析について ーアメリカの国際学会での発表ー	中島美幸
指針書等	木材生産のための落葉広葉樹二次林の除伐・間伐のしかた	
	林内景観の整備のしかたと考え方	
	システム収穫表「シルブの森岐阜県東濃ヒノキ版」および同操作説明書	

5. 学会誌、専門誌等への投稿

(1) 学会誌や専門誌など学術誌への投稿は次のとおりです。

機 関 誌 名	発 行 者	課 題	氏 名
中部森林研究第52号	日本林学会中部支部	クリ造林地における下刈りの省略が成林に及ぼす影響	横井秀一 井川原弘一 渡邊仁志
中部森林研究第52号	日本林学会中部支部	POMSを指標とした森林散策の効果	井川原弘一 横井秀一
中部森林研究第52号	日本林学会中部支部	ヒノキ人工林における間伐木の処理方法と土壌侵食量の関係	井川原弘一 渡邊仁志 横井秀一
中部森林研究第52号	日本林学会中部支部	土壌侵食の危険性に対応したヒノキ人工林の下層植生タイプの分類	渡邊仁志 井川原弘一 横井秀一
中部森林研究第52号	日本林学会中部支部	小型ラジコン飛行機空撮システムによる森林調査	古川邦明 坂井至通 茂木靖和 金森信厚
Plant genetics 2003	American society of plant biologists	「Genetic diversity of Endangered endemic Magnolia stellata in central of in Central Honshu of Japan」	Miyuki Nakashima Yoshimichi Sakai
ランドスケープ研究67号	日本造園学会	大学生を対象とした心象評価による森林内の雰囲気と景観の好ましさを決定する因子の解析	井川原弘一 横井秀一

第49回日本薬学会東海支部人会	日本薬学会東海支部	日本産辛夷の品質に関する研究－中部地方に分布するコブシ、タムシバ、シデコブシについて－	中島美幸 金森信厚 坂井至通
土地分類基本調査	地域計画局土地対策室	「三日町」図幅の林地土壌図および解説書	渡邊仁志 茂木靖和

(2) 機関誌等への投稿は次のとおりです。

機関誌名	発行者	表 題	氏 名
岐阜県の林業	岐阜県山林協会	4月 里山の春を彩るシデコブシ －自然の姿であり続けるために－	中島美幸
		6月 炭素固定能力からみた「適地適木」	渡邊仁志
		7月 大発生したブナカイガラタマバエ －原因は異常気象？－	野平照雄
		8月 間伐木の処理方法と土壌侵食量	井川原弘一
		9月 森林調査にGPSを使う－路網調査に利用－	古川邦明
		10月 林地への培養菌糸体埋設によるホンシメジの発生事例	水谷和人
		11月 シイタケ栽培の敵、キノコバエ	井戸好美
		12月 広葉樹造林地の下刈り(1) －下刈りのせいで山が悪くなる？－	横井秀一
		1月 広葉樹造林地の下刈り(2) －下刈り省略の可能性を探る－	横井秀一
		2月 亜臨界水抽出を利用した葉酢液・木酢液・竹酢液の製造	坂井至通
		3月 巻き枯らしによる間伐の問題点 －森林保護の立場から－	大橋章博
山林1432	大日本山林会	炭素貯留機能からみた針葉樹人工林の適地適木	渡邊仁志
第36回林業技術シンポジウム講演集	全国林業試験研究機関協議会	炭素貯留機能からみた針葉樹人工林の適地適木	渡邊仁志

6. 学会等での発表

機関誌名	発行者	表 題	氏 名
第52回日本林学会中部支部大会	日本林学会中部支部	17年生のクリ人工林における下刈り省略の影響	横井秀一 井川原弘一 渡邊仁志
第52回日本林学会中部支部大会	日本林学会中部支部	POMSを指標とした森林散策の効果	井川原弘一 横井秀一
第52回日本林学会中部支部大会	日本林学会中部支部	ヒノキ人工林における間伐木の処理方法と土壌侵食量の関係	井川原弘一 渡邊仁志 横井秀一
第52回日本林学会中部支部大会	日本林学会中部支部	土壌侵食の危険性に対応したヒノキ人工林の下層植生タイプの分類	渡邊仁志 井川原弘一 横井秀一
第52回日本林学会中部支部大会	日本林学会中部支部	小型ラジコン飛行機空撮システムによる森林調査	古川邦明
第52回日本林学会中部支部大会	日本林学会中部支部	食用きのこ栽培にスギ精油抽出残渣の利用	井戸好美
第52回日本林学会中部支部大会	日本林学会中部支部	マンサク葉枯れ被害から分離されたPhyllosticta菌の接種試験	大橋章博

GIS学会BioGIS研究会	BioGIS研究会	岐阜県におけるGPSとGISによる森林情報取得と管理に向けた取り組み	古川邦明
日本応用きのこ学会第7回大会	日本応用きのこ学会	岐阜県の菌床シイタケ栽培施設におけるキノコバエ類の被害とその対策	井戸好美
日本応用きのこ学会第7回大会	日本応用きのこ学会	アカマツ林へのホンシメジ培養菌糸体埋設による子実体発生	水谷和人
第124年会日本薬学会	(社)日本薬学会	オーキシンの種類がモクレン科植物未熟葯のカルス誘導に与える影響	小枝 剛
第124年会日本薬学会	(社)日本薬学会	メシマコブ菌糸体の大量培養に関する研究	坂井至通
平成15年度森と緑の研究交流会	中部森林管理局 名古屋分室	小川長洞国有林ヒノキ人工林における間伐木の処理方法と土壌侵食量の関係	井川原弘一

7. その他

特許の申請等	・「木・竹酢液若しくはその製造方法及びその製造装置」(平成15年6月27日、特願2003-185756号)を申請した。 ・「エゾウコギエキス及びその製造方法」(平成15年10月2日、特開2003-277282)が公開された。 ・「ホオノキ葉の加工品およびその製造方法」(平成15年10月7日、特開2003-284523A)が公開された。
講演会の開催	・亜臨界水抽出研究会(8/29) 「水熱科学による木質バイオマス利用」：京都大学大学院坂志朗教授 「アーミング酵母による発酵技術」：神戸大学近藤昭彦教授 ・第1回森林資源活用研究会(10/6) 「生薬の遺伝子鑑別」：名古屋市立大学大学院水上元教授 ・平成15年度プロジェクト研究公開セミナー(10/6) 「植物二次代謝に関わるプレニルトランスフェラーゼと代謝工学への応用」：京都大学木質科学研究所矢崎一史教授 ・先端科学技術講演会(11/13) 「森林資源循環、エネルギーと環境問題、そして水熱化学の利用」：東北大学大学院山崎伸道教授 ・第2回森林資源活用研究会(12/11) 「森林資源(木材)生産の現状と課題」：名古屋大学大学院山田容三助教授 「森林における有機物の分解」京都大学武田博清教授
共同研究等	・「神経細胞伸長に関与する樹木成分の研究」：岐阜薬科大学 ・「モノレールの簡易軌条作設装置の開発」：藤井電工 ・「マツタケ発生地および未発生地からの土壌微生物分離・検索」：東京農大
受託研究	・「森林資源モニタリング調査データ地理解析事業」：(社)林業機械化協会より ・「森林吸収源計測・活性体制整備強化事業」：独立行政法人森林総合研究所より ・「亜臨界水抽出装置を用いた天然物成分の効率的抽出の調査」：独立行政法人科学技術振興機構の平成15年度プラザ育成研究調査
研修生の受け入れ	・岐阜大学学生(8/25～8/29)－木本植物DNA抽出の比較試験－(中島) ・ブータン国研修生(8/20,21,9/18,19)－キノコの施設栽培方法、キノコの同定に関する研修－(水谷) ・名古屋大学農学部学生15名(11/4)－高性能林業機械研修－(古川) ・アルプス薬品工業㈱研究員(3/15～3/19)－生薬のDNA抽出－(中島)
大学への派遣研修	・岐阜薬科大学衛生学教室で樹木成分研究(H15/8/1～H16/1/31) 「GC/MSおよびLC/MSによる薬用樹木成分の分離同定研究」(金森)

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	中 川	所の管理、運営
管理調整担当	課長補佐	伊 藤 高 久	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	田 内 純 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
育林研究部	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	茂 木 靖 和	森林の立地環境に関すること
	専門研究員	大 橋 章 博	森林病害虫の生態および防除に関すること
	主任研究員	井川原弘一	森林の風致的施業に関すること
	主任研究員	中 島 美 幸	バイオテクノロジーに関すること
	主任研究員	渡 邊 仁 志	森林の立地環境に関すること
林産研究部	部 長	坂 井 至 通	部の総括 森林生産物の成分利用に関すること
	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	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
	主任研究員	小 枝 剛	バイオテクノロジーに関すること
	研究員	金 森 信 厚	森林生産物の成分利用に関すること

2. 土地面積

全面積 21,745.42㎡（美濃市より借用）

主な研究施設面積（㎡）

区 分	本 館	昆 虫 飼 育 室	温 室	堆 肥 舎	苗 畑 作 業 室	発 芽 舎	特 産 実 習 棟	人 工 ほ だ 場	計
面 積	636.46	30.00	94.50	24.00	59.40	50.05	111.49	73.50	1079.4

3. 平成15年度歳入歳出決算書

(歳 入)

科 目	決 算 額
受託事業収入	2,523,000
総務費受託事業収入	2,523,000
総務管理費受託事業収入	2,523,000
雑入	12,000
納付金	12,000
林業納付金	12,000
雑入	12,000
手数料	
計	2,535,000

(歳 出)

科 目	決 算 額
総務費	21,333,609
総務管理費	19,990,375
一般管理費	93,278
財産管理費	1,035,000
科学技術振興費	18,862,097
企画開発費	1,343,234
土地利用対策費	1,343,234
農林水産業費	23,325,231
林業費	23,325,231
林業振興諸費	833,000
自然保護費	34,869
造林費	239,000
森林研究費	22,218,362
衛生費	55,200
環境管理費	55,200
公害対策費	55,200
計	44,714,040

4. 平成15年度購入備品

機 械 名	仕 様	購 入 先	価 格	備 考
大型振とう器	ヤヨイ エイト20-W	(株)森商会	750,750	ハチの字型 振とう
メディカルフリーザー	サンヨー MDF-U333	(株)森商会	201,600	-30℃ 274ℓ
上皿天秤	ザルトリウス C P 4202 S-OCE	(株)伊勢久	155,400	4200 g
ホモジナイザー用攪拌器	アズワン 5-4039-01	(株)森商会	109,998	300~5000
ポケットGPS	GARMIN etrex Legend-J	(株)亀田	60,000	日本語版

送風定温乾燥器	ADVANTEC DRS620DA	(株)森商会	126,000	150 ㇿ
生物群集構造解析ソフト	PC-ORD for Windows ver.4	(株)トランス パシフィック ネットワーク	49,350	
冷蔵庫	サンヨー SR-S46V5	(株)エイデン	147,000	455 ㇿ
レーザレンジファイン ダー	MDL社 Laser Ace300	GISupply	475,000	
天秤台	ASSRE	(株)森商会	148,050	
乾燥器	ISUZU	(株)森商会	256,200	
サイド実験台	ダルトン WT-126N	(株)森商会	183,750	2 台
木製作業台	ダルトン UT-131N	(株)森商会	213,150	2 台
乾燥棚	AS ONE AG-WD	(株)森商会	136,500	
薬品保管戸棚	ダルトン CA-731N	(株)森商会	302,400	
耐薬引違保管庫	AS ONE N-180	(株)森商会	176,400	
中央実験台	ダルトン GA-515N	(株)森商会	930,825	2 台

平成14・15年降水量観測表

2002年（平成14年）降水量

単位：mm

月	1月		2月		3月		4月		5月		6月		7月		8月		9月		10月		11月		12月	
日	日降水量	最大時間 降水量	日降水量	最大時間 降水量	日降水量	最大時間 降水量	日降水量	最大時間 降水量	日降水量	最大時間 降水量	日降水量	最大時間 降水量	日降水量	最大時間 降水量	日降水量	最大時間 降水量	日降水量	最大時間 降水量	日降水量	最大時間 降水量	日降水量	最大時間 降水量	日降水量	最大時間 降水量
1	1.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.5	3.5	0.0	0.0	49.0	16.5	0.0	0.0	1.0	1.0	38.5	6.5	12.0	2.5	0.0	0.0
2	1.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.5	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.5	4.5	2.0	0.0	0.0
3	0.5	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.5	3.0	0.0	0.0
4	4.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17.0	6.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.5	22.0	5.5
5	19.5	3.5	1.0	0.5	38.5	7.5	0.0	0.0	2.5	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	66.0	30.5	0.0	0.0	17.0	5.0	0.0	0.0
6	15.5	3.5	1.0	0.5	30.0	9.0	12.5	5.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	33.5	10.5	16.0	6.5	0.0	0.0	0.0	0.0
7	6.5	2.0	1.5	1.5	0.0	0.0	23.0	5.5	20.0	3.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17.0	15.5	56.0	26.0	0.0	0.0	4.5	1.5
8	7.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.5	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.0	14.0	1.5	0.5	3.0	2.0	4.0	2.0
9	10.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	36.5	10.5	0.0	0.0	0.0	0.0	6.0	3.5	6.0	2.0
10	6.0	1.5	0.0	0.0	1.0	0.5	0.0	0.0	28.0	5.0	0.0	0.0	79.0	18.0	0.0	0.0	0.5	0.5	0.0	0.0	0.5	0.5	1.5	0.5
11	5.5	1.5	4.0	3.0	0.0	0.0	5.5	2.0	14.0	3.5	30.0	6.5	0.0	0.0	0.0	0.0	19.5	14.0	0.0	0.0	1.5	0.5	6.0	2.0
12	0.0	0.0	8.5	4.0	0.0	0.0	8.0	1.5	0.0	0.0	1.5	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	2.5	1.0	0.0	0.0	0.5	0.5	1.5	0.5
13	0.0	0.0	1.5	1.5	0.0	0.0	0.5	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	18.0	6.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.5	1.0	0.5
14	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	124.0	76.5	1.0	0.5	18.5	16.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
15	2.5	1.0	0.0	0.0	26.0	7.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.5	59.5	28.0	23.0	10.5	0.0	0.0	10.5	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16	20.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.0	3.5	11.0	1.5	0.0	0.0	83.0	0.0	0.0	0.0	2.5	1.5	0.5	0.5	0.0	0.0	7.5	3.0
17	0.0	0.0	0.5	0.5	0.0	0.0	69.5	18.5	18.5	8.0	0.0	0.0	23.5	0.0	0.5	0.5	21.5	5.5	0.0	0.0	0.0	0.0	8.0	4.5
18	0.0	0.0	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	15.0	3.5	6.5	3.0	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
19	3.0	0.0	4.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.5	0.0	0.0	6.5	0.0	0.5	0.5	0.0	0.0	2.5	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.5	3.0	0.0	9.5	0.0	0.0	0.0	0.0	20.0	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0
21	46.5	12.5	0.0	0.0	2.5	1.0	22.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	28.5	8.5	0.0	0.0	42.5	7.0
22	0.0	0.0	1.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
23	0.0	0.0	0.0	0.5	1.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
24	0.5	0.5	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	1.5	0.0	0.0	4.5	1.0	0.0	0.0	0.5	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0
25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.5	0.0	0.0	10.0	1.0	9.5	9.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.0	2.0	1.5	1.0
26	10.5	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.0	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0
27	16.5	4.0	0.0	0.0	29.0	0.5	0.0	0.0	9.5	2.5	2.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.5	4.5	2.0	0.0	0.0
28	0.0	0.0	10.5	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	37.0	8.0	3.0	1.0	0.5	0.5	0.0	0.0
29	5.0	2.5			64.5	10.5	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	2.0	1.0	0.4	0.0	0.0	0.5	0.5	0.5	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0
30	1.5	0.5			9.0	7.5	18.0	3.0	0.0	0.0	7.0	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0	2.5	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
31	0.0	0.0			0.0	0.0			2.5	1.0			0.0	0.0	3.5	2.5			0.0	0.0			0.0	0.0
合計	179.5	—	34.0	—	202.0	—	170.5	—	159.5	—	208.5	—	345.5	—	89.0	—	218.0	—	183.5	—	66.0	—	106.0	—
平均	5.8	—	1.2	—	6.5	—	5.7	—	5.1	—	7.0	—	11.1	—	2.9	—	7.3	—	5.9	—	2.2	—	3.4	—
最大	46.5	12.5	10.5	4.0	64.5	10.5	69.0	18.5	28.0	8.0	124.0	76.5	83.0	28.0	36.5	16.5	66.0	30.5	56.0	26.0	17.0	5.0	42.5	7.0

年降水量 1962.0mm

最大日降水量 124.0mm

最大時間降水量 76.5mm

6月14日

6月14日 22時

測定場所：岐阜県森林科学研究所（標高：140m）

2003年(平成15年)降水量

単位: mm

月	1月		2月		3月		4月		5月		6月		7月		8月		9月		10月		11月		12月	
日	日降水量	最大時間 降水量	日降水量	最大時間 降水量	日降水量	最大時間 降水量	日降水量	最大時間 降水量	日降水量	最大時間 降水量	日降水量	最大時間 降水量	日降水量	最大時間 降水量	日降水量	最大時間 降水量	日降水量	最大時間 降水量	日降水量	最大時間 降水量	日降水量	最大時間 降水量	日降水量	最大時間 降水量
1	0.0	0.0	4.0	1.0	45.0	9.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.5	5.5	23.5	4.5	0.0	0.0	2.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.5	0.5	1.5	0.5	0.5	0.5	14.5	4.5	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	27.0	5.5	0.0	0.0	15.0	3.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	61.0	14.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	20.0	4.5	0.0	0.0
4	0.5	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	10.5	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0	12.0	7.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	22.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	1.5	10.0	7.5	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	1.0	0.0	0.0
6	5.0	2.5	0.0	0.0	9.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5	1.5	17.0	9.5	0.0	0.0	0.0	0.0	10.0	4.0	8.5	2.5
7	3.0	0.5	0.0	0.0	20.0	2.5	0.0	0.0	3.5	1.5	0.0	0.0	16.5	3.0	4.5	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8	1.0	1.0	16.0	5.5	0.0	0.0	35.5	11.5	53.0	11.5	0.0	0.0	17.5	11.0	5.5	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9	0.0	0.0	11.0	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.0	2.5	64.5	17.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0	1.5	0.5	0.5
10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	1.5	7.0	3.0	0.0	0.0	33.0	30.5	0.0	0.0	18.5	5.0	0.0	0.0
11	0.0	0.0	10.5	4.5	0.0	0.0	12.0	2.5	3.0	1.0	0.5	0.5	14.5	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	35.5	10.0	10.5	3.0
12	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	61.0	9.0	0.5	0.5	2.5	1.0	84.5	24.5	10.0	4.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.5	2.0
13	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18.0	3.0	39.0	10.5	0.0	0.0	2.0	1.0	51.0	21.0	0.0	0.0	0.0	0.0
14	0.5	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.0	2.5	2.0	0.5	6.0	2.5	56.5	15.0	0.0	0.0	18.0	3.5	0.0	0.0	0.0	0.0
15	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.5	26.5	7.0	1.0	0.5	0.0	0.0	29.5	5.5	0.0	0.0	3.0	2.0	4.5	2.0	1.0	1.0
16	0.0	0.0	14.5	2.5	13.5	3.0	0.0	0.0	0.5	0.5	8.5	1.0	0.0	0.0	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	1.0
17	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	25.5	9.5	0.0	0.0	57.0	7.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.5
18	1.5	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.5	1.5	2.5	2.5	3.5	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5	1.0
19	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.5	8.5	8.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	0.5
20	0.5	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	34.0	6.0	1.0	0.5	0.0	0.0	2.0	0.5	0.0	0.0	27.0	7.0	0.0	0.0	28.5	6.5	1.0	0.5
21	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	22.5	9.5	0.0	0.0	9.0	3.0	6.0	1.5	14.5	4.5	11.0	2.5
22	0.0	0.0	8.5	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.5	2.0	0.0	0.0	5.0	1.0
23	35.0	8.0	0.5	0.5	0.0	0.0	41.0	6.0	17.5	13.5	1.0	0.5	69.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	0.5
24	0.0	0.0	0.0	0.0	5.5	2.5	40.5	6.0	0.0	0.0	72.0	17.5	41.0	10.5	0.0	0.0	104.5	28.5	0.0	0.0	2.5	1.0	0.0	0.0
25	0.0	0.0	0.0	0.0	10.5	3.0	37.5	9.0	0.0	0.0	39.5	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	55.5	15.5	0.0	0.0	24.5	4.5	0.0	0.0
26	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	42.0	13.0	2.5	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	14.5	8.0	0.5	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.5
27	50.0	8.5	0.0	0.0	1.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	15.5	6.5	0.0	0.0	7.0	3.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	0.5
28	0.5	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.0	5.0	0.0	0.0	8.5	5.5	0.0	0.0	7.5	4.0	0.5	0.5	0.0	0.0
29	0.0	0.0			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.5	3.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.5	45.0	9.5	1.0	0.5
30	2.5	1.0			0.0	0.0	29.0	11.0	0.0	0.0	0.0	0.0	57.0	9.0	2.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.5	4.5	0.5	0.5
31	9.0	2.0			0.0	0.0			37.0	17.5			0.0	0.0	3.5	1.5			0.0	0.0			2.5	1.0
合計	136.5	—	66.5	—	121.0	—	381.5	—	153.0	—	221.0	—	500.5	—	303.0	—	233.5	—	98.0	—	224.0	—	59.5	—
平均	4.4	—	2.4	—	3.9	—	12.7	—	4.9	—	7.4	—	16.1	—	9.8	—	7.8	—	3.2	—	7.5	—	1.9	—
最大	50.0	8.5	16.0	5.5	45.0	9.0	61.0	13.0	53.0	13.0	72.0	17.5	84.5	24.5	64.5	17.0	104.5	30.5	51.0	21.0	45.0	10.0	11.0	3.0

年降水量 2498.0mm

最大日降水量 104.5mm 9月24日

最大時間降水量 30.5mm 9月10日 8時

測定場所: 岐阜県森林科学研究所(標高: 140m)

岐阜県森林科学研究所業務報告 平成15年度

平成16年5月21日発行

発行 岐阜県森林科学研究所
〒501-3714 岐阜県美濃市曾代1128-1
Tel 0575-33-2585 Fax 0575-33-2584
URL <http://www.cc.rd.pref.gifu.jp/forest/>
E-mail info@forest.rd.pref.gifu.jp

印刷 協同印刷株式会社
Tel 0575-28-2136



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。
(表紙は古紙配合率70%の再生紙です)