

北海道における建築解体材に含まれる木材保存剤の分析

東 智則 齋藤 直人*¹ 山崎 亨史

Analysis of Wood Preservatives in Demolition Wood in Hokkaido

Tomonori AZUMA

Naoto SAITO

Michifumi YAMAZAKI

We investigated creosote and surface-treatment-type wood preservatives contained in waste wood sampled from demolished structures and industrial waste-processing facilities in Hokkaido. Some components, *e.g.* Fluoranten, Pyren and Benzo [a] pyrene (B[a]P), which have relatively high boiling points, were detected in creosote-treated waste wood, though the components, which have low boiling points, were almost undetectable. Chlordane, which is one of the organochlorine compounds, was detected in surface-treatment-type wood preservatives. In the analysis of metallic wood preservatives, CCA was detected in non-colored sample.

Key words: wood preservative, creosote, demolition wood, chlordane, CCA
木材保存剤, クレオソート油, 建築解体材, クロルデン, CCA

北海道の建築解体現場, 産業廃棄物中間処理工場で採取した建築解体材に含まれるクレオソート油と表面処理用木材保存剤について分析を行った。解体材中のクレオソート油からは低沸点成分はほとんど検出されず, フルオランテン, ピレン, ベンゾ[a]ピレン (B[a]P) 等の高沸点の成分が検出された。また表面処理用木材保存剤に含まれる有機塩素系化合物について調べたところ, クロルデンが検出された。一方金属系木材保存剤の分析において, CCAが無色の検体から検出された。

1. はじめに

これまでに旭川市内で行った建築解体材 (以下, 解体材) に含まれる保存処理木材の調査から, 現在, 主にクレオソート油処理材が発生していることと, 今後はCCA (クロム, 銅, ヒ素) 処理材および表面処理用木材保存剤で処理された木材 (以下, 表面保存処理木材) の発生が増加することが予想された^{1,2)}。これらの木材保存剤の中には有害な成分が含まれているものもあり, 再利用するにあたり用途によっては特別な配慮が必要となるため,

廃棄実態や残存状況を把握し, 適切な措置を講じなければならない。

本研究では建築解体現場あるいは産業廃棄物中間処理工場で採取した解体材に含まれるクレオソート油および表面処理用木材保存剤の成分と残存量について分析を行った。表面処理用木材保存剤のうち有機系と判断されたものはクロルデン (*cis*-クロルデン, *trans*-クロルデン, *trans*-ノナクロル), ディルドリン, アルドリン, γ -ベンゼンヘキサクロリド (BHC), *o,p*-ジクロロジフェニルトリクロ

ロエタン (DDT), *p,p*-DDT に着目して分析した。金属系と判断された検体については、銅、亜鉛の化合物が木材保存剤として使用されていたことや、聞き取り調査でCCAを表面処理に使用したという情報（私信：布村昭夫，1999年）があったことなどから銅、クロム、ヒ素、亜鉛の分析を行った。なお、本報告の一部は第51回日本木材学会大会（2001年4月，東京）³⁾，および第14回廃棄物学会研究発表会（2003年10月，つくば）⁴⁾ で発表した。

2. 調査および実験方法

2.1 クレオソート油処理材の分析

旭川市内の建築解体現場から採取したクレオソート油処理土台20検体を分析に供した。検体中のクレオソート油残存量を調べるため、処理面の一定面積を着色が認められなくなるまで鉋削し、鉋削屑をワイレーミルで粉砕した。これをエタノール：ベンゼン（1:2 v/v）で16時間ソックスレー抽出を行い鉋削屑単位重量当たりの抽出量を求めた。また同じ検体の無処理面からも同様に抽出量を求めた。処理面の抽出量から無処理面の抽出量を引いた値をクレオソート油残存量とした。残存量は鉋削した面積当たりの残存量に換算して考察した。

さらにクレオソート油の残存成分についてガスクロマトグラフ（GC）で分析した。また比較のため市販されているクレオソート油JIS-1号についても分析を行った。カラムはDB-1（J & W Science, ϕ 0.32mm \times 30m, 膜厚0.25 μ m）を使用した。カラム温度の条件は、初期温度100 $^{\circ}$ C（5分），昇温速度5 $^{\circ}$ C/分，最終温度270 $^{\circ}$ Cであった。

2.2 表面処理用木材保存剤の分析

2.2.1 検体採取

北海道内の産業廃棄物中間処理工場および解体現場において表面に緑，ピンク等の着色が認められた木材を37検体採取した。またこれまでの調査から，無色の表面処理用薬剤で処理した事例もあること，北海道においてはCCA処理木材が土台に使用され始めた時期と柱が保存処理されるようになった時期がほぼ同時期と考えられたことから，CCA処理土台が使用されていた解体物件から着色

が認められない柱も2検体採取した。

2.2.2 呈色試験

表面処理された木材保存剤が金属系かどうかを判断するために，クロム，銅などの金属に反応するジフェニルカルボノヒドラジドを塗布し，呈色試験を行った。

2.2.3 有機塩素系木材保存剤の分析

呈色試験で明りょうな呈色が認められなかった検体については有機塩素系化合物を成分とする木材保存剤の可能性があると判断し，GCによる分析を行った。分析方法は次のとおりである。ワイレーミルで粉砕した検体約5gを30%含水アセトン100mlに浸漬して16時間静置した後，超音波処理を5分間行いろ過した。さらにろ過残さについては再び30%含水アセトン50mlを入れて超音波処理を5分間行い再度ろ過した。両ろ液を合わせ，ロータリーエバポレーターによりアセトンを除去し，10%塩化ナトリウム水溶液100mlを加えた後にヘキサン50mlで抽出し，水層はさらに50mlヘキサンで抽出した。抽出液を合わせた後，さらにアセトニトリルヘキサン分配，フロリジルカラムによる精製を行いGCによる分析を行った。有機塩素系化合物が検出された検体の一部については，残存薬剤の分布を把握するため，超仕上げかんな盤で表面から5mm程度まで1mmごとに削り取り，その濃度を測定した。

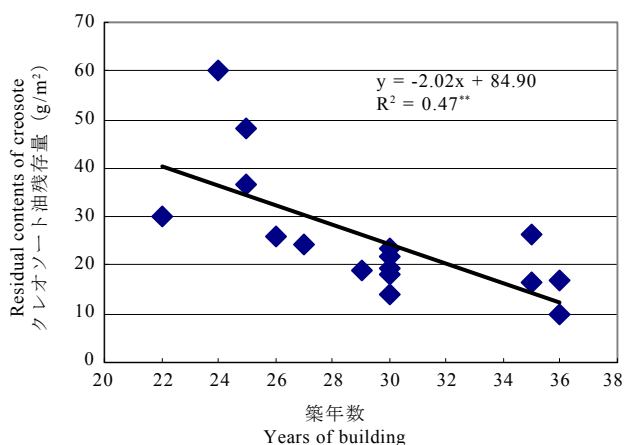
2.2.4 金属系木材保存剤の分析

ジフェニルカルボノヒドラジドによって呈色した検体および有機塩素系化合物が検出されなかった検体については，フレイム原子吸光法によりクロム，銅，ヒ素，亜鉛の含有について分析を行った。検体の表面部分を5mm厚の板状に採取し，ナタで細割りした後ワイレーミルで粉砕した。粉砕した検体約2gを硫酸と過酸化水素により湿式分解を行い，分解液を水で希釈後分析に供した。

3. 結果および考察

3.1 クレオソート油処理材の分析

解体住宅から採取したクレオソート油処理材20検体についてクレオソート油の残存量を調べた。残存量は最大60.3，最小9.9，平均25.7 g/m²であっ



第1図 解体材中に含まれるクレオソート油の残存量

Fig.1. Residual contents of creosote in demolition wood.

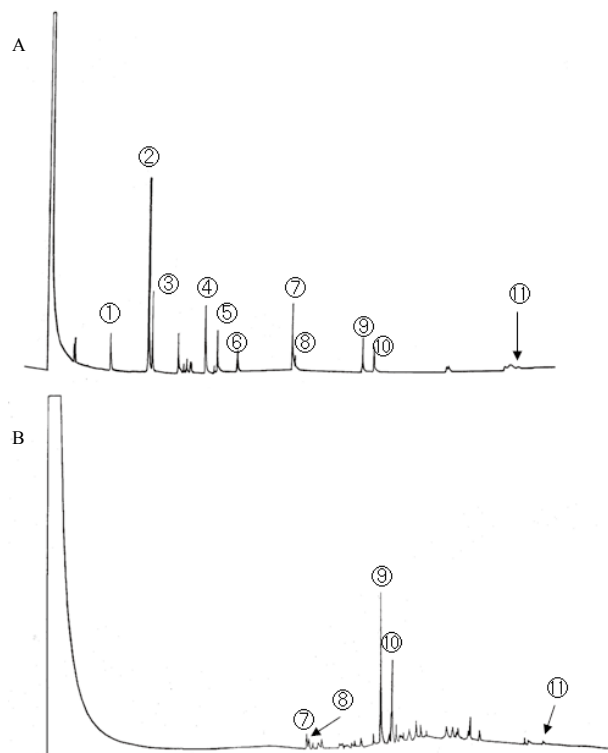
第1表 クレオソート油の主な成分

Table 1. Major components of creosote.

| | 沸点 Boiling Point (°C) | クレオソート油 JIS-1号 JIS-1-type creosote | 解体材から抽出したクレオソート油 Creosote extracted from demolition wood |
|------------------------------------|-----------------------------|---|--|
| ①ナフタレン Naphthalene | 218 | ○ | |
| ②2-メチルナフタレン 2-methylnaphthalene | 241 | ○ | |
| ③1-メチルナフタレン 1-methylnaphthalene | 245 | ○ | |
| ④アセナフテン Acenaphtene | 277 | ○ | |
| ⑤ジベンゾフラン Dibenzofuran | 287 | ○ | |
| ⑥フルオレン Fluorene | 298 | ○ | |
| ⑦フェナントレン Phenanthrene | 339 | ○ | ○ |
| ⑧アントラセン Anthracene | 340 | ○ | ○ |
| ⑨フルオランテン Fluoranthene | 382 | ○ | ○ |
| ⑩ピレン Pyrene | 393 | ○ | ○ |
| ⑪ベンゾ[a]ピレン Benzo[a]pyrene | 495 | ○ | ○ |

た。解体住宅の築年数と残存量の関係を調べたところ、築年数が長いものほど残存量が少なくなる傾向が見られた(第1図)。

GCにより検出されたクレオソート油の主な成分を第1表に、またクロマトグラムの一例を第2図に示す。クレオソート油JIS-1号はナフタレン、2-メ



第2図 クレオソート油JIS-1号(A)と解体材から抽出したクレオソート油(B)のガスクロマトグラム

注) ①～⑪は第1表参照

Fig.2. Gas chromatograms of JIS-1-type creosote (A) and creosote extracted from demolition wood (B).

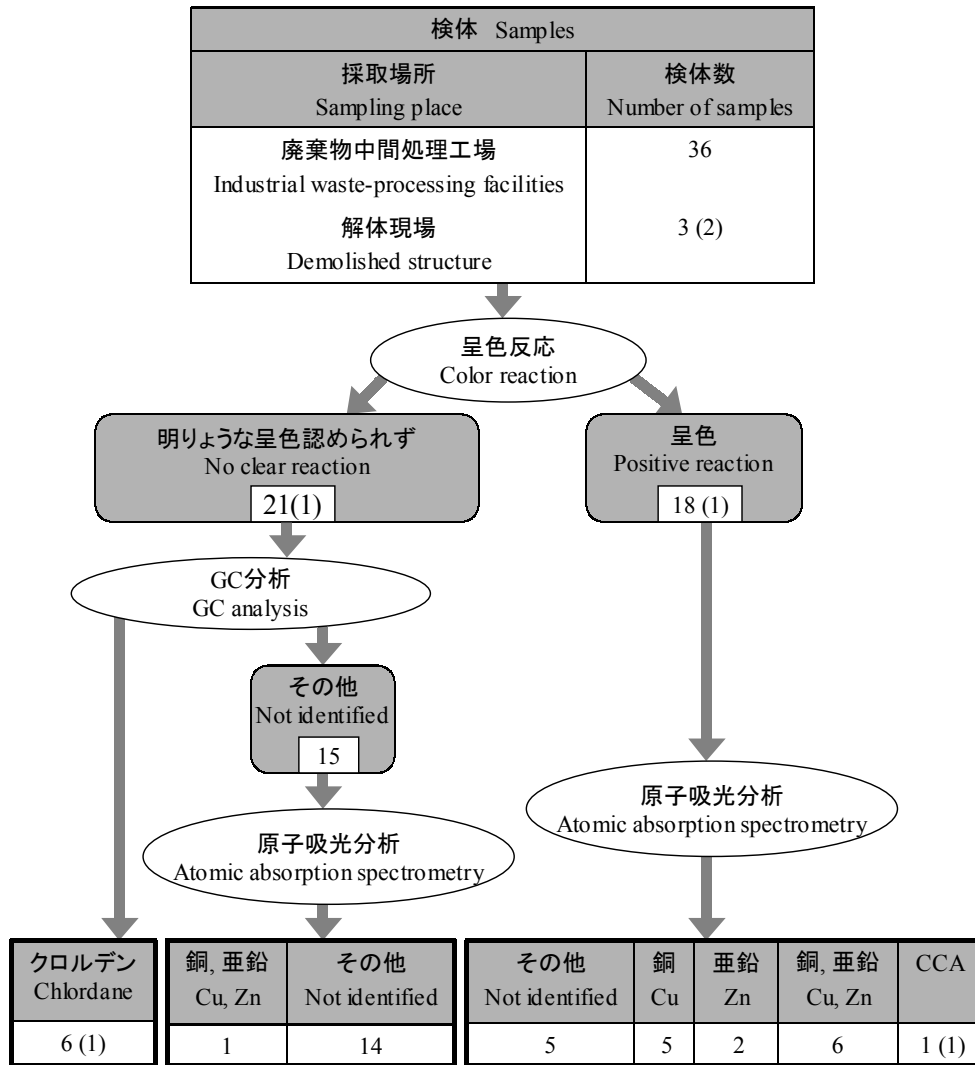
Note) See Table 1: ①～⑪

チルナフタレン、1-メチルナフタレン、アセナフテン、ジベンゾフラン、フルオレン等の比較的低沸点の成分が主要成分であった。しかし解体材中に残存するクレオソート油にはこれらの成分はほとんど認められず、比較的高沸点成分 (b.p.339°C以上) であるフルオランテン、ピレンの含有率が高く、最大値はそれぞれ0.94、0.49 g/m²であった。わずかながら発がん性物質のベンゾ[a]ピレン(B[a]P)のピークも認められた。

これまでもクレオソート油で処理された廃枕木⁵⁾、電柱⁶⁾について残存成分を分析した報告例があるが、今回の結果と同様、低沸点成分の減少が認められている。これらの成分は使用されている間に揮散していくものと考えられる。このことがクレオソート油の残存量が築年数により減少したことに影響しているものと推察される。

3.2 有機塩素系木材保存剤の分析

今回行った表面処理用木材保存剤の定性分析の



第3図 表面処理用木材保存剤の定性分析結果

注) カッコ内の数字は無着色の検体の数

Fig.3. Results of qualitative analysis of surface-treatment-type wood preservatives.

Note) Number in parenthesis shows the numbers of non-colored samples.

結果を第3図にまとめた。呈色試験で明りょうな呈色反応が認められない21検体についてGCで分析を行ったところ、6検体からクロルデンが検出された。このうち1検体はCCA処理木材が土台に使用されていた建築物から採取した着色されていない柱であった。3検体について5 mm深さまでの定量を行ったところ39, 74, 147 mg/kgの含有量が認められた。今回の分析では調査対象とした物質のうちクロルデン以外のものは認められなかった。これまでに廃木材中の有機塩素系化合物については埼玉県環境化学国際センターが昭和63年および平成10年に県内の調査を行っており、昭和63年の調査ではクロルデン、ドリソ類、DDT、 γ -BHCが検

出されたが、平成10年にはドリソ類、DDT、 γ -BHCは検出されなかった⁷⁾。木材保存剤メーカーへの聞き取り調査から、クロルデン以外の化合物はクロルデンが主流となる以前に使用されていたことがわかっている。したがって、本州に比べ木材保存処理の歴史が浅い北海道にあっても、今後発生する有機塩素系化合物はクロルデンが主になると予想される。

3.3 金属系木材保存剤の分析

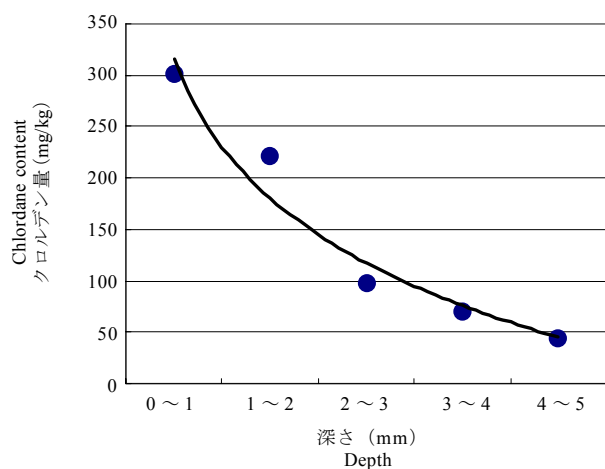
原子吸光法によりクロム、銅、ヒ素、亜鉛の分析を行った。その結果、6検体から銅と亜鉛の両元素が、5検体から銅のみ、2検体から亜鉛のみ、1検体からクロム・銅・ヒ素(CCA)が、それぞれ薬剤

処理されたと考えられる濃度で検出された（第3図）。CCAが検出された検体はCCA処理木材が土台に使用されていた物件から採取した柱で、目視では薬剤処理の判別がつかないものであった。これまでの聞き取り調査で、かつてCCAも表面塗布していたとの情報を得ているが、今回の調査で柱の表面処理にもCCAが用いられていたことが確認できた。

表層5mmにおいて検出された亜鉛は最大で1,060 mg/kg、亜鉛を含む8検体の平均で400 mg/kgであった。CCA処理木材以外の検体で検出された銅は最大410 mg/kg、銅を含む11検体の平均で200 mg/kgであった。CCA処理木材では銅が769 mg/kg、クロムが829 mg/kg、ヒ素が1,208 mg/kg検出された。

3.4 深さごとの薬剤の残存量

表面処理によるクロルデンの1 mmごとの残存量の一例を第4図に示す。残存量は表面に近いほど多く、3mm深さまでに急減した。表面処理にはハケによる塗布と噴霧器による吹き付けがある。浸透量と深さは木材の含水率、木材保存剤の種類（水溶性・油性）、樹種や木材表面（粗・滑）などによって異なる⁸⁾。今回分析を行った検体の塗布条件の詳細は不明だが、いずれも製材による粗面に処理されていた。割れ、凹凸がある場合を除き緑色の着色はいずれも1 mm削り取った時点でなくなっていた。これに対し、クロルデンは検体によって濃度差



第4図 鉋削深さごとのクロルデン含有量
Fig.4. Chlordane content at 1-5mm depth in wood with surface-treatment-type wood preservative.

はあるが、いずれも5 mmまで検出された。

4. まとめ

北海道で発生している建築解体材に含まれるクレオソート油、表面処理用木材保存剤について分析を行った。解体材中のクレオソート油は時間の経過により低沸点成分が揮散し、主に残存しているのは比較的高沸点成分のフルオランテン、ピレンで、わずかながらB[a]Pも含まれていることが示された。また表面処理用木材保存剤分析のため採取した39検体のうち6検体からクロルデンが検出された。金属系の木材保存剤は銅、亜鉛の化合物を成分とするものが多かった。またCCAも検出された。今後廃木材の再利用を進めていく上でこれらの有害物質を含む木材は、適正な利用または処分を行う必要がある。そのため解体現場、廃棄物中間処理工場における保存処理木材の分別方法を検討していく必要がある。

文 献

- 1) 東智則：林産試だより，3月号，6-8(2002)。
- 2) 清野新一：林産試だより，8月号，1-3(2002)。
- 3) 東智則，斎藤直人：第51回日本木材学会大会研究発表要旨集，658(2001)。
- 4) 東智則ほか4名：第13回廃棄物学会研究発表会講演論文集，450-452(2003)。
- 5) 浅利美鈴ほか4名：環境化学討論会講演要旨集，190-191(2002)。
- 6) 駒沢克己，伊東英武：林産試月報，4月号，10-15(1981)。
- 7) 倉田泰人，小野雄策：第10回廃棄物学会研究発表会講演論文集，414-416(1999)。
- 8) 雨宮昭二：木材工業，17(5)，36-40(1962)。

—利用部 再生利用科—
—* 1: 企画指導部 普及課長—
(原稿受理: 04.4.19)