

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2006～2009

課題番号：18580169

研究課題名（和文） 屋外使用環境下における難燃処理木材の性能低下メカニズムの解明

研究課題名（英文） Study on Performance Deterioration Mechanism of Fire-retardant Treated Wood under Outdoor Use.

研究代表者

原田 寿郎（HARADA TOSHIRO）

独立行政法人森林総合研究所・木材改質研究領域・室長

研究者番号：50353818

研究分野：農学

科研費の分科・細目：林学、林産科学・木質工学

キーワード：難燃処理木材、防火性能、屋外耐久性、劣化機構、SEM-EDXA 分析

#### 1. 研究計画の概要

本研究は、難燃処理木材の屋外での使用環境下における性能低下現象を把握し、その劣化機構を明らかにするとともに塗装の有効性を検証することを目的とする。解明すべきポイントは、①屋外使用環境下での難燃処理木材の防火性能低下の把握、②塗装による防火性能低下抑制効果の解明、③難燃薬剤の溶脱機構の解明であり、これらを達成するため、以下のとおり、研究計画を定めた。

##### (1) 試験体の調整

準不燃材料レベルの難燃処理木材となるよう、減圧・加圧法により難燃薬剤を木材に注入し、乾燥後に塗装を施した試験体を調整する。薬剤の種類はりん酸系、ほう砂・ほう酸系など数種類、塗料の種類は水性・油性、造膜型・半造膜型・含浸型、隠蔽型・半透明型・透明型などから数種類を選択する

##### (2) 耐候性試験の実施

耐候性試験として、促進耐候性試験（ウエザメータ試験）及び屋外暴露試験を行い、所定の期間暴露後の、薬剤残存量、はっ水度、色差を測定し、各処理条件の試験体について、耐候性試験経過時間と耐候性の関係を明らかにする。

##### (3) 防火性能試験の実施

各処理条件について、一定時間の耐候性試験を実施した試験体の防火性能をコーンカロリメータ試験（ISO5660-1）により評価し、耐候性試験経過時間と防火性能劣化の関係を明らかにする。

##### (4) SEM-EDXA 分析による薬剤分布の把握

SEM-EDXA 分析により、試験体内の薬剤の分布を把握し、耐候試験による薬剤の溶脱メカニズムを明らかにする。

(5) いろいろな難燃薬剤と塗装の組合せによる試験を繰り返し、最適な組合せに関する検討を行う。

#### 2. 研究の進捗状況

(1) 難燃薬剤を注入し、塗装を行った木材の促進耐候性試験並びに屋外暴露試験は、4種類の難燃薬剤（薬剤 A（カルバミルポリりん酸アンモニウム系）、薬剤 B（ほう砂、ほう酸、りん酸アンモニウム混合物）、薬剤 C（無機りん酸・窒素系）、薬剤 D（りん酸グアニジン系））と、水性・油性、造膜・半造膜・含浸、隠蔽・半透明・透明の特徴を有する 9種の塗料を組合せた試験体で実施している。

(2) 難燃薬剤の溶脱性については、無塗装の試験体の薬剤残存量を 500 時間までのウエザメータ試験と比較すると、薬剤残存量は  $D > A > C$  の順となった（B の試験は未実施）。

(3) 塗装の効果については、①水性・造膜・隠蔽型と②油性・含浸・半透明型、③油性・半造膜・半透明型、④油性・造膜・透明型を塗装した薬剤 A 注入試験体を比較したところ、2000 時間のウエザメータ試験での薬剤残存量は②>③=①>④で、透明型より顔料が含まれるものの方が溶脱が少なかったが、12 ヶ月の屋外暴露では④>③>②>①となり、異なる傾向が見られた。

(4) 防火性能に関しては、薬剤 A を注入した試験体についての評価を先行して行っている。ウエザメータ試験については、無塗装では、250 時間経過後には難燃材料レベルまで防火性能が低下したが、塗装したものでは 1000 時間経過後も①、②、③は準不燃材料レベル、④は難燃材料レベルの性能を維持していた。また、屋外暴露試験では、塗装の有

無によらず、6ヶ月までは準不燃材料レベルの性能を維持したが、12ヶ月後にその性能を維持しているのは③だけであった。

(5) SEM-EDXA による薬剤分布の観察により、薬剤注入時には木材全体にわたりその細胞壁内及び細胞内腔に薬剤が入っているが、促進耐候性試験を行うと、表層に近い側の細胞内腔から薬剤が溶出するものの、細胞壁内の薬剤は残留していること、塗装した難燃処理木材からの薬剤の溶脱は、割れの個所から進んでいくことが明らかとなった。

### 3. 現在までの達成度

②おおむね順調に進展している。

(理由)

予定していた薬剤注入、塗装による試験体の調整が終了し、全ての試験体について、ウェザメータ試験、屋外暴露試験を実施、継続中であり、ほぼ、予定通りに計画が進行している。

### 4. 今後の研究の推進方策

本課題では、数種類の薬剤と塗料の組合せをトライ・アンド・エラー方式で検討することとしており、2006年度は薬剤 A、B、2007年度は薬剤 C、2008年度は薬剤 D の注入を行なったことから、全ての組み合わせについて 2000 時間のウェザメータ試験結果、1 年以上の屋外暴露試験結果が出揃うのは最終年度となる 2009 年度となる。

2009 年度は、現在、実施中のすべての処理条件での比較検討を行い、当初計画に示した①屋外使用環境下での難燃処理木材の防火性能低下の把握、②塗装による防火性能低下抑制効果の解明、③難燃薬剤の溶脱機構の解明を行なうとともに、最適な組合せの選考に向けた処理方法の検討を行なう予定である。

### 5. 代表的な研究成果

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 1 件)

① Toshiro Harada、Yasushi Nakashima、Yashushi Anazawa、The effect of ceramic coating of fire-retardant wood on combustibility and weatherability, Journal of Wood Science、査読有り、53 巻、2007 年、249 - 254

[学会発表] (計 4 件)

① Toshiro Harada、Hiroshi Matsunaga、Yutaka Kataoka、Daisuke Kamikawa、Makoto Kiguchi、The effect of coating on the leachability and

combustion of fire-retardant impregnated wood after weathering test、Fire and Materials、2009 年 1 月 26～28 日、San Francisco

② Hiroshi Matsunaga、Toshiro Harada、Yutaka Kataoka、Makoto Kiguchi、Daisuke Kamikawa、The effect of coatings on the leachability of fire-retardants in sugi sapwood、International Research Group on Wood Protection、2008 年 5 月 25～29 日、Istanbul

③ 原田寿郎、片岡厚、木口実、松永浩史、上川大輔、難燃処理木材のウェザメータ試験による耐候性評価、日本木材学会、2007 年 8 月 10 日、広島

[図書] (計 0 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

○取得状況 (計 0 件)

[その他]