

外装材として用いられる熱帯産材の促進耐候試験 ～湿潤性と材色におよぼす影響～

(北海道立林産試験場)

岸野正典

(島根大学総合理工学部)

中野隆人

1. はじめに

屋外での用途において、木材は様々な環境の変化に曝され、結果として様々な度合いの色の变化や表面の荒れを生じる。このような表面性状の変化は、エクステリア資材としてのサービスマイフを決定するなど、実用上大変重要な要因となっている。

近年、比較的比重の高い木材が南アメリカやアフリカ、東南アジアから日本に輸入され、外装材として用いられている。このような熱帯産材については、材色の变化も含め、耐候試験に伴うその表面性状の変化は明らかにされていない。そこで、屋外での用途に用いられることの多い熱帯産材:カマバアカシア(*Acacia auriculiformis*)、バンキライ(*Shorea spp.*)、クマル(*Dipteryx spp.*)、イペ低比重材および高比重材(*Tabebuia spp.*)、ジャラ(*Eucalyptus marginata*)、クルイン(*Dipterocarpus spp.*)、テリハユーカリ(*Eucalyptus robusta*)について、表面性状の中でも知見の少ない湿潤性の变化と、多大な実用的関心が払われてきた材色の变化を検討した。なお、本稿の詳細については、*Holzforschung* 誌^{1,2)}に、その概要は林産試験場報^{3,4)}に掲載されている。

2. 耐候試験に伴う湿潤性の变化^{1,3)}

木材の湿潤性も重要な表面性状の一つであるが、耐候試験に伴う湿潤性の变化に関する論文は限られている。唯一、Kalnins と Feist⁵⁾によって、木材の耐候試験が 1) 抽出物の撥水効果の減少または除去、2) 木材の疎水性リグニン構造の分解、3) セルロースに富む表面の露出によって湿潤性を増加すると述べられているだけである⁵⁾。

筆者らは、暴露に伴う材表面の接触角の変化と IR 分析および実体顕微鏡観察の結果との関係を調べた。暴露前の試片の接触角は樹種によって異なっており、これは化学的性質の違いよりもむしろ表面上における道管の面積率のような構造的要因によることが明らかとなった。他方、概して、供試材の接触角は暴露 20 時間まで増加し、その後低下する傾向が認められた。暴露に伴う材表面の湿潤性の増加は露出したセルロースおよび吸着された水分の両方由来する水酸基の増加により説明できる。

また、樹種により異なる OH/CH₂ 比によって接触角が 0°

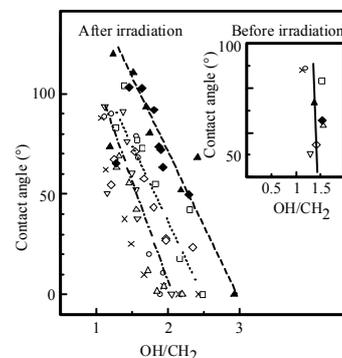


図1. 接触角と IR 分析によって検出された水酸基との関係

凡例: ◆: カマバアカシア, ◇: バンキライ, ▽: クマル,
×: イペ高比重材, ○: イペ低比重材, ▲: ジャラ,
△: クルイン, □: テリハユーカリ。

となる傾向が認められた(図1)。600 時間暴露後の材表面はセルロースに富む層と見なすことができたため、セルロースに富む表面になった後でさえも、湿潤性における樹種間の相違が存在することが明らかとなった。この樹種間の相違は、構造的な要因によるものと推察された。

3. 耐候試験に伴う材色の变化^{2,4)}

暴露に伴う木材の色の变化は、その美的価値を損なうため、多大な実用的関心が持たれてきた。Sandermann と Schlumbom⁶⁾ は市販の 75 樹種以上の変色について、樹種によって変色の程度が異なることを報告している。

供試した材のすべてで、著しい変色が認められたが、その程度は樹種によって異なっていた。たとえば、カマバアカシアやクマル、イペ低比重材および高比重材、クルインでは、暴露 50 時間まで Δb^* が増加し、その後減少したが、対照的に、バンキライ、ジャラ、テリハユーカリの Δb^* は暴露時間とともに減少した。なお、 Δb^* の増加は黄変を表す。

一般的に、樹種によって異なる著しい変色はその抽出成分に起因する。この様な抽出物の関与に加えて、リグニンの光化学分解から生成した発色団も材色の变化に重要な役割を担っている。近年、紙・パルプの黄変はもとより、木材の変色とリグニンの分解との関係⁷⁾、とりわけ黄変に及ぼすキノン類の役割^{8,9)}が注目されている。たとえば、スプリース材の黄変は 1510 cm⁻¹ 付近のリグニンバン

ドの減少と関係し、さらに 1730 cm^{-1} 付近に吸収を示す非共役カルボニル基の増加とも関係することが報告されている⁷⁾。この非共役カルボニル基の生成は *p*-キノンの光還元に伴うリグニンや糖類のアルコール性水酸基の酸化によって説明される^{8,9)}。

今回供試した材でも、 Δb^* が増加した材では、 Δb^* と 1740 cm^{-1} 付近のバンドの強度比との間に、図2に示すような関係が認められた。

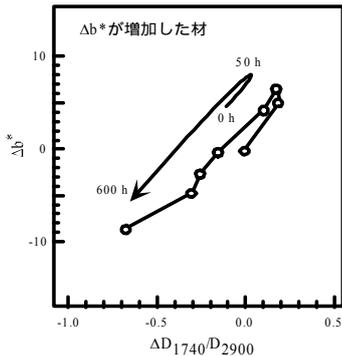


図2. Δb^* の増加におよぼす非共役カルボニル基の影響

一方、 Δb^* が減少した材でも、 1740 cm^{-1} 付近の吸収は増加していたが、 Δb^* と関係づけることができなかった。これらの材における 1740 cm^{-1} 付近の吸収の増加は可視光 - 紫外線拡散反射スペクトルにおける 410 nm の吸収の増加と図3に示すような関係が認められた。Schmidt と Heitner¹⁰⁾の報告によれば、 410 nm の吸収はリグニンの光化学分解生成物である *o*-キノンに起因する吸収である。そのため、 Δb^* が減少した材における 1740 cm^{-1} 付近の吸収の増加に、 410 nm に吸収を持つリグニンの光分解産物、おそらく *o*-キノン¹⁰⁾が関与しているものと推察された。

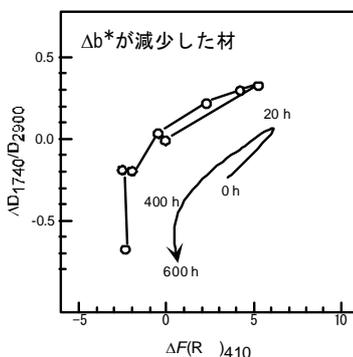


図3. 非共役カルボニル基と 410 nm の吸収の関係

4. おわりに

表面性状の中でも知見の少ない、暴露に伴う湿潤性の

変化と、多大な実用的関心が払われてきた材色の変化について筆者らの研究を紹介した。多大な実用的関心が払われてきた材色の変化についても、カルボニル領域における吸収の増加や黄変に及ぼす *o*-および *p*-キノンの寄与、リグニン構造との関係など、木材化学上多くの課題が残されている。これらの課題を解決し、表面性状の変化を理解することは、木材化学上重要な知見を与えるばかりでなく、木材を利用していく上でも意義のある問題と思われる。

とりわけ、近年ではエクステリア資材としてばかりでなく、マルチング資材や木質遊歩道などとして、様々な樹種が屋外で用いられている。日光に曝されるかぎり、暴露に伴う表面性状の変化はさけられず、その結果として景観の悪化や、それをさけるための度重なるメンテナンスが必要となっている。これらの不都合を軽減するためには、より安全で、より効果的な表面処理技術の開発が待たれている。

本稿で述べた暴露に伴う表面性状の変化に関する知見も、このような表面処理技術の開発への一助となれば幸いです。

引用文献

- 1) Kishino, M.; Nakano, T.: *Holzforschung*, **58**(5), 552-557 (2004).
- 2) Kishino, M.; Nakano, T.: *Holzforschung*, **58**(5), 558-565 (2004).
- 3) 岸野正典, 中野隆人: *林産試験場報*, **19**(1), 7-12 (2005).
- 4) 岸野正典, 中野隆人: *林産試験場報*, **19**(1), 13-19 (2005).
- 5) Kalnins, M. A.; Feist, W. C.: *Forest Prod. J.*, **43**(2), 55-57 (1993).
- 6) Sandermann, W.; Schlumbom, F.: *Holz als Roh-Werkstoff*, **20**, 285-291 (1962).
- 7) Müller, U. et al.: *J. Photochem. Photobiology Part B. Biology*, **69**, 97-105 (2003).
- 8) Agarwal, U. P.: *J. Wood Chem. Technol.*, **18**, 381-402 (1998).
- 9) Agarwal, U. P.: "Proceedings of 10th International Symposium on Wood and Pulping Chemistry", Yokohama, pp. I-694 - I-697 (1999).
- 10) Schmidt, J. A.; Heitner, C.: *J. Wood Chem. Technol.*, **15**, 223-245 (1995).