

ACQ 処理されたカラマツ心材部における浸潤判定<sup>\*1</sup>

## —呈色反応と SEM-EDXA 法との比較—

武智 洋平<sup>\*2</sup> · 松永 浩史<sup>\*3</sup> · 松村 順司<sup>\*4</sup> · 小田 一幸<sup>\*4</sup> · 栗崎 宏<sup>\*5</sup>

木材保存業界では、住宅品確法の施行に伴い、心材部においても高い浸潤度の薬液処理が求められるようになった。このため、薬液の浸潤度測定に利用されている呈色試験では不確かであった晩材部において、浸潤状態を厳密に評価する必要が生じてきた。この研究では、浸潤度を評価するための基礎的知見を得ることを目的に ACQ 処理されたカラマツ心材を対象に呈色試験を行い、呈色後の明度・色相 (L\*a\*b\*表色系) と SEM-EDXA 法により得られた銅元素の相対濃度 (P/B 比) との関係を検討した。得られた結果はつぎの通りである。a\* と P/B 比の間には相関関係が認められなかったが、b\* 及び L\* と P/B 比の間には、それぞれ 1% 水準で有意な負の相関関係が認められた。また、晩材では呈色されない領域であっても、銅元素が検出される場合があることが明らかになった。

## I. はじめに

従来、カラマツ心材を防腐処理する場合、JAS K2(木材表層から10mmの心材浸潤度20%)以上の条件を満たすような薬液注入処理が要求されてきた。その際、浸潤度の評価は呈色試験や薬液吸収量の測定によって行われてきた。呈色試験による浸潤度の測定では、晩材部の呈色が不明瞭である場合が多かったが、早材部の浸潤度だけで、JAS K2の条件を満たす場合がほとんどであったため、晩材部の浸潤状態は、実用上問題にならなかった。

一方、住宅品確法(住宅の品質確保の促進等に関する法律)が平成12年に施行されたことにより、住宅の性能が等級で示されるようになった。この住宅性能表示制度において、劣化軽減の項目で高い等級を得るためには、JAS K2よりも厳しい条件である JAS K3(木材表層から10mmの心材浸潤度80%)以上の条件を満たすような薬液注入処理を行わなければならない。このため、対応策としてインサイジングなどの前処理の改良が試みられているが、木材表層から10mm部分の全ての早材部が浸潤状態であっても、JAS K3の条件を満たすことができない。そのため、晩材部における浸潤状態を評価する必要性が生じてきた。

以上のような背景をふまえて、本研究では SEM-EDXA 法を用いて防腐剤の浸潤状態を検討した。すなわち、ACQ(銅・アルキルアンモニウム化合物系防腐剤)処理されたカラマツ心材を対象に、呈色試験後の明度や色相と、SEM-EDXA 法によって得られた銅元素の相対濃度との関係を調べた。また、晩材部における薬液の浸潤状態についても検討を行った。

## II. 実験方法

## (1) 試料の作製と呈色試験

供試材はシベリア産カラマツ (*Larix*) の心材で注入用試験体 (2000 (L) × 120 (R) × 120 (T) mm) を 6 個体用意した。これらに、ACQ 水溶液を加圧注入した。注入方法はベセル法を採用し、注入スケジュールは、-600mmHg の前排気を 60 分間したのち、18kg/cm<sup>2</sup> で 180 分間の加圧注入、続いて -600mmHg の後排気を 30 分間行った。注入後、1 ヶ月の養生期間を置き、そのあと自然乾燥した。乾燥後、試験体の L 方向に対して中央部から小試験片 (100 (L) × 120 (R) × 120 (T) mm) を切り出した。試験片の縦断面(注入面)から10mm以内の部位より、厚さ2mmの接線断面試料を早材部と晩材部に分けて作製した。この試料に、クロマズロール S を用いて呈色試験を行った。クロマズロール S の呈色では、銅元素が存在すると青色に呈色される。呈色試験後、試料を全乾状態にし、接線断面における明度・色相を色彩色差計(ミノルタ CR-300測定直径8mm)で測定した。その際、表色系は L\*a\*b\*表色系を採用した。

## (2) SEM-EDXA 分析

明度・色相の測定後、試料をカーボンで真空蒸着(日本電子 JEC520)した。蒸着後、仮道管壁における銅元素の相対濃度を、SEM(走査電子顕微鏡日本電子 JEM5600LV)-EDXA(エネルギー分散型 X 線分析装置日本電子 JED2140)法を用いて、測定した。測定は点分析によって行われた。EDXA で特性 X 線を検出した際の分析条件は次の通りである。加速電圧: 20kV, 照射電流量: 4 nA, 作動距離: 20mm, X 線取りだし角: 30°, 分析時間: 有

<sup>\*1</sup> Takechi, Y., Matsunaga, H., Matsumura, J., Oda, K. and Kurisaki, H.: A penetration judgement in *Larix* heartwood treated ACQ preservative - A comparison between color reaction and SEM-EDXA

<sup>\*2</sup> 九州大学大学院生物資源環境科学府 Graduate School of Bioresource and Bioenvironmental Sciences, Kyushu University, Fukuoka 812-8581

<sup>\*3</sup> 九州大学大学院農学研究所 Graduate School of Agriculture, Kyushu University, Fukuoka 812-8581

<sup>\*4</sup> 九州大学大学院農学研究所 Faculty of Agriculture, Kyushu University, Fukuoka 812-8581

<sup>\*5</sup> 富山県林業技術試験センター 木材試験場 Toyama Forestry and Forest Products Research Center, Toyama 936-0311

効時間100秒間、検出した特性X線は、Cu-K $\alpha$ 線であり、エネルギー幅は、7.96~8.13keVである。

特性X線のピーク(P)と連続X線(B)との比であるP/B比は、元素の濃度に比例することが一般的に知られている(1)。点分析終了後、P/B比を用いて銅の相対濃度と明度・色相との関係について比較・検討を行った。

### Ⅲ. 結果と考察

#### (1) 早材部におけるL\*a\*b\*とP/B比との関係

図-1にa\*とP/B比との関係を示す。なお、a\*は色相を表す指標の一つであり、数値が大きいかほど赤色に、小さいほど緑色であることを示している。図-1から、a\*とP/B比に相関関係は認められなかった。この理由は、クロマズロールSにより試料は青色に呈色されるため、a\*と関係がなかったものと考えられる。

図-2に、b\*とP/B比との関係を示す。なお、b\*もa\*と同様、色相を表す指標の一つであり、数値が大きいかほど黄色に、小さいほど青色であることを示している。図-2から、b\*の値が小さくなるほど、いいかえれば試料が青色であるほどP/B比が大きくなる傾向が認められた。b\*とP/B比の間には、1%水準で有意な負の相関が認められた。このことから、青色の度合いによって銅元素の濃度が異なることが明らかとなった。

図-3にL\*とP/B比との関係を示す。なお、L\*は明度を表す指標であり、数値が大きいかほど明るいことを示している。図-3から、L\*の値が小さくなるほど、P/B比が大きくなる傾向が認められた。すなわち、明暗の違いによって、銅元素の濃度が異なることが明らかとなった。L\*とP/B比の間には、1%水準で有意な負の相関関係が認められた。このことから、暗い試料ほど、銅元素が高濃度に存在することが分かった。

以上のことをまとめると、a\*とP/B比の間には有意な相関関係が認められなかったが、L\*およびb\*とP/B比の間には負の相関が認められることがわかった。すなわち、クロマズロールSを用いた呈色試験では、銅元素が高濃度に存在する部分ほど、暗い青色に呈色されることが明らかとなった。

#### (2) 晩材部におけるL\*, b\*とP/B比との関係

晩材部におけるb\*およびL\*とP/B比との関係を図-4および図-5にそれぞれ示す。呈色試験の結果、すべての晩材試料で呈

色は見られなかったが、一部の試料では、SEM-EDXA法による銅元素の検出が認められた(図中点線枠)。このときの銅元素のP/B比は1.5~2の間で、早材部と比べて低い値を示した。これらのことから、クロマズロールSによる呈色試験では、一定濃度以上の銅元素が存在しないと、青色に呈色されないものと考えられる。

以上の結果をまとめると、呈色後のL\*およびb\*とP/B比の間には負の相関関係が認められるものの、銅元素が含まれていても、呈色されない領域が存在することが明らかとなった。このため、このような領域における防腐抗力の有無を検討した上で、浸潤度の判定を見直す必要があるかもしれない。また、本研究では仮道管壁における銅元素の相対濃度を比較・検討したが、スギ辺材を用いた松永らの一連の研究(2,3)によれば、早晩材ともに仮道管に比べて柔組織に銅元素が高濃度に定着するとしている。このため、カラマツ心材部においても、晩材部で放射柔細胞や樹脂道を取り囲むエピセリウム細胞などに銅元素が高濃度に分布することが考えられる。今後、浸潤度を評価するにあたり、木材組織別に薬剤の分布を検討し、新たな浸潤度判定法を確立する必要があると考えられる。

### Ⅳ. まとめ

ACQ処理されたカラマツ心材を対象に、呈色試験後の明度・色相と銅元素の相対濃度(P/B比)を比較・検討したところ、以下のことが明らかとなった。

- ① a\*とP/B比の間には相関関係が認められなかったが、b\*およびL\*とP/B比の間には負の相関関係が認められた。
- ② 晩材部において、呈色されなかったにも関わらず、銅元素が存在する領域が認められた。

### 引用文献

- (1) 土谷康夫(1998)電子プローブ・マイクロアナライザー. p. 159, 日本表面科学学会編, 丸善, 東京.
- (2) Matsunaga, H. *et al.* (2001) The Internat. Res. Group on Wood Preserv : Document No. IRG/WP01-40208.
- (3) 松永浩史ほか(2001)木材学会誌 47(5):383-388.

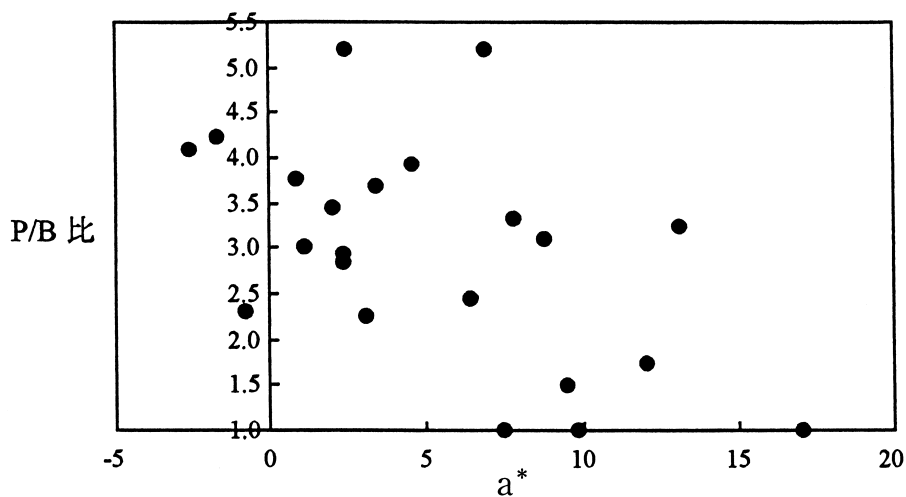


図-1. 早材部における a\* と P/B 比との関係

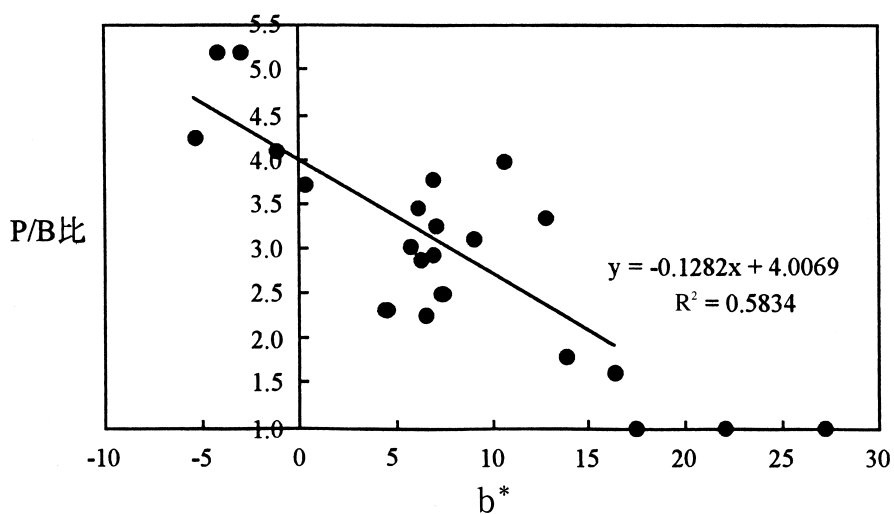


図-2. 早材部における b\* と P/B 比との関係

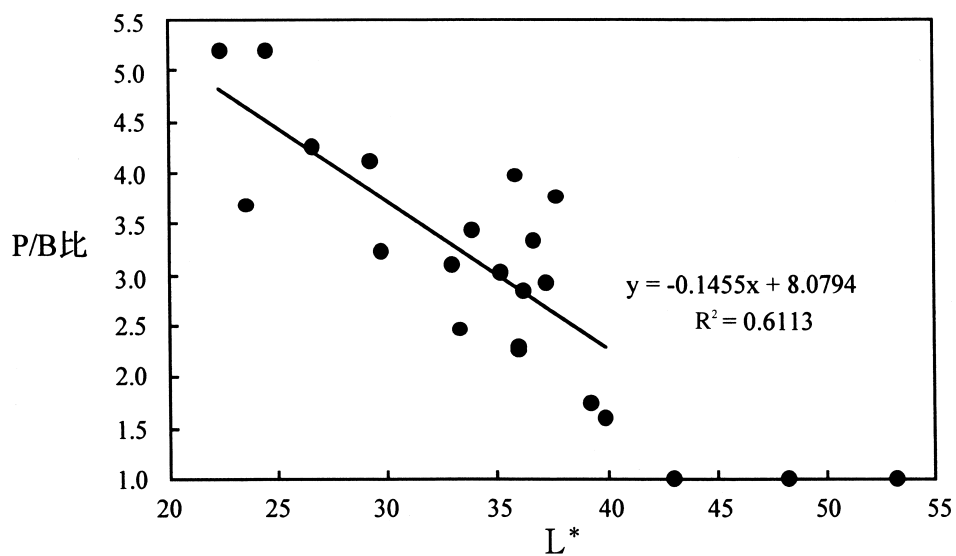


図-3. 早材部における L\* と P/B 比との関係

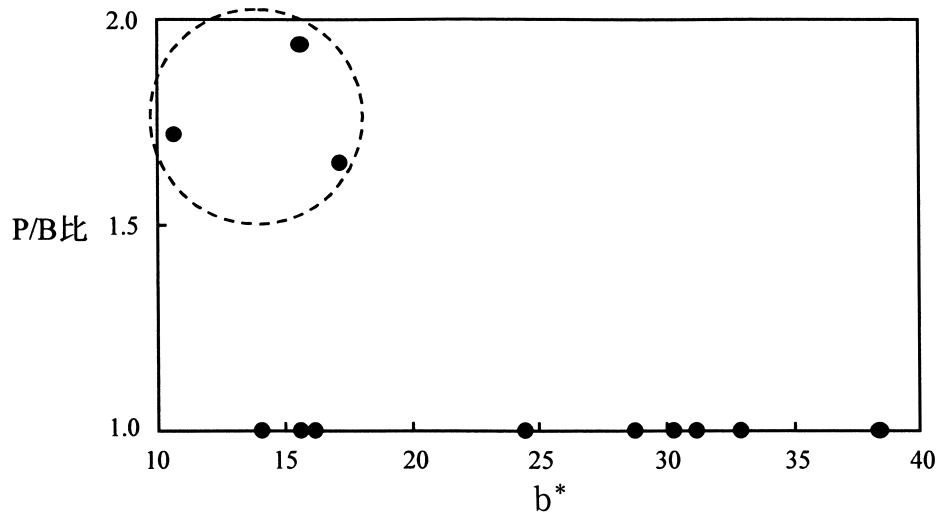


図-4. 晩材部における  $b^*$  と P/B比との関係

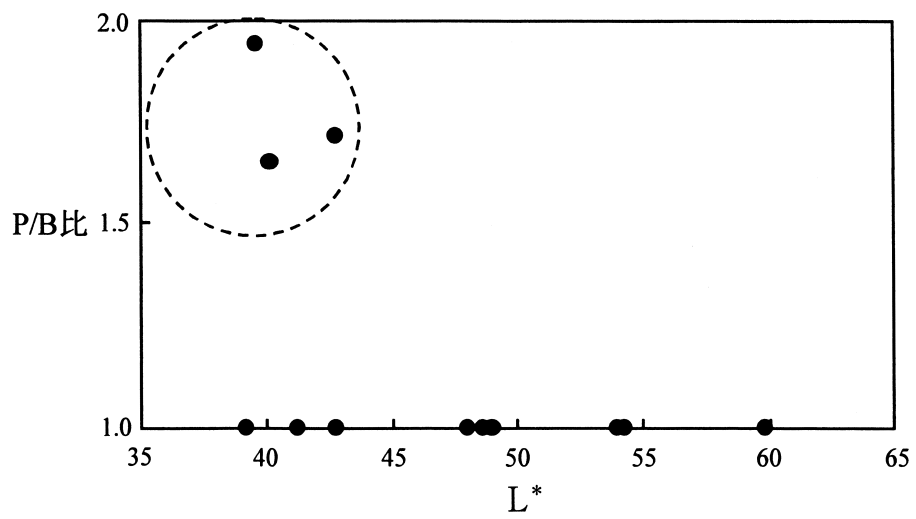


図-5. 晩材部における  $L^*$  と P/B比との関係

(2001年11月26日 受理)