

# 最近の研究成果

2012

平成25年3月



林業技術センター



## 目 次

1 木材の不燃化等高機能化技術の開発 .....	1
2 広島県の地形・地質に合った作業システムの開発を目指して —架線系作業システムの実証試験結果とその可能性— .....	3
3 広島県のナラ枯れ被害状況(平成 20～24 年) .....	5
4 広葉樹林間伐試験地の効果調査 .....	7

## 木材の不燃化等高機能化技術の開発

### 1 目的

建築物等に木材を利用するとき、難燃性能の高い木材が必要となります。木材に難燃性のある薬剤を注入し建築基準法に定められた防火材料基準を満たす木質材料が、公共建築物などで求められています。木材に難燃薬剤を注入する方法は、温冷浴法や減圧加圧注入機を用いた注入方法があります。温冷浴法は設備を比較的 low コストで設置することができます。減圧加圧注入機を用いた注入は、コストは掛かりますが大量の薬剤を木材に注入処理することができます。これらの薬剤処理法を用いて作製した難燃処理木材がどの程度の難燃性能を示すのか実験を行い、木材の難燃化処理技術の開発を行うことを目的に研究を行いました。

### 2 内容

- (1) 温冷浴注入したスギの薬剤注入試験結果
- (2) 温冷浴処理したスギの発熱性試験結果
- (3) 難燃薬剤を減圧加圧注入したスギ、ヒノキ、ラジアータパイン材の試験体の発熱性試験結果の比較

### 3 結果

- (1) 気乾状態のスギ材をリン酸系 20wt%の薬剤を用いて温冷浴注入処理を行いました。温浴工程は沸騰状態の薬剤に 30 分あるいは 60 分浸漬を行い、その後、室温の同じ濃度の薬剤に 120 分浸漬させました。ドリルインサイジング処理と言われる、裏面からドリルで穴あけ処理を行い薬剤が注入されやすくなった試験体についても同様にして、温浴工程を 30 分で実験を行いました。試験体は各 6 枚で、温浴工程が 30 分と 60 分の試験体では、薬剤注入量に大きな差は見られませんでした。ドリルインサイジング処理を行った試験体は、無処理の試験体に比べ、薬剤注入量の増加が見られました(図-1)。
- (2) 温冷浴法により薬剤処理した試験体の発熱性試験(コーンカロリメータ試験)を行いました。温冷浴処理した試験体 6 枚とドリルインサイジング処理した試験体 1 枚の試験を行いました。温冷浴処理した試験体は、建築基準法施行令に定められた難燃材料の発熱性基準には合格しましたが、準不燃材料の発熱性基準には合格しませんでした。ドリルインサイジング処理した試験体は準不燃材料の発熱性基準に合格しました。ドリルインサイジング処理を行うことにより、薬剤の注入量が増加し、難燃性も向上することが確認できました(図-2)。
- (3) 減圧加圧注入機を用いてリン酸系 20wt%の薬剤を注入したスギ、ヒノキ、ラジアータパイン材の発熱性試験を行いました。リン酸系 20wt%の薬剤を注入したスギ辺材、スギ心材、ヒノキ、ラジアータパイン材で総発熱量の比較を行うと、スギ辺材、スギ心材、ヒノキは同量の難燃剤含量で同程度の総発熱量の値を示しました。また、スギ、ヒノキに比べ、ラジアータパインは、同量の難燃剤含量では大きな違いではありませんが、総発熱量の値が小さく燃えにくいという結果が得られました(図-3, 4, 5)。

### 4 活用の方向

これらの研究結果をもとに、温冷浴や減圧加圧注入機を用いた木材を難燃化処理する技術に関連企業に技術移転して行きます。

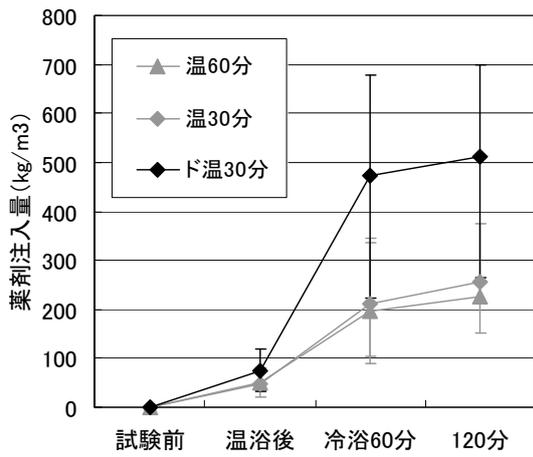


図-1 処理条件と溶液注入量の関係

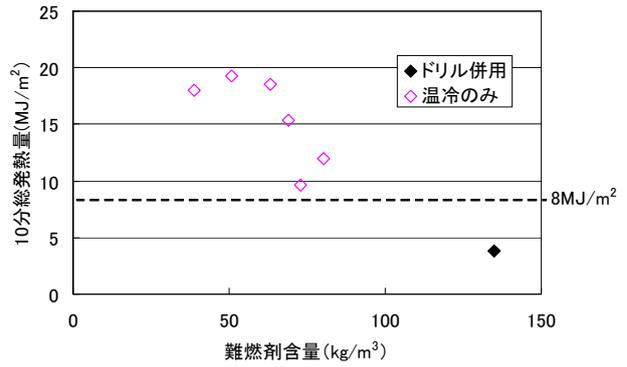


図-2 難燃剤含量と加熱時間 10 分における総発熱量の関係

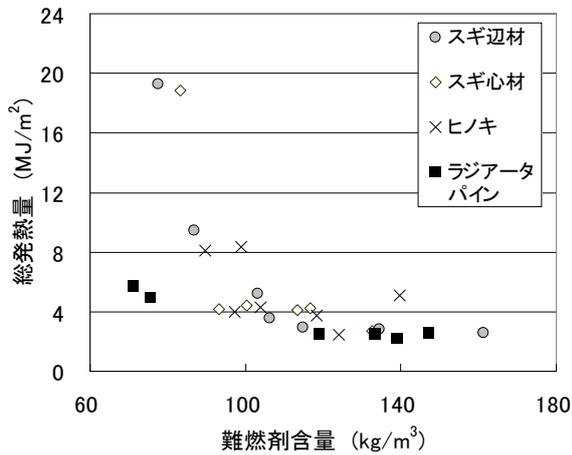


図-3 各樹種の難燃剤含量と加熱時間 10 分における総発熱量

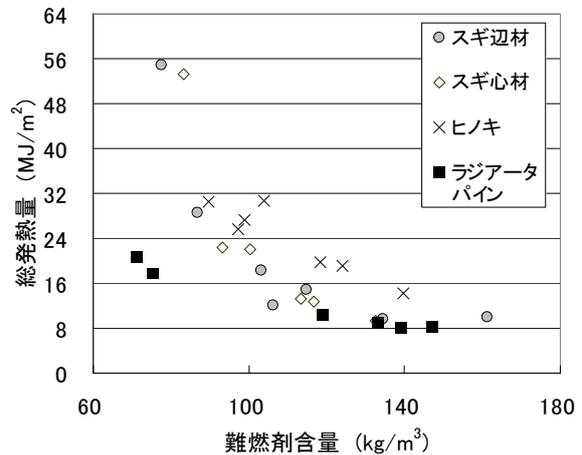


図-4 各樹種の難燃剤含量と加熱時間 20 分における総発熱量

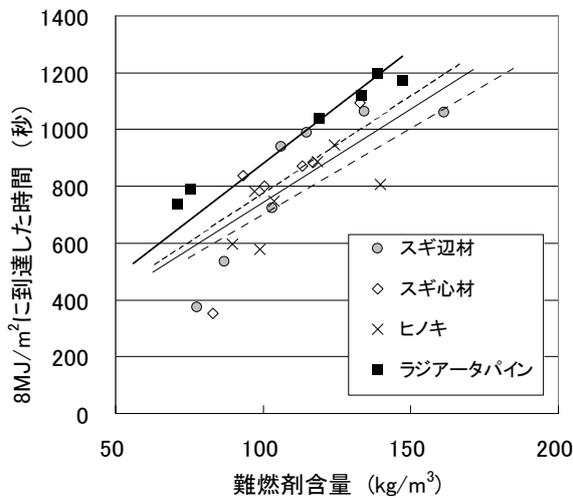


図-5 難燃剤含量と各樹種の 8MJ/m² に到達した時間の関係

## 広島県の地形・地質に合った作業システムの開発を目指して — 架線系作業システムの実証試験結果とその可能性 —

### 1 目的

現在, 本県では, 平成 22 年度に森林・林業再生プラン実践事業(先進林業機械導入・改良事業)により, オーストリアから導入した吊り上げ能力 4t の高機能搬器(Konrad Forsttechnik GmbH 社製 Liftliner4000, 図-1)を組み入れた広島県の地形・地質に合った作業システムの開発を目指しています。今回, 搬出間伐施業地(図-2)において, 架線系作業システムの実証試験を行い, 作業システムや機械の改良等の課題を提案しました。

### 2 内容

- (1) 使用機械は, 集材機(釜原鉄工所 SK25-3A), 高機能搬器, グラップルで, セット人員 3 名を想定し, 伐木～集材・巻立～造材・樅積作業を直列方式(一つの作業が終わって次の作業へ進む)の独立作業と連携・並列作業としました(図-3)。
- (2) 作業システムは, 伐木作業は伐倒, 枝払いを行い, 全幹状態(枝なし)で集材し土場で造材(玉切り), 樅積みを行う全幹方式で行いました。
- (3) 索張り方式は, 搬器を支える主索(SKL)と1本の走行用のエンドレス索(ELL)だけのホイストチングキャレジ式により, 架線下と横取りによる上げ荷集材を行いました(図-4)。
- (4) 集材工程をストップウォッチと GPS ロガーにより時間観測を行い, サイクルタイムを求め, これをもとに生産性を試算しました。
- (5) 実証試験から機械に係る課題や作業システムに係る課題を整理し, 作業方法の改善や機械の改良点を見出しました。

### 3 結果

- (1) 時間観測から求めた集材工程のサイクルタイムは, 調査地 A が 453 秒/回, 調査地 B が 400 秒/回となりました。
- (2) これより, 生産性は, 調査地 A が時間当たり  $8.51\text{m}^3$ , 1 日当たりでは  $51.1\text{m}^3/\text{日}$ , 調査地 B が時間当たり  $7.07\text{m}^3$ , 1 日当たりでは  $42.4\text{m}^3/\text{日}$  という結果となりました。
- (3) 調査地 A でみた要素作業ごとの平均所要時間は, 荷吊り索上げ 13 秒, 空搬器走行 59 秒, 荷掛け 206 秒, 実搬器走行 114 秒, 荷下げ 22 秒, 荷外し 39 秒でした(図-5)。
- (4) 調査地 B でみた架線下と横取りの平均所要時間は 368 秒と 488 秒で, 生産性は  $8.00\text{m}^3/\text{時}$ ・ $48.0\text{m}^3/\text{日}$ と  $5.13\text{m}^3/\text{時}$ ・ $30.8\text{m}^3/\text{日}$ で, 横取り集材に比べ架線下集材が 1.6 倍程度の高い生産性でした(図-6)。
- (5) 荷掛け作業では, 横取りのための荷吊り用のドラム(ウインチ)からワイヤロープの引き出しが生理的負担となり, 遅延の原因となりました。

### 4 活用の方向

これらの実証試験結果をもとに, 今後はオートチャーカーの使用やウインチのワイヤロープを繊維ロープに換える等の生理的負担の軽減を図ることを提案し, タワーヤードとの組み合わせも含めた広島県の地形・地質に合った架線系作業システムを確立し, 森林組合等の林業事業体へ広く普及して行きます。



図-1 Liftliner4000 の外観

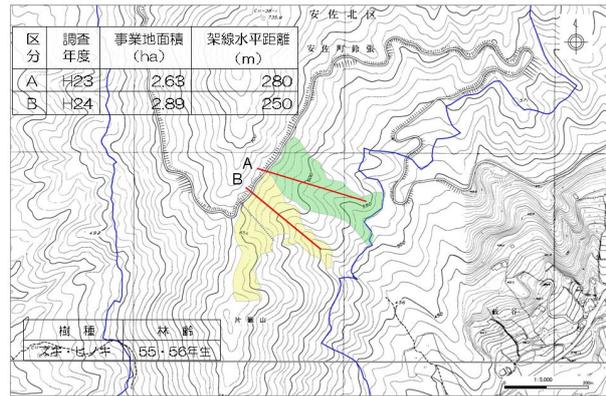


図-2 調査地の概要

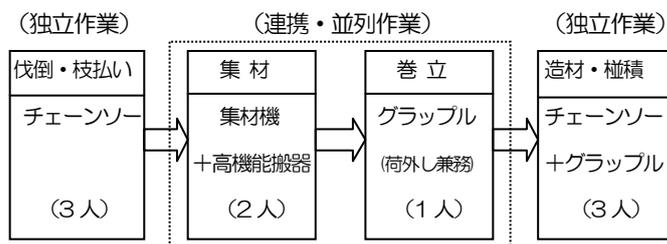


図-3 作業システム

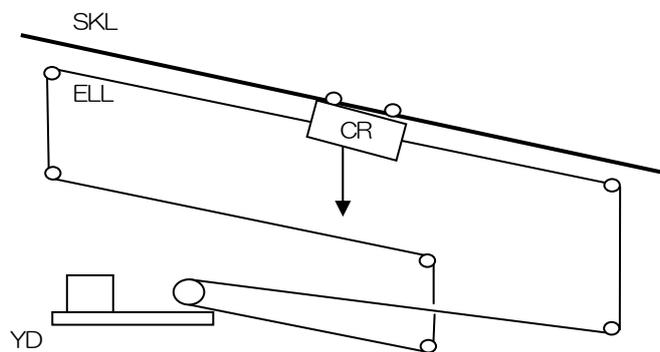


図-4 索張り図

<要素作業別の所要時間割合>

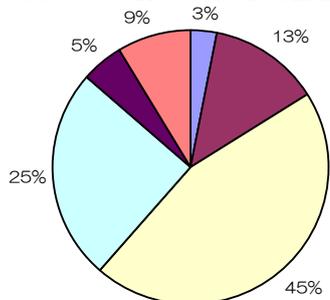


図-5 集材作業の要素作業区分

<サイクルタイムと生産性>

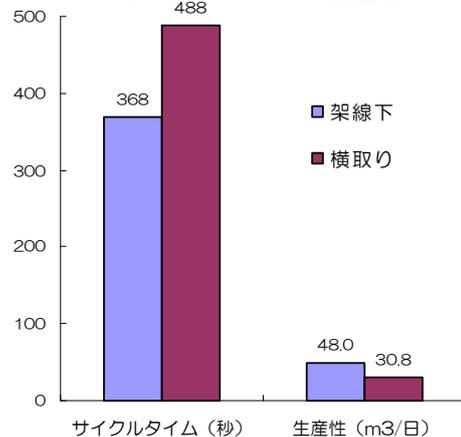


図-6 架線下と横取りの集材作業

## 広島県のナラ枯れ被害状況(平成 20～24 年)

### 1 目的

「ナラ枯れ(ナラ類集団枯損, ブナ科樹木萎凋病)」は, カシノナガキクイムシという体長 5mm ほどの甲虫が持ちこむ糸状菌 *Raffaëlea quercivora* により樹幹内での水分の上昇が止まることで, 真夏から晩夏に樹木の葉が赤褐色に変色して, 健全な木が枯れる樹木の伝染病です(写真-1 左)。ミズナラやコナラなど, ブナ属以外のブナ科樹種で枯死被害が確認されています。被害木の樹幹には, カシノナガキクイムシがせん孔することで直径 2mm ほどの穴が多数あり, 根元には多量のフラス(木くずと虫の排泄物の混合物)が堆積しています(写真-1 右)。

これまでは本州の日本海側を中心に被害が発生していましたが, 近年, 太平洋側を含めて全国的に被害が広がっており, 自然に被害が終息する状況にはありません。広島県でも平成 18 (2006)年に北広島町で初めて被害が確認されてから, 急速に被害が拡大し続けています。林業技術センターでは, 広島県内のナラ枯れの被害状況の把握などに取り組んでいます。

### 2 内容

- (1) 広島県内の被害状況を把握するため, 毎年, 被害分布調査を行い, 関係機関からの情報も合わせて, 基準地域メッシュ(約 1×1km)単位で枯死木の本数を集計しました。また, 得られた被害分布図から平成 20(2008)年から平成 24(2012)年の 5 年間の被害拡大速度を求めました。
- (2) カシノナガキクイムシ成虫は前年の被害木から脱出し, 新たな寄主にせん孔して枯死被害を拡大させます。そこで, 被害木から脱出する成虫を捕獲するトラップ(写真-2)を設置し, 成虫の脱出傾向を調べました。

### 3 結果

- (1) 各年の被害状況は図-1 のとおりです。平成 24(2012)年には広島市, 廿日市市, 安芸高田市, 三次市, 庄原市, 安芸太田町, 北広島町で被害が確認されました。平成 20(2008)年から 5 年間の被害拡大速度の平均値は 2.0km/年, 99%タイル値は 6.7km/年でした(図-2)。
- (2) 2 年間の調査からは広島県内では, カシノナガキクイムシ成虫は被害木から 6 月中旬に脱出しはじめ, 7 月から 8 月上旬に脱出数がピークを迎えていました(図-3)。

### 4 活用の方向

調査で得られた被害分布情報などは県, 市町, 森林管理署や森林・林業関係者などと共有し, 被害対策に活用されています。広範囲の森林を対象に被害を抑制する防除手法は確立されていませんが, 地域によっては森林の公益的機能に深刻な影響を及ぼす被害が発生する可能性もあることから, 効果的な防除のために, 中国地方の林業試験研究機関などと連携して, 被害予測や新たな防除手法の開発に取り組んでいきます。



写真-1 ナラ枯れの特徴(左:外観, 右:被害木の根元)

写真-2 成虫を捕獲するトラップ

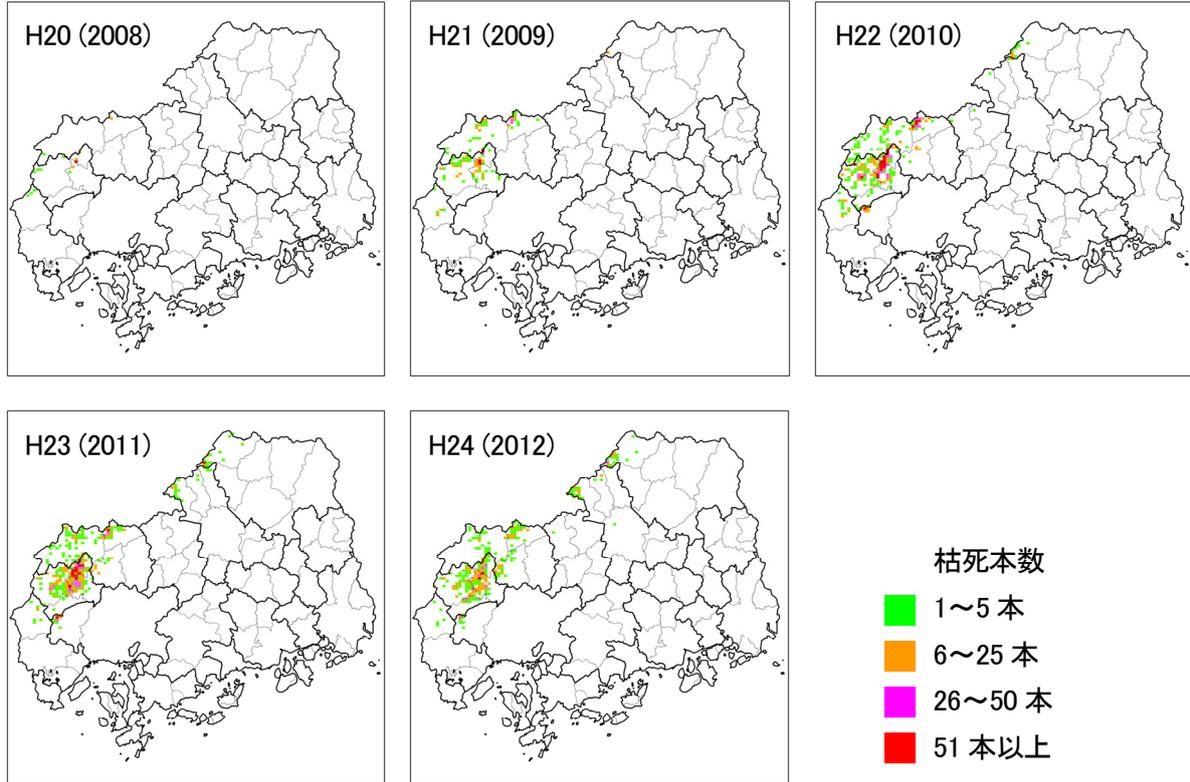
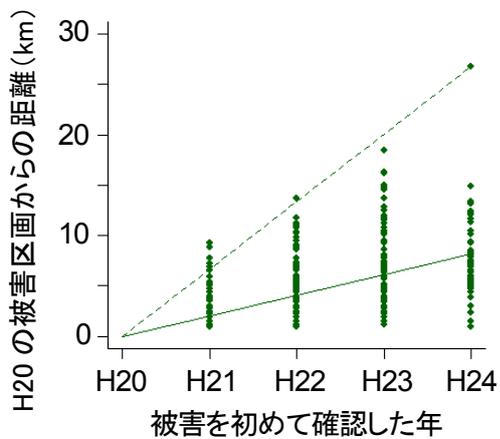
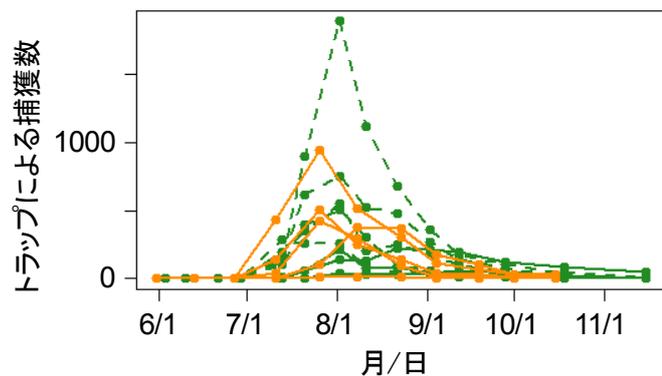


図-1 県内のナラ枯れ被害の状況(平成20~24年)



点は基準地域メッシュの各区画。H20の被害情報は島根県の情報(中山間地域研究センター提供)と合わせた。

図-2 県内の被害速度の推定



— 平成23年度(安芸太田町加計 標高600m)  
 — 平成24年度(三次市作木町 標高350m)  
 点線:ミズナラ, 実線:コナラ

図-3 カシノナガキクイムシの発生消長

## 広葉樹林間伐試験地の効果調査

### 1 目的

枯渇する広葉樹大径材の確保やシイタケ原木としては利用径級を過ぎた広葉樹林を用材生産林へ移行するため、平成元年に間伐による直径成長促進を目的とした試験地を広島県三次市布野町横谷の横谷県営林(図-1)に設定しました。4年後の平成5年にはそれまでの調査結果をもとに広葉樹林の間伐指針を作成しましたが、間伐の効果が長期間持続するのかどうかについては確認されないままとなっていました。そこで、前回の調査から18年が経過した平成24年春に毎木調査を行い、長期の間伐の効果を検証しました。

### 2 内容

- (1) 間伐は設定当時の先行事例を参考に、残存本数密度を300~875本/haの範囲で5段階に設定し、その後の成長調査等の追跡調査により最適な密度の指針を探ることにしました。(表-1)
- (2) 対象とした広葉樹林は、ミズナラ、コナラ、イヌブナ、ブナ、アカシデ、クリ等が主要な構成樹種の天然生広葉樹林で、間伐時の林齢は38~40年でした。
- (3) 間伐による成長促進効果が前回の調査から18年後も持続しているかどうか検証しました。
- (4) 平成5年に作成した間伐指針では、残存本数875本/haが成長と材質に悪影響を与える後生枝(間伐後幹に光が当たることで発生する枝、付け根の直径が1cm以上になると材質に悪影響が出る)抑制の両方を満たす密度で、これ以下では後生枝の発生を増長することが明らかになりました。このことが18年後も同じ傾向であるかどうか検証しました。

### 3 結果

- (1) 材積の成長率は、林分全体の総材積ではいずれの試験区も対照区を上回り、成長促進効果が持続していることがわかりました。(表-2)
- (2) 太い木から順に100~300本/ha材積を合計した上層木の成長率は、375本区と525本区が対照区を上回っていました。上層木の一部に病虫害被害が認められた300本区を除外すると、525本/haよりも少ない本数に設定すれば上層木の成長促進効果の長期持続が期待できると考えられました。(表-3)
- (3) 後生枝の発生状況は図-2のように区分判定しました。このうち、区分4、5は材質に悪影響を与える大量発生です。今回の調査ではいずれの調査区でも大量発生木がりましたが、875本区では低く抑えられていました。(表-4)
- (4) 樹種別の後生枝発生状況(大量発生)は、イヌブナが約半数で最も多く、コシアブラは発生がなく、他の樹種は11~20%の発生率でした。(表-5)
- (5) 今回の結果からは、成長促進を重視するのであれば525本/haよりも少ない本数設定、後生枝発生の抑制を重視するならば825本/haよりも多い本数設定が良いことがわかりましたが、どちらをより重視するかについては、現場での判断に基づいて行うことになります。

### 4 活用の方向

これらの実証試験結果をもとに、平成5年に作成した指針を改定し、広報誌等を通じて広く普及して行きます。

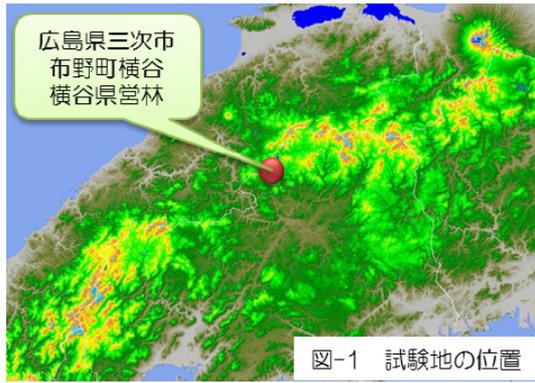


表-1 間伐の設定

試験区	本数 間伐率	材積 間伐率
300本/ha区	88%	69%
375本/ha区	86%	64%
525本/ha区	82%	69%
675本/ha区	81%	63%
875本/ha区	65%	38%
対照区 (2725本/ha)	-	-

表-2 林分全体の成長比較

	総材積 (m <sup>3</sup> /ha)		成長率 (プレスラー式)
	平成5年秋	平成24年春	
300本区	61.1	135.9	4.2%
375本区	52.4	151.5	5.4%
525本区	34.8	98.9	5.3%
675本区	49.3	111.1	4.3%
875本区	92.5	151.9	2.7%
対照区	126.9	199.7	2.5%

表-3 上層木の成長比較

	成長率 (プレスラー式)		
	上層木上位 100本/ha	上層木上位 200本/ha	上層木上位 300本/ha
300本区	4.3%	4.1%	4.2%
375本区	5.4%	5.4%	5.4%
525本区	4.8%	5.0%	5.3%
675本区	4.1%	4.0%	4.3%
875本区	2.8%	2.8%	2.7%
対照区	4.6%	4.5%	4.5%



図-2 後生枝の発生区分

表-4 後生枝の発生状況 (大量に発生しているもの (区分4, 5))

	平成5年秋	平成24年春
300本区	25%	27%
375本区	13%	14%
525本区	19%	21%
675本区	30%	30%
875本区	0%	3%

表-5 樹種別の後生枝の発生状況 (大量に発生しているもの (区分4, 5))

樹種	平成5年秋	平成24年春
コナラ	8%	17%
ミズナラ	24%	18%
イヌブナ	36%	45%
ク リ	18%	11%
ブ ナ	13%	13%
アカシデ	0%	20%
コシアブラ	0%	0%

## 最近の研究結果（平成24年度）

平成25年3月29日 発行

広島県立総合技術研究所林業技術センター

広島県三次市十日市東四丁目 6-1

TEL(0824)63-5181

FAX(0824)63-7103

---