



# 目 次

- 1 スギ材の性能区分と利用法に関する試験・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 1
- 2 ニュータイプきのご開発事業（第1報）・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 6  
- ムラサキシメジ人工栽培技術の開発 -
- 3 ニュータイプきのご開発事業（第2報）・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 23  
- ハタケシメジ空調施設栽培用品種の開発 -
- 4 森林資源活用パイロット事業で実施した間伐の分析結果・・・・・・・・・・ 30
- 5 多様な広葉樹林の育成・管理技術の開発・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 42  
- 里山広葉樹林の林分構造の解明及び好まれる森林景観 -

# スギ材の性能区分と利用法に関する試験

大西裕二・皆川隆一・小関孝美

## 要旨

県産スギ材の構造利用への推進と効率的な利用のため、製材品の強度性能評価と立木・丸太の非破壊強度性能測定による等級区分の実効性を検討することとして、立木の応力波伝播速度及び丸太の縦振動ヤング係数の測定、及び製材品の曲げ強度性能試験を行い、これらの関係を調べた。

試験の結果、製材品の曲げ強度は国土交通省告示の基準強度をクリアしていた。また、立木の応力波伝播速度及び丸太の縦振動ヤング係数で製材品のヤング係数が推定でき、立木・丸太段階で強度等級区分することにより必要な性能を持つ製材品を高い歩留まりで得られ、効率的に利用するために有効であった。

**キーワード：**スギ，製材品，曲げ強度性能，非破壊強度性能測定，等級区分

## 1 はじめに

### 1.1 県産スギ利用の現状と課題

県内の人工林面積の71%を占めるスギは年齢別では8～9年齢がピークとなり供給可能な量が増大し(宮城県産業経済部，2006)，中目材としての有効利用が求められている。その活用のひとつとして、平成16年度は県産材の20%が合板用へ供給され、製材用への供給はやや減少傾向にある(宮城県産業経済部林業振興課，2006)。しかし一方、製材品として住宅建築部材への利用を目指し、素材を供給する側と設計・施工関係者による地産地消費のネットワーク活動が各地域で見られ、地域の森林資源を有効活用していく取り組みが見られている。

### 1.2 木材の強度性能表示の現状

住宅の品質性能の確保にユーザの意識が高まり、構造用材としては強度性能を明確にすることが求められている。製材品では変形のしにくさを示すヤング係数を自動的に測定する機械が実用化されており、一部で強度性能を明示した製品が流通している。丸太では縦振動法によるヤング係数の測定が普及しつつあり、既に連続的に測定するシステムを導入した原木市場も出現している(田岡秀昭，2001)。立木の性能測定は応力波伝播速度を応用した研究が行われ、計測手法と実用可能なこと(中村昇ら，1992)，また適用に関してその有効性が報告(池田潔彦，2002)されている。

### 1.3 試験の目的

地域産のスギ材を構造利用するための資料として、製材品の強度性能を調査し評価することとした。またスギは強度性能値のばらつきが大きく、最終製品で性能により用途を振り分けるのではなく、立木・丸太の段階で強度性能が分かれば、構造用・非構造用に応じた木取りや採材を行うことが可能となり資源の有効活用が図られる。これらのため製材品の曲げ強度性能試験を行うとともに、立木・丸太の非破壊強度性能測定による等級区分を普及に移す技術として現場適用を考慮しつつ実効性を検討した。

## 2 試験の方法

### 2.1 試験の材料

県内3地域4林分の林齢35~43年生のスギからデータを収集した。これらの抽出は任意であり県産スギの標準的なものとしてサンプリングしたものではないが、スギ人工林のピークである8~9齢級の中目材であり一括して扱うこととした。

### 2.2 立木の強度性能測定

131本の立木について繊維方向の応力波伝播速度を測定した。伝播速度は立木の地際から0.5mと1.5mの位置に打ち込んだ測定ピンの一方に打撃を与え、その応力波をもう一方のピンで受信し、応力波伝播時間の読み取り装置(FAKOPP)により計測した時間とピン間の距離から立木の応力波伝播速度を求めた。

### 2.3 丸太の強度性能測定

これから、73本を伐採し、73本の1番玉と12本の2番玉を4m、49本の2番玉、21本の3番玉を3mに採材した。この155本の丸太の寸法・重量を計測するとともに木口方向から打撃を与え固有振動数を測定し、丸太の縦振動ヤング係数を求めた。

### 2.4 製材品の強度性能測定

4m材50本、3m材51本を製材し、80を乾球の最高温度として人工乾燥を行った後、4m材は梁桁材(4.0m×120×180~210mm)、3m材は柱材(3.0m×120×120mm)に仕上げた。これらの製材品は針葉樹の構造用製材の日本農林規格に準じて欠点事項の判定を行い、目視等級区分を行った。また丸太と同様に縦振動法によるヤング係数を求めた後、(財)日本住宅・木材技術センター「構造用木材の強度試験法」に準拠し曲げ破壊試験を行った。

## 3 試験の結果及び考察

### 3.1 立木の強度性能測定

応力波伝播速度によるヤング係数は次式により求められる。

$$E_s = v^2 \times \quad \text{式(1)}$$

$E_s$ : 応力波伝播速度ヤング係数( $\text{kN/mm}^2$ )

$v$ : 応力波伝播速度( $\text{m/s}$ )、 $\rho$ : 容積密度( $\text{kg/m}^3$ )

現場適用を考慮すると立木の容積密度を測定することは困難であり、応力波伝播速度のみで材質指標となることが報告されている(名波ら, 1993)ことから、本試験も速度のみで立木の評価を試みた。応力波伝播速度の平均は2895m/s、変動係数は8.6%であり分布を図-1に示す。立木の応力波伝播速度と胸高直径の関係を図-2に示す。胸高直径が小さいものが伝播速度が大きく、直径が大きいものが速度が小さい傾向がややみられたが相関は低かった。

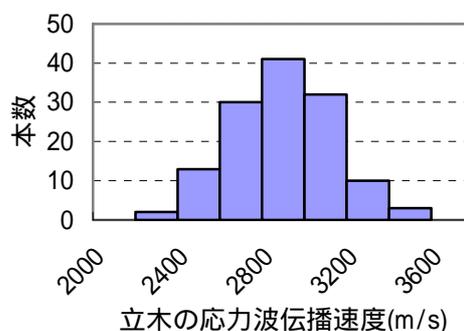


図-1 立木の応力波伝播速度分布

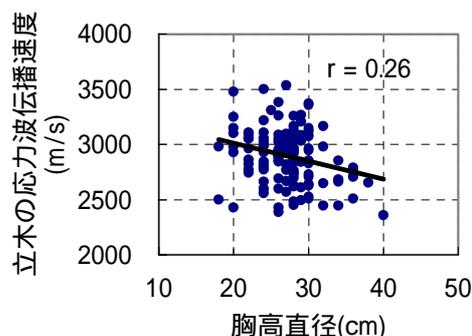


図-2 立木の胸高直径と応力波伝播速度の関係

### 3.2 丸太の強度性能測定

丸太の縦振動ヤング係数(Efr)は次式により求められる。

$$E_{fr} = (2 \times L \times f)^2 \times \rho \quad \text{式(2)}$$

Efr:縦振動ヤング係数 (kN/mm<sup>2</sup>), L:材長 (m)

f:固有振動数 (Hz), ρ:密度 (kg/m<sup>3</sup>)

縦振動ヤング係数は平均 7.05kN/mm<sup>2</sup>, 変動係数 16.3% であり, その分布を図 - 3 に示す。素材の日本農林規格改正案に準ずる等級区分では Ef50(3.9 ≤ Efr < 5.9kN/mm<sup>2</sup>) が 26 本, Ef70(5.9 ≤ Efr < 7.8kN/mm<sup>2</sup>) が 87 本, Ef90(7.8 ≤ Efr < 9.8kN/mm<sup>2</sup>) が 42 本である。

丸太の末口を真円と仮定し半径を年輪幅で除したものを平均年輪幅として, 縦振動ヤング係数との関係を図 - 4 に示す。年輪幅の小さい, いわゆる目の詰まった丸太がヤング係数が高い傾向はなく, 木口面の観察による丸太の強度等級区分は困難である。

立木の応力波伝播速度と全ての丸太のヤング係数の関係を図 - 5 に示す。立木の応力波伝播速度が大きいものは丸太のヤング係数が高く, このことで立木の応力波伝播速度により丸太のヤング係数が予測できることとなる。ここで仮に立木の応力波伝播速度 3000m/s 以上と未満に区分すると速度 3000m/s 以上の立木は丸太等級 Ef50 の出現率は 1%とほとんどなく, Ef70 が 50%, Ef90 が 49%となり, 伐倒した丸太を構造成用の長さに採材する指標のひとつとして立木の応力波伝播速度を用いるのが有効である。

### 3.3 製材品の強度性能測定

製材品の日本農林規格の目視等級区分は梁桁材の甲種構造成用材 1 級が 31 本, 2 級が 16 本, 3 級が 1 本, 格外が 3 本, 柱材の乙種構造成材 1 級が 15 本, 2 級が 24 本, 3 級が 8 本, 格外が 3 本であった。

製材品の曲げ強度性能測定の結果は表 - 1 のとおりである。

表 - 1 製材品の曲げ強度性能測定結果

	密度 (kg/m <sup>3</sup> )	含水率 (%)	平均年輪幅 (mm)	縦振動ヤング係数 (kN/mm <sup>2</sup> )	曲げヤング係数 (kN/mm <sup>2</sup> )	曲げ強度 (N/mm <sup>2</sup> )
平均値	396	14.1	5.4	6.87	6.91	41.4
最小値	321	8.0	3.3	4.19	4.24	22.4
最大値	471	26.5	10.0	9.64	9.58	63.0
変動係数(%)	7.2	7.2	22.5	18.8	18.8	21.1

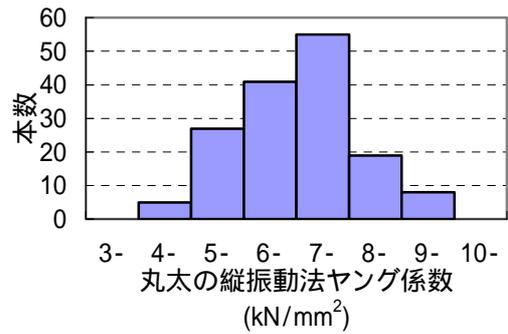


図 - 3 丸太の縦振動ヤング係数分布

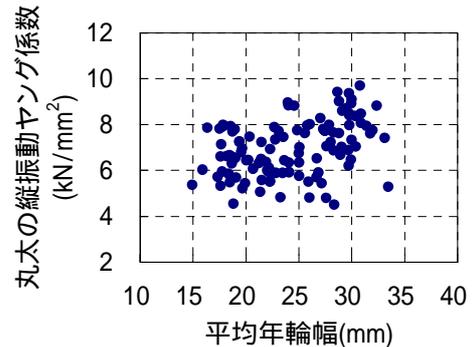


図 - 4 丸太の平均年輪幅と縦振動ヤング係数の関係

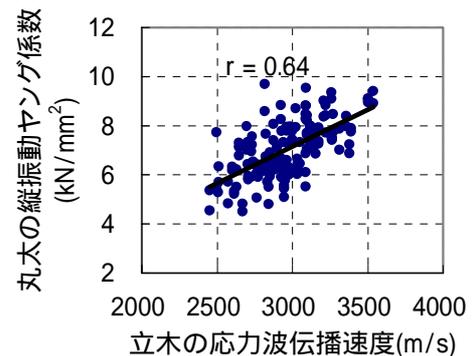


図 - 5 立木の応力波伝播速度と丸太の縦振動ヤング係数の関係

全ての製材品が国土交通省告示のスギの曲げ基準強度(22.0N/mm<sup>2</sup>)を上回った。曲げヤング係数と曲げ強度の関係を図 - 6 に示す。木材ではヤング係数と強度の間に相関があることが知られているが、本試験においても同様に相関が得られた。この性質を利用し、ヤング係数による区分を行い等級ごとに 材料の多くが達成する強度の値(5% 下限値)が等級ごとに設定され国土交通省告示の基準強度等に反映されている。曲げヤング係数で全ての製材品を日本農林規格の機械等級区分を行うと E50(3.9 E < 5.9kN/mm<sup>2</sup>)が31本、E70(5.9 E < 7.8kN/mm<sup>2</sup>)が44本、E90(7.8 E < 9.8kN/mm<sup>2</sup>)が26本であった。機械等級区分ごとの曲げ強度の分布を図 - 7 に示す。それぞれの機械等級区分に応じた国土交通省告示の曲げ基準強度(E50: 24.0N/mm<sup>2</sup>, E70: 26.4N/mm<sup>2</sup>, E90: 34.8N/mm<sup>2</sup>)に対しては一部の製材品でこれを下回ったが、曲げ強度分布を正規分布と仮定した5%下限値を比較すると曲げ基準強度をクリアした。目視等級区分ごとの曲げ強さの平均値は甲種構造材1級が41.2N/mm<sup>2</sup>、同2級が35.1N/mm<sup>2</sup>、乙種構造材1級が43.4N/mm<sup>2</sup>、同2級が44.3N/mm<sup>2</sup>であった。

平均年輪幅と曲げヤング係数の関係(図 - 8)ではほとんど相関が得られず、いわゆる目が詰まった材が曲げヤング係数が必ずしも高くない結果となった。曲げ強度に関しても同様に相関が得られなかった。目の詰まりかたで製材品の強度性能を推定することは困難であった。

### 3.4 丸太の等級区分と製材品の等級

丸太の縦振動ヤング係数と製材品の曲げヤング係数の関係(図 - 9)では高い相関が得られており、このことは丸太の縦振動ヤング係数を測定することすることで製材品の曲げヤング係数を高い精度で推定できることを示している。

丸太を素材の日本農林規格改正案の強度等級で区分し、これから得られる製材品等級の出現率は Ef50 の丸太からは E50 の製材品が90%、E70 の製材品が10%、Ef70 の丸太からは E50 の製材品が24%、E70 が66%、E90 が10%、Ef90 の丸太からは E70 の製材品が28%、E90 が72%となり、丸太を等級区分することで必要とする等級の製材品を高い歩留まりで得ることができる。

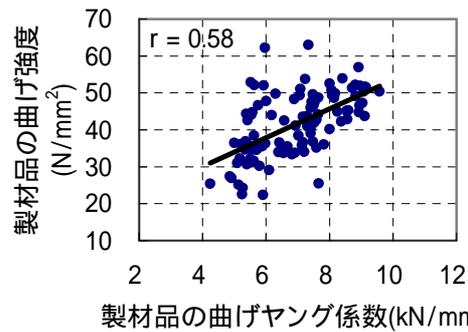


図 - 6 製材品の曲げヤング係数と曲げ強度の関係

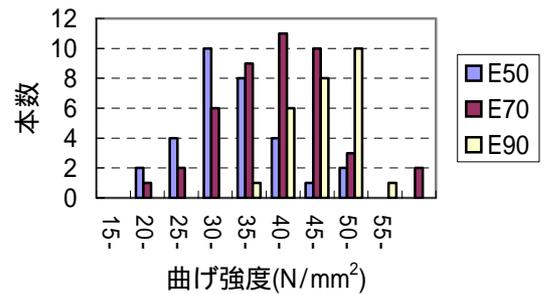


図 - 7 製材品の機械等級区分ごとの曲げ強度分布

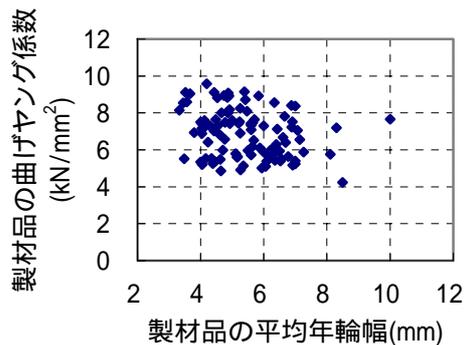


図 - 8 製材品の平均年輪幅と曲げヤング係数の関係

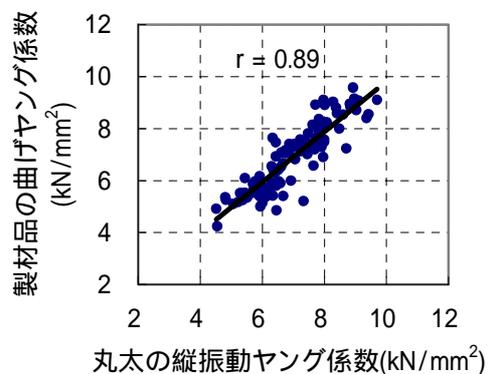


図 - 9 丸太の縦振動ヤング係数と製材品の曲げヤング係数の関係

### 3.5 立木の等級区分と製材品の等級

立木の応力波伝播速度と製材品の曲げヤング係数の関係を図-10に示す。丸太ほど高くないが相関が得られ、立木の段階で最終製品である製材品の曲げヤング係数を推定できることを示している。立木の応力波伝播速度 3000m/s 以上と未満に区分すると速度 3000m/s 以上の立木は機械等級区分製材の E50 が 11%，E70 が 42%，E90 が 47% の出現率となり、梁に用いるためヤング係数の高い平角材が必要になる際の選木指標となるであろう。

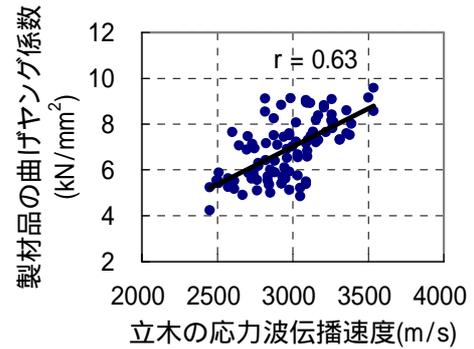


図-10 立木の応力波伝播速度と製材品の曲げヤング係数の関係

## 4 おわりに

県内3地域4林分から得られたスギ製材品は国土交通省告示の曲げ基準強度をクリアし、構造用材として適正な性能を有していた。また、丸太・立木の段階で強度等級区分することは必要な性能をもつ製材品を高い歩留まりで得ることができ、地域産のスギを適材適所に高度に活用するために有効であることがわかった。収集した数値はデータベース化し、県産スギ材の設計指針となるよう整備を行うこととする。

なお、試験を行うに当たっては、地産地消運動に取り組んでいるおおさき材利用ネットワークの活動と連携して実施し、測定データの収集に協力をいただいた。おおさき材利用ネットワークでは実際に地域スギを利用し立木・丸太段階から品質管理を行いモデル住宅を建築した(真田, 2005)。

## 引用文献

- 池田潔彦：応力波伝播速度による立木ヤング係数評価の現状とその適用．木材工業 57, 9 374～379 2002
- 国土交通省告示 1452号：針葉樹の構造用製材の日本農林規格に対応した基準強度 2000
- 強度性能研究会：製材品の強度性能に関するデータベース(7), 2005
- 宮城県産業経済部：みやぎの森林・林業のすがた, 2006
- 宮城県産業経済部林業振興課：宮城県の木材需給とその動向, 2006
- (財)日本住宅・木材技術センター：構造用木材の強度試験法．住宅資材性能規定化対策事業・地域材性能評価事業報告書 2000
- 名波直道, 中村昇, 有馬孝禮, 大熊幹章：応力波による立木の材質測定(第3報)林分としての材質評価．木材学会誌 39, 88 903～909 1993
- 日本建築学会：木質構造設計基準, 2002
- 日本建築学会：木質構造限界状態設計指針(案), 2003
- 中村昇, 有馬孝禮, 大熊幹章：応力波による立木の材質測定(第2報)立木への適用．木材学会誌 38, 8 747～752 1992
- 農林水産省告示第143号：針葉樹の構造用製材の日本農林規格 1991
- 農林水産省ホームページ：素材の日本農林規格の改正案．2005
- 真田廣樹：おおさき材利用ネットワークによる立木強度把握の実証．全国林業普及指導職員活動事例集 2004
- 田岡秀昭：原木グレーディングについて．WIDE 147 2～5, 2001

## ニュータイプきのこ開発事業（第1報）

### - ムラサキシメジ人工栽培技術の開発 -

相澤 孝夫<sup>\*1</sup>・玉田 克志・更級 彰史・佐藤 資之<sup>\*2</sup>・木村 榮一<sup>\*2</sup>

#### 要旨

ムラサキシメジ菌床に広葉樹落葉をマウンド状に被覆する「落ち葉マウンド法」による野外栽培において、菌糸は落ち葉を分解しながらマウンド内及びその外周にシロを形成し、晩秋に子実体の発生を確認した。これにより、低コストなムラサキシメジ人工栽培に一定の知見を得た。さらに、簡易な施設内で無殺菌パーク堆肥に種菌を接種・蔓延させ、この培養物（種床）を菌床の代替とすることで、より低コストでムラサキシメジの人工栽培が可能であることがわかった。

**キーワード：**ムラサキシメジ，落ち葉マウンド法，シロ形成，無殺菌パーク堆肥，種床

#### 1 はじめに

ムラサキシメジ (*Lepista nuda*) は晩秋の里山に発生し、東北地方では食用菌として身近なキノコである。ムラサキシメジの人工栽培については鈴木ら(1987)、物江ら(1991)、斉藤ら(1995)、宮本ら(2001)、菅野ら(2002)、川島(2003)により試験が行われ、栽培の可能性は示されたものの、実用化には至っていない。実用化に至らない理由として、発生が少量で不安定のため、採算性が悪いことがあげられている。

本試験では、ムラサキシメジ菌床を用いた場合におけるこれまでのパーク堆肥を大量に用いる方法ではなく、コストのかからない落ち葉を用いた林床利用の栽培試験により実用化を目指した。さらに、コスト低減をねらいとした無殺菌パーク堆肥と落ち葉を用いた林床利用の栽培について試験を行い、それらの試験におけるムラサキシメジ菌糸体の動態について知見を得たので、併せて報告する。

なお、試験の一部は、日本応用きのこ学会第7回大会（相澤ら，2003）、東北森林科学会第8回大会（相澤ら，2003）、日本きのこ学会第9回大会（玉田ら，2005）で発表した。

#### 2 材料及び方法

ムラサキシメジの林床における野外栽培試験について、菌床を用いた栽培試験と無殺菌パーク堆肥を用いた栽培試験を同時進行で行った。年ごとの試験内容は、表-1のとおり。

供試菌株は全て宮城県林業試験場保有のムラサキシメジHS-1とした。菌床の調製にあたっては、パーク堆肥と専管フスマを体積比で4：1に混合、含水率を62%とし、1.2kg容ポリプロピレン袋に充填後フィルター付きキャップを閉め、培地内温度120℃で60分間高圧殺菌した。放冷及び種菌接種後、温度23℃、湿度65～70%で65日間暗黒培養した。なお、種菌も同様の培地組成とし、1,000cc容ビンに培養したものを利用した。

\* 1 現所属：林業振興課

\* 2 所属：宮城県食用茸協同組合

表 - 1 年ごと試験項目一覧

	菌床を用いたマウンド法栽培試験	無殺菌バーク堆肥を用いた種床栽培試験
平成 13 年	菌床を用いたマウンド法栽培試験 (マウンド資材の検討)	種菌ばらまき等によるマウンド法栽培試験 (無殺菌バーク堆肥への菌糸培養の検討)
平成 14 年	落ち葉マウンド法栽培試験 (菌床設置方法に関する試験)	種床栽培試験 (種床による栽培可能性の検討)
平成 15 年	落ち葉マウンド法栽培試験 (マウンドの形状に関する検討 1)	種床栽培試験 (種床調製管理の検討)
平成 16 年	落ち葉マウンド法栽培試験 (マウンドの形状に関する検討 2)	種床栽培試験 (層状種菌・紙袋菌床の検討)
平成 17 年	落ち葉マウンド法栽培試験(マウンドの 形状に関する検討 3・現地適応試験)	種床栽培試験 (改良層状種菌の検討)

## 2.1 &lt;平成13年&gt;

## 2.1.1 菌床を用いたマウンド法栽培試験(マウンド資材の検討)

菌床を用いたムラサキシメジ栽培試験は、これまで、菌床を土壤に埋め込みバーク堆肥等で埋設する方法(宮本ら, 2001)で行われていたが、埋め込みにより菌床腐敗によるシロ拡大停止などが確認された(菅野ら, 2002)ため、今回、地面上に菌床を配置し、その上から資材を山盛り状に被覆する「マウンド法」による栽培試験を表-1の4箇所の試験地で行った。

表 - 2 平成13年 野外栽培試験地

試験地	環境等	設置時期	菌床設置数	
			落ち葉マウンド	混合基材マウンド
1 丸森町筆甫	スギ人工林	平成 13 年 8 月 6 日	9	9
2 色麻町高根	コナラ・クリ林	平成 13 年 8 月 6 日	9	9
3 仙台市青葉区栗生	針広混交林	平成 13 年 8 月 17 日	15	16
4 大衡村大衡	クヌギ林	平成 13 年 8 月 15 日	9, 5, 3, 2	9

マウンドを構成する資材は、一方をコナラ、クヌギを主とする落ち葉(落ち葉マウンド法, 図-1), もう一方を落ち葉, バーク堆肥, 山土を容積比で4:2:1の混合(混合基材マウンド法, 図-2)とし、各々の試験地で表のとりの菌床数を設置したマウンドを各1つずつ設定した。また、試験地4については、それぞれのマウンドについて子実体の発生位置を観察した。

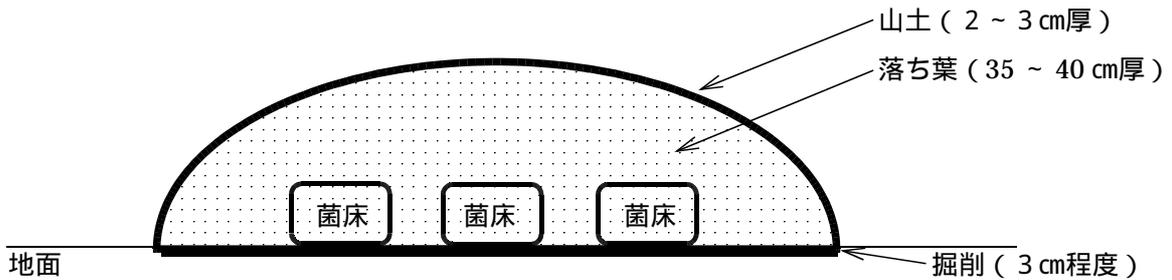
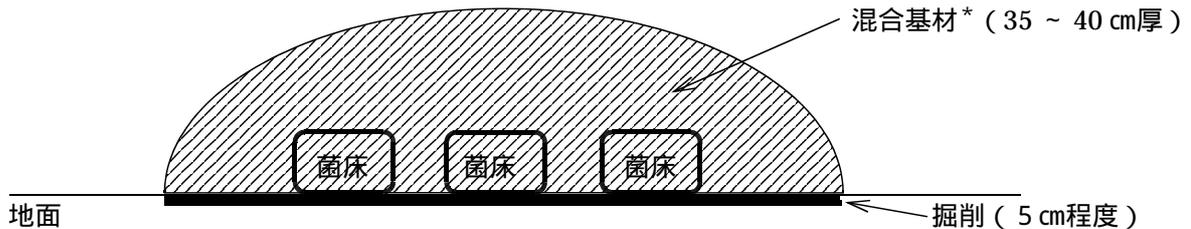


図 - 1 落ち葉マウンド法



\* 混合基材は落ち葉，パーク堆肥，山土で，容積比は4：2：1

図 - 2 混合基材マウンド法

### 2.1.2 種菌ばらまき等によるマウンド法栽培試験（無殺菌パーク堆肥への菌糸培養の検討）

表 - 1 の試験地 4 において，種菌ばらまきによる栽培試験を行った。8月中旬，1辺1mの方形にパーク堆肥を3cm厚に敷き，その上に2000gの種菌を方形の中心から半径30cm内にばらまいた。その上に180の落ち葉をマウンド状に被せた。

また，同試験地において，ムラサキシメジ子実体を接種源とした無殺菌パーク堆肥への菌糸培養について試験を実施した。11月にクヌギ林内に50cm四方のパーク堆肥を敷き，その上にムラサキシメジHS-1子実体を直接載せてパーク堆肥上への菌糸蔓延について観察を行った。子実体は1～5個用いて2回繰り返した。さらに11月，クヌギ林において，底に穴を開けた容量1000ccのポリプロピレン製ビンにパーク堆肥を詰め，ムラサキシメジHS-1子実体をビンの上部，中部，下部に各1個配置し，発菌の可能性について試験を行った。

## 2.2 <平成14年>

### 2.2.1 落ち葉マウンド法栽培試験（菌床設置方法に関する検討）

平成13年の結果を受けて，落ち葉マウンド法（図 - 3）により最適菌床個数と菌床設置時期について試験を行った。表 - 2 のとおり，1マウンド当たりの菌床個数は4個または9個とし，菌床設置時期は5月下旬及び8月上～中旬として，4箇所の試験地で各2マウンドずつ設定した。試験地3の収穫に際しては，子実体発生位置を観察するとともに，発生量と地温及び気温との関係を観察した。

また，落ち葉マウンドにおけるムラサキシメジの菌糸体の動態について観察した。試験地3に設置したマウンドについて，平成14年10月，12月，平成15年4月にマウンド断面における菌糸体の位置を記録した。

さらに，平成13年度に表 - 1 の試験地4に設置した落ち葉マウンドの2年目以降の子実体の発生量及び位置を観察した。

表 - 3 平成14年 野外栽培試験地

試験地	環境等	設置時期	菌床設置個数
1 丸森町筆甫	広葉樹林	平成14年5月29日：8月9日	4個，9個
2 仙台市青葉区栗生	針広混交林	平成14年5月31日：8月7日	
3 大衡村大衡	クヌギ林	平成14年5月31日：8月20日	
4 東和町米川	広葉樹林	平成14年5月30日：8月19日	

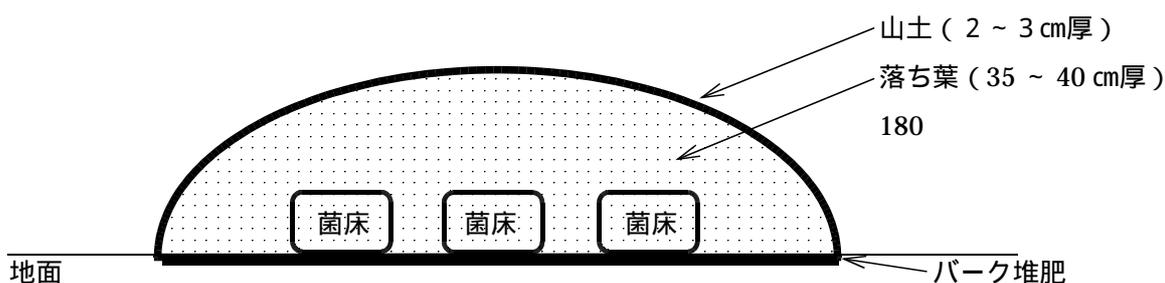


図 - 3 落ち葉マウンド法

### 2.2.2 種床栽培試験（種床による栽培可能性の検討）

表 - 2 の 4 箇所の試験地において、ムラサキシメジ種菌を無殺菌のバーク堆肥に野外で接種・培養し、これによって菌の蔓延したバーク堆肥（以下、種床という）を用いた落ち葉マウンド法による栽培試験を行った。5月下旬、林内に木枠4枚を箱形に設置し、その中にバーク堆肥を60kg入れ、種菌を1800g接種した。6月下旬～7月中旬に木枠の中から菌糸が伸長した種床を取り出し、これを落ち葉と交互に敷設し積み上げ、マウンドをサンドイッチ状に形成した。種床のマウンドへの埋設量は45（20kg）とし、各3マウンド設置した。

## 2.3 <平成15年>

### 2.3.1 落ち葉マウンド法栽培試験（マウンドの形状に関する検討1）

5月下旬に菌床4個を用いた方形状設置と菌床8個を用いた列状設置の2種類の落ち葉マウンドにより最適菌床設置方法について試験した。試験は表 - 3 の県内5箇所の試験地で実施し各2マウンド設置した。なお、落ち葉マウンドにおける菌床被覆資材は、図 - 3 の落ち葉のみとし、山砂被覆は行わなかった。

### 2.3.2 種床栽培試験（種床調製管理の検討）

プランターにバーク堆肥30（18kg）を入れて填圧し、表面に12箇所の植菌孔を設け、HS - 1を400cc培地表面にばらまき接種し、さらに表面は薄く落ち葉を敷設した（以下、種床栽培法という）。接種後は培養環境の適性を検討する目的で、ビニールハウス内と屋内（物置等）で3月下旬から1か月間培養した。その後、培地約1kgを取り出し、800g菌床用の栽培袋に充填して1か月間追培養した（以下、リパック菌床という）。また、残った培地は、攪拌して1か月間追培養した（以下、攪拌種床という）。リパック菌床、

攪拌種床の追培養は、培養時と同環境のビニールハウス、屋内で引き続き行った。

伏せ込みは、リパック菌床では落ち葉マウンド同様に菌床4個を用いた方形状と、菌床8個を用いた列状の2種類の落ち葉マウンドを5箇所の試験地で各2マウンド設置した。攪拌種床では方形に敷いたパーク堆肥に2の種床を4個に分けて配置したものと、列状に敷いたパーク堆肥に15の種床を配置したものに各々落ち葉180を被覆したマウンドを、5箇所の試験地で各2マウンド設置した。

また、種床栽培法を簡便化し、パーク堆肥を培地基材として無殺菌の袋菌床を調製、自然条件下で培養した(以下、無殺菌菌床法という)。菌床の調製は3月下旬にパーク堆肥1.2kgを800g菌床用の栽培袋に充填し、中央に空けた植菌孔に種菌45ccを接種し、袋の後部を折り曲げ軽く輪ゴムで止めた。ビニールハウス内で1か月間培養し、菌系の培地蔓延を確認後、4月下旬から屋内管理に切り替えた。5月下旬に、菌床4個を用いた方形状と8個を用いた列状の2種類で落ち葉マウンド法を5箇所の試験地で方形状2回繰り返し、列状は1回ずつ実施した(以上、試験区設定は表-4のとおり)。

さらに、長期間培養した無殺菌菌床を用いて試験を行った。平成15年1月10日にブロック造りの小屋内にプランター3個を設置し、それぞれパーク堆肥を10kgずつ入れ、プランター1には紙袋に800gのパーク堆肥を入れ種菌100~300ccをそれぞれ接種、開口部を3回織って3袋を設置した。プランター2には、不織布に800gのパーク堆肥を入れ種菌100~300ccを接種し、開口部をひねって閉じたものを3個設置した。プランター3には、種菌3000ccをばらまき接種した。3個のプランターには、それぞれ10の落ち葉を上から載せ、定期的に散水し、加温しないで144日培養した。プランター1~3の内容物は、平成15年6月3日に試験地3の広葉樹林内に設置し落ち葉で被覆した。

表-4 平成15年 野外栽培試験地

試験地		環境等	設置時期	摘要
1	丸森町筆甫	広葉樹林	平成15年5月27日：6月20日	5月は、落ち葉マウンド法を実施(方形状4個(A)、列状8個(B))と無殺菌菌床法(K、L)を実施。 6月は種床栽培法(C~J)を実施。
2	仙台市青葉区栗生	針広混交林	平成15年5月30日：6月16日	
3	大衡村大衡	広葉樹林	平成15年5月30日：6月23日	
4	東和町米川	広葉樹林	平成15年5月29日：6月17日	
5	河北町皿貝	広葉樹林	平成15年5月28日：6月23日	

表 - 5 種床栽培法の試験設定

記号	培養管理	種床の熟成管理	伏せ込み方法	摘要
A	1.2kg 完熟菌床		方形伏せ込み法	5月下旬設置
B			列状伏せ込み法	
C	ハウス内培養	リパック菌床	方形伏せ込み法	6月中～下旬設置
D			列状伏せ込み法	
E		攪拌菌床	方形伏せ込み法	
F			列状伏せ込み法	
G	屋内培養	リパック菌床	方形伏せ込み法	
H			列状伏せ込み法	
I		攪拌菌床	方形伏せ込み法	
J			列状伏せ込み法	
K		無殺菌菌床	方形伏せ込み法	5月下旬設置
L			列状伏せ込み法	

## 2.4 <平成16年>

### 2.4.1 落ち葉マウンド法栽培試験（マウンドの形状に関する検討2）

県内の試験地5か所（平成15年と同試験地）に落ち葉マウンドを設置した。菌床4個を用いた方形伏せ込みと菌床8個を用いた列状伏せ込みの2種類を配置し、方形伏せ込みは120，列状伏せ込みは180の広葉樹の落ち葉で被覆した。設置作業は6月上旬に行い、各試験区とも2マウンドずつ設置した。

### 2.4.2 種床栽培試験（層状種床・紙袋菌床の検討）

58容量プラスチック容器内にパーク堆肥18とムラサキシメジ種菌400ccを、これらが層状になるように敷設し、上面を1cm厚程度の落ち葉で覆った（以下、層状種床という）。作業は屋外で2月上旬に行い、3月下旬まではビニールハウス内で、その後は資材小屋等の簡易な施設に移動し管理した。

また、紙袋にパーク堆肥1.2kgを充填し、さらに種菌40ccを接種した。これを58容量プラスチック容器に4個配置し、紙袋の高さの半分までをパーク堆肥で、その上を落ち葉で覆った（以下、紙袋菌床という）。作業時期及び場所は上記と同様とした。

これらより調製した層状種床もしくは紙袋菌床2を軽く鎮圧整形し菌床の代替とした。これを1cm厚に敷いたパーク堆肥の上に方形に4ヶ所設置し、その上から120の広葉樹落ち葉でマウンド状に被覆した。なお、試験は県内5ヶ所で行い、各試験地とも層状種床埋設を2マウンド（大衡試験地は1マウンド）、紙袋菌床埋設を1マウンドを設置した。マウンド設置は6月上旬に広葉樹林内で実施した。

## 2.5 <平成17年>

### 2.5.1 落ち葉マウンド法栽培試験（マウンドの形状に関する検討3・現地適応試験）

落ち葉マウンド方式による栽培試験を継続実施した。完熟菌床4個を用いて方形状伏込みと列状伏込みの2種類を配置し、いずれも120の広葉樹の落ち葉で被覆した。設置作業は6月上旬に行い、方形状伏込みと列状伏込みを4試験地で、方形状伏込みのみをその他の2試験地で実施し、各試験区とも2マウンドずつ設置した。

### 2.5.2 種床栽培試験（改良層状種床の検討）

層状種床を改良し、これによる栽培試験を実施した。58容量プラスチック容器内にバーク堆肥18と落ち葉、ムラサキシメジ種菌400ccを、これらが層状になるように敷設し、上面を1cm厚程度の落ち葉で覆った（以下、改良層状種床という）。作業は屋外で2月上旬に行い、3月下旬まではビニールハウス内で、その後は資材小屋等の簡易な施設に移動し管理した。

これにより調製した改良層状種床2を軽く鎮圧整形し、1cm厚に敷いたバーク堆肥の上に方形状に4ヶ所設置し、その上から120の広葉樹落葉でマウンド状に被覆した。設置作業は6月上旬に行い、方形状伏込みと列状伏込みを4試験地で、各試験区とも2マウンドずつ（大衡試験地は1マウンド）設置した。

## 3 結果及び考察

### 3.1 <平成13年>

#### 3.1.1 菌床を用いたマウンド法栽培試験（マウンド資材の検討）

菌床設置から約3週間で、試験地2を除く試験地において、落ち葉マウンド、混合基材マウンドともにマウンド全体への菌糸蔓延が確認され、排水不良等による菌床腐敗は回避することができた。

子実体発生状況は表-5のとおり。発生開始は試験地1が最も早く、最も遅い試験地2とはおよそ40日の差を生じた。発生終了は試験地1が最も早く、もっとも遅い試験地3とはおよそ55日の差を生じた。試験地1の落ち葉マウンドでは、子実体原基を9月下旬に確認し10月中旬には子実体が収穫された。試験地1は他の試験地に比較して標高でおよそ400m高く昼夜の寒暖差が大きいためと考えられた。

発生した子実体のマウンド当たり重量、個数、子実体1個当たり重量は、いずれの試験地においても落ち葉マウンドが混合マウンドを上回った。

試験地4における子実体の発生位置は図-4のとおりで、ほぼ円状の発生を確認した。設置菌床数の差による子実体発生状況をみると、菌床数が多いほど子実体発生位置は大きな円を描くものの、円の大きさと発生量には相関は認められなかった。

表 - 6 平成13年 栽培試験結果

試験地	被覆方法	菌床個数	菌床重量	子実体収穫期間	全発生量	発生個数	平均個重	発生量/菌床重量
1 丸森	落葉	9	10,800g	H13.10.15 ~ 10.26	1,460 g	40 個	37 g	14 %
	混合	9	10,800	H13.10.20 ~ 10.29	715	21	34	7
2 色麻	落葉	9	10,800	H13.11.25 ~ 11.25	150	2	75	1
3 仙台	落葉	15	18,000	H13.11.7 ~ 12.3	2,264	29	78	13
	混合	16	19,200	H13.11.2 ~ 12.20	1,220	20	61	6
4 大衡	落葉	9	10,800	H13.11.5 ~ 11.22	259	8	32	2
		5	6,000	H13.11.5 ~ 11.26	755	22	34	13
		3	3,600	H13.11.5 ~ 11.16	425	11	39	12
		2	2,400	H13.11.13 ~ 11.22	269	11	25	11
		バラマキ	2,000	H13.11.2 ~ 11.22	345	10	35	17
	混合	9	10,800	H13.11.5 ~ 11.26	246	8	31	2

\* 落葉は落ち葉マウンド法, 混合は混合基材マウンド法

\* 試験地 2 では混合基材マウンド法も併せて実施したが, 前年度試験したマウンドの菌糸と交錯したため途中で試験を取りやめた。

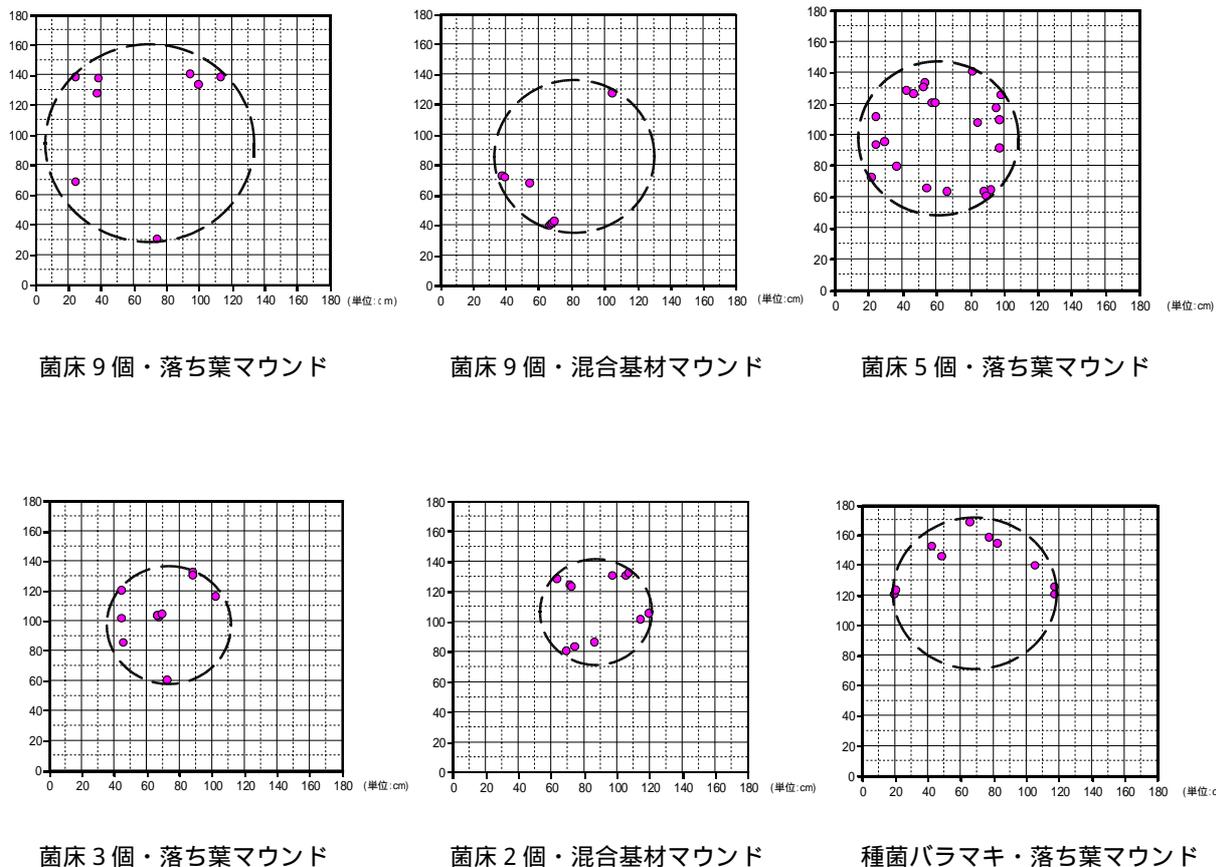


図 - 4 試験地 4 における子実体発生位置

### 3.1.2 種菌ばらまき等によるマウンド法栽培試験（無殺菌パーク堆肥への菌系培養の検討）

表 - 5 のとおり，種菌ばらまきによる落ち葉マウンドからムラサキシメジ子実体10個体，345 g が発生した。菌床または種菌の重量に対する子実体発生量の割合は17%で，菌床を用いた場合よりも高かった。一方，パーク堆肥に子実体を埋め込むことによる発菌の可能性に関する試験では，いずれの手法も発菌を確認できなかった。

## 3.2 平成14年

### 3.2.1 落ち葉マウンド法栽培試験（菌床設置方法に関する試験）

試験の結果は表 - 6 及び図 - 5 のとおり。菌床設置時期と子実体発生期間との関係を見ると，5月設置は8月設置に比べて発生の開始・終了ともに時期的に早かった。一方，8月設置は5月設置に比べて発生が長期間続く傾向が認められた。菌床設置時期と子実体発生量の関係については，試験地1では同程度の発生量，試験地2と試験地3では5月設置が8月設置に比べて発生量がやや多く，試験地4では逆に8月設置が5月設置よりも発生量がやや多い結果となった。

また，1マウンド当たりの菌床数と子実体発生量の関係について，菌床を5月に設置したマウンドでは，試験地1と試験地2が菌床4個と9個のマウンドともほぼ同程度の発生量，試験地3が菌床4個のマウンドで発生量が多く，試験地4が菌床9個のマウンドで発生量が多かった。また，菌床を8月に設置したマウンドでは，試験地1が菌床4個と9個のマウンドともほぼ同程度の発生量，試験地2と試験地3が菌床9個のマウンドで発生量が多く，試験地4が菌床4個のマウンドで発生量が多い結果となった。

さらに，菌床重量当たりの子実体発生量をみると，試験地3の8月を除くすべての試験区で菌床4個が菌床9個に比べて発生量が多かった。

以上のことから，1マウンドに配置する菌床数は4個で十分と考えられ，菌床設置時期を変えることによりある程度発生時期を操作できることがわかった。夏場の温度が確保できない危険性と降雪時期は収穫しにくいことを考慮すれば，菌床は5月設置が望ましいと考えられた。

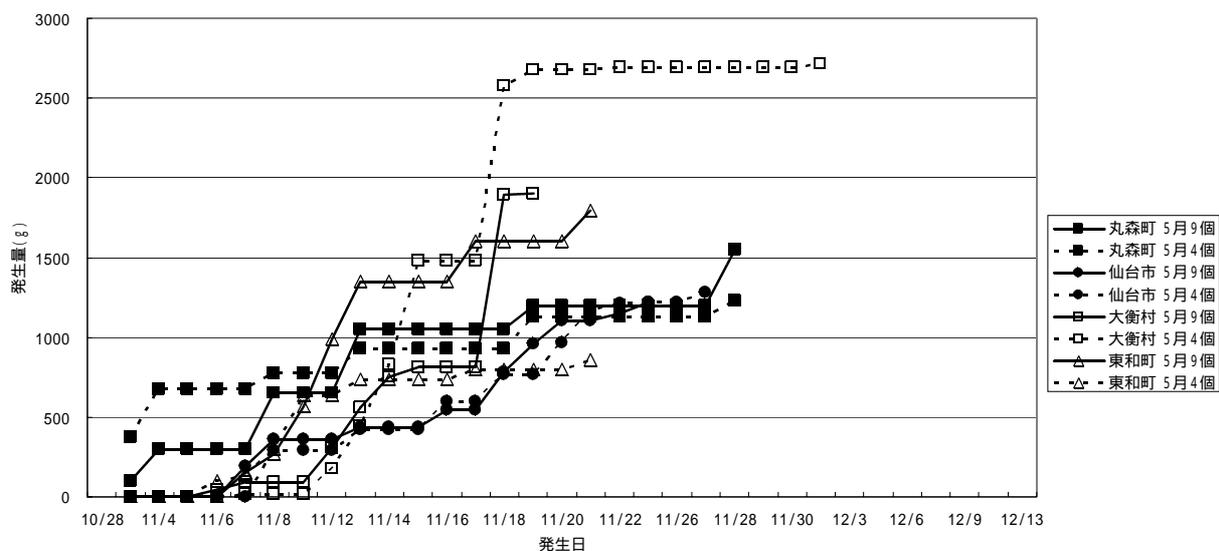
8月の菌床設置は，試験地間により子実体発生量，発生時期のバラツキが大きい，5月の菌床設置は試験地間での発生量，発生時期が比較的揃っていた。8月の菌床設置は，菌床を多く用いないと発生量が安定しない傾向が見られた。このことは，菌床を5月に設置した方が8月設置に比べてシロ形成に十分な時間があったことと，8月設置はシロ形成に必要な時間が少なく立地環境の違いが発生量の大小に反映したことによるものと考えられた。

菌床4個と9個の子実体発生量，発生時期に着目すると，5月設置も8月設置も菌床9個の方がバラツキが小さい。このことから，9個設置が4個設置に比べてシロがより充実して形成されるため，立地環境の違いが緩和されたものと考えた。すなわち，より菌系体量の少ない方が子実体発生量に関して立地環境による影響を受けやすいことが示唆された。

表 - 7 平成14年度 栽培試験結果

試験地	埋込時期	菌床個数	菌床重量	子実体収穫期間	全発生量	発生個数	平均個重	発生量/菌床重量
1 丸森	5月	9	10,800g	H14.11.1 ~ 11.28	1,550 g	48個	32 g	14 %
		4	4,800	H14.10.28 ~ 11.28	1,225	44	28	26
	8月	9	10,800g	H14.11.4 ~ 11.28	1,375	41	34	13
		4	4,800	H14.11.4 ~ 11.19	1,450	54	27	30
		種床	20,000	H14.11.1 ~ 11.8	150	7	21	0.8
	2 仙台	5月	9	10,800	H14.11.7 ~ 11.25	1,223	26	48
4			4,800	H14.11.8 ~ 11.27	1,280	24	53	27
8月		9	10,800	H14.11.14 ~ 12.10	1,161	24	48	11
		4	4,800	H14.11.14 ~ 12.13	842	17	50	18
		種床	20,000	H14.11.7 ~ 11.20	1,153	31	37	5.8
3 大衡		5月	9	10,800	H14.11.6 ~ 11.19	1,902	61	31
	4		4,800	H14.11.7 ~ 12.2	2,717	75	36	57
	8月	9	10,800	H14.11.15 ~ 12.9	1,937	39	50	18
		4	4,800	H14.11.19 ~ 12.9	719	19	39	15
		種床	20,000	H14.11.5 ~ 11.18	179	6	30	0.9
	4 東和	5月	9	10,800	H14.11.7 ~ 11.21	1,795	71	26
4			4,200	H14.11.6 ~ 11.21	860	35	25	18
8月		9	10,800	H14.11.17 ~ 12.3	1,905	32	60	18
		4	4,200	H14.11.17 ~ 12.3	2,385	38	63	50
		種床	20,000	H14.11.11 ~ 11.26	472	28	17	2.4

\* 各試験値とも2回繰り返し平均値で表示



子実体積算発生量(全試験地:平成14年5月菌床設置)

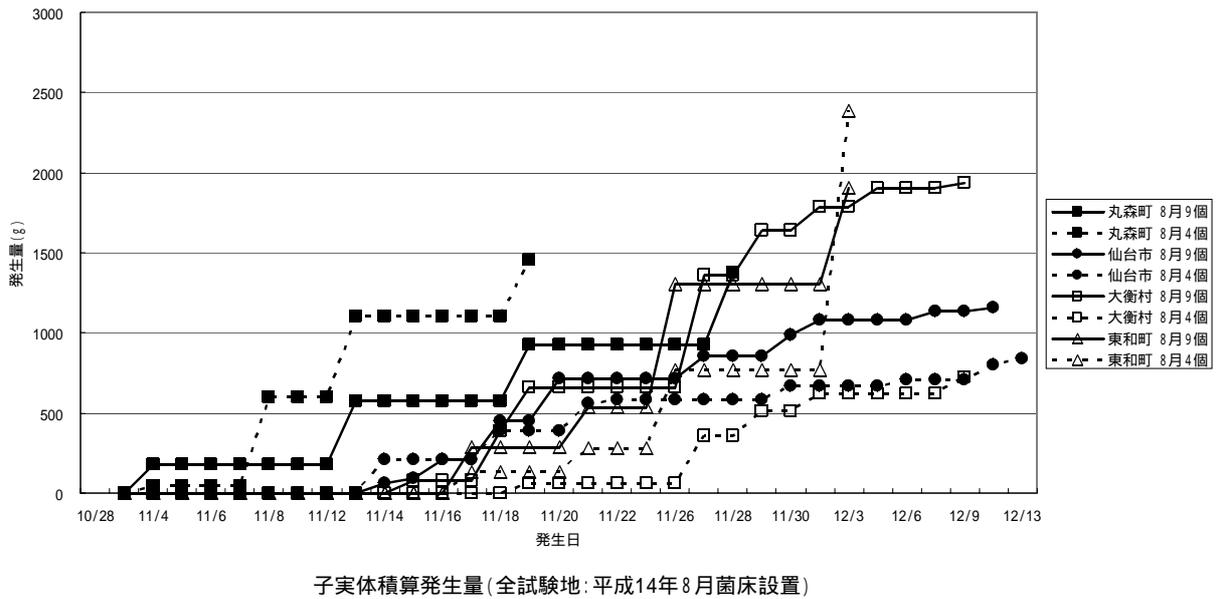


図 - 5 平成14年5月及び8月菌床設置試験区の子実体積算発生量

子実体の発生位置についてみると、図 - 6 のとおり、平成 13 年度と同様に、子実体は円を描くように発生した。埋設菌床数と円の大きさには相関はみられなかったが、8月設置のマウンドでは5月設置に比べ円が小さくなる傾向にあった。特に菌床4個埋設の8月設置のマウンドはいずれも円は小さく、シロの拡大、すなわちマウンドにおける菌糸体の充実不足が子実体発生量に影響していると考えられた。

子実体発生量と気温の関係を調査したところ、図 - 7 のとおりで、気温が10 から 5 付近、あるいは 5 から 0 付近へと急激に降下したときに発生し始め、0 付近で発生を終えた。発生中の地温は 3 から 8 の間であった。

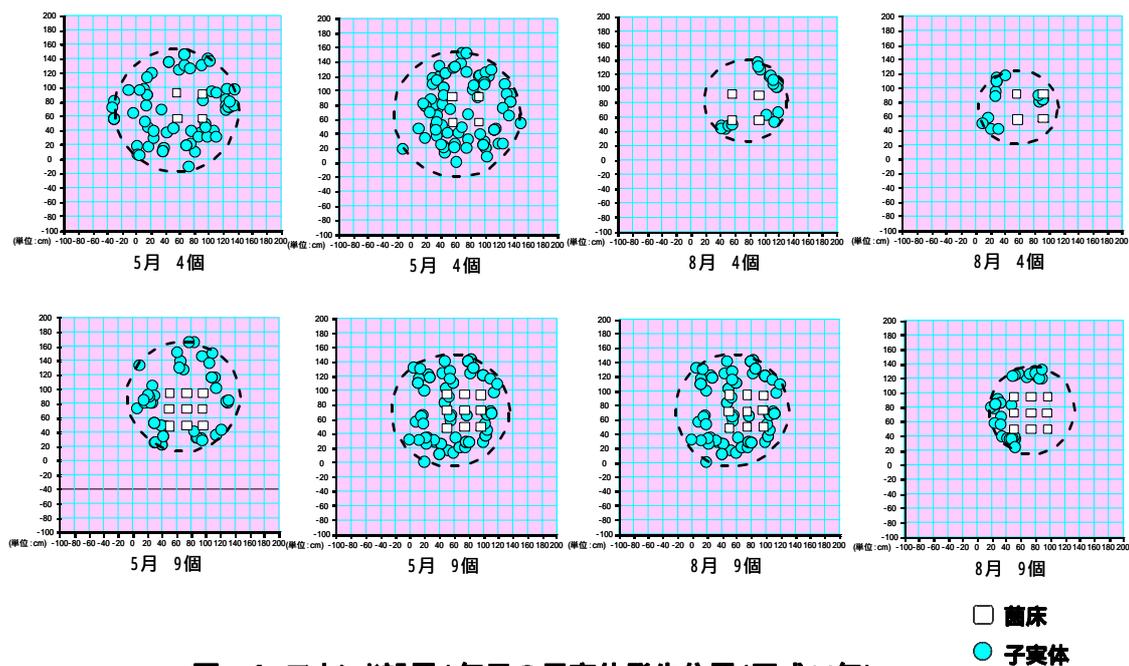


図 - 6 マウンド設置1年目の子実体発生位置(平成14年)

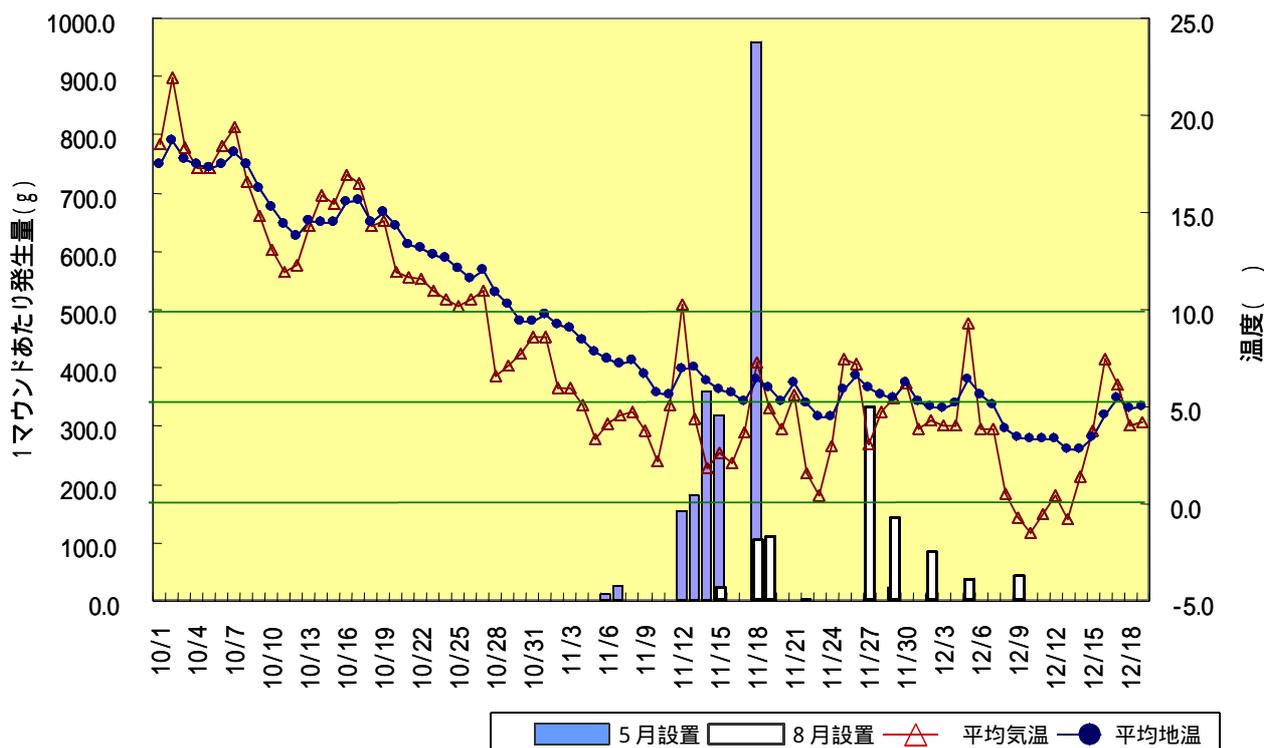


図 - 7 ムラサキシメジ発生量と気温の関係(大衡村:平成14年)

ムラサキシメジの菌糸体の動態についてみると、図 - 8のとおり、各マウンドにおける平成14年10月時点の菌糸体の位置は、5月設置の試験区すべてでマウンド表面に分布していたが、8月設置の試験区では菌床とその下のバーク堆肥のみに分布が認められた。翌年の平成15年4月時点の菌糸体の位置は、5月設置の試験区ではマウンド内にほとんど残らず、8月設置の試験区ではマウンド内に存在していた。マウンドは、菌糸体がマウンド外に移動していく過程で、その高さを減じていった。菌糸体の動きは、菌床から

床のパーク堆肥へと拡大し、マウンド内で巨大な菌糸体を形成した後、マウンド表面に移動した。その後、マウンド上部からマウンド側部へと移動し、次に土中あるいは土壌表面を菌床から離れる形で移動していた。菌糸体が外側へ伸張、移動する速さは、菌床設置個数が多いマウンドほど速く、時期別に見ると8月よりも5月設置のマウンドで速かった。また、菌糸体がマウンド表面に分布する試験区ほど発生量が多かった。

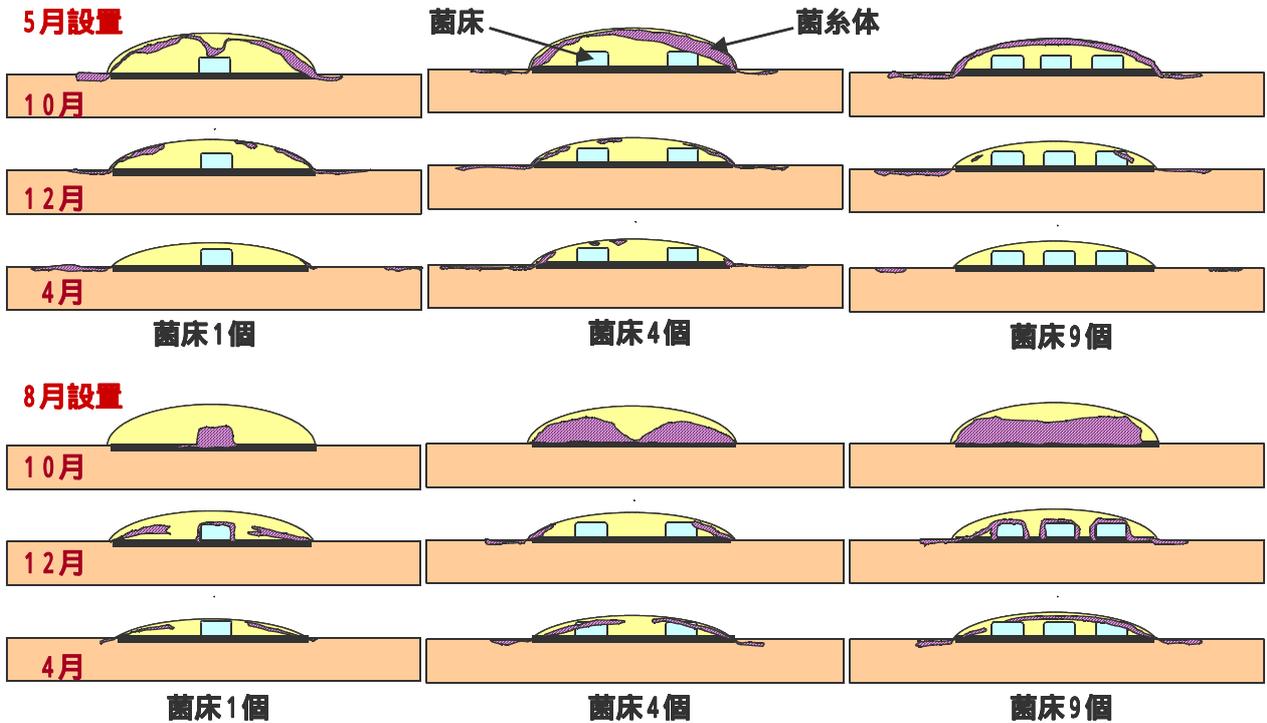


図 - 8 ムラサキシメジ菌糸体の分布変化

平成 13 年に設置した落ち葉マウンドの 2 年目以降の子実体の発生状況について観察したところ、2 年目のマウンドにおける発生状況は図 - 9 のとおりで、一部で子実体が円状に発生したものの大半が半円状に発生した。2 年目で発生量が多かったマウンドは設置 1 年目に未発生 of 落ち葉マウンドであった。菌床設置後 2 年目の発生位置は、1 年目の発生位置から外側へ 116cm から 252cm 遠のいて拡大していた。また、2 年目にリング状に発生した子実体間の菌床を挟んだ最遠距離は、最小が 224cm、最大が 355cm であった。なお、マウンド設置 3 年目以降には子実体の発生は見られなかった。

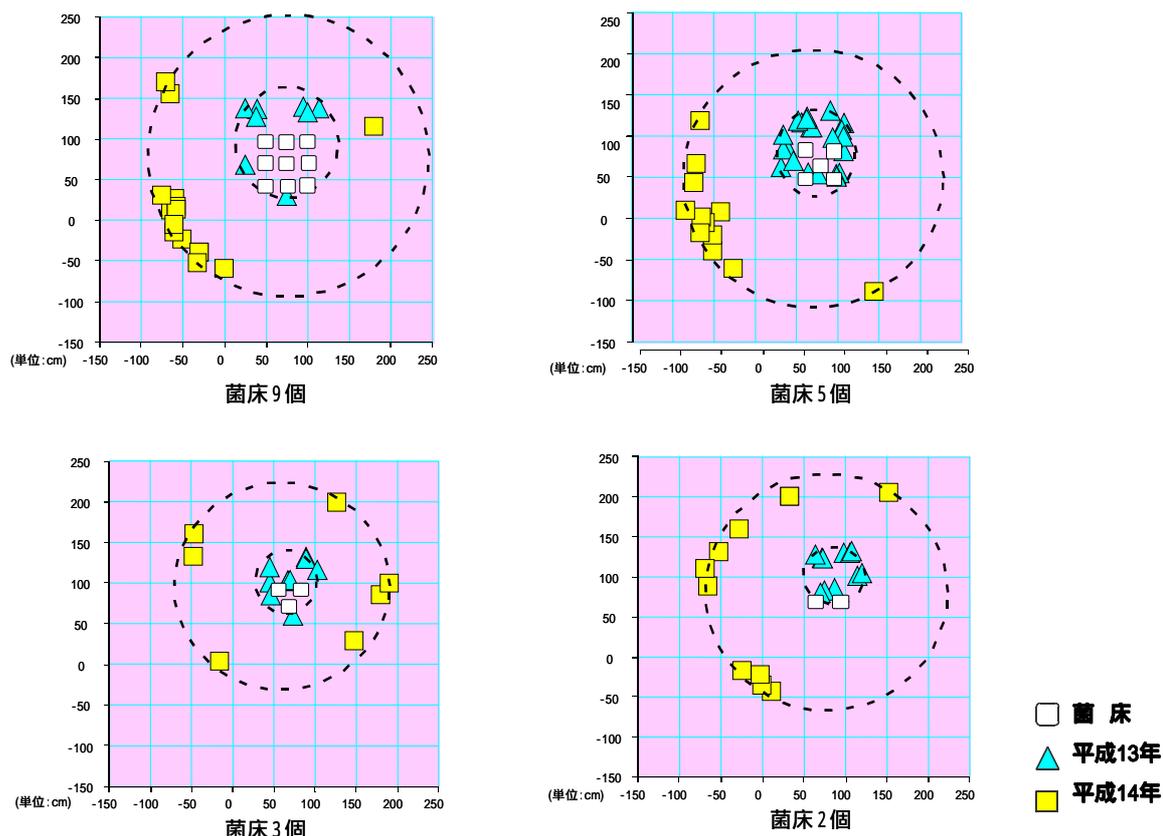


図 - 9 ムラサキシメジの発生位置の変化 (平成13年 平成14年)

### 3.2.2 種床栽培試験 (種床による栽培可能性の検討)

試験の結果は表 - 6 のとおり。野外においてパーク堆肥にムラサキシメジ種菌を接種，培養した種床を用いて形成した落ち葉マウンドについては，4 試験区全てで子実体の発生が認められたが，試験地間で収量に大きな差違が認められた。種床の仕上がり状況が良好な試験地では発生が良好だったことから，種床の菌糸蔓延密度が結果的に子実体収量の多少に影響したと考えられた。菌床を用いた落ち葉マウンドに比べると，子実体の初発の発生日が比較的早いものの，発生期間が短く収量が小さい傾向にあったが，同等程度の収量を得た試験区もあり，種床による栽培が可能であることが示唆された。

### 3.3 平成15年

#### 3.3.1 落ち葉マウンド法栽培試験 (マウンドの形状に関する検討 1)

試験の結果は表 - 7 のとおり。全試験区平均の発生量は，菌床 4 個の方形マウンドで 566 g，菌床 8 個の列状マウンドで 1476.7 g となり，菌床当たりの発生量に換算すると，菌床 8 個の列状マウンドが菌床 4 個の方形マウンドを上回った。一方，菌床 4 個の方形マウンドの発生量は，平成 14 年の発生量を下回った。原因は本年夏季の記録的な長雨と冷夏の影響によるものと考えた。

#### 3.3.2 種床栽培試験 (種床調製管理の検討)

表 - 7 のとおり，ハウス内，屋内で培養管理したりパック菌床と攪拌種床は，一部の試験地で子実体の発生を見たが，収量は少なかった。しかし，無殺菌菌床については，ほとんどの試験地で子実体の発生が

見られ、特に列状マウンドからの子実体発生量は、菌床を用いた列状マウンドの47%であった。

試験地3に設置したプランター1, 2, 3の内容物埋設のマウンドからの子実体発生量は、それぞれ254g, 367g, 523gであり、子実体発生量は、冬期間加温せずに培養期間を延ばしても増加しなかった。

表 - 8 平成15年 野外栽培試験結果

平均発生量：g

試験地\方法	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1 丸森	367	1,575	-	-	50	-	-	-	-	-	-	100
2 仙台	395	583	-	-	-	-	-	-	-	-	80	145
3 大衡	222	1,286	-	-	-	-	353	20	-	123	194	436
4 東和	470	1,330	-	-	-	-	-	-	-	30	130	945
5 河北	1,368	2,610	-	-	-	-	-	-	-	-	388	1,810

\* 各試験値とも2回繰り返し試験の平均値で小数点以下四捨五入の表示

\* 試験方法のA～Lは、表-4の試験区分による

### 3.4 平成16年

#### 3.4.1 落ち葉マウンド法栽培試験（マウンドの形状に関する検討2）

結果は表-8のとおりで、菌床を用いた落ち葉マウンド法については、試験地4を除き、ほとんどで菌床あたりの収量が300～450gとなった。特に方形状埋込みでは、全試験地平均で346g/菌床の収量となり、栽培実用化に向けた完熟菌床使用の有効性が示された。一方、平成15年実施した試験結果では、菌床の配置方法による収量は方形状よりも列状で多いことが示されており、菌床埋設方法について再度詳細に検討する必要がある。

#### 3.4.2 種床栽培試験（層状種床・紙袋菌床の検討）

表-8のとおり、全試験地平均収量は、層状種床もしくは紙袋菌床を埋設したマウンドでは、完熟菌床を用いた落ち葉マウンドの2分の1もしくはそれ以下にとどまった。しかし、試験地別にみると一部に250gを超える収量を得たマウンドもあり、シロの菌糸体量の確保等適正な栽培管理によって、安定的な収量確保を図れる可能性が示唆された。

表 - 9 平成16年 野外栽培試験結果（平均子実体収量：g / 菌床）

試験地	落ち葉マウンド法		層状種床		紙袋菌床	
	方形状	列状	方形状	列状	方形状	列状
1 丸森町	361	413	218	189	255	202
2 東和町	331	297	258	179	103	45
3 河北町	450	360	119	119	175	178
4 仙台市	125	88	57	30	110	66
5 大衡村	465	283	161	36	246	154
全平均	346	288	163	111	178	129

### 3.5 平成17年

#### 3.5.1 落ち葉マウンド法栽培試験（マウンドの形状に関する検討3・現地適応試験）

試験の結果は、表-9のとおりで、全ての試験地において平成16年試験と比較して大幅な減収となった。試験地ごとにみると、丸森試験地ではほとんどのこの発生がなかったものの、加美試験地では落ち葉マウンド法により800gを超える収量を得ており、試験地間の収量差も大きかった。本年度の発生が不良であった原因は、10月下旬の高温と11月の急激な温度低下、さらには、この期間における少雨が影響していると考えられたが、今後、不適な気象条件下においても相応の収量確保が可能な栽培技術の検討が必要と考えられる。

#### 3.5.2 種床栽培試験（改良層状種菌の検討）

表-9のとおり、改良層状種床については、対照区とした完熟菌床を用いた落ち葉マウンド法の3分の1程度の収量にとどまった。利用資材等の問題により培養不良が確認されたことから、適正培養管理についてさらに検討を加える必要がある。

表-10 平成17年 野外栽培試験結果（子実体収量：g/マウンド）

試験地	落葉マウンド法		改良層状種床	
	方形状	列状	方形状	列状
1 丸森町	0	25	0	0
2 登米市(東和)	78	165	133	33
3 石巻市(河北)	505	438	260	255
4 大衡村	397	1170	164	225
5 加美町(小野田)	879	-	-	-
6 栗原市(金成)	596	-	-	-
全平均	409	450	139	128

子実体収量はいずれの試験区も2マウンドの平均値  
（大衡試験区の簡易菌床法は各1マウンド）

## 4 まとめ

ムラサキシメジ菌床、もしくは、無殺菌バーク堆肥に種菌を接種し菌糸を蔓延させることで得た培養物（種床）を、林内で広葉樹落葉中に埋設することで、極めて低コストなムラサキシメジの人工栽培が可能となった。

菌床埋設による「落ち葉マウンド法」においては、5月下旬～6月上旬に地表面に2～3cm厚にバーク堆肥を敷き、この上に菌床4個を方形状もしくは列状に配置し、これに落ち葉をマウンド上に被覆することで、菌糸は落ち葉を分解し移動しながらマウンド全体に蔓延し、さらにはマウンドの周縁部にシロを形成することで、主に菌床設置位置の外側に円状に子実体が発生することを確認した。

今回開発に至った技術によって、粗放な管理でかつ低コストでムラサキシメジの栽培が可能となったが、菌糸体の充実及び子実体の発生においては、気温及び降水量など気候の影響を大きく受けることから、年ごと、試験地ごとの収量に差を生じているのが現状であり、今後は安定生産のための技術改良が課題である。

無殺菌パーク堆肥に菌糸を蔓延させた種床を用いた栽培試験においては、種床を完熟菌床の代替として落ち葉マウンドに埋設することで、より低コストなムラサキシメジ栽培の可能性が示唆された。しかし、現在のところ、これによる収量は菌床を用いた場合の2分の1もしくはそれ以下にとどまっており、種床調製における菌糸体充実のための技術的な改良が必要と考えられた。

#### 引用文献

相澤孝夫・玉田克志：ムラサキシメジ野外栽培における菌糸体の動態，日本応用きのこ学会第7回大会  
講演要旨集 82 2003

相澤孝夫・玉田克志・佐藤資之：ムラサキシメジ菌床栽培法について，東北森林科学会第8回大会講演  
要旨集 57 2003

菅野 昭・玉田克志・河野 裕・粕谷玲子・佐藤資之：野生きのこ等商品化事業(第2報)，宮城県林業  
試験場成果報告 13：40-50 2002

川島祐介：ムラサキシメジ及びウスヒラタケの生産技術の開発，群馬県林業試験場報告 9：55-66 2003

宮本敏澄・小倉健夫：「キノコ栽培全科」ムラサキシメジ，223-225pp 農村漁村文化社，東京 2001

物江 修・渡部正明・白田康之：菌根性食用きのこ栽培技術の開発，福島県林業試験場研究報告 24：  
76-134 1991

斉藤 斉・桑田清一：野生きのこムラサキシメジの林内栽培について，北海道林業普及協会林業技術研究  
発表大会論文集 231-233 1995

鈴木俊彦・庄司 当：ムラサキシメジの人工栽培化について，日本林学会東北支部会誌 39：289-291  
1987

玉田克志・相澤孝夫・更級彰史・佐藤資之：ムラサキシメジの簡易栽培法，日本きのこ学会第9回大会  
講演要旨集 85 2005

## ニュータイプきのこ開発事業（第2報）

### - ハタケシメジ空調施設栽培用品種の開発 -

玉田 克志・相澤 孝夫<sup>\*1</sup>・更級 彰史・佐藤 資之<sup>\*2</sup>・木村 榮一<sup>\*2</sup>

#### 要旨

宮城県内産の野生ハタケシメジ等を親株として交配育種した菌株の中から、培地基材にスギおが粉を使用できるなどの条件により選抜を実施することで、空調施設栽培用の菌株を確定し、ハタケシメジ「みやぎLD2号」として品種登録に至った。この品種による現地栽培試験の結果、既存のエノキタケ生産施設での生産の可能性が示された。

**キーワード：**ハタケシメジ，交配育種，スギおが粉，空調施設栽培，野外栽培

#### 1 はじめに

健康食品や自然食品に対するニーズが高まる中、きのこは農山村地域における林産物生産収入の主要な作目に位置づけられており、新たなきのこ栽培品目の創出による地場産品の商品化が必要かつ重要な課題となっている。これらを受けて、近年新しい栽培きのことしてハタケシメジ (*Lyophyllum decastes*) の新品种開発が公設研究機関や民間企業により行われており、各地で栽培実用化されている(松本, 2006)。

しかし、これまで栽培技術が公開されているハタケシメジの多くは、培地基材にパーク堆肥もしくはパーク堆肥におが粉等を混合したものを使用している(菅野ら, 2000)ことから、きのこ生産者にとっては、培地調製に係る取扱いが難しく生産拡大が難しいのが現状で、大規模な生産地・生産施設はごく少ない。

これまで宮城県では、野外(露地)栽培用のハタケシメジ品種「みやぎLD1号」を開発・品種登録し、季節栽培品目として普及を図ってきたが、今回、ハタケシメジ周年栽培の実用化による生産量増大と産地化形成を目的として、空調施設におけるピン栽培用ハタケシメジの新品种開発と、既存のきのこ生産施設における現地適応試験を実施した。

#### 2 材料及び方法

##### 2.1 交配試験による菌株の作出

ハタケシメジ周年栽培法の確立に向け空調用品種の開発を目的として菌株の作出を行った。供試した菌株は表-1のとおり。

交配試験に用いる一核菌系を得るため、滅菌シャーレ内に成熟した供試菌株子実体の菌褶部から胞子を回収し、滅菌水で希釈、PDA平板培地上に塗沫した。再生したコロニーについては一核菌系を確認後、それぞれ別のPDA平板培地に移した。その後、伸長した一核菌系を5mmのコルクボーラーで打ち抜き、これを接種源として、PDA平板培地上に2つの一核菌系体を接種し対峙させ、温度23℃で10~14日間培養した。その後、培地上で菌叢が濃く、嫌触反応のない個体を選抜、検鏡によりクランプコネクションを確認しPDA斜面培地に植継いだ。

\* 1 現所属：林業振興課      \* 2 所属：宮城県食用茸協同組合

表 - 1 交配試験供試菌株

菌株名	由来	子実体の特性
みやぎLD1号	宮城県の登録品種	大型・株立ち良・傘色淡褐色
B9C8	県内産野生菌株同士の mon-mon 交配株	大型・少々奇形・傘色褐色
6-141	県内産野生菌株の子実体分離株	やや細い・発生本数多数・傘色黄白色
18-21	県内(林業試験場内)産 "	細い・株立ち良

## 2.2 交配株の選抜試験

単孢子由来の単核菌系同士の交配により作出した 68 菌株の中から比較的菌糸伸長の良好な 34 菌株を用いて、空調ビン栽培による選抜試験を実施した。供試培地はスギおが粉に専管フスマ 12 %，コーンコブミール 6 %，ネオピタス N 3 % (いずれも培地重量比) を添加し，含水率を 67 % に調製し，800cc ナメコ用広口瓶に 550 g 充填した。培養は 23 で 60 日間，発生は菌掻き後 15 ，湿度 95 % で管理した。

栽培試験の結果及び子実体の形態的特徴から，最終的に 1 菌株を確定し，この菌株について，子実体発生の安定性，均一性及び他菌株との区別性を確認するために栽培試験を行った。栽培試験にあたっては，選抜菌株の親菌株である B 9 C 8 と 1 8 - 2 1 及び対照品種としてみやぎLD1号と他県品種登録菌株を併せて供試した。培地は，広葉樹パーク堆肥にこめぬかを容量比 10 : 2 の割合で混合し，含水率を 60 ~ 63 % に調整したものとし，800cc ナメコ用広口ビンに 550 g 充填した。培養は温度 23 ，湿度 65 ~ 70 % で 60 日間行い，発生は菌掻き後温度 16 ，湿度 95 % で管理した。試験体数は各菌株 n = 30 本で 3 回繰り返しとした。

## 2.3 現地空調施設栽培試験

### 2.3.1 <平成16年>

エノキタケの培養センター及びエノキタケ発生施設を利用して，ハタケシメジ選抜菌株 No. 8 の培養並びに子実体の発生について試験した。スギおが粉に専管フスマ 12 %，ネオピタス N 3 % (いずれも培地乾燥重量比) を添加，含水率を 67 % に調整し，ポリプロピレン製 900cc 容栽培ビンに 550 g を充填し，120 で 60 分間高圧殺菌した。放冷及び種菌接種後，温度 21 ~ 23 ，湿度 65 ~ 70 % で 54 ~ 65 日間暗黒培養した。培養が完了したピンは，随時発生施設に移動して発生操作を行った。発生は菌掻き後温度 15 ~ 17 ，湿度 85 ~ 95 % で管理し，子実体原基形成までは倒置，それ以降は正置して育成を行い，菌傘が 7 ~ 8 分開き時点での収量を計測した。なお，試験体数は 4,640 本とした。

### 2.3.2 <平成17年>

平成 16 年に引き続き，エノキタケの培養センター及び同センターの試験発生施設を利用して，ハタケシメジ選抜菌株 No. 8 の培養並びに子実体の発生について試験した。平成 16 年と同様の培地組成により，培地をポリプロピレン製 900cc 容栽培ビンに 550 g もしくはポリプロピレン製栽培袋に 1.2kg を充填し，培地内温度 120 で 60 分間高圧殺菌した。放冷及び種菌接種後，温度 22 ~ 23 ，湿度 65 ~ 75 % で栽

培ピンを47～64日間、栽培袋を54～63日間暗黒培養した。培養が完了したピン及び袋は、随時発生施設に移動して発生操作を行った。発生は菌掻き後温度15～17℃、湿度85～95%以上で管理し、子実体原基形成まではピンは倒置、袋は横倒しして、それ以降は正置して育成を行い、菌傘が7～8分開きの時点での収量を計測した。なお、試験体数は栽培ピンが4,640本、栽培袋が284菌床とした。

## 2.4 現地野外栽培試験

### 2.4.1 <平成15年>

ハタケシメジ選抜菌株 No.8が、野外栽培用登録品種「みやぎLD1号」の代替品種として利用可能であるかを検証することとし、県内3箇所（丸森町、仙台市、河北町）において野外栽培試験を実施した。スギおが粉に専管フスマ12%、ネオビタスN3%（いずれも培地乾燥重量比）を添加、含水率を67%に調製し、ポリプロピレン袋に2.5kg充填した。培養は温度23℃、湿度65～70%で65日間行い、9月上旬に各試験区9菌床の伏せ込みを行った。伏せ込み方法は、ハタケシメジ「みやぎLD1号」野外栽培法（菅野ら、2000）に準じて行った。

### 2.4.2 <平成16年>

県内2箇所（東和町、河北町）において、平成15年と同様の菌床を用いて現地栽培試験を実施した。菌床の伏せ込みは8月下旬及び9月上旬の二水準とし、各試験区12菌床の伏せ込みを行った。伏せ込み方法は、平成15年と同様とした。

## 3 結果及び考察

### 3.1 交配試験による菌株の作出

結果は表-2のとおり、供試4菌株由来の一次菌系同士の交配によって、68菌株を作出した。

表-2 交配により作出した菌株数

交 配 株	菌株数
B9C8 × 6-141	6
B9C8 × 18-21	3
6-141 × 18-21	1
B9C8 × B9C8	1
6-141 × 6-141	15
LD1号 × 6-141	16
LD1号 × B9C8	26
合 計	68

### 3.2 交配株の選抜試験

作出した 68 菌株の内、寒天培地上で比較的菌糸伸長が良好であった表 - 3 の 34 菌株を供試して空調栽培試験を行った。

表 - 3 空調栽培試験（一次選抜）供試菌株

交 配 株	菌株数
B 9 C 8 × 6 - 1 4 1	5
B 9 C 8 × 1 8 - 2 1	1
6 - 1 4 1 × 1 8 - 2 1	-
B 9 C 8 × B 9 C 8	-
6 - 1 4 1 × 6 - 1 4 1	3
L D 1 号 × 6 - 1 4 1	7
L D 1 号 × B 9 C 8	1 8
合 計	3 4

栽培試験により平均収量 130 g/ビン以上、発生操作から収穫までの期間が 30 日以内、形態的に奇形が少なく株立ち良好なものを選抜した結果、表 - 4 のとおり、B 9 C 8 と 1 8 - 2 1 を親株とする No. 8，L D 1 号と B 9 C 8 を親株とする No. 17, 18, 21, 22 の 5 菌株が基準を満たした。特に、No. 8 については、形態的特性において、株立ちが大きく奇形も発生しない良好な子実体を形成したことから、空調施設におけるビン栽培用品種として有望であることが示された。

表 - 4 選抜菌株の栽培特性

菌 株 名	発生処理から原基 形成までの日数	発生処理から 収穫までの日数	平均収量 ( g )
No. 8	9.4	27.8	150.3
No. 17	11.0	28.9	138.0
No. 18	11.1	27.6	155.4
No. 21	11.1	29.9	132.0
No. 22	11.0	29.6	131.1

選抜菌株 No. 8 及びその 2 親菌株並びに 2 対照菌株の栽培試験の結果は、図 - 1 のとおり。No. 8 は繰り返し試験においても安定した発生特性を示し、発生処理から収穫までの必要日数及び平均収穫量において、他菌株に比べて優れた栽培特性を示した。

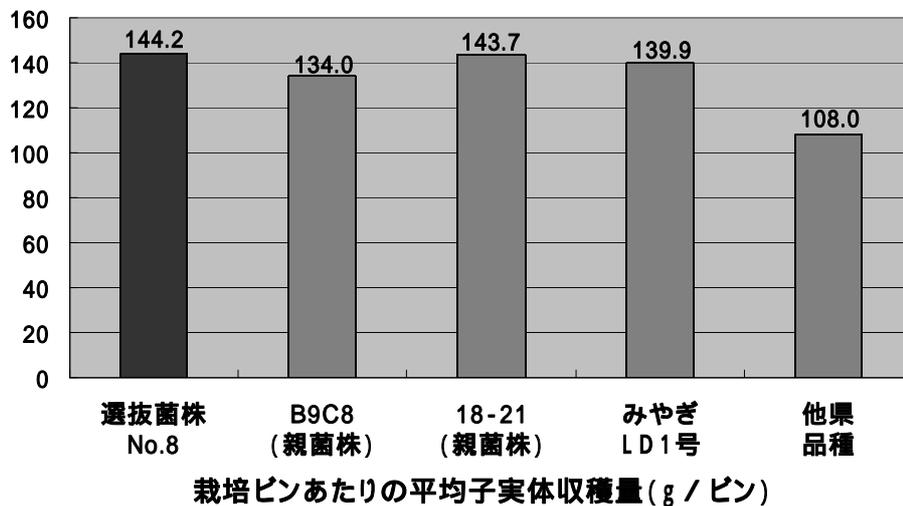
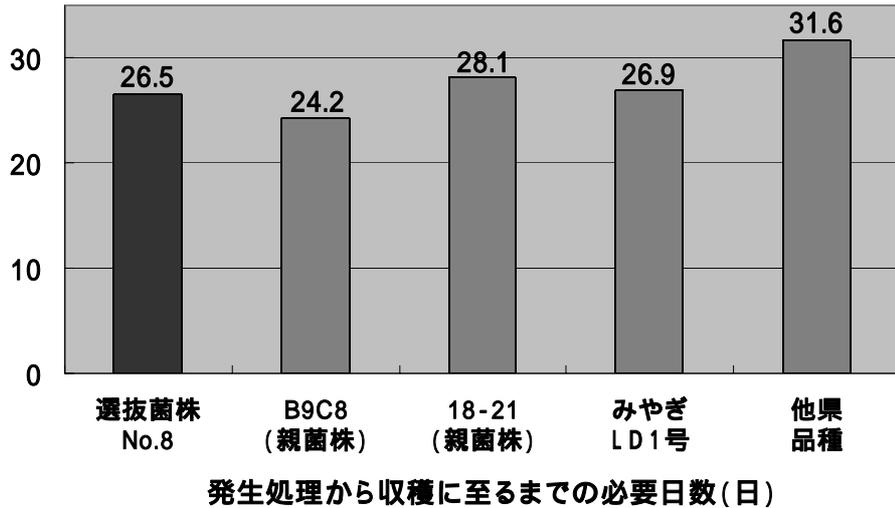


図 - 1 選抜菌株及び親菌株・対照菌株の栽培特性

以上の栽培試験により、今回選抜した菌株 No. 8 は子実体発生の安定性、均一性を保持し、かつ他菌株との区別性を有する優良な菌株であることがわかったことから、これらの試験結果等を取りまとめ、「みやぎLD2号」として品種登録申請を行った。

### 3.3 現地空調施設栽培試験

#### 3.3.1 <平成16年>

エノキタケの培養センターにおける選抜菌株 No. 8 の培養の結果、雑菌混入等によるロス率は 1.7 % (ロス数 80 ビン / 試験数 4,640 ビン) にとどまり、培養 40 日時点で、ほとんどのビンで菌糸蔓延を確認した。

エノキタケ発生施設での選抜菌株 No. 8 の子実体発生については、菌掻き後の菌糸再生は良好で、約 10 日程度で原基形成が確認された。しかし、その後の子実体生育工程において、菌柄の湾曲や菌傘の未開き、株状にきのこが生育しないなど、多くのビンで異常な形態の子実体が発生した。最終的に正常な育成がみられたものは、調製数の約 1 割程度の 469 ビンで、これら正常発生株の平均子実体収量は 145 g であった。

### 3.3.2 <平成17年>

エノキタケの培養センターにおける選抜菌株 No. 8 の培養の結果、雑菌混入等によるロス率は、栽培ビンでは 26 % (ロス数 826 ビン / 試験数 3,180 ビン)、栽培袋では 2.1 % (ロス数 6 菌床 / 試験数 284 菌床) となった。栽培ビンでの雑菌汚染によるロス率が極めて高くなったことから、施設内の浄化等雑菌汚染対策の必要性が示された。

子実体発生状況については、最初に発生処理を行ったロットで菌掻き後の菌糸再生及び原基形成が不良であったことから、施設内の湿度を高めるとともに光度を強くしたところ、その後順調な子実体発生が確認された。本品種の栽培にあたっては、湿度環境と光環境が子実体発生に大きく影響することが示唆された。栽培ビンでは、64 日間培養の後発生処理を行ったロットのうち、調査対象 320 本の平均収穫量は 183 g で、形質的にも良好な発生を確認した。栽培袋では、54 日間培養の後発生処理を行い、調査対象 32 菌床の平均収穫量は 393 g でビン同様に良好な発生を確認した。

### 3.4 現地野外栽培試験

#### 3.4.1 <平成15年>

選抜菌株 No. 8 について、2.5 kg の菌床を用いた野外栽培の適応性について検討した。その結果、品質、形状に優れた子実体の発生を確認したが、表 - 5 のとおり、収量については試験地間でばらつきが確認された。

表 - 5 平成15年 ハタケシメジ選抜菌株 8 の野外栽培試験結果

試験地	菌床数	伏せ込み	収穫期間	平均収量 (g/菌床)
丸森町	9	H15.9.4	H15.10. 7-10.17 (10 日間)	442
河北町	9	H15.9.6	H15.10.11-10.24 (13 日間)	864
仙台市	9	H15.9.2	H15.10. 6-10.15 (9 日間)	398

#### 3.4.2 <平成16年>

野外栽培試験の結果は表 - 6 のとおりで、菌床埋設 30 日程度で収穫に至る「みやぎLD1号」に対して、選抜菌株 No.8 は子実体発生が遅れる傾向を示した。特に8月に埋設した菌床は、10 日遅れて作業を実施した9月埋設のものと、結果的にほぼ同時期の収穫となり、かつ収量は少なく発生不良の菌床も確認された。このことから、選抜菌株 No.8 菌床の早期埋設は不適であると考えられた。9月の埋設では両試験区ともに1 菌床あたりの収量が 600 g を超えているが、実用化を図るためには埋設時期について、さらに検討を加える必要性が示された。

表 - 6 平成16年 ハタケシメジ選抜菌株 8 の野外栽培試験結果

試験地	菌床	伏込	発生	伏込～収穫	平均収量 (g/菌床)
	伏込月日	菌床数	菌床数	所要日数	
河北町	H16. 8.27	1 2	5	6 4	2 7 3
	H16. 9. 9	1 2	1 1	5 1	6 0 4
東和町	H16. 8.27	1 2	1 2	5 3	5 8 1
	H16. 9. 9	1 2	1 2	4 5	6 3 7

#### 4 まとめ

宮城県内産の野生ハタケシメジ等を親菌株として交配育種した菌株の中から、培地基材にスギおが粉を使用できる等の条件により選抜を実施し、空調施設栽培用の菌株を確定した。この選抜菌株による現地栽培試験の結果、既存エノキタケ生産施設での空調施設栽培の可能性が示されたが、一方、野外栽培特性は、「みやぎLD1号」と大きく異なることがわかった。

今後空調施設栽培に関しては、通年栽培試験を通して、現地施設における菌床調製時の雑菌汚染によるロス低減及び子実体収量確保・増大のための栽培技術改良及び栽培環境制御手法をさらに検討する必要がある。

なお、今回の試験により選抜したハタケシメジ菌株は、平成16年5月に品種登録申請し、平成18年12月に新品種「みやぎLD2号」として登録に至った。

#### 引用文献

菅野昭・西井孝文：新特産シリーズ「ハタケシメジ」, 56-57pp 80-89pp 農文協, 東京 2000

松本哲夫：「きのこ年鑑」ハタケシメジ経営指標, 262pp (株)プランツワールド, 東京 2006

# 森林資源活用パイロット事業で実施した間伐の分析結果

水田 展洋・梅田 久男・水戸辺 栄三郎

## 要旨

森林資源活用パイロット事業で実施された間伐 253 事例のうち、調査票が提出された 133 事例について分析した。133 事例のうち、高性能林業機械を 1 台以上使用していた事例は 92 事例（約 70%）を占めており、特に列状間伐ではほぼ全ての事例で高性能林業機械を使用していた。

間伐方法を 8 タイプに分類し、それぞれの労働生産性の平均値を比較したところ、プロセッサを使用するタイプは全般的に高い値を示した。一方、チェーンソーで造材を行うタイプは、労働生産性にほとんど差違がなかった。間伐方法以外では、労働生産性との間に、事業地の素材生産量と ha 当たり素材生産量に有意な正の相関が認められた。

m<sup>3</sup> 当たりコストについて、作業システムの間には有意差は見られなかった。現状は、プロセッサ等を活用して従来型作業より労働生産性が向上しても、それが機械の減価償却費に相殺されてコスト低減には結びついていない状況であるといえる。

本調査の結果から、労働生産性を向上させるためには、プロセッサの活用による造材工程の機械化と同時に列状間伐を積極的に実施することが効果的だと考えられた。

一方、コスト低減をさらに進めるためには、労働生産性の向上とともに、機械の減価償却費を下げること、つまり機械の稼働率を上げることが重要であると考えられた。

**キーワード：**間伐収支、労働生産性、コスト

## 1 はじめに

### 1.1 目的

間伐の推進は森林整備の喫緊の課題であり、本県ではスギ人工林の齢級構成のピークが 8 齢級から 9 齢級に移り、間伐の推進にあたっては低コストで採算性に優れた間伐の実施が求められている。

一方、近年、スギの合板への利用が実用化し、スギ材の新たな需要先として県内合板工場での大量消費が可能となった。そのため、素材供給側としてはスギ原木生産の低コスト化や大量かつ安定した供給体制づくりが急務であり、民間素材生産業者や森林組合による間伐の団地化などにより、間伐の実施を一層推進する必要がある。

これらを受けて、本県では緊急経済産業再生戦略プロジェクトの一環として平成 15～17 年度にかけて「森林資源活用パイロット事業」を実施しており、本課題はその実施結果を分析し取りまとめたものである。

### 1.2 森林資源活用パイロット事業の概要

本事業は、間伐材生産の低コスト化、県産スギ材の合板への利用拡大と丸太の安定供給を目的として、間伐地の集団化、間伐作業路の開設、低コスト間伐の実施及びスギ小径材の合板製造施設の整備等に対し助成した事業である。

助成の対象となった間伐は、樹種はスギで、収益性に優れた収入間伐であること、間伐率は 40% を超えないことなどを条件とし、間伐対象林齢は定めず、森林組合と民間素材生産業者に対し助成を行った。

## 2 調査方法

森林資源活用パイロット事業（以下、パイロット事業）では 253 事例の間伐が実施され、そのうち報告があった 133 事例の調査票を分析した。主な調査項目は

事業地の概要（面積，林齢，間伐率，傾斜，単木材積，立木密度，路網密度など）

作業システム（間伐方法，使用機械，各工程での人工数など）

収入（素材の販売量，販売額，販売先など）

事業費（事業地の各工程の作業コスト，作業道開設費，トラック運搬費，機械輸送費，諸経費，手数料，販売手数料，はい積み料など）とした。

## 3 結果及び考察

### 3.1 機械の使用状況

#### 3.1.1 高性能林業機械の使用状況

133 事例のうち，高性能林業機械を 1 台以上使用していた事例は 92 事例（約 70%）を占めており，特に列状間伐ではほぼ全ての事例で高性能林業機械を使用していた（図 - 1）。また，使用台数は間伐方法に関わらず 1 台という事例が最も多かった。

使用機械は，1 台の場合はプロセッサ（ハーベスタを造材工程で使用している事例を含む）31 事例，フォワーダ 38 事例で，この 2 機種に限られていた。2 台使用している場合では，プロセッサとフォワーダの組み合わせが 14 事例と大半を占めていたが，フォワーダ 2 台というシステムも 4 事例見られた。

また，3 台の場合はタワーヤーダ（もしくはスイングヤーダ）+ プロセッサ + フォワーダ，4 台ではスイングヤーダ + プロセッサ + フォワーダ 2 台というシステムとなっていた。

#### 3.1.2 各作業工程での機械の使用状況

各作業工程での使用機械は，伐倒工程ではチェンソーとハーベスタを併用している事例が 1 事例あったほかは，全てチェンソー伐倒となっていた。

集材工程ではバックホウ系機械（グラブブル含む）が 110 事例（82%），トラクタ系が 17 事例（13%），架線系（タワーヤーダ，スイングヤーダ）が 4 事例（3%）フォワーダが 2 事例（2%）となっており，バックホウ系機械による集材作業が広く普及していた。

造材工程はプロセッサが 49 事例（37%），チェンソーが 84 事例（63%）で，チェンソー造材の割合が高かった。

小運搬工程ではフォワーダが 60 事例（44%），キャリアダンプ等の車両系機械も 60 事例（44%）で，その他にロギングトラクタが 2 事例（2%）馬による搬出が 2 事例（2%）見られた（小運搬なしの事例が 9 事例あり）。

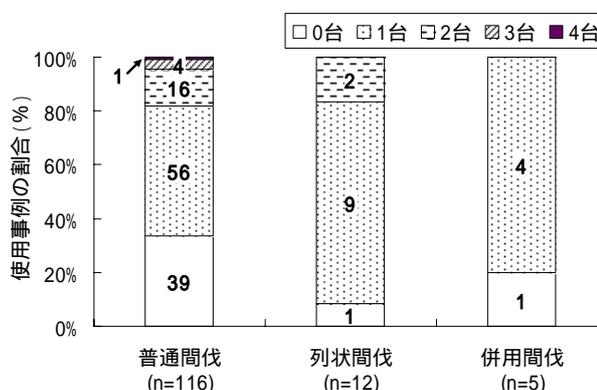


図 1 間伐方法別高性能林業機械使用台数  
（グラフ内の数字は事例数）

このことから、本県での間伐作業システムのうち、集材工程と小運搬工程ではそれぞれバックホウ系機械、フォワーダ・キャリアダンプ系機械が広く普及しており、今後しばらくは変化しないと考えられる。

また、伐倒工程はほとんどチェーンソーを使用しているが、本県はハーベスタやフェラーバンチャでの伐倒作業が可能となるような緩傾斜地が少ない。さらに、間伐作業では残存立木の損傷に配慮する必要があり、緩傾斜地においても大型の車両系機械が林内に進入するのは困難な状況にあることから、伐倒工程の機械化は現状では難しい状況にある。

一方、造材工程については、依然としてチェーンソー造材が大半を占めており、今後は造材工程の機械化を推進していく必要があると考えられる。

### 3.2 労働生産性

#### 3.2.1 間伐方法別の労働生産性

伐採工程(普通間伐,列状間伐,併用間伐),集材工程(全木集材,全幹集材,短幹集材),造材工程(プロセッサ造材(ハーベスタ含む),チェーンソー造材)をもとに間伐方法を8タイプに分類し,それぞれの労働生産性の平均値を算出した(図2)。なお,ここでいう労働生産性とは,調査・選木工程から小運搬工程に至るまでの所要人工数から算出したものであり,木材市場や工場までのトラック運搬にかかる人工数などは含んでいない。

上記タイプごとに労働生産性を算出し,多重比較検定(Scheffe,  $\alpha=0.05$ )をしたところ,「タイプ1

とタイプ6( $p=0.034$ )」,「タイプ3とタイプ6( $p=0.000$ )」,「タイプ5とタイプ6( $p=0.000$ )」間に有意差が認められ,タイプ6の「チェーンソー列状伐倒 全木集材 プロセッサ造材」という作業システムの労働生産性が特に高いことがわかった。

また,タイプ6ほどではないが,プロセッサを使用するタイプは全般的に高い値を示した。

ただし,プロセッサの活用を考えた場合,集材工程で全木集材を行う必要が出てくるが,普通間伐で全木集材を行う場合,急傾斜地や立木密度が高い林分では残存木を損傷する危険性が高い。伐採方法から見た場合,損傷率(残存木に占める損傷木の割合)は総じて普通間伐が列状間伐より大きくなる結果が報告されている(井上ら,1998:林野庁,2004)。

以上のことから,労働生産性を向上するためには,プロセッサの活用による造材工程の機械化と,それと同時に列状間伐を積極的に実施することが効果的であると考えられる。

#### 3.2.2 チェーンソー造材型作業システムの労働生産性

チェーンソーで造材を行うタイプ(タイプ1,3,5,7)間には,労働生産性にほとんど差がなかった。このことから,列状間伐を実施したり,集材工程で全木集材や全幹集材を行ったりしても,造材工程でプロセッサを活用しない限り,従来型作業(タイプ5)に対し,労働生産性の向上にはつながらないことが示唆された。

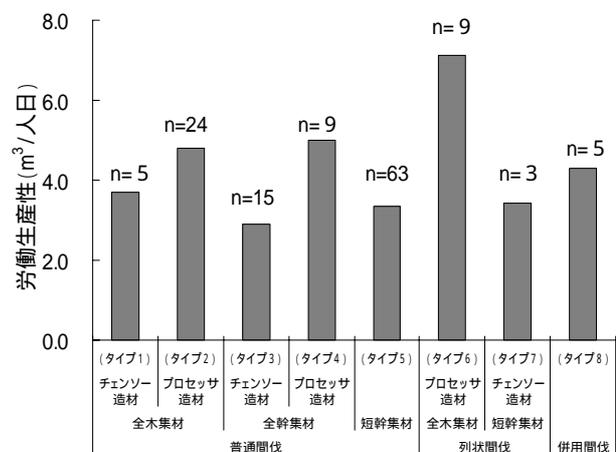


図2 間伐方法別の労働生産性

特に、列状に伐倒すると伐倒木が重なり合っているため林内でのチェーンソー造材が難しく、従来型作業よりも労働生産性が劣る場合もあり、労働安全上も好ましくないのを避けるべきである(中島ら、2002)。また、列状間伐はその特性上、伐採列上であれば不良木も集材する必要がある。そのため不良木の割合が高い場合は歩留まりが非常に低くなり、労働生産性の低下につながる場合が多い。

列状間伐は、保育間伐が適正にされ、立木の形質が揃っている林分において、機械化作業システムを活用することによって、はじめて高い労働生産性を得ることができる。「列状間伐は労働生産性が高い」という結果だけを見て、伐採方法のみを真似しても期待どおりの結果は望むべくもない。

### 3.2.3 集材機械および小運搬機械と労働生産性の関係

本事業では、集材工程でタワーヤードやスイングヤードを使用している事例が4事例あったが、バックホウ系の集材作業と比べて労働生産性に差は見られなかった。

小運搬工程では、高性能林業機械のフォワーダと従来型機械のキャリアダンプがほぼ同数使用されていたが、こちらも労働生産性に差は見られなかった。なお、集材工程でグラップルを使用している場合、小運搬工程での積み込み作業にもグラップルを使用することにより、フォワーダよりも労働生産性が高くなる場合が散見された。バックホウに装着するグラップルはフォワーダ付属のグラップルよりも大型で一回に掴める材積が大きいいため、積み込み時間が短縮でき、労働生産性向上につながったものと思われる。

### 3.2.4 労働生産性と各種要因との相関関係

また、林地条件など、間伐方法以外の各種要因と労働生産性との関連を把握するため、労働生産性と各種要因(前述した8タイプの間伐方法、面積、間伐率、平均単木材積、路網密度、平均集材距離、1事業地当たり素材生産量、ha当たり素材生産量)との相関関係を調べた(Spearman順位相関係数)。その結果、間伐方法以外では、1事業地当たり素材生産量とha当たり素材生産量に有意な正の相関が認められた(表1)。

1事業地当たりの素材生産量と労働生産性の関係は、全体的には素材生産量が増えるほど労働生産性も向上する傾向にあり、素材生産量が200m<sup>3</sup>未満の場合と600m<sup>3</sup>以上の場合では労働生産性に約2m<sup>3</sup>/人日の差が出ていた(図3)。133事例の労働生産性の全平均値は約4m<sup>3</sup>/人日であったが、素材生産量500m<sup>3</sup>以上では平均値以上の事例が比較的多いのにに対し、200m<sup>3</sup>未満では平均値以上の事例はほとんど見られなかった。

ha当たり素材生産量は、50~100m<sup>3</sup>/haの時に高い労働生産性を示し、素材生産量が100m<sup>3</sup>/haを超える

表 1 労働生産性と各種要因の相関関係

	間伐方法	面積	間伐率	平均 単木材積	路網密度	平均 集材距離	1事業地当た り素材生産量	ha当たり 素材生産量
労働生産性	-0.265(**)	0.125	-0.081	-0.014	0.122	-0.152	.273(**)	.217(*)
有意確率(両側)	0.002	0.153	0.364	0.894	0.168	0.089	0.001	0.012
N	133	133	128	90	130	126	133	133

\*\* 相関は、1%水準で有意(両側)。

\* 相関は、5%水準で有意(両側)。

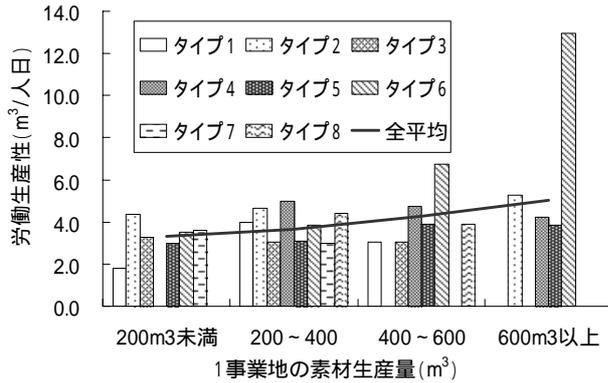


図 3 1事業地の素材生産量と労働生産性の関係

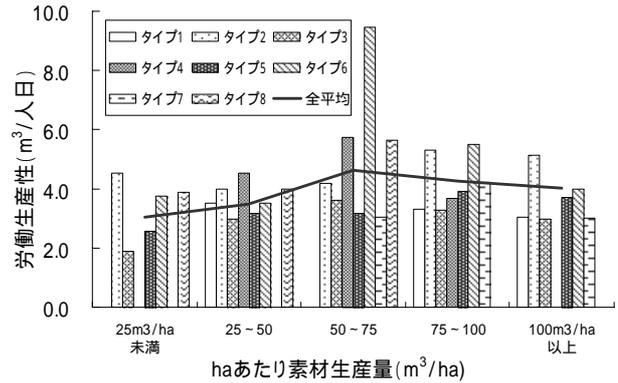


図 4 ha 当たり素材生産量と労働生産性の関係

ような事業地ではむしろ労働生産性が低下する傾向が見られた(図 4)。皆伐作業と違い,間伐作業では残存木があるために材の取り回し等に気をつける必要があり,土場などの作業スペースも制約される場合が多い。ha 当たり素材生産量が多すぎると,材の取り回しがしにくくなったり,作業スペースが窮屈になって労働生産性が低下することなどが原因と考えられる。

### 3.3 コスト

#### 3.3.1 間伐方法別のコスト

ここでいうコストとは,調査・選木工程から小運搬工程に至るまでの,作業システムと直接関連のある費目の合計を素材生産量で除算した m³ 当たりコストを指し,トラック運搬費や諸経費,手数料は含んでいない。

m³ 当たりコストについて多重比較検定を行ってみると,8タイプに分類した間伐方法の間には有意差は見られなかった(図 5)。従来型のタイプ5(4,852 円/m³)と比較して,プロセッサを使用しているタイプ2,4,6は4,302~4,416 円/m³と若干コストが下がっているものの,金額にして400~500 円/m³,割合にして10%程度であり,労働生産性に比べると小幅な改善にとどまっている。

#### 3.3.2 コストと労働生産性の関係

一般的に,作業コストと労働生産性の関係には,間伐方法にかかわらず逆数式( $y = a/x + b$ )がよくあてはまる(林野庁,2004:酒井,2004)。ここで,回帰式の第一項は賃金と機械の減価償却費の1日当たり

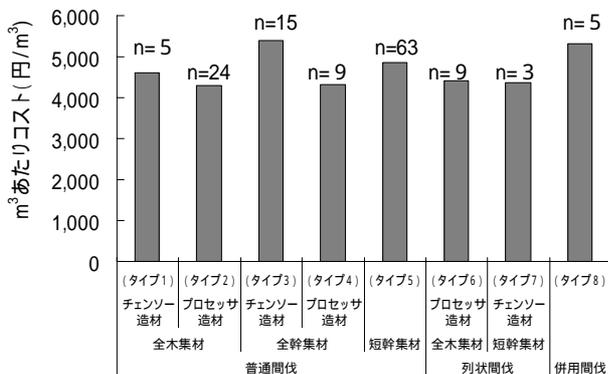


図 5 間伐方法別の m³ 当たりコスト

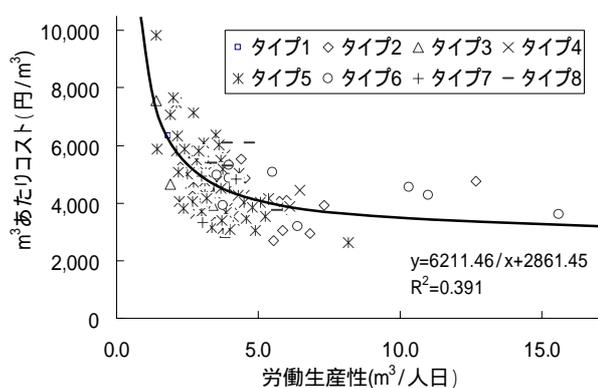


図 6 労働生産性と m³ 当たりコストの関係

各単価 a (円/日) を生産性 x で割ることにより求められる木材 1m<sup>3</sup> 当たり費用であり、第 2 項の定数項 b は機械の維持管理費と消耗品費である (酒井, 2004)。

図 6 はパイロット事業での労働生産性と m<sup>3</sup> 当たりコストの関係を示したものである。この図において労働生産性と m<sup>3</sup> 当たりコストの関係を逆数式で表したところ、以下の数式が与えられた。

$$y=6211.46/x+2861.45$$

この図から、本県の場合、労働生産性が 7m<sup>3</sup>/人日以下までは m<sup>3</sup> 当たりコストは急激な減少傾向であり、それ以上になると緩やかな減少傾向になることがわかる。これは、労働生産性が低い場合はコストに占める賃金と減価償却費の影響が非常に大きいためであり、高性能林業機械のような高額な機械を使用する場合、7m<sup>3</sup>/人日以下の場合、従来型作業より労働生産性が高くても、機械の減価償却費で相殺されて m<sup>3</sup> 当たりのコストではほとんど変わらなくなってしまったものと考えられる。

一方、労働生産性が 7m<sup>3</sup>/人日以上になると、労働生産性の向上によるコスト低減効果は小さくなり、回帰式の定数項である維持管理費や消耗品費の影響が大きくなっていく。燃料費などに代表されるこれらの費用は、生産した分だけその費用も増加するためコストがほとんど変わらないものと考えられる。

いずれにしろ、現状は、プロセッサ等を活用した機械化作業システムによって従来型作業より労働生産性が向上したとはいえ、それが機械の減価償却費に相殺されてコスト低減には結びついていない状況である。しかし、これは逆に考えれば、労働生産性をわずかも向上させることができれば、コストが大きく低減する可能性を持っていると言える。

### 3.4 収益

ここでいう収益とは、生産した素材の販売単価 (円/m<sup>3</sup>)、ただし、販売手数料やはい積み料を差し引いた額) から、m<sup>3</sup> 当たりコスト (3.3 で述べたコスト) を減算したものである。

多重比較検定では、8 タイプに分類した間伐方法別の収益に有意差は見られなかった (図 7)。また、収益には素材の販売単価が大きく影響していると考えられるため、素材の販売単価を 8 タイプの間伐方法に分類し多重比較検定を行ったが、有意差は見られなかった。このため、販売単価の差は、生産された素材の形質や径級、各事業体の素材流通体制など、間伐方法以外の影響が大きいと考えられる。

ただ、間伐作業現場でも、丸太の形状をよく見て最も有利に販売できるように採材し、販売単価が向上するような努力は必要であろう。

また、高性能林業機械は画一的な作業に対して最も高い労働生産性を発揮する機械であるため、曲り材が多い林分などでは、プロセッサで曲りを避けるように採材していると労働生産性が著しく低下して機械の性能を発揮できないおそれがある。

### 4 まとめ

本調査の結果から、労働生産性を向上させるためには、プロセッサの活用による造材工程の機械化と同

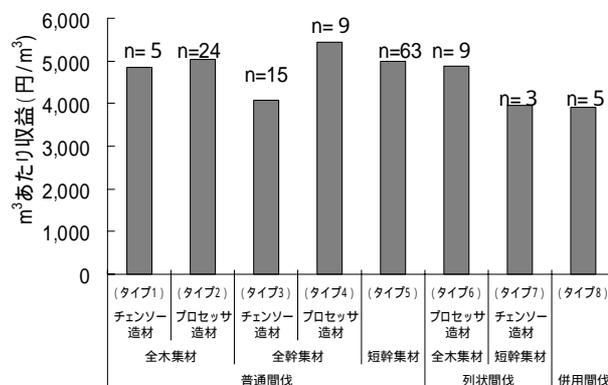


図 7 間伐方法別の m<sup>3</sup> 当たり収益

時に列状間伐を積極的に実施することが効果的であることがわかった。

一方コスト面では、高性能林業機械を活用してもコスト低減効果は小さかった。これは前述したように、労働生産性が7m<sup>3</sup>/人日以下の場合は作業コストに占める機械の減価償却費の割合が高いためであると考えられる。

よって、高性能林業機械を活用した作業システムのコストを低減させるためには、労働生産性の向上とともに、機械の減価償却費を下げることで、つまり機械の稼働率を上げることが重要である。

作業システム全体の労働生産性の目標値を7m<sup>3</sup>/人日とした場合、造材工程の労働生産性は経験的に30m<sup>3</sup>/人日以上は必要と予想される。ここで、仮に機械の目標稼働日数を200日/年とすると、年間6,000m<sup>3</sup>以上の素材生産量を確保する必要がある。他の調査でも、高性能林業機械作業システムの適用の目安は、車両系機械システムでは、年間生産量が5,000~6,000m<sup>3</sup>以上、架線系機械システムでは3,000m<sup>3</sup>以上とされている(辻井ら, 2001)。

これだけの素材生産量を確保するためには、団地化を積極的に推進し事業量を確保すること、作業道等の路網の開設によって機械化作業システムに適した林分を増大させること、そして何より機械の操作に熟達したオペレータを数多く養成することが重要である。

また、酒井(2004)は、作業道を開設する重機や間伐作業機械に対するレンタル・リースの普及と、使用料に対する低利子融資や補助等の支援策、さらに流域を越えて広い地域を迅速に移動できる路網の必要性を述べている。機械がリース・レンタルできる体制ができれば、機械を保有している事業体は機械の稼働率向上が図られ、単独では高性能林業機械が導入できない小規模な事業体では最小限の費用で機械化作業システムの構築が可能となる。

また、トレーラーが走行可能な林道網を構築できれば、事業地間の機械移動が簡便になり、機械が効率的に活用できるようになる。

本県の平成16年度のスギ素材生産量283千m<sup>3</sup>をプロセッサとハーベスタの導入台数45台で割ると、1台当たりの素材生産量は約6,300m<sup>3</sup>となる。導入台数から考えると県内のスギ素材生産を全てプロセッサかハーベスタで賄うぐらいが適正規模であり、依然として高性能林業機械の稼働率が低調であることを示唆している。

今後は、高性能林業機械の導入促進から、保有している高性能林業機械の稼働率向上へ重点的に施策を展開することが重要になってくるであろう。

#### 引用文献

井上源基, 竹内郁男ら: 高性能林業機械作業システムの構築, 森林総合研究所平成10年度研究成果選集, 12~13, 1998

中島嘉彦, 旦良則, 黒瀬勝雄: 列状間伐の手引き, 7p, 岡山県林業試験場, 2002

林野庁: 大型プロジェクト研究成果 機械化作業システムに適合した森林施業法の開発, 4~12pp, 2004

酒井秀夫: 作業道, 154~167pp, 全国林業改良普及協会, 東京, 2004

辻井辰雄ほか: 機械化のマネジメント, 159~161pp, 全国林業改良普及協会, 東京, 2001



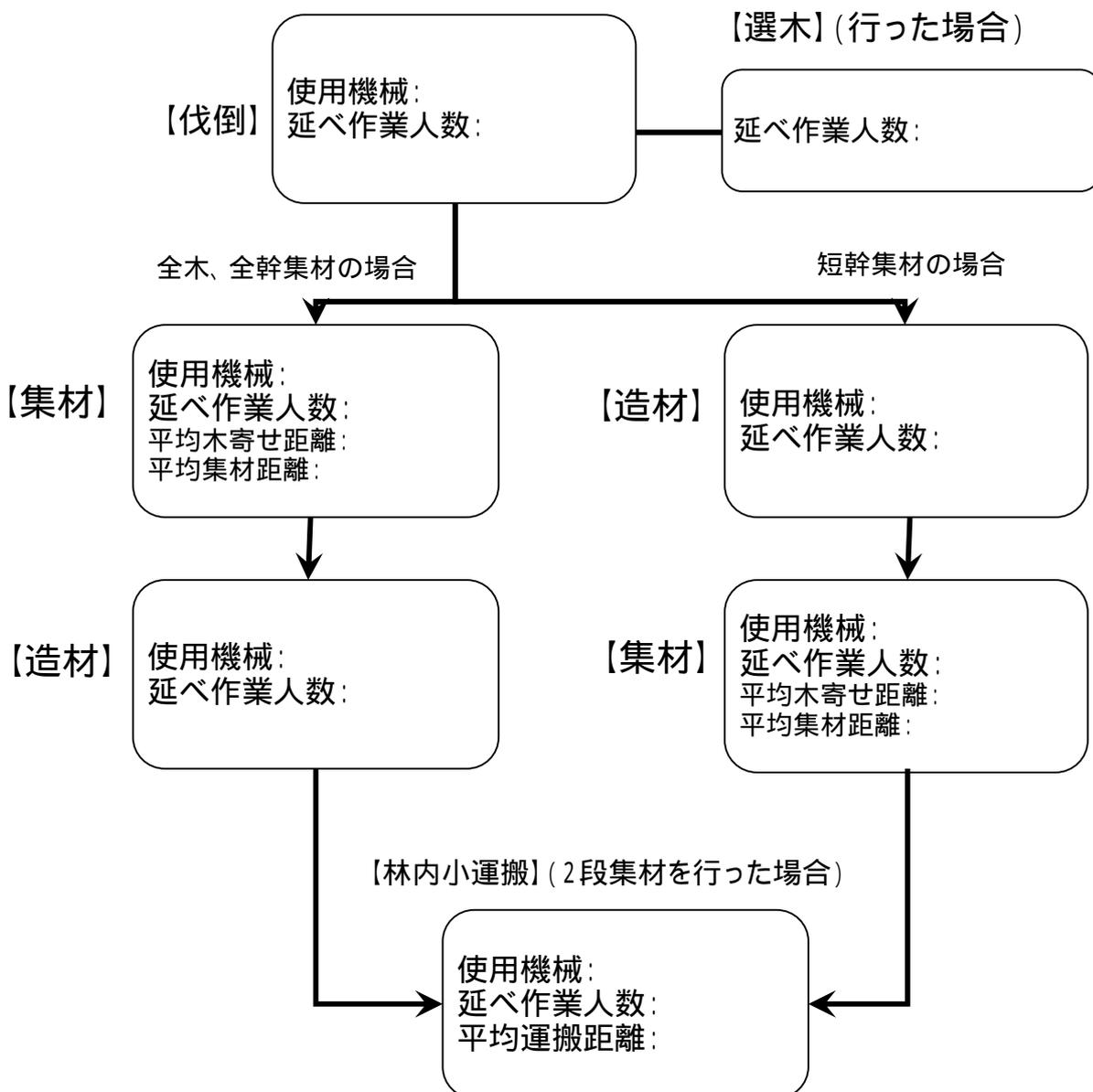
**このシートは、伐採方法が2種類以上ある場合(普通間伐と列状間伐があるなど)は、書き分けることが可能であればそれぞれの伐採方法につき1枚ずつ書いてください。**

## 2 事業実施箇所の現況, 伐採材積等

斜面方位	傾斜	地形	平均胸高直径	平均樹高	haあたり本数
	度		cm	m	本/ha
路網総延長	路網密度	集材木の形状	搬出方法	平均木寄せ距離	平均集材距離
m	m/ha	全木・全幹・短幹	上げ荷・下げ荷	m	m

## 3 作業システム

作業工程のフローチャート順に、該当する作業工程それぞれについて使用機械(チェーンソー, トラクタ, プロセッサなど)とその延べ作業人数(作業日報などから集計)を記載してください。



## 4 使用機械の内容

使用機械	使用工程	メーカー・機種名	本事業での稼働日数	その他		
				使用年数	年間稼働日数	オペレータ経験年数

## 5 素材生産経費

種別		金額(円)	備考
素材生産費内訳	調査・選木費	円	
	伐木費	円	
	集材費	円	
	造材費	円	
	(林内小運搬費)	円	
	トラック運搬費	円	
	機械輸送経費	円	
	保険料その他	円	
手数料		円	
合計		円	

## 6 素材生産材積および販売額

	用途	材長	素材材積(m <sup>3</sup> )	素材販売額(円)
A 素材販売額	製材用・合板用・チップ用・その他	m		
	製材用・合板用・チップ用・その他	m		
B 販売手数料		円		
C はい積料など		円		
D 差引販売金額		円	A - (B + C)	
<b>間伐収支 (差引販売額 - 素材生産経費合計)</b>				<b>円</b>
<b>森林所有者への支払額</b>				<b>円</b>

## 7 合板工場への納入について

調査項目	調査結果
合板工場への納入量	m <sup>3</sup>
素材生産量のうち、合板工場へ納入した割合	%

参考 (把握できる場合には記入する。なお、概数でかまわない)

納入工場名	
納入丸太の材長(1m, 2m, 4mか)	
納入丸太の径級(例: ~ cm, 主体は cm)	
納入丸太の曲がりの有無, 程度	
納入丸太の単価	

## 8 作業路開設について

調査項目	調査結果
作業路開設延長(10m単位で記入)	m
作業路幅員(平均的な幅員)	m
作業路開設費(費用から補助金相当額は差し引かない)	円
作業路開設単価	円/m
作業路開設に使用した機械	
実施方法	直営 ・ 委託 ・ 請負
切り土,盛り土の少ない線形を選んでいるか	切盛土が少ない ・ 切盛土が多い
最大法高	m
作業路開設位置	尾根筋 ・ 沢筋 ・ 中腹
その他,作業路開設上の工夫	

## 9 間伐後の林内について

調査項目	調査結果
林地残材,枝葉が流出するおそれはないか	ない ・ ある
残存木損傷の程度	全くない・ほとんどない・多少ある・多い
集材による林床の攪乱	全くない・小さい・多少ある・大きい

# 多様な広葉樹林の育成・管理技術の開発 里山広葉樹林の林分構造の解明及び好まれる森林景観

滝澤 伸<sup>\*</sup>, 梅田久男, 栗原 剛<sup>\*\*</sup>, 尾山郁夫<sup>\*\*\*</sup>

## 要 旨

里山の広葉樹林は薪炭林等として利用されなくなり放置されているが、公益的機能の発揮への期待は大きく整備が必要になっている。このため、これら広葉樹林の林分構造と視覚的に好まれる森林景観について解明するため、宮城県黒川郡大和町の県営林にあるコナラを主体とする旧薪炭二次林で調査を行った。その結果、林齢が高い林分ほど高層木の樹種は減少し、コナラ、カスミザクラ、クリなどの単純な林分になり、コナラはおおむね30年生まで株数の変化はないが幹本数は半減し、それ以降は株数、幹本数ともに減少していた。好まれる森林景観について写真撮影法により調査したが、樹高が高く、幹の密度低い林分ほど好まれるという結果を得た。里山の広葉樹林をこのような林分に誘導するためには20年生までは幹本数を、30年生以降は幹本数と株数の両方を整理することが望ましいと考えられた。

この成果報告は、農林水産新技術実用化型研究「多様な広葉樹林の育成・管理技術の開発」(平成12～15年度)の研究成果を中心に取りまとめた。

キーワード：里山広葉樹林、幹本数と株数、森林景観、写真撮影法

## 1 研究の目的

宮城県の広葉樹林面積は私有林面積の4割を超えるが、その多くを占める里山の広葉樹林は、昭和30年代からの燃料革命などの進展に伴い薪炭林としての利用されなくなり、地域住民との密接な関わりが失われ放置されるようになった。しかし、近年、国民生活の高度化・多様化や地球環境問題が顕在化する中、森林に対する多面的機能の発揮には大きな期待が寄せられ、林業政策の中にも広葉樹林の積極的な導入が図られるようになり、その育成・管理技術の開発が求められている。

本調査は、放置されている里山広葉樹林を保健休養機能の高い森林に誘導するため、現況林分の構造、高木性樹種の幼稚樹分布、林床植生、および好まれる森林景観を解明するとともに、目標林型への誘導について検討を行う。

## 2 試験方法

### 2.1 試験地の概要等

試験地は、宮城県黒川郡大和町の県営「七ツ森森林公園(仮称)」予定地内の広葉樹林に設けた。(図1)ここは、仙台駅から北へ約20km離れた県中部丘陵地で、標高は80m～150m、七ツ森の主峰である笹倉山(507m大森)を西側に、他の6峰を東側に望む位置にある。過去は薪炭林として利用・維持されていたが(一部は、パルプ用材として伐採)、現在は放置されコナラが優占する広葉樹二次林となっている。調査は、試験地を林齢(16～55年生(2002年調査時))によりA区～F区に分け、その中に調査プロットを設定して行った。(図2)なお、文中の林齢は特にことわらない限り2002年(H14)調査時のものとした。なお、調査区数、および調査プロットの大きさ等は調査項目の目的により異なる。

<sup>\*</sup>現森林整備課, <sup>\*\*</sup>現気仙沼地方振興事務所, <sup>\*\*\*</sup>元宮城県

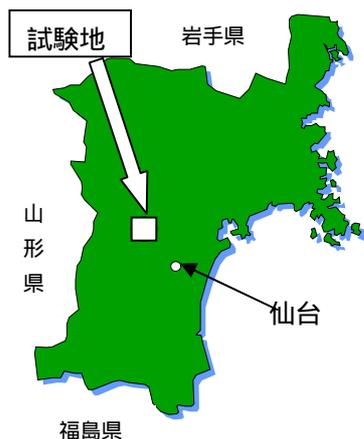


図-1 試験地の位置

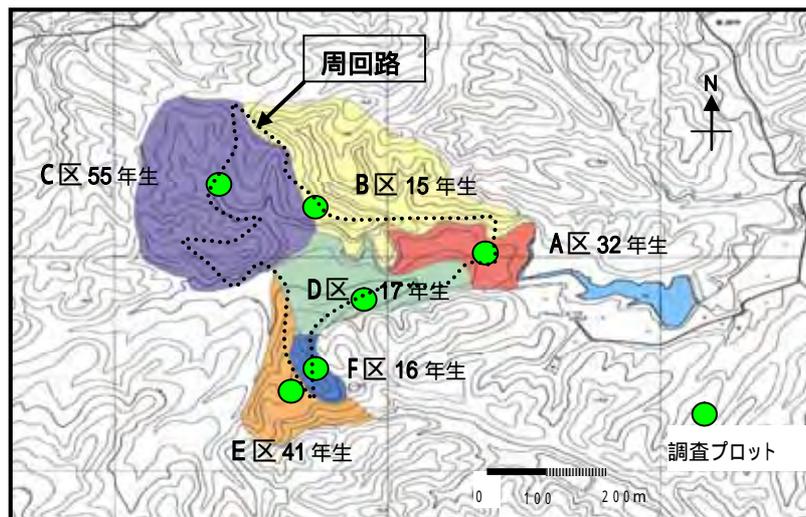


図-2 試験地の区分 \* 林齢は、2002年(H14)調査時

## 2.2 林分構造の解明

### 2.2.1 樹種構成等の解明(毎木調査)

林齢による林分構造の違いを調べるため、16、17、32、55年生の4つの林分内にそれぞれ60×15m、30×15m、30×30m、30×30mの調査プロットを設け、樹高2m以上の木本について樹種、樹高、胸高直径を、コナラなど高木類についてはさらに株数、幹本数も調査した。

### 2.2.2 成長量調査

最も林齢の高い55年生の林分から標準的なコナラを3本伐採し、樹幹解析行い直径成長量と樹高成長量の調査を行った。

## 2.2 林床植生と光環境

### 2.2.1 林床植生調査

森林景観の指標と考えられる林床植生の種多様度を検討するため、A区内にある16、31年生(2001年調査時)の林分内に20m×30mの調査プロットを設け、さらに各プロットを10m×15mの4区画に分け、うち2区画はササ(アズマザサ)を残し、残りの2区画は2001～3年まで毎年ササ等の刈払いを実施した。また、55年生の林分にも30m×30mの調査プロットを設け、10m×15mの6区画に分けた。これらの各区画をさらに5m×5mのメッシュに区切り、ブラウン・ブランケの全推定法により草本層について被度と群度を2002年8月と2003年11月に調査した。

### 2.2.2 光環境調査

光環境と種多様度を検討するため、2002年8月と2003年6月に2.2.1の林床植生調査の各区画で開空度調査を行った。調査は、デジタルカメラ(ニコン製クールピクス910)にフィッシュアイコンバーター(ニコン製FC-E8)を装着し、地上高1.4mから全天写真を撮影し、LISA32 for windows95(山本氏作成)を使用し行った。

## 2.3 高木性樹種の幼木とコナラの稚樹分布

### 2.3.1 草本層内の高木性樹種の幼木調査

林分の将来の構成樹種を予測するため、17、32、55年生の林分に30m×30mの調査プロットを各1箇所設

け、さらに各プロットを5m×5mの36メッシュに区切り、草本層における高木性・亜高木性樹種の幼木を稚樹を含めブラウン ブランケの全推定法により調査した。

### 2.3.2 コナラ実生稚樹の調査

コナラ稚樹の分布様式を解明するため、2.4.1の55年生の調査プロット内に対角線を引き等間隔に1m×1mのサブコドラートを6個、またこの調査プロットから20m離れたギャップ(10m×15m)に同様の大きさのサブコドラートを6個連続して設け、稚樹の個体数と生長量を測定した。生長量は2003年12月に頂芽から芽鱗痕までの長さを測定した。

### 2.4 森林景観調査

保健休養林として好まれる森林景観を解明するため、2002～4年の11月に写真撮影法による調査を行った。被験者の森林インストラクター(2002年12名、2003年19名、2004年20名)に図2にある周回路(歩道)約2.4kmを歩き「好ましい」と感じた景観をレンズ付フィルムで20枚以上撮影(比屋根,1998)してもらい、その写真から好まれる景観を分析した。撮影に際しては、被験者の半数が右回り、残りは左回りに周回し、撮影位置と撮影対象に対するコメントを記録してもらった。また、撮影対象と林分構造との関係を見るため、コース内の各区に30×15mの調査プロットを設置し、樹高2m以上の木本種について、種数、樹高、胸高直径、幹本数、株数の調査を行なった。

### 2.5 目標林型への誘導

適正本数に誘導するために、林齢の異なる2つの林分(17年生および32年生)内に、それぞれ30m×30mおよび15m×60mの調査プロットを設け、それぞれ15m×15mの区画に4分割し、高木層を優占するコナラについて1株当たりの残存幹本数が異なるよう整理伐を行い、伐採後の幹本数を既存林分(32年生および55年生)と比較した。また、林分構造の解明の結果から旧薪炭二次林の今後の管理について考察した。

## 3 結果及び考察

### 3.1 林分構造の解明

#### 3.1.1 樹種構成等の解明

各区の出現種数は図3のとおりである。16年生のプロットでは、木本種は45種で樹高はおおむね8m以下で階層構造は未発達であった。17年生では、木本種は24種で樹高約7mを境に高木層と低木層とに分かれた。32年生は木本種が15種で、樹高約8mを境に高木層と低木層に明確に分かれた。55年生では、木本種が18種で高木層(15～24m)、亜高木層(10～15m)、低木層(2～10m)に分かれた。高木性の樹種はコナラ・カスミザクラが優占しており、幹本数の割合は16年生で53%、17年生で94%、32年生で91%、55年生で95%であった。(表-1)

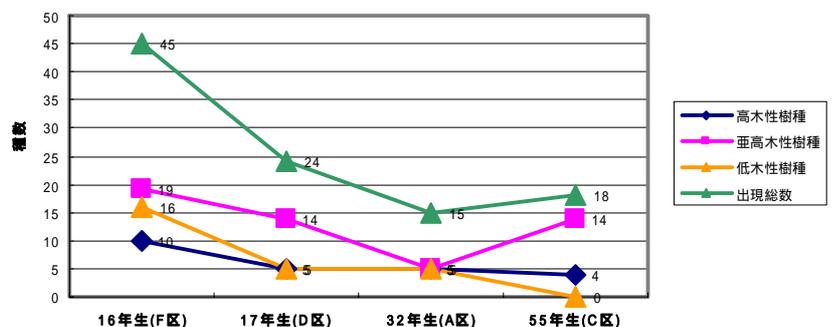


図-3 各区の出現種数

表-1 各区の樹種別の幹本数の割合

樹種名	F区(16年生)	D区(17年生)	A区(32年生)	C区(55年生)
カスミザクラ	17%	10%	20%	20%
コナラ	36%	83%	71%	75%
上記の計	53%	94%	91%	95%
クリ	8%	5%	6%	0%
ウワミズザクラ	19%	1%	2%	0%
ホオノキ	3%	0%	2%	1%
クヌギ	0%	1%	0%	4%
カラスザンショウ	0%	0%	0%	0%
ヌルデ	6%	0%	0%	0%
ハリギリ	1%	0%	0%	0%
ミズナラ	9%	0%	0%	0%
アサダ	0%	0%	0%	0%
計	100%	100%	100%	100%

コナラの幹本数と株数は、図-4のとおりで、17年生から32年生までは株数の変化はみられないが幹本数は半減しており、32年生から55年生までは株数が3割、幹本数が4割ともに減少していた。

3.1.2 成長量調査

3個体の大きさは、胸高直径がそれぞれ19.6cm, 24.4cm, 22.4cm、樹高が、18.3m, 19.4m, 19.8mであった。樹幹解析の結果から、胸高直径の連年成長量は25年生まで増加、その後40年生まで減少、以後はほぼ横ばいであった。(図-5) 樹高の連年成長量は10年生まで増加し、10~20年生までは0.4mで一定の成長量を示したが、20~40年生まではやや減少傾向を示し、40~45年生は再び0.4mで増加したが以後は減少した。(図-6)

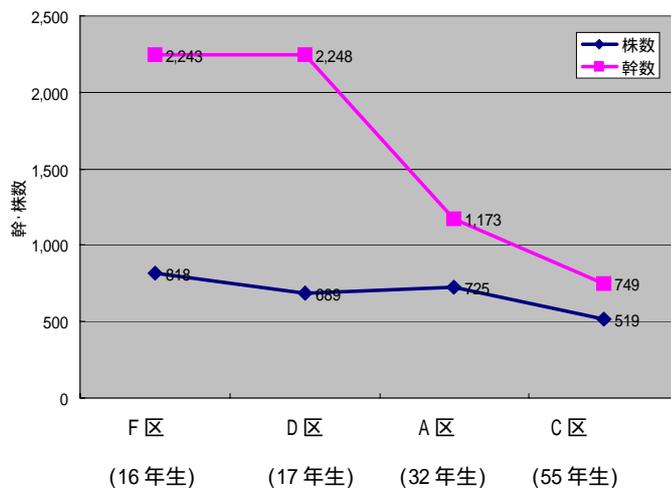


図-4 コナラの株数と幹本数

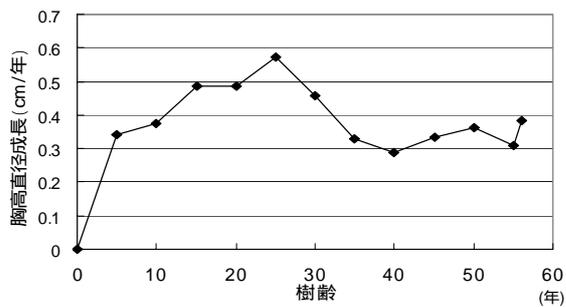


図-5 55年生コナラの連年成長量(胸高直径)

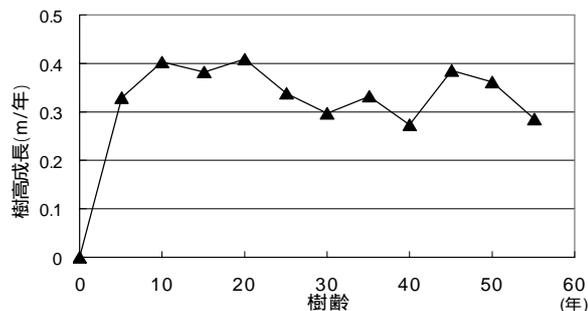


図-6 55年生コナラの連年成長量(樹高)

3.2 林床植生と光環境

ササを刈り残した区画(Aグループ)、ササ刈りをした区画(Bグループ)および55年生の区画(Cグループ)に分け、植生調査結果をもとにした Shannon 関数(沼田,1969),(伊藤,1977)による種多様度と、開空度(天頂から74°まで)の関係を図-7に示す。この結果、A、Bグループのいずれでも開空度が高いほど種多様度は低くなる傾向であった。また、Cグループの開空度は他のグループより低いが生種多様度は高くなっていた。

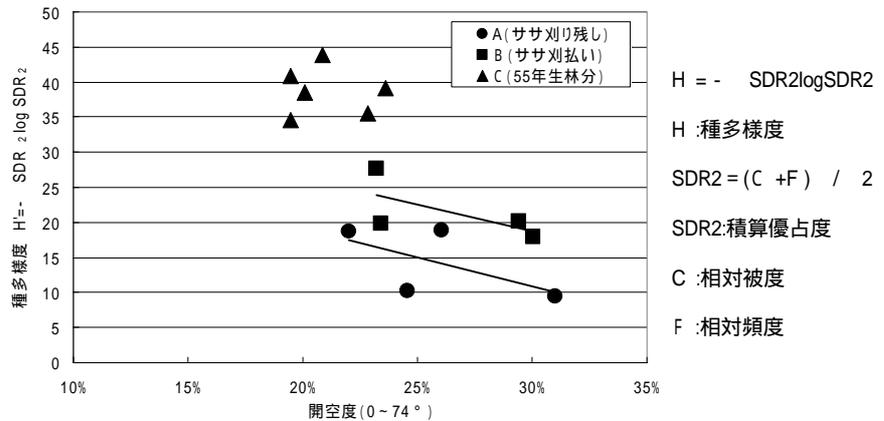


図-7 開空度と種多様度の関係

3.3 高木性樹種の幼木とコナラの稚樹分布

3.3.1 高木性樹種の幼木・稚樹の常在度

高齢林分で構成種の変化をみるため、17、32、55年生の各メッシュの調査結果から、各樹種の出現頻度を20%毎の常在度クラス( ~ ) (沼田,1969)を求め、次の区分で樹種を分け樹種構成の予測を表-2にまとめた。

表-2 樹種構成の予測

区分	樹種	17年生	32年生	55年生	備考
主林木となる	コナラ				
	カスミザクラ				
	ウヅミザクラ				
	アオダモ				
	ヤマウルシ				
継続的な構成種	ヤマモミジ				
	ウリハダカエデ				
	アオハダ				
	オオモミジ				
	クリ				
	オオウラジロノキ				
	イタヤカエデ				
	ホオノキ				
	ミズキ				
	ハウチワカエデ				
アワブキ					
増加し優占する	エゴノキ				
	コシアブラ				
	アズキナシ				
	ハリギリ				
	アカシデ				
高齢林になると増加または出現する構成種	エンコウカエデ				
	タカノツメ				
	マンサク				
	イヌブナ				
	コハウチワカエデ				
新たに出現し副林木となる	ハクウンボク				
	クヌギ				
	ウラジロノキ				
	ケヤキ				
	モミ				
ギャップ下での副林木となり構成種となる	ヌルデ				
	ナナカマド				
	ネムノキ				
	アカマツ				
種数計		25	26	31	

備考の は55年生の調査プロットで高木・亜高木を構成している樹種

各林齢の林分で常在度クラスが または ……高齢林まで継続的する樹種(主林木)  
 55年生を含む2林分以上で ~ ……高齢林まで継続的する樹種(副林木)  
 55年生林分で または での林分は 以下 ……高齢林になると優占する樹種  
 55年生林分にのみ出現 ……高齢林になると出現し副林木となる樹種  
 55年生林分以外に出現 ……壮齢林以下でギャップなどで副林木になる樹種

### 3.3.2 コナラ実生稚樹の調査

12のサブコドラートのコナラ実生稚樹の総数は109個体、1サブコドラートの平均(x)は9個体(min=1、max=24)、分散( $s^2$ )は71.5であった。分布型については、 $s^2/x = 7.88 > 1$ となり集中分布(伊藤,1992)を示した。(P<0.01)

また、1個体の生長量の平均は樹冠下で15.8mm、ギャップ下で18.5mmとなり、後者は前者より生長が良いことを示していた。(P<0.05)

### 3.4 森林景観調査

撮影された写真のうち里山二次林を主な対象としたものは310枚であった。これらの写真から各林分ごとに撮影枚数を算出し、さらにコース100mあたりの枚数を求め各林分の撮影頻度とし、林分構造の指標との関係を調べた。幹数との関係をみると幹密度の低い林分で撮影頻度が高くなっていた。指数曲線による回帰の決定係数は0.90であった。(図-8)また、高木層の樹高との関係では樹高が高くなると、撮影頻度は増加し、対数曲線による回帰の決定係数は0.91であった。(図-9)一方、一株当たりの幹本数や胸高断面積合計との明確な関係はみられなかった。

また、林内の見通しタイプと構成要素の組み合わせから写真の構図分類を行ったが、林分との明確な関係は得られなかった。

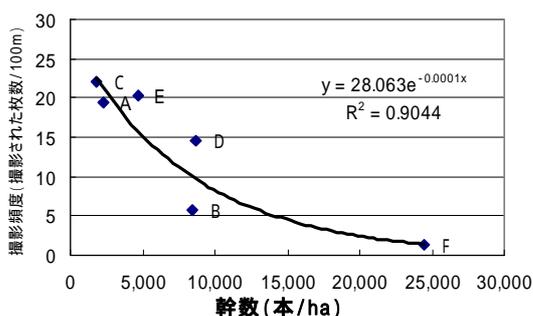


図-8 幹数と撮影頻度の関係

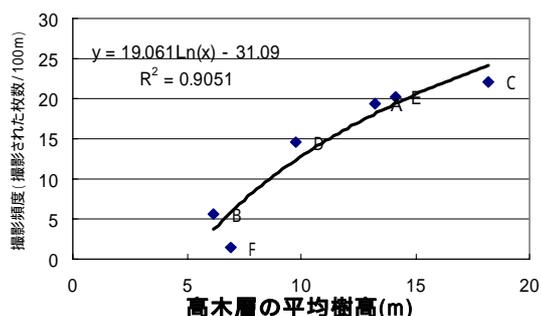


図-9 高木層の平均樹高と撮影頻度の関係

### 3.5 目標林型への誘導

17年生の林分では、3区画はそれぞれ株当たり1,2,3本の幹を残し残りを対照区とした。また、32年生の林分では、3区画はそれぞれ株当たり1,1.5,2本の幹を残し、残りを対照区とした。この結果、17年生林分のha当たりの幹本数は、1本残し区で993本/ha(本数伐採率55%)、2本残し区で1,755本/ha(同55%)、3本残し区で1,755本/ha(同42%)、3本残し区で3,412本/ha(同24%)となった。3.1.1の結果では32年生の林分のコナラの幹本数が1,173本/haで、これに一致させるためには1本残し区よりもやや多い(20%)伐採が必要である。33年生では、1本残し区で937本/ha(同51%)、1.5本残し区で2,592本/ha(同18%)、

2本残し区で1,926本/ha(同10%)となった。3.1.1の結果では55年生の林分の幹本数は712本/haであるから1本残し区でもなお30%多い結果となった。必要と考えられる伐採率が前者よりも後者が高いのは18年生林分と32年生林分では株数が変化しないのに比べ、32年生から55年生にかけては株数が減少することによると考えられる。

#### 4 まとめ

林分内の樹種の種数は、林齢が高くなるほど減少し、単純になる傾向がある。特に林齢が17年生あたりからは、コナラ、カスミザクラが高木層の9割を占めている。また、コナラの株数と幹数の関係では成長とともに株数は減少しないが幹本数は大きく減少(50%)し、おおむね20年生から30年生あたりを境に50年生を越えるまでは株数、幹本数ともに減少(3割から4割)する。一方、写真撮影法により好まれる林分は、上層木の樹高が高く幹本数が少ない林分という結果が得られた。

これらのことから旧薪炭二次林を主とする里山の広葉樹林を、保健休養機能の高い好ましい森林景観に誘導する場合、20年生あたりまでは幹数の整理を、30年生以降は幹数と株数の整理をすることが望ましいと考えられる。

今後は、県内の他の地域で同様の調査を行い今回の結果を検証し、里山広葉樹林の動態を明らかにするとともに、春にも写真撮影による調査を行い年間を通じて好まれる森林景観を明らかにし、里山の広葉樹林の管理・育成技術の開発につなげてゆきたい。

#### 引用文献

比屋根哲：レンズつきフィルムも使いよう・レンズつきフィルムで景観調査(大石康彦・比屋根哲編集委員 森を調べる50の方法).174~181pp 社団法人日本林業技術協会、1998

伊藤秀三・宮田逸夫：群落の種多様性(伊藤秀三編著 植物生態学講座2 群落の組成と構造).88~94pp 朝倉書店、1977

伊藤嘉昭・山村則男・嶋田正和：動物生態学.47~49pp 蒼樹書房、1992

沼田真：図説植物生態学.26~36pp 257~268pp 朝倉書店、1969

林業試験場成果報告  
第16号

平成19年3月 発行

宮城県林業試験場

981-3602 宮城県黒川郡大衡村大衡字はぬ木14

電話 022-345-2816

FAX. 022-345-5377

E-mail [rinsi@pref.miyagi.jp](mailto:rinsi@pref.miyagi.jp)