

## 追跡評価報告書フォーム

|               |   |      |           |          |           |     |
|---------------|---|------|-----------|----------|-----------|-----|
| 番 号           | 21-追跡-027   |      | 報告年度      | 平成 21 年度 |           |     |
| 研究課題名         | 森林バイオマスの効率的供給システムの開発  |      |           |          |           |     |
| 研究機関          | 林業技術センター(林業生産部, 資源利用部)  |      |           |          |           |     |
| 研究期間          | 平成 15 年度～17 年度(3 カ年)  |      |           |          |           |     |
| 連携機関          | なし  |      |           |          |           |     |
| 研究経費          | 【研究費】   |      | 【人件費】     |          | 【合計】      |     |
|               | 6,992 千円  |      | 23,250 千円 |          | 30,242 千円 |     |
| これまでの<br>評価結果 |   | 実施年度 | 県民ニーズ     | 技術的達成度   | 事業効果      | 総合点 |
|               | 事前評価  | H14  | 64        | 61       | 67        | 64  |
|               | 中間評価  | H16  | 3.7       | 3.4      | 3.7       | 継続  |
|               | 事後評価  | H18  | 4.0       | 3.1      | 3.5       | 3.5 |
| 研究概要          | <p>間伐や主伐に伴い発生する林地残材について、森林バイオマスの資源量を把握し、効率的な集材、搬出システムを確立する。また、エネルギー源として林地残材チップの低コスト含水率調整技術を開発し、森林バイオマスの効率的な供給システムを確立する。</p> |      |           |          |           |     |

## 1. 研究成果

### (1) 森林バイオマスの資源把握

林地残材(伐採された木で残材となる部分:枝葉, 末木, 根元部)の発生量

- 枝葉は, 林齢には関係なく 20~30dry-t/ha であった。
- 末木や根元部の残材は, 林齢が上がるにつれて若干増加するものの, 66~70 dry-t/ha(全体の約 40~50%)であった。

### (2) 林地残材の集材コスト実証

- 「高性能林業機械」と「列状伐採」を導入し, 用材の搬出コストを算出した結果, 搬出材積 20m<sup>3</sup> 程度では 20,000 円/m<sup>3</sup>であったものが, 150m<sup>3</sup> 以上になると平均 9,000 円/m<sup>3</sup>となった。
- 収集後の運搬コストの低減化を図るため, 現地での減容化を試みた結果, 枝葉, 末木はチップ化する方法で 50~80%, バンドル化(圧縮結束)する方法で 70%それぞれ容積が減少した。根元部はチップ化する方法では 200%以上容積が増加した。

### (3) チップ化

- 利用施設までの運搬距離を 30kmとしたトータルコストを現地でのチップ化, バンドル化, そのままで運搬後にチップ化に分けて検証した結果, 12,000~16,000 円/dry-t となった。
- プレス機, ロールプレス機を使用して熱圧処理によるチップ乾燥を試みた結果, 含水率は短時間(約 5 分)で 30%以下になった。

### (4) 森林バイオマス収集事業における損益分岐点の検証

- 用材生産においては, 搬出材積 150m<sup>3</sup> 付近が損益分岐点となった。
- 林地残材の供給コストは, A重油エネルギー価格と比較した結果, 概ね 10,000 円/dry-t が損益分岐点となった。

## 2. 開発技術の移転状況

### (1) 研究開始当初の移転目標

- 技術移転先: 森林所有者, 森林組合, 素材生産業者, チップ業者, ペレット製造業者, 機械開発・製造業者, 森林バイオマスエネルギー利用関連企業, 新エネルギービジョン策定自治体等

### (2) 開発技術の移転方法と移転状況

- 移転方法: 発表, 誌面, 普及組織を通じて効率的な収集・運搬システム, 安定的供給システムを紹介し, それぞれの要求実現へ役立てる。
  - ・森林所有者・森林組合→持続的林業経営が可能となる低コスト林業団地の設定
  - ・素材生産業者→林業生産(用材・林地残材)の低コスト化
  - ・機械開発・製造業者→新規開発機械の需要見込み
  - ・チップ・ペレット製造業者→原材料の安定供給
  - ・森林バイオマスエネルギー利用関連企業→原材料の安定供給
- 移転状況:
  - ① バイオマス発電施設の設置計画等を持っている自治体や企業が, 地域における森林バイオマス資源利用可能量を推定可能ならしめ, 計画の立案と事業推進に貢献することとなった。また, 森林バイオマス収集の損益分岐点は 10,000 円/dry-tであることを明らかにし, 運搬経費を引き下げる技術開発によって, 林地残材に付加価値を発生させる見とおしをつけた。
  - ② 本研究を通じて各種機械メーカーと連携を強める中, 一部の機械メーカーによる高性能チップパーや残材を収集・運搬するためのバンドリングマシン等, 新たな森林バイオマス専用機械の開発が取り込まれることとなった。

### (3) 移転目標の達成度

- 用材の搬出コストを明らかにしたことにより、普及組織を通じて効率的な収集・運搬システム、安定的供給システムの紹介に役立った(森林所有者、森林組合に対する普及指導において、集約化施業を取り組む必要性の中で、一施業地当たりの採算の合う搬出材積を 200~300m<sup>3</sup> を目標に掲げた)。
- 林地残材の供給コストの損益分岐点を明らかにしたことにより、森林バイオマス発電施設を建設した企業(株ファーストエスコ)がこれを目安とするようになった。(平成 20 年度技術的課題解決支援事業で対応)
- 林地残材を効率的に収集・運搬するため、バンドリングマシンを開発していた機械メーカー(中外テクノス株)が、これを「バンドラー」として商品化(販売価格 2,400 万円/台)が実現した。(平成 18 年度受託事業で対応)

### (4) 上記の状況となった理由

- 林務行政において、集約化施業を推進するために「低コスト林業団地」の設定を行っている。これを現在、森林組合が主体となって進めおり、森林所有者への説明等へ採算の合う用材の搬出コストの目標を必要としていた。
- 森林バイオマス利用関連企業が、林地残材を森林バイオマスとしてエネルギー利用を図るため、収集・運搬コストの目安を必要としていた。
- バンドリングマシンの開発を進めていた機械メーカーが、開発機の林地残材処理能力の実証を必要としていた。

### (5) 今後の移転計画

必要に応じて研究成果のデータ等の提供は、随時行う計画である。

## 3. 知的財産権等の状況

なし

## 4. 研究成果の波及効果

### (1) 経済的波及効果又は県民生活上の波及効果(選択項目)

- 燃料が石油由来資源から再利用可能なバイオマス資源への変換が促進されることにより、二酸化炭素削減に貢献する。
- いままで林地にすてられていた林地残材や間伐材が利用されることにより、山林所有者や素材生産業者への利益還元を通じて、地域の産業振興に繋がることが期待される。(庄原市の試算:年間 10, 160トンの林地残材が利用され、年間約 6 千万円林業関係者へ利益還元)
- ペレットストーブ(県内販売実績約 400 台:販売額約 1 億円)やペレットボイラー、バイオマスガス化発電プラント等のバイオマス関連の開発が促進され、新産業が創出されている。(日鋼設計のペレットストーブ、ボイラー、中外テクノスのバンドリングマシンほか)

### (2) 技術の推進への波及効果

- 太田川林業地域においてバイオマス発電企業(株ファーストエスコ)や太田川森林組合が協力してバンドル材の供給実証試験を平成 20 年度に行った。
- 県内の市町(庄原市、廿日市市、三次市、北広島町等)において地域新エネルギービジョンが策定され、木質系資源の利活用が検討されている。
- 庄原市は地域新エネルギー重点ビジョンを平成 19 年度に策定し、ペレットストーブの購入促進等の事業を行い、平成 21 年度に林地残材を活用したペレット製造事業を第三セクターで開始する計画(5 年後 1, 000トン/年製造)である。

個別評価(各センター記入欄)

|  |
|--|
| 1. 研究の達成度<br>■A: 成果は移転できるレベル □B: 一部の成果は移転できるレベル □C: 成果は移転できるレベルではない    |
| 2. 成果移転の目標達成度<br>□A: 目標以上に達成 ■B: ほぼ目標どおり達成 □C: 目標を下回っている □D: 移転は進んでいない |
| 3. 知的財産権の活用状況<br>□A: 実施許諾し, 事業化されている □B: 実施許諾を行っている ■C: 実施許諾は行っていない    |
| 4. 研究成果の波及効果<br>□A: 波及効果は大きい ■B: 波及効果は認められる □C: 波及効果はほとんど認められない        |
| 備考:  |

総合評価 (評価委員会記入欄)

|   |
|---|
| □S: 研究成果が十分に活用され、効果は当初見込みを上回っていると認められる。<br>□A: 研究成果が活用され、効果は当初見込みをやや上回っていると認められる。<br>■B: 研究成果が活用され、効果は当初見込みどおりであると認められる。<br>□C: 研究成果の活用が不十分で、効果は当初見込みをやや下回っていると認められる。<br>□D: 研究成果の活用が不十分で、効果は当初見込みを下回ると認められる。 |
| 備考:   |

## 追跡評価報告書フォーム

|               |   |      |           |        |           |      |
|---------------|---|------|-----------|--------|-----------|------|
| 番 号           | 21-追跡-028   | 報告年度 | 平成 21 年度  |        |           |      |
| 研究課題名         | 競争種を利用したマツ材線虫病拡大阻止技術の開発   |      |           |        |           |      |
| 研究機関          | 林業技術センター(林業研究部)   |      |           |        |           |      |
| 研究期間          | 平成13年度～17年度(5カ年)  |      |           |        |           |      |
| 連携機関          | 広島大学総合科学部   |      |           |        |           |      |
| 研究経費          | 【研究費】   |      | 【人件費】     |        | 【合計】      |      |
|               | 4,304 千円  |      | 38,250 千円 |        | 42,554 千円 |      |
| これまでの<br>評価結果 |   | 実施年度 | 県民ニーズ     | 技術的達成度 | 事業効果      | 総合点  |
|               | 事前評価  | -    | -         | -      | -         | -    |
|               | 中間評価  | H16  | 3.0       | 3.2    | 3.0       | 3.1  |
|               | 事後評価  | H18  | 3.00      | 3.00   | 2.83      | 2.94 |
| 研究概要          | ニセマツノザイセンチュウ(マツノザイセンチュウの競争種)およびカラフトヒゲナガカミキリ(マツノマダラカミキリの競争種)によるマツ材線虫病の拡大阻害機構を究明し、これらの競争種を利用したマツ材線虫病の拡大阻止技術を開発する。 |      |           |        |           |      |

## 1. 研究成果

- 野外調査から、競争種分布域(庄原市高野町)におけるマツ材線虫病拡大阻害機構の存在が継続して確認された。
- 室内実験および野外実験から、線虫と媒介昆虫の親和性が重要であることやニセマツノザイセンチュウによる保持線虫数低減作用が明らかになったことで、マツ材線虫病拡大阻害のメカニズムがほぼ明らかになった。
- 研究中に解明されたマツ材線虫病拡大阻害機構を県内のマツ林においてより効果的に発揮させるためには、競争種分布域において、カラフトヒゲナガカミキリの産卵最盛期の約一ヶ月前である5月中旬から6月上旬に健全木100本につき劣勢木2-3本を間伐すれば良いことが明らかとなり、マニュアルとして普及組織に提供した。
- 得られた成果の一部を外国語論文3報および外国語著書1報として研究期間中に公表した。さらに、成果の一部を外国語論文2報および日本語論文4報に取りまとめ、研究終了後に公表した。

## 2. 開発技術の移転状況

### (1) 研究開始当初の移転目標

研究成果をマニュアルとしてまとめ、広島県森林環境づくり支援センターに提供する。移転先として、競争種が分布する地域を管轄する広島県北東部の森林組合を予定する。

### (2) 開発技術の移転方法と移転状況

研究成果をとりまとめ、「マツ材線虫病阻止のメカニズム」と県北東部のアカマツ林における「マツ材線虫病拡大阻害のためのマツ林施業方法」を内容とするマニュアルを作成して平成18年9月に林業技術の普及組織である広島県森林環境づくり支援センターに提供し技術移転に努めた。

また、本県の林業関係の普及雑誌である「ひろしまの林業」(No.663 2006年)で広く技術を紹介することで普及を図った。

しかし、当初目標としていた県北東部の森林組合において技術移転による実用化までには至らなかった。

### (3) 移転目標の達成度

研究成果をマニュアルとしてまとめ広島県森林環境づくり支援センターへ提供するという移転目標は達成できた。

競争種(カラフトヒゲナガカミキリ)が分布する地域を管轄する県北東部の森林組合への技術移転の目標に対しては、技術移転による実用化までには至らなかったものの、競争種によるマツ材線虫病拡大阻害機構を明らかにし技術移転に対応できる状況に達したことから目標の一部は達成できたと考える。

### (4) 上記の状況となった理由

技術の実用化や事業化には、数多くの実証事業を通して防除効果を検証して、その方法の改善を進める必要がある。本技術は実験系としては確立したと考えているが、マニュアルに基づくマツの間伐施業と防除効果との費用対効果が明らかでない状況で、実証事業に対する市町や森林組合、森林所有者の協力を得ることが困難であったため、実用化まで至らなかった。

また、マツノザイセンチュウとニセマツノザイセンチュウの識別など、マニュアルに記載された施業効果の判定方法は高度な技術を要し、現場では適用困難であることも実用化に至っていない要因と考えている。

### (5) 今後の移転計画

行政や森林組合などから要請を受けた場合は、行政支援事業や技術的課題解決支援事業(ギカジ)などの技術支援により対応する。

### 3. 知的財産権等の状況

該当なし

### 4. 研究成果の波及効果

#### (1) 経済的波及効果又は県民生活上の波及効果（選択項目）

（県民生活上の波及効果）

マツ材線虫病の防除は、薬剤を中心とした防除方法が講じられてきたが、環境に対する県民意識の高まりから、代替方法の早期開発が望まれてきた。本研究により競争種によるマツ材線虫病拡大阻害機構を解明して、その技術を応用した薬剤に頼らない防除技術をマニュアルにより提示できたことは、環境負荷の少ない防除法として被害対策の一層の推進により森林が保全されるため、県民生活の安心・安全が確保される。

#### (2) 技術の推進への波及効果

研究終了後に成果の一部を外国語論文 2 報および日本語論文 4 報に取りまとめて公表した。また、これらの論文は研究者向けの国際および国内学術誌や研究報告、さらに全国、中国五県、本県林業関係の普及雑誌にそれぞれ掲載されており、様々な層の読者に本研究の内容を紹介している。このことにより、本研究で得られた成果の伝達が他の研究機関に対して容易になった。

（公表した論文等）

| No | 著者            | 発表題名  | 掲載誌名・発表場所                | 発表年               |
|----|---------------|---|--------------------------|-------------------|
| 1  | 軸丸祥大<br>外1名   | Resistance of an indigenous biological system against expansion of the invasive nematode, <i>Bursaphelenchus xylophilus</i> , in cool areas of Japan. | Nematology 10            | 2008<br>(平成 20 年) |
| 2  | 軸丸祥大          | 競争種を利用したマツ材線虫病拡大阻止技術の開発   | 中国五県連携 マツ材の再生・利用に関する技術研究 | 2007<br>(平成 19 年) |
| 3  | 軸丸祥大<br>外1名   | Evolutionary change in pine wilt system after invasion of Japan by the pinewood nematode, <i>Bursaphelenchus xylophilus</i> .                         | Ecological Research 22   | 2007<br>(平成 19 年) |
| 4  | 軸丸祥大          | マツノマダラカミキリの初期保持線虫数に及ぼすニセマツノザイセンチュウの影響：競争種によるマツ材線虫病拡大阻害機構  | 広島県立林業技術センター研究報告 39 号    | 2007<br>(平成 19 年) |
| 5  | 軸丸祥大<br>池田作太郎 | 競争種を利用したマツ材線虫病拡大阻止技術の開発   | 公立林業試験研究機関研究成果選集         | 2007<br>(平成 19 年) |
| 6  | 軸丸祥大          | ニセマツノザイセンチュウの生態の解明－「競争種を利用したマツ材線虫病拡大阻止技術の開発」を通して明らかになったこと－  | ひろしまの林業 663              | 2006<br>(平成 18 年) |

個別評価(各センター記入欄)

|   |
|---|
| 1. 研究の達成度<br><input type="checkbox"/> A: 成果は移転できるレベル <input checked="" type="checkbox"/> B: 一部の成果は移転できるレベル <input type="checkbox"/> C: 成果は移転できるレベルではない                            |
| 2. 成果移転の目標達成度<br><input type="checkbox"/> A: 目標以上に達成 <input type="checkbox"/> B: ほぼ目標どおり達成 <input checked="" type="checkbox"/> C: 目標を下回っている <input type="checkbox"/> D: 移転は進んでいない |
| 3. 知的財産権の活用状況<br><input type="checkbox"/> A: 実施許諾し, 事業化されている <input type="checkbox"/> B: 実施許諾を行っている <input checked="" type="checkbox"/> C: 実施許諾は行っていない                            |
| 4. 研究成果の波及効果<br><input type="checkbox"/> A: 波及効果は大きい <input type="checkbox"/> B: 波及効果は認められる <input checked="" type="checkbox"/> C: 波及効果はほとんど認められない                                |
| 備考:   |

総合評価(評価委員会記入欄)

|  |
|--|
| <input type="checkbox"/> S: 研究成果が十分に活用され、効果は当初見込みを上回っていると認められる。<br><input type="checkbox"/> A: 研究成果が活用され、効果は当初見込みをやや上回っていると認められる。<br><input type="checkbox"/> B: 研究成果が活用され、効果は当初見込みどおりであると認められる。<br><input checked="" type="checkbox"/> C: 研究成果の活用が不十分で、効果は当初見込みをやや下回っていると認められる。<br><input type="checkbox"/> D: 研究成果の活用が不十分で、効果は当初見込みを下回ると認められる。 |
| 備考:  |

## 追跡評価報告書フォーム

|               |  |      |           |          |           |      |
|---------------|--|------|-----------|----------|-----------|------|
| 番 号           | 21-追跡-029  |      | 報告年度      | 平成 21 年度 |           |      |
| 研究課題名         | 熱圧成型によるスギ材面加工技術の開発   |      |           |          |           |      |
| 研究機関          | 林業技術センター(資源利用部)  |      |           |          |           |      |
| 研究期間          | 平成 16 年度～17 年度 (2 カ年)  |      |           |          |           |      |
| 連携機関          | なし   |      |           |          |           |      |
| 研究経費          | 【研究費】  |      | 【人件費】     |          | 【合計】      |      |
|               | 1,990 千円   |      | 17,000 千円 |          | 18,990 千円 |      |
| これまでの<br>評価結果 |  | 実施年度 | 県民ニーズ     | 技術的達成度   | 事業効果      | 総合点  |
|               | 事前評価   | H15  | 3.67      | 3.83     | 3.67      | 3.72 |
|               | 中間評価   | H17  | 3.0       | 3.1      | 3.3       | 継続   |
|               | 事後評価   | H18  | 3.0       | 3.1      | 3.5       | 3.2  |
| 研究概要          | <p>県産スギ材の需要拡大と木材産業の経営基盤の強化を図るためには、木材の新用途、新技術の開発を進めることが必要である。熱圧成型でスギ板材に装飾を施して壁材、床材等の内装材とする加工技術を開発する。また、染料を注入することで木目の美しさを強調し、木材の良さが表現できる調色技術を開発する。</p> |      |           |          |           |      |

## 1. 研究成果

- ① スギ厚板材を熱圧成型で装飾を施す技術開発  
圧密前の厚さ 60mm 以内の材ならば、仕上げの厚さを任意で加工でき、また表層から内層までの圧密度を制御することが可能になった。このことから圧密度の差による木目変化を生かしたデザインや強度を必要とする資材等幅広い資材製造が可能となった。  
また、高圧密率 75% のスギ厚板材(厚さ 60mm を 15mm に圧縮)の材強度性能(ヤング係数=たわみ量)は国産針葉樹を超え、広葉樹ではカシ以上となった。
- ② 板材に染料を注入し、着色させ木目を表す調色技術開発  
安全性に考慮し、食品添加物に指定された染料から、スギ材に対する染色性のよい染料を見出し、熱圧により着色された木目を確認できたことから、多様な色彩の装飾内装資材の開発が可能となった。
- ③ 有害物質の放散の少ない、安心な建築資材の開発  
①及び②の技術開発により、シックハウス対策に対する対応が可能となった。
- ④ 熱圧成型処理による人工乾燥工程の省略  
スギは含水率が高いため乾燥にエネルギーや時間を要するが、この処理により厚板材の含水率は 2～5% となるため、乾燥工程を省くことが可能となった。

## 2. 開発技術の移転状況

### (1) 研究開始当初の移転目標

熱圧装置等を有する合板(ベニヤ板)等を製造している業者(11社)を対象に技術移転を図る。

### (2) 開発技術の移転方法と移転状況

- ① 広島県木材加工技術協議会の研修会、また当センターで開催された成果発表会等を通じて開発した技術を公開した。
- ② 県内のフローリング企業 2 社が圧密技術によるスギ材等を使用した無垢フローリング材を検討している。
- ③ 太田川流域のスギ製材企業に対し、当センターのプレス機による指導を行い、技術移転を行った。その企業は独自に実用新案登録を得て、間伐材を利用したエコ商品(マウスパッド)の製造販売を行っている。

### (3) 移転目標の達成度

この特許技術に関連して今回開発したスギ厚板圧密化技術について、現在県内企業 3 社に技術を公開し、1 社は技術移転済みで 2 社については技術移転を検討しており、技術移転は目標どおりである。

### (4) 上記の状況となった理由

特許出願の関係で技術移転が遅れていたが、特許登録を行ったので県内企業に技術を積極的に公開していく計画である。

### (5) 今後の移転計画

広島県木材加工技術協議会や各種技術研修会、研究成果発表会等の機会を利用して、県内の関連企業への技術移転の促進を図る。

## 3. 知的財産権等の状況

木材圧密処理方法：特許登録(平成 21 年 3 月 6 日:特許第 4269004 号)

特許の実施許諾 1 件(製品化済み:マウスパッド)

#### 4. 研究成果の波及効果

##### (1) 経済的波及効果又は県民生活上の波及効果（選択項目）

- ・ 柔らかいスギ材の材面が圧密処理によりヒノキ相当の表面硬さになるため、スギ材（平成19年度素材生産量3万5千m<sup>3</sup>）をフローリング材等として利用することが可能となり、中山間地域でスギ材に関連している加工業者、林業関係者への経済効果が年間約5千万円見込まれる。
- ・ マウスパッドとして製品化され、その売上げが伸びている。

##### (2) 技術の推進への波及効果

- ・ 人工乾燥の難しい高含水率黒芯スギ材の利用開発に繋がり、国産材の需要拡大が図られる。
- ・ 接着剤等の薬剤を使用しない環境にやさしい商品開発の可能性が広がる。
- ・ (独)森林総合研究所の交付金プロジェクト「既存木橋の構造安全性を維持するための残存強度評価技術開発」において、接合部に対する水の浸透試験のため、安全な染料による木材の調色技術が活用された。
- ・ 島根県内のフローリング製造企業から国産材及び外材の圧密化について技術指導の依頼があった。

個別評価(各センター記入欄)

|  |
|--|
| 1. 研究の達成度<br>■A:成果は移転できるレベル □B:一部の成果は移転できるレベル □C:成果は移転できるレベルではない   |
| 2. 成果移転の目標達成度<br>□A:目標以上に達成 □B:ほぼ目標どおり達成 ■C:目標を下回っている □D:移転は進んでいない |
| 3. 知的財産権の活用状況<br>■A:実施許諾し、事業化されている □B:実施許諾を行っている □C:実施許諾は行っていない    |
| 4. 研究成果の波及効果<br>□A:波及効果は大きい ■B:波及効果は認められる □C:波及効果はほとんど認められない       |
| 備考:  |

総合評価(評価委員会記入欄)

|  |
|--|
| □S:研究成果が十分に活用され、効果は当初見込みを上回っていると認められる。<br>□A:研究成果が活用され、効果は当初見込みをやや上回っていると認められる。<br>■B:研究成果が活用され、効果は当初見込みどおりであると認められる。<br>□C:研究成果の活用が不十分で、効果は当初見込みをやや下回っていると認められる。<br>□D:研究成果の活用が不十分で、効果は当初見込みを下回ると認められる。 |
| 備考:  |