

II 試 験 研 究 関 係

尾鷲ヒノキの材質特性の把握と新たな機能性部材の開発

ーゾルゲル法によるヒノキ材と無機質の複合化処理についてー
平成19年度～22年度（県単・重点事業）

中山伸吾・岸 久雄

近年、一戸建て、マンションなど住宅の新築またはリフォームにおいて、フローリングなどの内装材にスギ・ヒノキなど国産針葉樹材を選択する事例が見受けられるようになった。こうした中で、内装材に必要なとされる表面硬さや撥水性など、様々な性能や付加価値が要求されるようになってきたことから、内装材としての用途を拡大するための表面改質技術の一つとして、ゾルゲル法を用いた木材と無機質との複合化について検討を行った。

1. 木材への注入

試験材には厚さ 15 mm、幅 105 mm、長さ 150 mm の床用ヒノキ加工材を用い、反応溶液としてテトラエトキシシランおよびチタン酸テトラ-n-ブチルを 3:1（モル比）で混合したエタノール溶液を含浸させた。含浸方法は、実際の加工性を考慮するため、刷毛で塗布、24 時間浸せき、20 分減圧注入をそれぞれ行った後、105 °Cで乾燥した。

その結果、塗布では表面の撥水効果がほとんど見られず、浸せきと減圧注入ではほぼ同じ程度の撥水効果が見られた。しかし、浸せきの場合は栈木部分で結晶化がおこるなどの問題が発生したことから、木材への含浸には減圧注入が効果的であると考えられる。

また、減圧注入処理した試験材について、JIS Z2101 の硬さ試験および研磨紙法による摩耗試験に準じた測定を行ったところ、硬さは 2 割以上増加したが、摩耗量も増加しており、耐摩耗性の向上は見られなかった（図-1）。

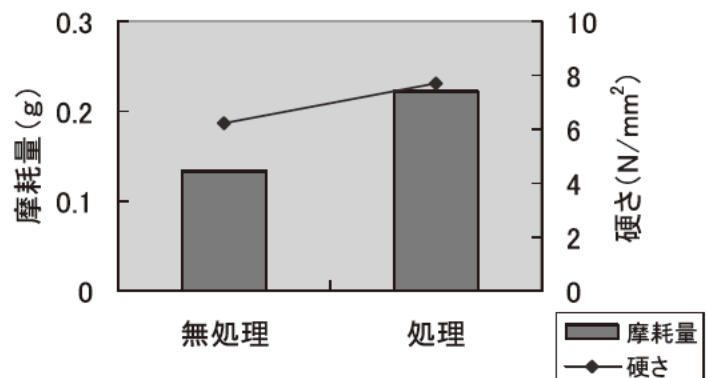


図-1. 無機質複合化による物性の変化

2. 減圧注入後の養生期間

試験材には厚さ 15 mm、幅 105 mm、長さ 22 mm の床用ヒノキ加工材を用い、反応溶液を 20 分間減圧注入した。減圧注入後、外気の水分と接触しないようポリエチレンの袋に密封して養生し、0、1、6 日後に取り出し、105 °Cで 24 時間乾燥してその重量増加率を測定するとともに、JIS に準じ硬さを測定した。

その結果、養生により重量増加率は大きくなる傾向が見られたが、養生期間中での木材中の水分との著しい反応は見られず、効果は数%程度に留まった。また、硬さについては無処理のヒノキと比較すると養生したものは 2 割ほど高くなったが、養生期間を長くしてもそれ以上にはならないと推測された（図-2）。これらのことから、含浸後の養生期間については 1 日以上あれば良いと推測した。

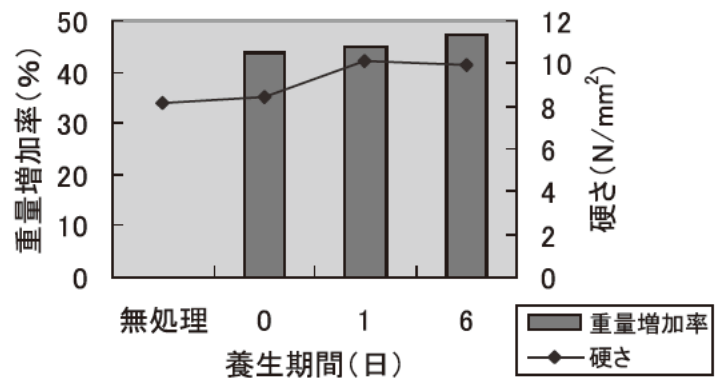


図-2. 含浸後の養生期間の影響

尾鷲ヒノキの材質特性の把握と新たな機能性部材の開発

— 圧密処理とヤニ処理について —

平成 19 年度～22 年度（県単・重点事業）

岸 久雄・中山伸吾

尾鷲ヒノキ材を家具や内装材の板材として活用する場合、従来の建築用柱材と異なった性能が必要とされる場合が多々ある。例えば、床材に活用する場合には、広葉樹なみの硬さへの要望、無垢板の壁材への活用では、ヤニの滲出防止などが要求されたりする。そこで、これらの性能改善を目的に、ヒノキ材の密閉圧密加工及びヒノキ材から滲出するヤニの抑制方法を検討した。

1. 密閉圧密加工とその性能

密閉圧密処理は、含水率 10%前後の気乾材を使って、ホットプレスと金型を使用した圧密処理を行った。プレス温度は 180℃、圧縮時間は 10 分とし、その後、冷却・解圧することで圧密材を得た。今回は、圧密割合を変化させ、その硬さ、曲げ強度、水に対する接触角の変化を調べた。また、圧密材の色変化も継続的に調べ、無処理材との違いを検討した。この結果、類似木材を処理した場合には、比重の増加に応じて、当然硬さ、曲げ強度は飛躍的に向上した（図-1）。ただ、硬さについては、圧密割合を同一にしても、比重が部分的に異なるためか、かなりばらつくことがわかった。接触角も圧密することにより、無処理のものに比較して大きくなることがわかった。熱圧による無処理材との色変化度合は、圧密加工時から日数がたつとともに小さくなり、試験片を日のあまり当たらない北側に静置したにもかかわらず、半年もすればほとんど差が認められにくい状態になることがわかった（図-2）。

2. 材から滲出するヤニの抑制方法

ヤニの滲出抑制処理については、乾燥末期に 1.5～2 時間毎に、60℃・98%や 80℃・98%の高湿状態と、80℃・50%や 98℃・75%の乾燥状態を 2～5 回程度交互に繰り返す処理を行って、その効果を調べた。この場合、同一材のほぼ同一箇所から無処理材と処理材を抽出し、そのヤニ滲出・ヤニ痕跡状態を比較検討したが、そのヤニ滲出・ヤニ痕跡は、強制的に材を 70℃で乾燥させることにより調査した。また、それらの処理による材色変化も測定した。この結果、3 回の繰り返し試験では、ヤニ滲出・ヤニ痕跡抑制には、高湿状態の温度条件にかかわらず、乾燥状態の温度が影響し、乾燥温度が高い方が良好であった。また、繰り返し回数においては、ヤニ滲出・ヤニ痕跡があまり見られない材では、2 回処理でも効果が認められた。処理材の色変化は、乾燥・ヤニ抑制処理後、無処理材と同様に表面を若干研削等すれば、無処理材の研削による色変化と大差ないレベルになることがわかった。

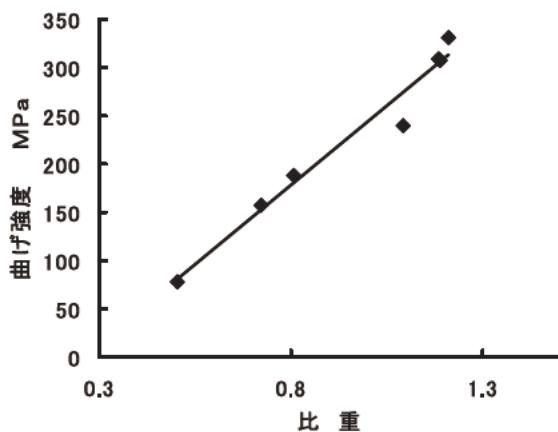


図-1. 圧密後の比重と曲げ強さ

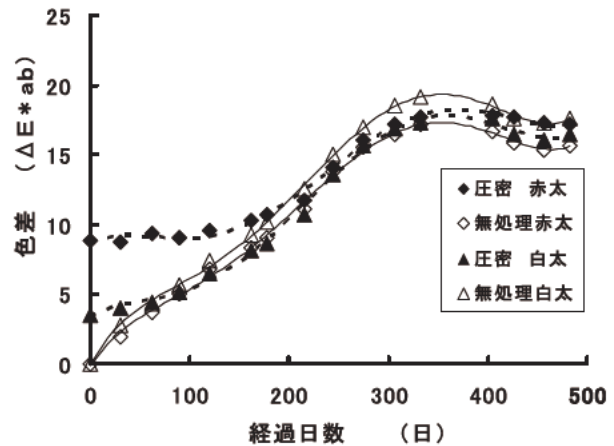


図-2. 圧密処理材と無処理材の色変化

スギ梁桁材の効率的乾燥技術に関する研究

平成 20 年度～22 年度（国補システム）

小林秀充・福本浩士・萩原 純

1. 背景

三重県内のスギ・ヒノキ人工林では、これまでの柱材生産を中心とした伐期 50 年程度の施業から、省力化や付加価値向上等を目指した林齢 100 年生以上の長伐期施業へと転換する傾向にある。特に肥大成長の良いスギでは、長伐期化によって中・大径丸太生産に移行しつつあり、これらの中・大径丸太を梁桁材に利用することが期待されている。そこで、高温低湿処理と中温乾燥及び天然乾燥を組み合わせた乾燥試験を行い、仕上がり含水率、表面割れ及び内部割れの発生量を調査することで、表面割れや内部割れの少ない適正な乾燥スケジュール例を明らかにした。また、この結果をもとに普及のためのマニュアルを作成した（図-1）。

2. マニュアルのねらい

近年、住宅の建築工法が真壁工法から大壁工法へと変わりつつあり、寸法精度の高い材、すなわち乾燥材への需要が高まってきているが、木材表面や内部割れの発生は施主と住宅建築業者の間でトラブルの原因になるなど、多くの問題が残されている。

このことから、含水率 20%以下で、表面割れや内部割れが少ないスギ梁桁材の乾燥方法の確立することにより、梁桁材へのスギの利用促進を図ることを目的としている。



図-1. マニュアルの表紙

3. マニュアルの内容

このマニュアルでは、高温低湿処理と中温乾燥及び天然乾燥を組み合わせた表面・内部割れの少ないスギ平角材の乾燥スケジュール例を掲載し（表-1、表-2）、そのスケジュールで乾燥を行った際の表面・内部割れの発生状況を示している。

試験材：三重県産心持ち無背割りスギ平角材（寸法 125 mm×250 mm×3,500 mm）

乾燥装置：エノ産業株式会社製 EZ-20 型（収容量はおおよそ 5.5 m³）

表-1. 表面・内部割れの少ない
高温低湿処理＋中温乾燥スケジュール例

工程	乾球温度 (°C)	湿球温度 (°C)	乾燥時間 (時間)
昇温	95	93	2
蒸煮処理	95	93	6
昇温	120	90	2
高温低湿処理	120	90	12～24
降温	90	60	2
中温乾燥	90	60	384
合計			408～420

表-2. 表面・内部割れの少ない
高温低湿処理＋天然乾燥スケジュール例

工程	乾球温度 (°C)	湿球温度 (°C)	乾燥時間 (時間)
昇温	95	93	2
蒸煮処理	95	93	6
昇温	120	90	2
高温低湿処理	120	90	24～48
小計			34～58
天然乾燥	-	-	10～11ヶ月

ニホンジカの生息密度管理と森林被害防除に関する研究

平成 21 年度～23 年度（国補システム）

福本浩士

近年、三重県においてニホンジカ（以下、シカ）による農林業被害が増加しており、社会的な問題となっている。そこで三重県はシカによる農林業被害や自然植生への影響を軽減するために、特定鳥獣保護管理計画（ニホンジカ）を策定した。シカの生息密度の推移については、糞粒法によるモニタリング調査が行われているが、森林被害量の推移については調査が行われていない。そこで、県内 6 地域のスギおよびヒノキ人工林 20 林分に固定調査地を設置し、複数の調査方法によるシカ生息密度と森林被害量（スギおよびヒノキの剥皮害）のモニタリング調査を行った。また、造林木の剥皮害を防除するための試験を実施し、その効果を検討した。

1. シカの生息密度とスギ・ヒノキの剥皮害

三重県内の 6 地域（亀山市関町、津市美杉町、松阪市飯高町、多気郡大台町、度会郡大紀町、北牟婁郡紀北町）のスギおよびヒノキ人工林において 3～4 カ所の方形プロット（20 m×20 m）を設置した。夏期（7～9 月）と秋期（11～12 月）に、各プロットにおいて造林木の樹種、胸高直径、シカによる剥皮の有無について記録した。

シカの生息密度調査は秋期（11～12 月）と冬期（2 月）に、方形プロットを含む 3 次メッシュ内に 50 m のラインを 10 本設置し、各ラインにおいて 5 m おきに 1 m×1 m の方形区内の糞粒数を計測した。また、すべてのライン上（両側 0.5 m）に存在していた糞塊数（糞粒 10 粒以上）を計測した。糞粒法については FUNRYU2000（岩本ら 2000）を用いて算出し、糞塊法による推定は兵庫県の算出式（濱崎ら 2007）を用いて行った。

当年の樹木成長期の剥皮の有無を応答変数、樹種（ヒノキまたはスギ）、シカ密度（糞粒法による推定値）、傾斜、林齢および標高を説明変数としてロジスティック回帰分析を行ったところ、樹種、傾斜、標高と関連性が認められ、標高が高く、傾斜が緩い林分のヒノキにおいて、当年の樹木成長期の剥皮が発生しやすいことが明らかとなった。次年度は人工林周辺の植生等を考慮にいたした解析を行う予定である。

糞粒法と糞塊法におけるシカ密度の推定値（秋と冬の平均値）は関連性があるものの、シカ密度が高くなるほど糞粒法における推定値は糞塊法における推定値よりも大きくなる傾向があった。

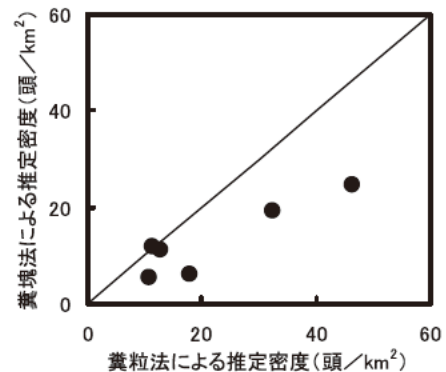


図-1. 糞粒法によるシカ密度の推定値と糞塊法によるシカ密度

2. 造林木の剥皮害防除試験

三重郡菰野町内の 37 年生ヒノキ人工林において、ポリエチレン製ネット（商品名：サプリガード）を造林木の根張り部分を含めて樹幹に巻きつけて剥皮害防除試験を実施した。その結果、ポリエチレン製ネット設置後 21 ヶ月間の防除効果を確認することができた。また、ポリエチレン製ネットは変形や劣化することが無く、その耐久性も確認することができた。

長伐期化に対応した森林管理・中大径材利用技術の開発

—長伐期化に対応した中大径材利用技術開発—
平成 19 年度～22 年度（県単・重点）

萩原 純

1. 背景

県内のスギ・ヒノキの人工林資源は、林齢 50 年生以上が 34%を占め、その蓄積量は 2,100 万 m^3 と年々増加しており、長伐期化に伴う中大径材の有効利用が喫緊の課題となっている。

一方、木造軸組工法による住宅の梁桁材にスギ・ヒノキが使われない理由の 1 つに、強度性能や乾燥に対する不安があると思われる。このため、県内産スギ・ヒノキ材が梁桁材として利用されやすくなることを目的に、強度性能試験を実施し、試験データに基づいた「三重県産スギ・ヒノキ横架材スパン表」を作成した。

2. 試験方法

65℃以下の中温で人工乾燥された県内産ヒノキ平角材（幅 120×高さ 210×長さ 4,000 mm）185 本（うち前年度実施分 103 本を含む。）を購入し、使用した。縦振動法による動的ヤング係数、年輪幅、節径比等を事前に計測するとともに、（財）日本住宅・木材技術センターの「構造用木材の強度試験法」に準拠し、3 等分点 4 点荷重方式により支点間距離 3,780 mm、荷重点間距離 1,260 mm に統一して荷重スピード 15 mm/分で曲げ試験を行い、曲げヤング係数、曲げ強度を算出した。

3. 試験結果

曲げ強度試験結果は、JAS 機械等級区分に従うと、E110 が 92 本(50%)で最も多く、次いで E90(22%)、E130 (21%) の順であった。ヤング係数の平均値は、10.7 KN/mm^2 、曲げ強度は 61.0 N/mm^2 となった（表-1）。機械等級区分に用いるヤング係数は、試験材をハンマーなどで打撃した時の打撃音の縦振動周波数を用いて求める動的ヤング係数と、材に直接荷重を掛け、その時のたわみ量との関係から求める静的ヤング係数がある。どちらの方法でも同様の値が得られることが従来から知られており、今回の試験結果でも高い相関係数が認められたことから、いずれの方法でも梁桁材の機械等級区分を行って、スパン表を利用することが可能となった。

図-1 は、静的ヤング係数と曲げ強度関係を示すもので、一般的にいわれるように、静的曲げヤング係数と曲げ強度の間には、正の相関関係が認められた（相関係数 $r=0.641$ 、0.1%水準で有意）ことから、E90～E130 について等級区分別に、誘導基準強度を求めた（各等級に区分された試験材強度の 5%下限値、信頼水準 75%）。表-1 に示すように、今回の試験で求めた誘導基準強度は、建設省告示の基準強度を上回る結果となり、今回のスパン表作成に用いた試験材は、強度条件を満たしていると言える。これらの試験結果を基にスパン表を作成し、スギ・ヒノキ材を同一の使用条件（機械等級区分 E90、E110）で比較すると、944 の組み合わせのうち 98.6%で両者は同一のせい（断面）となった。

表-1. 機械等級区分と曲げ強度（ヒノキ）

区分	試験体数 (本)	曲げ強度 平均値 (N/mm^2)	変動係数 (%)	誘導基準 強度 F_b (N/mm^2)	告示による 基準強度 F_b (N/mm^2)
E 70	8	41.9			22.2
E 90	41	51.3	14.64	39.2	30.6
E 110	92	62.4	13.79	47.2	38.4
E 130	39	70.9	12.82	55.0	46.8
E 150	5	68.7			55.2
全体	185	61.0	18.52	41.5	26.7

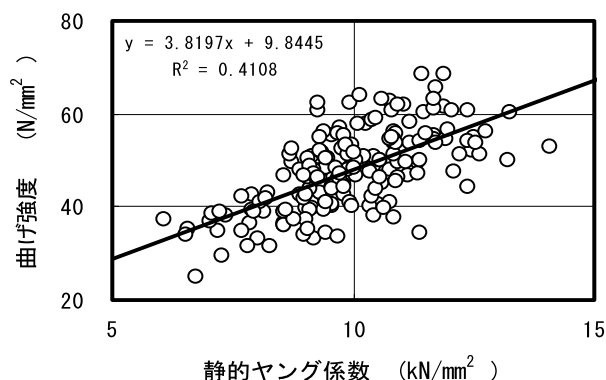


図-1. ヒノキ曲げ強度試験結果

低コスト素材生産技術に関する基礎調査

平成 22 年度（県単）

島田博匡

林業の採算性を向上させるために素材生産の低コスト化が求められている。本調査では三重県における素材生産の現状把握と将来予測、低コスト化が可能な条件の検討を行った。

1. 素材生産の現状把握及び将来予測

平成 11～20 年度の林野庁「素材生産費等調査報告書」から三重県データを用いて生産性や生産コストの現状について解析を行うとともに、推移傾向解析による将来予測を行った。

高性能林業機械を使用した事例は年々増加傾向にあり、平成 16～20 年では半数近くの事例で高性能林業機械が使用されていた。作業システムについて高性能林業機械を使用した高性能型と従来型に分けて生産性を比較したところ、主伐、間伐ともに平成 11～15 年では高性能型の生産性は従来型を下回るものの、平成 16～20 年では上回った。なお、調査期間を通して集材機、タワーヤーダやスイングヤーダなどを用いた架線系が大部分を占めており、車両系や複合系は僅かであった。生産性と各種要因の関係を解析したところ、主伐では搬出距離の減少、高性能林業機械の導入が生産性を向上させていた。間伐ではこのような傾向はみられなかったが、近年になって搬出距離が伸びる傾向があることから、路網の充実、新たな高性能林業機械や作業システムの導入などが生産性の向上に関係している可能性がある。今後、作業システムや各種工程の生産性を精査する必要がある。

スギ、ヒノキともに主伐では、調査年と年平均生産性の関係、年平均生産性と年平均搬出距離の関係、年平均生産性と年平均生産コストの関係に高い相関がみられたため(図-1)、これらの関係を用いて鹿又(2006)の方法により生産性と生産コストの将来予測を行った。10年後の平成32年にはスギでは生産性5.41 m³/人日、生産コスト4,689 円/m³、ヒノキではそれぞれ4.77 m³/人日、7,565 円/m³になることが予測された。目標とされる10 m³/人日の達成には、さらなる集材方法の改良が図られる必要がある。

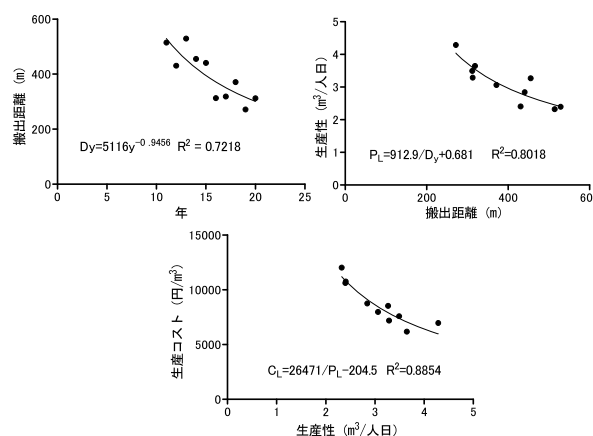


図-1. スギ主伐生産性の将来予測に用いた関係

2. 素材生産の低コスト化が可能な条件の検討

林業普及指導員の協力を得て、集約化施業を実施する事業者に対して平成 21 年度に施業を実施した現場の生産性や作業条件に関するアンケート調査を行い、間伐現場 23 事例の回答を得た。これを用いて事例ごとの生産性、生産コスト(一部は標準的な単価や機械経費などから推定)と林分条件、集材条件など諸要因との関係を解析した。

施業面積は平均 3.5 (最小 0.2～最大 18.3) ha、搬出材積は 309 (2～2,040) m³、路網密度は 214 (59～455) m/ha であった。ほとんどの事例で高密度路網と高性能林業機械を組み合わせた作業システムが採用されており、主要システムは「チェーンソー伐倒→スイングヤーダ集材(ウィンチ付グラップル集材)→プロセッサ造材→フォワーダ集搬」であった。生産性は 3.4 (0.9～9.5) m³/人日、生産コストは 12 (6～29) 千円/m³で、生産性と生産コストの関係(指数式; R²=0.65)から生産コストを 5,000 円/m³以下にするには 10.5 m³/人日以上生産性が必要と推定された。生産性と諸要因との関係を重回帰分析により解析したところ、単位面積当たりの生産材積、造材機械の種類、ベースマシン規格が影響要因として抽出された。今後さらにデータを収集して再解析を行うとともに、作業工程毎に生産性と生産性規定要因の関係を明らかにする必要がある。

造林初期における保育コスト低減技術の開発

平成 22 年度～24 年度（国補システム）

島田博匡

育林経費の大部分を占める初期保育コストを低減するために、初期成長が優れた三重県産ヒノキ品種を用いた当年生山行苗生産技術と下刈り省略可否判定技術の確立、初期保育コストを低減した育林体系の構築を目指す。本年度は下記の調査や試験を実施した。

1. 初期成長が優れた三重県産ヒノキ品種の当年生山行苗生産技術の確立

本年度は当年生山行苗生産に適した品種と挿し穂長を明らかにするために、三重県産ヒノキ精英樹から初期成長などの性質が優れた 5 品種を用いて挿し木試験を行った。時期は春と秋の 2 回行い、ともに挿し穂長を地上部 20 cm、30 cm、40 cm とした。春挿しでは各品種を露地の山砂に密閉挿しした。秋挿しでは露地での密閉挿しを行うとともに、発泡スチロール箱に入れた山砂に挿し、これを灌水施設に置いた。春挿しでは尾鷲 8 号が最も良好な発根率を示したが、挿し穂長が長いほど発根率が低下した。今後は尾鷲 8 号を中心に発根率を高めるための手法を検討する。なお、生産された尾鷲 8 号の苗木は津市白山町内の伐採跡地に植栽した。

2. 下刈り省略可否判断技術の確立

本年度は県内の新植地 34 地点において毎木調査や植生調査を行い、データを収集した。植栽樹種はスギ 5、ヒノキ 29 地点、獣害防護方法は防護柵 16、単木防護資材と柵無しはそれぞれ 9 地点であった。調査地の林齢は 2～8 年、下刈り率（下刈り回数/林齢）は 0～1 であった。下刈り率にかかわらず、雑草木で完全に被覆された植栽木は少なかった。植生調査データから、各維管束植物種の優占度を用いてクラスター分析を行い、植生タイプを分類したところ、大まかには植栽木優占型、多年草優占型、シダ優占型に分けられた。序列化（NMS）により植生タイプに影響する要因を解析したところ、植栽木の樹高と微地形が影響要因として抽出され、下刈り率に関わらず、植栽木の樹高成長に伴い植栽木優占型になる傾向がみられた。今後はさらに調査地点数を増やした上で詳細な解析を行うとともに、植栽木や競合植生の成長をモデル化する。

3. 初期保育コストを低減した育林体系の構築

本年度は県内の 4 箇所固定試験地を設定した。津市白山町内の伐採直後の林地に 0.9 ha のヒノキ低コスト育林実証試験地を設定し、苗木種類（普通実生苗、尾鷲 8 号挿し木苗、上高 2 号挿し木ポット苗、HM 挿し木ポット苗）、植栽密度（1000 本/ha、2000 本/ha）、下刈り有無、獣害防護柵有無の条件を変えて 9 試験区を設置した。この試験区の全植栽木に対して植栽直後の毎木調査、植栽時間調査を行った。

熊野市神川町と紀和町のヒノキ（上高 2 号挿し木苗）を植栽した 2 年生植栽地に調査区を設定した。ここでは植栽直後に忌避剤の噴霧が行なわれたが、獣害防護柵は設置されておらず、無下刈りで育成されている。この植栽地のそれぞれ 2 地点に獣害防護柵を設置し、柵内と隣接する柵外に調査区を設置して、毎木調査、植生調査を行った。神川町では雑草木による獣害緩和効果が確認され、植栽木は順調に成育していた。

昨年度、三重森林管理署との共同試験として紀北町内の鍛冶屋又国有林に 2.5 ha のヒノキ植栽試験地を設定し、苗木種類（普通実生苗、上高 2 号挿し木ポット苗、上高 2 号挿し木セラミックポット苗）、植栽密度（1000 本/ha、1500 本/ha、2000 本/ha）、下刈り有無、獣害防護柵有無の条件を変えて 14 試験区を設置した。今年度は、この試験地に調査区を設定し、調査区内の毎木調査（植栽直後、1 成長期経過後）、雑草木現存量、シカ糞粒調査を行った。いずれの区域でも良好な成長が確認されたが、セラミックポット苗では枯死率が高い傾向がみられた。

今後、これらの試験地において各種の追跡調査やコスト調査を行い、主に下刈りの有無による初期成長の差異、雑草木による獣害緩和効果、初期保育コストを明らかにする予定である。

商品化を目指したきのこ栽培技術の開発

平成 22～24 年度（国補）

南 昌明

三重県では、古くからヒラタケの人工栽培が盛んで、生産量は全国でも上位を占めてきたが、他県産きのこの進出に伴い生産量が減少してきている。特に、小規模な栽培施設しか持たない農林家では、コスト的に厳しい状況となっている。しかし最近は、自然志向の高まりから、野生に近い大型のヒラタケや、自然採取、自然型栽培でしか採れないオオイチョウタケ、商品性が高いアラゲキクラゲの気が高まっている。これらのきのこは大量生産に至っておらず、新しいきのことして有望であるため、生産技術を開発し、農林家の経営安定に貢献することを目指す。

1. ヒラタケ選抜株による大型子実体の安定生産技術の確立

林業研究所で育種、選抜したヒラタケ交配株 F-800₅ 株について、菌糸特性把握のため、PDA 平板培地を用いて 5℃～30℃における最適菌糸伸長温度の探索を行ったところ、25～27℃で良好な伸長が見られ、27℃で最も伸長した。

また、ヒラタケ袋栽培において培地添加物が発生に及ぼす影響を明らかにするため、栄養体量を低くした、米ぬか 5% 添加・1 年以上培養菌床における発生試験を試みたところ、標準培地区（フスマ 15% 添加）の 85% の発生が見られた。

表-1. ヒラタケ F-800₅ 袋栽培における子実体発生量

処理区	添加栄養体	供試数(個)	子実体発生量(g)
標準培地区	フスマ 15%	8	691.3±131.3
低栄養体区	米ヌカ 5%	7	588.6± 52.1

ヒラタケビン栽培における培養期間別発生量の調査について、20℃で培養し 25、30、35 日経過後に発生処理を行ったところ、F-800₅、O、500 系統ともに 30 日培養で有意に発生量が多かった。

表-2. ヒラタケ F-800₅ ビン栽培における培養期間別の子実体発生量 (g)

系統\培養期間	25 日	30 日	35 日
F-800 ₅	55.4±19.7	81.5±21.0	60.9±26.7
O	69.6±11.4	80.2±14.5	70.3±20.8
500	74.4± 7.0	86.4±12.5	72.0±13.3

2. オオイチョウタケ安定生産技術の開発

大型容器(内寸 64×46 cm)の片側半分、2.5 kg のオオイチョウタケ菌床を上下に半分に割ったものを 4 個(5 kg)埋込み、バーク堆肥で覆土し、他方半分にも同じ高さまでバーク堆肥を充填し、10℃、湿度 90%の空調栽培施設で菌糸の増殖を試みたところ、オオイチョウタケ菌糸の大量増殖が確認され、1 ヶ月あたり 10.8 cm の菌糸伸長が確認された。

3. アラゲキクラゲ安定生産技術の開発

アラゲキクラゲ菌床栽培において、シイタケ菌床栽培と同様の組成の菌床(広葉樹オガ：チップ=1：1、フスマ 15% 添加)を用い、18℃および 23℃、湿度 100%の空調栽培施設で発生処理を行ったところ、23℃で良好な発生が見られた(図-1)。

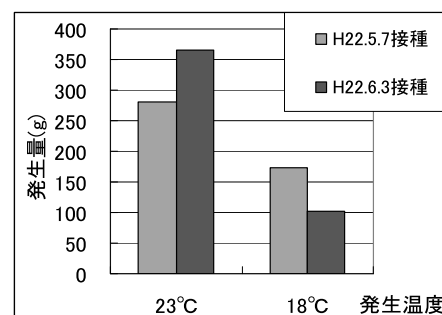


図-1. アラゲキクラゲ温度別発生量

森林吸収源計測・活用体制整備強化事業

平成 15 年度～22 年度（独立行政法人 森林総合研究所再委託）

堀部領一・野々田稔郎・島田博匡

近年、温室効果ガスの吸排出量への関心が高まるとともに、京都議定書等との関係から、森林の炭素吸収量を明確にする必要が生じてきている。森林における地上部バイオマス、地下部バイオマス、土壤に含まれる炭素貯留量、枯死木とリターに含まれる炭素貯留量を報告する必要がある。このため、京都議定書の求めるレベルでの算定を行うための基礎資料を得ることを目的に、(独)森林総合研究所からの再委託を受け調査を実施した。なお、本事業は全国規模で行われている調査事業である。

1. 調査項目

県内 6 カ所の調査地を調査グレード 1(4 箇所)、調査グレード 2(2 箇所)に分け、調査を実施した。調査項目は、①調査地概要調査（斜面方位、代表植生等）、②枯死木調査（プロット内の枯死木本数、直径等）、③堆積有機物調査（プロット内 4 箇所 (0.25 m²) の林床堆積有機物量等）、④土壌調査（堆積有機物量調査と同一地点において、地表から 40 cm 深までの土壌断面調査及び土壌サンプル採取）、⑤代表土壌断面調査（プロット内 1 カ所において、地表から深さ 1 m までの土壌断面調査及び土壌サンプル採取）の 5 項目であり、調査グレード 1 では調査項目の全て、調査グレード 2 では調査項目の①～④を実施した。

2. 調査の状況

以下の箇所について調査を実施し、再委託元へ報告を行った。

調査ID	調査地の所在地	調査グレード	備考
240100	多気郡大台町滝谷地内	1	広葉樹林 基岩露出により調査項目④は2箇所のみ実施
240120	多気郡大台町桧原地内	2	広葉樹林 基岩露出により調査項目④は3箇所のみ実施
240140	多気郡大台町南地内	2	スギ人工林
240160	多気郡大台町小切畑地内	1	ヒノキ人工林
240220	度会郡南伊勢町古和浦地内	1	常緑広葉樹林
240225	多気郡多気町色太地内	1	ヒノキ人工林

管理不足林分における間伐の効果に関する研究

平成 20 年度～22 年度（県単）

野々田稔郎・島田博匡

過密状態となった人工林に対して、間伐の推進が重要課題として取り組まれているが、壮齢時までほとんど間伐が行われていない場合も見られ、1 回の間伐率も高い傾向にある。このため、急激な林冠の開放等の環境変化を林分に与えるが、林木の肥大成長、樹形、林分構造等どのような影響を与えるかが必ずしも明らかになっていない。このことから過密人工林で行われた間伐地を対象に調査を行い、間伐の肥大成長、樹形等への影響を把握し、間伐方法の適否を検討する。

1. 強度間伐林分の調査結果

平成 20～22 年度にかけて、間伐実施林分にプロットを設定し毎木調査を実施した。調査林分数は、ヒノキ 32 林分（林齢 37～60 年生、下層間伐 22 林分、列状間伐 10 林分）、スギ 22 林分（林齢 34～68 年生、下層間伐 19 林分、列状間伐 3 林分）である。調査した林分の本数間伐率は、図-1 に示すように多くが 30～50%の範囲（ヒノキ 17～60%、平均 41%、スギ 21～73%、平均 44%）であり、調査時点の間伐後経過年数は間伐直後～11 年であった。調査林分の疎密程度を把握するため、調査林分の林齢に対応する本数密度を三重県版林分収穫表（島田、2010、三重県林業研報 No. 2）から求めて基準の本数密度とし、測定した本数密度との関係を本数密度比（実測本数密度/収穫表本数密度）として求めた。この結果を平均値で示すと、ヒノキ林分が間伐前 1.56→間伐後 0.99、スギ林分が間伐前 1.77→間伐後 1.05 となり、間伐後の本数密度は、強度間伐の実施により、ほぼ標準的な本数密度（収穫表の本数密度）となっていると判断された。同様に調査林分の本数密度から、林分収穫表の平均胸高直径を求めて基準直径とし、直径比（林分平均胸高直径/収穫表胸高直径）を算出した。図-2 は算出した直径比を間伐後の経過年数別に示している。図-2 に示すように、間伐後 1 年以内の林分では、スギ、ヒノキとも直径比の平均が 0.9 と基準直径を下回り、間伐前の過密な本数密度の影響が考えられた。間伐後 2 年以上経過した林分では直径比の平均が 1 程度で標準的な肥大成長を示し、間伐の効果が表れている。樹冠長率（樹冠長/樹高）は、間伐経過年数 2 年以内の林分で、ヒノキ平均 0.35、スギ平均 0.30 が、5 年以上経過した林分でヒノキ平均 0.45、スギ平均 0.40 と増加する傾向であった。以上から、今回調査対象とした林分では、過密状態の林分への強度な間伐（間伐率 50%程度まで）の肥大成長は平均的であり、急激な林冠開放による成長阻害は認められなかった。

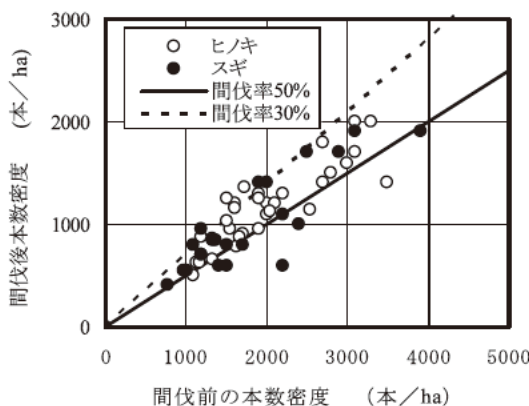


図-1. 調査林分の間伐前後の本数密度

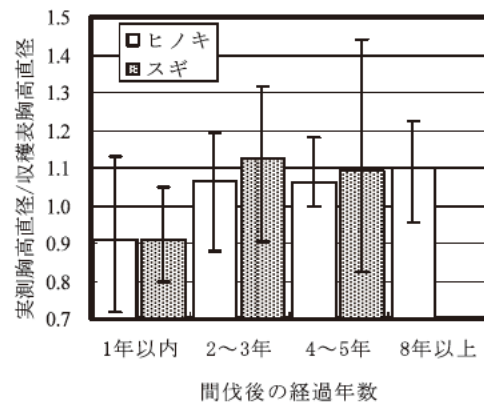


図-2. 調査林分の間伐後の経過年数別直径比

*: 縦バーは最大値、最小値の範囲を表す。

安全・安心な乾燥材生産技術の開発

平成 21 年度～23 年度（新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業；農林水産省委託）

小林秀充・福本浩士・萩原 純

1. 背景

高温乾燥技術の普及によりスギ、ヒノキ、カラマツでは表面割れの少ない乾燥材の生産が可能となってきた。一方で乾燥時間の短縮のため、高温低湿処理後の乾燥も高温で行うことから、内部割れの発生が問題となっている。このため、本研究では県内産ヒノキを対象に、内部割れの少ない高温乾燥スケジュールを開発することを目的としている。

今年度は、昨年度に導き出した内部割れ及び表面割れの少ない高温低湿処理の条件をもとに、その後中温乾燥及び天然乾燥を行い内部割れ及び表面割れの少ない乾燥条件を導き出した。

なお、本研究は農林水産省「平成 22 年度新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業」の「21029 安全・安心な乾燥材生産技術の開発」により実施されるもので研究機関代表石川が共同で行う研究の一部を分担するものである。

2. 試験方法

昨年度の試験研究データをもとに、県内産ヒノキ正角材（135 mm×135 mm×4000 mm）15 本を用いて 120 °C で 18 時間高温低湿処理を実施した後、90 °C の中温乾燥（5 日間、7 日間）および天然乾燥（6 ヶ月半）を行った。試験にあたっては、高温低湿処理した材を 2 分割し、切断面を樹脂でコーティングした後に中温乾燥を行い、表面割れ、材中央部の内部割れ及び全乾法による含水率を計測した。

3. 表面・内部割れの発生状況

表面割れについては、乾燥条件による大きな違いはみられなかったが、(図-1) 内部割れについては、90 °C の中温乾燥を 5 日間行ったものについて、他の乾燥条件で行ったものよりも割れを抑制できる傾向がみられた(図-2)。

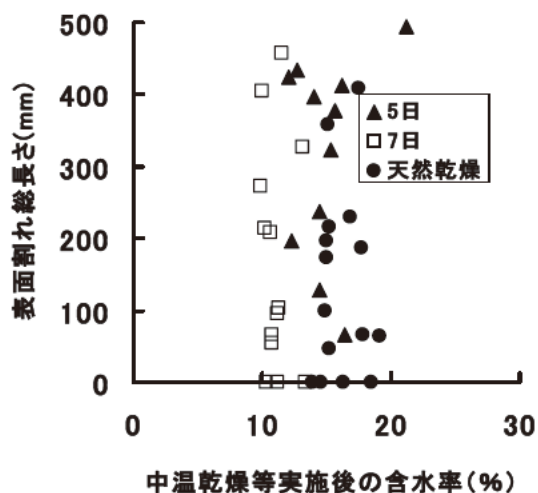


図-1. 120 °C 高温低湿処理+90 °C 中温乾燥及び天然乾燥後の表面割れの発生状況

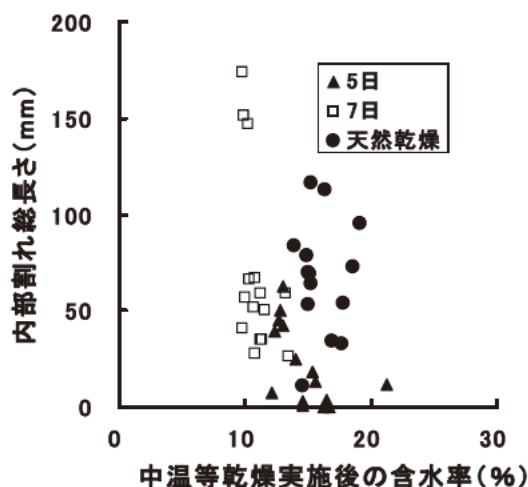


図-2. 120 °C 高温低湿処理+90 °C 中温乾燥及び天然乾燥後の内部割れの発生状況

荒廃人工林の管理により流量増加と河川環境の改善を図る革新的な技術の開発

—水資源の利用効率を最大化する森林管理手法の開発—

平成 22 年度～26 年度（戦略的創造研究推進事業（CREST タイプ）；科学技術振興機構委託）

野々田稔郎・島田博匡

本研究課題は、科学技術振興機構 の公募型研究事業（戦略的創造研究推進事業（CREST タイプ））であり、8 研究機関（代表 筑波大学）が共同で行う研究の一部を分担するものである。

本研究の全体目標は、人工林の密度管理が森林流域の蒸発散、水供給量などに及ぼす影響を定量化・モデル化し、森林からの水供給能力を最大化するための水資源評価システムを構築するとともに、持続的な水資源管理と水環境保全に貢献する技術（森林管理手法など）を開発することである。当研究所は、荒廃人工林の森林現況調査を行うと共に、共同研究機関の測定した流出データより水資源利用効率を最大化する持続可能な森林管理技術を明らかにし、モデル化を行う。

1. 試験地の現況調査

森林内の小流域において水流出量などの詳細測定が行われている度会郡大紀町地内のヒノキ林（無間伐林分 P1、間伐林分（本数間伐率 59%）P2）および多気郡大台町地内に下層植生等の調査地として設定したヒノキ強度間伐林分（P3）の現況調査を実施した。表-1 に調査した各林分の毎木調査結果を示した。林齢と樹高の関係から、調査林分はいずれも地位Ⅱ程度であると判断されたことから、地位Ⅱの林分収穫表密度と比較すると、P2（間伐林分）の間伐前密度は非常に高いが、間伐後は標準的な密度であった。P1（無間伐林分）は P2 の間伐前密度より低い、林分内には枯死木が見られ、過密状態であると判断された。P3 は強度の間伐が実施され、林分密度は低い状態であった。

本研究課題において、当研究所が分担する「水資源利用効率を最大化する森林管理技術」を検討するうえで、間伐にともなう樹冠空隙量の変化は、水資源利用効率と関係が強い降雨の樹冠遮断率に影響する重要な因子である。このため、林分状況（収量比数、胸高直径、立木密度など）と枝張りの大きさや樹冠投影面積などの関係を検討した。図-1 は P1～P3 の胸高直径と枝張り半径の関係を示している。直径と枝張り半径には直線関係が認められ、P1～P3 を一つの直線（直径の 8 倍程度の直線）で表すことが可能であった。表-1 に示すように、P1～P3 は直径、密度、間伐履歴などが異なるが、胸高直径と枝張り半径は直線関係にあることから、間伐直後の樹冠空隙量を断面積間伐率や立木密度により推定できる可能性を示している。従来から間伐にともなう林内相対照度や樹冠遮断率の変化等を断面積間伐率や立木密度から推定する方法が報告されていることから、この結果は妥当であると考えられる。しかし、間伐後に枝が伸長し、樹冠閉鎖する過程で、直径と枝張り半径の直線関係が同様に維持されるかどうかの知見は乏しく、次年度以降の検討課題である。

表-1. ヒノキ林分の毎木調査結果

	所在地	調査年月	林齢 (年)	調査面積 (m ²)	立木密度 (本/ha)	平均DBH (cm)	平均樹高 (m)
P1 (無間伐)	度会郡 大紀町	2010年5月	45	400	2450	16.5	15.8
P2 (間伐)	度会郡 大紀町	2010年5月 (間伐後3年)	43	400	1400	18.1	17.6
		2007年1月 (間伐前)	40	400	3525	13.6	14.3
		2007年3月 (間伐後)	40	400	1450	16.2	15.3
P3 (強度間伐)	多気郡 大台町	2010年9月 (間伐直後)	53	800	500	29.8	19.5
		(間伐前)	52	800	1100	28.4 (推定)	19.3 (推定)

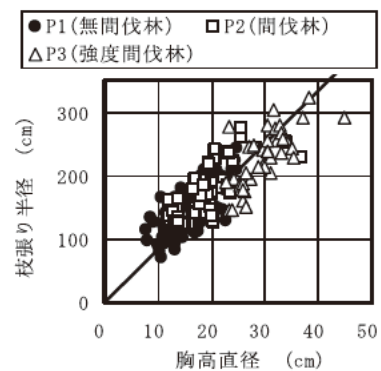


図-1. 毎木調査結果

森林が閉鎖性海域の環境に及ぼす影響の解明に関する研究

平成 19 年度～22 年度（県単；舞台づくり）

野々田稔郎・島田博匡

県内の閉鎖性海域では水環境の悪化、干潟・藻場・浅場の減少による自然浄化能力の低下等の問題が発生している。このため様々な対策が行われているが、陸域の影響を明らかにしたうえで流域管理手法の検討を行うことが重要である。本研究は、代表的な閉鎖性海域である英虞湾を対象として、水産研究所が主査機関となり、農業研究所、保健環境研究所との共同研究の一部を分担するもので、共同研究機関から得られた結果を総合的に考察し、流域管理方法についての提案を最終目標とする。林業研究所では、英虞湾沿岸域の森林の状況やこれらから海域へ供給されるリター量などの測定・整理などを目的とする。

1. 森林域から海域に流入するリター量

平成 20 年 3 月に志摩市阿児町立神地内に 0.235 ha の試験地を設定し、リタートラップ（捕捉面積 0.5 m²/箇所）を 5 m 間隔の格子状に 20 箇所設置した。リタートラップにより捕捉されたリターは、H20 年 4 月～22 年 5 月までは毎月、H22 年 6 月～H23 年 2 月までは 3 ヶ月ごとに回収し、落葉、落枝およびその他に分けて乾燥重量を測定した。なお、試験地設定時に行った毎木調査の結果から、当試験地はウバメガシが優占する（胸高断面積比率の 49.8%、本数比率の約 40%をウバメガシが占める）広葉樹林である。2 年間（2008 年 4 月～2010 年 5 月）の月別リター量（単位面積当たり）は、1～2 月に少なく、3 月に多い傾向を示し（図-1）、全リター量の 73%は落葉類（このうち、65%がウバメガシ）が占める。また、年間のリター量は H20～21 年が 665 g/m²、H21～22 年が 663 g/m²、H22～23 年も 600 g/m²程度（一部推定）とほぼ同程度であることから、当該地域において 650 g/m²程度が年間リター量と推定された。図-2 は、リタートラップ、樹木および樹冠の位置関係を示している。図中○は先に設置した 20 箇所以外に樹冠の外側の海側に設置したリタートラップであり、最もリターを捕捉したリタートラップ（樹冠最外郭）でも、10 g/m²/年 以下とほぼ 0 と考えられる。図-2 の海域方向の樹冠幅（樹木位置から樹冠先端までの長さ）を測定すると平均 6.5 m（3.8～8.9 m）であり、近隣の海岸 8 箇所でも 10 m 内外であったので、ほぼ妥当な値であろうと考えられる。したがって、当調査地（海岸長さ 50 m）における海域へ直接供給されるリター量は、以下により推定できるものと考えられた。

$$50 \text{ m (海岸長さ)} \times 6.5 \text{ m (平均樹冠幅)} \times 0.650 \text{ kg/m}^2/\text{年} = 211 \text{ kg/年}$$

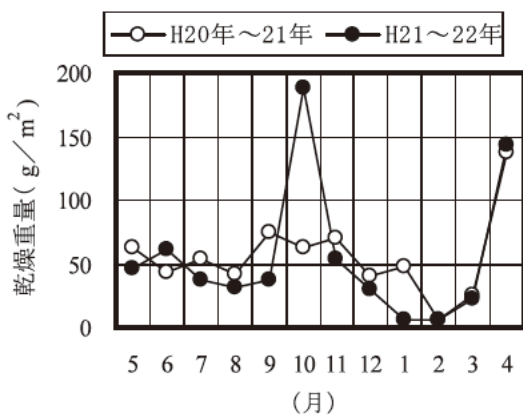


図-1. 月別リター量の変化

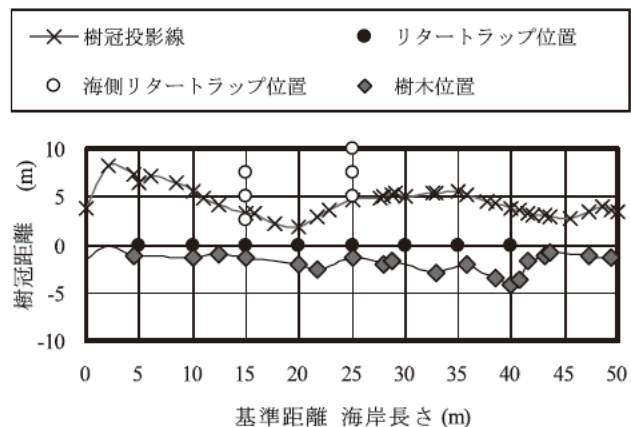


図-2. リタートラップ、樹木および樹冠の位置関係

2. 英虞湾周辺の土地利用変遷

英虞湾周辺の土地利用の把握には、国土数値情報（国土交通省）の3次メッシュデータ（約1 kmメッシュ）の細分区画メッシュデータ（約100 mメッシュ）を利用し、1976年、1987年、1991年、1997年、2007年の土地利用状況をCase1：英虞湾の流域全体の3次メッシュデータを用いる、Case2：Case1のうち、海域に接する3次メッシュデータを用いるに分けて行った。図-3は、土地利用区分別（①森林、②田、③その他農地、④ゴルフ場、⑤荒地、⑥建物・道路・その他用地、⑦河川地・湖沼・海浜地）の面積比率変化をCase1(7167.2 ha)、Case2(24405.4 ha)に分けて示している。Case1、2ともに、①森林の面積比率が最も高く、約60%を占めている。また、その比率は1976年から2007年の約30年間で、Case1：1976年58.0%→2007年61.6%（増加面積261 ha）、Case2：1976年57.9%→2007年62.7%（増加面積208 ha）へと変化し、徐々に増加する傾向にある。一方、農地は減少する傾向にあった（Case1：1976年27.8%→2007年19.8%、Case2：1976年23.2%→2007年12.6%）。

図-4は、1976年を基準年とした面積変化量を①森林、②田、③その他農地、④ゴルフ場、⑤荒地に分け、Case1とCase2を合わせて示している。1976年以降面積が減少しているのは、農地（田、その他農地）であり、他はいずれも面積が増加している。農地のうち、③その他農地の減少面積が最も大きく、約30年間でCase1：391 ha、Case2：329.4 haが減少した。

Case2の30年間における約210 haの森林面積の増加は、ゴルフ場により森林が減少していることを考慮すると、実質350 ha前後の森林が増加していることになる。空中写真による観察では、森林の主な増加原因は、農地（主に③その他農地に分類される畑および一部の田）の耕作放棄による森林化に加えて、燃料採取などで疎林化していた低位な森林（この時点では樹林地を含む③その他農地に分類）が回復したことなどが推察され、森林の面積増加は主に農地（②田、③その他農地）からの変化であることが考えられる。今後の農業生産活動や土地開発の状況が過去30年間と同傾向であれば、森林蓄積、面積の増加が予測される。これは英虞湾沿岸斜面からの土砂流出などの面からは安定化に向かう可能性が考えられる。

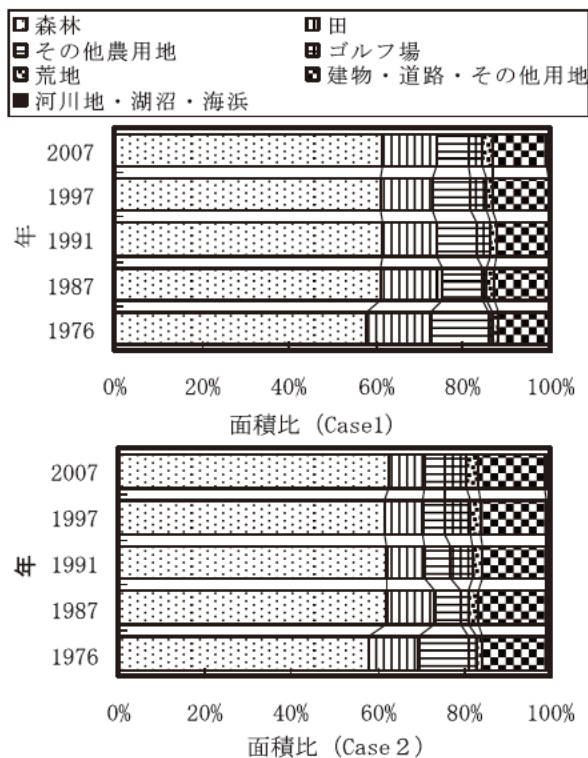


図-3. 土地利用面積比率の変化

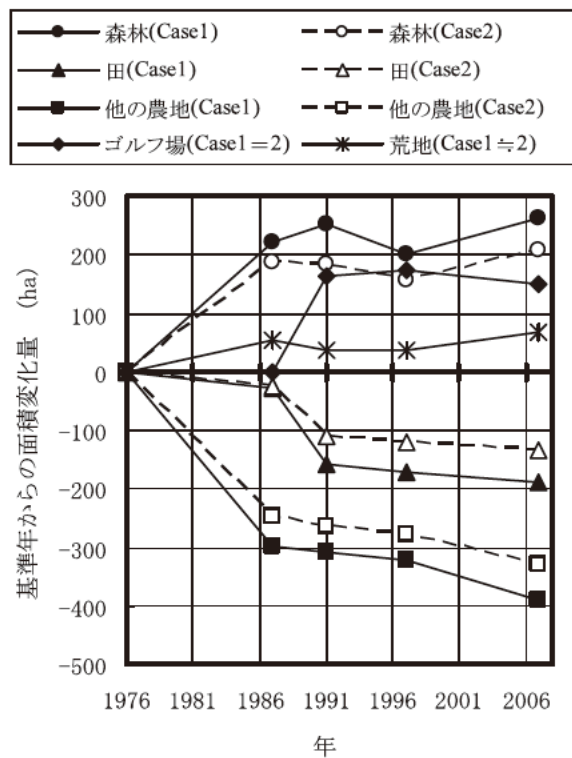


図-4. 基準年（1976年）からの土地利用面積変化量

森林再生と未利用森林資源の利用推進を支援する森林管理システム e-forestの開発と実証 ー森林施業の違いが森林の成長に及ぼす影響の解明ー

平成 22～26 年度（新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業；農林水産省委託）

野々田稔郎・島田博匡

本研究課題は、農林水産省の公募型研究事業（新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業）であり、三重県を代表機関として、8 研究機関が共同で行う研究の一部を分担するものである。当研究所では三重県大台町地内の森林を対象として、平成 22 年度～24 年度まで、森林管理の程度（管理良好、管理不足等）や間伐経過年数等の異なる林分の詳細調査、樹幹解析等を行い、肥大成長等に及ぼす間伐の効果等を把握する。これらの結果を平成 25 年度以降に作成する森林施業指針策定の基礎データとして利用するため、間伐の効果などを森林現況別の特徴として、まとめることを目的とする。

1. 施業履歴の明らかな林分状況調査結果

三重県大台町地内の施業履歴の明らかとなった林分を対象として、胸高直径、樹高、枝下高、枝張りなどの林分現況についてプロット調査を行った。また、プロット内の切株数を腐朽程度別にカウントし、最近行われた間伐率、前回、前々回の間伐率をそれぞれ求め、立木密度の変化を推定した。調査林分は、スギ 11 林分（林齢 44～58 年生、間伐後の経過年数 2～10 年、本数間伐率 27～73%）、ヒノキ 12 林分（林齢 38～59 年生、間伐後経過年数 0～11 年、本数間伐率 25～55%）の合計 23 林分である。このうち、8 林分からサンプル木を複数本採取して樹幹解析を行った。調査した 23 林分について、三重県スギ・ヒノキ人工林の林分収穫表（島田、2010）の地位 2 の立木密度曲線を基準として、調査林分の立木密度を同齢の林分収穫表密度で除して密度比を樹種別に求めると、スギ林分平均で間伐前 1.60、間伐後 0.87、ヒノキ林分平均で間伐前 1.29、間伐後 0.87 であった。今回の調査林分は 45 年生前後で、最近の 10 年間に間伐率 50%前後の強度な間伐を行っており、間伐前の密度が高く、間伐率が高い傾向にあり、近年の過密林分の密度管理として、しばしば見られる林分である。

図-1 は、10 年前に間伐が行われた林分の間伐前後 10 年間の肥大成長（胸高および枝下高）を連年成長量/直径（%）で表している。間伐前に低下傾向にあった連年成長量は、間伐後に成長量の低下が止まり、成長量はやや増加の傾向を示したが、特に枝下高でこの傾向が顕著であった。枝張りの伸長量および樹冠投影面積は、間伐経過年数が大きいほど大きい傾向を示し、本数間伐率 50%前後の場合、間伐後 10～15 年程度で間伐前の樹冠閉鎖状態となることが確認できた。次年度以降調査点数を増やし、樹冠閉鎖速度と肥大成長、樹高成長などを調査する予定である。

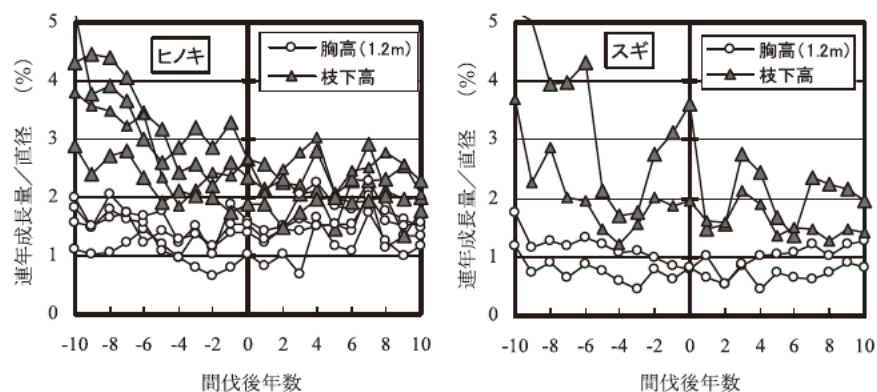


図-1. 間伐後の経過年数と肥大成長の関係

ハタケシメジ発生不良菌床を用いた効率的発生技術の開発

平成 22 年度（岡三加藤文化振興財団助成金）

南 昌明

ハタケシメジ生産現場での発生不良等を改善し経営の安定化をはかるため、発生不安定な種菌、菌床から効率的に子実体を誘導する手法の開発を行った。

1. 発生不良菌床からの子実体誘導技術の開発

子実体形成能力の欠損したハタケシメジ菌床に、発生可能な菌床（亀山1号）から子実体原基や菌床断片を移植することによる効率的な子実体誘導方法を開発するための試験を行ったところ、①不良株未処理区では原基形成が見られず子実体の発生は見られなかったが、②原基移植区では、発生良好菌床区⑧と比較して77.8%の発生量が見られ、また、菌床断片を移植した処理区③～⑦については、移植した菌床断片より原基形成が見られ、移植した菌床断片の上面または側面から319.1±92.1～617.0±65.7 gの発生があった。以上のことから、子実体形成能力の欠損したハタケシメジ菌床に、発生可能な菌床の子実体原基や発生可能な菌床の一部を移植することにより、正常なものと比べ発生期間は長くなるものの、子実体を誘導できることが確認できた。

表-1. 各処理区における子実体発生量

処 理 区	供試数 (個)	発生日数 (日)	子実体 発生量(g)
①不良株未処理区	24	—	—
②原基移植区	25	10.3	539.0± 85.5
③1/8 縦切菌床移植区	17	27.0	424.5±117.9
④1/4 横切菌床移植区	16	26.1	337.9±130.3
⑤1/8 縦切菌床 2 枚移植区	8	26.0	319.1± 92.1
⑥菌床移植・ラップ区	9	27.0	528.4± 34.0
⑦菌床移植・再封区	9	30.0	617.0± 65.7
⑧発生良好菌床区	24	9.6	692.9± 72.1

2. 奇形子実体発生菌床における品質向上技術の開発

良好な子実体発生が認められず、団子状やカリフラワー状の奇形子実体が発生する菌床において、菌掻きや被覆等による発生処理方法により、良好な子実体を発生させる手法を開発するための試験を行ったところ、処理区③～⑤については団子状などの奇形子実体の発生は見られず、正常子実体が 367.7±136.2 g～472.2±75.7 g 発生した。

以上のことから、菌床表面をカットし覆土、再封、埋込を行うことにより団子状奇形子実体の発生を防除し、正常なものと比べ発生期間は長くなるものの、良好な子実体を発生できることを確認した。

表-2 各処理区における子実体発生量

処 理 区	供試数 (個)	発生日数 (日)	正常子実体 発生量(g)	不良子実体 重量(g)
①不良菌床未処理区	12	14.3	452.8±196.7	105.0±136.2
②削取区	6	26.0	80.7± 78.8	220.0±121.4
③削取・覆土区	12	23.0	396.3± 54.3	0±0
④削取・再封区	6	33.5	367.7±136.2	0±0
⑤削取・埋込区	12	31.3	472.2± 75.7	0±0