

## 浅川実験林苗畑の杭試験(6)

## 防腐処理杭の18年間の被害度と耐用年数

雨宮昭二<sup>(1)</sup>・松岡昭四郎<sup>(2)</sup>・庄司要作<sup>(3)</sup>井上 衛<sup>(4)</sup>・鈴木憲太郎<sup>(5)</sup>

Shôji AMEMIYA, Shôshiro MATSUOKA, Yôsaku SHÔJI, Mamoru INOUE  
and Kentarô SUZUKI: Stake Test at Asakawa Experiment Forest (6)  
Inspection of the treated stakes during eighteen years

要 旨: 浅川実験林苗畑において行っている杭試験において防腐処理杭の最長18年間経過した被害経過ならびに耐用年数について報告する。供試杭は $3 \times 3 \times 60$  cm のスギ辺材を地中に30 cm まで埋めて試験を行なった。各種処理杭で特徴ある被害経過をまとめてみると以下の通りである。

無処理の辺材は地上・地中ともに耐用年数は3年であったが、心材の地中部は辺材と大差ないが、地上部は18年後でもほとんど被害はなかった。クレオソート油の原液処理杭は18年後でもほとんど健全であるが、5倍に灯油で希釈したものは地中部の耐用年数が16年、10倍に希釈したものは13年であった。PF系防腐剤処理杭では砒素化合物やクロム化合物などの劇毒物を含まない薬剤処理杭は耐用年数が10年以下となり、安全性と効力持続性とは相反する結果となった。銅化合物はいずれも杭の地上部の木口面の被害が短期間にあらわれるのが特徴である。ほう素化合物は濃度に関係なく野外では効力が小さい。フェノール樹脂は十分に注入すれば単独でも防腐効果はあるが、注入量が少なくなるときに、Na-PCPを添加すれば相乗効果があらわれて、効力持続性はそれほど低下しない。TBTOその他有機錫化合物は $4 \text{ kg/m}^3$ の注入量の処理杭で耐用年数15年、それ以下の注入量では耐用年数は10年以下である。塗布用薬剤では高沸点溶媒を含んでいるものの方が効果は大である。

## 1. ま え が き

防腐研究室においては昭和33年以来浅川実験林苗畑に、杭試験地を設置して、防腐処理杭の被害度の調査を継続してきている (Fig. 1 参照)。

そのなかで被害度調査結果の中間報告として、本試験の第2, 3報において<sup>2)3)</sup>、10年間の被害経過についてすでに発表しており、さらにクレオソート油処理杭中のクレオソート油の残存量については第4報において<sup>4)</sup>、また、硫酸銅・ウォルマン塩系防腐剤ならびにポリデン塩系防腐剤処理杭中の各種金属残存量については第5報において<sup>5)</sup>報告してきている。

しかし、昭和51年末において、最初から設置した杭はすでに18年を経過しており、薬剤の種類によっては、吸収量ごとの耐用年数が明らかになったものも多数に達しており、防腐剤、防腐処理材の利用分野からも、本試験の最近の情報について要望が多いことなどを考えて、最近10年間の杭の被害度とその耐用年数について中間的にまとめて報告することにした。

なお、試験地の概況、気象状況、試験杭の調製、杭の設置方法などについては第2報に詳細に報告しているので、本報告では省略する。



Fig. 1 浅川実験林苗畑杭試験地

The stake test field at Asakawa Experiment Forest.

## 2. 杭の被害調査方式

防腐研究室においては以前より野外の木材の被害程度を評価する方式として、肉眼的な観察によって被害程度を 6 階級に分類し、それを被害度として数字で表わす方法を用いている。同一条件の杭については各々の杭の被害度を評価し、それらの値を平均して、そのグループの杭の平均被害度として表わす<sup>1)</sup>。

なお、本実験における各杭の評価は 1 本全体を総合的に評価することは困難なため、地

上部の木口面付近 (T)、地際部付近 (G)、地中部の木口面付近 (B) の 3 か所に分けて別々に評価を行い、平均被害度が 2.5 以上に達した年数をその集団のその部分の耐用年数とした。

被害度の区分の各内容はつぎの通りである。

被害度の区分と内容

被害度 観察状態

- |   |                          |
|---|--------------------------|
| 0 | 健全                       |
| 1 | 部分的に軽度の虫害または腐朽           |
| 2 | 全面的に軽度の虫害または腐朽           |
| 3 | 2 の状態のうえに部分的にはげしい虫害または腐朽 |
| 4 | 全面的にはげしい虫害または腐朽          |
| 5 | 虫害または腐朽により形がくずれる         |

## 3. 供 試 杭

秋田産のスギ、寸法  $3 \times 3 \times 60$  cm の角材。すべてプレーナー仕上げ。木取りは 2 方杭と追杭のいずれかで、処理杭用にはすべて辺材を用い、対照材としては無処理の辺材と心材を用いた。

処理方法として加圧処理では、前排気 600 mm, 30 分, 加圧  $5 \text{ kg/cm}^2$ , 30~60 分, 後排気 600 mm, 10 分, その他、拡散法処理、塗布処理によったものもある。吸収量の調整は、注入量をあまり変化させずに  $300 \sim 400 \text{ kg/m}^3$  の範囲におさめ、処理液濃度を変えて調節した。

## 4. 供試薬剤の品質または組成

クレオソート油の品質

|          |       |
|----------|-------|
| 比重       | 1.055 |
| 水分       | 0.1%  |
| 留分       |       |
| 235°C まで | 25%   |

|                 |      |
|-----------------|------|
| 235～315°C       | 44   |
| 315°C までの全量     | 69   |
| 315～330°C       | 12.5 |
| 酸性油分            | 1.03 |
| 比粘度 (40°C/20°C) | 1.58 |

**PF 系防腐剤 (JIS K 1550 フェノール類無機ふっ化物系木材防腐剤)**

## ◦ W-1 (JIS K 1550 3 種)

|                  |     |
|------------------|-----|
| NaF              | 87% |
| フェノール類           | 10  |
| SbF <sub>3</sub> | 3   |

## ◦ W-2 (JIS K 1550 1 種 2 号)

|                                               |     |
|-----------------------------------------------|-----|
| NaF                                           | 50% |
| フェノール類                                        | 10  |
| Na <sub>2</sub> HAsO <sub>4</sub>             | 10  |
| K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> | 30  |

## ◦ W-3 (JIS K 1550 1 種 1 号)

|                                               |      |
|-----------------------------------------------|------|
| NaF                                           | 25%  |
| フェノール類                                        | 12.5 |
| Na <sub>2</sub> HAsO <sub>4</sub>             | 25   |
| K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> | 37.5 |

## ◦ W-4 (JIS K 1550 2 種)

|                                               |       |
|-----------------------------------------------|-------|
| NaF                                           | 52.5% |
| フェノール類                                        | 10.5  |
| K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> | 37    |

注：フェノール類はジニトロオルトクレゾール

**ポリデン塩系防腐剤**

## ◦ Boliden salt S-25

|                                |      |
|--------------------------------|------|
| As <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | 36%  |
| CrO <sub>3</sub>               | 23   |
| ZnO                            | 11.6 |
| CuO                            | 3.9  |
| H <sub>2</sub> O               | 25.5 |

## ◦ Boliden salt K-33 (JIS K 1554 2 号)

|                                 |     |
|---------------------------------|-----|
| H <sub>3</sub> AsO <sub>4</sub> | 42% |
| CrO <sub>3</sub>                | 27  |
| CuO                             | 15  |
| H <sub>2</sub> O                | 16  |

## CCA 系防腐剤

## ◦ CCA (JIS K 1554 1 号)

|                        |     |
|------------------------|-----|
| $K_2Cr_2O_7$           | 56% |
| $CuSO_4 \cdot 5 H_2O$  | 33  |
| $As_2O_5 \cdot 2 H_2O$ | 11  |

## ◦ Tanalith CB

|           |       |
|-----------|-------|
| CuO       | 10.8% |
| $CrO_3$   | 26.4  |
| $H_3BO_3$ | 25.5  |
| $KHSO_4$  | 37.3  |

## ◦ Tancas C

|              |     |
|--------------|-----|
| $CuSO_4$     | 35% |
| $As_2O_5$    | 20  |
| $K_2Cr_2O_7$ | 45  |

## ACP (JIS K 1553 ペンタクロロフェノール銅のアンモニア溶液)

|              |      |
|--------------|------|
| Na-PCP       | 1.0% |
| $CuSO_4$     | 0.6  |
| $K_2Cr_2O_7$ | 0.8  |
| $NH_4OH$     | 4.2  |

## CZC (chromated zinc chloride)

|              |       |
|--------------|-------|
| $ZnCl_2$     | 81.5% |
| $K_2Cr_2O_7$ | 18.5  |

## ZMA (zinc-meta-arsenate)

|           |     |                      |
|-----------|-----|----------------------|
| $As_2O_3$ | 60% | } $CH_3COOH$ 1.6% 添加 |
| ZnO       | 40  |                      |

## 防火剤

## ◦ R

|                 |       |
|-----------------|-------|
| $(NH_4)_2HPO_4$ | 58.3% |
| $H_3BO_3$       | 25.0  |
| $NH_4Br$        | 16.7  |

## ◦ M

|                            |     |
|----------------------------|-----|
| $(NH_4)_2HPO_4$            | 10% |
| $(NH_4)_2SO_4$             | 60  |
| $Na_2B_4O_7 \cdot 10 H_2O$ | 10  |
| $H_3BO_3$                  | 20  |

## ◦ P

|          |     |
|----------|-----|
| $ZnCl_2$ | 35% |
|----------|-----|

|                                                              |    |
|--------------------------------------------------------------|----|
| $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$                                 | 35 |
| $\text{H}_3\text{BO}_3$                                      | 25 |
| $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ | 5  |

## 5. 被害調査結果

各処理杭の被害度ならびに耐用年数を薬剤の系統別に分けて示す。残存杭数は最初に設置した本数が腐朽の進行により折損し、次第に杭の残存数が減少してきた経過を示している。

### （１）スギ無処理心・辺材の平均被害度

Table 1 に示すように心材も辺材も地際部（G）と地中部の木口面（B）における被害経過ならびに耐用年数は3～4年で大差ない。ところが、地上部の木口面（T）は明らかに心材の方が耐用年数は長く、辺材は地際以下とほとんど同程度の耐用年数しかない。これらのことから、スギでも土に直

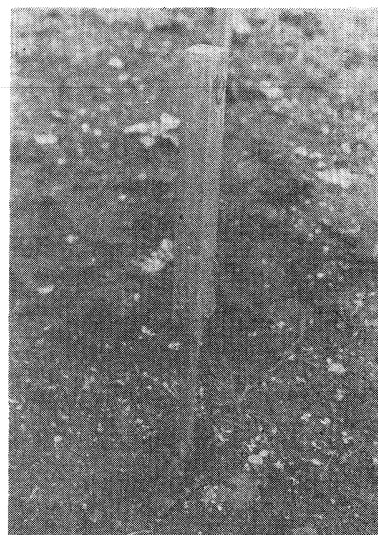


Fig. 2 スギ心材の被害状態  
The damage on the SUGI heartwood.

Table 1. スギ無処理辺心材の平均被害度  
Average grade of damage on each position of the untreated heartwood and sapwood stakes of SUGI

| 杭の種類<br>Kind of stakes     | 杭の位置<br>Position of stakes | 経過年数 Service years |     |     |     |     |     |     |     |     |     | 耐用年数<br>Service life |
|----------------------------|----------------------------|--------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----------------------|
|                            |                            | 1                  | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 10  | 17  | 18  |                      |
| SUGI heartwood (untreated) | T                          | 0                  | 0   | 0   | 0.1 | 0.1 | 0.3 | 0.5 | 1.0 | 2.2 | 2.3 |                      |
|                            | G                          | 0                  | 0.9 | 1.7 | 2.9 | 3.1 | 3.4 | 3.6 | 4.1 | 4.1 | 4.1 | 4                    |
|                            | B                          | 0                  | 1.2 | 1.8 | 3.2 | 3.5 | 3.9 | 4.1 | 4.4 | 4.6 | 4.6 | 4                    |
|                            | No.                        | 15                 | 15  | 15  | 15  | 15  | 15  | 14  | 10  | 5   | 3   |                      |
| SUGI sapwood (untreated)   | T                          | 0                  | 0.8 | 2.8 | 4.0 | 4.0 | 5.0 | 5.0 | —   | —   | —   | 3                    |
|                            | G                          | 0                  | 1.2 | 1.7 | 2.5 | 3.4 | 3.5 | 4.1 | —   | —   | —   | 4                    |
|                            | B                          | 0                  | 1.7 | 2.4 | 3.4 | 3.8 | 4.0 | 4.7 | —   | —   | —   | 3                    |
|                            | No.                        | 10                 | 10  | 10  | 10  | 6   | 6   | 6   | 2   | 0   | 0   |                      |

Note : 1) 被害度  
Grade of damage

0

1

2

3

4

5

観察された状態

Observed condition

健全 Sound

部分的に軽度の被害 Partial slight damage.

全面的に軽度の被害 All slight damage.

2の状態のうえに部分的にはげしい被害

Condition of 2 and partial severe damage.

全面的にはげしい被害 All severe damage.

破壊 Destroyed.

2) T : 杭の頂部の木口面 Top end.

G : 杭の地際部 Ground line.

B : 杭の地中部の木口面 Bottom end.

No. : 残存杭の数 Number of residual stakes.

3) 耐用年数は各集団の平均被害度が2.5以上に達した年

The service life means the years when the average grade of damage on the stakes in a group has arrived at 2.5.

接ふれないで野外で使用されている場合、心材については処理をしないでも、18年以上の耐用年数を保持しうることを示している (Fig. 2 参照)。

### (2) クレオソート油系処理杭の平均被害度

この系統の処理杭の被害経過については、Table 2 に示す。

クレオソート油原液で処理した杭は18年経過してもまだ数本にわずかの被害が認められたのみで、他はすべて健全で、耐用年数は各部位とも未定である。しかし、灯油で5倍希釈したもの（クレオソート油として20%液）では、地際での耐用年数は約19年、地中部の木口面付近では16年となっており、この灯油による希釈を10倍にしたもの（クレオソート油として10%液）では、地際の耐用年数は約17年、地中部木口面付近では13年となっている。

このように比較的沸点の低い油で希釈すると薬剤の効力は急激に低下する。これに対して重油やコールタールのように高沸点の油で希釈した場合は、いずれもクレオソート油原液と大差ない結果を示している。これらのことより防腐剤の効力持続期間は溶媒の選択によって変化がはげしく、とくに溶媒の沸点の高低は効力持続期間すなわち処理杭の耐用年数に大きな影響を与えることがわかる。

また、クレオソート油中の酸性油分がクレオソート油の効力の源泉であると考えられていたので、アルカリ溶液で酸性油分を抜きとったクレオソート油は効力が急激に低下するのではないかと期待していたが、現在のところクレオソート油原液処理杭の被害経過と大差なく、効力的にほとんど差がないことが明らかとなった。

### (3) PF系防腐剤処理杭の平均被害度

PF系と称する防腐剤はJIS K 1550「フェノール類無機ふっ化物系木材防腐剤」に規定されている薬剤で、これらの処理杭の被害経過について Table 3 に示す。

JIS K 1550 に規定されている品質基準によると、その種別の1種ではふっ化物、クロム化合物、ひ素化合物、フェノール類の4種類の化合物の混合薬剤であり、2種はこのうちの成分からひ素化合物のないもの、3種はひ素化合物とクロム化合物がなく、その代りにアンチモン化合物が使われているものである。これらの処理杭の被害度ならびに耐用年数を比べてみると、やはり世界的に最も多く使われている配合割合であるW-3 (JIS K 1550 1種1号)の耐用年数が他の種類より最も長く、2%処理液で、吸収量が約7 kg/m<sup>3</sup>の杭は、18年経過後も、まだ寿命はきていないが、W-2 (JIS K 1550 1種2号)の2%処理液の杭では地際部以下の耐用年数は18年であり、W-4 (JIS K 1550 2種)では13年、W-1 (JIS K 1550 3種)では5~6年で最も短い。また、いずれの種類でも処理液濃度と吸収量が1/5に低下すると、急激に耐用年数は短くなっている。

この系統の薬剤は共通して、地上部分の木材の保護のためには、かなり低い吸収量でも長い期間防腐効力を保持しているが、地際以下の部分では、あまり大きな期待は持てないことが明らかとなった。このことによって、欧米において、最近ではこの系統の薬剤を土に接する用途の木材、例えば電柱とか外柵のようなものには使用しないと規定していることも当然のこととよく理解できる。ただ、この系統の薬剤で処理した上に、クレオソート油を塗布した杭は、単独処理のものに比べて、かなり効力が向上することが明らかとなった。結局これらの薬剤を土に接する用途の木材に使う場合には、小なくとも地中部に対しては、クレオソート油塗布のような処置を行うことを原則とすべきであろう。

また、最近環境汚染と人体に対する安全性の点から、ひ素化合物とクロム化合物を含む防腐剤の使用は

Table 2. クレオソート油処理杭の平均被害度

[illegible]

Table 3. PF 系防腐剤処理杭の平均被害度  
Average grade of damage on each position of the stakes treated  
with Wolman salts

| 防腐剤名と処<br>理液濃度<br>Preservatives<br>and conc. of<br>treating solution | 吸収量<br>Reten-<br>tion<br>kg/m <sup>3</sup> | 杭の位置<br>Position<br>of<br>stakes | 経 過 年 数      Service years |     |     |     |     |     |     |     |     |     | 耐用年数<br>Service<br>life |
|----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|----------------------------------|----------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------------------------|
|                                                                      |                                            |                                  | 4                          | 5   | 6   | 7   | 8   | 10  | 12  | 14  | 16  | 18  |                         |
| W-1<br>(JIS K 1550<br>Type 3)<br>2%                                  | 8.6<br>↓<br>11.4<br>↓<br>12.9              | T                                | 0.3                        | 0.4 | 0.7 | 0.8 | 1.0 | 1.4 | 1.4 | 1.6 | 1.6 | —   | 6<br><br>5              |
|                                                                      |                                            | G                                | 1.8                        | 2.1 | 2.5 | 3.0 | 3.2 | 3.2 | 3.2 | 3.4 | 3.4 | —   |                         |
|                                                                      |                                            | B                                | 2.2                        | 2.7 | 3.2 | 3.5 | 3.8 | 4.0 | 4.0 | 4.1 | 4.1 | —   |                         |
|                                                                      |                                            | No.                              | 10                         | 10  | 9   | 9   | 9   | 9   | 8   | 7   | 7   | —   |                         |
| "<br>0.4%                                                            | 0.67<br>↓<br>1.72<br>↓<br>2.40             | T                                | 0.7                        | 0.9 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.4 | 1.6 | —   | —   | —   | 6<br><br>5              |
|                                                                      |                                            | G                                | 1.4                        | 1.9 | 2.5 | 3.0 | 3.4 | 3.7 | 4.0 | —   | —   | —   |                         |
|                                                                      |                                            | B                                | 2.0                        | 2.5 | 3.3 | 3.7 | 4.0 | 4.1 | 4.2 | —   | —   | —   |                         |
|                                                                      |                                            | No.                              | 10                         | 10  | 8   | 8   | 8   | 7   | 5   | —   | —   | —   |                         |
| W-2<br>(JIS K 1550<br>Type 3)<br>2%                                  | 5.14<br>↓<br>7.38<br>↓<br>8.46             | T                                | 0.1                        | 0.1 | 0.2 | 0.4 | 0.5 | 0.6 | 1.2 | 1.2 | 1.4 | 1.5 | 18<br><br>18            |
|                                                                      |                                            | G                                | 0                          | 0   | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.5 | 1.0 | 1.0 | 2.0 | 2.3 |                         |
|                                                                      |                                            | B                                | 0.1                        | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.4 | 0.7 | 1.1 | 1.3 | 1.8 | 2.4 |                         |
|                                                                      |                                            | No.                              | 10                         | 10  | 10  | 10  | 10  | 10  | 9   | 8   | 8   | 7   |                         |
| "<br>0.4%                                                            | 1.04<br>↓<br>1.42<br>↓<br>1.60             | T                                | 0.2                        | 0.2 | 0.6 | 0.7 | 0.7 | 0.8 | 0.9 | 1.0 | 1.1 | —   | 12<br><br>11            |
|                                                                      |                                            | G                                | 0.3                        | 0.7 | 0.9 | 1.1 | 1.1 | 1.8 | 2.5 | 2.6 | 3.5 | —   |                         |
|                                                                      |                                            | B                                | 0.6                        | 0.8 | 1.1 | 1.4 | 1.8 | 2.4 | 3.2 | 3.3 | 4.0 | —   |                         |
|                                                                      |                                            | No.                              | 10                         | 10  | 10  | 10  | 10  | 9   | 9   | 6   | 5   | —   |                         |
| "<br>0.4%                                                            | 2.10<br>↓<br>2.33<br>↓<br>2.53             | T                                | 0                          | 0.2 | 0.2 | 0.7 | 0.8 | 1.0 | 1.0 | —   | —   | —   | 10<br><br>10            |
|                                                                      |                                            | G                                | 0.3                        | 0.4 | 0.9 | 1.7 | 1.9 | 2.4 | 3.1 | —   | —   | —   |                         |
|                                                                      |                                            | B                                | 0.3                        | 0.4 | 1.0 | 1.8 | 1.9 | 2.7 | 3.8 | —   | —   | —   |                         |
|                                                                      |                                            | No.                              | 9                          | 9   | 9   | 9   | 9   | 6   | 6   | —   | —   | —   |                         |
| W-2<br>0.4%+<br>Creosote oil<br>brushing                             | 1.76<br>↓<br>2.09<br>↓<br>2.47             | T                                | 0                          | 0   | 0   | 0   | 0   | 0.3 | 1.2 | —   | —   | —   |                         |
|                                                                      |                                            | G                                | 0                          | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 1.1 | —   | —   | —   |                         |
|                                                                      |                                            | B                                | 0                          | 0   | 0   | 0   | 0   | 0.1 | 1.0 | —   | —   | —   |                         |
|                                                                      |                                            | No.                              | 9                          | 9   | 9   | 9   | 9   | 9   | 9   | —   | —   | —   |                         |
| W-2<br>0.4%+<br>Vinylacetate<br>emulsion 1%                          | 1.14<br>↓<br>1.56<br>↓<br>1.92             | T                                | 0.3                        | 0.3 | 0.6 | 0.6 | 1.1 | 1.3 | 1.4 | —   | —   | —   | 11<br><br>10            |
|                                                                      |                                            | G                                | 0                          | 0.4 | 1.0 | 1.1 | 1.3 | 1.8 | 3.1 | —   | —   | —   |                         |
|                                                                      |                                            | B                                | 0.8                        | 1.1 | 1.6 | 1.6 | 1.6 | 2.6 | 3.8 | —   | —   | —   |                         |
|                                                                      |                                            | No.                              | 9                          | 9   | 8   | 8   | 8   | 8   | 6   | —   | —   | —   |                         |
| W-2<br>50%<br>diffusion<br>process                                   | 7.9<br>↓<br>12.5<br>↓<br>19.7              | T                                | 0.1                        | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.7 | 1.0 | 1.0 | —   | —   | —   | 13                      |
|                                                                      |                                            | G                                | 0                          | 0   | 0   | 0.2 | 0.6 | 1.4 | 2.0 | —   | —   | —   |                         |
|                                                                      |                                            | B                                | 0                          | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.8 | 1.3 | 2.1 | —   | —   | —   |                         |
|                                                                      |                                            | No.                              | 9                          | 9   | 9   | 9   | 8   | 8   | 7   | —   | —   | —   |                         |
| W-3<br>(JIS K 1550<br>Type 1-1)<br>2%                                | 6.57<br>↓<br>7.57<br>↓<br>8.44             | T                                | 0                          | 0   | 0.1 | 0.2 | 0.4 | 0.8 | 0.9 | 1.0 | 1.0 | 1.5 |                         |
|                                                                      |                                            | G                                | 0                          | 0   | 0.2 | 0.4 | 0.5 | 0.8 | 1.0 | 1.0 | 1.3 | 2.0 |                         |
|                                                                      |                                            | B                                | 0                          | 0   | 0   | 0   | 0.2 | 0.7 | 0.8 | 0.8 | 1.1 | 1.5 |                         |
|                                                                      |                                            | No.                              | 10                         | 10  | 10  | 10  | 8   | 8   | 8   | 8   | 8   | 6   |                         |

| 防腐剤名と処理液濃度<br>Preservatives and conc. of treating solution | 吸収量<br>Retention<br>kg/m <sup>2</sup> | 杭の位置<br>Position of stakes | 経過年数 Service years |     |     |     |     |     |     |     |     |    | 耐用年数<br>Service life |
|------------------------------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------|--------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|----------------------|
|                                                            |                                       |                            | 4                  | 5   | 6   | 7   | 8   | 10  | 12  | 14  | 16  | 18 |                      |
| W-3<br>(JIS K 1550<br>Type 1-1)<br>0.4%                    | 0.85                                  | T                          | 0.2                | 0.3 | 0.6 | 0.8 | 0.8 | 1.0 | 1.1 | 1.2 | 1.9 | —  | 11                   |
|                                                            | 1.33                                  | G                          | 0.4                | 0.8 | 0.9 | 1.2 | 1.2 | 2.2 | 2.6 | 3.1 | 3.7 | —  |                      |
|                                                            | 1.60                                  | B                          | 0.1                | 0.2 | 0.5 | 0.7 | 1.0 | 1.6 | 2.6 | 3.2 | 4.2 | —  | 11                   |
|                                                            |                                       | No.                        | 10                 | 10  | 10  | 10  | 10  | 7   | 7   | 6   | 2   | —  |                      |
| "<br>0.2%                                                  | 0.61                                  | T                          | 0.1                | 0.1 | 0.5 | 0.5 | 0.6 | 0.7 | 1.3 | 1.3 | —   | —  | 11                   |
|                                                            | 0.69                                  | G                          | 0.6                | 0.7 | 0.8 | 1.0 | 1.7 | 2.1 | 2.8 | 3.5 | —   | —  |                      |
|                                                            | 0.82                                  | B                          | 0.7                | 0.9 | 1.5 | 2.0 | 2.6 | 3.1 | 3.3 | 4.0 | —   | —  | 8                    |
|                                                            |                                       | No.                        | 4                  | 4   | 4   | 4   | 4   | 3   | 3   | 3   | —   | —  |                      |
| W-4<br>(JIS K 1550<br>Type 2)<br>2%                        | 3.05                                  | T                          | 0.1                | 0.1 | 0.4 | 0.6 | 0.9 | 1.4 | 1.4 | 1.4 | 2.3 | —  | 13                   |
|                                                            | 5.79                                  | G                          | 0.1                | 0.1 | 0.3 | 0.5 | 0.9 | 1.6 | 1.6 | 3.4 | 4.0 | —  |                      |
|                                                            | 7.71                                  | B                          | 0.1                | 0.1 | 0.3 | 0.6 | 0.9 | 1.6 | 2.4 | 3.8 | 4.0 | —  | 13                   |
|                                                            |                                       | No.                        | 5                  | 5   | 5   | 5   | 5   | 5   | 5   | 4   | 1   | —  |                      |
| "<br>0.4%                                                  | 0.60                                  | T                          | 0.4                | 0.5 | 0.9 | 1.3 | 1.5 | 1.6 | —   | —   | —   | —  | 9                    |
|                                                            | 1.25                                  | G                          | 0.5                | 1.1 | 1.2 | 2.1 | 2.2 | 3.4 | —   | —   | —   | —  |                      |
|                                                            | 1.55                                  | B                          | 0.8                | 1.4 | 1.8 | 3.0 | 3.0 | 4.2 | —   | —   | —   | —  | 7                    |
|                                                            |                                       | No.                        | 14                 | 14  | 13  | 12  | 9   | 4   | —   | —   | —   | —  |                      |
| "<br>0.2%                                                  | 0.60                                  | T                          | 0.6                | 0.9 | 1.4 | 1.5 | 1.6 | 1.6 | —   | —   | —   | —  | 6                    |
|                                                            | 0.85                                  | G                          | 1.4                | 2.1 | 2.4 | 2.9 | 3.3 | 3.3 | —   | —   | —   | —  |                      |
|                                                            | 1.24                                  | B                          | 2.0                | 2.8 | 3.1 | 3.6 | 3.9 | 4.0 | —   | —   | —   | —  | 5                    |
|                                                            |                                       | No.                        | 15                 | 15  | 15  | 11  | 9   | 6   | —   | —   | —   | —  |                      |

Table 4. 銅化合物処理杭の平均被害度

Average grade of damage on each position of the stakes treated with copper compounds

| 防腐剤名と処理液濃度<br>Preservatives and conc. of treating solution | 吸収量<br>Retention<br>kg/m <sup>2</sup> | 杭の位置<br>Position of stakes | 経過年数 Service years |     |     |     |     |     |     |     |     |     | 耐用年数<br>Service life |
|------------------------------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------|--------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----------------------|
|                                                            |                                       |                            | 5                  | 7   | 9   | 11  | 13  | 14  | 15  | 16  | 17  | 18  |                      |
| CuSO <sub>4</sub><br>5%                                    | 15.4                                  | T                          | 0.4                | 0.9 | 1.1 | 2.6 | 3.4 | 3.8 | 3.8 | 3.8 | 3.8 | 4.3 | 11                   |
|                                                            | 18.7                                  | G                          | 0                  | 0.2 | 0.7 | 1.0 | 1.2 | 1.2 | 1.4 | 1.4 | 2.2 | 2.6 | 17                   |
|                                                            | 21.6                                  | B                          | 0                  | 0.4 | 0.8 | 1.0 | 1.2 | 1.2 | 1.4 | 1.4 | 2.4 | 3.0 | 17                   |
|                                                            |                                       | No.                        | 5                  | 5   | 5   | 5   | 5   | 4   | 4   | 4   | 4   | 3   |                      |
| "<br>1%                                                    | 2.7                                   | T                          | 0.1                | 0.8 | 1.0 | 1.0 | 1.4 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.4 | 3.0 | 17                   |
|                                                            | 3.3                                   | G                          | 0                  | 0.2 | 0.5 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.2 | 1.4 | 1.8 | 1.8 |                      |
|                                                            | 4.1                                   | B                          | 0                  | 0.5 | 0.7 | 0.8 | 1.2 | 1.2 | 1.2 | 1.2 | 1.8 | 2.0 |                      |
|                                                            |                                       | No.                        | 5                  | 5   | 5   | 5   | 5   | 5   | 5   | 5   | 5   | 5   |                      |
| "<br>0.5%                                                  | 1.4                                   | T                          | 0.2                | 0.9 | 1.5 | 2.2 | 4.0 | 4.0 | 4.2 | 4.4 | 4.8 | 5.0 | 12                   |
|                                                            | 1.8                                   | G                          | 0                  | 0.4 | 1.0 | 1.0 | 1.8 | 1.8 | 1.8 | 2.0 | 2.2 | 2.2 | 17                   |
|                                                            | 2.0                                   | B                          | 0.1                | 0.7 | 1.0 | 1.4 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.4 | 2.6 |                      |
|                                                            |                                       | No.                        | 5                  | 5   | 5   | 5   | 3   | 3   | 3   | 3   | 3   | 3   |                      |

Table 4. (つづき) (Continued)

| 防腐剤名と処理液濃度<br>Preservatives and conc. of treating solution | 吸収量<br>Retention<br>kg/m³ | 杭の位置<br>Position of stakes | 経 過 年 数      Service years |     |     |     |     |     |     |     |     |     | 耐用年数         |
|------------------------------------------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--------------|
|                                                            |                           |                            | 5                          | 7   | 9   | 11  | 13  | 14  | 15  | 16  | 17  | 18  | Service life |
| Copper-formate<br>2%                                       | 5.08                      | T                          | 0.2                        | 0.4 | 0.6 | 0.9 | 1.4 | 1.4 | 1.5 | 1.7 | 1.7 | 1.7 |              |
|                                                            | 6.78                      | G                          | 0                          | 0   | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.3 | 0.9 | 1.2 | 1.2 | 1.7 |              |
|                                                            | 7.82                      | B                          | 0                          | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.9 | 1.3 | 1.3 | 1.9 |              |
|                                                            | No.                       | 10                         | 10                         | 10  | 10  | 10  | 10  | 10  | 9   | 9   | 9   | 8   |              |
| "<br>0.4%                                                  | 1.23                      | T                          | 0.1                        | 0.7 | 1.3 | 1.5 | 2.4 | 2.6 | 2.7 | 2.8 | 3.0 | 3.3 | 13           |
|                                                            | 1.35                      | G                          | 0.1                        | 0.5 | 0.7 | 0.8 | 1.1 | 1.2 | 1.9 | 2.2 | 2.5 | 2.6 | 17           |
|                                                            | 1.51                      | B                          | 0                          | 0.7 | 1.0 | 1.0 | 1.3 | 1.5 | 1.9 | 2.5 | 2.8 | 2.8 | 16           |
|                                                            | No.                       | 10                         | 10                         | 10  | 10  | 9   | 9   | 9   | 8   | 7   | 6   |     |              |
| Copper boronfluoride<br>2%                                 | 11                        | T                          | 0.2                        | 0.4 | 1.0 | 1.6 | 1.8 | —   | —   | —   | —   | —   |              |
|                                                            | 13                        | G                          | 0                          | 0   | 0.5 | 0.8 | 1.0 | —   | —   | —   | —   | —   |              |
|                                                            | 15                        | B                          | 0                          | 0   | 0.1 | 0.6 | 1.0 | —   | —   | —   | —   | —   |              |
|                                                            | No.                       | 8                          | 8                          | 8   | 8   | 8   | —   | —   | —   | —   | —   | —   |              |
| "<br>0.4%                                                  | 2.4                       | T                          | 0.7                        | 0.9 | 1.5 | 2.9 | 3.0 | —   | —   | —   | —   | —   | 11           |
|                                                            | 2.8                       | G                          | 0                          | 0.6 | 0.9 | 1.4 | 1.4 | —   | —   | —   | —   | —   |              |
|                                                            | 3.1                       | B                          | 0                          | 0.4 | 0.8 | 1.2 | 1.2 | —   | —   | —   | —   | —   |              |
|                                                            | No.                       | 9                          | 9                          | 8   | 8   | 8   | —   | —   | —   | —   | —   | —   |              |
| Copper silicofluoride<br>2%                                | 9                         | T                          | 0                          | 0   | 0.3 | 1.0 | 1.6 | —   | —   | —   | —   | —   |              |
|                                                            | 14                        | G                          | 0                          | 0   | 0   | 0.9 | 1.5 | —   | —   | —   | —   | —   |              |
|                                                            | 16                        | B                          | 0                          | 0   | 0   | 0.4 | 1.6 | —   | —   | —   | —   | —   |              |
|                                                            | No.                       | 9                          | 8                          | 8   | 8   | 7   | —   | —   | —   | —   | —   | —   |              |
| "<br>0.4%                                                  | 2.3                       | T                          | 0.6                        | 1.5 | 2.9 | 3.8 | 4.6 | —   | —   | —   | —   | —   | 8            |
|                                                            | 2.7                       | G                          | 0                          | 0.3 | 0.4 | 0.8 | 1.0 | —   | —   | —   | —   | —   |              |
|                                                            | 3.0                       | B                          | 0                          | 0.4 | 0.5 | 0.5 | 0.8 | —   | —   | —   | —   | —   |              |
|                                                            | No.                       | 8                          | 8                          | 8   | 8   | 7   | —   | —   | —   | —   | —   | —   |              |

避けている所もあるが、それらを含まない W-1 と W-4 の防腐剤はそれらを含んでいる防腐剤に比べて試験結果に示す通り、効力の低下は明らかである。それ故この系統の防腐剤では安全性と効力持続性とは相反する結果になるということを十分に理解して、薬剤の選択を行うべきである。

以上の結果はすべて加圧処理した杭について記したが、拡散法によって処理した杭は、計算上の吸収量は十分であっても、耐用年数は短くなっていて、処理法の異なる木材は同一薬剤を用いても、薬剤の表面から内部までの吸収量分布が異なるため、処理の効果は必ずしも同じにならないことが明らかとなった。

#### (4) 銅化合物処理杭の平均被害度

各種の銅化合物で処理した杭の被害経過を Table 4 に示す。

銅化合物に共通した性質としては、杭の地上部の木口面 (T) が、地中部に比べて化合物の種類に関係なく、防腐効力が低く、耐用年数が 10 年前後のものが多い (Fig. 3 参照)。その腐朽型はすべて褐色腐朽であって、銅化合物が褐色腐朽菌に対して効果が小さいという実験室における結果とよく一致している<sup>2)</sup>。しかし、何故に地中部は褐色腐朽菌におかされないのか、その理由は明らかでない。ただ、硫酸銅

( $\text{CuSO}_4$ ) 処理杭のように 17 年近くなると、地中部も急激に腐朽が進行して寿命が尽きてしまうということは、菌と薬剤との拮抗が突然破れたためか、その理由がよくわからないが、いずれにしろ他の系統の薬剤とは異なる被害経過を示している。

#### (5) CCA 系防腐剤処理杭の平均被害度

CCA 系の防腐剤で処理した杭の被害経過を Table 5 に示す。

JIS K 1554 [クロム・銅・ひ素化合物系木材防腐剤] CCA 1 号は処理液濃度 0.4%, 吸収量  $2.2 \text{ kg/m}^3$  の低い値であっても、13 年までの経過では、まだ被害の程度は小さく、PF 系に比べれば高い効果を示している。両者の成分は PF 系のふっ化物の代りに CCA では銅化合物を使っていることのみが異っていて、他はほとんど同じ成分である。それ故、両者の効力の差は銅化合物か、ふっ化物かの差であると考えられる。

銅化合物は Table 4 に示すように単独でも、地中部において高い効力を示しているように、地中における soft rot に対して抵抗力が強いことが、このような結果となったとも考えられる。

タンカス (Tancas) C は欧州で使われている CCA 系の防腐剤で、ほとんど CCA 1 号と同じような結果を示している。しかし、CCA 中のひ素化合物は毒性が高いため、その使用をさけて、ほう酸にかえたタナリス (Tanalith) CB は処理液濃度 0.4% では、他の CCA 系のものに比べると効力が劣って、地中部で 12 年の耐用年数となっている。このことは PF 系の場合と同じで、より安全性の高いものは効力持続性が低くなることを示している。

#### (6) ボリデン塩系防腐剤処理杭の平均被害度

ボリデン塩 (Boliden salt) 系の旧タイプの S-25 と新タイプの K-33 で処理した杭の被害経過を Table 6 に示す。

この系統の防腐剤はスウェーデン製のもので、成分は CCA 系のものと似ていて、やはり銅化合物を含んでいる。JIS K 1554 の 2 号はこの K-33 と同じ成分割合である。S-25 の処理液濃度 2% のものは、18 年後でもまだ被害程度は小さく、水溶性混合薬剤では最も高い効力持続性を示している。K-33 は経過年数がまだ 12 年までなので、S-25 と比較はできないが、まだほとんど被害を受けていないので、S-25 と同等以上の効力を示すものと期待している。

ただ、この系統の薬剤は吸収量が  $1/5$ ,  $1/10$  と低下すると急激に効力持続性が低下するようで、S-25 では吸収量  $1.4 \text{ kg/m}^3$  で地中部の耐用年数が 16 年、吸収量が  $0.75 \text{ kg/m}^3$  に下がると耐用年数は 13 年となっている。K-33 の場合も吸収量  $1 \text{ kg/m}^3$  で、杭の地中部は 11 年の耐用年数となっている。

#### (7) トリブチル錫化合物処理杭の平均被害度

トリブチル錫化合物 3 種類の薬剤で処理した杭の被害経過は Table 7 に示す。

TBTO はトリブチルスズオキサイド、TY 101 はトリブチルスズスルファメイト、TBT-Te はトリブ

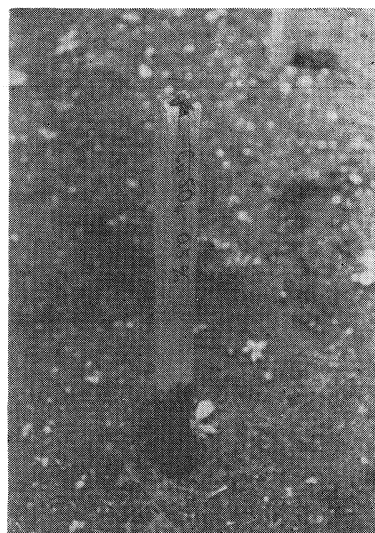


Fig. 3 硫酸銅処理杭の地上部木口面の腐朽

Decay on the top end of the stake treated with copper sulphate.

チルスズテレフタレートである。いずれの化合物も骨格は似ているから、試験結果は大差ない。3種類を比べてみると、強いといえば効力持続性は TBTO がわずかに高く、ついで TBT-Te, TY 101 は最も低いのではなかろうか。また処理液濃度 0.2% 以下、吸収量  $0.6 \text{ kg/m}^3$  前後では杭の耐用年数は 10 年前後であって、処理液濃度 1%, 吸収量  $3 \sim 4 \text{ kg/m}^3$  では杭の耐用年数は最高 15 年である。

実験室における殺菌効力や防腐効力などについて、TBTO その他誘導体は PCP より優れていると考えられていたが、野外杭試験の結果では大きな差はないようである。それ故に、PCP より処理液濃度を低くして木材を処理することはあまり好ましくない。少なくとも処理液濃度は 1% 以上が望ましい。

#### (8) フェノール化合物処理杭の平均被害度

フェノール系としてはペンタクロロフェノール系 (PCP) とオルトフェニールフェノール (OPP) などがあり、それらで処理された杭の被害経過を Table 8 に示す。

PCP の 2% 処理液濃度の杭は 18 年経過後、地中部はかなり被害が進行しているが、まだ耐用年数は未定である。しかし、この程度の平均被害度であれば、あと 1~2 年で寿命がつきるのではないかと推定される。これに対して Na-PCP は水溶性のためか、同濃度処理杭の地中部の耐用年数は木口部分で 15 年となっていて、灯油にとかした PCP に比べて短命となっている。さらに、両者の処理液濃度が 0.4%, 0.2% と低下すると、杭の耐用年数、すなわち、それらの薬剤の効力持続性は急激に低下して、地中部では 10 年以下のものが多い。ただ、いずれの場合も地上部は比較的被害の程度は地中部よりは小さい。

OPP では PCP に比べるとさらに効力持続性は低くて、2% 処理液濃度のものでも、地中部は 6 年以下である。この系統の薬剤では、同じフェノール系であっても、塩素化されていないと効力的には非常に低

Table 5. CCA 系防腐剤処理杭の平均被害度  
Average grade of damage on each position of the stakes treated with CCA

| 防腐剤名と処理液濃度<br>Preservatives and conc. of treating solution | 吸収量<br>Retention<br>kg/m³ | 杭の位置<br>Position of stakes | 経 過 年 数      Service years |   |     |     |     |     |     |     |     |     | 耐用年数         |
|------------------------------------------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--------------|
|                                                            |                           |                            | 4                          | 5 | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  | 11  | 12  | 13  | Service life |
| CCA<br>(JIS K 1554<br>Type 1)<br>2%                        | 7.4                       | T                          | 0                          | 0 | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0.3 | 0.3 | 0.3 |              |
|                                                            | 12.0                      | G                          | 0                          | 0 | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |              |
|                                                            | 14.1                      | B                          | 0                          | 0 | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |              |
|                                                            | No.                       | 9                          | 9                          | 9 | 9   | 9   | 9   | 9   | 9   | 9   | 9   | 9   |              |
| "<br><br>0.4%                                              | 1.45                      | T                          | 0                          | 0 | 0   | 0.2 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |              |
|                                                            | 2.20                      | G                          | 0                          | 0 | 0   | 0   | 0.1 | 0.3 | 0.3 | 0.4 | 0.4 | 0.7 |              |
|                                                            | 2.40                      | B                          | 0                          | 0 | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0.2 |              |
|                                                            | No.                       | 9                          | 9                          | 9 | 9   | 9   | 9   | 9   | 9   | 9   | 9   | 9   |              |
| Tancas C<br><br>2%                                         | 8.7                       | T                          | 0                          | 0 | 0   | 0.2 | 0.4 | 0.4 | 0.8 | 0.9 | 1.0 | 1.0 |              |
|                                                            | 11.9                      | G                          | 0                          | 0 | 0   | 0   | 0   | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.2 |              |
|                                                            | 14.7                      | B                          | 0                          | 0 | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |              |
|                                                            | No.                       | 9                          | 9                          | 9 | 9   | 9   | 9   | 9   | 9   | 9   | 9   | 9   |              |
| "<br><br>0.4%                                              | 1.68                      | T                          | 0                          | 0 | 0.1 | 0.7 | 0.9 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.1 |              |
|                                                            | 2.49                      | G                          | 0                          | 0 | 0   | 0   | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.9 | 1.3 |              |
|                                                            | 3.13                      | B                          | 0                          | 0 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.4 | 1.1 | 1.2 |              |
|                                                            | No.                       | 9                          | 9                          | 9 | 9   | 9   | 9   | 9   | 9   | 9   | 9   | 8   |              |

| 防腐剤名と処理液濃度<br>Preservatives and conc. of treating solution | 吸収量<br>Retention<br>kg/m <sup>3</sup> | 杭の位置<br>Position of stakes | 経過年数 Service years |     |     |     |     |     |     |     |     |     | 耐用年数<br>Service life |
|------------------------------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------|--------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----------------------|
|                                                            |                                       |                            | 4                  | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  | 11  | 12  | 13  |                      |
| Tanalith-CB<br>2.0%                                        | 7.1                                   | T                          | 0                  | 0   | 0   | 0.1 | 0.4 | 0.5 | 0.6 | 0.8 | 0.8 | 1.1 |                      |
|                                                            | 11.7                                  | G                          | 0                  | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0.1 | 0.3 | 0.4 | 0.4 |                      |
|                                                            | 13.0                                  | B                          | 0                  | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0.2 | 0.2 | 0.4 | 0.4 |                      |
|                                                            |                                       | No.                        | 9                  | 9   | 9   | 9   | 9   | 9   | 9   | 9   | 8   | 8   |                      |
| "<br>0.4%                                                  | 1.38                                  | T                          | 0.4                | 0.5 | 0.6 | 1.4 | 2.0 | 2.1 | 2.4 | 3.0 | 3.1 | 3.4 | 10                   |
|                                                            | 2.52                                  | G                          | 0.2                | 0.4 | 1.0 | 1.1 | 1.1 | 1.4 | 1.8 | 2.0 | 2.4 | 2.4 | 13                   |
|                                                            | 3.32                                  | B                          | 0.3                | 0.3 | 0.7 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 2.0 | 2.0 | 2.4 | 2.4 | 13                   |
|                                                            |                                       | No.                        | 9                  | 9   | 7   | 7   | 7   | 6   | 6   | 6   | 5   | 5   |                      |

Table 6. ポリデンソルト系防腐剤処理杭の平均被害度  
Average grade of damage on each position of the stakes treated  
with Boliden salts

| 防腐剤名と処理液濃度<br>Preservatives and conc. of treating solution | 吸収量<br>Retention<br>kg/m <sup>3</sup> | 杭の位置<br>Position of stakes | 経過年数 Service years |     |     |     |     |     |     |     |     |     | 耐用年数<br>Service life |
|------------------------------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------|--------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----------------------|
|                                                            |                                       |                            | 4                  | 6   | 8   | 10  | 12  | 14  | 15  | 16  | 17  | 18  |                      |
| Boliden salt S 25<br>2%                                    | 6.01                                  | T                          | 0                  | 0   | 0.3 | 0.5 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 1.1 | 1.1 | 1.1 |                      |
|                                                            | 7.35                                  | G                          | 0                  | 0   | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.3 | 0.4 | 0.7 | 0.7 | 0.8 |                      |
|                                                            | 8.15                                  | B                          | 0                  | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |                      |
|                                                            |                                       | No.                        | 10                 | 10  | 10  | 10  | 10  | 10  | 10  | 10  | 10  | 10  |                      |
| "<br>0.4%                                                  | 1.36                                  | T                          | 0                  | 0.3 | 0.7 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.9 | 16                   |
|                                                            | 1.44                                  | G                          | 0.1                | 0.3 | 0.5 | 1.1 | 1.2 | 1.3 | 1.9 | 2.5 | 2.5 | 2.7 |                      |
|                                                            | 1.54                                  | B                          | 0.1                | 0.1 | 0.6 | 0.9 | 1.3 | 1.3 | 2.0 | 2.8 | 2.8 | 2.8 |                      |
|                                                            |                                       | No.                        | 10                 | 10  | 10  | 9   | 9   | 9   | 8   | 6   | 5   | 4   |                      |
| "<br>0.2%                                                  | 0.56                                  | T                          | 0.1                | 0.3 | 1.0 | 1.2 | 1.7 | 2.1 | 2.2 | 2.4 | 2.7 | 3.3 | 16                   |
|                                                            | 0.75                                  | G                          | 0.3                | 0.5 | 1.0 | 1.4 | 1.8 | 2.8 | 2.8 | 3.2 | 3.3 | 3.6 | 14                   |
|                                                            | 0.95                                  | B                          | 0.4                | 1.0 | 1.1 | 1.6 | 2.2 | 3.2 | 3.2 | 3.3 | 3.9 | 3.9 | 13                   |
|                                                            |                                       | No.                        | 13                 | 18  | 18  | 18  | 16  | 12  | 10  | 10  | 9   | 6   |                      |
| Boliden salt K33<br>(JIS K1554 Type 2)<br>2%               | 6.7                                   | T                          | 0                  | 0.2 | 0.4 | 0.6 | 0.7 | —   | —   | —   | —   | —   |                      |
|                                                            | 10.9                                  | G                          | 0                  | 0   | 0   | 0   | 0.2 | —   | —   | —   | —   | —   |                      |
|                                                            | 13.5                                  | B                          | 0                  | 0   | 0   | 0   | 0   | —   | —   | —   | —   | —   |                      |
|                                                            |                                       | No.                        | 10                 | 10  | 10  | 10  | 10  | —   | —   | —   | —   | —   |                      |
| "<br>0.4%                                                  | 1.3                                   | T                          | 0                  | 0.3 | 0.8 | 1.1 | 1.1 | —   | —   | —   | —   | —   |                      |
|                                                            | 1.8                                   | G                          | 0                  | 0.1 | 0.6 | 1.1 | 2.2 | —   | —   | —   | —   | —   |                      |
|                                                            | 2.5                                   | B                          | 0                  | 0.1 | 0.5 | 0.8 | 1.2 | —   | —   | —   | —   | —   |                      |
|                                                            |                                       | No.                        | 10                 | 10  | 10  | 9   | 8   | —   | —   | —   | —   | —   |                      |
| "<br>0.2%                                                  | 0.70                                  | T                          | 0.1                | 0.3 | 0.8 | 1.2 | 1.5 | —   | —   | —   | —   | —   | 11                   |
|                                                            | 1.04                                  | G                          | 0                  | 0.2 | 1.3 | 1.7 | 3.0 | —   | —   | —   | —   | —   |                      |
|                                                            | 1.30                                  | B                          | 0.1                | 0.5 | 1.4 | 1.8 | 2.9 | —   | —   | —   | —   | —   |                      |
|                                                            |                                       | No.                        | 10                 | 10  | 8   | 7   | 5   | —   | —   | —   | —   | —   |                      |

Table 7. トリブチル錫化合物処理杭の平均被害度  
Average grade of damage on each position of the stakes treated  
with tributyltin compounds

| 防腐剤名と処<br>理液濃度<br>Preservatives<br>and conc. of<br>treating solution | 吸収量<br>Reten-<br>tion<br>kg/m <sup>3</sup> | 杭の位置<br>Position<br>of<br>stakes | 経 過 年 数    Service years |     |     |     |     |     |     |     |     |     | 耐用年数<br>Service<br>life |
|----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|----------------------------------|--------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------------------------|
|                                                                      |                                            |                                  | 4                        | 6   | 8   | 10  | 11  | 12  | 13  | 14  | 15  | 16  |                         |
| Tri-butyltin<br>oxide<br>(TBTO)<br>1 %                               | 3.1                                        | T                                | 0                        | 0   | 0.1 | 0.6 | 0.8 | 0.9 | 0.9 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 15                      |
|                                                                      | 3.9                                        | G                                | 0                        | 0   | 0   | 0.4 | 0.7 | 0.8 | 1.1 | 1.2 | 1.7 | 2.3 |                         |
|                                                                      | 5.4                                        | B                                | 0                        | 0   | 0   | 0.7 | 1.0 | 1.2 | 1.2 | 1.8 | 2.5 | 2.7 |                         |
|                                                                      |                                            | No.                              | 10                       | 10  | 10  | 10  | 10  | 10  | 10  | 10  | 8   | 7   |                         |
| "<br>0.2%                                                            | 0.63                                       | T                                | 0.2                      | 0.7 | 1.6 | 2.5 | 2.8 | 3.6 | 3.8 | 4.2 | —   | —   | 10                      |
|                                                                      | 0.75                                       | G                                | 0                        | 0.6 | 1.3 | 2.1 | 2.1 | 3.1 | 3.3 | 3.8 | —   | —   | 11                      |
|                                                                      | 0.81                                       | B                                | 0.1                      | 1.1 | 1.8 | 3.0 | 3.0 | 3.2 | 3.5 | 4.3 | —   | —   | 10                      |
|                                                                      |                                            | No.                              | 10                       | 10  | 10  | 8   | 8   | 6   | 6   | 3   | —   | —   |                         |
| "<br>0.04%                                                           | 0.10                                       | T                                | 0.3                      | 2.6 | 3.3 | 4.4 | 4.4 | 4.4 | 4.4 | —   | —   | —   | 6                       |
|                                                                      | 0.15                                       | G                                | 0.1                      | 0.7 | 1.4 | 2.3 | 2.6 | 3.7 | 3.9 | —   | —   | —   | 10                      |
|                                                                      | 0.23                                       | B                                | 0.9                      | 1.7 | 2.4 | 3.3 | 3.3 | 4.3 | 4.4 | —   | —   | —   | 9                       |
|                                                                      |                                            | No.                              | 10                       | 10  | 10  | 8   | 8   | 7   | 5   | —   | —   | —   |                         |
| TY 101<br>1.0%                                                       | 2.06                                       | T                                | 0                        | 0.1 | 0.9 | 1.0 | 1.0 | 1.3 | 1.4 | —   | —   | —   | 12                      |
|                                                                      | 3.20                                       | G                                | 0.1                      | 0.4 | 0.9 | 1.3 | 1.7 | 2.4 | 3.2 | —   | —   | —   |                         |
|                                                                      | 3.57                                       | B                                | 0                        | 0   | 0.3 | 0.9 | 1.5 | 2.7 | 2.9 | —   | —   | —   |                         |
|                                                                      |                                            | No.                              | 9                        | 9   | 9   | 8   | 7   | 6   | 4   | —   | —   | —   |                         |
| "<br>0.2%                                                            | 0.52                                       | T                                | 0                        | 0   | 0.8 | 1.0 | 1.0 | —   | —   | —   | —   | —   | 9                       |
|                                                                      | 0.58                                       | G                                | 0.6                      | 0.9 | 1.7 | 2.8 | 3.0 | —   | —   | —   | —   | —   |                         |
|                                                                      | 0.66                                       | B                                | 0.3                      | 1.8 | 1.8 | 3.0 | 3.2 | —   | —   | —   | —   | —   |                         |
|                                                                      |                                            | No.                              | 9                        | 8   | 7   | 6   | 5   | —   | —   | —   | —   | —   |                         |
| TBT-Te<br>1 %                                                        | 2.36                                       | T                                | 0                        | 0   | 0.6 | 0.7 | 0.9 | 1.1 | 1.3 | —   | —   | —   |                         |
|                                                                      | 3.07                                       | G                                | 0                        | 0   | 0.2 | 0.7 | 1.3 | 1.7 | 2.1 | —   | —   | —   |                         |
|                                                                      | 3.50                                       | B                                | 0                        | 0   | 0.1 | 0.3 | 0.9 | 1.2 | 1.7 | —   | —   | —   |                         |
|                                                                      |                                            | No.                              | 9                        | 9   | 9   | 9   | 9   | 9   | 9   | —   | —   | —   |                         |
| "<br>0.2%                                                            | 0.40                                       | T                                | 0.1                      | 0.4 | 0.9 | 1.0 | 1.0 | —   | —   | —   | —   | —   | 10                      |
|                                                                      | 0.57                                       | G                                | 0.2                      | 1.2 | 1.7 | 2.3 | 3.2 | —   | —   | —   | —   | —   |                         |
|                                                                      | 0.64                                       | B                                | 0.2                      | 1.3 | 2.3 | 3.0 | 3.3 | —   | —   | —   | —   | —   |                         |
|                                                                      |                                            | No.                              | 9                        | 7   | 7   | 6   | 5   | —   | —   | —   | —   | —   |                         |

Note : TY 101…Tributyltin-sulphamate  
TBT-Te…Tributyltin-terephthalate

Table 8. フェノール化合物処理杭の平均被害度  
Average grade of damage on each position of the stakes treated  
with phenol compounds

| 防腐剤名と処理液濃度<br>Preservatives and conc. of treating solution | 吸収量<br>Retention kg/m <sup>3</sup> | 杭の位置<br>Position of stakes | 経過年数 Service years |     |     |     |     |     |     |     |     |     | 耐用年数<br>Service life |
|------------------------------------------------------------|------------------------------------|----------------------------|--------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----------------------|
|                                                            |                                    |                            | 4                  | 6   | 8   | 10  | 12  | 14  | 15  | 16  | 17  | 18  |                      |
| Pentachlorophenol (PCP)<br>2%<br>in kerosene               | 5.32                               | T                          | 0                  | 0   | 0.1 | 0.6 | 0.8 | 0.8 | 1.2 | 1.4 | 1.4 | 1.7 |                      |
|                                                            | 6.07                               | G                          | 0                  | 0   | 0.3 | 0.9 | 1.4 | 1.6 | 1.6 | 2.0 | 2.2 | 2.2 |                      |
|                                                            | 7.37                               | B                          | 0.1                | 0.2 | 0.7 | 1.4 | 2.1 | 2.2 | 2.2 | 2.2 | 2.3 | 2.3 |                      |
|                                                            |                                    | No.                        | 10                 | 10  | 10  | 10  | 10  | 10  | 10  | 10  | 10  | 10  |                      |
| " 0.4%                                                     | 0.78                               | T                          | 0.2                | 0.8 | 1.2 | 1.2 | 1.2 | 1.2 | 1.2 | 1.2 | —   | —   | 10                   |
|                                                            | 1.02                               | G                          | 0.6                | 1.4 | 1.8 | 2.5 | 3.0 | 3.1 | 3.1 | 3.8 | —   | —   |                      |
|                                                            | 1.30                               | B                          | 1.0                | 1.8 | 2.6 | 3.3 | 3.7 | 3.8 | 3.8 | 4.7 | —   | —   |                      |
|                                                            |                                    | No.                        | 10                 | 9   | 9   | 7   | 7   | 6   | 6   | 1   | —   | —   |                      |
| " 0.2%                                                     | 0.19                               | T                          | 0.1                | 0.6 | 0.9 | 1.0 | 1.3 | 1.5 | 1.5 | 2.0 | —   | —   | 8                    |
|                                                            | 0.23                               | G                          | 0.6                | 1.4 | 2.5 | 3.2 | 3.8 | 4.0 | 4.0 | 4.3 | —   | —   |                      |
|                                                            | 0.61                               | B                          | 0.9                | 1.9 | 3.1 | 3.7 | 4.3 | 4.3 | 4.3 | 4.5 | —   | —   |                      |
|                                                            |                                    | No.                        | 8                  | 8   | 7   | 5   | 4   | 4   | 4   | 3   | —   | —   |                      |
| Sodium-pentachlorophenate (Na-PCP) 2%                      | 6.37                               | T                          | 0                  | 0.3 | 0.6 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.9 | 1.6 | 1.7 | 1.8 | 15                   |
|                                                            | 6.56                               | G                          | 0                  | 0.4 | 1.0 | 1.3 | 1.7 | 1.7 | 1.7 | 1.7 | 2.2 | 2.2 |                      |
|                                                            | 8.11                               | B                          | 0.3                | 1.0 | 1.5 | 2.2 | 2.2 | 2.2 | 2.4 | 2.7 | 3.0 | 3.0 |                      |
|                                                            |                                    | No.                        | 10                 | 10  | 10  | 10  | 10  | 10  | 10  | 10  | 10  | 10  |                      |
| " 0.4%                                                     | 1.20                               | T                          | 0.3                | 0.5 | 0.9 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 14                   |
|                                                            | 1.41                               | G                          | 0.8                | 1.3 | 1.5 | 2.0 | 2.2 | 2.3 | 2.6 | 3.3 | 3.3 | 3.8 |                      |
|                                                            | 1.62                               | B                          | 1.5                | 2.1 | 2.6 | 2.9 | 3.3 | 3.4 | 3.5 | 4.0 | 4.2 | 4.2 |                      |
|                                                            |                                    | No.                        | 10                 | 10  | 10  | 10  | 10  | 10  | 8   | 7   | 7   | 5   |                      |
| " 0.2%                                                     | 0.59                               | T                          | 0.5                | 0.7 | 0.9 | 1.5 | —   | —   | —   | —   | —   | —   | 9                    |
|                                                            | 0.75                               | G                          | 0.4                | 1.1 | 1.9 | 2.6 | —   | —   | —   | —   | —   | —   |                      |
|                                                            | 1.11                               | B                          | 1.0                | 1.7 | 2.8 | 3.5 | —   | —   | —   | —   | —   | —   |                      |
|                                                            |                                    | No.                        | 6                  | 6   | 6   | 6   | —   | —   | —   | —   | —   | —   |                      |
| ACP* ((JIS K 1553))                                        | 108                                | T                          | 0                  | 0   | 0.1 | 0.5 | 0.6 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.2 | 1.2 | 17                   |
|                                                            | 180                                | G                          | 0                  | 0   | 0   | 0.1 | 0.3 | 1.0 | 1.2 | 1.5 | 2.1 | 2.7 |                      |
|                                                            | 255                                | B                          | 0                  | 0   | 0   | 0   | 0.1 | 0.9 | 1.0 | 1.4 | 1.9 | 2.2 |                      |
|                                                            |                                    | No.                        | 10                 | 10  | 10  | 10  | 10  | 8   | 8   | 7   | 7   | 6   |                      |
| Sodium-o-phenylphenate 2%                                  | 6.36                               | T                          | 0.6                | 1.2 | 2.1 | 2.4 | —   | —   | —   | —   | —   | —   | 10                   |
|                                                            | 7.62                               | G                          | 2.1                | 2.4 | 3.2 | 3.9 | —   | —   | —   | —   | —   | —   | 6                    |
|                                                            | 8.20                               | B                          | 2.8                | 3.2 | 4.1 | 4.5 | —   | —   | —   | —   | —   | —   | 4                    |
|                                                            |                                    | No.                        | 10                 | 10  | 9   | 6   | —   | —   | —   | —   | —   | —   |                      |
| Sodium-o-phenylphenate 0.4%                                | 1.25                               | T                          | 0.8                | 2.1 | 4.1 | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | 6                    |
|                                                            | 1.39                               | G                          | 1.5                | 2.4 | 3.9 | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | 6                    |
|                                                            | 1.52                               | B                          | 2.8                | 3.5 | 4.6 | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | 4                    |
|                                                            |                                    | No.                        | 10                 | 9   | 7   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   |                      |

\*: ACP...Copper-pentachlorophenate in ammonium solution

Table 9. フェノール樹脂処理杭の平均被害度  
Average grade of damage on each position of the stakes treated  
with phenol resins

| 防腐剤名と処<br>理液濃度<br>Preservatives<br>and conc. of<br>treating solution | 吸収量<br>Reten-<br>tion<br>kg/m <sup>3</sup> | 杭の位置<br>Position<br>of<br>stakes | 経 過 年 数      Service years |     |     |     |     |     |     |     |     |     | 耐用年数<br>Service<br>life |
|----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|----------------------------------|----------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------------------------|
|                                                                      |                                            |                                  | 4                          | 6   | 8   | 10  | 11  | 12  | 13  | 14  | 15  | 16  |                         |
| Phenol resin<br>30%                                                  | 102<br>144<br>173                          | T                                | 0                          | 0   | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.7 |                         |
|                                                                      |                                            | G                                | 0                          | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.4 | 0.7 | 0.9 | 0.9 | 1.1 | 1.2 |                         |
|                                                                      |                                            | B                                | 0                          | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.4 |                         |
|                                                                      |                                            | No.                              | 9                          | 9   | 9   | 9   | 9   | 9   | 9   | 9   | 9   | 8   |                         |
| "                                                                    | 51<br>77<br>123                            | T                                | 0                          | 0   | 0   | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.7 |                         |
|                                                                      |                                            | G                                | 0                          | 0   | 0   | 0.6 | 0.7 | 1.2 | 1.9 | 1.9 | 2.0 | 2.0 |                         |
|                                                                      |                                            | B                                | 0                          | 0   | 0.3 | 0.6 | 0.7 | 0.9 | 1.5 | 1.5 | 2.1 | 2.2 |                         |
|                                                                      |                                            | No.                              | 9                          | 9   | 9   | 9   | 9   | 8   | 7   | 6   | 5   | 5   |                         |
| "                                                                    | 36<br>49<br>71                             | T                                | 0                          | 0.1 | 0.2 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.5 | 0.5 | 0.9 | 15                      |
|                                                                      |                                            | G                                | 0                          | 0.1 | 0.4 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 1.1 | 1.7 | 2.1 | 2.9 |                         |
|                                                                      |                                            | B                                | 0                          | 0.4 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 1.8 | 2.0 | 2.9 |                         |
|                                                                      |                                            | No.                              | 9                          | 9   | 8   | 7   | 7   | 7   | 6   | 6   | 6   | 5   |                         |
| Phenol resin<br>10%<br>+<br>Na-PCP 0.4%                              | Ph. P.<br>26 1.0<br>49 1.8<br>72 2.9       | T                                | 0                          | 0   | 0.1 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.6 | 0.7 | 0.9 | 0.9 |                         |
|                                                                      |                                            | G                                | 0                          | 0   | 0.3 | 0.5 | 0.6 | 0.6 | 0.8 | 1.2 | 1.4 | 1.6 |                         |
|                                                                      |                                            | B                                | 0                          | 0.3 | 0.5 | 0.6 | 0.7 | 0.7 | 1.1 | 1.1 | 1.3 | 1.3 |                         |
|                                                                      |                                            | No.                              | 9                          | 9   | 9   | 9   | 9   | 9   | 8   | 8   | 7   | 7   |                         |
| Phenol resin<br>5%<br>+<br>Na-PCP 0.2%                               | Ph. P.<br>16 0.6<br>27 1.1<br>33 1.3       | T                                | 0                          | 0   | 0.2 | 0.2 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 16                      |
|                                                                      |                                            | G                                | 0                          | 0   | 0.6 | 1.1 | 1.3 | 1.4 | 1.4 | 1.7 | 2.1 | 2.2 |                         |
|                                                                      |                                            | B                                | 0                          | 0.4 | 1.1 | 1.3 | 1.9 | 2.0 | 2.0 | 2.1 | 2.3 | 2.5 |                         |
|                                                                      |                                            | No.                              | 9                          | 9   | 9   | 9   | 8   | 8   | 8   | 8   | 8   | 7   |                         |
| Phenol resin<br>5%<br>+<br>Na-PCP 0.4%                               | Ph. P.<br>22 1.8<br>31 2.5<br>39 3.1       | T                                | 0                          | 0.1 | 0.7 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.2 |                         |
|                                                                      |                                            | G                                | 0                          | 0.1 | 0.3 | 0.5 | 0.6 | 0.6 | 0.8 | 1.0 | 1.0 | 1.2 |                         |
|                                                                      |                                            | B                                | 0.1                        | 0.3 | 0.5 | 0.6 | 1.0 | 1.0 | 1.1 | 1.2 | 1.4 | 1.4 |                         |
|                                                                      |                                            | No.                              | 9                          | 9   | 9   | 9   | 9   | 9   | 9   | 9   | 9   | 9   |                         |
| Phenol resin<br>5%<br>+<br>Na-PCP 2%                                 | Ph. P.<br>19 7.6<br>38 15.2<br>53 21.2     | T                                | 0                          | 0   | 0.1 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.4 | 0.6 | 0.8 |                         |
|                                                                      |                                            | G                                | 0                          | 0   | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.3 | 0.4 | 0.6 |                         |
|                                                                      |                                            | B                                | 0                          | 0.1 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.7 |                         |
|                                                                      |                                            | No.                              | 9                          | 9   | 9   | 9   | 9   | 9   | 9   | 9   | 9   | 9   |                         |
| Phenol resin<br>1%<br>+<br>Na-PCP 0.4%                               | Ph. P.<br>4.3 1.7<br>7.1 2.8<br>9.0 3.6    | T                                | 0.1                        | 0.4 | 0.5 | 0.8 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.2 | 1.6 | 15                      |
|                                                                      |                                            | G                                | 0.1                        | 0.4 | 1.0 | 1.1 | 1.1 | 1.4 | 1.4 | 1.7 | 2.4 | 2.8 |                         |
|                                                                      |                                            | B                                | 0.2                        | 0.8 | 1.4 | 2.1 | 2.1 | 2.2 | 2.2 | 2.4 | 2.8 | 3.1 |                         |
|                                                                      |                                            | No.                              | 9                          | 9   | 9   | 9   | 9   | 9   | 9   | 9   | 8   | 7   |                         |

Note : Ph. : Phenol resin, P. : Na-PCP

くなることがこれらの結果からも明らかである。

#### (9) フェノール樹脂処理杭の平均被害度

水溶性のフェノール樹脂のみとこれに Na-PCP を添加して処理された杭の被害経過を Table 9 に示す。

フェノール樹脂の濃度すなわちレジン率を 30, 20, 10% と変えて注入した杭の耐用年数を比較してみると、やはりレジン率の低いもののほど被害程度は大きくなり、10% のものの地中部の耐用年数は 16 年となっている。ただ、いずれの場合でも地上部はまだ被害は少なく、フェノール樹脂のみでも防腐効力は十分期待できることが明らかとなった。

また、フェノール樹脂のレジン率を低くさせるのに対応して、Na-PCP を添加してゆくと、10% のレジン率でも無添加のものよりはるかに被害程度は小さくなっている。また、反対に Na-PCP 単独の Table 8 の結果と比べてみると、やはりフェノール樹脂と混ぜたものの方がはるかに防腐効力が保持され、相乗効果が顕著にあらわれている。さらにレジン率を 5%, 1% と下げて、Na-PCP は 2% または 0.4% 添加したものをみると、Table 8 の Na-PCP 単独で処理したものとの差が顕著にあらわれている。

この場合、フェノール樹脂はたぶん細胞の内表面の被覆効果と同時に、Na-PCP の流脱防止効果のためにも大いに有効に働いているものと推定される。これらの結果から合成樹脂と防腐剤を適当に組み合わせれば、経済的で、しかも効果的な新しい防腐処理材料の開発も可能となるであろう。

#### (10) ほう素化合物, ZMA, CZC 処理杭の平均被害度

ほう素化合物はほう酸とほう砂の混合物, ZMA はジンク・メタ・アルセナイトという酸化亜鉛と五酸化ひ素との混合物, CZC は塩化亜鉛と重クロム酸カリウムの混合物で、ほう素化合物は防虫剤として、あとの 2 者は防腐剤として欧米においても使用されている薬剤で、これらの系統の薬剤で処理された杭の被害経過を Table 10 に示す。

ほう素化合物は水溶性であり、耐水性が低いため、そのものの殺菌力が高くても、野外においては、木材の保護のためにはほとんど役立たない。とくに地上部は無処理のスギ材と被害経過はほとんど同じである。

ZMA は地上部より地中部の被害の方が先行して、2% 処理液の杭の耐用年数は 15~16 年が限界であり、これより低い 0.4% 処理液では 2% 処理液に比べてやや短命である。

CZC では ZMA に比べると全く逆の結果となっていて、地上部では耐用年数が短く、2% 処理液で 10 年、0.4% 処理液で 4 年となっている (Fig. 4 参照)。それに比べて地中部は 2% 処理液では 18 年後でもまだ被害は少なく、0.4% 処理液で 14~15 年となっていて、銅化合物と類似した被害経過を示している。

#### (11) 防火剤処理杭の平均被害度

防火剤で処理した杭の被害経過を Table 11 に示す。

防火剤 R と M はその成分割合をみると、防腐効力の高いも



Fig. 4 CZC 処理杭の地上部木口面の腐朽

Decay on the top end of the stake treated with chromated zinc chloride.

のが少ないため、処理液濃度が 15% でも 3% でも、杭の耐用年数はほとんど差がなくて、5 年前後となっている。ただ P については成分中に塩化亜鉛  $\text{ZnCl}_2$  と重クロム酸ナトリウム  $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  が含まれていて、CZC の配合に近いため、15% 処理液濃度のものは十分な防腐効果を示している。この薬剤も 3% 処理液の杭の被害経過をみると、地中部に比べて地上部の方が耐用年数が非常に短くなっている。このようなことは CZC と同じ系統の薬剤であるから当然かもしれない。

#### (12) 塗布用薬剤処理杭の平均被害度

塗布用として市販されている薬剤を入手して、はけを用いて 2 回塗布した杭の平均被害度を Table 12 に示す。なお、薬剤名は商品名で ( ) 内に代表的な主成分を示してある。吸収量は塗布処理のため、多少ばらついて 30~50  $\text{kg/m}^3$  の範囲にある。

塗布用の場合、主要成分が同じであっても、それを溶かす溶媒の沸点の高さによって効力は異なるよう

Table 10. ほう素化合物, ZMA, CZC 処理杭の平均被害度  
Average grade of damage on each position of the stakes treated with boron compound, zinc-meta-arsenate and chromated zinc chloride

| 防腐剤名と処理液濃度<br>Preservatives and conc. of treating solution | 吸収量<br>Retention<br>$\text{kg/m}^3$ | 杭の位置<br>Position of stakes | 経過年数 Service years |     |     |     |     |     |     |     |     |     | 耐用年数<br>Service life |
|------------------------------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------|--------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----------------------|
|                                                            |                                     |                            | 4                  | 6   | 8   | 10  | 12  | 14  | 15  | 16  | 17  | 18  |                      |
| Boron compound<br>2%                                       | 5.51                                | T                          | 3.8                | 4.2 | 5.0 | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | 3                    |
|                                                            | 7.07                                | G                          | 1.5                | 2.5 | 3.8 | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | 5                    |
|                                                            | 7.97                                | B                          | 2.5                | 3.5 | 4.3 | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | 4                    |
|                                                            |                                     | No.                        | 10                 | 7   | 5   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   |                      |
| " 0.4%                                                     | 1.74                                | T                          | 3.1                | 4.2 | 4.8 | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | 4                    |
|                                                            | 2.52                                | G                          | 2.0                | 2.5 | 3.8 | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | 6                    |
|                                                            | 3.25                                | B                          | 2.5                | 3.5 | 4.3 | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | 4                    |
|                                                            |                                     | No.                        | 10                 | 7   | 7   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   |                      |
| Zinc-meta-arsenate (ZMA)<br>2%                             | 6.46                                | T                          | 0                  | 0.4 | 0.8 | 0.9 | 1.0 | 1.2 | 1.4 | 1.6 | 1.6 | 2.0 |                      |
|                                                            | 7.17                                | G                          | 0.1                | 0.4 | 0.7 | 0.9 | 0.9 | 1.1 | 1.7 | 2.9 | 3.1 | 3.4 | 16                   |
|                                                            | 7.99                                | B                          | 0.1                | 0.5 | 0.9 | 1.0 | 1.3 | 1.6 | 2.8 | 3.2 | 3.6 | 3.9 | 15                   |
|                                                            |                                     | No.                        | 10                 | 10  | 10  | 10  | 10  | 10  | 9   | 7   | 5   | 5   |                      |
| " 0.4%                                                     | 1.27                                | T                          | 0.5                | 1.0 | 1.2 | 1.4 | 1.9 | 2.3 | 2.5 | 2.6 | 2.6 | 2.6 | 15                   |
|                                                            | 2.23                                | G                          | 0.5                | 0.7 | 0.9 | 1.1 | 1.4 | 1.9 | 2.3 | 3.0 | 3.3 | 3.4 | 15                   |
|                                                            | 2.64                                | B                          | 0.4                | 0.8 | 1.1 | 1.6 | 2.6 | 3.2 | 3.3 | 3.7 | 3.9 | 4.0 | 12                   |
|                                                            |                                     | No.                        | 10                 | 10  | 10  | 10  | 10  | 8   | 8   | 7   | 4   | 4   |                      |
| Chromated zinc chloride (CZC)<br>2%                        | 6.95                                | T                          | 0                  | 0.6 | 1.9 | 2.6 | 3.8 | 4.3 | 4.4 | 4.4 | 4.4 | 4.5 | 10                   |
|                                                            | 7.68                                | G                          | 0                  | 0   | 0   | 0.2 | 0.2 | 0.4 | 0.6 | 0.8 | 0.9 | 1.2 |                      |
|                                                            | 8.38                                | B                          | 0                  | 0   | 0   | 0   | 0   | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.4 |                      |
|                                                            |                                     | No.                        | 10                 | 10  | 10  | 10  | 10  | 9   | 9   | 9   | 9   | 8   |                      |
| " 0.4%                                                     | 0.90                                | T                          | 2.8                | 3.8 | 4.8 | 4.9 | —   | —   | —   | —   | —   | —   | 4                    |
|                                                            | 1.43                                | G                          | 0.1                | 0.1 | 1.2 | 1.2 | 1.4 | 2.7 | 3.0 | 3.8 | —   | —   | 14                   |
|                                                            | 1.62                                | B                          | 0.1                | 0.1 | 0.9 | 1.0 | 1.0 | 2.0 | 2.5 | 3.5 | —   | —   | 15                   |
|                                                            |                                     | No.                        | 10                 | 10  | 9   | 9   | 7   | 7   | 7   | 7   | —   | —   |                      |

Table 11. 防火剤処理杭の平均被害度  
Average grade of damage on each position of the stakes treated  
with fire retardants

| 防腐剤名と処理液濃度<br>Preservatives and conc. of treating solution | 吸収量<br>Retention<br>kg/m <sup>3</sup> | 杭の位置<br>Position of stakes | 経過年数 Service years |     |     |     |     |     |     |     |     |     | 耐用年数<br>Service life |
|------------------------------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------|--------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----------------------|
|                                                            |                                       |                            | 4                  | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  | 11  | 12  | 13  |                      |
| Fire retardant R<br>15%                                    | 45<br> <br>87<br> <br>110             | T                          | 0                  | 0.1 | 0.3 | 0.6 | 0.8 | —   | —   | —   | —   | —   | 6<br>4               |
|                                                            |                                       | G                          | 1.0                | 2.0 | 2.7 | 3.6 | 4.1 | —   | —   | —   | —   | —   |                      |
|                                                            |                                       | B                          | 2.3                | 3.1 | 3.4 | 4.3 | 4.7 | —   | —   | —   | —   | —   |                      |
|                                                            |                                       | No.                        | 9                  | 8   | 7   | 6   | 2   | —   | —   | —   | —   | —   |                      |
| " 3%                                                       | 10<br> <br>18<br> <br>21              | T                          | 0.8                | 1.0 | 1.6 | 2.4 | 3.1 | —   | —   | —   | —   | —   | 7                    |
|                                                            |                                       | G                          | 0.9                | 1.2 | 2.0 | 2.4 | 3.3 | —   | —   | —   | —   | —   | 7                    |
|                                                            |                                       | B                          | 1.6                | 1.9 | 2.8 | 3.3 | 4.0 | —   | —   | —   | —   | —   | 6                    |
|                                                            |                                       | No.                        | 9                  | 8   | 7   | 6   | 5   | —   | —   | —   | —   | —   |                      |
| Fire retardant M<br>15%                                    | 93<br> <br>108<br> <br>123            | T                          | 0.6                | 1.0 | 1.4 | 1.8 | —   | —   | —   | —   | —   | —   | 6<br>5               |
|                                                            |                                       | G                          | 0.9                | 1.4 | 2.6 | 3.6 | —   | —   | —   | —   | —   | —   |                      |
|                                                            |                                       | B                          | 1.6                | 2.4 | 2.9 | 4.0 | —   | —   | —   | —   | —   | —   |                      |
|                                                            |                                       | No.                        | 9                  | 8   | 7   | 5   | —   | —   | —   | —   | —   | —   |                      |
| " 3%                                                       | 16<br> <br>20<br> <br>21              | T                          | 1.1                | 1.4 | 1.9 | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | 6<br>5               |
|                                                            |                                       | G                          | 1.4                | 2.2 | 3.0 | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   |                      |
|                                                            |                                       | B                          | 2.0                | 3.0 | 3.8 | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   |                      |
|                                                            |                                       | No.                        | 9                  | 8   | 4   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   |                      |
| Fire retardant P<br>15%                                    | 46<br> <br>94<br> <br>129             | T                          | 0                  | 0   | 0   | 0   | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.9 | 1.3 | 1.4 |                      |
|                                                            |                                       | G                          | 0.2                | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.1 |                      |
|                                                            |                                       | B                          | 0.2                | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.9 |                      |
|                                                            |                                       | No.                        | 9                  | 9   | 9   | 9   | 9   | 9   | 8   | 7   | 7   | 7   |                      |
| " 3%                                                       | 14<br> <br>21<br> <br>25              | T                          | 0                  | 0.9 | 1.8 | 2.6 | 3.5 | 3.5 | 4.2 | 4.2 | 4.5 | 4.7 | 7                    |
|                                                            |                                       | G                          | 0                  | 0   | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 1.0 | 2.4 | 2.9 | 3.4 | 11                   |
|                                                            |                                       | B                          | 0.2                | 0.2 | 0.3 | 0.3 | 0.4 | 0.4 | 1.1 | 2.1 | 2.6 | 3.3 | 12                   |
|                                                            |                                       | No.                        | 9                  | 8   | 8   | 8   | 8   | 8   | 8   | 7   | 6   | 5   |                      |

Table 12. 塗布用薬剤処理杭の平均被害度  
Average grade of damage on each position of the stakes treated  
with the preservatives for brushing

| 防腐剤名* と処理液濃度<br>Preservatives and conc. of treating solution | 吸収量<br>Retention<br>kg/m <sup>3</sup> | 杭の位置<br>Position of stakes | 経過年数 Service years |    |    |    |     |     |     |   |    |    | 耐用年数<br>Service life |
|--------------------------------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------|--------------------|----|----|----|-----|-----|-----|---|----|----|----------------------|
|                                                              |                                       |                            | 1                  | 2  | 3  | 4  | 5   | 6   | 7   | 9 | 11 | 13 |                      |
| アリアンチ<br>Arianti<br>(PCP)                                    | 31<br> <br>47<br> <br>55              | T                          | 0                  | 0  | 0  | 0  | 0   | 0.2 | 0.5 |   |    |    |                      |
|                                                              |                                       | G                          | 0                  | 0  | 0  | 0  | 0.3 | 0.7 | 1.1 |   |    |    |                      |
|                                                              |                                       | B                          | 0                  | 0  | 0  | 0  | 0.1 | 0.8 | 0.8 |   |    |    |                      |
|                                                              |                                       | No.                        | 10                 | 10 | 10 | 10 | 9   | 8   | 8   |   |    |    |                      |

\* 商品名 Commercial name

Table 12. (つづき) (Continued)

| 防腐剤名* と<br>処理液濃度<br>Preservatives<br>and conc. of<br>treating solution | 吸収量<br>Reten-<br>tion<br>kg/m³ | 杭の位置<br>Position<br>of<br>stakes | 経 過 年 数      Service years |     |     |     |     |     |     |     |     |     | 耐用年数<br>Service<br>life |
|------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|----------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------------------------|
|                                                                        |                                |                                  | 1                          | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 9   | 11  | 13  |                         |
| アリノン<br>Arinone<br>(PCP)                                               | 24                             | T                                | 0                          | 0   | 0   | 0   | 0.2 | 0.2 | 0.3 |     |     |     |                         |
|                                                                        | 33                             | G                                | 0                          | 0   | 0   | 0   | 0.3 | 1.0 | 1.5 |     |     |     |                         |
|                                                                        | 38                             | B                                | 0                          | 0   | 0   | 0   | 0   | 0.8 | 1.0 |     |     |     |                         |
|                                                                        |                                | No.                              | 10                         | 10  | 10  | 10  | 10  | 10  | 9   |     |     |     |                         |
| アリスニタ<br>Arisanita<br>(TBTO)                                           | 22                             | T                                | 0                          | 0   | 0   | 0   | 0.4 | 0.4 | 0.8 |     |     |     |                         |
|                                                                        | 41                             | G                                | 0                          | 0   | 0   | 0   | 0   | 0.1 | 0.2 |     |     |     |                         |
|                                                                        | 67                             | B                                | 0                          | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |     |     |     |                         |
|                                                                        |                                | No.                              | 10                         | 10  | 10  | 10  | 10  | 10  | 10  |     |     |     |                         |
| PCP 2%<br>in kerosene                                                  | 34                             | T                                | 0                          | 0   | 0   | 0   | 0.2 | 0.4 | 0.4 |     |     |     |                         |
|                                                                        | 47                             | G                                | 0                          | 0   | 0   | 0.1 | 0.6 | 1.3 | 2.6 |     |     |     | 7                       |
|                                                                        | 85                             | B                                | 0                          | 0   | 0   | 0.2 | 0.5 | 1.1 | 2.7 |     |     |     | 7                       |
|                                                                        |                                | No.                              | 10                         | 10  | 10  | 10  | 10  | 10  | 6   |     |     |     |                         |
| PCP 2%<br>in camellia<br>oil (50%)<br>and kerosene<br>(50%)            | 26                             | T                                | 0                          | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.5 | 0.5 | 0.9 |     |     |     |                         |
|                                                                        | 32                             | G                                | 0                          | 0   | 0   | 0   | 0.2 | 0.8 | 0.9 |     |     |     |                         |
|                                                                        | 42                             | B                                | 0                          | 0   | 0.1 | 0.1 | 0.8 | 1.1 | 1.5 |     |     |     |                         |
|                                                                        |                                | No.                              | 10                         | 10  | 10  | 10  | 10  | 10  | 10  |     |     |     |                         |
| サトコート<br>Satocoat<br>(TBTO)                                            | 10                             | T                                | 0                          | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.8 | 0.8 | 1.1 |     |     |     |                         |
|                                                                        | 17                             | G                                | 0                          | 0   | 0   | 0.7 | 1.7 | 2.5 | 3.7 |     |     |     | 6                       |
|                                                                        | 26                             | B                                | 0                          | 0   | 0.1 | 0.6 | 1.6 | 2.6 | 3.3 |     |     |     | 6                       |
|                                                                        |                                | No.                              | 10                         | 10  | 10  | 10  | 10  | 6   | 3   |     |     |     |                         |
| ウッドエースN<br>Wood-ace<br>(PCP)                                           | 31                             | T                                | 0                          | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0.2 |     |     |     |                         |
|                                                                        | 55                             | G                                | 0                          | 0   | 0   | 0   | 0.1 | 0.7 | 1.1 |     |     |     |                         |
|                                                                        | 72                             | B                                | 0                          | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |     |     |     |                         |
|                                                                        |                                | No.                              | 10                         | 10  | 10  | 10  | 10  | 10  | 10  |     |     |     |                         |
| キシラモンBN<br>Xylamon<br>(PCP chloro-<br>naphthalene)                     | 21                             | T                                | 0                          | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0.7 |     |     |     |                         |
|                                                                        | 30                             | G                                | 0                          | 0   | 0   | 0.1 | 0.4 | 1.4 | 1.8 |     |     |     |                         |
|                                                                        | 51                             | B                                | 0                          | 0   | 0   | 0   | 0.3 | 1.4 | 1.5 |     |     |     |                         |
|                                                                        |                                | No.                              | 10                         | 10  | 10  | 10  | 10  | 9   | 8   |     |     |     |                         |
| キシラモンTR<br>Xylamon<br>(PCP chloro-<br>naphthalene)                     | 24                             | T                                | 0                          | 0   | 0   | 0   | 0   | 0.1 | 0.1 | 0.4 | 1.0 | 1.0 |                         |
|                                                                        | 35                             | G                                | 0                          | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0.1 | 0.1 | 0.6 | 0.6 |                         |
|                                                                        | 49                             | B                                | 0                          | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0.2 | 0.6 |                         |
|                                                                        |                                | No.                              | 9                          | 9   | 9   | 9   | 9   | 9   | 9   | 9   | 9   | 9   |                         |
| クレオソート油<br>Creosote oil                                                | 27                             | T                                | 0                          | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0.3 |     |     |     |                         |
|                                                                        | 33                             | G                                | 0                          | 0   | 0   | 0   | 0   | 0.1 | 0.4 |     |     |     |                         |
|                                                                        | 38                             | B                                | 0                          | 0   | 0   | 0   | 0   | 0.2 | 0.2 |     |     |     |                         |
|                                                                        |                                | No.                              | 10                         | 10  | 10  | 10  | 10  | 10  | 10  |     |     |     |                         |

Table 13. 塗布用薬剤処理丸太\*の平均被害度

Average grade of damage on each position of the fence posts treated with the preservatives for brushing

| 防腐剤名と処理液濃度<br>Preservatives and conc. of treating solution | 吸収量<br>Retention kg/m <sup>3</sup> | 杭の位置<br>Position of stakes | 経過年数 Service years |     |     |     |     |     |  |  |  |  | 耐用年数<br>Service life |
|------------------------------------------------------------|------------------------------------|----------------------------|--------------------|-----|-----|-----|-----|-----|--|--|--|--|----------------------|
|                                                            |                                    |                            | 1                  | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   |  |  |  |  |                      |
| 無 処 理                                                      |                                    | T                          | 0                  | 0.5 | 1.9 | 2.6 | 3.3 | 3.7 |  |  |  |  | 4                    |
|                                                            |                                    | G                          | 0                  | 1.7 | 2.2 | 2.8 | 3.4 | 3.9 |  |  |  |  | 4                    |
|                                                            |                                    | No.                        | 10                 | 10  | 10  | 10  | 10  | 10  |  |  |  |  |                      |
| ア リ ノ ン<br>Arinone                                         | 10<br> <br>15<br> <br>22           | T                          | 0                  | 0   | 0   | 0.1 | 0.3 | 0.5 |  |  |  |  | 4                    |
|                                                            |                                    | G                          | 0                  | 0.4 | 1.3 | 2.4 | 2.5 | 2.5 |  |  |  |  |                      |
|                                                            |                                    | No.                        | 10                 | 10  | 10  | 10  | 10  | 10  |  |  |  |  |                      |
| クレオソート油<br>Creosote oil                                    | 10<br> <br>18<br> <br>32           | T                          | 0                  | 0   | 0   | 0.3 | 0.3 | 0.3 |  |  |  |  |                      |
|                                                            |                                    | G                          | 0                  | 0.1 | 0.4 | 0.6 | 1.0 | 1.1 |  |  |  |  |                      |
|                                                            |                                    | No.                        | 10                 | 10  | 10  | 10  | 10  | 10  |  |  |  |  |                      |
| ナフテン酸銅<br>Copper-naphthenate                               | 10<br> <br>15<br> <br>23           | T                          | 0                  | 0   | 0   | 0.1 | 0.1 | 0.1 |  |  |  |  |                      |
|                                                            |                                    | G                          | 0                  | 0.3 | 0.5 | 0.6 | 0.7 | 1.2 |  |  |  |  |                      |
|                                                            |                                    | No.                        | 10                 | 10  | 10  | 10  | 10  | 10  |  |  |  |  |                      |
| PCP 2 %<br>in kerosens                                     | 12<br> <br>18<br> <br>22           | T                          | 0                  | 0   | 0   | 0.3 | 0.5 | 0.6 |  |  |  |  | 5                    |
|                                                            |                                    | G                          | 0                  | 0.7 | 1.4 | 2.0 | 2.5 | 2.8 |  |  |  |  |                      |
|                                                            |                                    | No.                        | 10                 | 10  | 10  | 10  | 10  | 10  |  |  |  |  |                      |
| ウッドエース C<br>Wood-ace                                       | 11<br> <br>15<br> <br>20           | T                          | 0                  | 0   | 0   | 0.2 | 0.2 | 0.3 |  |  |  |  |                      |
|                                                            |                                    | G                          | 0                  | 0.1 | 0.4 | 0.6 | 0.6 | 1.2 |  |  |  |  |                      |
|                                                            |                                    | No.                        | 10                 | 10  | 10  | 10  | 10  | 10  |  |  |  |  |                      |
| キシラモン<br>Hell<br>Xylamon                                   | 11<br> <br>17<br> <br>24           | T                          | 0                  | 0   | 0   | 0.1 | 0.1 | 0.1 |  |  |  |  |                      |
|                                                            |                                    | G                          | 0                  | 0   | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.7 |  |  |  |  |                      |
|                                                            |                                    | No.                        | 10                 | 10  | 10  | 10  | 10  | 10  |  |  |  |  |                      |

\* 寸法 Size : dia. 10~15 cm, length 150 cm.

である。例えば、PCP の 2 % 灯油のみの場合は耐用年数が 7 年であるが、それに椿油を添加したものは 7 年でもまだ被害度は 2 以下である。PCP 以外の薬剤でも、高沸点の液を含んだ黒褐色系の薬剤と、ほとんど色のない透明な薬剤を比べてみると、やはり高沸点の多い薬液の方が効力的にもすぐれている。

## (13) 塗布用薬剤処理丸太の平均被害度

市販の塗布用薬剤を 2 回塗布処理した直径 10~15 cm、長さ 150 cm のスギ小丸太の被害経過を Table 13 に示す。

まだ経過年数が 6 年なので、薬剤間の効力の差が顕著になっていない。Table 12 に示す薬剤とほぼ類似のものを用いているが、断面が大きく、干割れが多いという点で 3×3×60 cm の杭の結果とは異なるのであろう。とくに溶媒による効力の差は丸太のように処理後干割れの発生が多く、無処理面がばくろされやすい材料の場合に、その面をどれだけ保護できるかという能力の差に大きく影響し、耐用年数の長短となってあらわれるであろう。まず、PCP、アリノンのような灯油溶媒のものの短命なことがはっきりし

てきて、干割れのない杭よりもさらに溶媒の効果のちがいが明らかになりつつある。

## 6. む す び

杭試験における杭の被害経過を薬剤別にまとめてみると、杭の耐用年数のちがいのみならず、薬剤の性質によって、被害部位、被害経過のパターンにそれぞれ特性があらわれていて、今後の薬剤の選択ならびに開発のために役立つ資料がえられた。この試験はまだ今後も継続してゆくつもりであるから、さらに興味ある結果がえられる可能性もあり、そのときどきに応じて、まとめて報告する予定である。

## 文 献

- 1) 雨宮昭二：浅川実験林苗畑の杭試験（1）杭の被害程度を評価する方法，林試研報，150，143～156，（1963）
- 2) ———・松岡昭四郎・庄司要作・井上 衛・阿部 寛・内藤三夫：浅川実験林苗畑の杭試験（2）防腐処理杭の10年間の被害経過，林試研報，230，105～142，（1970）
- 3) ———：浅川実験林苗畑の杭試験（3）各樹種の野外試験による耐朽性調査結果，林試研報，232，109～135，（1970）
- 4) ———・庄司要作：浅川実験林苗畑の杭試験（4）クレオソート油処理杭中の残油量の経年変化，木材工業，28，4，15～18，（1973）
- 5) ———・———：浅川実験林苗畑の杭試験（5）硫酸銅，ウォルマン塩系防腐剤ならびにボリデン塩系防腐剤による処理杭中における金属残存量の10年間の経年変化，林試研報，284，81～107，（1976）

**Stake Test at Asakawa Experiment Forest (6)**  
**Inspection of the treated stakes during eighteen years**

Shôji AMEMIYA<sup>(1)</sup>, Shôshiro MATSUOKA<sup>(2)</sup>, Yôsaku SHÔJI<sup>(3)</sup>,  
Mamoru INOUE<sup>(4)</sup> and Kentarô SUZUKI<sup>(5)</sup>

Summary

The results obtained by inspection of the treated stakes during eighteen years at Asakawa Experiment Forest are reported in this paper.

SUGI sapwood was used for the stakes, and the size was  $3 \times 3 \times 60$  cm. The stakes were set in the ground in an upright position with about half of their length in the ground.

The condition of the damage on all stakes was inspected by observation every year. The results obtained are indicated in Table 1~13.

The service lives of the untreated sapwood stakes are about three years both above and under the ground, and that of the untreated heartwood stakes are mostly three years under the ground, but their top ends above the ground show not much damage even after eighteen years in Table 1.

The stakes treated with the original creosote oil are almost sound after eighteen years, but the service lives of the stakes treated with the creosote oil diluted to five times by kerosene are about fifteen years, and that of stakes treated with the creosote oil diluted to ten times by kerosene are about twelve years as shown in Table 2.

The service lives of the stakes treated with Wolman salts without arsenic compound or arsenic and chromic compounds are under ten years. It is evident that the safety for man is contradictory to the durability of the effectiveness on Wolman salts in Table 3.

The top ends of the stakes treated with copper compounds are attacked easily during short periods as shown in Table 4.

The service lives of the stakes treated with 2% treating solution of CCA, Tances C, Tanalith CB, Boliden salt S-25 and K-33 are not yet decided as shown in Tables 5 and 6.

The service lives of the stakes treated with tri-butyltin compounds are fifteen years on the retention of  $4 \text{ kg/m}^3$ , and less than ten years on the retention under  $1 \text{ kg/m}^3$  as shown in Table 7.

The stakes treated with phenol resins have the higher effectiveness against decay on high resin contents, but have the lower effectiveness on low resin contents as shown in Table 9. The stakes treated with phenol resin and Na-PCP have the higher effectiveness on low contents.

Boron compound provides little protection against decay in outdoor positions, and the top ends of the stakes treated with chromated zinc chloride are attacked easily during short periods like copper compound as shown in Table 10.