

防腐剤塗布処理丸太の野外耐久性

—被害度の観察結果—

奥村真由己

森 満範

菊地 伸一

土居 修一*¹

Durability of Posts Treated by Brushing with Wood Preservatives During Field Exposure

-The estimation of damage grade by visual observation-

Mayumi OKUMURA

Mitsunori MORI

Shin'ichi KIKUCHI

Shuichi DOI*¹

Karamatsu (*Larix leptolepis*) and Todomatsu (*Abies sachalinensis*) posts treated with wood preservatives by brushing were set in the experiment field of the Hokkaido Forest Products Research Institute, and the damage grades were examined by visual observation during 11 years. 4 kinds of organic compounds, Cu-naphthenate and creosote oil were used for brushing-type preservatives.

The results were summarized as follows :

- 1) The service lives were estimated to be 2~4 and 3 years for untreated Todomatsu and Karamatsu, respectively.
- 2) In the case of the posts treated with organic compounds, the damage grades were not affected by the kind of preservatives and the concentration of treating solution (2%, 3%). Those service lives were 5~8 years.
- 3) The service lives of the posts treated with Cu-naphthenate and creosote oil were estimated to be about 10 years for each.
- 4) In the case of treated posts, the service lives of Todomatsu were longer than those of Karamatsu by about 1~2 years.
- 5) There was no difference in the service life by post size.

Keywords: post, field exposure, preservatives, brushing treatment, damage grade

丸太, 野外暴露, 防腐剤, 塗布処理, 被害度

カラマツ・トドマツの防腐剤塗布処理丸太を、林産試験場内の暴露試験地に設置し、その被害度を11年間観察調査した。防腐剤として4種の有機化合物、ナフテン酸銅、クレオソート油を用いた。

得られた結果は次のとおりである。

- 1) 無処理材の耐用年数は、トドマツで2~4年、カラマツで3年であった。
- 2) 有機化合物系防腐処理材では、被害度は防腐剤の種類、処理液濃度(2%, 3%)に依存せず、耐用年数は5~8年であった。
- 3) ナフテン酸銅とクレオソート油処理材の耐用年数は、10年程度であった。
- 4) 塗布処理丸太では、トドマツの方がカラマツよりも耐用年数が1~2年長かった。
- 5) 丸太径による耐用年数の差は認められなかった。

1. はじめに

近年、トドマツ、カラマツなど道産造林木の小径間伐材が丸太のまま杭、牧柵、土留材、木製遊具などのエクステリアに広く用いられつつある。無処理の木材は野外、特に土壌に接する条件下で光、水、微生物の攻撃などにより劣化するため、長期間の耐久性は期待できない。そこで何らかの防腐処理が求められる。一般にCCA（クロム・銅・ヒ素化合物）やクレオソート油、近年ではAAC（アルキルアンモニウム化合物）の注入処理が広く用いられており、野外での長期の使用にも耐え得ることが各地の暴露試験で証明されている。また、屋外製品部材のAQ認証でも加圧注入が求められている¹⁾。

一方、塗布などの表面処理では薬剤が溶脱するため、土壌に接する使用には長期間耐えられないと考えられている。しかし、処理が手軽でメンテナンスも簡単であるという利点がある。外構用部材に関するアンケート調査結果²⁾によると、木製外構部材に期待される耐用年数の一つの目安は10年であったが、木材の使用目的により要求性能は異なっていた。このため、耐用年数が加圧注入処理材より短い塗布

処理材でも用途によっては使用に耐え得ると考えられる。実際に野外で塗布処理材は用いられているが、その耐久性に関するデータは少ない³⁻⁵⁾。また気候条件、樹種などにより、劣化の進行も変わってくると考えられるため、地域ごとの丸太暴露試験データの蓄積が必要とされている。

ここでは、トドマツ、カラマツの小径丸太を、油状および油溶性の6種類の防腐剤を用いて塗布処理を行い、野外暴露試験に供した11年間の調査結果を報告する。

なお、本報告の概要は日本木材学会北海道支部大会（1996年11月、札幌市）で発表した。

2. 試験方法

2.1 試験体および処理方法

試験体にはトドマツ、カラマツ丸太を用いた。試験体の寸法は2種類で、大（以下B）は径20～24cm、小（以下S）は径10～14cm、長さはB、Sともに200cmとした。丸太は皮を剥いて天然乾燥した後、各防腐剤で2回塗布処理を行った。また、比較としてCCAの加圧注入処理を行った。防腐剤は市販のものを、

クレオソート油は原液のまま、他はそれぞれに適した溶媒で希釈して使用した。供試した防腐剤の種類、濃度、処理量を第1表に示した。CCAの注入条件は、前および後排気がそれぞれ740mmHg、30分、加圧は15kg/cm²、6時間とした。各条件につき繰り返し数は3～4とした。

2.2 暴露試験

試験体は1984年に林産試験場の暴露試験地にBは1.5m間隔、Sは1.0m間隔で設置した。各試験体は地中深さが80cm程度になるように埋設した。

各試験体の頭頂部と地際部について、農林水産省森林総合研究所の評価法⁶⁾に準じて被害度を年1回目視調査した。丸太の被害度は、第2表に示すような基準に従って6段階に分類される。得られた被害度を各条件ご

第1表 供試防腐剤と処理条件

Table 1. Preservatives and treating conditions.

| | 防腐剤 Preservatives | 主成分 Principal component | 処理液濃度 Conc. of treating solution (%) | 処理量 Retention of treating solution (ml/m ²) |
|-------------------------------|----------------------|----------------------------|---|--|
| 塗布 Brushing | TBP | 2,4,6-Tribromophenol | 3 | 630 |
| | ベルサイダー | 4-Bromo-2,5-dichlorophenol | 2 | 700 |
| | Vercider | orphenol | 3 | 700 |
| | TBTO | Tributhyltin oxide | 2 | 580 |
| | | | 3 | 570 |
| | OMP | Methyl methacrylate+TBTO | 2 | 570 |
| | | | 3 | 570 |
| クレオソート油 Creosote oil | JIS K 2470 NO.1 | 100 | 780 | |
| ナフテン酸銅 Cu-naphthenate | Cu | 2 | 920 | |
| | | 3 | 670 | |
| 加圧注入 Pressure impregnation | CCA | Cr, Cu, As | 2 | 3.7(トドマツ) |
| | | | | 3.7(カラマツ) |

注：1)：固形分吸収量(kg/m³)

Note：1)：Retention of solid ingredient(kg/m³)

第2表 被害度の評価基準
Table 2. Standards of damage grading.

| 被害度 Damage grade | 観察状態 Observed condition |
|---------------------|---|
| 0 | 健全 Sound(no attack) |
| 1 | 部分的に軽度の虫害または腐朽 Slight but superficial decay(attack) |
| 2 | 全面的に軽度の虫害または腐朽 Evident but moderate decay(attack) |
| 3 | 2の状態のうえに部分的にはげしい虫害または腐朽 Partial severe decay(attack) |
| 4 | 全面的にはげしい虫害または腐朽 Severe decay(attack) |
| 5 | 虫害または腐朽により形がくずれる Destroyed |

とに平均して平均被害度を求め、その値が2.5以上に達した年数を耐用年数とした。

2.3 試験地の概況

試験地は北海道の中央部上川盆地内の旭川市南東部に位置している。旭川の気象環境は、年平均気温6.4℃、年平均相対湿度76%、年間降水量1091mmである⁷⁾。年間の気温差が大きく、降水量は少ないが、積雪量は多い。

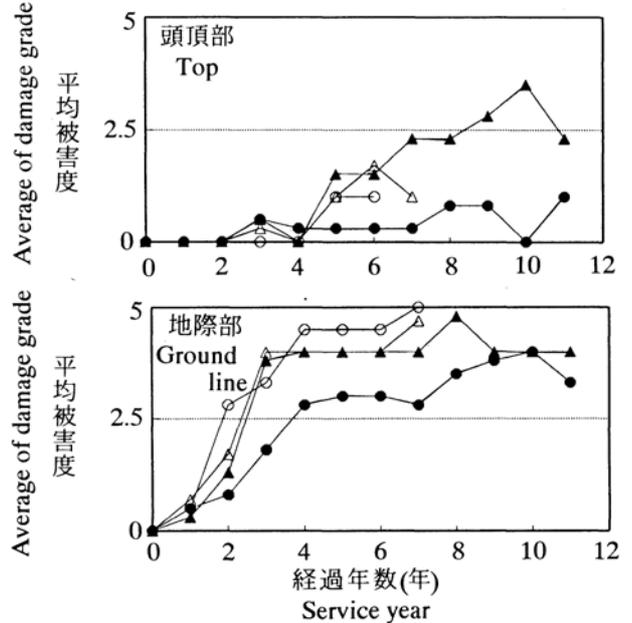
冬には試験体の地際部数10cmは雪に埋もれており、夏には下草が繁茂している。調査は毎年10月頃、草を刈り取った後に行った。

3. 結果と考察

無処理材の平均被害度の経年変化を第1図に示した。地際部の耐用年数は、トドマツBは4年、Sは2年、カラマツB、Sはともに3年で、森林総合研究所の杭試験⁸⁾による結果とほぼ同様の値であった。Sは、トドマツ、カラマツともに8年ですべて倒壊したが、Bは倒壊には至っていない。丸太径が大きくなると、辺材部が腐朽して被害度が2.5をこえても心材部が残っているため、残存強度が大きいためであると推察できる。

丸太頭頂部の木口面は、日光、雨などによる劣化が多少認められたが、カラマツB以外の試験体は平均被害度2.5以下であった。既報⁸⁻⁹⁾によると、頭頂

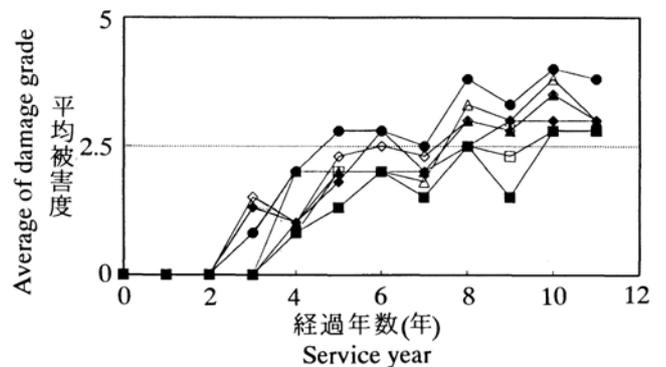
部、地際部、地中部の3か所の調査結果では、ほとんどの素材や防腐処理材において、地際部と地中部の被害度の進行は頭頂部よりも早かった。以上のように、野外で使用される場合に問題になるのは主に土壤に接する部分である。そこで、地際部の被害度



第1図 無処理材の平均被害度の経年変化
注：B：丸太径20～24cm S：丸太径10～14cm
凡例：●：トドマツB ○：トドマツS
▲：カラマツB △：カラマツS

Fig.1. Average of damage grade during service years on untreated posts.

Note : B : 20~24cm in diameter
S : 10~14cm in diameter
Legend : ● : Todomatsu B ○ : Todomatsu S
▲ : Karamatsu B △ : Karamatsu S



第2図 有機化合物系防腐剤処理トドマツB材の平均被害度の経年変化

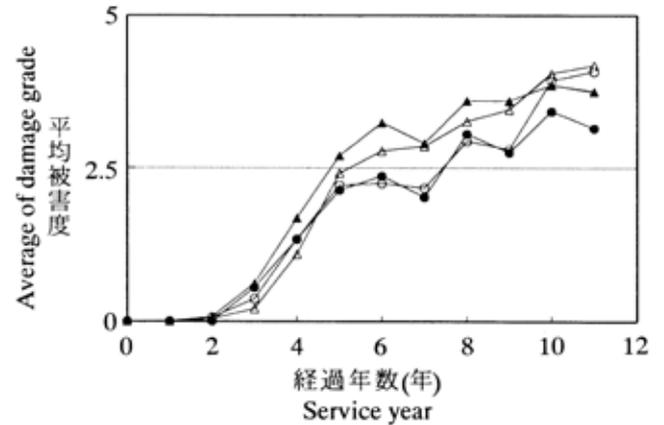
Fig.2. Average of damage grade during service years on Todomatsu B posts treated with organic compounds.

Legend : ● : TBP 3% △ : VER 2% ▲ : VER 3%
□ : TBTO 2% ■ : TBTO 3% ◇ : OMP 2%
◆ : OMP 3%

から試験体の耐用年数を推定した。

TBP, ペルサイダー, TBT0, OMPの4種の有機化合物系防腐処理材について、トドマツBにおける平均被害度の経年変化を第2図に示した。これらの防腐剤では、処理濃度2%と3%で耐用年数に差は認められなかった。また、この傾向はトドマツSおよびカラマツB, Sでも同様に示された。そこで、処理濃度2%および3%で処理された丸太の被害度の平均値を、その防腐処理材の被害度とした。有機化合物系で防腐処理された材の平均被害度の経年変化を、樹種別に第3図に示した。全体に、平均被害度は、防腐剤によるばらつきは多少あるが、樹種ごとに同じような増大傾向を示した。また、耐用年数はどの場合でも5~8年程度であった。第2図および第3図から、有機化合物系防腐処理による被害度は、おおむね一つにまとめて扱うことができると思われる。そこで、この4種の防腐剤処理による各被害度を平均して、有機化合物系防腐処理材の平均被害度として第4図に示した。これによると、トドマツの方がカラマツより耐用年数が1~2年長い傾向が示された。また、BとSによる耐用年数の差はほとんど認められなかった。

上記4種類の有機化合物系防腐剤以外で処理した丸太の、平均被害度の経年変化を樹種別にまとめて第5図に示した。なお、ナフテン酸銅については処理濃度2%と3%での被害度を平均したものをを用いた。また、いずれの処理においても、BとSで被害

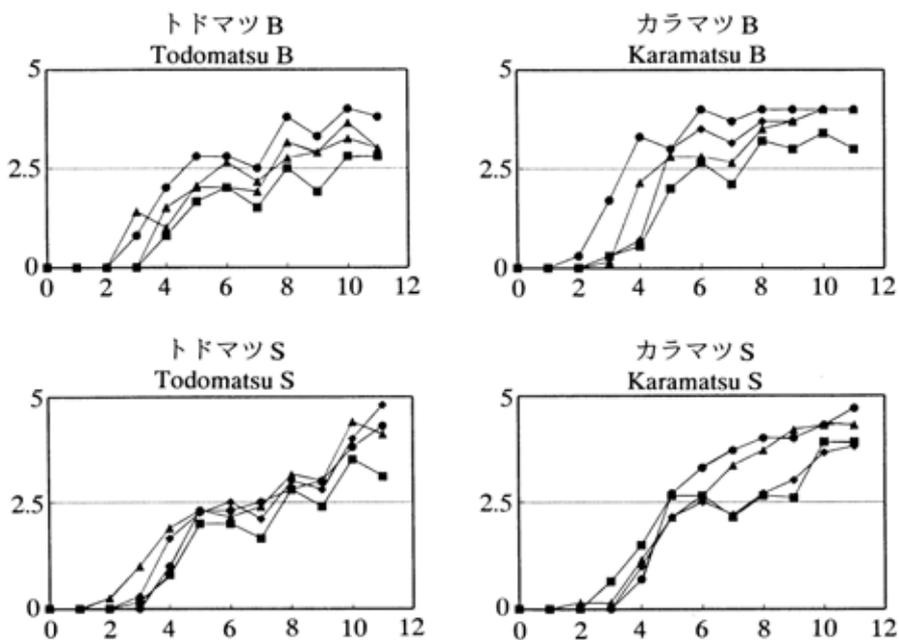


第4図 有機化合物系防腐処理材の平均被害度の経年変化

凡例：●：トドマツB ○：トドマツS
▲：カラマツB △：カラマツS

Fig.4. Average of damage grade during service years on posts treated with organic compounds.

Legend : ● : Todomatsu B ○ : Todomatsu S
▲ : Katamatsu B △ : Karamatsu S



第3図 有機化合物系防腐処理材の平均被害度の経年変化

注：横軸：経過年数(年)、縦軸：平均被害度
凡例：●：TBP ▲：VER ■：TBT0 ◆：OMP

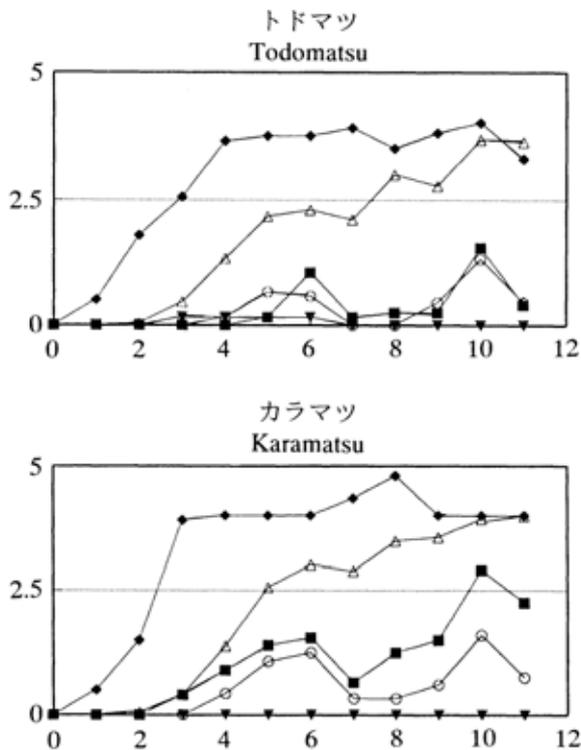
Fig.3. Average of damage grade during service years on posts treated with organic compounds.

Note : Horizontal axis : Service years, Vertical axis : Average of damage grade.
Legend: ● : TBP ▲ : VER ■ : TBT0 ◆ : OMP

度に顕著な差は認められなかったので、BとSの平均値をトドマツ、カラマツの値として表した。

ナフテン酸銅で処理された丸太の平均被害度は、11年経過時点で2.5を下回っていた。このことから、耐用年数は12年以上と推察された。また、クレオソート油処理の耐用年数は、トドマツで12年以上、カラマツで10年であった。クレオソート油の注入処理材は耐用年数がかなり長いことが知られている⁹⁾が、塗布処理でも比較的高い耐久性を示した。野外での耐用年数の目安を10年とすると、ナフテン酸銅とクレオソート油塗布処理による可能性が示唆された。

比較のためCCAを加圧注入処理した試験体では、11年経過時点では腐朽による劣化はほとんど認められなかった。土壤暴露後28年でほとんど腐朽していない例¹⁰⁾もあり、今後も十分に使用に耐え得ると思われる。



第5図 各防腐剤処理における平均被害度の経年変化
注：横軸：経過年数(年)，縦軸：平均被害度
凡例：◆：無処理 △：有機化合物 ■：クレオソート油
○：ナフテン酸銅 ▼：CCA

Fig.5. Average of damage grade during service years on posts.

Note : Horizontal axis : Service years,
Vertical axis : Average of damage grade.
Legend : ◆ : Untreated △ : Organic compound
■ : Creosote oil ○ : Cu-naphthenate
▼ : CCA

防腐剤の種類にかかわらず全体的に、トドマツの方がカラマツよりも耐用年数が長かった。これは、防腐剤の浸透性の違いにもよると考えられる。また、防腐剤ごとの被害度は、大きいものから無処理、有機化合物系、クレオソート油、ナフテン酸銅、CCAの順であった。

以上の結果から、各種防腐処理材の耐用年数は第3表のように推定された。

これまで耐用年数は、森林総合研究所の方法に基づく肉眼観察による平均被害度が2.5以上に達した年数としてきた。しかし、富山県における治山木杭の耐久性調査¹¹⁾において、治山木杭としての機能が木杭の折損率10%に達するまで保たれていると仮定した場合、耐用年数は平均被害度が3.4に達した年数と推定された。このように、丸太の使用目的により耐用年数の考え方は異なる。例えば、遊具等折れてはならないものでは平均被害度2~2.5程度、牧柵

第3表 防腐処理丸太の耐用年数
Table 3. Service lives of posts treated with preservatives.

| 防腐剤 Preservatives | 耐用年数(年) Service life(years) | |
|--------------------------|--------------------------------|-------------------|
| | トドマツ Todomatsu | カラマツ Karamatsu |
| | 無処理 Untreated | 2~4 |
| TBP | 5~7 | 4~5 |
| ベルサイダー Vercider | 7~8 | 5~8 |
| TBTO | 8 | 5~9 |
| OMP | 5~6 | 5~8 |
| クレオソート油 Creosote oil | * | 10 |
| ナフテン酸銅 Cu-naphthenate | * | * |
| CCA | * | * |

注：*：12年以上
Note：*：Over 12 years.

等多少折れても安全上大きな支障のないものでは平均被害度3~3.5程度で耐用年数とみなすことができるかもしれない。

無処理トドマツの耐用年数はSの方がBよりも小さいが、処理によってSとBの差が小さくなった。これは、丸太径により耐朽性に差のある木材を防腐処理することにより、ある一定レベルの防腐効力を与えられていることを示唆している。一方、Sでは耐用年数を超えた後、8~11年目に倒壊したものが全体で24本あったのに対し、Bの倒壊は1本のみであった。これは前述のとおり、Bは心材部の径が大きいいため、丸太の辺材部が腐朽しても倒壊には至らないためと考えられる。このようにBとSで、観察による被害度が同程度であっても残存強度が異なると考えられる。より実際の耐久性を明らかにするため、地際部の残存強度の測定や断面欠損状況の調査などが必要であると考えられる。

4. まとめ

- ・無処理材の耐用年数は、トドマツで2~4年、カラマツで3年であった。
- ・有機化合物系防腐処理材では、被害度は防腐剤の種類、処理濃度（2%、3%）に依存せず、耐用年数は5~8年程度であった。
- ・ナフテン酸銅とクレオソート油処理材の耐用年数は、10年程度であった。
- ・塗布処理丸太では、トドマツの方がカラマツよりも耐用年数が1~2年長かった。
- ・丸太径による耐用年数の差は認められなかった。

文 献

- 1) 秋山俊夫：木材保存, 18(6), 2-7(1992).
- 2) 外構用部材利用増進可能性調査事業報告書, 日本木材備蓄機構編, 1989, p. 39.
- 3) Mayer, P. et al. : *Forest Prod. J.*, 45(11/12), 53-56 (1995).
- 4) 鈴木憲太郎 ほか3名：林業試験場研究報告, 315, 105-112(1981).
- 5) 名取 潤：木材保存, 21(1), 16-22(1995).
- 6) 雨宮昭二：林業試験場研究報告, 150, 143-156 (1963).
- 7) 旭川市統計書平成7(1995)年度版, 旭川市編, 1995, p. 6.
- 8) 松岡昭四郎 ほか5名：林業試験場研究報告, 232, 109-135(1970).
- 9) 井上 衛 ほか4名：林業試験場研究報告, 347, 1-33(1987).
- 10) 森 満範：未発表.
- 11) 長谷川益夫 ほか8名：木材保存, 19(1), 13-22 (1993).

— 性能部 耐久性能科 —

— * 1秋田県立農業短期大学附属

木材高度加工研究所 —

(原稿受理：1996. 12. 17)