

レーザー加工機による焼き付け加工の仕上がりに関する 樹種間比較

— 森林資源の有効利用の視点から —

杉本 恵司¹⁾・増尾 慶裕²⁾・土屋 英男³⁾

Comparison between Tree Types about Manufacturing Performance by Laser
Beam Surface Treating Machine

— From the View Point of Good Use of Forest Resources —

Keiji SUGIMOTO, Yoshihiro MASUO and Hideo TSUCHIYA

抄 録：レーザー加工機のスピードとパワーの条件を変化させ、スギ・ヒノキ・アカマツにおける仕上がり状態の違いを調査した。その結果、スピードを遅くパワーを強くするほど濃い色に仕上がることが実証された。また、樹種の違いで仕上がり状態が大きく異なった。特にヒノキでは、仕上がりの色が薄く仕上がりレーザー加工には適さないこと、さらにスギでは比較的薄く焼き付けても色が濃く仕上がり、レーザー加工に適することがわかった。アカマツでは細胞壁が厚く特に夏材において焼けにくく、その結果、春材と夏材で凸凹が残り、レーザー加工には適さないことがわかった。

これらの結果から、樹種を選択とレーザー照射の条件が適切ならば、レーザー加工機は効果的に木材に付加価値を与えられることができ、森林資源の利用価値をより高めることが示唆された。

キーワード：森林資源の利用、春材と夏材、レーザー加工機

Abstract

We investigated the difference between the woods of SUGI (*Cryptomeria japonica* D. DON), HINOKI (*Chamaecyparis obtusa* SIEB. et ZUCC.) and AKAMATSU (*Pinus desiflora* SIEB. et ZUCC.) on the burning treatment by laser machine. As the result, it was confirmed that the wood material was treated in darkcolor as the speed and the power of the laser beam were higher and stronger. We thought that the wood of SUGI was most appreciate to the laser treatment of wood in the three types of tree. Oppositely we thought that the wood of HINOKI was not appreciate.

As the cell wall of AKAMATSU was thick, the wood hardly burned. So, we thought that AKAMATSU was not appreciate to the laser treatment because the surface of early wood was differently burned from that of late wood.

Keywords : good use of forest resources, early wood and late wood, laser treatment of wood

1) 奈良県立吉野高等学校 2) 高知大学教育学部 3) 京都教育大学教育学部

I. はじめに

近年、日本の林業と林産業の衰退は激しく、2004 年度における林業所得の平均年収は約 42 万円¹⁾で、林業は産業として成り立たなくなっている現状がある。一方、森林は木材生産としての機能だけでなく環境保全に関する重要な機能を担っており、特にスギやヒノキの人工林においては間伐・枝打ち等の管理作業を行わなければ、水の涵養機能や有機物の貯蔵機能が著しく減少し環境保全機能があまり有効でないという問題がある。すなわち、日本の人工林の約 68%²⁾を占めるスギとヒノキの森林において環境保全機能を十分に発揮させるには、間伐材の有効利用等の林産業の復興が不可欠である。そのため、筆者ら³⁾は中学生を対象にした森林環境教育の観点から、間伐材を利用した木材加工の試行的実践を行なった。さらに本稿では、レーザー加工機を用いた、付加価値のある木材加工物の生産について報告する。

II. 目 的

木材加工に使用される機械の進歩は大きく発展し、とりわけコンピュータ装着機器の進歩はめざましい。レーザー加工機もそのひとつで、約 10 年前からパーソナルコンピュータで操作できるようになって以来、その適用範囲が飛躍的に広がり身近に使用されるようになった。そして、このような付加価値を高めた木材加工の普及は、スギとヒノキにおける間伐材の幅広い活用に結びつき、森林資源の有効利用に非常に有用であり、さらに今後より重要になると考えられる。ところが、レーザー加工機については、新井ら^{4), 5)}が加工特性を調査した研究があるが、文字を焼き付け、樹種による違いを調査したものはない。特に同機のスピードとパワーの組み合わせについては、適用する樹種の違いで仕上がり状態にかなりの差異があり、現在は使用する人の試行錯誤による経験と勘に頼るところが大きい。そこで、本研究では、スギ (*Cryptomeria japonica* D. DON)・ヒノキ (*Chamaecyparis obtusa* SIEB. et ZUCC.)・アカマツ (*Pinus desiflora* SIEB. et ZUCC.) の 3 樹種を材料に、レーザー照射する条件を変えて処理した仕上がり状態の違いを検討しその適性を考察した。さらに、環境教育の視点から森林資源活用の有効性にも検討を加えた。

III. 材料および方法

レーザー加工機はコンピュータに取り込んだ文字・写真・画像等をレーザー照射することで簡単に木材、ゴム等の素材に焼き付けることができる機械である。本研究に使用したのは、COMNET 製「Laser Pro MERCURY L-12」で最大出力が 12 W である。本機種では、パワーと照射軸が動くスピードをどちらも最大出力の 1～100 (%) まで選択できる。ただし、スピードの値は本機種の照射軸が動く最速スピード 42 (インチ/秒) を 100 としたときの相対値で、スピードの値を小さく設定すればレーザー光が長く照射され色濃く仕上がる。このパワーとス

ピードの組み合わせを変化させることで仕上がり状態が大きく変化する。さらに、使用する材料によっても仕上がり状態に違いが生じる。そこで、本研究ではパワーとスピードを組み合わせた4種類の条件で照射処理し、樹種の異なる材料における仕上がり状態を設定した。すなわち、それぞれの材料において、スピードの条件を100と20に、パワーを20と100に設定しそれらを組み合わせてAからDの4つの仕上がり条件を設け、レーザー照射後の仕上がり状態を樹種間で比較した(第1表)。

供試した材料は、スギ・ヒノキ・アカマツの3樹種で、全て40年生の辺材であった。文字の作成とスピード、パワーの設定と処理は全てレーザー加工機専用ソフトCorel社製「Corel DRAW 10」で実施した。照射処理に使用した文字は、比較的単純で仕上がり状態がわかりやすい「森林」を用い、縦60mm×横60mmの四角枠内にMS明朝体のフォントで、48ポイントの大きさとした。処理時間は、一文字につきスピード100の条件で2.2分、20の条件で6.3分であった。

第1表 レーザー加工機におけるスピードとパワーの組み合わせと仕上がり条件区

		スピード (%)	
		100	20
パ ワ ー	20	A	B
	100	C	D

次に、木材組織の顕微鏡的観察から仕上がり状態の違いを検討するために、3種の木材において顕微鏡プレパラートの作製を行った。木片試料を一片10mmの立方体に調整した後、空気を除去するために50%エタノールに3時間浸漬し、さらに水：グリセリン=3：1の溶液で2時間煮沸して組織を軟化させた。その後、マイクロトームで20 μ mの厚さにして木口の横断切片を作製し、1%サフラニン溶液で染色し接眼レンズ10倍×対物レンズ10倍で検鏡した。観察の主な対象は春から夏にかけて形成される比較的大きな細胞で構成される春材と、夏から秋にかけて形成される比較的小さい細胞で構成される夏材の外観的特徴であった。

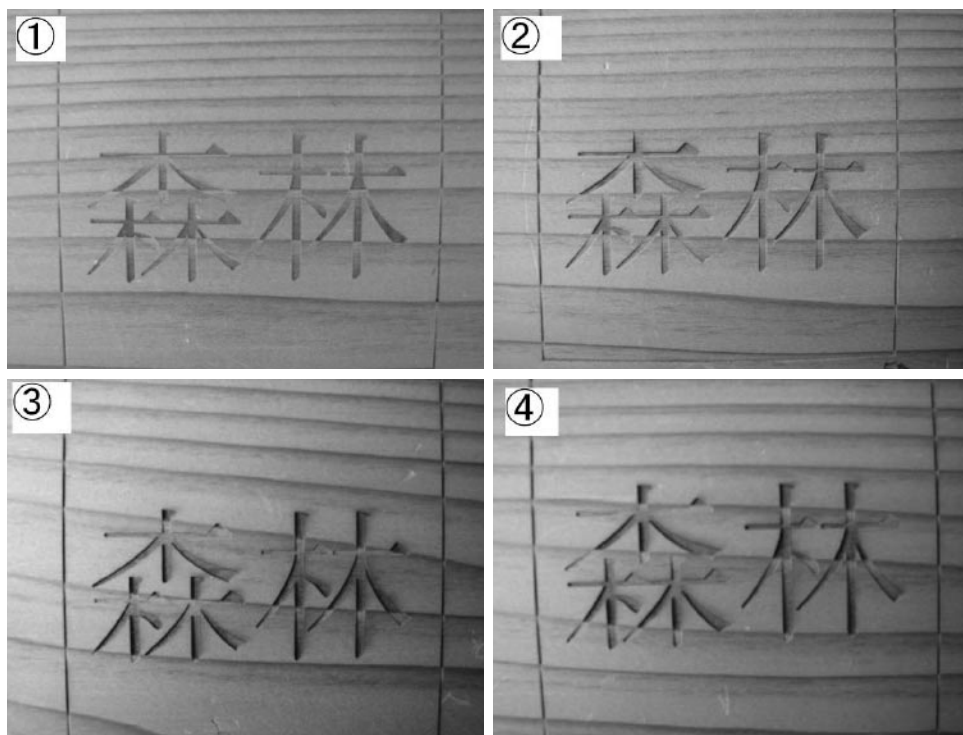
Ⅳ. 結 果

それぞれの照射条件で処理をした仕上がり状態をスギについて第 1-1 図に、ヒノキについて第 1-2 図に、アカマツについて第 2-3 図に示した。全ての材料で A の条件すなわちスピード 100・パワー 20 の時に文字の色は薄く焼き付けられ、逆に D の条件すなわちスピード 20・パワー 100 の時に最も濃くなった。またどの樹種でも条件 B よりも C の方が濃く焼かれて文字がはっきりしていた。

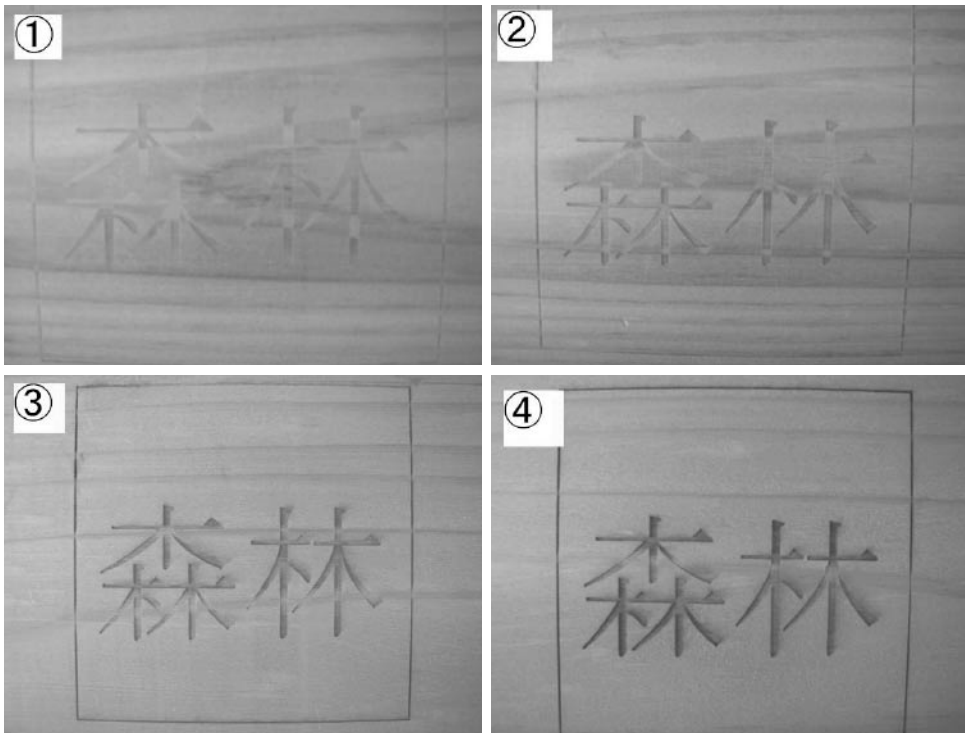
スギの仕上がり状態は他の樹種に比べるとスピードとパワーのどの条件でもほぼ同様に仕上がり状態はよかった (第 1-1 図)。また、ヒノキでは、どの条件でも文字がはっきりせず、他の樹種に比べて文字の色が薄かった (第 1-2 図)。

アカマツは D の条件において、春材の部分は深く焼かれているのに対し、夏材の部分は表面が変色しているだけで、ほとんど焼けておらず、その結果表面が凸凹になった。これは条件 A・B・C においても同じであるが、より強く焼かれた D において顕著にその違いが観察された (第 1-3 図, 第 2 図)。一方、他の 2 つの樹種においては春材と夏材の差異がほとんど見られなかった (第 1-1・2 図)。

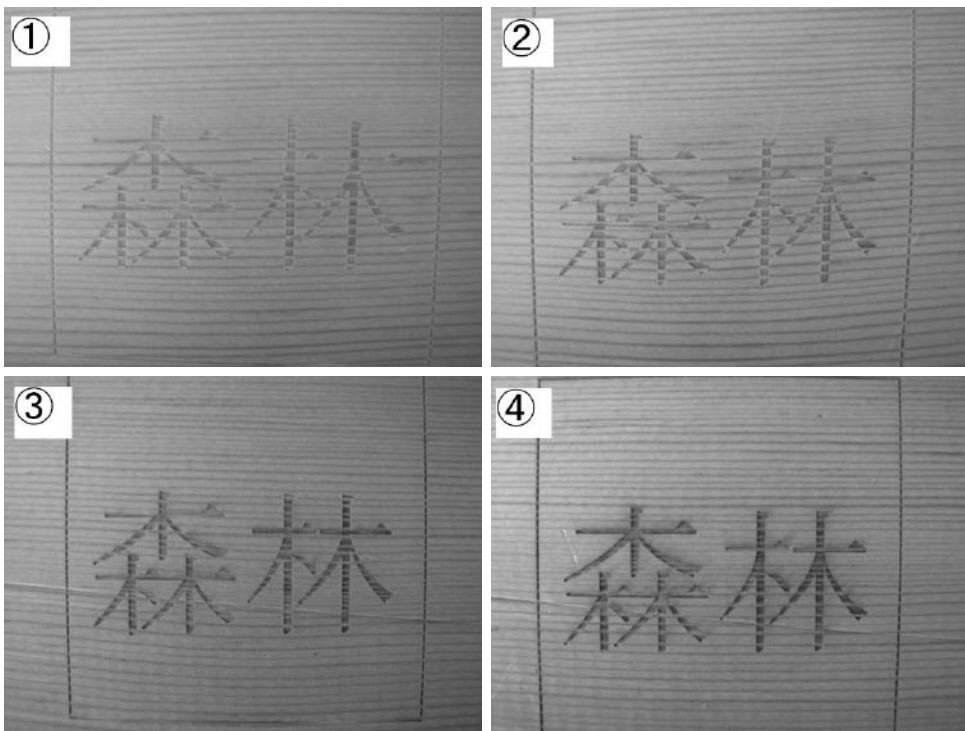
顕微鏡下では、どの樹種においても春材の細胞は大きく夏材のそれは小さかった。また、春材より夏材の細胞壁が厚く、アカマツはスギ、ヒノキに比べて特に厚かった (第 3 図)。



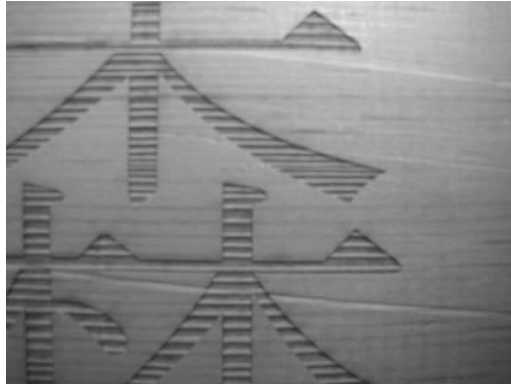
第 1-1 図 スギにおける仕上がり状態 ①~④はそれぞれレーザー照射条件 A~D



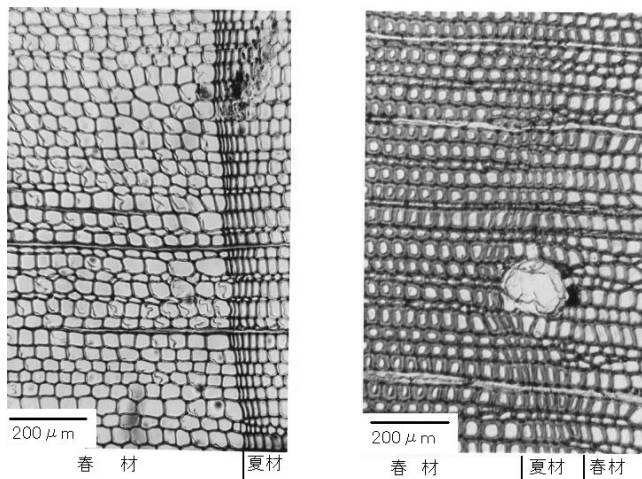
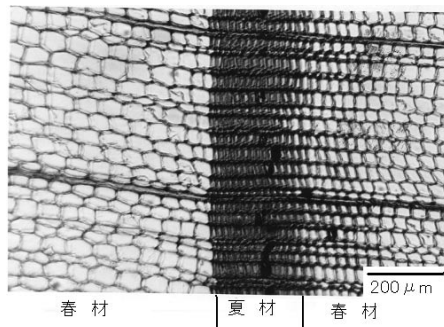
第1-2図 ヒノキにおける仕上がりに状態 ①~④は第1-1図に同じ。



第1-3図 アカマツにおける仕上がりに状態 ①~④は第1-1図に同じ。



第 2 図 条件 D のアカマツにおける拡大図
黒く深く焼けている部分が春材部で、白く浅く残っている部分が夏材部



第 3 図 スギ・ヒノキ・アカマツ各材の横断面顕微鏡写真
中上：スギ 左下：ヒノキ 右下：アカマツ

V. 考 察

どの樹種の材においてもA条件で薄く、D条件で濃く焼かれた。これはレーザー照射のスピードとパワーの設定値から予想できる結果であり、新井ら^{4),5)}が示した結果と同様であった。さらに、条件Bよりも条件Cの方が濃く焼かれて文字がはっきりしていた。この結果から、文字を照射処理するときは、スピードを遅くするよりもレーザー照射の出力を上げる方がより効果的であることがわかった。すなわち、CがBより一文字につき約4分早く処理でき、これは間伐材の有効利用の観点から考察すると、大量に同じものを生産できるレーザー加工機の特性上、処理時間の短縮は重要な要素となり得る。

スギの各処理区において仕上がりに状態の差に大きな違いがなかったことで、スギはレーザー加工機に対する適性を持っていると考えられる(第1-1図)。しかしながら、今回材料として使用されたスギ材はもともと赤味がかかった色のものであった。同じスギ辺材でも黄色のものもあり、スギ材料の違いで仕上がりの様子も変わることが考えられる。この問題については他の樹種の検討も含めて今後の課題として残った。

ヒノキ材はほとんど白～薄黄色なので、はっきり文字色が出ることを予想したが、どの条件でもあまりはっきり文字色が出ず、レーザー加工にはあまり適さないことがわかった。この原因として、新井ら⁵⁾はヒノキ科の樹種において、レーザー照射の熱加工で着色物質が表面に出て材面を汚染させることを指摘している。本研究でもこの指摘と同様の現象が観察された(第1-2図)。

D条件のアカマツでは、春材と夏材においてかなりの差異が見られたが、この理由としては他の樹種では、夏材の細胞は小さく細胞壁は厚かったが、アカマツだけは春材も細胞壁が厚かったことが関係していると考えられる。これは、新井ら⁵⁾が同じ樹種においても比重の異なる部位において、その仕上がりが異なることを示したことと関連しよう。たしかに、比重の大きい夏材において焼けにくいことが本研究でも確認された。

アカマツをレーザー加工すると文字そのものに春材と夏材による凸凹ができることが判明し(第1-3図、第2図)、アカマツはレーザー加工にあまり適していないことが示唆された。

今後、武藤⁶⁾が示しているように、レーザー加工機は木材を含め様々な素材に適用され付加価値を与えた製作品が増えるであろう。したがって、木材のもつ素材の特徴を十分活かした加工を行うことがより重要になると考えられる。

VI. 結 語

本研究から、スギ材は文字を焼き付けるレーザー加工の適性が、ヒノキ材とアカマツ材より高いことが示唆された。さらに、スギでは文字の仕上がりに状態が速いスピードの照射条件下で焼いたときでも比較的良好で、大量に同じものを生産することができるレーザー加工機の特徴を、より活かしやすい樹種でもある。また、材料の入手のしやすさと間伐材の有効利用の点からも有用であり、レーザー加工機によって付加価値を与える木材加工の利用に適していると考

えられる。

今後、文字だけでなく、写真やイラスト等の画像の処理や、心材や広葉樹を含む他の樹種のレーザー加工の適性について調べる必要があろう。

引用文献

- 1) 林野庁. 2005. 平成17年度林業白書. p.152.
- 2) 森林・林業基本政策研究会編. 2002. 新しい森林・林業基本政策について. p.5.
- 3) 杉本恵司・増尾慶裕・土屋英男. 2007. 中学生における実用的な既有スキーマを活用したNCルータを用いた木材加工実習の実践 ～間伐材を使用した森林環境教育の視点から～. 高知大学教育実践研究・第20巻第21号. 印刷中.
- 4) 新井武二, 林 大九郎. 1992. レーザーによる木材の加工特性について (第1報) 機械側パラメータが加工特性に及ぼす影響. 木材学会誌. 38 (4) : pp.350-356.
- 5) 新井武二, 林 大九郎. 1994. レーザーによる木材の加工特性について (第2報) 材料側パラメータが加工特性に及ぼす影響. 木材学会誌. 40 (5) : pp.497-503.
- 6) 武藤和明. 2006. 炭酸ガスレーザー加工機の普及とその技術変遷 (特集 付加価値を生むレーザー加工の最新情報) . 機械技術. 54 (3) :pp.33-38.