

平成8年度 農林水産省補助事業
技術開発研究推進事業
技術開発推進事業

性能標準作成事業報告書 (木質建材環境問題検討事業)

平成9年3月

財団法人 日本住宅・木材技術センター

まえがき

近年、住宅室内において建材等から放散する物質による室内汚染が大きな社会的な問題として取り上げられている。この室内汚染について木質建材が関与するホルムアルデヒド等の問題解決に向けた研究を行うことが必要になっている。

本報告書は、このような状況を踏まえ、木質建材から放散されるホルムアルデヒド及び木材保存材からの揮散物質に関する既往の資料の検討及び逆デシケータ法による放出ホルムアルデヒド測定実験を行い、その結果をとりまとめたものである。

事業の実施に当たっては、下記の委員会を設置して調査・検討を進めてきた。多忙な中で精力的に調査・検討をしていただいた委員各位のご尽力に対して謝意を表す次第である。

木質建材環境問題委員会 委員名簿

委員長	吉田 弥明	静岡大学農学部 教授
委員	井上 明生	森林総合研究所接着研究室 室長
〃	志澤 寿保	三共株式会社特品開発部 次長
〃	信田 聡	東京大学農学生命科学研究科 助手
〃	末吉 修三	森林総合研究所木質環境研究室 室長
〃	富田 文一朗	筑波大学農林工学系 教授
〃	名波 直道	静岡大学農学部森林資源科学科 助手
〃	本橋 健司	建築研究所耐久性研究室 室長
協力委員	阿部 庄吾	社団法人全国木材組合連合会 検査部長
〃	石田 英生	日本木材防腐工業組合
〃	井上 雅雄	日本接着工業会
〃	岩崎 克己	社団法人日本木材保存協会 常務理事
〃	浦田 恒彦	全国天然木化粧合単板工業協同組合連合会 専務理事
〃	大槻 誠治	社団法人全国中小建築工事業団体連合会 業務課長
〃	緒方 一範	日本複合床板工業会 専務理事
〃	金子 吉汪	日本集成材工業協同組合 専務理事
〃	正札 肇	日本合板工業組合連合会
〃	田村 彰	財団法人日本合板検査会本部研究室 主査
〃	原 敬夫	日本繊維板工業会 業務部長
〃	日野 壽朗	社団法人日本木造住宅産業協会 技術開発部長
〃	布施谷 善朗	合成樹脂工業協会 技術委員長
〃	吉澤 健次	日本プリント・カラー合板工業組合
〃	吉澤 友次	社団法人日本ツーバイフォー建築協会 技術部長
〃	吉村 継夫	社団法人日本ハウスビルダー協会 企画調査部次長

平成9年3月

財団法人 日本住宅・木材技術センター
理事長 岡 勝 男

要 約

木質建材から放散されるホルムアルデヒド等による、室内汚染問題を解決するためのガイドラインを作成することを目的して、本報告書は、既往の文献、資料の収集、研究計画の立案、逆デシケータ法による放出ホルムアルデヒド測定実験を行い、その結果をとりまとめた。具体的には次ぎのとおりである。

① 木質材料の放散能から実際系の気中濃度を推定する実験式（案）の提案を行った。②ホルムアルデヒドの放散能を評価するための逆デシケータ法に関する具体的実験計画を提案した。③逆デシケータ法による放出ホルムアルデヒド測定実験を行いその結果をとりまとめた。④木材保存剤の使用方法からの種別分類及び重点的に取り組みを行う具体的な薬剤名の選定を行った。

キーワード

ホルムアルデヒド、気中濃度、デシケータ法、逆デシケータ法、放散量、経時変化、換気率、換気量、設置率、合板、繊維板、温度、湿度、結晶皿、VOC、キシレン、クレオソート、モノクロルナフタレン、デシケータ値、木材保存剤

目 次

1	事業の目的	1
2	検討事項	1
3	検討結果	2
3.1	検討結果の要点	2
3.1.1	放散ホルムアルデヒドのガイドラインに関するもの	2
3.1.2	木材保存剤対策に関するもの	3
3.2	合板の使用基準に関する検討結果	4
3.2.1	住宅施工における木質材料使用の使用基準に関する基本的方針	4
3.2.2	ガイドライン策定に要する基本的因子	4
3.2.3	住宅施工における木質材料使用のマニュアル（使用基準）	5
3.3	木質建材のホルムアルデヒド放散能評価システムの開発	34
3.3.1	はじめに	34
3.3.2	ホルムアルデヒド気中濃度について	34
3.3.3	デシケータ値による気中濃度換算	38
3.3.4	新しいホルムアルデヒド放散量の測定方法の提案	43
3.3.5	逆デシケータ法に関する具体的実験計画案	45
3.4	デシケータ法及び逆デシケータ法の試験結果	49
3.4.1	実験の目的	49
3.4.2	実験の要因	49
3.4.3	実験条件	50
3.4.4	実験結果	50
3.4.5	実験結果に関する考察	51
3.4.6	今後の実験に当たっての提言	51
3.5	木材保存剤に関する実験計画を組むに至った経緯	65
3.5.1	木材保存剤関係でのVOC検討対象について	65
3.5.2	実験計画について	67
3.5.3	具体的実験計画について	68
	資料	69

1 事業の目的

近年、住宅室内において建材等から揮散する物質による室内汚染の問題が大きな社会的な問題として取り上げられている。この室内汚染物質の重要なものの1つとして挙げられているホルムアルデヒドは、接着剤を使用する木質建材から放散されるものであり、木質建材が関与する室内汚染問題の解決に向けた研究開発を行うことが必要になっている。

本事業は、以上のような観点から、木質建材から放散されるホルムアルデヒド、及び木材保存剤からの揮散物質に関して、既往資料の検討、必要とする実験等を行い、木質建材が関与する室内汚染問題を解決するためのガイドラインを策定することを目的とする。

2 検討事項

木質建材が関与する室内汚染問題を解決するためのガイドラインを策定することを目的として以下の事項の検討を行う。

- ①ホルムアルデヒドに関して既往の試験研究成果に基づいて合板の使用量と室内汚染との関係を推計する計算手法の提案
- ②新しい放散量評価手法の開発のための実験計画の作成
- ③木材保存剤に関する実験計画の作成

3. 検討結果

3. 1 検討結果の要点

既往の文献、資料の収集及びまとめ並びに研究計画の立案、必要とする実験の絞り込みと計画を中心におこなった。以下にその要点を記す。

3. 1. 1 放散ホルムアルデヒドのガイドラインに関するもの

(1) 木質建材からの放散ホルムアルデヒドに関する基準値の検討

- ① J A S 基準との比較検討
- ② 現状の技術で可能な許容値の検討
- ③ 現行普通合板 J A S 基準値の改定案の検討

現行基準(mg/l)	改訂(案)(mg/l)
0.5	0.5
5.0	2.0
10.0	5.0

(2) 目標とする気中濃度の検討

住宅の室内におけるホルムアルデヒドの気中濃度は、諸外国の基準値や勧告値及び健康住宅研究会の方針に基づき目標値を設定する。

(3) 木質建材使用可能量の検討

居住空間におけるホルムアルデヒドの気中濃度は、使用材料のホルムアルデヒドの放散能と使用量および換気条件を含む室内気候条件に依存する。実際には材料の放散能から実際系の気中濃度を推定する実験式(案)の提案を行った(後述)。

(4) 木質建材の使用上の留意点の提案

木質建材を使用する場合の留意点を簡素にまとめる(未着手)。

(5) 室内気中濃度の推定

要求気中濃度と木質建材の使用許容量との推定式を、以下の条件の下に提案した。この実験式を実際に使用できるか否かは、次年度のモデルハウスによる実験を待たなければならない。

[前提条件]

- ① 既往の実験データより、実際系における合板のホルムアルデヒド放散量は、製造直後(J A S 規準)の1/3とする(2~6週間経過状態)。
- ② 室内への放散は室内側からのみ生じるものとし、デシケータ法により材料表面から放散する測定値の1/2をその材料の放散能とする。
- ③ 施工によるホルムアルデヒドの放散はない。
- ④ 壁材(例えばクロス)からのホルムアルデヒドの放散はない。
- ⑤ 建材の種類は合板及びパーティクルボードの板類とする。

(6) 逆デシケータ法の検討

前項でふれたように、多くの場合木質建材からのホルムアルデヒドの放散は片面からのことが多いことと、集成材やLVLのような材料の実際系における放散を考慮したホルムアルデヒドの実際系に即した測定を行うために、逆デシケータ法の測定実験を、行った。

3. 1. 2 木材保存剤対策に関するもの

(1) 木材保存剤の使用方法からの種別分類

健康に影響を及ぼす可能性を確認するために木材保存剤をその使用方法から種別分類した。実際の実験は次年度に行う。

- ①表面処理剤
- ②加圧注入剤
- ③接着剤混入用
- ④現場使用用（防蟻剤）

(2) 重点的に取り組みを行う具体的な薬剤名の選定

木材保存剤の種類は多く、そのすべてを検討するのは困難であるため、需要の多いもので、常温で揮発しやすいと懸念されるものまたは安全面で懸念されるものとして、重点的に取り組む薬剤を抽出した。

3. 2 合板の使用基準に関する検討結果

3. 2. 1. 住宅施工における木質材料使用の使用基準に関する基本的方針

木質材料を使用して建築した住宅内のホルムアルデヒド放散を、建築後に処理して解決する有力な方法は、現時点では開発されていない。従って、ホルムアルデヒドを放散する木質材料の使用については、施工時における適切なガイドラインが必要と判断される。

木質材料からのホルムアルデヒド放散量は、実際の使用条件（温度、湿度、換気率、設置率）を設定して気中濃度を測定するチャンバー法が最も適切であるが、要する装置や定量の煩雑さから、現時点では工業的管理には適合しないと判断される。

我が国では、木質材料からのホルムアルデヒド放散量を測定するデシケーター法が、材料性能の判定法として使用されている。デシケーター法で求められた値と、一定条件（温度、湿度、換気率、設置率）における気中濃度の相関から、それぞれの材料の実際の使用における気中濃度が予測される。これにより木質材料を住宅に使用する際のガイドラインを作成する。

3. 2. 2. ガイドライン策定に要する基本的因子

ガイドラインの策定には、木質材料とホルムアルデヒド放散に関する種々の要因を整理する必要がある。以下にそれらについてまとめる。

(1) ホルムアルデヒド放散の経時変化

木質材料が製造されてから住宅に施工され、住宅が消費者に引き渡されるまでには、少なくとも3ヶ月の期間がある。木質材料からのホルムアルデヒド放散は、経時的に減少することが確認されている。

JAS等のデシケーター法による測定は、木質材料の製造直後、あるいは密閉した後に行われる。従って、住宅に使用されている材料のホルムアルデヒド放散量を、これらのデシケーター値から予測することは妥当でないと判断される。デシケーター値の経時変化については、下記の実験が報告されている。

日本木材加工技術協会合板部会（唐沢取りまとめ）：

”合板から放散するホルムアルデヒド量の経時変化”、合板工業、125、1-9(1985)
以下の結果が報告されている。

- ・普通合板、特殊合板ともにデシケーター値5mg/L以下の合板においては、室内放置によって早ければ2週間、遅くとも6週間で初期値の約1/3まで低下する。

これらの結果から、住宅が引き渡される時点におけるデシケーター値を暫定的に次式で求めることにする。

住宅が引き渡される時点におけるデシケーター値

$$= (\text{製造直後のデシケーター値}) / 3$$

(2) 材料の使用条件（両面、片面、床下）

外壁等へのホルムアルデヒド放散は、大気中に拡散してしまうと仮定できるので、木質材料が、壁面や床等として片面だけ室内に露出している場合は、片面からの放散量を考慮すればよいと思われる。従って、暫定的に材料の放散量の1/2が室内に放散するものと仮定する。

(3) 住宅の環境（温度、湿度、換気率等）

一般的な換気率は、1回/1時間とする。高気密住宅においては、0.4程度が予測される。気中濃度の温度、湿度による変化は、井上明生氏の式（木材工業、45, 313-319(1990)）により求められるが、標準状態を暫定的に23°C、45%RHとする。

(4) 二次加工木質材料、輸入製品の取扱

すべてデシケータ法による測定による。測定法の開発研究が必要。

(5) 施工による

木質材料を表面処理をする場合は、ホルムアルデヒドを放散しないものとする。

(6) JASのホルムアルデヒド基準値の改正（暫定案）

現行のJASのホルムアルデヒド基準値を現状に合ったように改訂する。

F0 : 0.5 mg/L

F1 : 2.0

F2 : 5.0

(7) 気中濃度の目標

気中濃度と人体への疫学面の関係については定かではないが、0.1ppm以下が世界的な傾向であるので、これを厳守すべきと判断される。

気中濃度には、換気率、温度、湿度が重要な因子となるので、基準に用いる条件を設定する必要がある。この際、我が国と諸外国の条件をなるべく同一に設定すべきである。

とくに、換気率については、実態調査が必要である。

3.2.3 住宅施工における木質材料使用のマニュアル（使用基準）

以下の手順で実際系（居住空間）における面材としての木質材料の使用マニュアルを作成する。

(1) 製造直後のデシケータ値の(1/3)を実際系の値とする。

(2) デシケーター法によるホルムアルデヒド放散量を換算式により、一定条件（温度、湿度、換気率、設置率）における気中濃度に換算する。

（換算式の例）23°C、45%RH、換気率（N）1回/時間、

設置率（L）1m²/m³の条件に換算する場合

$$\text{気中濃度} = 0.158 \times (\text{デシケーター値}) + 0.017$$

(3) 上記の気中濃度を用いて、住宅内の目標気中濃度を達成するために要求される換気率と設置率の比（N/L）を求める。

(4) 要求されるN/Lを用いて、一定の換気率を想定した場合の設置率を求める。

(5) 面材として使用している場合は、設置率を2倍する。

この方法により実際系（居住空間）において目標とする気中濃度と換気率（N）を定めれば、設置率（L）が求められることになる。すなわち、居住環境を定めれば、住宅施工時に、一定の空間にその木質材料をどの位使用してよいか分る。

例として、以下の〔例1、2〕ようなデータが得られる。

〔例1〕 デシケーター値から予測される室内に使用できる木質材料の量

材料：合板（F1）

デシケーター値：2.0 mg/L → $2.0 \div 3 = 0.67$

換算した気中濃度：0.12 ppm

使用温度条件：23°C

使用湿度条件：45%RH

換気率（N）：1回/時間

設置率（L）：1m²/m³

目標気中濃度 (ppm)	要求される N/L	要求される設置率、L (m ² /m ³)			
		設定する換気率、N (回数/時間)			
		0.2	0.5	1.0	2.0
0.1	1.25	0.16	0.40	0.80	1.60

[例2] デシケータ値から予測される室内に使用できる木質材料の量

材料：合板（F1）

デシケータ値： $1.0 \text{ mg/L} \rightarrow 1.0 \div 3 = 0.33$

換算した気中濃度： 0.07 ppm

使用温度条件： 23°C

使用湿度条件： $45\% \text{RH}$

換気率（N）： 1 回/時間

設置率（L）： $1 \text{ m}^2/\text{m}^3$

目標気中濃度 (ppm)	要求される N/L	要求される設置率、L (m^2/m^3)			
		設定する換気率、N (回数/時間)			
		0.2	0.5	1.0	2.0
0.1	0.5	0.4	1.0	2.0	4.0

1) Hoetjerの理論より最終的に次の(1)式が誘導される。

$$1 / C_s = 1 / C_{eq} + (1 / C_{eq}K) \cdot (N / L) \quad (1)$$

N : 換気率 (h r⁻¹)

L : 設置率 (m² / m³)

C_s : 定常状態の気中濃度 (ppm)

C_{eq} : 平衡状態 (N = 0 の時) の気中濃度 (ppm)

(1)式から 1 / C_s を縦軸に、N / L を横軸にとり測定値をプロットすると直線関係が得られるから、図1のように切片より 1 / C_{eq} すなわち C_{eq} の値が、また、勾配より 1 / C_{eq}K すなわち K の値が求められる。

この方法は、優れているが実験条件すなわち N / L を変えて気中濃度を測定し C_{eq} の値を求める必要がある。

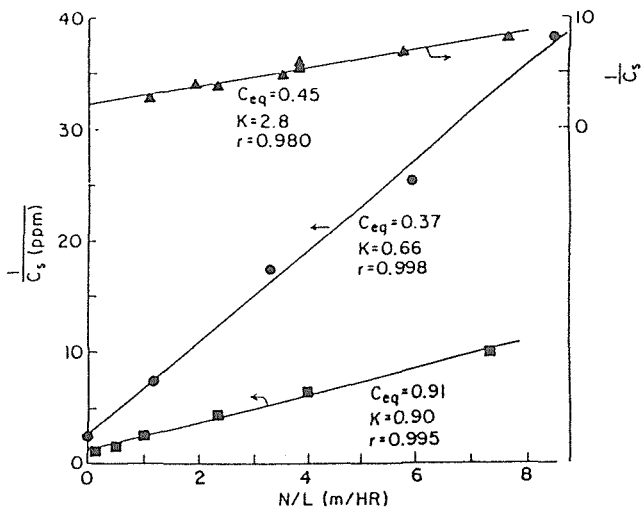


図1 — Examples of fit of chamber data to the inverted HBF Equation [6] (■, ●, ▲ from references 23, 15, and 35, respectively)

2) W. F. Lehmanによる気中濃度の予測法

Hoetjerの理論を適用しているが、放散速度 (ER) を用いた。

$$ER = 1.23 C_s \times N/L \quad (\text{mg}/\text{m}^2\text{hr}) \quad (2)$$

この式は、一定の時間に一定の面積から放散するホルムアルデヒド量 (mg) を示している。すなわち、 N/L が 1.0 の時、1 ppm の気中濃度を保つ場合、 1 m^3 の空気は 1.23 mg のホルムアルデヒドを必要とすることを意味する。

最終的には図3を求めており、この表から、木質材料の種類を問わず、ある1つの条件 (N/L) で測定した気中濃度が分っていれば、すべての条件 (N/L) における気中濃度が予測できる。(なお、図2はHoetjerの式を万能型にしたものである。)

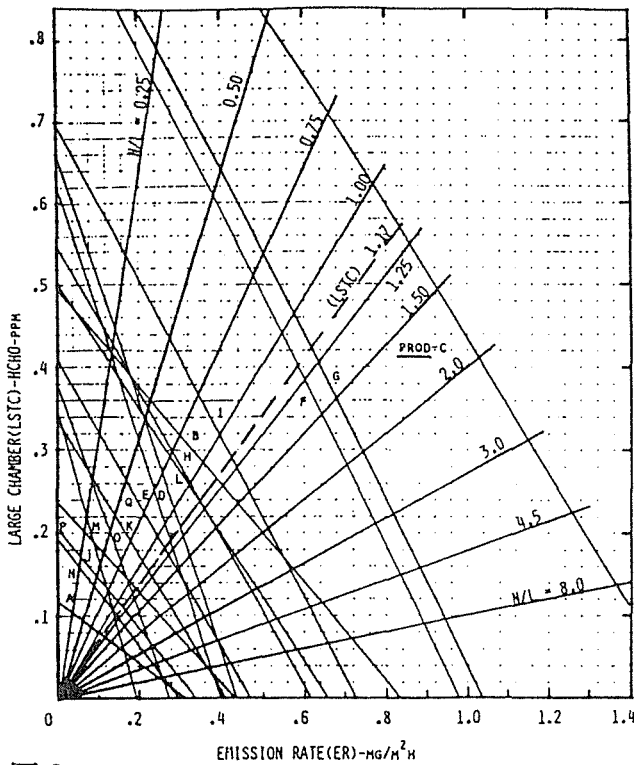


図2 — Graphical method for estimating ambient formaldehyde and emission rates of any product at any ventilation and loading condition when Hoetjer model is known.

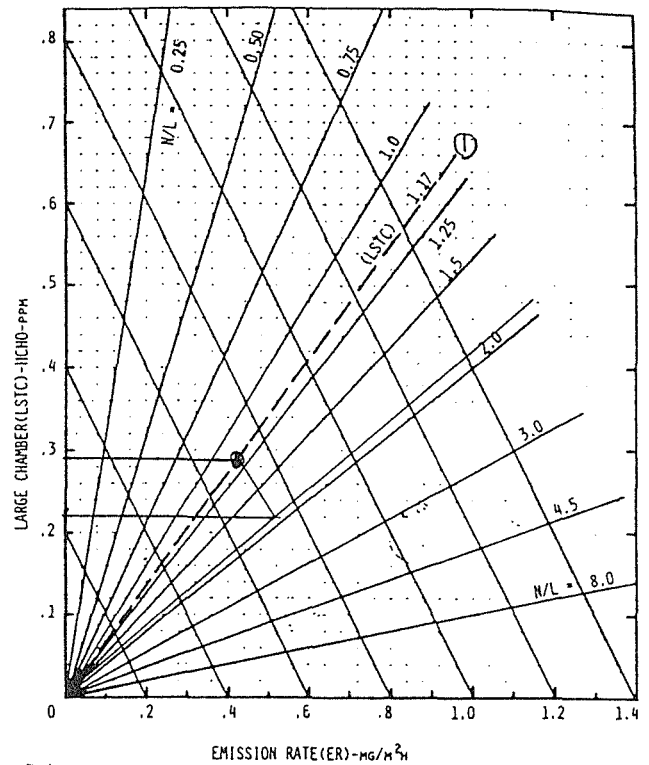


図3 — Graphical method for estimating ambient formaldehyde and emission rates of any product at any ventilation and loading condition when ambient formaldehyde level is known at only one ventilation and loading condition.

3) 実際系の気中濃度算出

合板、繊維板、パーティクルボードについてそれぞれ以下のように検討し、W. F. Lehmannnoの予測法に妥当性があるか否かを確認する。

デシケータ値ならびにパーホルータ値と気中濃度の関係が測定されている文献を抽出し、その時のN/Lの値を調べる。

- ① デシケータ法
- a → 気中濃度と (N/L)
 - b → 気中濃度と (N/L)
 - c → 気中濃度と (N/L)
 - ・
 - ・
 - ↓

種々の条件 (N/L) における気中濃度

		0.2	0.5	1.0	2.0
デシケータ値	0.5 →	?	?	?	?
	1.0 →	?	?	?	?
	2.0 →	?	?	?	?
	5.0 →	?	?	?	?
	10 →	?	?	?	?

例えば、以下のようなデータがあれば好ましい。

表1. JAS規格及びJIS規格におけるホルムアルデヒド放出量に関する区分

製品の種類	デシケータ値 (mg/l)	気中濃度(23℃) (ppm)	気中濃度(33℃) (ppm)	気中濃度(1月後) (ppm)
規格外	30	4.7	11	
合板F3	10 以下	1.6	3.7	0.5
合板F2・PBE2	5 以下	0.81	1.9	0.2
PBE1	1.5 以下	0.25	0.58	
合板F1・PBE0	0.5 以下	0.096	0.22	

気中濃度 (温度 23℃、湿度 45%RH、換気率 1回/時間、設置率 1m²/m³)

$$= \text{デシケータ値} \times 0.158 + 0.017$$

$$\text{気中濃度 (33℃)} = \text{気中濃度 (23℃)} \times 2.3$$

- ② パーホレーター法
- a → 気中濃度と (N / L)
 - b → 気中濃度と (N / L)
 - c → 気中濃度と (N / L)
 - ・
 - ・
 - ↓

種々の条件 (N / L) における気中濃度

		0.2	0.5	1.0	2.0
パーホレーター値	10 →	?	?	?	?
	20 →	?	?	?	?
	30 →	?	?	?	?
	40 →	?	?	?	?

③ 実際系 (居住空間) において目標とする気中濃度を定め、換気率 (N) と設置率 (L) の関係を求める。

各材料ごとにこれらをまとめる。例として、以下のようなデータが得られる。

材料：合板

デシケーター値： u g / L

使用温度条件： ° C

使用湿度条件： % R H

目標気中濃度 (ppm)	(設置率, L)			
	(換気率, N)			
	0.2	0.5	1.0	2.0
0.1				
0.2				
0.5				
1.0				
2.0				

④ 合板、繊維板、パーティクルボードが共存する場合について簡便な取扱いが可能かどうか、また、実験が必要かどうかを明らかにする。

注意事項：気中濃度測定において端面をシールしている場合としていない場合があるのでデータを引用する際に注意を要する。

ホルムアルデヒド放散に関する文献

1. 藤井正一ら：
パーティクルボード J I S 改正に伴うホルムアルデヒド放出量に関する研究、
建材試験情報、9(3), 10-14(1973).
(デシケーター法：湿式、乾式の比較、換気率の影響)
2. 松本庸夫：
環境試験室における合板から放散するホルムアルデヒドの気中濃度について
林業試験場研究報告、262号、41-58(1974).
(デシケーター値と気中濃度の関係、チャンバー法による設置率、換気率、気中濃
度の関係、住宅の実際系を想定して気中濃度を予測)
3. A. W. Barghoon:
Spanplatten und Formaldehyd,
Holz-Zentralblatt, 104, 994(1978).
(パーティクルボードのパーホルーター法と気中濃度の関係)
4. J. J. Hoetjer:
Introduction to a theoretical model for the splitting of formaldehyde from
composition board.
Report. Methanol Chemie, Nederland, 1978.
(気中濃度を求める式の誘導)
5. J. J. Hoetjer and F. Koerts:
Method for determining formaldehyde release from particleboard as related
to the concentration of the ambient air,
Holz als Roh-und Werkst., 39, 391-393(1981).
(気中濃度の計算式と実験値の相関)
6. G. E. Myers and M. Nagaoka:
Formaldehyde Emission: Methods of Measurement and Effects of Several
Particleboard Variables,
Wood Science, 13(3), 140-150(1981).
(パーティクルボードからの放散量の低減法、デシケーター法と気中濃度の相関)

7. G. E. Myers and M. Nagaoka:
Emission of formaldehyde by particleboard: effects of ventilation rate and loading on air concentration levels,
F. P. J., 31(4), 39-44(1981).
(パーティクルボードの気中濃度と換気率、設置率の関係、エージングの効果)
8. G. E. Myers:
Formaldehyde dynamic air contamination by hardwood plywood: effects of several variables and board treatment,
F. P. J., 32(4), 20-28(1982).
(合板の気中濃度と換気率、設置率の関係、ボードが複数種類の系の取扱い、アンモニア処理とエージングの効果)
9. G. E. Myers:
Formaldehyde emission from particleboard and plywood paneling: measurement, mechanism, and product standards,
F. P. J., 33(5), 27-37(1983).
(パーティクルボード、MDF、合板、2hrと24hrデシケータ法の比較、パーホルター法と2hrデシケータ法の比較、ボードが複数種類の系のデシケータ法、チャンバー法による気中濃度とエージングの測定、チャンバー法による気中濃度とパーホルター法の関係)
10. B. Meyers and et al:
Comparison of wet and dry desiccator methods for formaldehyde emission from UF-bonded wood products,
F. P. J., 33(1), 35-37(1983).
(合板、パーティクルボードのデシケータ法：湿式、乾式)
11. B. Meyers and et al:
Formaldehyde Emission from Particleboard Post-Cured by Radio-Frequency Heating
Holzforschung, 37, 41-45(1983).
(高周波加熱による処理、2hrデシケータ法)
12. G. E. Myers,
How mole ratio of UF resin affects formaldehyde emission and other properties: A literature critique,
F. P. J., 34(5), 35-41(1984).
(モル比の低減と樹脂の性質、パーホルター法、2hrデシケータ法、WKI法)

13. G. E. Myers:
Effects of ventilation rate and board loading on formaldehyde concentration: a critical review of the literature,
F. P. J., 34(10), 59-68(1984)
(合板、繊維板、パーティクルボード、気中濃度 (C_s / C_{equ}) と換気率、設置率の比 (N / L) の関係、 C_{equ} と拡散係数 K の求め方、これまでの気中濃度測定に関する文献の一覧)
14. W. F. Lehmann,
Effect of ventilation and loading rates in large chamber testing of formaldehyde emission from composite panels,
F. P. J., 37(4), (1987).
(PB、MDF、 $1 / C_s$ と N / L の関係、1つの N / L の条件で C_s が分っている時の他の条件における C_s の換算表)
15. 富田文一郎、合成樹脂工業会接着剤部会技術委員会：
パーティクルボードの放散ホルムアルデヒドに関する研究—パーホレーター法とデシケーター法の比較
木材工業、40(7), 21-24(1985).
16. 合成樹脂工業会接着剤部会技術委員会：
合板から放散するホルムアルデヒドに関する二、三の考察、
木材工業、34(10), 31-35(1978).
(デシケーター法による湿式、乾式、換気回数の影響)
17. 日本木材加工技術協会合板部会：
合板から放散するホルムアルデヒド量の経時変化について (資料)
18. Sundin：
Technical Workshop on Formaldehyde, April(1980), Washington D. C.,
Consumer Products Safety Commission.
19. Roffael：
Technical Workshop on Formaldehyde, April(1980), Washington D. C.,
Consumer Products Safety Commission.

表 ホルムアルデヒド放散定量に関する文献のまとめ

測定事項	材料の種類		
	合板	パーティクルボード	MDF
パーフォレータ法とデシケーター法の相関	9	9 1 5	9
パーフォレータ法と気中濃度	9	9 3	9
デシケーター法と気中濃度	1 2 9 1 6	6 8 9	9
パーフォレータ法とデシケーター法と 気中濃度	9	9	9
気中濃度と換気率、設置率	1 2 8 1 3 1 6	6 7 1 3 1 4	1 3 1 4
気中濃度の経時変化	9 1 7	6 1 8 9	

(その他の事項)

- ・合板とパーティクルの相関 (デシケーター) 9
- ・合成モル比と放散量 1 2
- ・低減処理とデシケーター (合板) 6、7、8、9、1 1
- ・ボードの混合系 (複数種類) 8
- ・large chamber -Small chamber
- ・湿度とパーフォレータ、デシケーター Roffael
- ・2 h r、2 4 h r デシケーター法の比較 9
- ・デシケーター法 (湿式、乾式の比較) 1、1 0、1 6

1 ホルムアルデヒド放散料測定法の相関

① 2 hr, 24 hr デシケーター法の比較

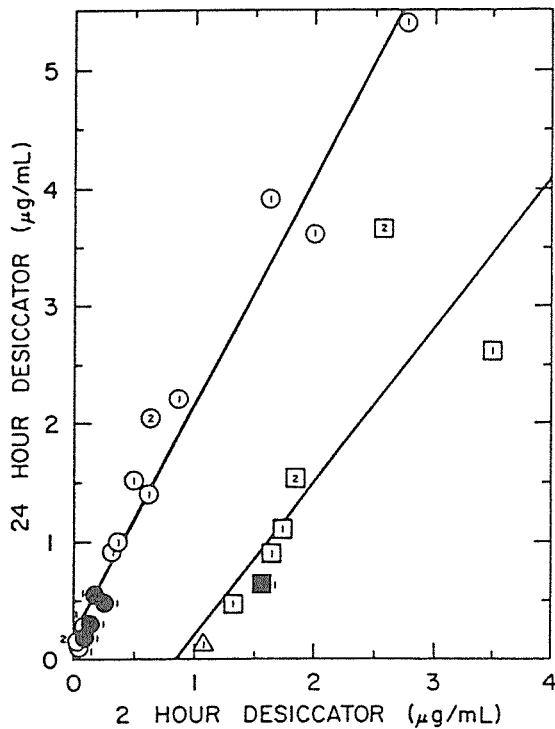


Figure 1. — Relation between 24- and 2-hour desiccator values. (O=plywood; □=particleboard; △=waferboard; numbers in or beside symbols indicate Group 1 or 2 boards; filled=aged; □ and △ x axis shifted 1.00 unit.)

(文献 9)

② 乾式と湿式デシケーター法の相関

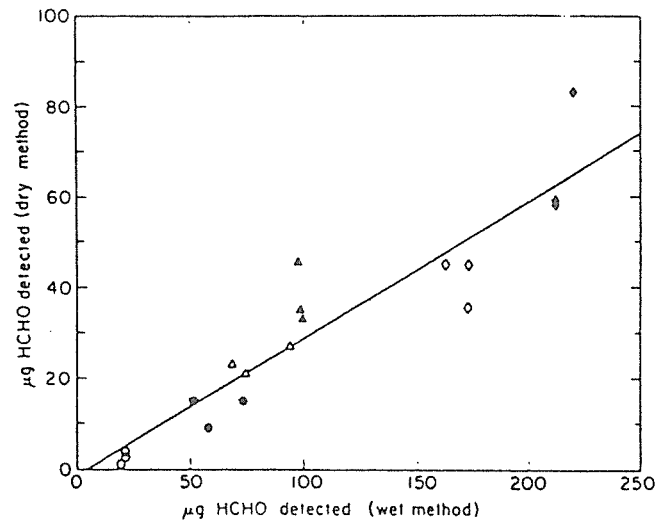


Figure 1. — Correlation between formaldehyde collected with wet and dry sampling methods in desiccator test for three sets of samples of five different materials; O low emitting plywood, ● high emitting plywood, ▲ low emitting particleboard, △ same as ▲, but 3 months later, ◆ high emitting particleboard, 7 months old, ◇ high emitting particleboard, 3 months old; (◆ and ◇ are different materials).

(文献 10)

③ 2 hr デシケーター法とパーホルター法の相関

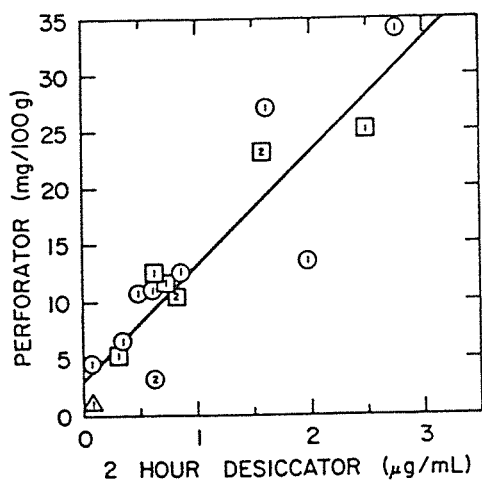
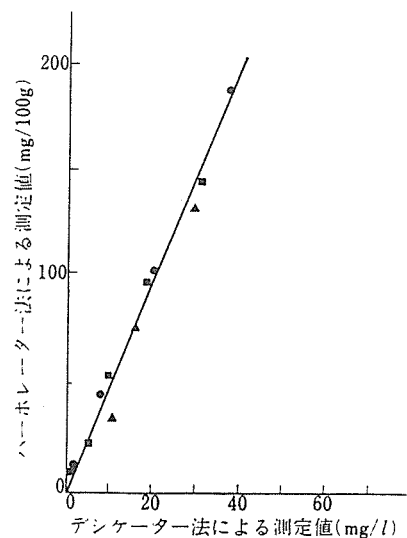


Figure 2. — Correlation between perforator and 2-hour desiccator. (O=plywood; □=particleboard; △=waferboard; numbers in symbols indicate Group 1 or 2 boards.)

(文献 9)

④



第2図 パーホルター法とデシケーター法(1週間養生)の関係

(文献 15)

⑤ 2 hrデシケーター法と気中濃度の関係

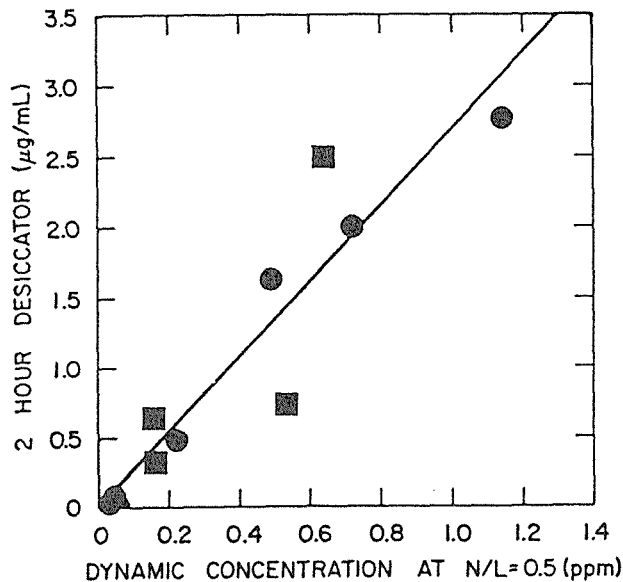


Figure 6. — Relation between 2-hour desiccator values and dynamic concentration at 25°C/50% RH and $N/L=0.5$. (Group 1 boards; O=plywood; □=particleboard; Δ=PF particleboard.)

(文献 9)

⑥ パーホルーター法と気中濃度の関係

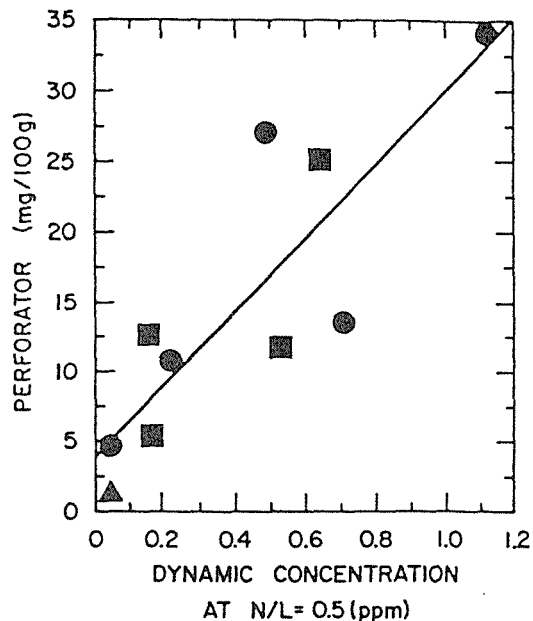


Figure 7. — Relation between perforator and dynamic concentration at $N/L=0.5$, 25°C/50% RH. (Group 1 boards; O=plywood; □=particleboard; Δ=PF particleboard.)

(文献 9)

⑦

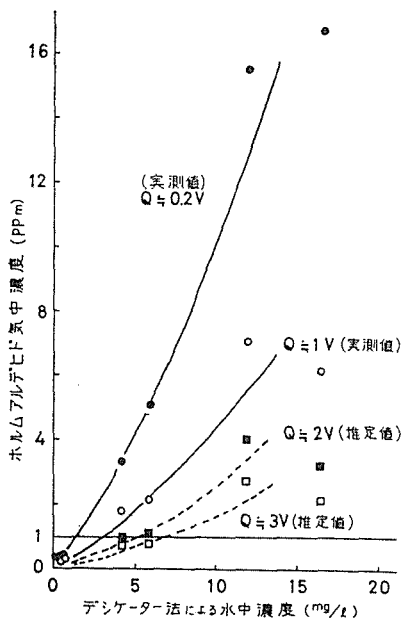


Fig. 5 デシケーター法による数値と気中濃度(30°C, 80%RH, 24時間)の関係
Relations between desiccator value and formaldehyde concentration in air (passed 24 hours at 30°C, 80%RH). Solid line : measured, Dotted line : presumed. (文献 2)

⑧ デシケーター法と気中濃度の関係

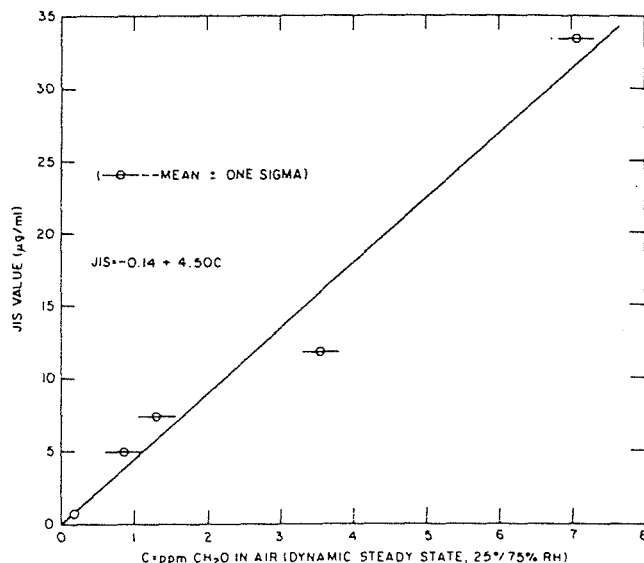


Figure 5. — Correlation between JIS and dynamic steady-state values.

(文献 ⑥)

⑨ デシケーター法 . 氣中濃度 (平衡) の関係と温度の影響

TABLE 2. — Calculated formaldehyde characteristics of boards.

Board set	Resin	C. at 40°C/75% RH and $N/L=0.060^a$	C. at 25°C/75% RH and $N/L=0.060^a$	Hypothetical free formalde- hyde in resin	JIS Desiccator value ^c	Perforator value ^e	"Equilibrium" Jar value ^f
		(ppm)		(%)	($\mu\text{g}/\text{mL}$)	($\text{mg}/100\text{ g}$) board	(ppm)
A, unaged	UF	33	8.1	1.6	37	200	7.4
A, aged	Above	23	5.7	1.3	26	135	5.5
D, aged	Above + 10% urea + 5% melamine	5.8	1.3	0.81	5.8	27	1.5

^aFrom Equation [6] of this paper.

^bFrom equation: $C. (25^\circ/75\%) = -0.193 + 0.250 C. (40^\circ/75\%)$; Ref. (10).

^cFrom equation: Free formaldehyde = $0.652 + 0.122 C. (25^\circ/75\%)$; Ref. (10).

^dFrom equation: $JIS = 0.14 + 4.50 C. (25^\circ/75\%)$; Ref. (10).

^eFrom equation: $\text{Log (Perforator)} = 0.551 + 1.116 \text{ log (JIS)}$; Ref. (11).

^fFrom equation: $\text{Log (Jar)} = -0.473 + 0.855 \text{ log (JIS)}$; Ref. (11).

(文献 7)

⑩ デシケーター法 . パーホレータ . 氣中濃度の相関関係

TABLE 4. — Linear regression parameters.^a

Regression No.	Variables		Regression parameters			
	Y	X	a_0	a_1	r^2	$CV_{Y-X}(\%)^b$
1	24-hr. desiccator (plywood)	2-hr. desiccator (plywood)	0.21	1.94	0.96	24
2	24-hr. desiccator (particleboard)	2-hr. desiccator (particleboard)	.21	1.29	.70	51
3	Perforator	2-hr. desiccator	3.20	9.99	.81	32
4	Perforator (plywood)	24-hr. desiccator (plywood)	-.12	6.13	.92	29
5	Perforator (particleboard)	24-hr. desiccator (particleboard)	.28	10.6	.97	19
6	2-hr. desiccator	Concentration at 14 days and $N/L = 0.5$, corrected to 25°C, 50% RH	.013	2.69	.87	38
7	2-hr. desiccator	Concentration at 14 days and $N/L = 1.0$, corrected to 25°C, 50% RH	.115	3.86	.81	46
8	24-hr. desiccator	Concentration at 14 days and $N/L = 0.5$, corrected to 25°C, 50% RH	.040	4.71	.84	41
9	24-hr. desiccator	Concentration at 14 days and $N/L = 1.0$, corrected to 25°C, 50% RH	.23	6.70	.77	50
10	Perforator	Concentration at 14 days and $N/L = 0.5$, corrected to 25°C, 50% RH	3.8	26.1	.72	41
11	Perforator	Concentration at 14 days and $N/L = 1.0$, corrected to 25°C, 50% RH	4.8	37.8	.69	44
12	2-hr. desiccator	Concentration at 1 day and $N/L = 0.5$, corrected to 25°C, 50% RH	.020	3.17	.88	36
13	Perforator	Concentration at 1 day and $N/L = 1.0$, corrected to 25°C, 50% RH	-.02	4.75	.92	29

^a $Y = a_0 + a_1 X$.

^bStandard error of regression $\times 100/\text{mean } X$. (文献 9)

⑪

Table 3. ホルムアルデヒド環境試験室における気中濃度測定結果

(試験室の容積: 12.6 m³, 供試合板: 19.9 m²)

Formaldehyde concentration in air in the environmental test room

合板の記号	A	B1	B2	B3	C1	C2	D	
類 別	II	II	II	II	I	II	I	
デシケーター法による水中濃度 (mg/l)*1	0.70	0.05	4.3	0.53	6.0	12.0	16.6	
換気量 (Q)*2	セット後の時間 (hr)*3	30°C, 80% RH における気中濃度*4 (ppm)						
2.4m ³ /h ≒0.2V	5	0.68	0.58	2.5 3.7	0.46	7.9 (35°C, 78%)	15.8	20.4
	24	0.52	0.41	3.4 3.3	0.45	5.1	15.5	16.7
	48	0.48	0.28	4.0 3.7	0.42	5.2	14.6	15.9
	72	0.31		4.2 4.3		5.0	—	—
	96			—		2.9 (23°C, 78%)	7.4 (22.5°C, 76%)	8.3 (25°C, 76%)
	120			0.93 (28°C, 40%)				12.3 (30°C, 70%)
12m ³ /h ≒1V	5	0.55		2.4	0.49	4.6 (34°C, 76%)	9.5	7.9
	24	0.39		1.8	0.28	2.2	7.1	6.1
	48					2.0	6.3	5.6
	72					1.7	3.0 (21°C, 68%)	4.3 (24°C, 70%)
	96					0.78 (21°C, 60%)		

*1 Desiccator value.

*2 Rate of ventilation.

*3 Time after setting of plywood.

*4 Formaldehyde concentration in air at 30°C, 80% RH. (文献 2)

⑫

Table 4. 藤井ら¹⁾の式により算出した m, a' および換気量と気中濃度との関係 (30°C, 80% RH, 24時間放置の場合)Values of m and a' by Fujii's formula and presumed formaldehyde concentration by formula (8)

合板の記号	A	B1	B2	B3	C1	C2	D	備 考
デシケーター法の数値 (mg/l)*1	0.70	0.05	4.3	0.53	6.0	12.0	16.6	
m (mg/h·m ²)			1.91		1.86	6.29	4.61	×1.21*2
a' (mg/h·ppm·m ²)			0.460		0.244	0.286	0.156	
30°C, 80% RH, 24時間放置後の気中濃度 (ppm)								
換気量 (Q)	0		4.2		7.6	22.0	29.5	推定値*4
	2.4m ³ /h≒0.2V	0.52	0.41	3.3	0.45	5.1	16.7	実測値*3
	12m ³ /h≒1V	0.39		1.8	0.28	2.2	7.1	実測値*3
	25m ³ /h≒2V			1.1		1.2	4.1	推定値*4
	38m ³ /h≒3V			0.81		0.87	2.9	推定値*4

*1 Desiccator value

*2 係数 Coefficient (30°C, 1ppm に相当する 1m³ 中の mg 数。Milligrams of formaldehyde per 1m³ air at 30°C, 1ppm).

*3 Measured

*4 Presumed (文献 2)

⑬ 合板・MDF・パーティクルボードのデシケータ値・パーホレータ値と動的気中濃度における平衡濃と拡散係数の関係

TABLE 3. — Board characterization results.

Board* (1)	Thick- ness (mm) (2)	Desiccator tests						Perforator tests		Dynamic parameters ^c			Standard error ^f (%) (14)
		Unaged			Aged ^b			Value (mg/100 g) (9)	Moisture content* (%) (10)	C' _{eq} (ppm) (11)	K' (m/hr.) (12)	r ² (13)	
		Values (μg/mL)		Moisture content ^d (%) (5)	Values (μg/mL)		Moisture content ^d (%) (8)						
		2 hr. (3)	24 hr. (4)		2 hr. (6)	24 hr. (7)							
1-PL-1	5	—	1.20	9.9/—/11.9	0.136	0.32	6.5/6.7/8.8	4.8	8.1	2.0	0.65	0.77	12
1-PL-2	5	—	.34	7.8/—/9.6	.092	.187	6.7/6.8/8.9	4.0	7.4	.85	.41	.82	10
1-PL-3	5	0.32	.91	8.6/8.6/10.4	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1-PL-4	4	.49	1.51	8.5/8.7/11.3	—	.080	7.5/—/9.1	10.7	8.7	1.17	.87	.58	18
1-PL-5	4	2.8	5.4	9.1/9.5/12.3	.170	.55	6.6/6.8/9.5	34	8.7	6.8	.57	.97	5
1-PL-6	4	.36	.99	8.5/8.8/11.2	—	—	—	6.7	7.6	—	—	—	—
1-PL-7	4	2.0	3.6	8.6/8.9/11.0	.27	.48	6.5/6.8/9.0	13.6	8.8	9.6	.16	.99	4
1-PL-8	4	.87	2.2	8.5/8.8/11.4	.13	.31	6.1/—/9.1	12.6	7.5	—	—	—	—
1-PL-9	4	.63	1.40	9.4/9.6/12.1	—	—	—	11	8.5	—	—	—	—
1-PL-10	4	.030	.101	6.5/—/9.1	—	—	—	—	—	-.070	-.22	.84	21
1-PL-11	4	.083	.26	7.2/—/10.1	—	—	—	4.6	6.6	.32	.38	.99	3
1-PL-12	4	1.63	3.9	8.5/—/11.6	—	—	—	27	7.7	6.0	.18	.96	6
1-PB-1	19	—	.30 ^b	6.8/—/7.2	—	—	—	3.4	6.6	.87	.15	.82	16
1-PB-2	16	—	.59	8.1/—/8.9	—	—	—	8.5	8.2	—	—	—	—
1-PB-3	16	.64	.88	7.6/7.6/8.1	—	.29	6.9/—/7.0	12.5	7.9	.74	1.0	.94	5
1-PB-4	19	2.5 ^b	2.6 ^b	7.6/7.7/8.2	.56 ^b	.64 ^b	6.5/6.5/7.1	25	7.3	5.8	.28	.98	4
1-PB-5 ^e	16	.092	.125	6.3/—/6.9	—	—	—	1.09	6.6	1.1	.082	.76	20
1-PB-6	16	.32	.46	6.3/—/6.9	—	—	—	5.3	5.8	1.0	.58	.98	4
1-PB-7	16	.73	1.10	7.2/—/7.9	—	—	—	11.7	6.8	2.9	.74	.99	1
1-MDF-1	20	6.4 ^b	6.9 ^b	6.2/6.2/6.7	—	—	—	64	5.0	—	—	—	—
1-MDF-2	13	5.9	8.7	6.7/6.7/7.4	1.1	2.1	6.0/6.1/6.7	60	6.5	100	.020	.89	14
1-MDF-3	13	7.3	10.7	5.6/5.7/6.4	2.6	4.1	5.3/—/6.0	84	5.5	28	.44	.99	3
2-PL-1	4	.038	.144	7.1/7.5/10.7	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2-PL-2	6	.63	2.0	6.6/6.9/9.2	—	—	—	3.3	6.1	—	—	—	—
2-PB-1	19	1.57 ^b	3.7 ^b	7.0/—/7.7	—	—	—	23	7.1	—	—	—	—
2-PB-2	19	.81 ^b	1.52 ^b	6.2/—/6.9	—	—	—	10.4	6.3	—	—	—	—
3-PL-1	4	—	.37	7.5/—/10.0	—	—	—	1.38	7.3	—	—	—	—
3-PL-2	4	—	.39	7.6/—/10.1	—	—	—	1.42	7.6	—	—	—	—
3-PL-3	4	—	.16	8.2/—/10.5	—	—	—	.82	8.3	—	—	—	—
3-PL-4	4	—	7.8	8.7/—/10.7	—	—	—	8.2	8.5	—	—	—	—
3-PL-5	4	—	7.3	9.3/—/11.3	—	—	—	16.9	9.2	—	—	—	—
3-PL-6	4	—	7.5	8.6/—/10.5	—	—	—	19.4	7.5	—	—	—	—
3-PB-1 ^e	16	—	.12	5.7/—/6.2	—	—	—	1.16	5.6	—	—	—	—
3-PB-2 ^e	16	—	.17	5.8/—/6.5	—	—	—	1.20	5.5	—	—	—	—
3-PB-3 ^e	16	—	.26	5.6/—/6.2	—	—	—	1.37	5.1	—	—	—	—
3-PB-4	16	—	10.8	7.9/—/8.5	—	—	—	50	8.0	—	—	—	—
3-PB-5	16	—	10.4	8.1/—/8.7	—	—	—	51	8.2	—	—	—	—
3-PB-6	16	—	9.9	7.9/—/8.6	—	—	—	48	7.9	—	—	—	—
4-PL-1	4	—	.22	5.4/—/9.6	—	—	—	.75	5.5	—	—	—	—
4-PL-2	4	—	.73	5.6/—/10.0	—	—	—	3.5	6.0	—	—	—	—
4-PL-3	4	—	1.83	5.5/—/9.0	—	—	—	10.4	6.2	—	—	—	—
4-PL-4	5	—	1.53	5.7/—/8.8	—	—	—	8.6	6.6	—	—	—	—
4-PL-5	5	—	1.62	5.7/—/8.3	—	—	—	7.8	6.5	—	—	—	—
4-PL-6	4	—	4.2	5.3/—/8.5	—	—	—	30	6.7	—	—	—	—
4-PL-7	4	—	1.71	8.4/—/11.9	—	—	—	8.9	8.4	—	—	—	—
4-PL-8	4	—	.75	9.3/—/13.2	—	—	—	1.70	9.6	—	—	—	—
4-PL-9	4	—	.38	8.3/—/12.1	—	—	—	4.0	8.9	—	—	—	—
4-PL-10	4	—	.71	8.6/—/13.1	—	—	—	6.2	8.4	—	—	—	—
4-WB-1	12	—	.042	1.0/—/2.3	—	—	—	.16	1.8	—	—	—	—
4-PB-1	16	—	1.29	6.3/—/7.5	—	—	—	13.9	6.6	—	—	—	—
4-PB-2	9	—	2.1	6.1/—/7.5	—	—	—	25.1	6.4	—	—	—	—

*Group — Type — Board No. PL = plywood; PB = particleboard; MDF = medium-density fiberboard; WB = waferboard.

^b30 days at 75°C/50% RH. Conditioned 2 weeks at 23°C/44% RH prior to remeasurement.

^cFrom regression analysis of 14-day concentrations at four N/L.

$$\frac{1}{C'} = \frac{1}{C'_{eq}} \left[1 + \frac{1}{K L} \right] . N = \text{ventilation rate (hr.}^{-1}\text{)}; L = \text{loading (m}^2\text{/m}^3\text{)}.$$

^dPretest/post 2 hr./post 24 hr.

^ePretest.

^f100 × one standard error in calculated C' + calculated C' at N/L = 1.0 m/hr.

^gPhenol-formaldehyde bonded. All others urea-formaldehyde.

^hNumber of specimens in desiccator test reduced to seven (9).

(文献 9)

2 複数のボードの共存系

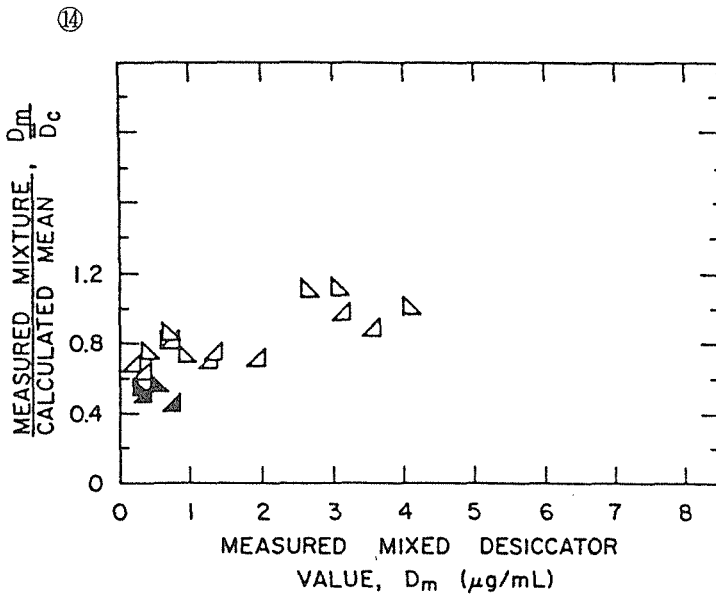


Figure 3. — Mixed (50/50) desiccator effects. (\triangle =2-hour values; \triangle =24-hour values; unfilled symbols — plywood/particleboard; filled symbols — particleboard/ceiling tile.)

(文献 9)

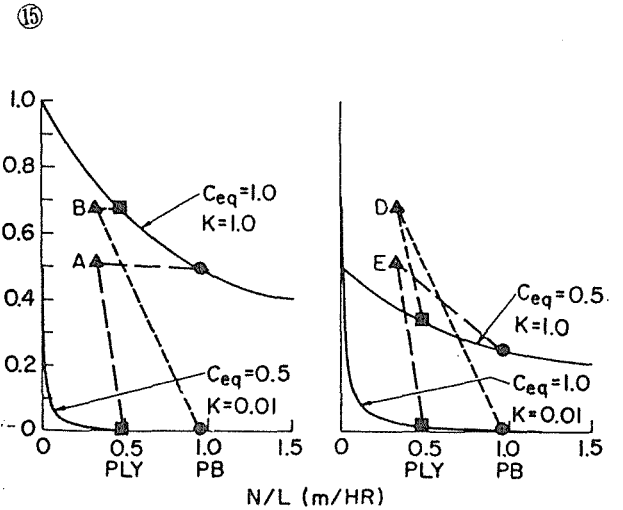


Figure 4. — Single and mixed product chamber concentrations. (Solid lines calculated from Equation [5]. \bullet = particleboard at $N/L = 0.96$ m/hr.; \blacksquare = plywood at $N/L = 0.48$ m/hr.; \blacktriangle = mixture at $N/L = 0.32$ m/hr., calculated from Equation [9].)

(文献 13)

(16)

TABLE 4. — Mixed product chamber data.

Investigator	Reference	Chamber volume (m ³)	Materials ^a and loading (m ² /m ³)	Ventilation rate (hr. ⁻¹)	No. of mixtures	Concentration range (ppm)	Results ^b
Couch	8	~ 30	PB = 0.44 PLY = 1.05 Mixed = 1.49	0.5			Statement: If $C_1 \geq 2C_2$, $C_M < C_1$. If $C_1 = C_2$, $C_M > C_1$ or C_2 .
Couch	9	~ 30	PB = 0.44 PLY = 1.05 Mixed = 1.49	0.5	8	0.08 - 0.75	$C_M = 0.83 C_o - 0.065$; $r = 0.996$
Newton	36	30	PB = 0.52 PLY = 1.05 Mixed = 1.57	0.5	5	0.08 - 0.70	$C_M = 0.82 C_o - 0.051$; $r = 0.993$
Pickrell, et al.	38	0.46	PB = 1.4 PLY = 1.6 Mixed = 3.0	1	1	7 - 12	$C_M/C_o = 0.62$
		0.45	PB = 1.4 Insulation = 1.7 Mixed = 3.1	1	1	5 - 8	$C_M/C_o = 0.71$
		0.45	PB = 1.4 Carpet = 1.4 Mixed = 2.8	1	1	4 - 8	$C_M/C_o = 0.54$
Singh, et al.	41		PB = 0.5 PLY ~ 1.0 Mixed = 1.5	0.5	6	0.3 - 1.3	$C_M = 0.81 C_o - 0.09$; $r = 0.97$

^aPB = particleboard. PLY = plywood paneling. Insulation was fiberglass type. Carpet was unspecified.

^b C_M = concentration for mixed products. C_o = sum of separately measured concentrations at same L_1 and L_2 .

(文献 13)

⑰ 合板とパーティクルボードのデシケーター値の加成分

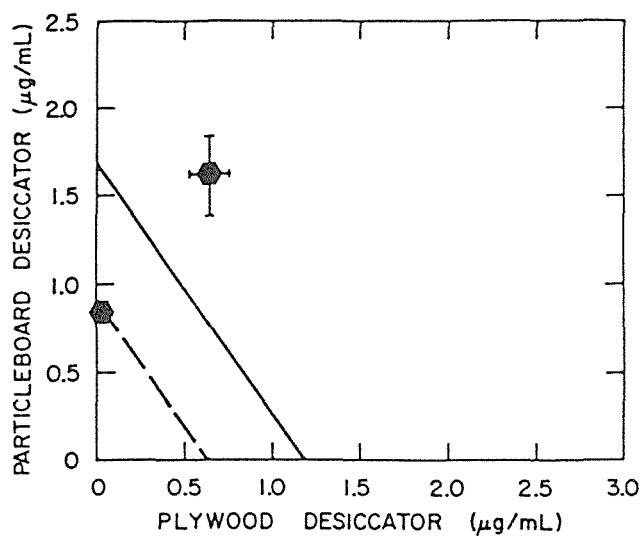
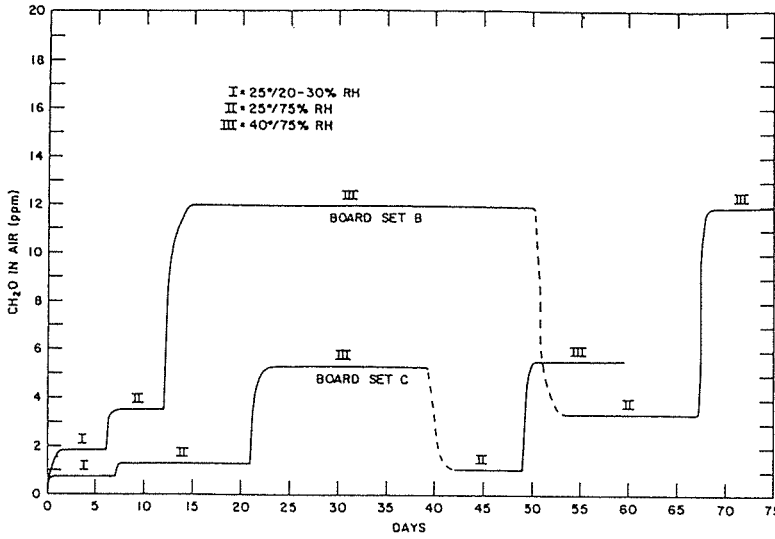


Figure 8. — Allowable mixed desiccator pairs for additivity of plywood ($N/L=0.5$ m/hr.) and particleboard ($N/L=1.0$ m/hr.) air concentrations. (—boundary for $C \leq 0.4$ ppm; - - - boundary for $C \leq 0.2$ ppm; ●-values for Commodore model home boards (10).)

(文献 9)

3 動的気中濃度



18

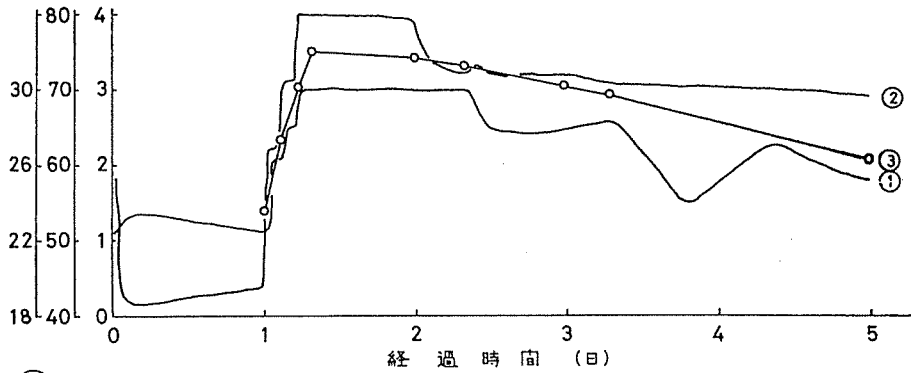
Figure 1. — Dynamic air contamination (ventilation rate $N=1.15 \text{ hr}^{-1}$; chamber loading $L=19.2 \text{ m}^2$ board area/ m^3 chamber volume; smoothed data).

(文献 6)

測定時の条件	ホルムアルデヒド 気中濃度	
	実測値 (ppm) ③	式 (9) による 推定値
TEMP. (°C) ①	1.37	1.41
RH (%) ②	2.31	2.36
	3.02	2.88
	3.50	3.50
	3.42	3.47
	3.33	3.28
	2.90	2.87
	2.93	2.93
	2.08	2.30

① (°C) ② (%) ③ (ppm)

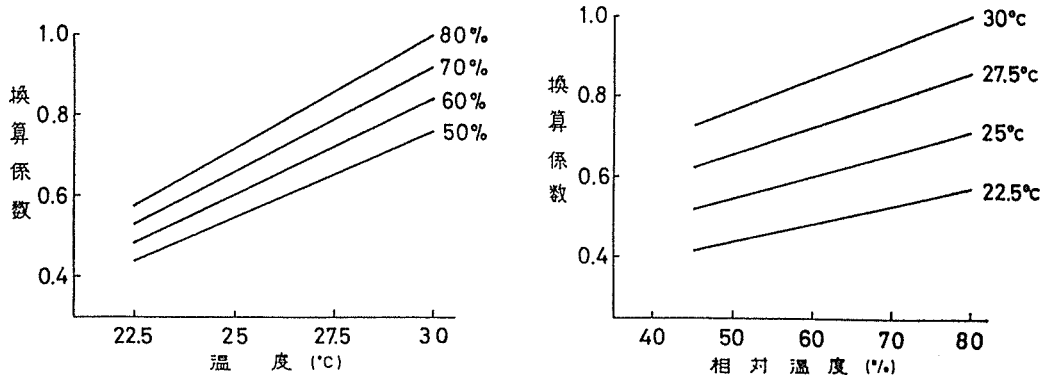
測定 No.



19

Fig. 6 温・湿度を変化させたときの気中濃度変化 ($Q \approx 0.2V$)
Changes of formaldehyde concentration in the test room according to temperature and humidity changes.

20



(文献 2) Fig. 7 温・湿度が異なる場合の換算係数 ($Q \approx 0.2V$)
Converting coefficient at different temperature and relative humidity.

21

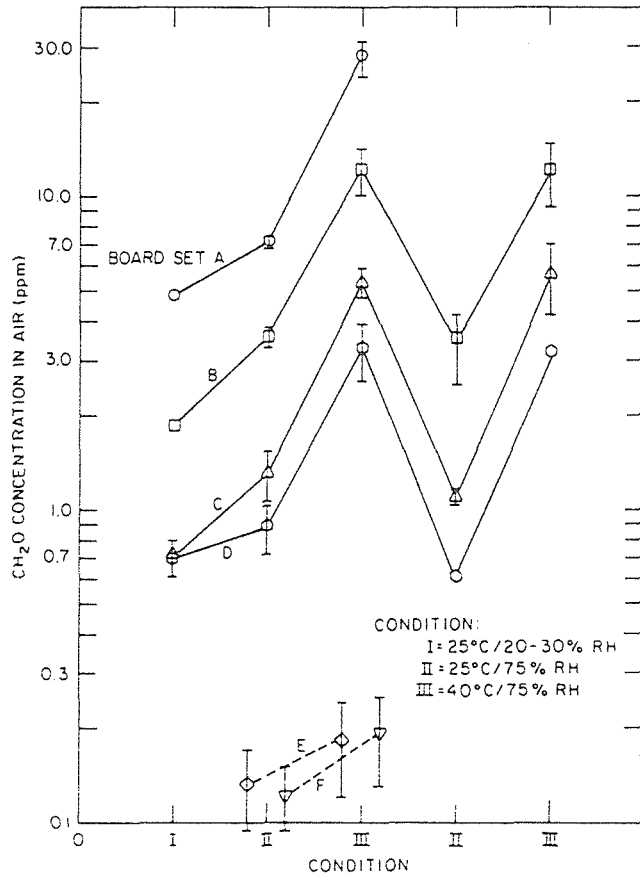


Figure 2. — Dynamic steady-state values (ventilation rate $N=1.15 \text{ hr.}^{-1}$; chamber loading $L=19.2 \text{ m}^2/\text{m}^3$; vertical lines through data points are \pm one standard deviation; points for E and F displaced along horizontal axis). (文献 6)

22

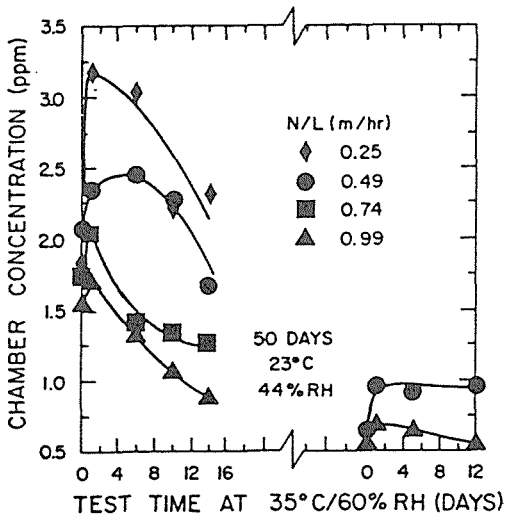


Figure 4. — Dynamic chamber testing of 1-PL-12 at 35°C/60% RH. (Intermediate exposure period of 50 days at 23°C, 44% RH.) (文献 9)

23

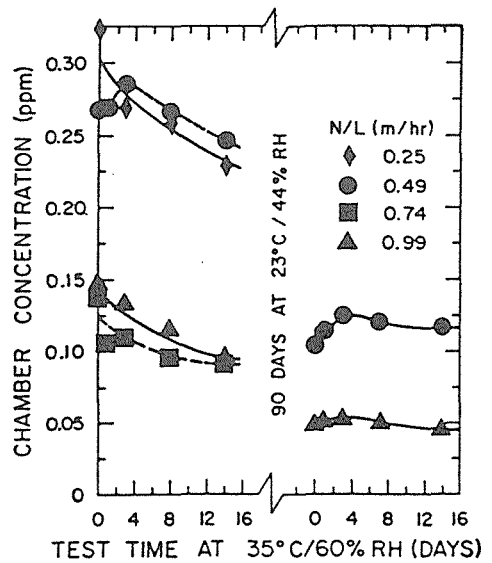


Figure 5. — Dynamic chamber testing of 1-PB-5 at 35°C/60% RH. (Intermediate exposure period of 90 days at 23°C, 44% RH.) (文献 9)

24

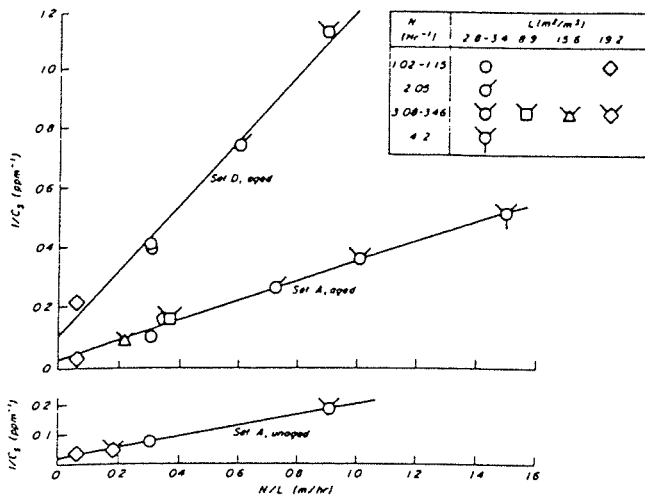


Figure 1. — Test of Equation [7] (N , ventilation rate (air exchange/hr.); L , loading (m^2 of panel/ m^3 free air volume); and C_s , steady state level of formaldehyde contamination in air (ppm)). (文献 7)

25

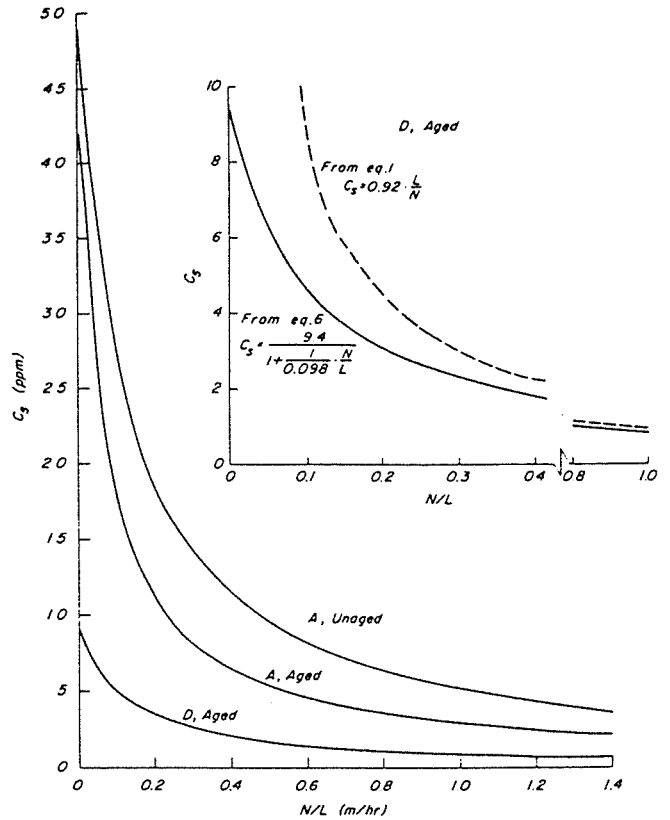


Figure 2. — Calculated dependence of C_s on N/L (N , ventilation rate (air exchange/hr.); L , loading (m^2 of panel/ m^3 free air volume); and C_s , steady state level of formaldehyde contamination in air (ppm)).

(文献 7)

26

TABLE 3. — Calculated C_s (ppm) at 25°C/75% RH.*

Board set	Loading $L(m^2/m^3)$	Ventilation rate, N (hr. ⁻¹)				
		0.2	0.5	1.2	3.0	10
A, unaged	0.5	2.7	1.3	0.55	0.23	0.07
A, aged	0.5	1.6	0.71	0.31	0.12	0.04
D, aged	0.5	0.46	0.21	0.09	0.04	0.01
A, unaged	1.2	5.0	2.6	1.3	0.53	0.14
A, aged	1.2	3.2	1.6	0.71	0.29	0.08
D, aged	1.2	0.87	0.45	0.21	0.09	0.02

*One-fourth of values calculated using Equation [6] and 40°C/75% parameters in Table 1.

(文献 7)

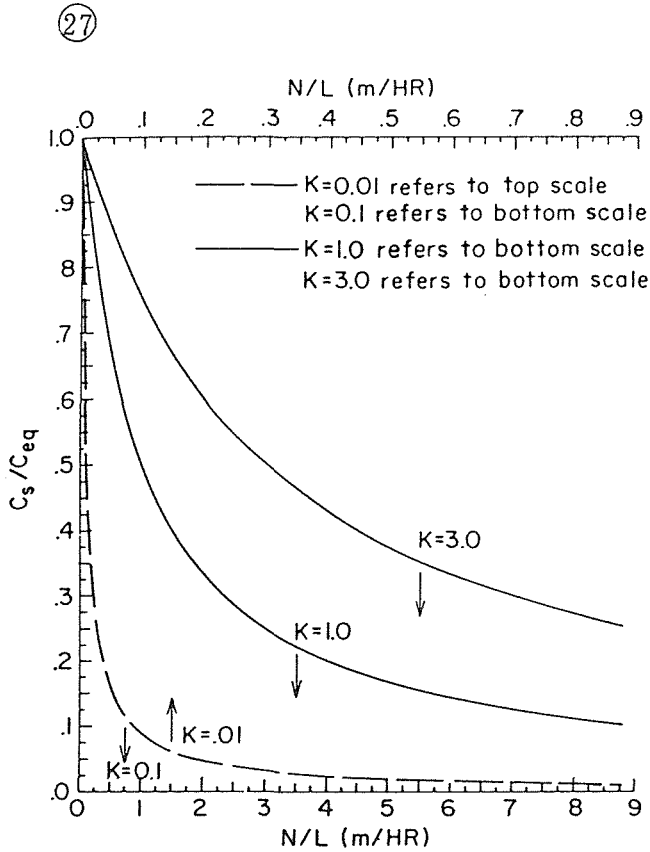


Figure 1. — Illustration of the influence of ventilation rate N and loading L on chamber concentration, as predicted by HBF Equation [5]. (文献 1 3)

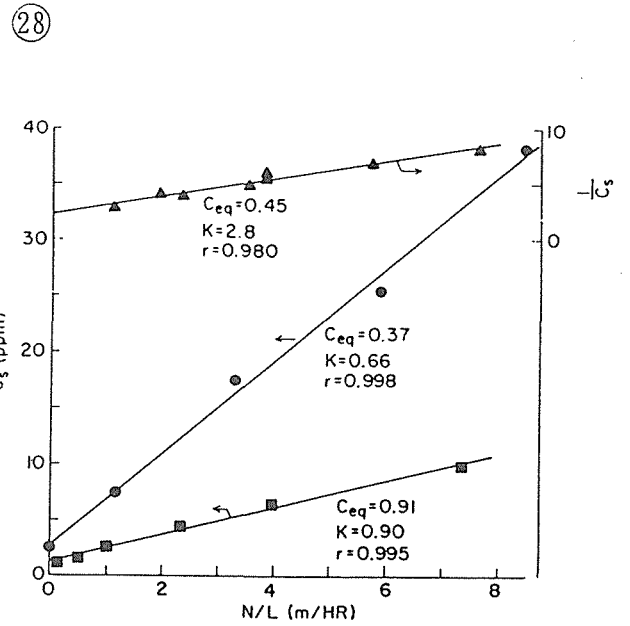


Figure 2. — Examples of fit of chamber data to the inverted HBF Equation [6] (■, ●, ▲ from references 23, 15, and 35, respectively). (文献 1 3)

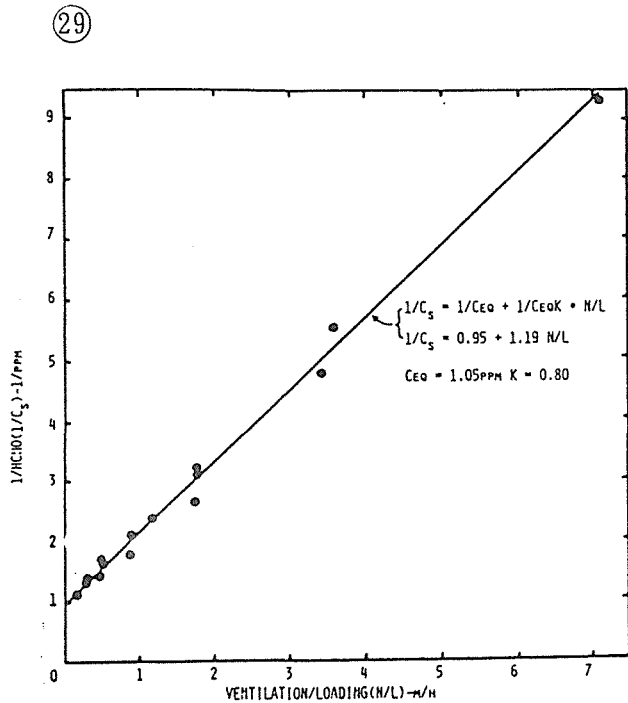


Figure 4. — Derivation of the Hoetjer equation for a medium-density fiberboard tested in a broad range in ventilation and loading conditions in the third study. (文献 1 4)

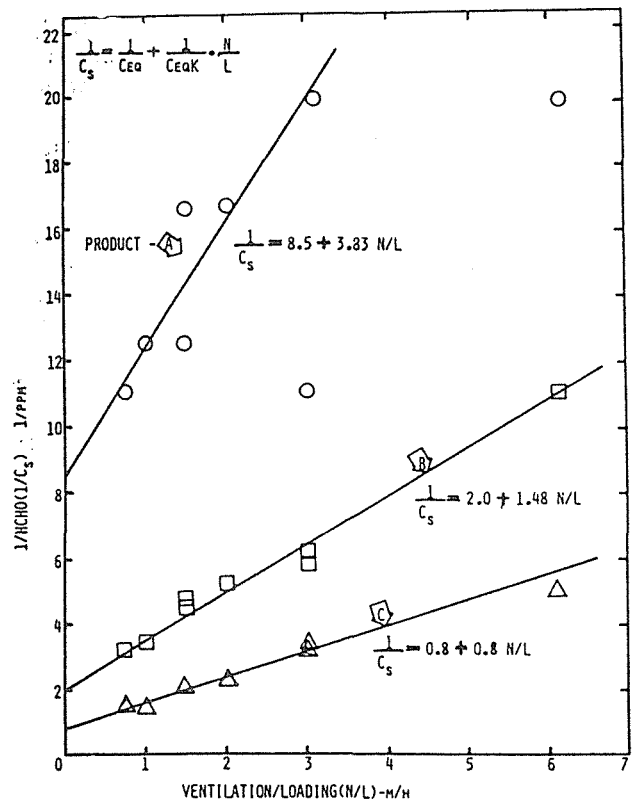


Figure 1. — Derivation of Hoetjer equations for three products in first large chamber emission study. (文献 1 4)

TABLE 2. — Some "low emitting" boards.

Board type	C_{eq} (ppm)	K (m/hr.)	Calculated C_s (ppm) ^b at $N/L =$		Reference
			0.25 m/hr.	1.0 m/hr.	
"Plywood"	0.073	0.46	0.047	0.023 (51%)	23
UF fiberboard	0.24	1.47	0.21	0.14 (33%)	23
UF particleboard	0.15	1.61	0.13	0.09 (31%)	22, 24
UF particleboard	0.15	1.17	0.13	0.09 (31%)	22, 24
UF plywood	0.20	0.67	0.15	0.08 (45%)	22, 24
UF plywood	0.08	1.20	0.07	0.04 (43%)	22, 24
UF plywood	0.023	2.43	0.021	0.016 (24%)	22, 24
UF particleboard, coated with acrylate [uncoated]	2.6 [2.6]	0.023 [0.40]	0.22 [1.6]	0.058 (73%) [0.74] (54%)	42
UF particleboard, coated with unspecified material [uncoated]	0.82 [0.82]	0.011 [0.36]	0.035 [0.48]	0.009 (74%) [0.22] (54%)	43
PF particleboard	0.28	0.082	0.069	0.021 (69%)	29
UF particleboard, $F/U = 1.3$	0.24	0.50	0.16	0.080 (50%)	17

^aThose producing $C < 0.2$ ppm at 25°C and $N/L = 1$ m/hr.

^bFrom HBF Equation [5]. Values in parentheses are percent reductions from N/L 0.25 to 1.0.

(文献 13)

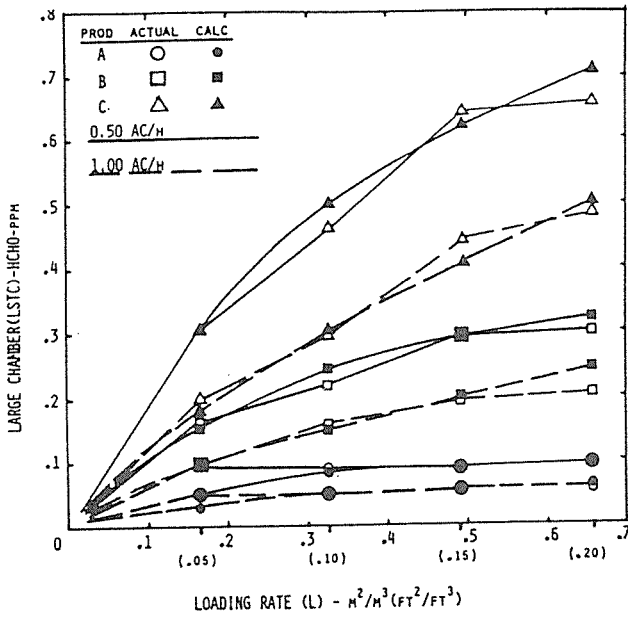


Figure 2. — Large chamber formaldehyde levels related to ventilation and loading in first study.
(文献 1 4)

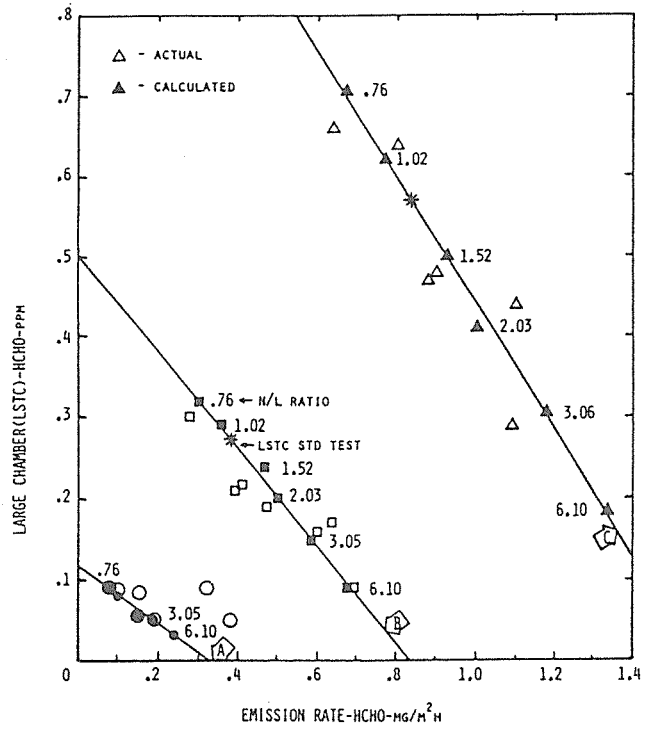


Figure 3. — Ambient formaldehyde levels in large chamber related to emission rates in first study.
(文献 1 4)

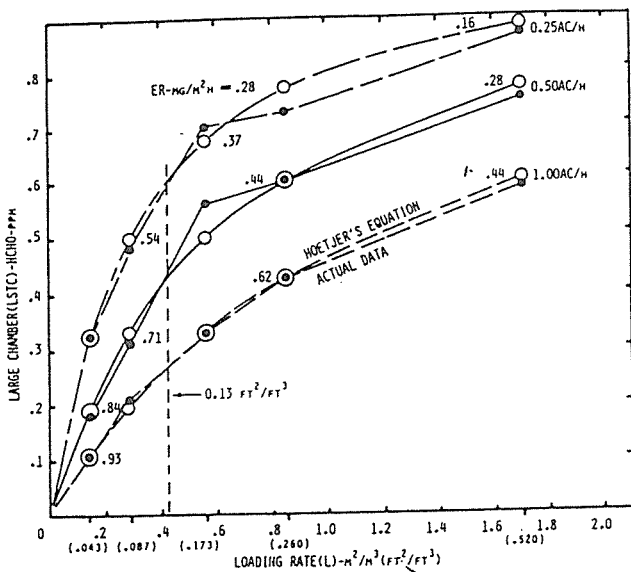


Figure 5. — Actual and calculated large chamber formaldehyde levels related to ventilation and loading conditions in the third study.
(文献 1 4)

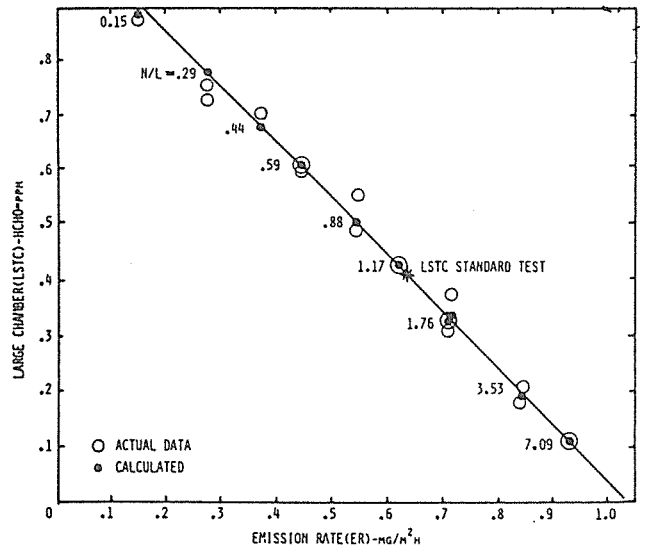


Figure 6. — Ambient formaldehyde levels in large chamber related to emission rates in third study.
(文献 1 4)

33

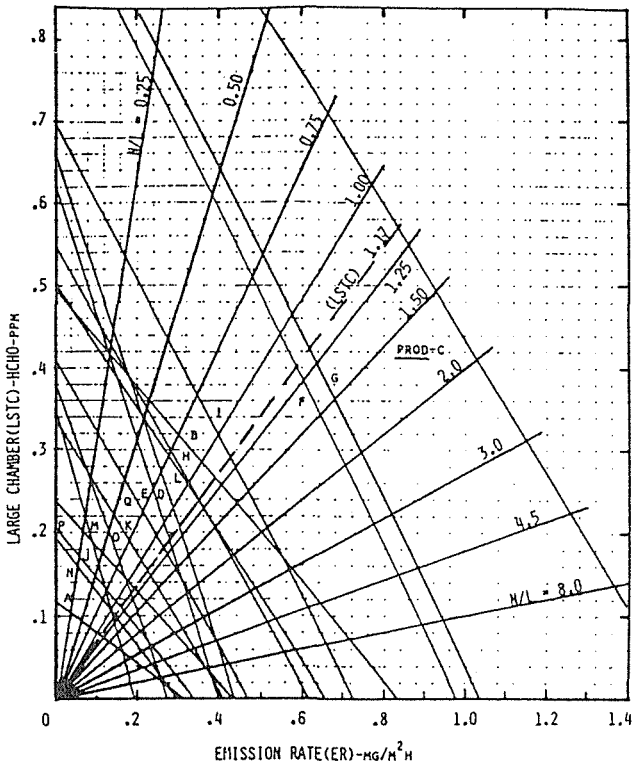


Figure 8. — Graphical method for estimating ambient formaldehyde and emission rates of any product at any ventilation and loading condition when Hoetjer model is known.

(文献 1 4)

34

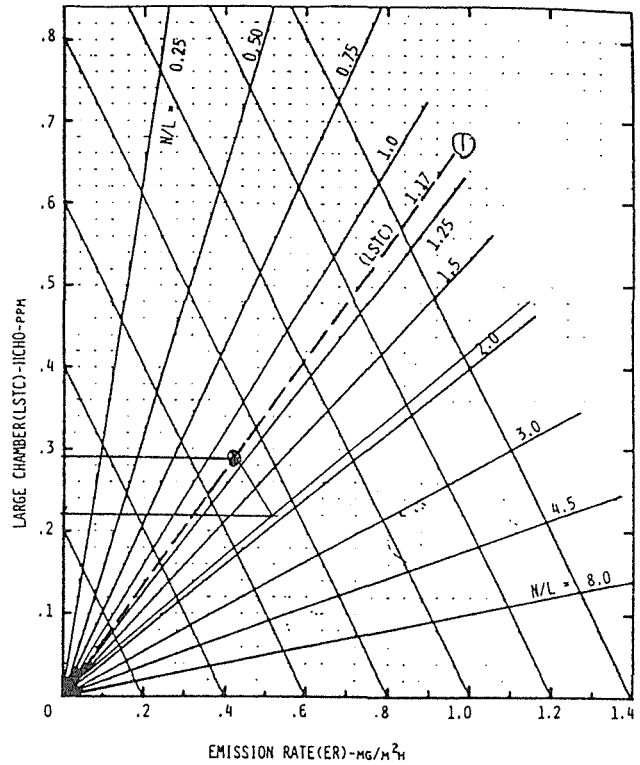


Figure 9. — Graphical method for estimating ambient formaldehyde and emission rates of any product at any ventilation and loading condition when ambient formaldehyde level is known at only one ventilation and loading condition.

(文献 1 4)

35

Appendix B

The following is a summary of product characteristics related to model equations from ventilation/loading rate studies.

Code	Type ¹	HCHO ² (ppm)	ER ² (- (mg/m ² hr.)--)	ER ³	N/L ⁴	Intercept ⁵		Slope	
						C _{eq}	1/C _{eqK}	1/C _{eqK}	K
A	3/4 in. MHD	0.085	0.090	NA ⁶	NA	8.50	3.83	2.21	
B	5/8 in. MHD	.275	.375	.335	.90	2.00	1.48	1.35	
C	1/2 in. PB	.565	.835	1.17	3.10	.80	.80	1.00	
D	5/8 in. PB	.210	.310	.245	.70	1.50	2.76	.54	
E	1/2 in. MDF	.190	.280	.215	.60	1.50	3.13	.48	
F	3/4 in. MDF	.380	.610	.690	1.90	1.00	1.25	.80	
G	5/8 & 3/4 in. MDF	.430	.620	.740	2.00	.95	1.19	.80	
H	3/4 in. PB	.240	.350	.280	.75	2.20	1.45	1.02	
I	3/4 in. PB	.290	.425	.415	1.10	1.43	1.65	.87	
J	3/4 in. PB	.110	.160	NA	NA	4.79	3.70	1.30	
K	3/4 in. PB	.155	.225	.050	.10	2.97	3.10	.96	
L	3/4 in. PB	.235	.345	.260	.70	2.00	1.86	1.07	
M	3/4 in. PB	.095	.140	.025	.05	2.78	6.92	.40	
N	3/4 in. PB	.100	.145	NA	NA	5.13	3.89	1.32	
O	3/4 in. PB	.125	.185	.055	.15	2.62	4.49	.58	
P	3/4 in. PB	.130	.195	NA	NA	4.25	2.69	1.58	
Q	3/4 in. PB	.180	.265	.130	.35	2.47	2.54	.98	

¹MHD = mobile home decking; PB = particleboard; MDF = medium-density fiberboard.

²In LSTC at standard conditions.

³Emission rate in LSTC at 0.3 ppm.

⁴N/L rate required to attain 0.3 ppm.

⁵Next three columns describe Hoetjer's equation (1/C_s = 1/C_{eq} + 1/C_{eqK} × N/L).

⁶NA = product never reaches 0.3 ppm at standard conditions.

(文献 1 4)

36

Appendix C

The following data show the effect of loading rate on ambient HCHO and emission rate (as affected by changing ventilation ratios).

Ambient HCHO ratio at:	Loading rate - m ² /m ³ (ft. ² /ft. ³)			
	0.05 to 0.25	0.30 to 0.60	0.65 to 0.95	1.0+
	(0.02 to 0.08)	(0.09 to 0.18)	(0.20 to 0.29)	(0.30+)
Conversion factors				
0.25 AC/hr. from 0.50 AC/hr.	1.61 ¹	1.48	1.28	1.15
1.00 AC/hr. from 0.50 AC/hr.	0.60	0.65	0.68	0.78
Emission rate ratio at:				
0.25 AC/hr. from 0.50 AC/hr.	0.80	0.74	0.65	0.57
1.00 AC/hr. from 0.50 AC/hr.	1.18	1.27	1.36	1.57

¹Example: Ambient HCHO at loading of 0.15 m²/m³ and 0.25 AC/hr. is 1.61 × ambient HCHO at 0.50 AC/hr.

(文献 1 4)

4 実係系の気中濃度

37

TABLE 3. — Summary of concentration versus NIL measurements for buildings.

Investigator Col. No.: 1	Refer- ence 2	Building type and number 3	Parameter ranges observed				Calculated concentration (ppm) at $N = ^a$			Comments 11	
			N (hr. ⁻¹) 4	L (m ² /m ³) 5	N/L (m/hr.) 6	C (ppm) 7	0.25 hr. ⁻¹ 8	0.50 hr. ⁻¹ 9	1.0 hr. ⁻¹ 10		
Andersen, et al.	1-4	19 houses and 4 flats	0.1-4.6	0.3-1.8	0.08-12	0.08-2.2	—	—	—	Good correlation of all data using HBF equation modified to include temperature and RH effects. We question utility for defining $N&L$ effects; equation has 5 parameters and averages over 23 dwellings.	
Couch	8						—	—	—	States that concentration in mobile homes halved by increasing N from zero to 1 hr. ⁻¹ .	
Jewell	19	1 mobile home	0.5-10	~1.5	~0.3-6.7	0.07-0.8	1.15	0.73 (37%)	0.42 (42%)	Combined with Couch (8) statement, a total of 4 data points fit to HBF equation $\rightarrow C_{eq} = 2.7$ ppm, $K = 0.19$ m/hr., $r = 0.997$. Temperature and RH variations not stated. Each N maintained 24 hr.	
Moschandreas and Rector	25	1 house	0.04-0.6	~0.5	~0.08-1.3	0.03-0.12	0.071	0.049 (31%)	0.030 (39%)	Fifteen data points. Temperature and RH varied 13°-21°C and 35%-65%. Fit to HBF equation $\rightarrow C_{eq} = 0.13$ ppm, $K = 0.31$ m/hr., $r = 0.71$.	
Singh, et al.	41	4 mobile homes #97 #98 #99 #100	0.1-1	~1.5	~0.07-0.7	0.2-0.7		0.58 0.51 0.26 0.24	0.50 (14%) 0.47 (8%) 0.23 (12%) 0.22 (8%)	0.39 (22%) 0.40 (15%) 0.19 (17%) 0.20 (9%)	Two data points per home in each of 2 weeks. Temperature and RH varied 23°-28°C and 34%-46%. HBF fit to every set of 2 points; pairs of parameters for each home averaged $\rightarrow C_{eq}$ and K for home 97—0.70 and 0.85; 98—0.57 and 1.6; 99—0.29 and 1.3; 100—0.25 and 2.7.

^aCalculated from HBF Equation [5] using parameters noted under comments. Parameters calculated by George E. Myers. Values in parentheses are percent reductions relative to concentration at preceding N .

(文献 1 3)

38

Table 5. 各種住宅の自然換気回数³⁾
Rate of natural ventilation³⁾

室の種類	風速 (m/s)	室内外温度差 (°C)	1時間あたりの 自然換気回数
コンクリート アパート	0~1.5	5 以下	0.3~1.0
木造大壁造 和室	"	"	0.5~1.5
木造真壁 和室	"	"	0.5~3.0
同 上	"	10 内外	2.5~6.5
内外壁板張り(中空)室	"	5 以下	1.5~4.5

(文献 2)

Table 6. 合板量を変えた場合の気中濃度試算結果*1
 Trial calculation of formaldehyde concentration in air
 differed in amount of plywood by formula (8)*1

室の 種類	大きさ (m)	床面積 (m ²)	容積 (V) (m ³)	想定した 開口部 (m×m ×面)	合板使用 部位とそ の面積 (m ²)			合板 使用量 (A) (m ²)	床面積に 対する 合板量 (m ² /m ²)	室容積に 対する合 板量 (A/V) (m ² /m ³)	式(8)から算 出した30°C, 80%, 24時間 経過後の気中 濃度*2 (ppm)	
					内壁	床	天井				Q=1V	Q=2V
6畳和室	2.7×3.6 ×2.4(高さ)	9.72	23.3	1.8×1.8 ×3	20.5	—	9.7	30.2	3.11	1.30	1.77	1.03
					20.5	—	—	20.5	2.11	0.88	1.32	0.74
					—	—	9.7	9.7	1.00	0.42	0.70	0.37
8畳洋間	3.6×3.6 ×2.4(高さ)	13.0	31.1	1.8×1.8 ×2.5	26.5	13.0	—	39.5	3.04	1.27	1.75	1.01
					26.5	—	—	26.5	2.04	0.85	1.29	0.72
					—	13.0	—	13.0	1.00	0.42	0.71	0.37

*1 使用合板：デシケーター法で5mg/l程度のもとし、その場合のm, a'をTable 4の結果からm=1.9 (×1.21 mg/h・m²), a'=0.3 (mg/h・ppm・m²)と仮定して計算した。

Plywood: Desiccator value=5mg/l. The value of m and a' are assumed from the results of Table 4 as m=1.9(×1.21mg/h・m²), a'=0.3(mg/h・ppm・m²).

*2 Calculated formaldehyde concentration in air.

(文献2)

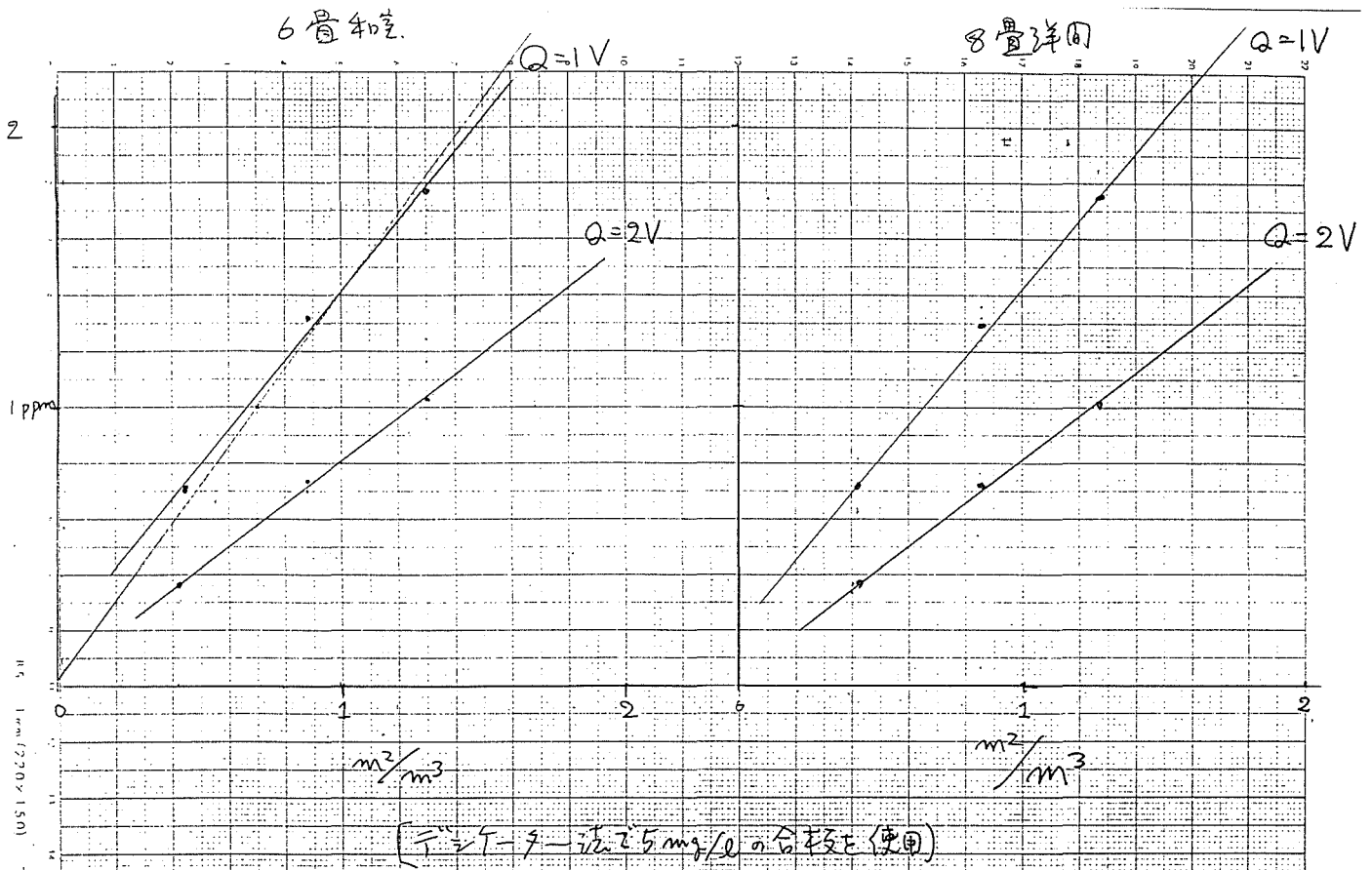


TABLE 6. — Comparison of proposed and calculated product standards.

Test	Product standard at dwelling concentration (ppm)		
	0.1 ^a	0.4 ^b	1.0 ^c
Perforator value, particleboard (mg/100 g)			
Proposed	≤10 ^e		≤30 ^e
Calculated	9±13 ^d		43±18 ^d
2-hr. desiccator value, plywood (μg/mL)			
Proposed		1.0 ^f	
Calculated		1.1±0.7 ^f	
2-hr. desiccator value, particleboard (μg/mL)			
Proposed		1.8 ^f	
Calculated		1.7±0.9 ^f	

^aAt N/L=1.0 m/hr. German E1 standard, 1980.

^bProposed Wisconsin mobile home standard (12).

^cAt N/L=1.0 m/hr. German E2 standard, 1980.

^dRegression 11, Table 4. Ninety percent confidence interval.

^eHardwood Plywood Manufacturers Association, 1981.

^fAt N/L=0.5 m/hr. Regression 6, Table 4. Ninety percent confidence interval.

^gNational Particleboard Association, 1981.

^hAt N/L=1.0 m/hr. Regression 7, Table 4. Ninety percent confidence interval.

(文献 1 4)

TABLE 1. — Summary of ventilated chamber studies.

Investigator Col. No.: 1	Refer- ence	Temperature (°C)	RH (%)	Board type/No.	Panel Chamber			Concen- tration (ppm)	Test duration	HBF parameters			Comments ^a		
					size (m ²)	size (m ³)	N (hr ⁻¹)			L (m ² /m ³)	N/L (m/hr.)	C _{eq} (ppm)		K (m/hr.)	r ²
Andersen, et al.	1-4	22-32	35-80	PB/15	81	48	0-2.5	1.7	0-1.5	0.5-2.5	5 d.	0.67	3.3	0.94	HBF fit well to mean concentrations for all 15 boards above NIL -0.4.
Berge, et al.	5	22-28	30-60	PB/2	9.6-38	24	0.2-1.0	0.4-1.6	0.13-2.5	0.4-2.3	-7 d.	0.98 ^d	1.44 ^d	0.95	Derived version of HBF. Good fit for 1 board.
Couch	8			PB & PLY	31.4	0.5	1.1	0.5	0.5	0.5	24 hr.				Very different chamber sizes reportedly gave concentrations agreeing well at same NIL. No NIL data provided.
Hane ^{ho}	12			PB/1	-0.6	0	0.8-7.3	0	0	0	hrs.				C _{eq} reportedly independent of L. No N data provided.
Hoefler	14	20	65	PB/10	0.015	7.5 × 10 ⁻⁵	0-0.03	200	0-8.5	0.1-3	mins.-hrs.	0.5-13	0.04-2.0	0.992-0.999	One side only exposed. Good HBF fit. Very high L.
Hoer ^l	15	23	45	CMP/1 Same board	0.015	7.5 × 10 ⁻⁵	0-0.03	200	0-8.5	0.07-0.5	mins.-hrs.	0.36	0.61	0.997	One side only exposed. Good HBF fit. Very high L.
Hoosj	17	20	65	PB/17	52	52	0.6-1.8	1.0	0.6-1.8	0.01-20	mins.-hrs.	0.24-2	0.4-0.7	>0.99	Very different chamber sizes, N, and L. Good HBF fit.
					1.5	1.5	0-2.5	1.0	0-2.5	0-4.0					
					0.18	0.18	0-4.0	1.0	0-4.0	0-8.0					
					0.015	7.5 × 10 ⁻⁵	0-1600	200	0-8.0						
Fujii, et al.	11														Derived version of HBF.
Kazakavica and Spedding	20	25		PB/	0.91	0.091	28-340	10	2.8-34	-2.8					NIL data for edge emission only. High N.
Mathews, et al.	23	-25	-50	PLY/1	0.063	0.21	1-4	0.1-1.0	0.08-75	0.02-1.06	days-wks.	0.91 ^d	0.90 ^d	0.995	HBF fit well to NIL -5; downward curvature thereafter. Broad NIL range.
				PB/1	0.063	0.21	1-4	0.1-1.0	0.13-7	0.04-0.27	days-wks.	0.24 ^d	1.47 ^d	0.998	HBF fit well to NIL -7; downward curvature thereafter.
				PLY/1	0.063	0.21	1-4	0.1-1.0	0.08-0.91	0.02-0.06	days-wks.	0.073 ^d	0.46 ^d	0.994	HBF fit well.
				PB/1	0.063	0.21	1-4	0.1-1.0	0.08-7.4	0.02-0.09	days-wks.	0.095 ^d	1.5 ^d	0.998	HBF fit well to NIL = 2.5; possible downward curvature thereafter.
Mathews, et al.	22, 24	23, 28	50, 60	PB/3	0.063	0.21	1-4	0.1-1.0	0.1-1.0	0.02-1.6	hrs.	0.15-0.65	1.2-1.6	0.99	Multiple linear regression of temperature, RH, NIL data for each board, using HBF for NIL effects.
				PLY/3	0.063	0.21	1-4	0.1-1.0	0.1-6	0.02-1.6	hrs.	0.02-0.20	0.5-2.4	0.99	Multiple linear regression of temperature, RH, NIL data for each board, using HBF for NIL effects.
Muratov, et al.	27			PB/											Analysis of variance → major effect from N.
Myers and Nagaoka	33	40	75	PB/3	0.0063	0.003	0.009	1-4	0.06-1.5	1-30	days-wks.	9-50	0.07-0.11	0.994-0.996	Good HBF fit. High L.
Myers	28	35	60	PLY/1	0.0063	0.003	0.5-4.1	2.2-12	0.11-1.2	0.1-1.0	days-mos.	13.1	0.035	0.990	Good HBF fit using data from days to few weeks. Longer term → decreased concentrations.
Myers	29	35	60	PLY/8; PB/6; MDF/2	0.002	0.003	0.65-2.7	2.7	0.25-0.99	0.04-60	hrs.-days	0.3-100	0.02-1.0	0.76-0.99	Concentration at 35°C was time dependent. HBF fit poor to good using 14-day data.
Newton	36	25	50	PB/1	1.5	28	0.54	0.49, 0.98	0.55, 1.1	-0.5	1 d.	-0.8 ^d	-0.2 ^d		Two data points only.
Newton	35	25	50	PB/1	1.5	28	0.5-1.5	0.06-0.43	1.1-60	0.06-0.35	days	0.46 ^d	2.8 ^d	0.980	Good HBF fit to NIL -8; downward curvature thereafter. High NIL.
Pickrell, et al.	38	24	90	PB/1 PLY/1	0.012	0.45	1.0	1.4, 11	0.091, 0.71	9.9, 17.6	days	-21 ^d	-0.7 ^d		Two data points only.
					0.012	0.45	1.0	1.6, 8.6	0.12, 0.63	4.5, 11.4	days	-18 ^d	-0.2 ^d		Two data points only.
Rundle	39	23	55	PB/1	0.186	0.0015	20-300	124	0.16-2.4	0.1-0.4	hrs.				HBF plot curves upwards. (Board depletion due to high N?) High N and L.
Sundin	41			PB											Reports C _{eq} dependent on L.
Tinkelenberg, et al.	43	20		PB/2	3.1	15	0.04-0.6	1	0.04-0.4	0.2-3	days	2.0 ^d , 18	0.05 ^d , 0.23	0.995, 0.999	Good HBF fit up to NIL -0.2; data erratic or curved downward thereafter.
				PB/1								0.82	0.36		HBF equation used but data not provided.
				Same, coated								0.82	0.011		

^aStatements about HBF fit refer to linear regressions of data to inverted HBF Equation (6).
^bPB = particleboard, PLY = plywood paneling, FB = "fiberboard" (22). CMP = "composition" board (15). MDF = medium density fiberboard.
 No. = number boards for which data reported.

3. 3 木質建材のホルムアルデヒド放散能評価システムの開発

3. 3. 1 はじめに

住宅の高気密化に伴い、建材から発生するホルムアルデヒドおよびVOC（揮発性有機化合物）による室内空気汚染が問題となっている。厚生省および建設省等は「健康住宅研究会」を設け、VOCによる人体被害を未然に防止するためのガイドライン作りに動き出しており、1997年度中にはホルムアルデヒドおよびVOCの室内における気中濃度のガイドラインが示される予定である。諸外国の状況を考慮すれば、ホルムアルデヒド気中濃度のガイドラインは0.05～0.1ppm程度の水準になるものと予想される。したがって、気中濃度で示されるガイドラインを満足するような材料を建材として供給していくためのホルムアルデヒド放散能評価システムを確立しておくことが急務である。

一方、合板およびパーティクルボードに関しては、それぞれJASおよびJIS規格にホルムアルデヒド放散量に関する規定があり、デシケータ法と呼ばれる方法でホルムアルデヒド放散量（以下デシケータ値と呼ぶ）が測定されている。これらの材料については、デシケータ値と気中濃度の関係を明らかにしておくことが必要である。また、集成材および単板積層材（LVL）等のその他の接着製品については、ホルムアルデヒド放散量の測定法自体が確立されていないため、気中濃度に換算可能で簡易な測定法を開発することが必要である。

本項では、①ホルムアルデヒド気中濃度、②デシケータ値によるホルムアルデヒド気中濃度の換算法とその問題点、③集成材・LVLにも適用可能な新しい簡易なホルムアルデヒド放散量の測定法について考察するとともに、④具体的実験計画を提案する。

3. 3. 2 ホルムアルデヒド気中濃度について

1) ホルムアルデヒド気中濃度に関する理論式

藤井ら¹⁾によりホルムアルデヒドの気中濃度に関して次の理論式が示されている（図1）。

$$\frac{dC}{dt} = mS - aSC - QC$$

C：ホルムアルデヒド気中濃度(ppm)

m：材料のホルムアルデヒド放散速度($\text{cm}^3/\text{m}^2 \cdot \text{hr}$)

a：材料のホルムアルデヒド吸収係数(m/hr)

S：材料の表面積(m^2)

Q：換気量(m^3/hr)

定常状態（気中濃度が変化しないとき）では、

$$dC / dt = 0$$

となるから、

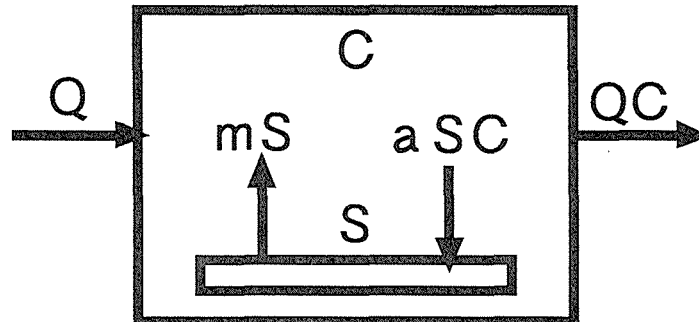
$$mS - aSC - QC = 0$$

となり、次式が得られる。

$$C = \frac{m}{a + Q/S}$$

したがって、ホルムアルデヒドの気中濃度に影響する因子は、材料のホルムアルデヒド放散特性である m と a が一定の場合は、 Q/S 、すなわち換気量と材料表面積の比だけということになる。この理論式が実際のホルムアルデヒドの気中濃度の挙動をよく表すことは実験的に確認されている²⁾。

その他、ホルムアルデヒドの気中濃度に影響する因子として、材料の養生状態（密閉されているか、解放されているか）、養生時間、温度および湿度等があることが知られているが、これらの因子は、材料のホルムアルデヒド放散特性である m および a に直接影響すると考えるのが妥当である。



- C : ホルムアルデヒド気中濃度 (ppm)
- m : ホルムアルデヒド放散速度 ($\text{cm}^3 / \text{m}^2 \cdot \text{hr}$)
- a : ホルムアルデヒド吸収係数 (m / hr)
- S : 材料の表面積 (m^2)
- Q : 換気量 (m^3 / hr)

図1. ホルムアルデヒドの放散機構

一方、Hoetjerは次の理論式を示しているが、その妥当性はLehmann³⁾により実験的に示されている。

$$C_s = \frac{C_{eq}}{1 + \frac{1}{k} \frac{N}{L}}$$

C_s : 定常状態でのホルムアルデヒド気中濃度 (ppm)

C_{eq} : 換気率が0のときの気中濃度 (ppm)

k : 材料のホルムアルデヒド移動係数 (m/hr)

N : 換気率 (回/hr)

L : 設置率 (材料表面積/チャンバ容積) (m²/m³)

いま、チャンバ容積をV (m³) とすると、N = Q / V、L = S / Vとなり、Q / S = N / Lとなる。また、藤井の理論式で換気量が0、すなわちQ / S = 0のときの気中濃度はm / aで示されるので、C_{eq} = m / aであり、m = C_{eq} × aとなる。したがって、藤井の理論式は次のように書き換えることができる。

$$C = \frac{C_{eq} \times a}{a + \frac{N}{L}} = \frac{C_{eq}}{1 + \frac{1}{a} \frac{N}{L}}$$

このように藤井とHoetjerによる二つの理論式はまったく同じ内容を表しており、藤井の理論式におけるaとHoetjerの理論式におけるkは同じものであることがわかる。

2) 気中濃度に影響する因子

ホルムアルデヒド気中濃度に影響する因子は数多くあり、ホルムアルデヒド気中濃度の挙動を複雑なものとしているが、藤井およびHoetjerの理論式、およびそれらに関連する研究から判断すると、ホルムアルデヒド気中濃度に影響する因子は、次の二つに分けることができる。

① 内的因子：温度、湿度、養生条件、時間

② 外的因子：換気量と面積 (換気量/面積)

ここでの内的因子とは、材料のホルムアルデヒド放散特性に直接的に影響するものを指し、具体的には温度、湿度、養生条件・時間等が挙げられる。また、外的因子とは材料のホルムアルデヒド放散特性が一定であってもホルムアルデヒド気中濃度を変化させるもので、換気量と材料表面積があり、特に「換気量/材料表面積」(Q / S) が影響すること

がわかっている。藤井の理論式によれば、 Q/S が小さくなると気中濃度が大きくなる。

表1に、日本の代表的な居室の容積および床、天井、壁の面積を示す。また、表2および表3に、日本の代表的な居室における換気回数と床、壁および天井のそれぞれに建材を使用した場合の Q/S との関係を示す。

表1. 室内容積と面積

畳数	6	8	10
容積 (m ³)	23.3	31.1	38.9
床面積 (m ²)	9.7	13.0	16.2
天井面積 (m ²)	9.7	13.0	16.2
壁面積 (m ²)	30.2	34.6	38.8
床+天井 (m ²)	19.4	26.0	32.4
全面 (m ²)	49.6	60.6	71.2

表2. 6畳間の換気回数と Q/S の関係

畳数	6	6	6	6
容積 (m ³)	23.3	23.3	23.3	23.3
換気回数 (回/hr)	0.2	0.5	1.0	2.0
換気量 (m ³ /hr)	4.7	11.7	23.3	46.6
床 (m/hr)	0.48	1.20	2.40	4.80
床+天井 (m/hr)	0.24	0.60	1.20	2.40
壁 (m/hr)	0.15	0.39	0.77	1.54
全面 (m/hr)	0.09	0.23	0.47	0.94

Q:換気量(m³/hr), S:面積(m²)

表3. 10畳間の換気回数と Q/S の関係

畳数	10	10	10	10
容積 (m ³)	38.9	38.9	38.9	38.9
換気回数 (回/hr)	0.2	0.5	1.0	2.0
換気量 (m ³ /hr)	7.8	19.5	38.9	77.8
床 (m/hr)	0.48	1.20	2.40	4.80
床+天井 (m/hr)	0.24	0.60	1.20	2.40
壁 (m/hr)	0.20	0.50	1.00	2.01
全面 (m/hr)	0.11	0.27	0.55	1.09

Q:換気量(m³/hr), S:面積(m²)

3. 3. 3 デシケータ値による気中濃度換算

1) パーティクルボードのデシケータ値と気中濃度との相関

①デシケータ値と一定条件における気中濃度との相関

デシケータ値 (D) と温度23℃, 湿度45%, $Q/S = 1$ の場合の気中濃度 (C) の関係については次の実験式が示されている²⁾。

$$C = 0.158D + 0.017$$

C : 気中濃度 (ppm)

D : デシケータ値 (mg/ℓ)

ここでの気中濃度は, 上記の条件で試料を設置してから4日～7日間の値であり, また, デシケータ値は, 1週間養生した試料について20℃で測定されたものである。

Myersは, 温度25℃, 湿度50%, $N/L = Q/S = 1$ の条件で14日後の気中濃度とデシケータ値とは次式の関係があるとしている⁴⁾。

$$D = 6.70C + 0.23 \quad (C = 0.15D + 0.034)$$

これら二つの換算式は, 条件および係数がほぼ等しく, デシケータ値と気中濃度に相関性があることを示している。したがって, 気中濃度はデシケータ値から換算可能であるといえる。

②換気量および材料面積が変化した場合の気中濃度の換算

理論式が示すとおり, ホルムアルデヒド気中濃度には換気量と材料面積の比, すなわち Q/S が影響する。また, Q/S の影響の度合いは, 材料のホルムアルデヒド吸収係数が影響する。Myersは Q/S を1から0.5にすると気中濃度が1.4倍程度になったことを報告している⁴⁾。また, 井上らによれば, $Q/S = 1$ のときの気中濃度を基準とすると, $Q/S = 0.5$ のときの気中濃度は1.25～1.5倍, $Q/S = 2$ のときは0.70～0.75倍になったことが報告されている²⁾。このときのパーティクルボードのホルムアルデヒド吸収係数は0.5～2程度の範囲であった。材料のホルムアルデヒド吸収係数 (a) および移動係数 (k) は表面加工や塗装によって変化すると考えられるが, 表面処理しないパーティクルボードおよび合板の場合は0.5～2前後の値をとることが報告されており³⁻⁶⁾, 平均的に1前後の値をとるとみなすことができる。したがって, Q/S が変化した場合の気中濃度は次式で予測することができる。

$$C_n = C \times \frac{2}{(1 + Q/S)}$$

C_n : $Q/S = n$ のときの気中濃度 (ppm)

C : $Q/S = 1$ のときの気中濃度 (ppm)

Q : 換気量 (m^3/hr)

S : 材料表面積 (m^2)

この式を用いて計算すると、 $Q/S = 0.5$ および 2 のときの気中濃度は、 $Q/S = 1$ のときの気中濃度の 1.33 倍および 0.67 倍となる。また、吸収係数を 0.5 および 2 とみなしたときはそれぞれ、 1.5 倍および 0.6 倍、および 1.2 倍および 0.75 倍となる。したがって、吸収係数を 1 とみなしても、 Q/S が $0.5 \sim 2$ 程度の範囲では、この式を用いて計算しても誤差はそれほど大きくなるらない。

③ 温度が変化した場合の気中濃度の換算

Myersら⁷⁾は、温度が $15^\circ C$ 上昇するとホルムアルデヒド気中濃度が 3.8 倍に、また、松本ら⁸⁾は温度が $10^\circ C$ 上昇すると 2.3 倍になると報告している。また、井上は温度が $5^\circ C$ 上昇するごとに気中濃度が $1.5 \sim 1.6$ 倍になると報告している⁹⁾。これらの結果から、井上はホルムアルデヒドの気中濃度は温度が $1^\circ C$ 上昇するごとに 1.09 倍になり、次式で各温度でのホルムアルデヒド気中濃度を推測できるとしている²⁾。

$$C_t = C \times 1.09^{(t-23)}$$

C_t : 温度 $t^\circ C$ のときの気中濃度 (ppm)

C : 温度 $23^\circ C$ のときの気中濃度 (ppm)

この式を用いて計算すると、温度が $5^\circ C$ 、 $10^\circ C$ および $15^\circ C$ 上昇すると気中濃度はそれぞれ 1.5 倍、 2.3 倍 および 3.6 倍となり、既往の研究結果とよく一致する。

④ 湿度が変化した場合の気中濃度の換算

松本は、合板について湿度とホルムアルデヒド気中濃度には直線関係があるとし、湿度 80% を基準にしたときの湿度 1% 当たりの気中濃度の変化率が 0.8% であるとしている¹⁰⁾。また、Myersらは、湿度が 25% から 75% に上昇したとき気中濃度は 1.5 倍になったことを報告している⁷⁾。これは、湿度 25% を基準にしたときの湿度 1% 当たりの気中濃度の変化率が 1% であることを示す。両者の実験結果から、湿度 45% を基準としたときの変化率を計算するとそれぞれ 1.11% および 0.83% となり、平均するとほぼ 1% となる。したがって、

湿度が変化したときの気中濃度は次式で予測することができる²⁾。

$$C_h = C (55 + h) / 100$$

C_h : 湿度 h % R H のときの気中濃度 (ppm)

C : 湿度 45 % のときの気中濃度 (ppm)

⑤ デシケータ値による一般条件における気中濃度の換算式

以上の結果をまとめると、次の一般条件の気中濃度の換算式が得られる。

$$C = (0.158D + 0.017) \times 2 / (1 + Q / S) \times 1.09^{(t-23)} \times (55 + h) / 100$$

C : 気中濃度 (ppm)

D : デシケータ値 (mg/l)

Q : 換気量 (m^3/hr)

S : 材料表面積 (m^2)

t : 温度 ($^{\circ}C$)

h : 相対湿度 (%)

2) 合板のデシケータ値と気中濃度との関係

パーティクルボードの実験で得られた換算式を既存の合板に関する研究^{8, 9, 11, 12)}へ適用した計算結果を表4～表6に示す。

表4の研究は普通合板を使用して行われたものであるが、この場合計算値と実測値はよく一致している。

印刷紙オーバーレイ塗装合板を用いた研究(表5)においても、裏面を塩ビシートで被覆したものを除けば、計算値と実測値はよく一致しているといえる。裏面を塩ビシートで被覆した場合(第5表の合板3および合板4)は、時間の経過とともにデシケータ値が増加し、気中濃度が低下するという異常ともいえる結果になっている。この原因は、気中濃度の測定には裏面を塩ビシートで被覆した合板を用いたのに対して、デシケータ値の測定の場合は、試験片作製時に裏面の塩ビシートを取り除いたためではないかと推測される。

表6の研究は、デシケータ値と密閉されたデシケータ中の(換気量が0のときの)気中濃度との関係であるが、この場合も計算値と実測値はよく一致している。

以上のことから、パーティクルボードで得られたデシケータ値による気中濃度の換算式は普通合板および特殊合板にも適用可能であると考えられる。

表4. 合板のデシケータ値と気中濃度との関係

8)

試料	デシケータ値 (mg/ℓ)	気中濃度(ppm)			気中濃度(ppm)		
		計算値	実測値	実測値	計算値	実測値	実測値
合板1	16.00	7.85	7.90	6.10	11.22	20.40	15.90
合板2	12.00	5.90	9.50	7.10	8.43	15.80	14.60
合板3	6.00	2.98	4.60	2.20	4.25	7.90	5.20
合板3	4.30	2.15	2.40	1.80	3.07	3.10	3.90
合板4	0.70	0.39	0.55	0.39	0.56	0.68	0.48
合板5	0.53	0.31	0.49	0.28	0.44	0.46	0.42
合板6	0.05				0.11	0.58	0.28
温度(°C)		30.0	30.0	30	30.0	30.0	30.0
湿度(%RH)		80.0	80.0	80	80.0	80.0	80.0
Q/S(m/hr)		0.60	0.60	0.60	0.12	0.12	0.12
時間		同時	5時間後	24時間後	同時	5時間後	24時間後

Q:換気量(m³/hr), S:面積(m²).

表5. 合板のデシケータ値と気中濃度との関係

9. 11. 12)

試料	デシケータ値 (mg/ℓ)	気中濃度(ppm)		備考
		計算値	実測値	
合板1	8.00	2.80	3.00	3時間後
合板1	3.40	1.21	0.70	2週間後
合板1	2.20	1.23	0.69	6週間後
合板1	1.53	0.87	0.45	12週間後
合板2	1.15	0.43	0.27	3時間後
合板2	0.70	0.28	0.15	2週間後
合板3	1.36	0.51	0.41	2時間後
合板3	1.20	0.45	0.10	2週間後
合板3	1.40	0.52	0.01	6週間後
合板4	0.40	0.18	0.25	2時間後
合板4	0.57	0.23	0.13	2週間後
合板4	0.75	0.30	0.11	6週間後
温度(°C)		25.0	25.0	
湿度(%RH)		70.0	70.0	
Q/S(m/hr)		0.36	0.36	
時間		同時	同時	

Q:換気量(m³/hr), S:面積(m²).

表6. 合板のデシケータ値と密閉容器中の気中濃度との関係

9)

試料	デシケータ値 (mg/ℓ)	気中濃度(ppm)		備考
		計算値	実測値	
合板1	5.83	1.59	1.80	0時間
合板1	3.04	0.84	0.79	1日後
合板1	1.86	0.53	0.47	4日後
合板1	0.86	0.26	0.33	2週間後
合板1	0.58	0.18	0.21	6週間後
温度(°C)		20.0	20.0	
湿度(%RH)		55.0	55.0	
Q/S(m/hr)		0.00	0.00	
時間		同時	同時	

Q:換気量(m³/hr), S:面積(m²).

表7. デシケータ値のJASおよびJIS区分と気中濃度との関係

区分	デシケータ値 (mg/l)	気中濃度(ppm)				
F 3	10.0	1.60	1.06	2.13	2.37	3.65
F 2・E 2	5.0	0.81	0.54	1.08	1.20	1.84
E 1	1.5	0.25	0.17	0.34	0.38	0.58
F 1・E 0	0.5	0.10	0.06	0.13	0.14	0.22
温度(°C)		23	23	23	25	30
湿度(%RH)		45	45	45	70	70
Q/S (m/hr)		1.0	2.0	0.5	1.0	1.0
時間		同時	同時	同時	同時	同時

Q:換気量(m³/hr), S:面積(m²).

表7は、デシケータ値のJASおよびJIS区分と気中濃度との関係を示したものである。これをみると、気中濃度0.1ppmを満足させるためには合板ではF1、パーティクルボードではE0クラスの方法が必要ということになる。

3) デシケータ値による気中濃度換算の問題点

以上示したとおり、デシケータ値から種々の環境条件におけるホルムアルデヒド気中濃度をかなり精度よく換算することが可能であるが、換算式を適用できるのは、次の二つの条件に限られる。

- ①材料のホルムアルデヒド放散特性が表裏面および側面で同じである。
- ②デシケータ値を測定した試料を居室にそのまま(両面むき出しで)使用する。

しかし、実際には、フローリングや特殊合板のように表裏面のホルムアルデヒド放散特性が異なる建材も多く、また、住宅に使われる場合は建材の片面だけ居室にさらされることになる。その他の問題点も含めて現在のデシケータ値による気中濃度換算の問題点を整理すると次のようになる。

①フローリングや特殊合板のように表裏面のホルムアルデヒド放散特性が異なるものでは、合理的な気中濃度換算ができない。現在のJAS・JISデシケータ法では、裏面および側面が無処理のままデシケータ値が測定されるが、実際の住宅にこれらの材料が使われる場合は、片面だけが居室にさらされる。

②構造用合板を耐力壁に使う場合やボード類を下地に使う場合の気中濃度の換算ができない。

③LVL・大断面集成材等の材料では、寸法的な問題からデシケータ値の測定がほとんど不可能である。

3. 3. 4 新しいホルムアルデヒド放散量の測定方法の提案

現在の J A S ・ J I S デシケータ値による気中濃度換算には以上のような欠点がある。各材料ごとに、デシケータ値と気中濃度の関係を実験的に調べることができればよいわけであるが、それには専用のチャンバーと膨大な実験が必要になってくる。このため、今のデシケータ値と相関性のある簡易な試験法を開発することが得策である。そうすれば、新しい試験法によるホルムアルデヒド放散量からデシケータ値を換算し、デシケータ値から気中濃度を合理的に換算することができる。したがって、気中濃度で示されるガイドラインを満足させる材料を合理的に供給していくためには、次の諸要件を備えた新しいホルムアルデヒド放散量の測定法を開発することが必要である。

- ①気中濃度に合理的に換算可能なこと。
- ②片面からのホルムアルデヒド放散量を測定できること。
- ③大断面集成材等の材料にも適用可能なこと。
- ④簡易な方法であること。

さらには、

- ⑤下地からのホルムアルデヒド放散や壁、床および天井の各構造体からのホルムアルデヒド放散量を測定可能であること。

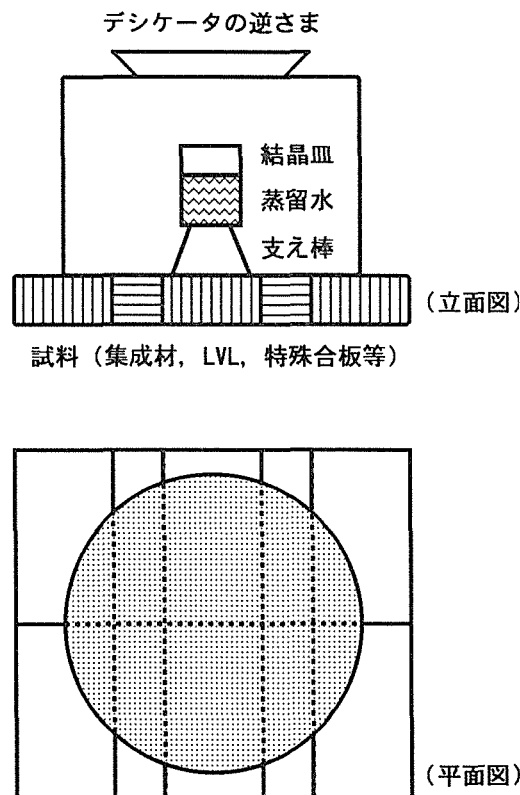


図2. 逆さまデシケータ法の概略図

以上の要件を備えたホルムアルデヒド測定方法としてを材料の上にデシケータを逆さまにおく方法（逆さまデシケータ法）が考えられる（図2）。この方法の原形は、Brunnerによって報告されている¹⁹⁾。J A S・J I Sデシケータ法で使われているデシケータをこの逆デシケータ法に使用すると、試料の表面積はデシケータの開口部の面積となり、現在のデシケータ法での試料表面積の4分の1程度になる。それに対応して、結晶皿面積および水量を調節してやらなければならない。気中濃度の理論式を示した藤井らは、次のようなデシケータ値に関する理論式も示している。

$$C_w = \frac{m S}{a S + a_w S_w} \frac{a_w S_w}{W} t$$

$$= \frac{m}{a + a_w S_w / S} \frac{S_w}{W} a_w t$$

C_w：デシケータ値

m：材料のホルムアルデヒド放散速度

a：材料のホルムアルデヒド吸収係数

S：材料表面積

a_w：水のホルムアルデヒド吸収係数

S_w：水の表面積

W：水量

t：時間

この理論式は、**S_w/S**および**S_w/W**が一定の場合、デシケータ値が変化しないことを示している。したがって、試料面積が4分の1になった場合、水の表面積（結晶皿の面積）と水量も4分の1にすればデシケータ値は変化しないことになる。

この逆デシケータ法について次のような実験を行っていけば、気中濃度のガイドラインを満足する材料を建材として供給していくことが可能となる。

①現在のデシケータ法で試料面積、結晶皿面積および水量を4分の1にしたときのホルムアルデヒド放散量とJ A S・J I Sデシケータ値との相関を求める。

②表面加工を施していない合板およびパーティクルボードを用いて逆デシケータ法とJ A S・J I Sデシケータ値との相関を求める。

③各種材料の逆デシケータ法によるホルムアルデヒド放散量を測定する。

④壁・床・天井の各構造体の逆デシケータ法によるホルムアルデヒド放散量を測定する。

これらの実験により、逆デシケータ法によるホルムアルデヒド放散量から、現在のJ A S・J I Sデシケータ値、さらには一般条件の気中濃度への換算が可能となる。

3. 3. 5 逆デシケータ法に関する具体的実験計画案

1) 実験の目的

1997年度中にホルムアルデヒド気中濃度のガイドラインが示される予定であり、そのための体制を整備しておく必要がある。ガイドラインを満足する木質建材を供給していくためには、木質建材のより一層の低ホルムアルデヒド化が必要なことはいうまでもないが、気中濃度というもので示されるガイドラインに換算可能なホルムアルデヒド放散能の評価システムを開発することが必要になってくる。

既往の研究によれば、普通合板および表面加工していないパーティクルボードについては、JASデシケータ値と種々の環境のチャンバ内におけるホルムアルデヒド気中濃度との関係がほぼ予測可能になっている。しかし、実際の住宅では、木質建材が下地に使われたり、フローリングのように片面だけが居室にさらされ、そのような場合の気中濃度の予測は現在のデシケータ法では不可能である。また、集成材やLVLに関しては、ホルムアルデヒド放出量の試験方法も確立されていない。

したがって、気中濃度で示されるガイドラインを満足する木質建材を供給していくため、すべての木質建材に適用可能で、気中濃度に合理的に換算可能なホルムアルデヒド放散能評価システムを開発することが必要である。

ホルムアルデヒド放散能評価システムに必要な要件は以下の通りである。

- 1) 気中濃度に換算可能であること。
- 2) 片面からのホルムアルデヒド放散能が評価できること。
- 3) 大断面集成材・LVL等にも適用可能であること。
- 4) 下地・構造体等からの放散能が評価できること。
- 5) 簡易な方法であること。

2) 逆デシケータ法の概略

以上の要件を備えた方法として逆デシケータ法が考えられる。逆デシケータ法の概略図を図3に示す。試験条件は、JASおよびJISデシケータ法に準ずるが、以下のように試験片面積と結晶皿の面積・水量等の比率を同じにする必要がある。

試験条件	デシケータ法	逆デシケータ法
試験片の面積	約1800cm ²	約450cm ² (約1/4)
結晶皿の直径	12cm	6cm (200mlのビーカ)
結晶皿の面積	約104cm ²	約28cm ² (約1/4)
水の容積	300ml	75ml (1/4)

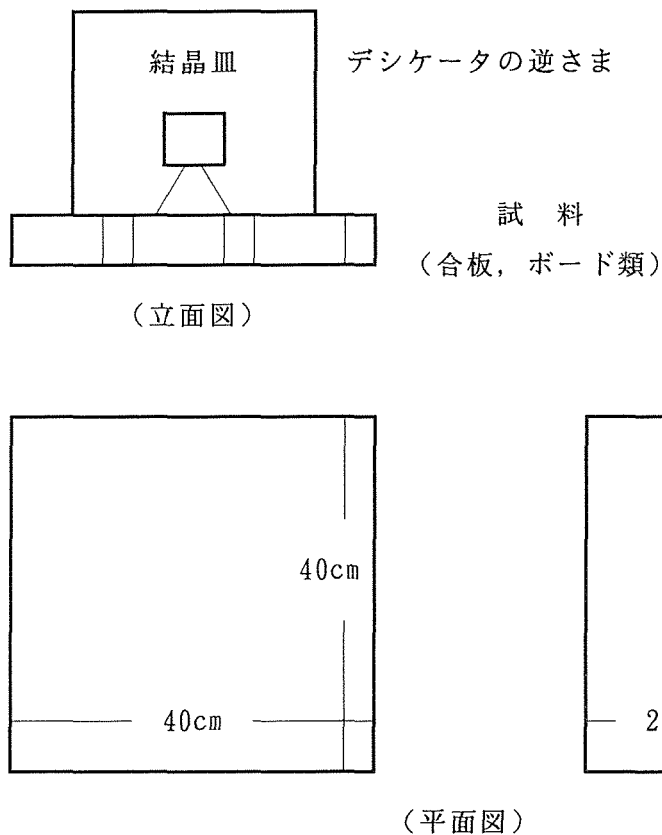


図3. 逆デシケータ法の概略図

逆デシケータ法のデシケータ法との相違点を示すと、結晶皿の代わりに内径約6cmのビーカ (PYREXの200mlのビーカ) を使い、蒸留水の量は75mlとする。また、ビーカは適当な支えを用いてうかせ、材料表面がビーカによって覆われないようにする (例えば、プラスチックコップに穴をいくつか開けて、それを逆さまにして材料の上に置き、その上にビーカをのせる)。材料の大きさは40cm×40cmの場合 (端面を含まない場合) と40cm×20cmが2枚の場合 (端面を含む場合) の2通りについて行う。

3) 実験

① デシケータ値に及ぼす試料表面積、結晶皿面積および水量の影響の解明

以下の材料について、JASデシケータ値と、試料表面積、結晶皿面積および水量を4分の1にしたときのホルムアルデヒド放散量を測定し、両者の関係を把握する。

普通合板 (厚さ4mm, 5.5mm) (F1, F2, F3相当および規格外)

構造用合板 (厚さ7.5, 12mm) (F1, F2, F3相当および規格外)

パーティクルボード (厚さ12mm, 20mm) (E0, E1, E2相当および規格外)

MDF (厚さ12mm, 20mm) (E0, E1, E2相当および規格外)

② デシケータ値と逆デシケータ値の相関関係の把握

以下の材料についてデシケータ値と逆デシケータ値を測定し、両者の関係を把握する。

普通合板（厚さ4mm, 5.5mm）（F 1, F 2, F 3 相当および規格外）

構造用合板（厚さ7.5, 12mm）（F 1, F 2, F 3 相当および規格外）

パーティクルボード（厚さ12mm, 20mm）（E 0, E 1, E 2 相当および規格外）

MDF（厚さ12mm, 20mm）（E 0, E 1, E 2 相当および規格外）

③ 各種木質建材の逆デシケータ値の測定

以下の材料について逆デシケータ値を測定する。

造作用LVL（板目面, 積層面, 木口）

構造用LVL（板目面, 積層面, 木口）

造作用集成材（板目面, 積層面, 木口）

構造用集成材（板目面, 積層面, 木口）

フローリング（F 2, F 1）

特殊合板（F 2, F 1）

④ 各種構造体の逆デシケータ値の測定

壁 F 3 合板 + 壁紙

F 2 合板 + 壁紙

F 1 合板 + 壁紙

E 2 ボード + 壁紙

E 1 ボード + 壁紙

E 0 ボード + 壁紙

床 F 3 合板 + F 2 フローリング

E 2 ボード + F 2 フローリング

E 1 ボード + F 2 フローリング

F 3 合板 + F 1 フローリング

E 2 ボード + F 1 フローリング

E 1 ボード + F 1 フローリング

F 3 合板 + 畳

E 2 ボード + 畳

E 1 ボード + 畳

F 3 合板 + 絨毯

E 2 ボード + 絨毯

E 1 ボード + 絨毯

文献

- 1)藤井正一, 鈴木庸夫, 小八ヶ代貞雄: 建材試験情報, 9(3), 10-14 (1973)
- 2)井上明生, 小野弘邦, 千葉保人: 木材工業, 45(7), 313-319 (1990)
- 3)W. H. Lehmann: Forest Prod. J., 37(4), 31-37 (1987)
- 4)G. E. Myers: Forest Prod. J., 33(5), 27-36 (1983)
- 5)G. E. Myers: Forest Prod. J., 34(10), 59-68 (1984)
- 6)R. L. Christensen and W. H. Andersen: Proceedings of 23rd International Particleboard/Composite Materials Symposium(USA), 55-64 (1989)
- 7)G. E. Myers and M. Nagaoka: Wood Sci., 13(3), 140-150 (1981)
- 8)松本庸夫: 木材工業, 29(1), 18-24 (1974)
- 9)井上明生: 木材工業, 41(2), 73-76 (1986)
- 10)松本庸夫, 野口美保子, 唐沢仁志: 木材工業, 27(11), 547-550 (1972)
- 11)日本木材加工技術協会合板部会: 合板工業, 125, 1-9(1985)
- 12)唐沢仁志, 野口美保子: 林業試験場木材利用部昭和56年度業務報告書, 146-148 (1982)
- 13)Edmone Roffael: Malayan Forest Records 37, p.79 (1993)

3.4 デシケータ法及び逆デシケータ法の試験結果

3.4.1 実験の目的

木質建材からのホルムアルデヒド放散量の測定方法としては、J I SやJ A Sで規定されている測定方法として「デシケータ法」があるが、今後出来るだけ実態に反映出来るような測定方法を新たに考案していく必要があることから、「逆デシケータ法」と「デシケータ法」を比較し放散量の測定方法を開発することを目的とする。

3.4.2 実験の要因

①デシケータ法と逆デシケータ法との比較

○デシケータ法と1/4デシケータ法との比較

逆デシケータ法では測定するサンプルの表面積がデシケータ法の約1/4になるので、従来のデシケータ法でサンプルの表面積、水の容器と量も1/4にした時の関連を把握する。

○デシケータ法と逆デシケータ法との比較

単純にデシケータ法と逆デシケータ法との比較を行う。

○逆デシケータ法でのサンプル形状の比較

40×40cmの一枚板の場合と40×20cmの板を二枚突き合わせた場合の比較（即ち、突き合わせに伴う木口面の影響）を行う。

②養生日数の影響

現測定法では、サンプルの測定日はJ A S（木質ボード）は直後、J I S（合板）は1週間後と異なっている。

そこで今回の実験では、何れも直後と1週間後の二通りで測定を行い、養生日数の影響をチェックしてみた。

③測定サンプルの種類と厚みの影響

普通合板 : 2.5mm、5.5mm

構造用合板 : 9mm、12mm

パーティクルボード : 12mm、20mm

MDF : 12mm、20mm

④測定サンプルの放出ホルムアルデヒドの等級

普通合板 : F₁、F₂、規格外

構造用合板 : F₁、F₂、規格外

パーティクルボード : E₀、E₁、E₂

MDF : E₁、E₂

3.4.3 実験条件

(1) 測定サンプルの種類

- ①普通合板 ・ 2.5mm ・ F₁ ②普通合板 ・ 2.5mm ・ F₂ ③普通合板 ・ 2.5mm ・ 規格外
④ “ ・ 5.5mm ・ F₁ ⑤ “ ・ 5.5mm ・ F₂ ⑥ “ ・ 5.5mm ・ 規格外
⑦構造用合板 ・ 9 mm ・ F₁ ⑧構造用合板 ・ 9 mm ・ F₂ ⑨構造用合板 ・ 9 mm ・ 規格外
⑩ “ ・ 12 mm ・ F₁ ⑪ “ ・ 12 mm ・ F₂ ⑫ “ ・ 12 mm ・ 規格外
⑬ハ°-チクルボード° ・ 12 mm ・ E₀ ⑭ハ°-チクルボード° ・ 12 mm ・ E₁ ⑮ハ°-チクルボード° ・ 12 mm ・ E₂
⑯ “ ・ 20 mm ・ E₀ ⑰ “ ・ 20 mm ・ E₁ ⑱ “ ・ 20 mm ・ E₂
⑲MDF ・ 12 mm ・ E₁ ⑳MDF ・ 12 mm ・ E₂
21 “ ・ 20 mm ・ E₁ 22 “ ・ 20 mm ・ E₂

(2) 測定方法

①デシケータ法

合板はJAS法、木質ボードはJIS法に準ずる。

②逆デシケータ法

3, 3, 5の逆デシケータ法に準ずる。

(但し、デシケータの接触面には気密性を保つ意味からゴムパッキンを当てて実験した。)

(3) 実験方法

①サンプル数

3, 3, 5に基づいて実施した。

②サンプル形状

3, 3, 5に基づいて実施した。

但し逆デシケータ法では40cm×20cmを突き合わせて40×40cmにした場合も測定した。

③養生日数

直後と1週間後の二種類

④繰り返し点数

各測定共に繰り返し2点で測定した。

3.4.4 実験結果

別紙データ資料参照

※データの数値の表し方は、

○平均値に関しては有効数字2桁とした。

○但し測定値が10台を越えるものに関しては有効数字3桁とした。

3.4.5 実験結果に関する考察

①想定したホルムアルデヒドの等級について

今回想定したホルムアルデヒドの等級に対して、実際の測定値は必ずしも一致しておらず、概して測定値の方が低くなっている。

②デシケータ法と1/4デシケータ法の比較

資料-添1～添2の回帰分析から、構造用合板、パーティクルボード、MDF、全データまとめ共に、R²乗、X係数が1に近いことから一次相関ありと考えられる。

③デシケータ法と逆デシケータ法の比較

資料-添1～添2の回帰分析から、いずれの場合もX係数が0.73～0.64と低くなっている。

このことは、逆デシケータ法でフラスコ内に占められる面積部分よりも、他の部分からホルムアルデヒドが放出していることが示唆される。

ここでこの他の部分とは、フラスコに被さっていない木口部分と考えられる。

表裏面積と木口面積の比から考えて、X係数=0.73～0.64ということは、かなりの量が木口部分から放出していると考えられる。

④厚みの影響

前項③から木口面からの放出とすれば、サンアル厚みによりこの放出度合いが違うものと推定し、添5～添7ではそれぞれのサンプルの厚み毎の違いと添8～添9ではパーティクルボードとMDFとを合算して12mmと20mmで比較してみたが、予想とは反して厚い方が逆デシケータ値が低くなる（X係数が低くなる）傾向は得られなかった。

⑤養生日数の影響

添3のグラフの通り放出ホルムアルデヒドのデータ値が高いものほど1週間後の減り方が大きくなっている。

⑥逆デシケータ法で40×40cmと40×20cm版との比較

添1～添2の回帰分析から両者の値は殆ど変わらないものと判断できる。

即ち、突き合わせすれば木口面からの放出は抑えられると考えられる。

3.4.6 今後の実験に当たっての提言

①前項の考察で述べた通り、木口面からの放出が多いと推定しましたが、これを検証するべく、サンプルの木口面を完全にシールした場合について測定するべきと考える。

②それでは実際の住宅では、この木口むき出し状態と木口シール状態のどちらが現実に近いのかを、実際のモデルハウスによるホルムアルデヒドの気中濃度の実験値と比較する必要があると考える。

③表面部分をシールする（畳の敷設、フローリング加工等）ことにより放出ホルムアルデヒドの大幅な減少効果が予想されますのでこの確認実験が必要と考える。

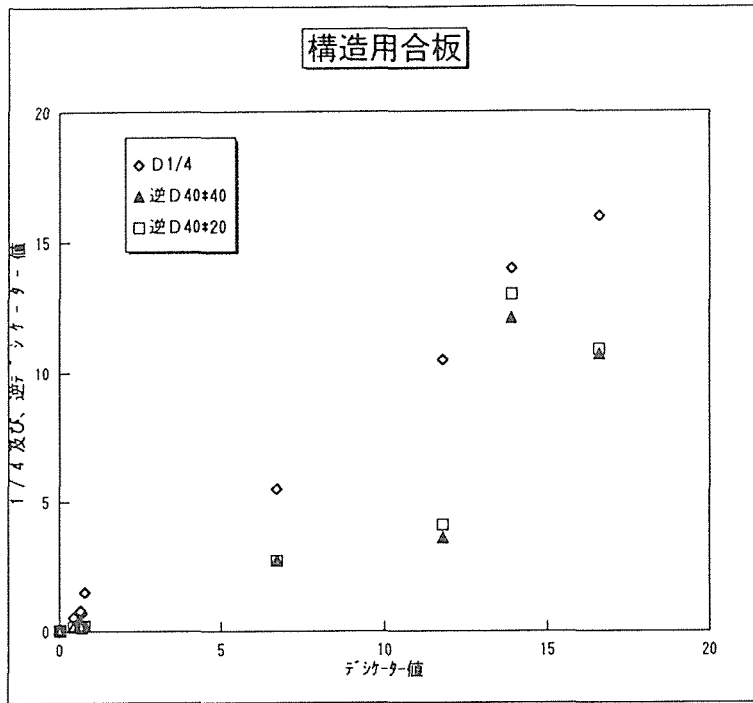
放出ホルムアルデヒド測定結果

厚み 測定方法 F 養生 プレート 日数		2. 5 m m						5. 5 m m							
		デシケータ法			逆デシケータ法			デシケータ法			逆デシケータ法				
		通常サイズ	1/4 サイズ	40×40 c m 版	40×40 c m 版	40×20 c m 版	通常サイズ	1/4 サイズ	40×40 c m 版	40×40 c m 版	40×20 c m 版				
F ₁	直後	0.14	0.12	0.06	0.13	0.27	0.13	0.095	0.11	0.15	0.11	0.20	0.31	0.13	0.16
	一週間後	Ave. 0.13	Ave. 0.10	Ave. 0.20	Ave. 0.05	Ave. 0.08	Ave. 0.10	Ave. 0.12	Ave. 0.12	Ave. 0.13	Ave. 0.26	Ave. 0.15	Ave. 0.17	Ave. 0.15	
	直後	1.70	1.60	0.78	0.74	1.87	2.42	0.44	0.43	0.45	0.48	0.50	0.22	0.39	0.40
	一週間後	Ave. 1.7	Ave. 1.60	Ave. 0.76	Ave. 0.61	Ave. 2.2	Ave. 2.0	Ave. 0.44	Ave. 0.47	Ave. 0.47	Ave. 0.36	Ave. 0.40	Ave. 0.36	Ave. 0.40	
F ₂	直後	0.76	0.89	0.66	0.61	1.10	1.73	0.24	0.24	0.26	0.27	0.28	0.19	0.18	0.19
	一週間後	Ave. 0.83	Ave. 0.64	Ave. 0.64	Ave. 1.7	Ave. 1.4	Ave. 1.7	Ave. 0.24	Ave. 0.27	Ave. 0.27	Ave. 0.24	Ave. 0.19	Ave. 0.19	Ave. 0.19	
	直後	1.30	1.60	0.75	0.83	3.34	3.73	2.43	2.36	3.02	3.37	1.78	1.67	1.41	1.45
	一週間後	Ave. 1.5	Ave. 0.79	Ave. 0.79	Ave. 3.3	Ave. 3.5	Ave. 3.3	Ave. 2.4	Ave. 3.2	Ave. 1.7	Ave. 1.4	Ave. 1.7	Ave. 1.4	Ave. 1.4	
普通合板	規格外	1.40	2.00	0.79	0.78	1.20	2.10	0.99	1.03	1.08	1.19	0.65	0.56	0.63	0.71
	直後	Ave. 1.7	Ave. 0.79	Ave. 0.79	Ave. 2.5	Ave. 1.7	Ave. 2.5	Ave. 1.0	Ave. 1.1	Ave. 1.1	Ave. 0.61	Ave. 0.67	Ave. 0.67	Ave. 0.67	
	一週間後	1.70	1.60	0.78	0.74	1.87	2.42	0.44	0.43	0.45	0.48	0.50	0.22	0.39	0.40
	一週間後	Ave. 1.7	Ave. 1.60	Ave. 0.76	Ave. 0.61	Ave. 2.2	Ave. 2.0	Ave. 0.44	Ave. 0.47	Ave. 0.47	Ave. 0.36	Ave. 0.40	Ave. 0.36	Ave. 0.40	

種 種	F プレート	養生 日数	9 m m						1 2 m m								
			測定方法			逆デシケータ法			デシケータ法			逆デシケータ法					
			通常サイズ	1 / 4 サイズ	4 0 × 4 0 c m 版	4 0 × 2 0 c m 版	通常サイズ	1 / 4 サイズ	4 0 × 4 0 c m 版	4 0 × 2 0 c m 版							
構造 用 合 板	F ₁	直後	0.03	0.03	0.06	0.08	0.03	0.04	0.05	0.06	0	0	0.03	0.03	0.06	0.06	
		一週間後	Ave. 0.03	Ave. 0.07	Ave. 0.04	Ave. 0.06	Ave. 0.02	0.02	0.02	0.02	0	0	Ave. 0	Ave. 0.03	Ave. 0.06	Ave. 0.06	
	F ₂	直後	0.72	0.83	1.64	1.43	0.19	0.24	0.24	0.15	0.65	0.62	0.60	1.00	0.19	0.29	0.24
		一週間後	Ave. 0.77	Ave. 1.5	Ave. 0.22	Ave. 0.20	Ave. 0.16	0.16	0.16	0.12	Ave. 0.44	0.44	Ave. 0.44	Ave. 0.54	Ave. 0.20	Ave. 0.17	Ave. 0.17
規格外		直後	13.7	14.0	14.0	14.0	12.8	11.3	13.0	13.0	19.1	14.0	13.8	18.1	11.0	10.4	10.8
		一週間後	Ave. 13.9	Ave. 14.0	Ave. 12.1	Ave. 13.0	Ave. 3.76	3.51	4.10	4.04	Ave. 8.0	5.4	Ave. 4.7	6.2	Ave. 2.6	2.7	2.6
			Ave. 11.8	Ave. 10.5	Ave. 3.6	Ave. 4.1	Ave. 6.7	Ave. 5.5	Ave. 2.7	Ave. 2.7	Ave. 2.7	Ave. 2.7	Ave. 2.7	Ave. 2.7	Ave. 2.7	Ave. 2.7	

種 ク レ ー ト F 葉 生 日 数	1.2 mm				2.0 mm			
	測定方法		逆デシケータ法		デシケータ法		逆デシケータ法	
	通常サイズ	1/4 サイズ	40×40 cm版	40×20 cm版	通常サイズ	1/4 サイズ	40×40 cm版	40×20 cm版
E ₀	0.05	0.04	0.03	0.07	0.20	0.23	0.22	0.20
	Ave. 0.04	Ave. 0.04	Ave. 0.03	Ave. 0.06	Ave. 0.20	Ave. 0.18	Ave. 0.20	Ave. 0.21
E ₁	0.06	0.07	0.08	0.11	0.21	0.20	0.14	0.17
	Ave. 0.06	Ave. 0.08	Ave. 0.08	Ave. 0.10	Ave. 0.18	Ave. 0.20	Ave. 0.16	Ave. 0.16
E ₂	1.22	1.20	1.28	1.10	0.45	0.50	0.35	0.32
	Ave. 1.2	Ave. 1.2	Ave. 1.4	Ave. 1.1	Ave. 0.46	Ave. 0.42	Ave. 0.33	Ave. 0.35
E ₀	0.80	1.06	1.05	1.07	0.49	0.46	0.26	0.32
	Ave. 0.94	Ave. 1.0	Ave. 1.1	Ave. 1.0	Ave. 0.46	Ave. 0.42	Ave. 0.29	Ave. 0.31
E ₁	8.44	6.99	7.19	5.77	7.9	7.1	4.5	4.9
	Ave. 7.7	Ave. 7.3	Ave. 7.5	Ave. 6.1	Ave. 8.0	Ave. 6.3	Ave. 4.8	Ave. 4.2
E ₂	4.39	3.94	4.96	4.81	7.8	6.1	3.6	4.0
	Ave. 4.2	Ave. 4.1	Ave. 5.3	Ave. 4.5	Ave. 7.1	Ave. 4.9	Ave. 3.9	Ave. 3.6

種		12mm				20mm												
		測定方法		逆デシケータ法		デシケータ法		逆デシケータ法										
		通常サイズ	1/4サイズ	40×40cm版	40×20cm版	通常サイズ	1/4サイズ	40×40cm版	40×20cm版									
M	F	直後	0.88	0.97	0.90	0.93	0.49	0.53	0.51	0.50	2.19	2.49	2.26	2.27	1.64	1.57	1.55	1.54
		Ave.	0.93	Ave.	0.92	Ave.	0.51	Ave.	0.51	Ave.	0.51	Ave.	2.3	Ave.	2.3	Ave.	1.6	Ave.
	D	直後	0.65	0.59	0.68	0.65	0.29	0.29	0.31	0.29	2.07	2.01	1.64	1.71	1.24	1.39	1.11	1.18
		Ave.	0.62	Ave.	0.67	Ave.	0.29	Ave.	0.29	Ave.	0.30	Ave.	2.0	Ave.	1.7	Ave.	1.3	Ave.
F	直後	直後	2.93	2.95	3.02	2.82	1.52	1.60	1.83	1.68	2.82	2.68	2.74	2.44	2.17	1.94	2.03	1.76
		Ave.	3.0	Ave.	2.9	Ave.	1.6	Ave.	1.8	Ave.	2.8	Ave.	2.6	Ave.	2.1	Ave.	1.9	
	一週間後	直後	1.85	1.64	2.04	1.89	0.78	0.92	0.92	0.94	2.83	2.97	2.43	2.24	2.16	2.02	1.59	1.74
		Ave.	1.8	Ave.	2.0	Ave.	0.85	Ave.	0.93	Ave.	2.9	Ave.	2.3	Ave.	2.1	Ave.	1.7	



回帰分析の結果: 構造-1/4

Y切片 0.068272
 Y評価値の標準誤差 0.5045896
 R²乗 0.9934791
 標本数 12
 自由度 10

X係数 0.9469238
 X係数の標準誤差 0.02426

回帰分析の結果: 4 0 * 4 0

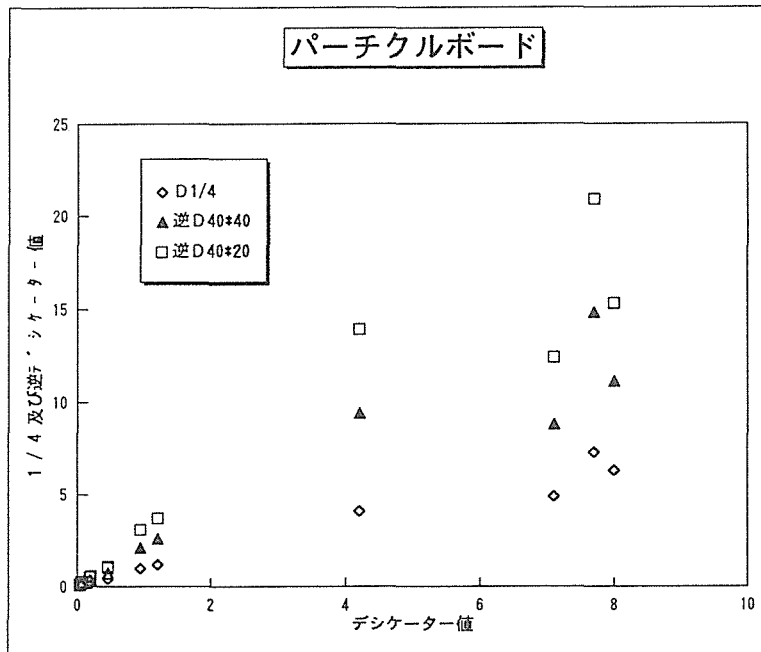
Y切片 -0.258784
 Y評価値の標準誤差 1.6688352
 R²乗 0.8649199
 標本数 12
 自由度 10

X係数 0.6420346
 X係数の標準誤差 0.0802354

回帰分析の結果: 4 0 * 2 0

Y切片 -0.275052
 Y評価値の標準誤差 1.7563094
 R²乗 0.8651767
 標本数 12
 自由度 10

X係数 0.6764313
 X係数の標準誤差 0.0844411



回帰分析の結果: 1/4

Y切片 0.103288
 Y評価値の標準誤差 0.482102
 R²乗 0.9708494
 標本数 12
 自由度 10

X係数 0.815342
 X係数の標準誤差 0.0446774

回帰分析の結果: 4 0 * 4 0

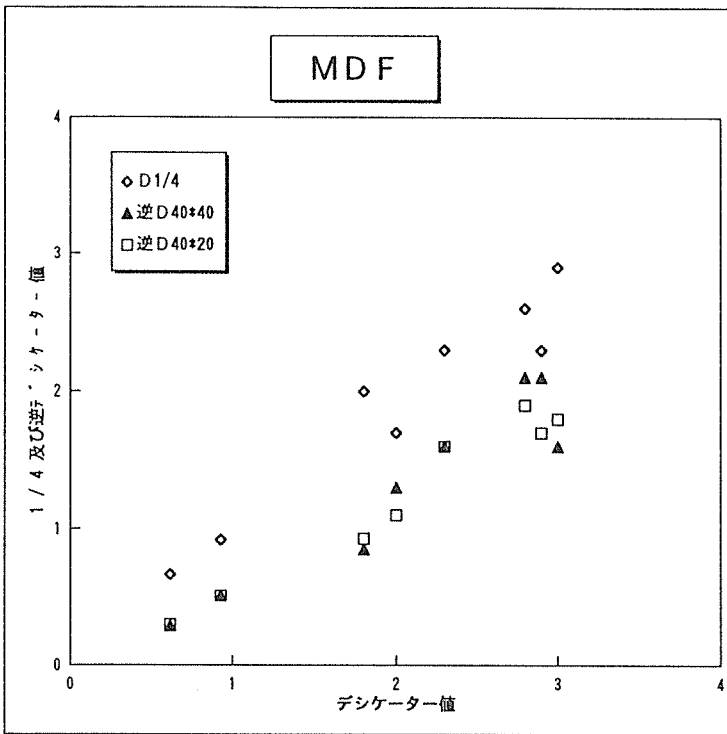
Y切片 0.2260181
 Y評価値の標準誤差 1.0511813
 R²乗 0.849799
 標本数 12
 自由度 10

X係数 0.7327368
 X係数の標準誤差 0.0974151

回帰分析の結果: 4 0 * 2 0

Y切片 0.2235044
 Y評価値の標準誤差 0.791275
 R²乗 0.8781098
 標本数 12
 自由度 10

X係数 0.6223951
 X係数の標準誤差 0.0733291



回帰分析の結果: 1 / 4

Y切片 0.1917326
 Y評価値の標準誤差 0.2224068
 R²乗 0.9314384
 標本数 8
 自由度 6

X係数 0.8474703
 X係数の標準誤差 0.0938669

回帰分析の結果: 4 0 * 4 0

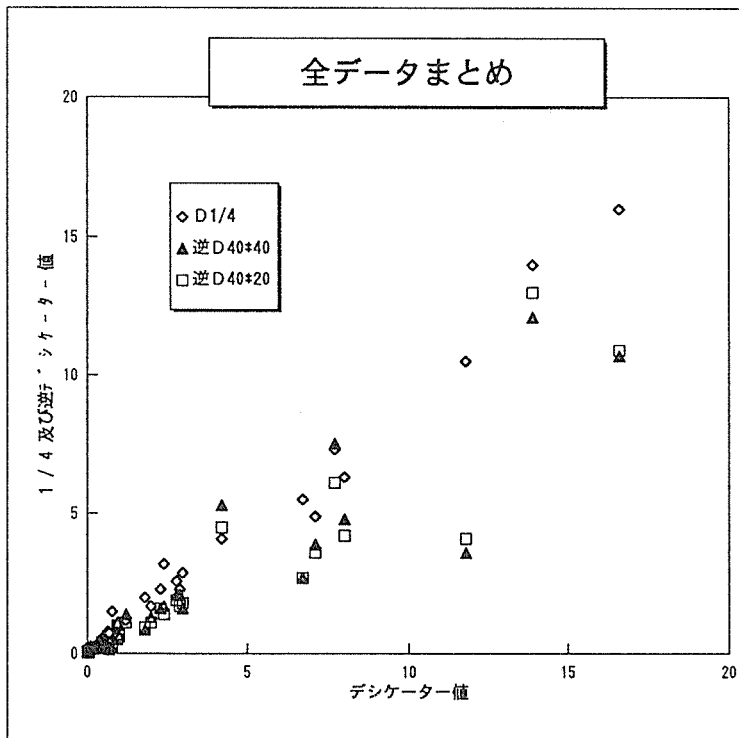
Y切片 -0.192027
 Y評価値の標準誤差 0.2378202
 R²乗 0.8973651
 標本数 8
 自由度 6

X係数 0.7269855
 X係数の標準誤差 0.1003721

回帰分析の結果: 4 0 * 2 0

Y切片 -0.136556
 Y評価値の標準誤差 0.1365142
 R²乗 0.9573511
 標本数 8
 自由度 6

X係数 0.6686513
 X係数の標準誤差 0.0576159



回帰分析の結果: D 1 / 4

Y切片 0.0771573
 Y評価値の標準誤差 0.4729461
 R²乗 0.9774652
 標本数 37
 自由度 35

X係数 0.9008722
 X係数の標準誤差 0.0231209

回帰分析の結果: 逆D40*40

Y切片 0.0556224
 Y評価値の標準誤差 1.0979724
 R²乗 0.8567638
 標本数 38
 自由度 36

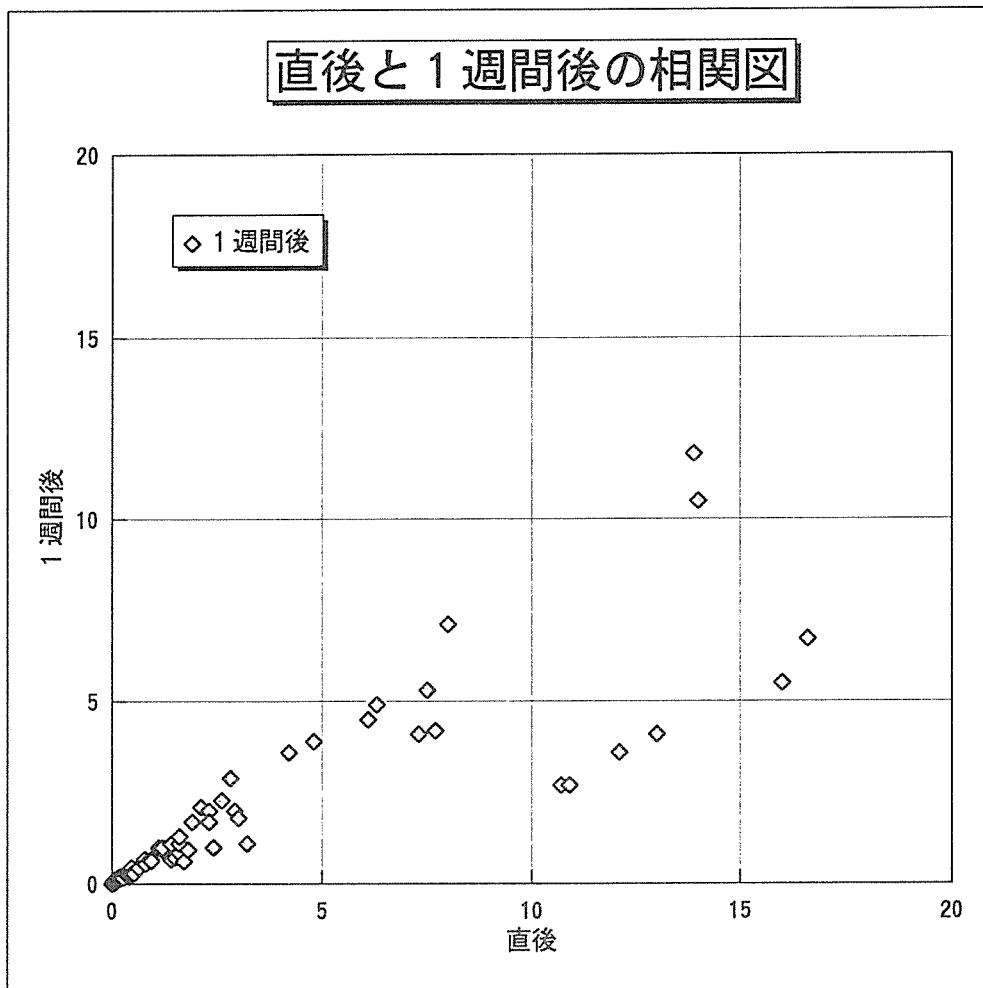
X係数 0.6487972
 X係数の標準誤差 0.0442134

回帰分析の結果: 逆D40*20

Y切片 -0.03855
 Y評価値の標準誤差 1.0313715
 R²乗 0.8744162
 標本数 38
 自由度 36

X係数 0.657538
 X係数の標準誤差 0.0415315

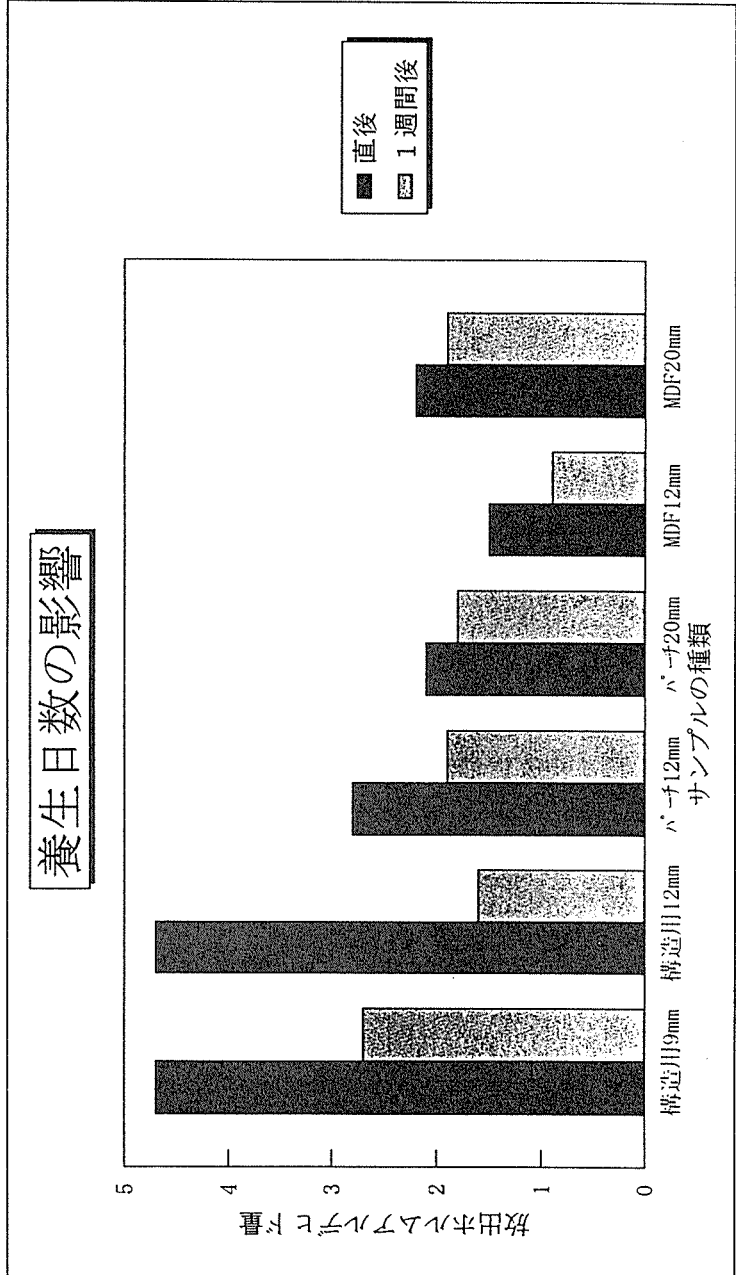
直後と1週間後の相関図

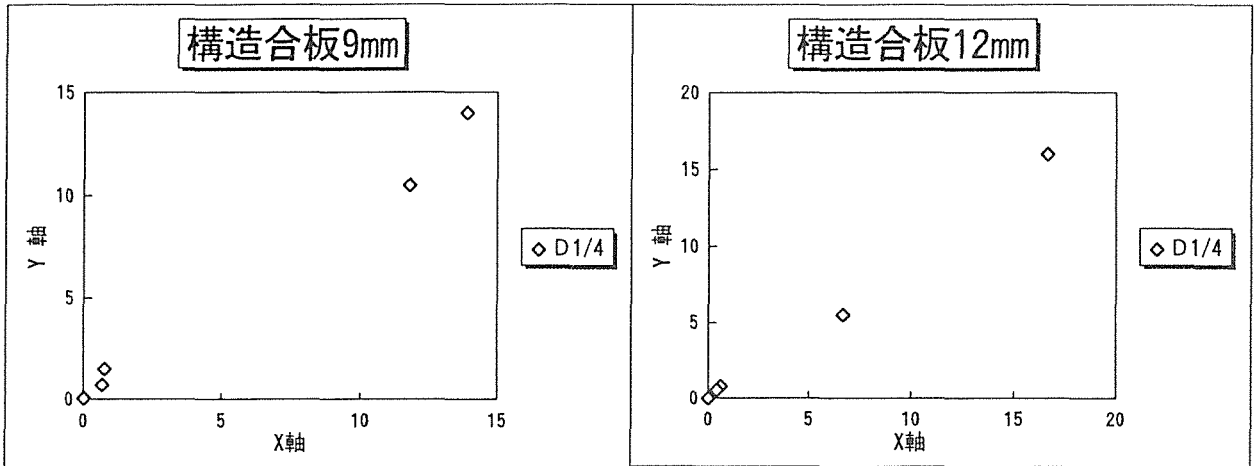


養生日数の影響

	普通合板			構造用合板			パチホルボード			MDF			
	2.5mm	5.5mm	計	9mm	12mm	計	12mm	20mm	計	12mm	20mm	計	
直後				4.7	4.7	4.7	4.7	2.8	2.1	2.5	1.5	2.2	1.9
1週間後				2.7	1.6	2.1	1.9	1.9	1.8	1.8	0.9	1.9	1.4
減少度	ERR	ERR	ERR	57%	34%	45%	68%	86%	72%	60%	86%	74%	

養生日数の影響





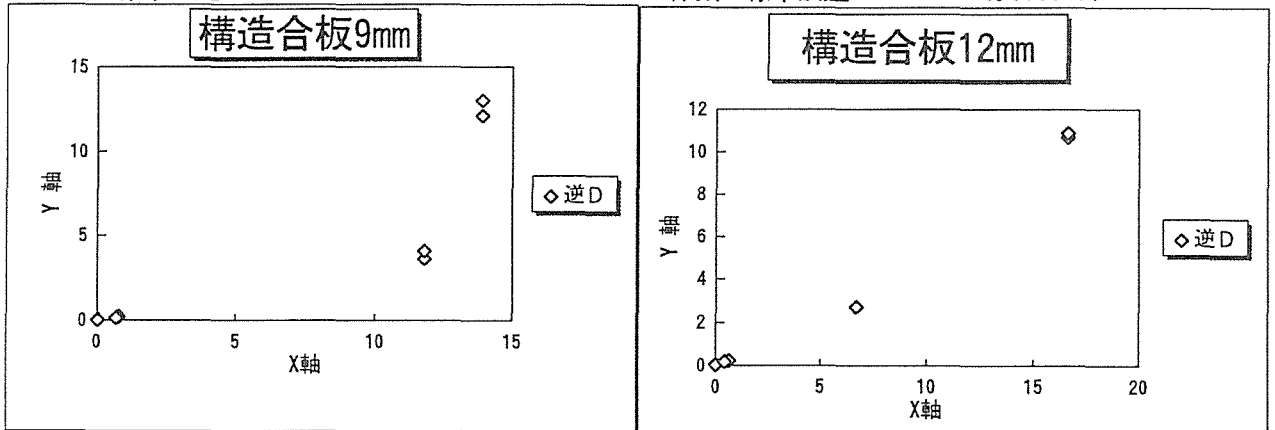
回帰分析の結果: 構造合板9mm

回帰分析の結果: 構造合板12mm

Y切片	0.1907602	Y切片	-0.046702
Y評価値の標準誤差	0.6251454	Y評価値の標準誤差	0.4565673
R ² 乗	0.9917234	R ² 乗	0.9958359
標本数	6	標本数	6
自由度	4	自由度	4

X係数	0.9443585
X係数の標準誤差	0.0431358

X係数	0.9479381
X係数の標準誤差	0.0306491



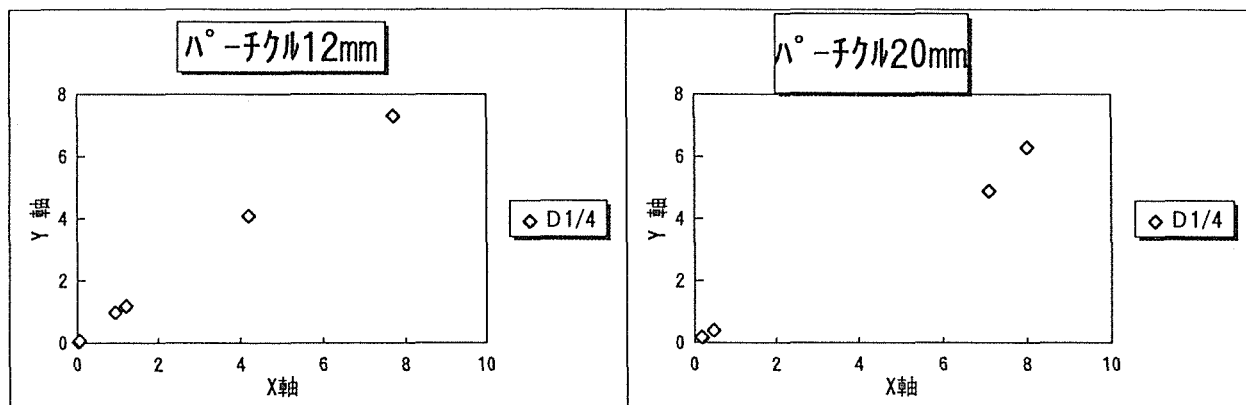
回帰分析の結果: 構造合板9mm

回帰分析の結果: 構造合板12mm

Y切片	-0.300841	Y切片	-0.234237
Y評価値の標準誤差	2.3242914	Y評価値の標準誤差	0.5303172
R ² 乗	0.7846848	R ² 乗	0.988791
標本数	12	標本数	12
自由度	10	自由度	10

X係数	0.6846085
X係数の標準誤差	0.113405

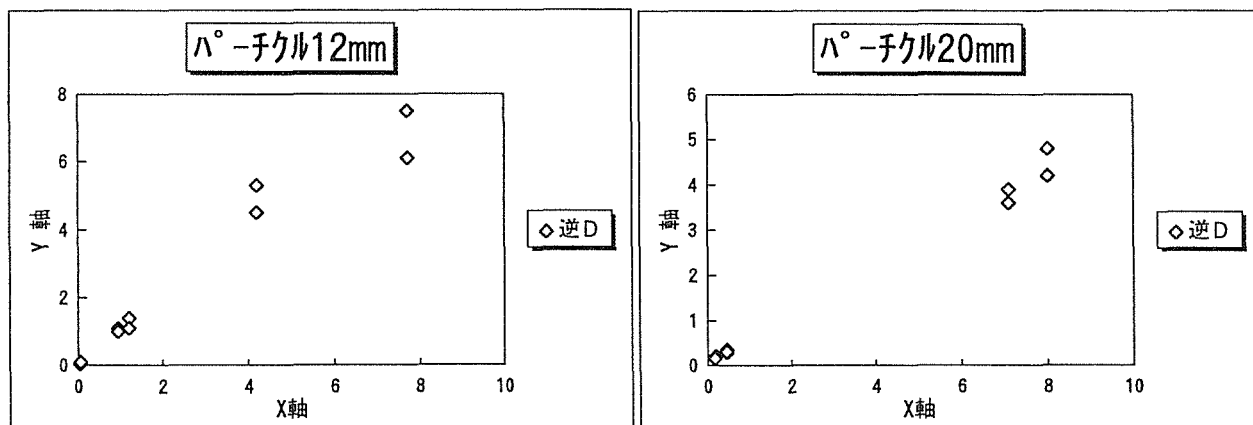
X係数	0.7476598
X係数の標準誤差	0.025173



回帰分析の結果:

回帰分析の結果:

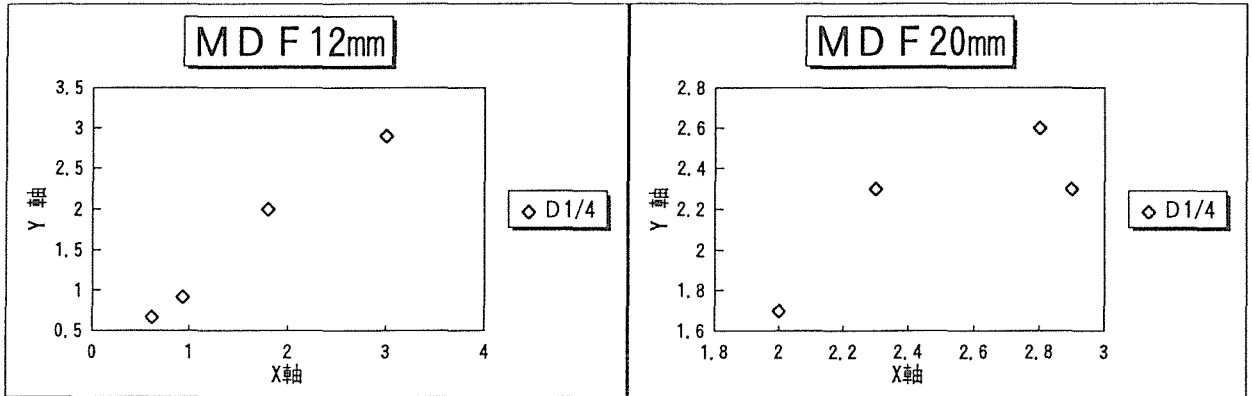
Y切片	0.0558277	Y切片	0.0534963
Y評価値の標準誤差	0.0584171	Y評価値の標準誤差	0.2617612
R ² 乗	0.9996685	R ² 乗	0.9928655
標本数	6	標本数	6
自由度	4	自由度	4
X係数	0.9466078	X係数	0.7377452
X係数の標準誤差	0.0086192	X係数の標準誤差	0.0312688



回帰分析の結果:

回帰分析の結果:

Y切片	0.1947786	Y切片	0.0723671
Y評価値の標準誤差	0.5786827	Y評価値の標準誤差	0.1730495
R ² 乗	0.9584532	R ² 乗	0.9926684
標本数	12	標本数	12
自由度	10	自由度	10
X係数	0.9169964	X係数	0.5378535
X係数の標準誤差	0.0603742	X係数の標準誤差	0.0146171



回帰分析の結果:

Y切片
Y評価値の標準誤差
R²乗
標本数
自由度

0.1004574
0.1447493
0.9868028
4
2

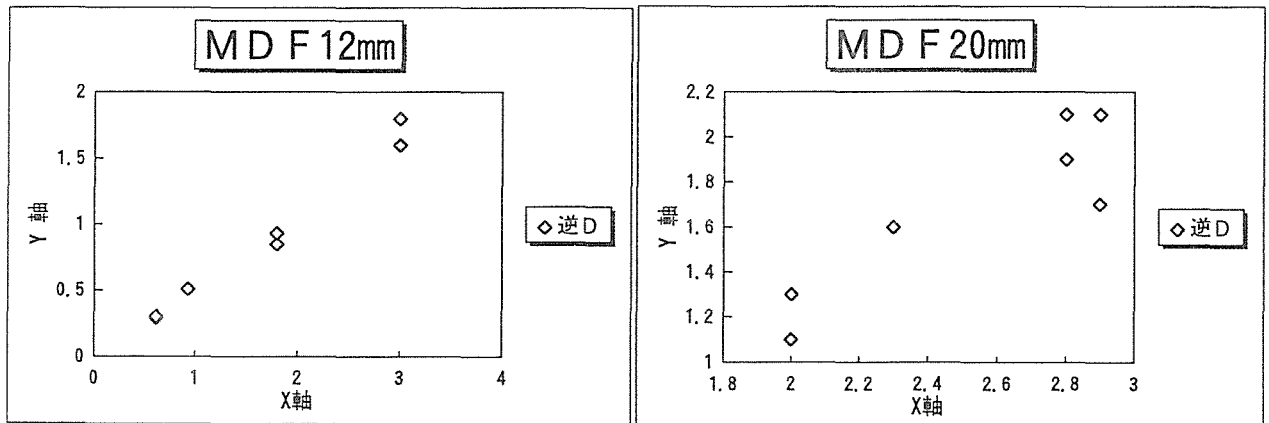
回帰分析の結果:

Y切片
Y評価値の標準誤差
R²乗
標本数
自由度

0.4194444
0.2700309
0.6588694
4
2

X係数 0.958767
X係数の標準誤差 0.0784014

X係数 0.7222222
X係数の標準誤差 0.3674655



回帰分析の結果:

Y切片
Y評価値の標準誤差
R²乗
標本数
自由度

-0.068556
0.084116
0.981691
8
6

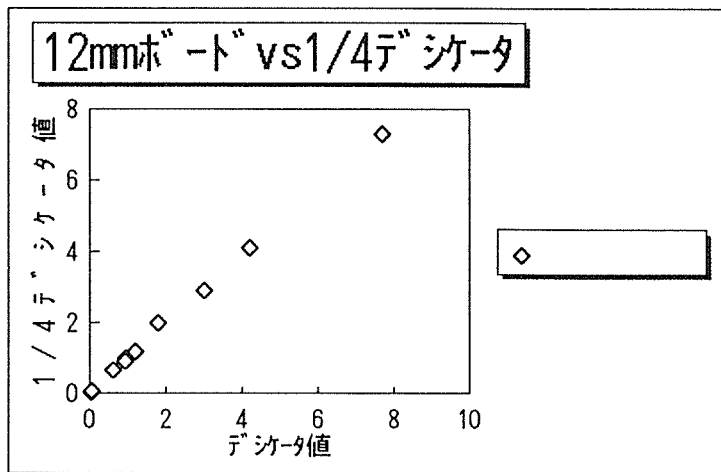
回帰分析の結果:

Y切片
Y評価値の標準誤差
R²乗
標本数
自由度

-0.362037
0.1722222
0.8011587
8
6

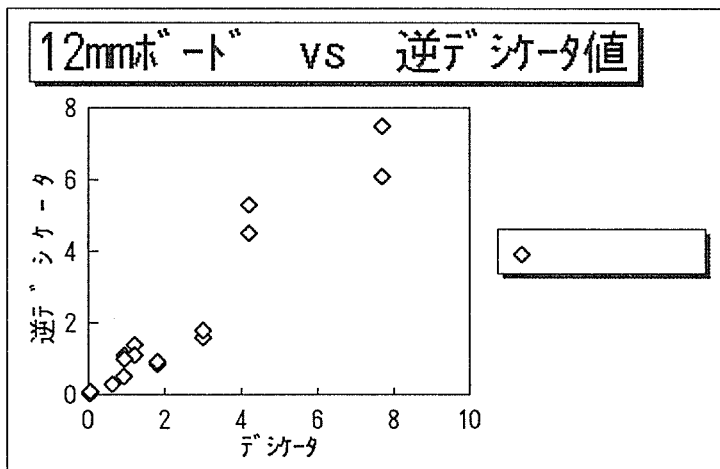
X係数 0.5778308
X係数の標準誤差 0.0322159

X係数 0.8148148
X係数の標準誤差 0.1657209



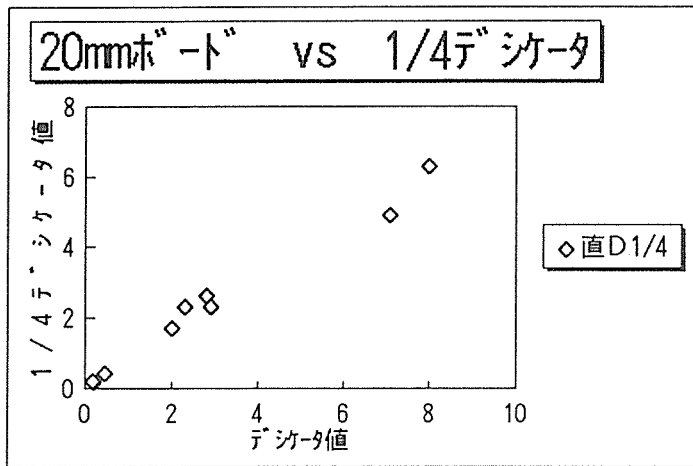
回帰分析の結果:

Y切片	0.0844914
Y評価値の標準誤差	0.0906594
R ² 乗	0.998552
標本数	10
自由度	0.9450994 8
X係数	0.9450994
X係数の標準誤差	0.0127243



回帰分析の結果:

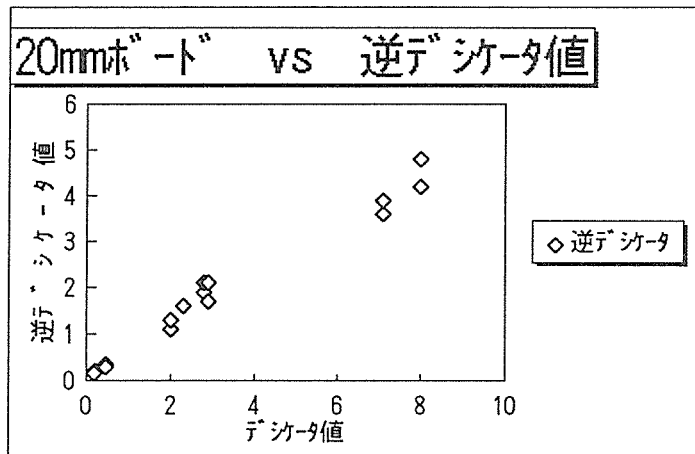
Y切片	-0.139001
Y評価値の標準誤差	0.6349458
R ² 乗	0.9226538
標本数	20
自由度	18
X係数	0.9233777
X係数の標準誤差	0.0630149



回帰分析の結果:

Y切片	0.1915013
Y評価値の標準誤差	0.2907685
R ² 乗	0.982613
標本数	10
自由度	8

X係数	0.7350374
X係数の標準誤差	0.0345689



回帰分析の結果:

Y切片	0.1753772
Y評価値の標準誤差	0.2210798
R ² 乗	0.9789651
標本数	20
自由度	18

X係数	0.5379253
X係数の標準誤差	0.0185854

3. 5 木材保存に関する実験計画を組むに至った経緯

3. 5. 1 木材保存剤関係でのVOC検討対象について

次の理由により、揮散対象物質をキシレン、クレオソート及びモノクロルナフタレンに絞った。

1 健康住宅研究会の今回のVOC対象物質は、具体的に資料3の参考資料(P.95)に記載の如くホルムアルデヒド、アセトアルデヒド、キシレン、トリクロルエチレン、トルエン、ヘキサン、ベンゼン、テトラクロルエチレン、エチルベンゼン、スチレンの10物質である。これ等の物質の蒸気圧は0.9(o-キシレン)～740mmHg(20℃;アセトアルデヒド)の範囲である。

一方、資料1(木材保存剤の概略)には、現存の木材保存剤(主として表面処理または接着剤混入;防蟻成分も含む)の蒸気圧が記載されているが、前記の蒸気圧(0.9～740mmHg)に入るものはない。

2 加圧注入用薬剤は、資料5～10に記載の如くであり、クロム酸塩、銅塩、ヒ酸塩の混合物CCA系が主力であるが、これ等は無機塩であり揮散の問題はない。むしろ廃棄(燃焼)後の環境汚染を問題にすべきである。

その他の加圧注入用薬剤については、60℃、1ヶ月間の耐候操作下における揮散状況を調べているが、有効成分の揮散はないとの結果を得ている。

3 但しクレオソート油は、60℃、3週間の加熱条件下ではガスクロマトグラムのチャートからでも判る通り、揮散物質が存在するものと思われる。

4 モノクロルナフタリンの蒸気圧は、1mmHg(80.6℃)であるので、20～25℃では $1 \times 10^{-2} \sim 10^{-3}$ mmHgの蒸気圧が予測され、揮散する可能性があると思われる。

5 加圧注入用薬剤として、PF系(フェノール化合物/フッ化物)が、過去において存在したが、現在は使用されていない。(資料10～資料12)

6 木材保存剤は、油剤、乳剤、懸濁化剤、水和剤、粉剤、粒剤等の種々の剤型で使用されている。

特に油剤、乳剤は、有機溶剤が使用されているが、資料3の記述の通り、灯油、n-パラフィン、iso-パラフィン、アルキルベンゼン、グリコール系溶剤及びキシレン等でトルエン、ヘキサン、アセトン、スチレン、トリクロルエチレン、テトラクロルエ

3. 5. 2 実験計画について

即ち、キシレン（混合物）の追跡物質は、*m*-キシレンで、又、モノクロルナフタレンは α -クロルナフタレンとし、クレオソート油の追跡は分析機関と協議の上、特徴が見られる3物質を *indicator* とする。

又、木材保存剤処理建材としては、保存処理したパーティクルボードが殆ど生産されていない為、「保存剤処理製材」（表面処理）と「保存剤処理合板」（接着剤混入）を対象とする。

3. 5. 3 具体的実験計画について

試験は、基礎試験と準実地試験に分けて行う予定である。

基礎試験は、基本的に薬剤（原体）又は薬剤処理した処理製材又は処理合板を小規模（空間50ℓ程度を想定しているが）と少しスケールアップした（約1.4坪）規模を考えている。このスケールアップした準実地試験用のコンテナは、その後の調査の結果、貸借が可能（即ち別件で既に借用した経緯がある－農薬残留試験で）との結果を得たので借りることを想定した。

1 基礎試験

目的は、各薬剤の揮散状況を知ることである。

対象としては①キシレン、② α -クロルナフタレン、③クレオソート油（以上、原体）と、④キシレン含有薬剤処理試験片（製材又は合板）、⑤ α -クロルナフタレン含有薬剤処理試験片（製材）、⑥クレオソート加圧注入処理試験片等であり、これ等を50ℓ容量の袋（ポリエステル製）に入れ、活性炭で浄化した空気を送り込み、経時ごとの気中濃度（揮散量）を測定する。

一応、薬剤が平衡濃度に到達した時間等も把握しておく。

2 準実地試験（冷凍コンテナ；型式13F型、大きさ：2089×2236×2729mm、容量：17.6m³－同コンテナを借り受け、別にドアを設置し、換気扇も設置する。）

上記対象物質処理試験片（キシレン、 α -クロルナフタレン及びクレオソート油）の他に、クロルピリホス、ホキシム、クロルピリホス・サンプラスを接着剤混入処理した合板1m²（但し切り口及び裏面をシール）を静置し、経時ごと（仕上がり時～1、2週間1ヶ月、3ヶ月、6ヶ月後）の揮散状況を把握する。

添付資料一覧表

- 資料 1 : 木材保存剤の概略（物理化学性、毒性、許容濃度、消費量等について）
- 資料 2 : 防蟻施工時／後の気中濃度測定結果一覧表
- 資料 3 : VOCと木材保存剤に関する考察（その1）
- 資料 4 : VOCと木材保存剤に関する考察（その2）
- 資料 5 : 加圧注入用薬剤の揮散状況（要約）
- 資料 6 : 各種木材防腐剤の耐候性の比較試験
- 資料 7 : クレオソート油の揮散状況
- 資料 8 : JIS A 9201 改訂原案検討委員会資料
- 資料 9 : JIS A 9201 改訂原案検討委員会の経緯
- 資料 10 : 木材保存剤の将来展望
- 資料 11 : JIS A 9201（木材防腐剤の性能基準及び試験方法）
- 資料 12 : 木材工業 vol. 51、No. 2 1996 「木材防腐・防蟻剤」（西本孝一著）
- 資料 13 : 木材保存 vol. 20-3、1994 「木材保存剤の安全性」（志澤寿保著）
- 資料 14 : 合板接着剤混入用木材保存剤一覧表

有機保存剤の概略 (物理化学性, 毒性, 許容濃度, 消費量等について) — ① —

用途	種類	化学名又は一般名	物理化学性		単回投与毒性			反復投与毒性	年間消費量 (ト/年)	許容濃度 (ACGIH 他)	毒劇物指定	備考
			沸点	蒸気圧	経路 種	経口 (LD ₅₀) ラット	経皮 (LD ₅₀) ラット	吸入 (LC ₅₀) ラット				
防虫	有機リン系	クロルピリホス		1.87×10^{-5} mmHg (25°C)	♂ ♀	135 165	202	> 200 mg/m ³	0.1 mg/kg/day (104W)	約 520 坪 (約 450 坪)	0.2 mg/m ³	劇物 (1%以下を除く)
		ホキシム	102°C (0.01 mmHg)	1×10^{-4} mmHg (20°C)	♂ ♀	2,170 1,976	1,000	> 2,550 mg/m ³ (4hrs)	15 ppm (104W)	約 45 坪 (約 45 坪)		
		ピリダフェンチオン		0.37×10^{-4} mmHg (25°C)	♂ ♀	1,410 1,500	> 5,000	1,133 mg/m ³ (4hrs)	0.2 mg/kg/day (26W)	約 80 坪 (約 28 坪)	0.2 mg/m ³ (産業衛生学実験室)	
		テトラクロルビンブラス		1.5×10^{-6} mmHg (20°C)	♂ ♀	4,000 ~ 5,000	> 10,000		125 ppm (104W)	約 78 坪 (約 8 坪)		
		フェニトロチオン	140°C (0.1 mmHg)	6×10^{-6} mmHg (20°C)	♂ ♀	330 870	390	> 186 mg/m ³ (5hrs)	2.5 ppm (92W)	約 950 坪 (約 25 坪)	1 mg/m ³ (産業衛生学実験室)	
		ジクロロフェンチオン	108°C (0.01 mmHg)		♂ ♀	247 136	259 333		50 ppm (2.3 ~ 3.0 mg/kg/day) (104W)	約 70 坪 (約 5 坪)		劇物 (5%以下を除く)
		プロパタンホス	87-89°C (0.015 mmHg)	8.1×10^{-5} mmHg (25°C)	♂ ♀	99 94	1,282 564	> 3,020 mg/m ³	6 ppm (0.376 ~ 0.412 mg/kg/day) (104W)	約 30 坪 (約 8 坪)		劇物 (1%以下を除く)
防カビ・防霉	ピレスロイド系	アレスリン	135-138°C	1.2×10^{-9} mmHg (30°C)	♂ ♀	580 ~ 1,100	> 2,500	> 2,500 mg/m ³ (2hrs)	1000 ppm (13W)	約 220 坪 (約 5 坪)		
		パルメトリン	220°C	5.5×10^{-9} mmHg (20°C)	♂ ♀	420 470	> 2,500	685 mg/m ³ (3hrs)	1,500 ppm (26W)	約 25 坪 (約 5 坪)		
		トラロメスリン	138-148°C	1.3×10^{-5} mmHg (25°C)	♂ ♀	70 80	> 5,000		6 mg/kg/day (13W)	約 15 坪 (約 5 坪)		劇物 (0.9%以下を除く)
		ビフェントリン		1.8×10^{-7} mmHg (25°C)	♂ ♀	51 47	942 790	> 495 mg/m ³ (4hrs)	2.3 ~ 3.0 mg/kg/day (104W)	約 5 坪 (約 5 坪)		劇物 (2%以下を除く)
防カビ・防霉	カーバマイト系	カルバリル		5×10^{-3} mmHg (26°C)	♂ ♀	850 500	> 4,000	> 332 mg/m ³ (4hrs)	200 ppm (104W)	約 70 坪 (約 3 坪)		劇物 (5%以下を除く)
		アロホクスル		1×10^{-2} mmHg (120°C)	♂ ♀	90 ~ 128	800 ~ 1,000	832 mg/m ³ (4hrs)	250 ppm (104W)	約 30 坪 (約 7 坪)	0.5 mg/m ³	劇物 (1%以下を除く)
		2-sec-ブチルフェニル-N-メチルカーバマイト	112-113°C (0.2 mmHg)	7.4×10^{-5} mmHg (20°C)	♂ ♀	410	4,200	> 2,500 mg/m ³ (4hrs)		約 70 坪 (約 30 坪)		劇物 (2%以下を除く)
防カビ・防霉	その他	イミダクワアリド		1×10^{-6} mmHg (20°C)	♂ ♀	440 410	5,000	> 5,000 mg/m ³	100 ppm (104W)	約 100 坪 (約 10 坪)		劇物 (2%以下を除く)
		オクタクロロジプロピルイ-テル	144-150°C (1 mmHg)	0.576×10^{-6} mmHg (20°C)	♂ ♀	2,060 7,840	> 24,750	> 5,000 mg/m ³	12 ppm (104W)	約 180 坪 (約 60 坪)		
		4-ブトキシ-2,5-ジプロピルイ-テル	248 ~ 250°C	7.5×10^{-3} mmHg (25°C)	♂ ♀	2,060 2,110	1,800	> 20,000 mg/m ³	1,000 ppm (14W)	約 2 坪 (約 2 坪)		
		1,3,5-トリ-n-ブチル-1,3,5-トリプロピル-2,4,6-トリヒドロキシ-トリオン (TPI-C)	103-105°C (0.2 mmHg)		♂ ♀	2,871 2,337	> 5,000	> 5,740 mg/m ³ (4hrs)	6.25 mg/kg/day (26W)	約 16 坪 (約 16 坪)		
		イトフェンプロックス		2.4×10^{-4} mmHg (100°C)	♂ ♀	> 42,800 > 42,800	> 5,000	> 5,900 mg/m ³	100 ppm (110 ~ 122)	約 850 坪 (約 30 坪)	3 mg/m ³ (産業衛生学実験室)	
		シラフルオフエン		5.43×10^{-8} mmHg (25°C)	♂ ♀	> 5,000 > 5,000	> 5,000	> 6,610 mg/m ³	170 ppm (13W)	約 10 坪 (約 10 坪)		
防カビ・防霉	トリアゾール系	アザコナゾール			♂ ♀	> 5,000 4,000	> 5,000	> 5,000 mg/m ³ (4hrs)		約 5 坪 (約 2 坪)		
		テブコナゾール		5.4×10^{-9} mmHg (20°C)	♂ ♀	> 5,000 4,000	> 5,000	> 5,000 mg/m ³ (4hrs)		約 5 坪 (約 1 坪)		
		プロドコナゾール	180°C	1×10^{-5} mmHg (20°C)	♂, ♀	1,517	> 4,000	> 5,800 mg/m ³ (4hrs)		約 5 坪 (約 1 坪)		
		シブコナゾール	> 250°C	2.6×10^{-7} mmHg (20°C)	♂ ♀	1,115 1,342	> 2,000	> 5,645 mg/m ³ (4hrs)	20 ppm (118W)	約 5 坪 (約 1 坪)		
	有機ヨード系	P-クロルフェニル-3-オドプロパルキルホルマール	130°C (0.2 mmHg)	1×10^{-3} mmHg (25°C)	♂, ♀	1,250		5,660 mg/m ³ (118 min)		約 18 坪 (約 18 坪)		
		3-ブチル-2,3,5-トリオド-2-プロパルキルイソプロピルエーテル		1.8×10^{-5} mmHg (25°C)	♂ ♀	641 559	2,858 2,849	820 mg/m ³ (20 min)	8.9 mg/kg/day (4W)	約 30 坪 (約 30 坪)		
		3-ブチル-2-ブチルフェニルイソプロピルエーテル		2×10^{-5} mmHg (25°C)	♂ ♀	1,795 1,059				約 20 坪 (約 20 坪)		

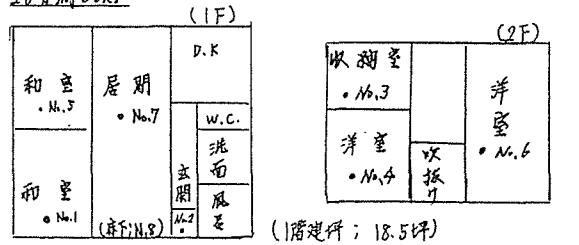
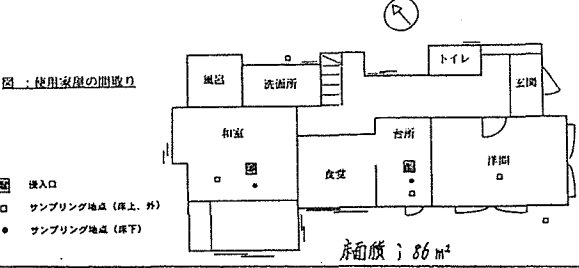
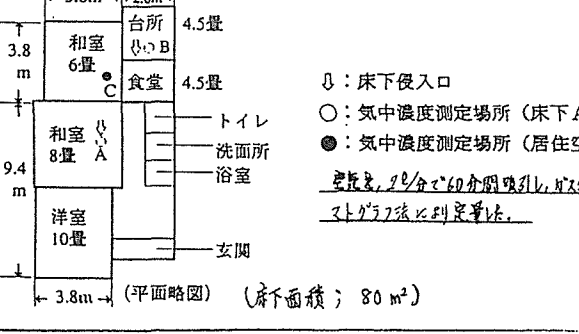
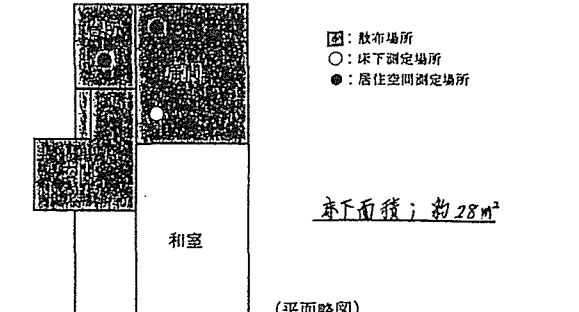
用途	類別	化学名又は一般名	物理化学性		単回投与毒性			反復投与毒性	年間消費量 (ト/年)	許容濃度 (ACGIH他)	毒劇指定	備考
			沸点	蒸気圧	経路別LD ₅₀ (%) 種別	経口(LD ₅₀ %) ラット	経皮(LD ₅₀ %) ラット	吸入(LC ₅₀ %) ラット				
防	有機・金属系	トリス-(N-シクロヘキシルアゼニウムジカチオン)-アルミニウム(NCH-A2)		4.4×10^{-8} mmHg(20°C)	経口	5,610	> 2,500	390 (4hr)	約40ト/年 (約40ト/年)			
		N-シクロヘキシルアゼニウムジカチオン-カリウム(NCH-K)			経口	136			約3ト/年 (約3ト/年)			
		ナフテン酸銅			経口	110			約500ト/年 (約45ト/年)			
		ナフテン酸亜銅			経口	4,920			約500ト/年 (約60ト/年)			
		脂肪酸(モ)カルボン酸塩							約60ト/年 (約60ト/年)			
防	その他の有機系	フルメシロックス	135~140°C(0.5mmHg)	7.2×10^{-5} mmHg(20°C)	経口	3,780	> 5,000	> 5,600 (4hr)	約10ト/年 (約10ト/年)			
		チアベンダゾール	約700°C		経口	3,000	3,100		約30ト/年 (約1ト/年)	5 mg/m ³		
		メチレンビスチオシアネート		1.1×10^{-2} mmHg(70°C)	経口				約100ト/年 (約20ト/年)			
		ジクロロフルアニド		1.8×10^{-6} mmHg(20°C)	経口	2,500	> 1,000	> 2,500 (4hr)	約100ト/年 (約40ト/年)			
		フルトラニル		1.33×10^{-5} mmHg(20°C)	経口	> 10,000	> 5,000		約10ト/年 (約1ト/年)	10 mg/m ³ (産業衛生学検査法)		
		モノクロルナフタリン	256°C	1 mmHg(80.6°C)	経口	2,098			約10ト/年 (約10ト/年)			
		2-メルカプトベンゾチアゾール			経口	1,680			約50ト/年 (約35ト/年)			
徴	無機系	ケイフッ化銅			経口	210			(約0ト/年)		劇物	
		ケイフッ化亜鉛			経口	100			(約0ト/年)		劇物	
		二酸化クロル酸アンモニウム			経口	80			(約500ト/年)			
		ホウ酸			経口	20,000 [†]			約34,300ト/年 (約100ト/年)			*致死量
		ホウ砂			経口				約48,000ト/年 (約100ト/年)			
参考事項					* 経口、吸入、経皮の致死量							
									かつた数値は、ホウ酸保存剤としての消費量(推定)である。	かつた数値は、ホウ酸保存剤としての消費量(推定)である。ACGIH(米国職業安全健康管理局)の定めたTLV(許容濃度)。		

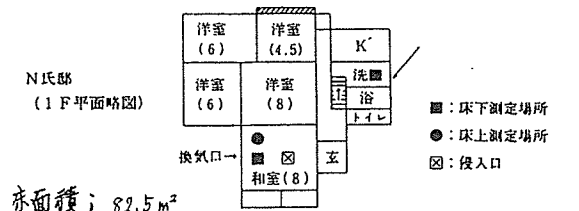
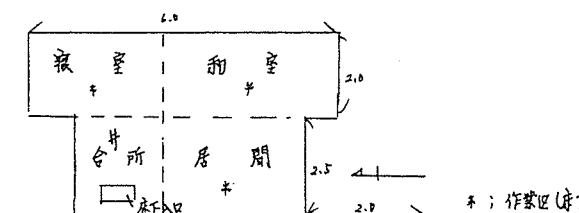
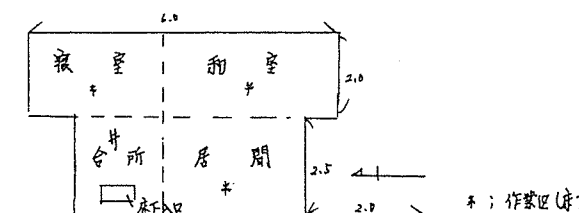
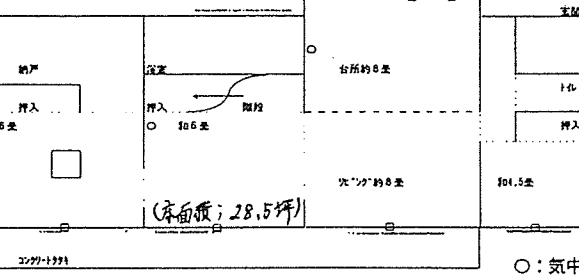
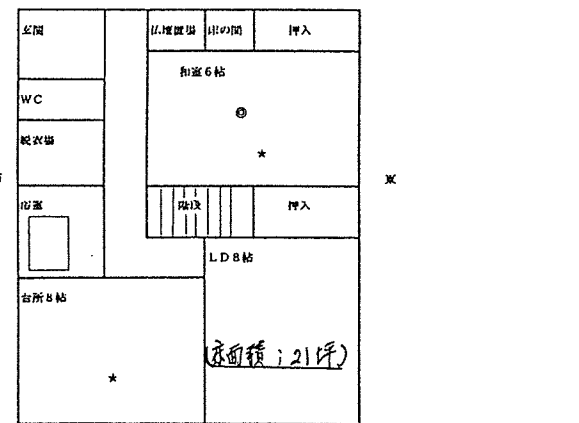
本表は種々の当てる基礎資料に基づいて;

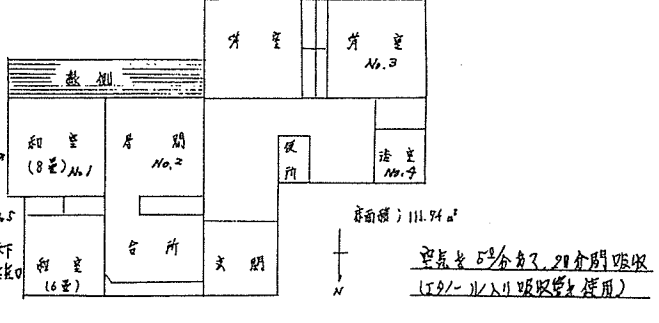
1. 基本的には、(IP)日本木材保存協会(JWPA)編集、発行の「ホウ酸保存剤ガイドライン」(1994年10月発行)を主とした。
2. 物理化学性及び毒性関係は、Chemical Abstract, Merch Index, Pesticide Manual (British Crop Protection Council)及びメーカーからの直接情報も参考とした。
3. 許容濃度、年間消費量(推定)及び毒劇指定等については、「化学安全管理データブック」及び1997の化学物品(いずれも、化学工業日報社発行)及び筆者の調査(メーカーからの聴取等)を主とした。

防蟻施工時/後の気中濃度測定結果一覧表

使用薬剤	散布方法	施工現場平面図/採取場所/採取方法	測定結果	備考																																												
レントレク 乳剤 (クロルピリホス 40% 乳剤)	白対協の防蟻施工標準仕様に基づいた。 即ち、水で40倍希釈し、3%相当の土壌表面に全面散布した。	(1階) 和室 6畳 台所 食堂 居間 (2階) 寝室 寝室 ⑤: サンプル採取場所	クロルピリホス濃度 (mg/m ³) <table border="1"> <tr> <th>サンプリング場所</th> <th>施工直後</th> <th>施工24時間後</th> <th>施工7日後</th> </tr> <tr> <td>1階 台所</td> <td>0.0323</td> <td><0.0002</td> <td><0.0002</td> </tr> <tr> <td>1階 廊下</td> <td>0.0142</td> <td><0.0002</td> <td><0.0002</td> </tr> <tr> <td>1階 日本間</td> <td>0.0325</td> <td>0.0039</td> <td><0.0002</td> </tr> <tr> <td>1階 居間</td> <td>0.0135</td> <td><0.0002</td> <td><0.0002</td> </tr> <tr> <td>2階階段 (昇口)</td> <td>0.0012</td> <td><0.0002</td> <td><0.0002</td> </tr> </table> (注) 検出限界 : 0.0002mg/m ³	サンプリング場所	施工直後	施工24時間後	施工7日後	1階 台所	0.0323	<0.0002	<0.0002	1階 廊下	0.0142	<0.0002	<0.0002	1階 日本間	0.0325	0.0039	<0.0002	1階 居間	0.0135	<0.0002	<0.0002	2階階段 (昇口)	0.0012	<0.0002	<0.0002	試験実施者: 試験開始日: 試験場所:																				
サンプリング場所	施工直後	施工24時間後	施工7日後																																													
1階 台所	0.0323	<0.0002	<0.0002																																													
1階 廊下	0.0142	<0.0002	<0.0002																																													
1階 日本間	0.0325	0.0039	<0.0002																																													
1階 居間	0.0135	<0.0002	<0.0002																																													
2階階段 (昇口)	0.0012	<0.0002	<0.0002																																													
レントレク MC (クロルピリホス・マイクロカプセル 20% 水懸濁剤)	白対協の防蟻施工標準仕様に基づいた。 即ち、水で20倍希釈し、動力噴霧機で、3%相当の床下全面に散布した。(約270L)	和室 (8畳) 居間 (1) 洋室 風呂場 洗面所 トイレ 玄関 寝室 (27坪) ⑤ 採取場所 ⊗ 床下出入口	レントレクMC散布時及び散布後の気中クロルピリホス濃度 <table border="1"> <tr> <th rowspan="2">測定場所</th> <th colspan="4">クロルピリホス濃度 (mg/m³)</th> </tr> <tr> <th>散布時</th> <th>直後~1時間後</th> <th>1時間~2時間後</th> <th>24時間後</th> </tr> <tr> <td>床下</td> <td>0.0198</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>台所</td> <td>0.0018</td> <td><0.0005</td> <td><0.0005</td> <td><0.0005</td> </tr> <tr> <td>居間(1)</td> <td>0.0061</td> <td><0.0005</td> <td><0.0005</td> <td><0.0005</td> </tr> <tr> <td>居間(8)</td> <td>0.0011</td> <td><0.0005</td> <td><0.0005</td> <td><0.0005</td> </tr> <tr> <td>寝室</td> <td>0.0012</td> <td><0.0005</td> <td><0.0005</td> <td><0.0005</td> </tr> <tr> <td>玄関</td> <td>0.0015</td> <td><0.0005</td> <td><0.0005</td> <td><0.0005</td> </tr> <tr> <td>風呂場</td> <td>0.0024</td> <td><0.0005</td> <td>0.0038</td> <td><0.0005</td> </tr> </table> (注) 検出限界 0.0005mg/m ³	測定場所	クロルピリホス濃度 (mg/m ³)				散布時	直後~1時間後	1時間~2時間後	24時間後	床下	0.0198	—	—	—	台所	0.0018	<0.0005	<0.0005	<0.0005	居間(1)	0.0061	<0.0005	<0.0005	<0.0005	居間(8)	0.0011	<0.0005	<0.0005	<0.0005	寝室	0.0012	<0.0005	<0.0005	<0.0005	玄関	0.0015	<0.0005	<0.0005	<0.0005	風呂場	0.0024	<0.0005	0.0038	<0.0005	試験実施者: グラケミカル日本(株) 試験開始日: 試験場所: 名古屋市北区指金町の1戸建 採取方法: (1) 吸引ポンプ 北川式 パーソナルリンプラー PM-2型 柴田科学 パーソナルミニポンプ PMP-025型 (2) 捕集器 フィルター: 散布時の揮発の物を捕集する。ADVANTEK 37mm Monitor プラスティック カセットにセットされている。吸収管: Chromosorb 102 ガス状のクロルピリホスを捕集する。
測定場所	クロルピリホス濃度 (mg/m ³)																																															
	散布時	直後~1時間後	1時間~2時間後	24時間後																																												
床下	0.0198	—	—	—																																												
台所	0.0018	<0.0005	<0.0005	<0.0005																																												
居間(1)	0.0061	<0.0005	<0.0005	<0.0005																																												
居間(8)	0.0011	<0.0005	<0.0005	<0.0005																																												
寝室	0.0012	<0.0005	<0.0005	<0.0005																																												
玄関	0.0015	<0.0005	<0.0005	<0.0005																																												
風呂場	0.0024	<0.0005	0.0038	<0.0005																																												
カヤタック 乳剤 (クロルピリホス 40% 乳剤)	白対協の防蟻施工標準仕様に基づいた。 即ち、水で40倍希釈し、動力噴霧機(散布圧15%相当)で、床下全面に噴霧した。(計160L)	床面積: 52.88m ² 所定の場所で、経時ごとく、空気と3%相当の2時間吸引した。(DHSOを吸収管を使用)	クロルピリホス量 (μg/m ³) <table border="1"> <tr> <th rowspan="2">経過時間</th> <th rowspan="2">床下</th> <th colspan="2">居住空間</th> </tr> <tr> <th>1階洋室</th> <th>2階洋室</th> </tr> <tr> <td>散布直後</td> <td>100.4</td> <td>6.8</td> <td>3.8</td> </tr> <tr> <td>散布後 1日</td> <td>38.4</td> <td><0.1</td> <td><0.1</td> </tr> <tr> <td>散布後 3日</td> <td>33.0</td> <td><0.1</td> <td><0.1</td> </tr> <tr> <td>散布後 7日</td> <td>29.2</td> <td><0.1</td> <td><0.1</td> </tr> <tr> <td>散布後 6ヶ月</td> <td>12.0</td> <td><0.1</td> <td><0.1</td> </tr> </table> (注) 検出限界 0.1μg/m ³	経過時間	床下	居住空間		1階洋室	2階洋室	散布直後	100.4	6.8	3.8	散布後 1日	38.4	<0.1	<0.1	散布後 3日	33.0	<0.1	<0.1	散布後 7日	29.2	<0.1	<0.1	散布後 6ヶ月	12.0	<0.1	<0.1	試験実施者: 日本化薬(株)/児研商會 試験開始日: 平成7年10月24日 試験場所: 埼玉県桶川市日出倉 尚、散布直後はかなり強い溶剤と思われる臭気があったが、徐々に弱くなり2日後には、殆ど感じなかった。																		
経過時間	床下	居住空間																																														
		1階洋室	2階洋室																																													
散布直後	100.4	6.8	3.8																																													
散布後 1日	38.4	<0.1	<0.1																																													
散布後 3日	33.0	<0.1	<0.1																																													
散布後 7日	29.2	<0.1	<0.1																																													
散布後 6ヶ月	12.0	<0.1	<0.1																																													
カヤタック MC (クロルピリホス・マイクロカプセル 25% 水懸濁剤)	白対協の防蟻施工標準仕様に基づいた。 即ち、水で25倍希釈し、動力噴霧機(散布圧15%相当)で、床下全面に散布した。(計195L)	床面積: 61.87m ² 所定の場所で、経時ごとく、空気と3%相当の2時間吸引した。(DHSOを吸収管を使用)	クロルピリホス量 (μg/m ³) <table border="1"> <tr> <th rowspan="2">経過時間</th> <th rowspan="2">床下</th> <th colspan="2">居住空間</th> </tr> <tr> <th>1階洋室</th> <th>2階洋室</th> </tr> <tr> <td>散布直後</td> <td>9.1</td> <td>1.1</td> <td>0.8</td> </tr> <tr> <td>散布後 1日</td> <td>3.2</td> <td><0.1</td> <td><0.1</td> </tr> <tr> <td>散布後 3日</td> <td>2.0</td> <td><0.1</td> <td><0.1</td> </tr> <tr> <td>散布後 7日</td> <td>1.5</td> <td><0.1</td> <td><0.1</td> </tr> <tr> <td>散布後 6ヶ月</td> <td><0.1</td> <td><0.1</td> <td><0.1</td> </tr> </table> 検出限界 0.1μg/m ³	経過時間	床下	居住空間		1階洋室	2階洋室	散布直後	9.1	1.1	0.8	散布後 1日	3.2	<0.1	<0.1	散布後 3日	2.0	<0.1	<0.1	散布後 7日	1.5	<0.1	<0.1	散布後 6ヶ月	<0.1	<0.1	<0.1	試験実施者: 日本化薬(株)/児研商會 試験開始日: 平成7年10月16日 試験場所: 埼玉県上尾市日出倉 土壌散布時の臭気は殆ど感じなかった。																		
経過時間	床下	居住空間																																														
		1階洋室	2階洋室																																													
散布直後	9.1	1.1	0.8																																													
散布後 1日	3.2	<0.1	<0.1																																													
散布後 3日	2.0	<0.1	<0.1																																													
散布後 7日	1.5	<0.1	<0.1																																													
散布後 6ヶ月	<0.1	<0.1	<0.1																																													
カヤタック MC (クロルピリホス・マイクロカプセル 25% 水懸濁剤)	白対協の防蟻施工標準仕様に基づいた。 即ち、水で25倍希釈し(主成分濃度: 1%)、動力噴霧機(散布圧: 20%相当)で床下全面に散布した。(計150L)	S氏邸: 約58.6m ² 所定の場所で、経時ごとく、空気と2%相当の30分間吸引した。(DHSOを吸収管を使用)	単位=ng/ml <table border="1"> <tr> <th rowspan="2">経過時間</th> <th rowspan="2">場所</th> <th rowspan="2">床下</th> <th colspan="3">居住空間</th> </tr> <tr> <th>洋室(1F)</th> <th>和室(1F)</th> <th>洋室(2F)</th> </tr> <tr> <td>散布中</td> <td></td> <td>0.038</td> <td><0.001</td> <td><0.001</td> <td><0.001</td> </tr> <tr> <td>散布直後</td> <td></td> <td>0.013</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>散布後1時間</td> <td></td> <td></td> <td><0.001</td> <td><0.001</td> <td><0.001</td> </tr> <tr> <td>" 1日</td> <td></td> <td></td> <td><0.001</td> <td><0.001</td> <td><0.001</td> </tr> <tr> <td>" 4日</td> <td></td> <td></td> <td><0.001</td> <td><0.001</td> <td><0.001</td> </tr> </table> 検出限界: 0.001ng/m ³ = 1μg/m ³	経過時間	場所	床下	居住空間			洋室(1F)	和室(1F)	洋室(2F)	散布中		0.038	<0.001	<0.001	<0.001	散布直後		0.013	—	—	—	散布後1時間			<0.001	<0.001	<0.001	" 1日			<0.001	<0.001	<0.001	" 4日			<0.001	<0.001	<0.001	試験実施者: 日本化薬(株)/児研商會 試験開始日: 昭和62年9月21日 試験場所: 横浜市S氏邸					
経過時間	場所	床下	居住空間																																													
			洋室(1F)	和室(1F)	洋室(2F)																																											
散布中		0.038	<0.001	<0.001	<0.001																																											
散布直後		0.013	—	—	—																																											
散布後1時間			<0.001	<0.001	<0.001																																											
" 1日			<0.001	<0.001	<0.001																																											
" 4日			<0.001	<0.001	<0.001																																											

使用薬剤	散布方法	施工現場平面図 / 採取場所 / 採取方法	測定結果	備考																																				
・クロルピリク FL 剤 (クロルピリホス 40%フロアブル剤) ・クロルピリク 乳剤 (クロルピリホス 40% 乳剤) ・クロルピリク 油剤 (クロルピリホス 1% 油剤)	自対協の防蟻施工標準仕様に従って施工した。 即ち、各部処理には、油剤を、300㎡あたり噴霧処理し、土壌処理には、フロアブル剤を乳剤を、水で40倍希釈し(主成分濃度として1%と見做す)3%あり、床下土壌の全面に散布した。	防蟻施工要領現場 施工処理10日前後の居室内の気中濃度を測定した。 採取時間は、20分間(60分間(相対湿度の居室は45分間)で)採取場所は、居室内の和室と、洋室、約20cmの高さで行った。	<table border="1"> <tr> <th>試験地</th> <th>堺市</th> <th>枚方市</th> <th>八尾市1</th> <th>八尾市2</th> <th>西宮市</th> </tr> <tr> <td>処理/日</td> <td>'86.2.18</td> <td>'86.2.18</td> <td>'86.2.19</td> <td>'86.2.25</td> <td>'85.12.10</td> </tr> <tr> <td>測定日</td> <td>'86.3.4</td> <td>'86.3.5</td> <td>'86.3.4</td> <td>'86.3.5</td> <td>'85.12.20</td> </tr> <tr> <td>使用薬剤 #1</td> <td>FL</td> <td>FL</td> <td>OIL, FL</td> <td>OIL, EC</td> <td>FL</td> </tr> <tr> <td>薬剤希釈量</td> <td>ND #2</td> <td>ND #3</td> <td>ND #3</td> <td>ND #3</td> <td>ND #3</td> </tr> <tr> <td>測定日室内温度(℃)</td> <td>8℃</td> <td>13℃</td> <td>13℃</td> <td>6℃</td> <td>8℃</td> </tr> </table> <p>#1 FL = フロアブル剤 EC = 乳剤 OIL = 油剤 #2 ND < 0.56 μg/m³ #3 ND < 0.41 μg/m³</p>	試験地	堺市	枚方市	八尾市1	八尾市2	西宮市	処理/日	'86.2.18	'86.2.18	'86.2.19	'86.2.25	'85.12.10	測定日	'86.3.4	'86.3.5	'86.3.4	'86.3.5	'85.12.20	使用薬剤 #1	FL	FL	OIL, FL	OIL, EC	FL	薬剤希釈量	ND #2	ND #3	ND #3	ND #3	ND #3	測定日室内温度(℃)	8℃	13℃	13℃	6℃	8℃	試験実施者： 有恒薬品工業 / 日本エコー 試験開始日： 昭和60年12月10日～ 試験場所： 堺市, 枚方市, 八尾市, 西宮市の一般家庭
試験地	堺市	枚方市	八尾市1	八尾市2	西宮市																																			
処理/日	'86.2.18	'86.2.18	'86.2.19	'86.2.25	'85.12.10																																			
測定日	'86.3.4	'86.3.5	'86.3.4	'86.3.5	'85.12.20																																			
使用薬剤 #1	FL	FL	OIL, FL	OIL, EC	FL																																			
薬剤希釈量	ND #2	ND #3	ND #3	ND #3	ND #3																																			
測定日室内温度(℃)	8℃	13℃	13℃	6℃	8℃																																			
・レントレク 乳剤 (クロルピリホス 40% 乳剤) ・レントレク 油剤 (クロルピリホス 1% 油剤)	同 上	防蟻施工要領現場 施工処理1年後の居室内の気中濃度を測定し、採取時間は、20分間と見做す。  (1階建; 18.5坪)	No.1～No.8の測定結果は、いずれも、0.009 μg/m ³ (9 μg/m ³ ; 検出限界)以下であった。	試験実施者： 三共(株) 試験開始日： 昭和62年8月28日 試験場所： 鎌倉市津横口邸																																				
ハチクサン FL (イミダクロプリド 20%フロアブル剤)	自対協の防蟻施工標準仕様に従って施工した。即ち、薬剤を、100倍希釈して1㎡当り、3ℓを床下全面に散布した。	 床面積; 86㎡	表：各サンプリングの場所におけるイミダクロプリド(ハチクサンの有効成分)の検出値 <table border="1"> <thead> <tr> <th>検出時期</th> <th>床下</th> <th>台所、和室、洋室等</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>散布中</td> <td>0.6 μg/m³</td> <td>検出限界未満</td> </tr> <tr> <td>散布直後</td> <td>検出限界未満*</td> <td>検出限界未満</td> </tr> <tr> <td>散布1時間後</td> <td>検出限界未満*</td> <td>検出限界未満</td> </tr> <tr> <td>散布3時間後</td> <td>検出限界未満*</td> <td>検出限界未満</td> </tr> <tr> <td>散布6時間後</td> <td>検出限界未満*</td> <td>検出限界未満</td> </tr> <tr> <td>散布1日後</td> <td>検出限界未満*</td> <td>検出限界未満</td> </tr> <tr> <td>散布5日後</td> <td>検出限界未満*</td> <td>検出限界未満</td> </tr> <tr> <td>散布399日後</td> <td>検出限界未満*</td> <td>検出限界未満</td> </tr> </tbody> </table> <p>*試験で設定した試験条件において、検出できない濃度。 ※検出限界：散布中：0.5 μg/m³ 散布直後～399日後：0.8 μg/m³</p>	検出時期	床下	台所、和室、洋室等	散布中	0.6 μg/m ³	検出限界未満	散布直後	検出限界未満*	検出限界未満	散布1時間後	検出限界未満*	検出限界未満	散布3時間後	検出限界未満*	検出限界未満	散布6時間後	検出限界未満*	検出限界未満	散布1日後	検出限界未満*	検出限界未満	散布5日後	検出限界未満*	検出限界未満	散布399日後	検出限界未満*	検出限界未満	試験実施者： 東京農業大学 / 白井ハレルアケム(株) 試験開始日： 千葉県松戸市・J氏邸 試験場所： 千葉県松戸市I氏邸									
検出時期	床下	台所、和室、洋室等																																						
散布中	0.6 μg/m ³	検出限界未満																																						
散布直後	検出限界未満*	検出限界未満																																						
散布1時間後	検出限界未満*	検出限界未満																																						
散布3時間後	検出限界未満*	検出限界未満																																						
散布6時間後	検出限界未満*	検出限界未満																																						
散布1日後	検出限界未満*	検出限界未満																																						
散布5日後	検出限界未満*	検出限界未満																																						
散布399日後	検出限界未満*	検出限界未満																																						
・トップエース 乳剤 (シラフルオフェン 2% 乳剤)	自対協の防蟻施工標準仕様と準じて処理した。即ち、水で20倍希釈し(主成分濃度として、0.1%と見做す)、3%あり、床下全面に散布した。(吐出量 2～4ℓ/分)	 (平面略図) (床下面積; 80㎡)	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">測定場所</th> <th colspan="2">シラフルオフェンの気中濃度 (ng/ml)</th> </tr> <tr> <th>散布中</th> <th>5日後</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>床下</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>侵入口 A</td> <td>0.040</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>侵入口 B</td> <td>0.037</td> <td>< 0.017*</td> </tr> <tr> <td>和室 C</td> <td>< 0.017*</td> <td>< 0.017*</td> </tr> </tbody> </table> 検出限界; 0.017 μg/m ³	測定場所	シラフルオフェンの気中濃度 (ng/ml)		散布中	5日後	床下			侵入口 A	0.040	-	侵入口 B	0.037	< 0.017*	和室 C	< 0.017*	< 0.017*	試験実施者： 京大分析 / 大日本除虫菊(株) 試験開始日： 平成3年4月27日 試験場所： 兵庫県川西市 対象： 既設家屋 薬剤は、企業提供のものである。																			
測定場所	シラフルオフェンの気中濃度 (ng/ml)																																							
	散布中	5日後																																						
床下																																								
侵入口 A	0.040	-																																						
侵入口 B	0.037	< 0.017*																																						
和室 C	< 0.017*	< 0.017*																																						
・トップエース 乳剤 (シラフルオフェン 2.5% 乳剤) ・トップエース 油剤 (シラフルオフェン 0.15% 油剤)	自対協の防蟻施工標準仕様と準じて、即ち、乳剤は、水で25倍希釈し、土壌全面に、3%ありを散布、油剤は、原液のまま、各部に、300㎡あたりを噴霧した。	 (平面略図) 床下面積; 約28㎡	<table border="1"> <thead> <tr> <th>測定場所</th> <th>シラフルオフェンの気中濃度 (ng/ml)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>床下</td> <td>< 0.017*</td> </tr> <tr> <td>居間</td> <td>< 0.017*</td> </tr> <tr> <td>台所</td> <td>< 0.017*</td> </tr> </tbody> </table> 検出限界; 0.017 μg/m ³	測定場所	シラフルオフェンの気中濃度 (ng/ml)	床下	< 0.017*	居間	< 0.017*	台所	< 0.017*	試験実施者： 京大分析 / 大日本除虫菊(株) 試験開始日： 平成1年12月1日 試験場所： 和歌山県西牟婁郡白浜町																												
測定場所	シラフルオフェンの気中濃度 (ng/ml)																																							
床下	< 0.017*																																							
居間	< 0.017*																																							
台所	< 0.017*																																							

使用薬剤	散布方法	施工現場平面図 / 採取場所 / 採取方法	測定結果	備考																																																														
アリピレス乳剤 (ピネトリン 5% 乳剤)	白対協の防蟻施工標準仕様を準じた。 即ち、水で100倍希釈し(主成分濃度は0.05%) 動力噴霧機(散布圧 20 kg/cm ²)で床下全面 に散布した。(計 200L)	空気中、2分間で180分間吸孔にガスロスタグラフ法で分析した。  床面積; 82.5 m ²	単位: mg/m ³ <table border="1" data-bbox="1528 241 1914 367"> <thead> <tr> <th rowspan="2">経過時間</th> <th colspan="2">場所</th> <th rowspan="2">居住空間</th> </tr> <tr> <th>床下点検口</th> <th>換気口</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>散布直後</td> <td>ND</td> <td>ND</td> <td>ND</td> </tr> <tr> <td>散布後2時間</td> <td>ND</td> <td>ND</td> <td>ND</td> </tr> </tbody> </table> ND: 検出限界 (0.001mg/m ³) 以下	経過時間	場所		居住空間	床下点検口	換気口	散布直後	ND	ND	ND	散布後2時間	ND	ND	ND	試験実施者: FMC ジャパン / 日本農薬(株) 試験開始日: 平成2年10月23日 試験場所: 神戸市南区																																																
経過時間	場所		居住空間																																																															
	床下点検口	換気口																																																																
散布直後	ND	ND	ND																																																															
散布後2時間	ND	ND	ND																																																															
ピネトリン 25% 乳剤	米田標準の防蟻施工仕様を準じ、標準注入 及び噴霧注入を行った。 (処理濃度; 主成分は0.06~0.12%)	防蟻施工受現場  床面積; 32.5 m ²	検出限界濃度: 0.0005ppb <table border="1" data-bbox="1602 556 2018 766"> <thead> <tr> <th rowspan="2">調査場所</th> <th rowspan="2">検出限界以下 (<0.09ppb)</th> <th colspan="3">処理日数</th> </tr> <tr> <th>4 (軒)</th> <th>9 (軒)</th> <th>21日以後</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>地下室</td> <td>検出</td> <td>6</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">台所</td> <td>検出</td> <td>6</td> <td>6</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>検出</td> <td>4</td> <td>4</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">寝室</td> <td>検出</td> <td>9</td> <td>9</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>検出</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table> ※検出されなかった場合は0.09ppb以下であった。	調査場所	検出限界以下 (<0.09ppb)	処理日数			4 (軒)	9 (軒)	21日以後	地下室	検出	6	1	0	台所	検出	6	6	5	検出	4	4	0	寝室	検出	9	9	5	検出	1	1	0	試験実施者: FMC Corp. (米国) 試験開始日: 平成3年7月25日 試験場所: ニュージャーゴ (7件), パンシルバニア (3件)																															
調査場所	検出限界以下 (<0.09ppb)	処理日数																																																																
		4 (軒)	9 (軒)	21日以後																																																														
地下室	検出	6	1	0																																																														
台所	検出	6	6	5																																																														
	検出	4	4	0																																																														
寝室	検出	9	9	5																																																														
	検出	1	1	0																																																														
キルビースパラル 30 (ホキシム 30% 乳剤) ウッドマスタースパラル (ホキシム 0.9% 油剤)	白対協の施工標準仕様を準じ、本剤は、 ウッドマスタースパラルを、200%希釈し、床下と接 合部には、キルビースパラル30の水30倍希釈液 を全面散布した。	 床面積; 32.5 m ²	<table border="1" data-bbox="1528 871 2122 1165"> <thead> <tr> <th rowspan="2">経時</th> <th colspan="6">ホキシム濃度 (mg/m³)</th> </tr> <tr> <th colspan="3">作業区(床下)</th> <th colspan="3">居住区</th> </tr> <tr> <th></th> <th>寝室</th> <th>和室</th> <th>応接台所</th> <th>浴室</th> <th>和室</th> <th>台所</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>直後</td> <td>0.002</td> <td>1.230</td> <td></td> <td></td> <td>0.001</td> <td>0.001</td> </tr> <tr> <td>1時間後</td> <td>0.002</td> <td>0.658</td> <td></td> <td>0.100</td> <td>0.001</td> <td>0.001</td> </tr> <tr> <td>2 "</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0.002</td> <td>0.002</td> <td>0.002</td> </tr> <tr> <td>3 "</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0.002</td> <td>0.001</td> <td>0.001</td> </tr> <tr> <td>4 "</td> <td></td> <td></td> <td>0.032</td> <td>0.021</td> <td>0.001</td> <td>0.001</td> </tr> <tr> <td>4.5 "</td> <td>0.004</td> <td>0.014</td> <td>0.000</td> <td>0.004</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	経時	ホキシム濃度 (mg/m ³)						作業区(床下)			居住区				寝室	和室	応接台所	浴室	和室	台所	直後	0.002	1.230			0.001	0.001	1時間後	0.002	0.658		0.100	0.001	0.001	2 "				0.002	0.002	0.002	3 "				0.002	0.001	0.001	4 "			0.032	0.021	0.001	0.001	4.5 "	0.004	0.014	0.000	0.004			試験実施者: 武田薬品工業 / 東洋ハウサービス / 鶴岡商社 / 近大 試験開始日: 昭和61年4月23日 試験場所: 近大、市立大学新長邸
経時	ホキシム濃度 (mg/m ³)																																																																	
	作業区(床下)			居住区																																																														
	寝室	和室	応接台所	浴室	和室	台所																																																												
直後	0.002	1.230			0.001	0.001																																																												
1時間後	0.002	0.658		0.100	0.001	0.001																																																												
2 "				0.002	0.002	0.002																																																												
3 "				0.002	0.001	0.001																																																												
4 "			0.032	0.021	0.001	0.001																																																												
4.5 "	0.004	0.014	0.000	0.004																																																														
ホルサー乳剤 (バルメトリン 4%・HGK 264 40% 乳剤) カレート油剤 (バルメトリン 0.2% 油剤)	白対協の防蟻施工標準仕様を準じた。 即ち、乳剤は、水で40倍希釈し、土壌表面 に3%ありて全面散布し、油剤は本剤に 対し、30%ありて、噴霧処理した。 (乳剤)計150L	 床面積; 28.5 m ²	<table border="1" data-bbox="1528 1197 2018 1491"> <thead> <tr> <th rowspan="2">サンプリング場所</th> <th rowspan="2">測定時期</th> <th colspan="2">気中濃度 (mg/m³)</th> </tr> <tr> <th>エクスマン</th> <th>MGK264</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">和室</td> <td>散布中</td> <td>0.011</td> <td>0.011</td> </tr> <tr> <td>散布終了から1時間後</td> <td><0.001</td> <td><0.001</td> </tr> <tr> <td>散布終了から1日後</td> <td><0.001</td> <td><0.001</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">台所</td> <td>散布中</td> <td>0.003</td> <td><0.001</td> </tr> <tr> <td>散布終了から1時間後</td> <td><0.001</td> <td><0.001</td> </tr> <tr> <td>散布終了から1日後</td> <td><0.001</td> <td><0.001</td> </tr> </tbody> </table>	サンプリング場所	測定時期	気中濃度 (mg/m ³)		エクスマン	MGK264	和室	散布中	0.011	0.011	散布終了から1時間後	<0.001	<0.001	散布終了から1日後	<0.001	<0.001	台所	散布中	0.003	<0.001	散布終了から1時間後	<0.001	<0.001	散布終了から1日後	<0.001	<0.001	試験実施者: 住友化学工業(株) 試験開始日: 試験場所: 兵庫県宝塚市内の一般住宅(木造2階建)																																				
サンプリング場所	測定時期	気中濃度 (mg/m ³)																																																																
		エクスマン	MGK264																																																															
和室	散布中	0.011	0.011																																																															
	散布終了から1時間後	<0.001	<0.001																																																															
	散布終了から1日後	<0.001	<0.001																																																															
台所	散布中	0.003	<0.001																																																															
	散布終了から1時間後	<0.001	<0.001																																																															
	散布終了から1日後	<0.001	<0.001																																																															
バクトップ MC (7-キシカルブ 15% 水懸濁 剤) カレート油剤 (バルメトリン 0.2% 油剤)	白対協の防蟻施工標準仕様を準じた。 即ち、バクトップMCの水懸濁液を、3% ありて、床下全面に散布し、本剤は、カレート油剤を 30%ありて、噴霧処理した。	 床面積; 21 m ²	<table border="1" data-bbox="1528 1543 2018 1858"> <thead> <tr> <th rowspan="2">サンプリング場所</th> <th rowspan="2">測定時期</th> <th colspan="2">気中濃度 (mg/m³)</th> </tr> <tr> <th colspan="2">MGK264</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">和室</td> <td>散布中</td> <td>0.002</td> <td></td> </tr> <tr> <td>散布終了から1時間後</td> <td><0.001</td> <td></td> </tr> <tr> <td>散布終了から1日後</td> <td><0.001</td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="3">台所</td> <td>散布中</td> <td><0.001</td> <td></td> </tr> <tr> <td>散布終了から1時間後</td> <td><0.001</td> <td></td> </tr> <tr> <td>散布終了から1日後</td> <td><0.001</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	サンプリング場所	測定時期	気中濃度 (mg/m ³)		MGK264		和室	散布中	0.002		散布終了から1時間後	<0.001		散布終了から1日後	<0.001		台所	散布中	<0.001		散布終了から1時間後	<0.001		散布終了から1日後	<0.001		試験実施者: 住友化学工業(株) / 有恒薬品工業(株) 試験開始日: 試験場所: 兵庫県芦屋市の一般住宅(木造2階建)																																				
サンプリング場所	測定時期	気中濃度 (mg/m ³)																																																																
		MGK264																																																																
和室	散布中	0.002																																																																
	散布終了から1時間後	<0.001																																																																
	散布終了から1日後	<0.001																																																																
台所	散布中	<0.001																																																																
	散布終了から1時間後	<0.001																																																																
	散布終了から1日後	<0.001																																																																

使用薬剤	散布方法	施工現場平面図 / 採取場所 / 採取方法	測定結果	備考																																															
・カレートMC (フェニロキソニル・ジメチルシロキサン) 20%水懸濁剤) ・カレート油剤 (NULXトリン 0.2%油剤)	白対協の防蟻施工標準仕様に従って処理。 EP3, MC剤は、12.5倍希釈(有効成分比 1.6%)で床下土壌に32㎡/㎡面積処理し 油剤は、300㎡/㎡あたり全部処理した。	防蟻施工受注現場 ・埼玉県狭山市富士見 (A氏邸) ; 28.65㎡(床面積) ・埼玉県川越市大字石田号ハツ島 (B氏邸) ; 122.49㎡ ・埼玉県川口市小倉場 (C氏邸) ; 62.4㎡ ・東京都大田区北千束 (D氏邸) ; 87.4㎡	いすゞ車、施工1時間後の室内空気濃度は、フェニロキソニル 0.0002 mg/m ³ 以下であり、NULXトリンは、0.007 mg/m ³ 以下であった。 施工8日目の室内空気濃度は、いすゞ車、検出限界以下であった。 因此、検出限界以下の濃度である。 フェニロキソニル ; 0.000037 mg/m ³ NULXトリン ; 0.000348 mg/m ³	試験実施者 : 東京農大 / 関東白蟻台座(株) 試験開始日 : 昭和62年9月28日 試験場所 : 左記の通り																																															
・メトロソノ乳剤 (イトソノプロックス 8%乳剤) ・メトロソノ油剤 (イトソノプロックス 0.2%油剤)	白対協の防蟻施工標準仕様に従って処理 即ち、乳剤は、水で40倍希釈して(有効成分 比は、0.2%)で床下土壌に、300㎡/㎡で全面 処理し、油剤は、300㎡/㎡あたり全部処理した。		<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">測定時間</th> <th colspan="5">イトソノプロックス 室内濃度 (mg/m³)</th> </tr> <tr> <th>廊下</th> <th>居室</th> <th>脱衣所</th> <th>浴室</th> <th>洗面所</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>直後</td> <td>0.0037</td> <td>0.0015</td> <td>0.0028</td> <td>0.0029</td> <td>0.0002</td> </tr> <tr> <td>3時間後</td> <td>不検出</td> <td>不検出</td> <td>不検出</td> <td>不検出</td> <td>不検出</td> </tr> <tr> <td>6時間後</td> <td>〃</td> <td>〃</td> <td>〃</td> <td>〃</td> <td>〃</td> </tr> <tr> <td>24時間後</td> <td>〃</td> <td>〃</td> <td>〃</td> <td>〃</td> <td>〃</td> </tr> <tr> <td>48時間後</td> <td>〃</td> <td>〃</td> <td>〃</td> <td>〃</td> <td>〃</td> </tr> <tr> <td>7日後</td> <td>〃</td> <td>〃</td> <td>〃</td> <td>〃</td> <td>〃</td> </tr> </tbody> </table> 検出限界 ; 0.0002 mg/m ³	測定時間	イトソノプロックス 室内濃度 (mg/m ³)					廊下	居室	脱衣所	浴室	洗面所	直後	0.0037	0.0015	0.0028	0.0029	0.0002	3時間後	不検出	不検出	不検出	不検出	不検出	6時間後	〃	〃	〃	〃	〃	24時間後	〃	〃	〃	〃	〃	48時間後	〃	〃	〃	〃	〃	7日後	〃	〃	〃	〃	〃	試験実施者 : (株) クレハ分析センター 試験開始日 : 平成6年6月15日 試験場所 : 福島県いわき市錦町江原
測定時間	イトソノプロックス 室内濃度 (mg/m ³)																																																		
	廊下	居室	脱衣所	浴室	洗面所																																														
直後	0.0037	0.0015	0.0028	0.0029	0.0002																																														
3時間後	不検出	不検出	不検出	不検出	不検出																																														
6時間後	〃	〃	〃	〃	〃																																														
24時間後	〃	〃	〃	〃	〃																																														
48時間後	〃	〃	〃	〃	〃																																														
7日後	〃	〃	〃	〃	〃																																														
				試験実施者 : 試験開始日 : 試験場所 :																																															
				試験実施者 : 試験開始日 : 試験場所 :																																															
				試験実施者 : 試験開始日 : 試験場所 :																																															

平成8年11月11日

VOCと木材保存剤に関する考察(その1)

志津寿保

1. 木材保存剤について(防腐、防蟻、防かび剤について)

- (1) 別紙(木材保存剤の参考資料)でも記述した通り、これ等の有効成分の現需要量は加圧注入用のクレオソート(原液として6,300 t/年)とCCA(原液として1,800 t/年)及びその他の薬剤(AAC等)の150 t/年を除き、いずれの化合物の需要は、500 t/年以下(主として、35 t/年;原体として)である。

加えて、今回、健康住宅研究会としての対象物質(VOCとしての)となっている10物質との蒸気圧(揮散性を示す;沸点は参考値と思うが...)は、これ等10対象物のいずれも1/1000 ~ 1/1,000,000,000である。[但し、クロルナフタリン(蒸気圧;1mmHg)を例外として]

従って、有効成分についての揮散性だけなら問題外と思われる。-これは表面処理、土壌処理又は接着剤混入処理等のいずれの適用でも同じと思えるが...

又、需要量の多い加圧注入用処理剤でもクレオソートを除き、殆どが無機化合物であるので、揮散という観点からは、全く問題ないと思われる。

- (2) しかし、有機化学物質を主成分とする木材保存剤の大半は、剤型上、油剤又は乳剤として使用されるが、その場合には、有機溶剤を使用する必要があり、今回対象となる10物質(溶剤)のいずれかを使用するケースが考えられる。

しかし、調査の結果、10対象物質中、木材保存剤製剤中に含有(配合)されている可能性のある溶剤はキシレンのみで、他物質(溶剤)はまずない(99%以上)と判明した。(キシレンの他に、灯油、パラフィン、イソパラフィン、グリコール系溶剤が使用されている。)

- (3) 建材、家具等の製材に処理後の有効成分の揮散状況、又は合板接着剤混入処理後の経時的揮散状況については、時間がなかった為、調査不十分であるが、前記の通り、有効成分の揮散性からは問題とはならないと思うが...

2. 防蟻施工について

- (1) 建築工法上、湿気がない状況(環境)にする、又は、シロアリの侵入し難い構造にすることも良いが、現在、(財)日本しろあり対策協会で、仕様書を改訂中であると聞いている。又、安全管理仕様書も改訂中であるので、彼等の意向も包含したいと思う。

3. その他

- (1) クレオソート注入基準
(2) CCA処理基準

(3) A A C 等処理基準

(4) 防かび又は防虫処理基準

上記(1)～(3)は、目下、検討中のJ A S改訂案を基本として行きたい。又、(4)は現行J W P A 認定基準を基本として行きたい。安全性の実証は、各々の処理材からの経時毎の揮散移行性試験(J W P A 規格第15号)を実施することだと思う。但し、この場合、検出された薬剤量をどの様に評価するか—資料Dのどれかの数値(ACGIH-TLV、産業衛生学会許容勧告値等)を基準として評価するのか？又は各薬剤の亜急性吸入毒性等の無影響量(Non-effective level)を基準にして評価するのか？—又、それ等の数値の何分の1以下、例えば、1/10又は1/20以下を安全基準とするのか等である。

他に、明確化すべきは、この研究会はどの時点の揮散値を問題とするのかということである。例えば、建材の表面処理用防かび剤、合板接着剤混入用防虫剤、プラスチックに添加される可塑剤等は、製造時又は製造直後は、ある程度の数値がその環境中で検出されるものもあると思うが、その後、経時を追う毎に、揮散量は減少して来るものと思われる。即ち、次の流通段階と対象者が考えられるが…。

曝露対象者 (主に)	製造従事者	取り扱い者	居住者
段 階	製造中⇒製造直後	⇒市場⇒新築建築物 流通時 製造時	⇒入居⇒5年⇒ 直後 経時後

最後に、どの様な危険性を対象とするか？—を、明確にすべきであると思う。発癌性、生体内蓄積性、中枢神経障害等、色々と考えられるが、今回の検討会ですべてを取り纏めるのは困難であると思われる。

実際、今回のV O Cとして取り上げられた10物質でも、発癌性の懸念がないものもあると思うし、又、リンデン、D D T、クロルデン等に代表される有機塩素系殺虫剤の様に、生体蓄積性があるとも思われぬ。

V O Cの語源とその経緯等から、これ等化合物は揮散し易い中枢神経障害を起こす化合物であると思われるが…。

中枢神経障害を起こす化合物であるとするなら、初めから外しても良い化合物はかなりあると思われるが…？

以 上

1. 木材保存剤とは

木材が使用される環境及び条件のもとで変質し、その性能の低下を示す現象を木材の劣化と云う。劣化は一般に下表に示す通り、生物、火災（熱）、化学薬品、水、紫外線、酸素、オゾン及び放射線などにより起こる。したがって、木材保存剤を広義に解釈すれば、これ等の劣化を防止する薬剤であると解釈される。

しかし、ここでは微生物、昆虫及び海虫等の生物劣化を防止する薬剤を対象にした。

表-1 木材の劣化

劣化性			耐性(抵抗性)		備考
劣化の分類	劣化現象	劣化の原因	耐性	耐性の付与	
微生物劣化	腐朽 カビ発生	木材腐朽菌 カビ類	耐朽性 カビ抵抗性	防腐性 防カビ性	ヒノキは腐朽し 難いが、ブナは 腐朽しやすい
昆虫劣化	虫害(蟻害 を含む)	シロアリ, ヒラタキク イムシ	耐虫性(耐 蟻性を含む)	防虫性(防 蟻性を含む)	チークは耐蟻性 が大きい、アカ カマツは耐蟻性 が小さい
海虫劣化	海虫による 穿孔	フナクイム シ、キクイ ムシ	耐海虫性	防海虫性	マキ、コウヤマ キは耐海虫性が 大きい
燃焼劣化	火災	火災(熱)	耐燃性 耐火性 耐炎性 (耐熱性)	防燃性 耐火性 防炎性	ナナカマド、キ リは耐火性が大 きい
吸水、吸湿 劣化	寸法変化	水、湿度	耐水性 耐湿性	防水性 防湿性	オノオレカンバ は吸湿、吸水性 が小さい
天候劣化	風化	日光、温度、 湿度、空気、 雨	耐候性	—	屋外暴露では、 必ず天候劣化が 加わった劣化に なる
応力劣化 (乾燥劣化)	割裂 (表面割れ、 内部割れ、 木口割れ)	応力	割裂抵抗性	割裂防止性	ナラ、カン、ク ルミなどは割れ を起こしやすい
化学劣化 (汚染劣化)	汚染、変色	化学薬品 (酸、アル カリ、金属)	汚染抵抗性	汚染防止性	タンニンの多い 木材は鉄と反応 して変色する
機械的劣化	変形、疲労 または亀裂 の発生および 摩耗	荷重、繰返 し荷重、振 動、摩耗	耐摩性 耐疲労性	—	リグナムバイク は軸受に用いら れ、耐摩性が大 きい
放射線劣化 放電劣化 オゾン劣化	—	放射線、放 電、オゾン	—	—	実用上から問題 になり難い

2. 生物劣化を防止する木材保存剤

日本の木材保存剤及びその処理材の認定に關与する(社)日本木材保存協会(JWPA)では、木材保存剤を対象目的ごとに表-2に示す通り、5種類に分類している。同じ対象生物であっても、使用方法が異なれば被処理材あるいは共存する他の薬剤や材料との新和性、木材への浸透性等、その木材保存材に求められる性能も異なってくるからである。

表-2. (社)日本木材保存協会認定木材保存剤及び保存処理製品

品 目		用 途
木材保存剤	木材防腐剤	合板接着剤混入用
		土壌処理用
	木材防虫剤	合板接着剤混入用
		加圧注入用
		表面処理用
	木材防かび剤	表面処理用
	木材防蟻剤	加圧注入用
		土壌処理用
	木材防腐・防蟻剤	合板接着剤混入用
		加圧注入用
表面処理用		
低圧噴射処理用		
保存処理木材	防腐処理木材	
	防腐処理構造用合板	
	防蟻処理木材	
	防腐・防蟻処理木材	
保存処理非木質系製品	防蟻処理非木質系製品	

ここでは、JWPAが認定している木材保存剤を対象生物及び使用方法を考慮して、次の様に分類した。

- ① 表面処理用木材保存剤
- ② 土壌処理用木材保存剤
- ③ 加圧注入用木材保存剤
- ④ 木材防かび剤
- ⑤ その他（接着剤混入等）の木材保存剤

3. 木材保存剤の有効成分

(1) 表面処理用木材保存剤

表面処理用の場合は、主として木材の表面に処理される防蟻を主対象とするものが多く、この場合には、腐朽菌の発生又は増殖防止を勘案して、防腐剤の配合製剤となる。

一方、ヒラタキクイムシ、カミキリムシ、シバンムシ等の防虫効果を目的とするときは、防虫剤の単味製剤となる。表-3は現在、JWPA〔又は、白対協（木材防腐、防蟻剤のみ）〕が認定している有効成分及びその組成である。

表-3 表面処理用木材保存剤の組み合わせ

用途	品目	有効成分の組み合わせ
表面処理用	木材防腐・防蟻剤	T P I C ・ ヘルメトリン ・ I F - 1000
		ホキシム ・ プロボキサール ・ キシラザン A Ⅱ ・ キシラザン B
		バクサー ・ プロボキサール ・ キシラザン A Ⅱ ・ キシラザン B
		ホキシム ・ S - 421 ・ サンプラス
		クロルピリホス ・ トロイサン
		クロルピリホス ・ サンプラス
		クロルピリホス ・ I F - 1000
		クロルピリホス ・ クレオソート油
		ピリダフェンチオン ・ トロイサン
		ヘルメトリン ・ サンプラス ・ S - 421
		ピリダフェンチオン ・ S - 421 ・ サンプラス
		ナフテン酸銅
		ナフテン酸銅 ・ クレオソート油 ・ ジヘプチルフタレート
		プロベタンホス ・ S - 421 ・ サンプラス
		ピリダフェンチオン ・ I F - 1000
		ホキシム ・ S - 421 ・ トロイサン
		トラロメトリン ・ S - 421 ・ サンプラス
		E C P ・ クロルピリホス ・ I F - 1000
		H o e - 498 ・ S - 421 ・ サンプラス
		エトフェンプロックス ・ S - 421 ・ サンプラス
クロルピリホス ・ I F - 1000 ・ クレオソート油		
イミダクロバジド ・ S - 421 ・ サンプラス		
	木材防虫剤	ピリダフェンチオン
		フェニトロチオン
		クロルピリホス
		ホキシム ・ S - 4 2 1

(2) 土壌処理用木材保存剤

本剤の主目的は、日本に多く生存するイエシロアリやヤマトシロアリの様な地中（又は地下）シロアリの家屋侵入を防止することで、主として建物の床下に使用される。したがって、有効成分は防蟻剤又は防蟻剤＋その効力増強剤が主である。

最近では、防蟻剤を配合した合成樹脂シート又は合成樹脂層（バリアー）を床下全面に処理して、シロアリの侵入防止を図る方法（又は、施工法）も認定されている。

表-4は、現在、JWPA及び(財)日本しろあり対策協会（白対協）で、認定されている土壌処理用木材保存剤の有効成分の一覧表である。

表-4 土壌処理用防蟻剤の有効成分

用途	剤型	成分名
土壌処理用	乳剤	クロルピリホス
		クロルピリホス・IF-100
		ホキシム
		ホキシム・S-421
		テトラクロルビンホス
		プロベタンホス
		プロベタンホス・S-421
		ピリダフェンチオン・S-421
		ECP・クロルピリホス
		1-ナフチル-N-メチルカーベメイト
		ピフェントリン
		アクリナトリン
		エトフェンプロックス・S-421
		4-ブロモ-2, 5-ジクロロフェノール・S-421
		TPIC・d-T-80アレスリン
		TPIC・ベルメトリン
		Hoe-498・S-421
	フルトラニル	
	マイクロカプセル懸濁剤	クロルピリホス
		フェニトロチオン
	フロアブル剤	トラロメスリン・S-421
		TPIC・ベルメトリン
		イミダクロプリド
	粒剤	クロルピリホス
		テトラクロルビンホス
		ピリダフェンチオン
	粉剤	クロルピリホス
樹脂剤	クロルピリホス・酢ビ・樹脂硬化剤 ホキシム・酢ビ・樹脂硬化剤	

(3) 加圧注入用木材保存剤

木材の保存処理において加圧注入法は、その効果が他の方法に比較して優れていることから、電柱、まくら木、土木用材など劣化環境の厳しい用途の木材の処理に使用されてきた。

最も古くから使用されてきたのは、クレオソート油であったが汚染性、引火性などの欠点や経済性から、昭和40年以降CCAを始めとする水溶性の薬剤の需要が増加してきた。さらに、最近になって、CCA処理木材の廃棄処理問題を背景に、数種類の新しい薬剤が認定され実用化されている。

表-5及び資料Aの付表-3は、現在、認定されている有効成分及びその組成である。

表-5 加圧注入用木材保存剤の有効成分

名 称		化 学 式
有機化合物	クレオソート油	
	金属石鹸	
	ナフテン酸銅	$Cu(C_7H_{13}COO)_2$ $Cu(C_7H_{15}COO)_2$ $Cu(C_7H_{17}COO)_2$
	ナフテン酸亜鉛	$Zn(C_7H_{13}COO)_2$ $Zn(C_7H_{15}COO)_2$ $Zn(C_7H_{17}COO)_2$
	パーサチック酸亜鉛	$Zn(C_8H_{17}COO)_2$ $Zn(C_8H_{19}COO)_2$
	フェノール類	
	ジニトロフェノール	$C_6H_3(NO_2)_2OH$
	ジニトロクレゾール	$C_6H_2CH_3(NO_2)_2OH$
	クロロニトロフェノール	$C_6H_3NO_2ClOH$
	2, 5-ジクロロ-4-ブロモフェノール	$C_6H_2Cl_2BrOH$
有機化合物	第4級アンモニウム塩	
	ジデシルジメチルアンモニウムクロライド (DDAC)	$(C_{10}H_{21})_2(CH_3)_2NCl$
	N-アルキルベンジルジメチルアンモニウムクロライド (BK C)	$C_nH_{2n+1}C_6H_5(CH_3)_2NCl$
有機化合物	その他	
	パーメスリン	$C_{12}H_{20}O_3Cl_2$
	テブコナゾール	$C_{16}H_{22}N_3OCl$
無機化合物	2-メルカプトベンゾチアゾール	$C_7H_5NS_2$
	ひ素化合物	
	五酸化二ひ素	As_2O_5
	ひ酸水素ナトリウム	Na_2HASO_4
	ひ酸	H_3AsO_4
	クロム化合物	
	三酸化クロム	CrO_3
	二クロム酸カリウム	$K_2Cr_2O_7$
	二クロム酸ナトリウム	$Na_2Cr_2O_7 \cdot 2H_2O$
	二クロム酸アンモニウム	$(NH_4)_2Cr_2O_7$
無機化合物	銅化合物	
	酸化第二銅	CuO
	硫酸銅	$CuSO_4 \cdot 5H_2O$
無機化合物	その他	
	ふっ化ナトリウム	NaF
	けいふっ化銅	$CuSiF_6 \cdot 4H_2O$
	けいふっ化亜鉛	$ZnSiF_6 \cdot 6H_2O$
	ほう酸	H_3BO_3
	ほう酸ナトリウム	$Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$
	酸化アンチモン	Sb_2O_3

表-6 JIS K 2439 に規定されているクレオソート油(1号)

項目	規定
比重 (40/4℃)	1.03以上
水分 v/v %	3 以下
エンクラ一度 (40/4℃)	2.0 以下
蒸留試験 (脱水試料につき) 235℃までの留出量 235-315℃までの留出量 315℃までの留出量 360℃までの留出量 235-315℃留分の比重	25以下 40以上 50以上 — 1.02以上
トルエン不溶分 (脱水試料につき) %	0.5 以下
流動性試験 (32℃, 2時間)	顕著な固形物が生成しないこと

表-7 JIS K 1554 に規定されているCCA組成表

項目		種類	1号	2号	3号
有効成分の 配合比		クロム化合物 (CrO ₃ として) %	59-69	33-38	45-51
		銅化合物 (CuOとして) %	16-21	18-22	17-21
		ひ素化合物 (As ₂ O ₅ として) %	15-20	42-48	30-38
有効成分 ⁽¹⁾ の濃度 %			20以上で、かつ 表示濃度以上	65以上で、かつ 表示濃度以上	50以上で、かつ 表示濃度以上
製品の状態			液状	ペースト状	液状 又は ペースト状
水不溶解分 %			1 以下		
pH値			1.6-2.8		

(注) (1) 有効成分とはクロム化合物 (CrO₃として)、銅化合物 (CuOとして) 及びひ素化合物 (As₂O₅として) の合計をいう。

(4) 木材防かび剤

現在、JWPAで認定している木材防かび剤の有効成分は、表-8の通りである。

表-8 木材防かび剤の有効成分の組み合わせ

品目	用途	有効成分の組み合わせ
木材防かび剤	表面処理用	TBZ ¹⁾ + IF-1000 ²⁾
		IPBC ³⁾ + TCMTB ⁴⁾
		TCMTB ⁴⁾ + MBT ⁵⁾
		MBT ⁵⁾ + IF-1000 ²⁾

(注) ¹⁾ TBZ: 2-(4-チアゾリル) ベンツイミダゾール
²⁾ IF-1000: 4-クロルフェニル-3-ヨードプロパギルホルマール
³⁾ IPBC: 3-ヨード-2-プロピニルブチルカーバメート
⁴⁾ TCMTB: 2-(4-チオシアノメチルチオ) ベンゾチアゾール
⁵⁾ MBT: メチレンビスチオシアネート

(5) その他（接着剤混入等）の木材保存剤

接着剤混入用として、現在、JWPAの認定を得ている有効成分及びその組成は、表-9の通りである。

表-9 合板用接着剤混入用防蟻（防虫）又は防腐の有効成分

用途	有効成分の組み合わせ
木材防腐	サンプラス
木材防虫	ホキシム フェニトロチオン ジクロロフェンホス クロルピリホス
木材防腐・防蟻	クロルピリホス・IF-1000 クロルピリホス・サンプラス ホキシム・S-421・トロイザン S-421・サンプラス

4. 木材保存剤の沸点と蒸気圧

資料Cの文献調査によれば、沸点と蒸発速度との関係は必ずしも比例関係が成り立たない。即ち、ある温度での蒸気圧の順序と沸点の順序が一致するとは限らないことが判る。（資料Cの別紙-1 蒸気圧線図参照）

一般に、蒸散速度を知る為に沸点の高低を判断基準とすることもあるが、必ずしもそうとは限らない。例えばトルエン（b. p. ; 111.0℃）と酢酸第二ブチル（b. p. ; 111.5℃）は殆ど同じ沸点（b. p.）であるが、蒸発速度はトルエン195、酢酸第二ブチルは180で約10%も差がある。（酢酸-n-ブチルを100としての蒸発速度）

又、エチルアルコール（b. p. ; 78.5℃）と酢酸エチル（b. p. ; 77.1℃）は、沸点がわずかしか違いないが、蒸発速度はエチルアルコールが203、酢酸エチルは525で酢酸エチルの方が約2.6倍早く蒸発する。

上記の論法より見れば、「蒸気圧」が蒸発速度を類推するのに適していると思われるが、取り敢えず、判る範囲で木材保存剤の有効成分の沸点と蒸気圧を表-10に纏めた。

表-10 木材保存剤の沸点及び蒸気圧

化学名又は一般名		沸点	蒸気圧
防 腐 ・ 防 徴 成 分	p-クロルフェニル-3-ヨードプロパルギルホルマー	130℃ (0.2mmHg)	1 X10 ⁻³ mmHg (25℃)
	3-ブロモ-2,3-ジヨード-2-プロペニルエチルカルボナート		1.85 X10 ⁻⁵ mmHg (25℃)
	3-ヨード-2-プロピニルチルカーバメート		2 X10 ⁻⁵ mmHg (25℃)
	トリス-(N-シクロヘキシルジアゼニウムジオキシ)-アルミニウム (NCH-A.θ)		4.4 X10 ⁻⁸ mmHg (20℃)
	N-シクロヘキシルジアゼニウムジオキシ-カリウム (NCH-K)		
	フルメシロックス	135~140℃ (0.5mmHg)	7.2 X10 ⁻⁵ mmHg (20℃)
	チアベンゾール	約 700℃	
	メチレンビスチオシアネート		
	ナフテン酸銅		
	ナフテン酸亜鉛		
	ジデシルジメチルアウモニウムクロライド (DDAC)		1.86 X10 ⁻⁶ mmHg (20℃)
	ジクロルアノド		
	脂肪酸モノカルボン酸金属塩		
	フルトラニル		1.33 X10 ⁻⁵ mmHg (20℃)
	ケイフッ化銅		
ケイフッ化亜鉛			
二酸化クロム酸アンモニウム			
ホウ酸			
モノクロルナフタリン		1 mmHg (80.6℃)	
2-メルカプトベンゾチアゾール			
ホウ砂			
テブコナゾール		5.4 X10 ⁻⁹ mmHg (20℃)	
アザコナゾール			
プロピコナゾール	180℃	1 X10 ⁻⁵ mmHg (20℃)	
シプロコナゾール			
防 虫 又 は 防 蟻 成 分	クロルピリホス		1.87 X10 ⁻⁵ mmHg (25℃)
	ホキシム	102℃ (0.01mmHg)	約1 X10 ⁻⁴ mmHg (20℃)
	ピリダフェンチオン		0.39 X10 ⁻⁴ mmHg (65℃)
	テトラクロルピホス		1.5 X10 ⁻⁶ mmHg (20℃)
	フェントロチオン	140℃ (0.1mmHg)	6 X10 ⁻⁶ mmHg (20℃)
	ジクロロフェンチオン	108℃ (0.01mmHg)	
	プロバタンホス	87~89℃ (0.005mmHg)	8.1 X10 ⁻⁵ mmHg (25℃)
	プロボクスル		1 X10 ⁻² mmHg (120℃)
	2-sec-ブチルフェニル-N-メチルカーバメイト	112~113℃ (0.2mmHg)	7.4 X10 ⁻⁵ mmHg (20℃)
	カルバリル		5 X10 ⁻³ mmHg (26℃)
	イミダクロプリド		1 X10 ⁻⁶ mmHg (20℃)
	1,3,5-トリ-n-プロピル-1,3,5-トリアジン	103~105℃ (0.2mmHg)	
	-2,4,6-(1H,3H,5H)-トリアジン (TPIC)		
	オクタクロジプロピルエーテル (S-421)	144~150℃ (1mmHg)	0.596X10 ⁻⁶ mmHg (20℃)
	4-ブロム-2,5-ジクロルフェノール (BDCP)	248~250℃	7.5 X10 ⁻³ mmHg (25℃)
アレスリン	135~138℃	1.2 X10 ⁻⁴ mmHg (30℃)	
ベルメトリン	220℃	5.5 X10 ⁻⁷ mmHg (20℃)	
トラロメスリン	138~148℃	1.3 X10 ⁻⁵ mmHg (25℃)	
エトフェンプロックス		2.4 X10 ⁻⁴ mmHg (100℃)	
シラフルオフェン		5.43 X10 ⁻⁸ mmHg (25℃)	
ピフェントリン		1.81 X10 ⁻⁷ mmHg (25℃)	

5. 日本に於ける木材保存剤の変遷と将来

日本に於ける木材保存の変遷は著しい。即ち、この約30年間でまくら木は約1/9の約31,000m³に、また、電柱は1/65の約5,000m³に減少し、これに反して土台材は約1.1倍の233,000m³になり、その他は約6倍の約161,000m³になっている。起因はコンクリート材料の導入である。

電柱、まくら木の防腐処理が盛んな頃は、クレオソート油が多量に使用されたが、コンクリート材料に変わって、急激にその使用が減少してきた。

クレオソート油は、現在、6,249t/年で10年前の約1/3、CCAは100,942t/年で約1.5倍、その他の薬剤は8,655t/年で約2.3倍となっている。この傾向は、今後益々著しくなると思われる。

表11: 木材保存の変遷

用途	(防腐処理されたもの)		
	1966年度	1994年度	1994/1966
まくら木	約280,000m ³	約31,000m ³	約1/9
電柱	約325,000	約5,000	約1/65
土台材	約21,000	約233,000	約1.1
その他 (Iカスリアクト等)	約27,000	約161,000	約6

表12: 保存処理内訳

用途	平成6年度 (1月~12月)	平成7年度 (1月~12月)	前年同期比
まくら木	31,463m ³	37,812m ³	120.1%
電柱	5,138	4,941	96.1
建築材	土台 (1,536)	215,674 (5,181)	92.6
	その他の建築材 (29,228)	113,032 (5,058)	
外構材 (支柱、デッキ、遊具等)		34,256 (15,018)	102.3
その他 (土木、園芸、梱包材等)		17,952 (4,929)	
		165,240 (25,005)	
合計	430,933 (30,764)	393,481 (30,186)	98.3

(注) カッコ内は新JIS薬剤

その他の薬剤としては、アルキルアンモニウム化合物系木材防腐剤(AAC)、銅・アルキルアンモニウム化合物系木材防腐剤(ACQ)、乳化性脂肪酸金属塩系木材防腐剤(NZN、NCU)、クロム・銅・亜鉛化合物系木材防腐剤(CFKZ)の事である。

木材防腐処理には、加圧注入処理と表面処理とが現在実施されている。加圧注入処理木材の主要各国の年間生産数量は表13の通りである。

表13: 主要な国/地域の加圧防腐処理木材の年間生産数量

国/地域	生産量
フランス(1988)	219,000m ³
ドイツ/FRG(1988)	1,000,000
スカンジナビア/フィンランド(1989)	1,369,000
イギリス(1988)	1,968,000
アメリカ(1988)	16,009,000
南アフリカ(1988)	430,000
日本(1988)	408,000
オーストラリア(1988)	942,000
ニュージーランド(1986~1987)	1,460,000

(注) Jermer&Evansの報告(1990)

日本の生産量は、米国に比べ1/40、他の国と比較して1/3~1/5で、人口や木造家屋、更には木材劣化環境の厳しい風土気候を考えると、もっと木材の保存がなされるべきかと思われる。

表14：加圧注入処理用防腐剤の変遷

年次	クレオソート油	P・F系水溶液	CCA系水溶液	その他の薬剤
昭和60年(1985)	18,919 t	1,388 t	70,077 t	- t
昭和61年(1986)	12,334	1,299	74,247	-
昭和62年(1987)	9,394	520	89,894	-
昭和63年(1988)	12,176	372	95,528	-
平成1年(1989)	11,505	409	96,613	-
平成2年(1990)	11,408	75	96,043	-
平成3年(1991)	12,061	0	88,175	3,752
平成4年(1992)	8,601	0	92,411	5,213
平成5年(1993)	6,899	0	97,479	7,142
平成6年(1994)	6,249	0	100,942	8,655

6. 日本に於ける木材保存剤の現需要

(1) 木材防腐剤

加圧注入用としては、前項で記述した通りでクレオソート油は約6,300 t/年(平6)、P.F系水溶剤は0、CCA系水溶液は約101,000 t/年^{*-1}(平6)、その他は約8,700 t/年^{*-2}である。

一方、表面処理用の防腐剤は、主としてシロアリ防除用として木部処理に使用されるが、前記した防腐剤の需要はいずれも、約35 t/年以下(原体として)である。表面処理用として、もう一つの適用(木材防かび剤)の分野でも、現行のTBZ、IPBC、IF-1000、TCMTB及びMBTは、10 t/年以下の需要で、前記の防蟻分野での需要も併せ各成分ごと、35 t/年以下(原体)である。

(註) *-1 ; 原液(原体)として約1,800 t/年

*-2 ; 原液(原体)として約150 t/年

(2) 防蟻(虫)剤

正確な数値として捉え難いが、防蟻分野での現需要は概ね、次の通りであると推定される。

表-15 防蟻(虫)剤の防蟻施工分野での原体消費量(平成7年度)

一般名	原体消費量
クロルピリホス	約450 t/年
ホキシム	約45
ピリダフェンチオン	約28
フェニトロチオン	約25
フェノプロカルブ	約36
エトフェンプロックス	約18
トリプロビルイソシアネート	約16
その他(防蟻剤)	約35
S-421(効力増強剤)	約60
計	約713 t/年

上記以外の建具、寝具等の防虫（カミキリ、ヒラタキクイムシ、シバソムシ等）又は、合板接着剤混入用として使用される成分の需要は、原体としてホキシムが約38 t/年、クロルピリホスが約20 t/年以下、フェニトロチオンが約20 t/年、ペルメトリンが約5～7 t/年程度で、他は殆ど無い。この分野（建具、寝具、合板等）では「劇物」扱いとなるクロルピリホス等は、効力が大であっても敬遠されるようである。

7. その他

(1) 健康住宅研究会対象物質の沸点及び蒸気圧

今回、対象物質とされた10物質の蒸気圧及び沸点を文献調査した結果は、表-16の通りである。

表-16 対象物質の蒸気圧と沸点

化学名	沸点	蒸気圧 mmHg (20℃)	蒸発率 (酢酸ブチルを100として)
ホルムアルデヒド	-19.5℃	10	68
アセトアルデヒド	21℃	740	
キシレン	138~144℃	6	
トリクロルエチレン	135~145℃	約 55	
トルエン	111℃	約 23	
ヘキサン	121℃	約 115	500
ベンゼン		約 75	
テトラクロルエチレン		約 13	
エチルベンゼン		約 70	
スチレン			
p-キシレン		約 5	
o-キシレン		約 0.9	
m-キシレン		約 2	

参考迄に、現在、燻蒸剤として使用されている薬剤及び防虫剤として衣服用に使用されている薬剤の蒸気圧及び沸点を示すと表-17の通りである。

表-17 現行燻蒸剤と防虫剤の蒸気圧及び沸点

化 学 名	蒸 気 圧 (mmHg/25℃)	沸 点 (℃)
スルフリルフルオライド	12,010 (20℃)	-55
臭化メチル	1,824	5
エチレンオキシド	1,095 (20℃)	11
青 酸	739	26
クロルピクリン	24	112
二臭化エチレン	12	132
p-ジクロルベンゼン	1	172
ナフタリン	0.1	218
水	24	100

参考文献

- 1 (社)日本木材保存協会(JWPA)編集、発刊「木材保存剤ガイドライン」(1994年10月発行)
- 2 木材工業 vol 51、No2、1996 「木材防腐・防蟻剤」(西本孝一著)
- 3 日本木材防腐工業組合 統計資料

平成9年1月27日

VOCと木材保存剤に関する考察（その2）

志津寿保

1. 木材保存剤の使われ方としては、次の4種に大別される。

(1) 表面処理用 (2) 加圧注入用 (3) 接着剤混入用 (4) 現場使用（防蟻剤）

一方、木材保存剤として上市されている化合物は数多く、それ等のすべてを1つずつ洗い流して行くのが順当ではあるが、時間と経費の関係で困難であり、それ故、その代表的なものを対象として取り上げて行くべきであろうと思う。代表的なものの基準としては、まず「需要が多いもの」、次に常温で「揮散しやすいと懸念されるもの」、更には「安全性面が懸念されるもの」である。

(1) 表面処理用

その需要から、クロルピリホス（現需要の50%以上を占める）とホキシムを追跡対象にしたい。

① クロルピリホス単味油剤（又は乳剤）

② ホキシム・S-421・トロイサン油剤

(2) 加圧注入用

これ等については、別添のJIS検討委員会でのデータを流用することにより特に実験の必要は無いと思われる。即ち、熱による揮散試験結果から、加圧注入用薬剤（クレオソートを除き）の揮散は問題ないと思われる。

但し、クレオソート油の処理後の挙動については検索が必要。

(3) 接着剤混入用

合板、パーティクルボード等の接着剤に混入使用する薬剤としては、主としてクロルピリホス及びホキシムの需要が大きい。防蟻・防腐合板としては、クロルピリホス・サンプラス混合乳剤の需要が大きい。

(4) 現場使用

いってみれば、防蟻剤である。需要は、今以てクロルピリホスが大きい。防蟻剤については、現場施工時の気中濃度測定試験がかなり実施されている。したがって、これ等のデータで読み込めれば、実験は省略したい。

2. 因って今回、VOCの対象化合物とされた物質と木材保存剤中で揮散性が懸念される化合物についての検索は次の通り考える。

I	II	III
ホルムアルデヒド アセトアルデヒド キシレン トリクロルエチレン トルエン ヘキサン ベンゼン テトラクロルエチレン エチルベンゼン スチレン	クロルナフタレン	(クレオソート (油))

これ等のI及びIIについては、明確な定義付けが出来ると思われるが、IIIについては、各種化合物の混合体であるので、本件の主旨に照らして何等かの定義付けが必要と思われる。これ等の揮散物は、分析測定の手段として、ガスクロマト法が最も簡便で、精度、感度の点から好ましいものとする。

3. 実験計画

(1) 上記[I]及び[II]について

基本的には、一定条件下で気中濃度の測定を行い、その経時変化を追跡する。これによって、どの程度の時間で気中濃度が減衰して行くのかを把握し、対象立案の参考とする。

(イ) 対象物質

[I]関係 ; ベンゼン、トルエン、o-, m-, p-キシレン、ヘキサン等

[II]関係 ; ナフタレン、 α -クロルナフタレン、 β -クロルナフタレン
ジクロルナフタレン等

(ロ) 装置

① 密閉ガラス容器 (デシケータ等) ② モデル容器又はモデル室

①については、対象物質のみ又は対象物質包含材料について一定条件下で保持した時 (例えば25℃、45%RH) の空間の気中濃度をGC法にて測定する。経時時変化を追跡し、平衡濃度に達する時間を把握する。②は、開空間を想定し、必要に応じて換気、材質を変えて、実材料を想定した空間濃度を把握する。

(ハ) 分析

該空間ガスを採取し、GC法又はパージトラップ/GC法にて測定する。
(定量下限値をどの程度に設置するかによって、ガス採取量、該試験空間容積、

分析方法が変わってくる。)

(2) クレオソート (油) 関係

(イ) 対象物質

前述の如く、多成分系であり揮発成分も含まれている。試料の事前調査により、3～4成分を指標物質として選定する。(GC、GC/MSでの確認)

(ロ) 装置

前記(ロ)に同じ。

(ハ) 分析

前記(ハ)に同じ。但し、クレオソートの場合、臭気が問題になる場合も想定される。その場合には、臭気強度の測定を行う必要がある。

以上、[I]、[II]及び[III]について、纏めると次の様になる。

試験項目 \ 検体	I (約8成分)	II (13成分)	III (3～4成分)
検体の組成確認 GC/Std GC/MS	○ ○	○ ○	○ ○(指定成分)
密閉系での平衡到達 (時間と平衡濃度の確認) GC	○ (～1週間)	○ (～1週間)	○ (～1ヶ月間)
密閉系でのモデル試料からの 揮散濃度の確認 GC	○	○	○
モデル室での空間濃度の経時 変化の確認 GC/PT/GC/MS	○	○	○
臭気濃度の経時変化	×	×	○

(3) 木材保存剤処理建材（試験片）関係

(イ) 対象

試験NO.	試験片	処理内容
a	単板（表面処理） ↑ 製材	クロルピリホス規定量処理
b		ホキシム規定量処理
c	合板（接着剤混入）	クロルピリホス規定量処理
d		ホキシム規定量処理
e		クロルピリホス・サンプラス規定量処理
f	パーティクルボード （接着剤混入）	クロルピリホス規定量処理
g		ホキシム規定量処理

(ロ) 装置

前記(ロ)と同じ。

(ハ) 分析

上記試験片からの経時ごとの有効成分の揮散移行性を測定する。（JWPA S 第15号に準ずる）

(平成9年3月21日)

加工注入用薬剤の揮散状況

品名		モクボ ZN	モクボ ACC	モクボ-ベネザーブ
組成		ナフテン酸亜鉛 乳化剤、パラフィン 石油系溶剤	DDAC アルコール系溶剤 水、その他	ホウ砂、ホウ酸
耐候操作		薬剤処理試験片を、60±2℃の循環式乾燥機中に静置した。		
分析対象		亜鉛 (Zn)	DDAC	ホウ素
残 存 率 (%)	0 日 目	98 %	97 %	96 %
	7 日 目	94	96	104
	14 日 目	99	96	101
	21 日 目	102	95	101
	30 日 目	100	96	100

(注) 試験実施者：大日本水紙防衛(株)

品名		トヨゾールCU	トヨゾールZN	パンキョアエーBM	ターリス-CuAZ		
組成		ナフテン酸銅 乳化剤 石油系溶剤	ナフテン酸亜鉛 乳化剤、パラフィン 石油系溶剤	DDAC ポリアルキルグリコール 消泡剤、アルコール 水	銅塩	ホウ酸	エポキシ-UV
耐候操作		薬剤処理試験片を、60±2℃の循環式乾燥機中に静置した。					
分析対象		銅 (Cu)	亜鉛 (Zn)	DDAC	銅 (Cu)	ホウ酸	エポキシ-UV
有 効 成 分 量	0 日 目	1.41 $\frac{kg}{m^3}$	2.44 $\frac{kg}{m^3}$	13.74 $\frac{kg}{m^3}$	2.95 $\frac{kg}{m^3}$	2.85 $\frac{kg}{m^3}$	0.137 $\frac{kg}{m^3}$
	7 日 目	1.43	2.51	13.74	2.96	2.86	0.135
	14 日 目	1.35	2.76	14.01	2.96	2.86	0.136
	21 日 目	1.37	2.34	13.96	2.96	2.86	0.136
	30 日 目	1.34	2.58	13.92	2.97	2.87	0.136

(注) 試験実施者：東洋水紙防衛(株)、(株)サイエス

JIS A 9201 原案(改訂)検討委員会資料の要約

JIS A 9201原案検討会資料

平成8年9月20日

大日本木材防腐(株)

各種木材防腐剤の耐候性の比較試験

1. 試験の方法

1) 耐候操作の方法

原案の耐候操作2 (60±2℃の循環式乾燥器中で静置。)による。ただし、残存率は揮散時間は0、7、14、21、30日間の耐候操作後に測定した。

2) 供試薬剤と処理濃度

- ①モクボ-ZE (乳化性ナフテン酸亜鉛) . . . 0.4% (亜鉛として)
- ②モクボ-AAC (DDAC系) . . . 1.0% (DDACとして)
- ③モクボ-ベネザープ (ほう酸系) . . . 2.0% (ほう酸として)

3) 処理試験体の作成

スギ辺材 (2×2×1cm) に各処理薬剤を減圧注入にて処理した。

4) 分析方法

①モクボ-ZE (乳化性ナフテン酸亜鉛)

硫酸・過酸化水素水で木材質を分解後、原子吸光光度計で亜鉛 (Zn) を測定した。

②モクボ-AAC (DDAC系)

3%塩酸・エタノールでDDACを抽出後、オレンジⅡ法 (吸光光度法) により測定した。

③モクボ-ベネザープ (ほう酸系)

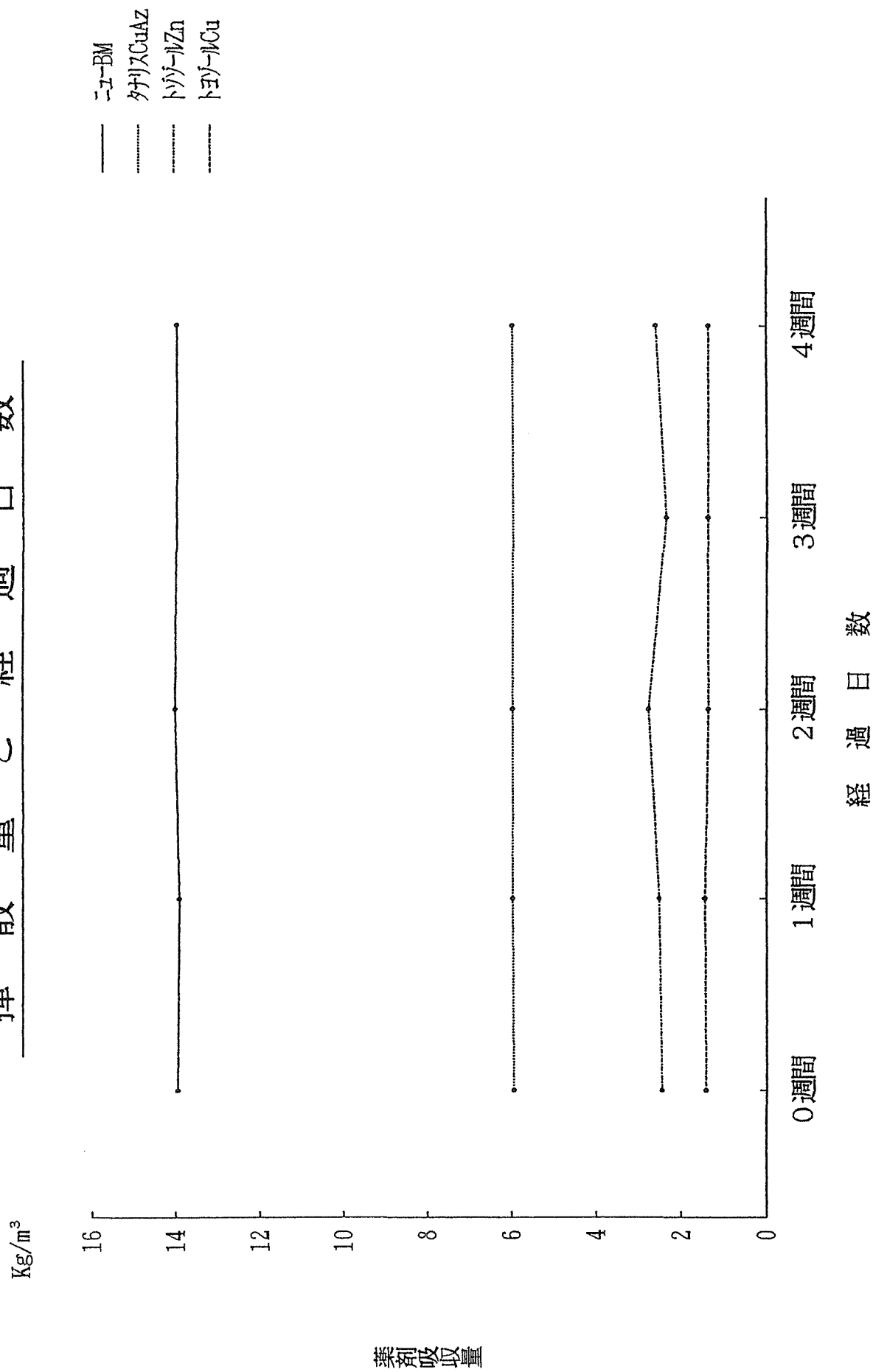
処理木材を、乾式灰化した後、10%塩酸に溶解し、常法通りカルミン酸法により、ほう素の量を測定した。

2. 結果

表-1 各種防腐剤の耐候性の比較

揮散操作(日)	平均残存率 (%)		
	モクボ-ZE	モクボ-AAC	ベネザープ
0	98	97	96
7	94	96	104
14	99	96	101
21	102	95	101
30	100	96	100

揮散量と経過日数



薬剤吸収量

ナフテン酸銅およびナフテン酸亜鉛乳剤の熱による揮散状況

東洋木材防腐株式会社
研究開発部・小林

前回のJ I S A 9201原案検討委員会にて提案されました、揮散操作による現在上市されている薬剤の揮散性の状況について、下記のとおり試験検討致しましたのでご報告致します。

記

1. 供試材料

1. 1 供試薬剤

乳化型ナフテン酸銅（トヨゾールCU）

乳化型ナフテン酸亜鉛（トヨゾールZN）

1. 2 供試試験材

上記各供試薬剤をJ I S A 9201に準拠してスギ辺材（2×2×1cm）に減圧注入処理したものを室内において風乾し、これを供試試験材とした。

2. 試験方法

各供試薬剤で処理した供試試験を60±2℃で1、2、3および4週間揮散操作し、揮散操作期間ごとに、操作後の試験材に残存する各供試薬剤の量を原子吸光分析法により測定した。

3. 試験結果

供試薬剤	供試試験材に含有する平均有効成分量 (kg/ml) ※				
	揮散操作期間				
	0	1週間	2週間	3週間	4週間
ナフテン酸銅	1. 4 1	1. 4 3	1. 3 5	1. 3 7	1. 3 4
ナフテン酸亜鉛	2. 4 4	2. 5 1	2. 7 6	2. 3 4	2. 5 8

※ナフテン酸銅：銅金属として

ナフテン酸亜鉛：亜鉛金属として

4. 考察

ナフテン酸銅およびナフテン酸亜鉛について60±2℃による4週間の揮散操作を行なったが、いずれも明確な揮散は確認されなかった。

加圧注入用防腐剤により処理された木材中の薬剤の安定性

平成8年9月20日
株式会社サイエンス

1. 目的

- ① J I S A 9201の耐候操作のうち流脱操作の影響を受けない耐候操作を追加する。現在の耐候操作は揮散と流脱が一体になっているので、流脱の影響を受けない耐候操作とは、揮散操作のみを意味する。
- ② 揮散操作のみの耐候操作の原案として、60℃-7日間が上げられたが、期間が短か過ぎるという意見が本委員会で見られ、揮散期間と処理木材中の薬剤の安定性のデータをワーキングで測定することになった。
- ③ 測定の方法は、薬剤については各社の代表的な加圧注入用の防腐剤を使用し、J I Sに従って処理し、処理後0日、7日、15日、30日のデータを採取する。

2. 供試薬剤

2.1 ペンタキュアニューBM

有効成分濃度：DDACとして1.612%

2.2 タナリスCuAz

有効成分濃度：銅0.32% ほう酸0.32% テブコナゾール0.0163%

3. 試験方法

3.1 試験材：スギ辺材2×2×1cm

試験材・薬剤の組合せ毎の試験材数は以下のとおりである。

薬剤		60℃における処理試験材の放置日数				
		0日目	7日目	15日目	30日目	60日目
ニューBM	DDAC用	10個	10個	10個	10個	10個
	銅・ほう酸用	10個	10個	10個	10個	10個
CuAz	アゾール用	20個	20個	20個	20個	20個

3.2 薬剤処理及び養生方法

J I S A 9201に従って実施した。

3.3 揮散操作

処理・養生を終了した試験材を、プラスチックのネットに薬剤区分及び放置日数区分毎に仕分けして納め、予め60℃に調節済みの循環式乾燥器内の棚に相互に重ならないように所定の期間まで放置した。

3.4 試験材のサンプリング

0日目：処理後21日間風乾した試験材

7日目：処理後21日間風乾した試験材を60℃で7日間乾燥したもの

- 15日目：処理後21日間風乾した試験材を60℃で14日間乾燥したもの
 30日目：処理後21日間風乾した試験材を60℃で30日間乾燥したもの
 60日目：処理後21日間風乾した試験材を60℃で60日間乾燥したもの

3.5 試験材の分析方法

- ①ペンタキユアニューアーBM処理試験材：DDACの吸収量測定法（JAS法）に従って実施した。分析結果は、kg/m³で表示した。
 ②タナリスCuAz処理試験材：AQの吸収量測定法に従って銅、ほう酸及びアゾールの測定を行った。

4. 試験結果

試験結果は表-1、表-2および表-3に示した。

表-1 加圧注入用薬剤処理試験材の吸収量の熱安定性

薬剤名	有効成分	吸収量平均値 (kg/m ³)				
		放置期間 (日)				
		0	7	15	30	60
ニューBM	DDAC	13.94	13.90	14.01	13.96	13.92
タナリス CuAz	銅	2.95	2.96	2.96	2.96	2.97
	ほう酸	2.85	2.86	2.86	2.86	2.87
	アゾール	0.137	0.135	0.136	0.136	0.136

5. 結論

表-1に示したように60℃で約2か月間の揮散操作を実施しても、ペンタキユアニューアーBM中の有効成分であるDDAC及びタナリスCuAz中の有効成分である銅、ほう酸アゾールの吸収量には変化がないことが判明した。

表-2 ペンタキユアニューBM処理試験材の吸収量の熱安定性

		放置期間 (日)									
		0		7		15		30		60	
薬剤名	有効成分	吸収量 (kg/m ²)									
		No.		No.		No.		No.		No.	
ニュー BM	DDAC	D1	14.2	D71	13.6	D151	13.8	D301	14.1	D601	14.0
		D2	13.5	D72	14.1	D152	13.9	D302	14.0	D602	13.9
		D3	14.0	D73	13.8	D153	14.1	D303	14.2	D603	14.0
		D4	13.6	D74	14.1	D154	14.2	D304	14.0	D604	13.8
		D5	14.1	D75	13.9	D155	14.0	D305	13.8	D605	14.0
		D6	14.0	D76	14.1	D156	13.9	D306	14.0	D606	13.6
		D7	13.8	D77	14.2	D157	13.9	D307	13.8	D607	14.0
		D8	14.1	D78	13.8	D158	14.0	D308	14.1	D608	13.8
		D9	14.2	D79	13.6	D159	14.2	D309	13.7	D609	14.1
		D10	13.9	D80	13.8	D160	14.1	D310	13.9	D610	14.0

表-3 タナリスCuAz処理試験材の吸収量の熱安定性

		放置期間 (日)									
		0		7		15		30		60	
薬剤名	有効成分	吸収量 (kg/m ²)									
		No.		No.		No.		No.		No.	
タナリス CuAz	銅	C1	3.0	C71	3.0	C151	2.9	C301	3.0	C601	3.0
		C2	2.9	C72	3.0	C152	2.9	C302	3.0	C602	3.0
		C3	3.0	C73	3.0	C153	2.9	C303	3.0	C603	2.9
		C4	2.9	C74	2.9	C154	3.0	C304	2.9	C604	3.0
		C5	3.0	C75	2.9	C155	3.0	C305	2.9	C605	3.0
		C6	2.9	C76	3.0	C156	3.0	C306	3.0	C606	2.9
		C7	2.9	C77	2.9	C157	3.0	C307	2.9	C607	2.9
		C8	3.0	C78	3.0	C158	3.0	C308	3.0	C608	3.0
		C9	3.0	C79	2.9	C159	3.0	C309	2.9	C609	3.0
		C10	2.9	C80	3.0	C160	2.9	C310	3.0	C610	3.0
	ほう酸	B1	2.9	C71	2.9	C151	2.8	C301	2.9	C601	2.9
		B2	2.8	C72	2.9	C152	2.8	C302	2.9	C602	2.9
		B3	2.9	C73	2.9	C153	2.8	C303	2.9	C603	2.8
		B4	2.8	C74	2.8	C154	2.9	C304	2.8	C604	2.9
		B5	2.9	C75	2.8	C155	2.9	C305	2.8	C605	2.9
		B6	2.8	C76	2.9	C156	2.9	C306	2.9	C606	2.8
		B7	2.8	C77	2.8	C157	2.9	C307	2.8	C607	2.8
		B8	2.9	C78	2.9	C158	2.9	C308	2.9	C608	2.9
		B9	2.9	C79	2.8	C159	2.9	C309	2.8	C609	2.9
		B10	2.8	C80	2.9	C160	2.8	C310	2.9	C610	2.9

表-3 タナリスCuAz処理試験材の吸収量の熱安定性

放置期間 (日)		0		7		15		30		60	
薬剤名	有効成分	吸収量 (kg/m ³)									
		No.		No.		No.		No.		No.	
タナリス CuAz	アゾール	A1	0.14	A71	0.13	A151	0.14	A301	0.13	A601	0.14
		A2	0.13	A72	0.14	A152	0.14	A302	0.13	A302	0.14
		A3	0.14	A73	0.14	A153	0.13	A303	0.14	A603	0.13
		A4	0.13	A74	0.13	A154	0.14	A304	0.14	A604	0.14
		A5	0.14	A75	0.14	A155	0.14	A305	0.14	A605	0.13
		A6	0.14	A76	0.13	A156	0.13	A306	0.14	A606	0.13
		A7	0.14	A77	0.14	A157	0.14	A307	0.13	A607	0.14
		A8	0.13	A78	0.13	A158	0.13	A308	0.14	A608	0.14
		A9	0.14	A79	0.13	A159	0.14	A309	0.13	A609	0.14
		A10	0.14	A80	0.14	A160	0.13	A310	0.14	A610	0.13

クレオソート油の揮散状況

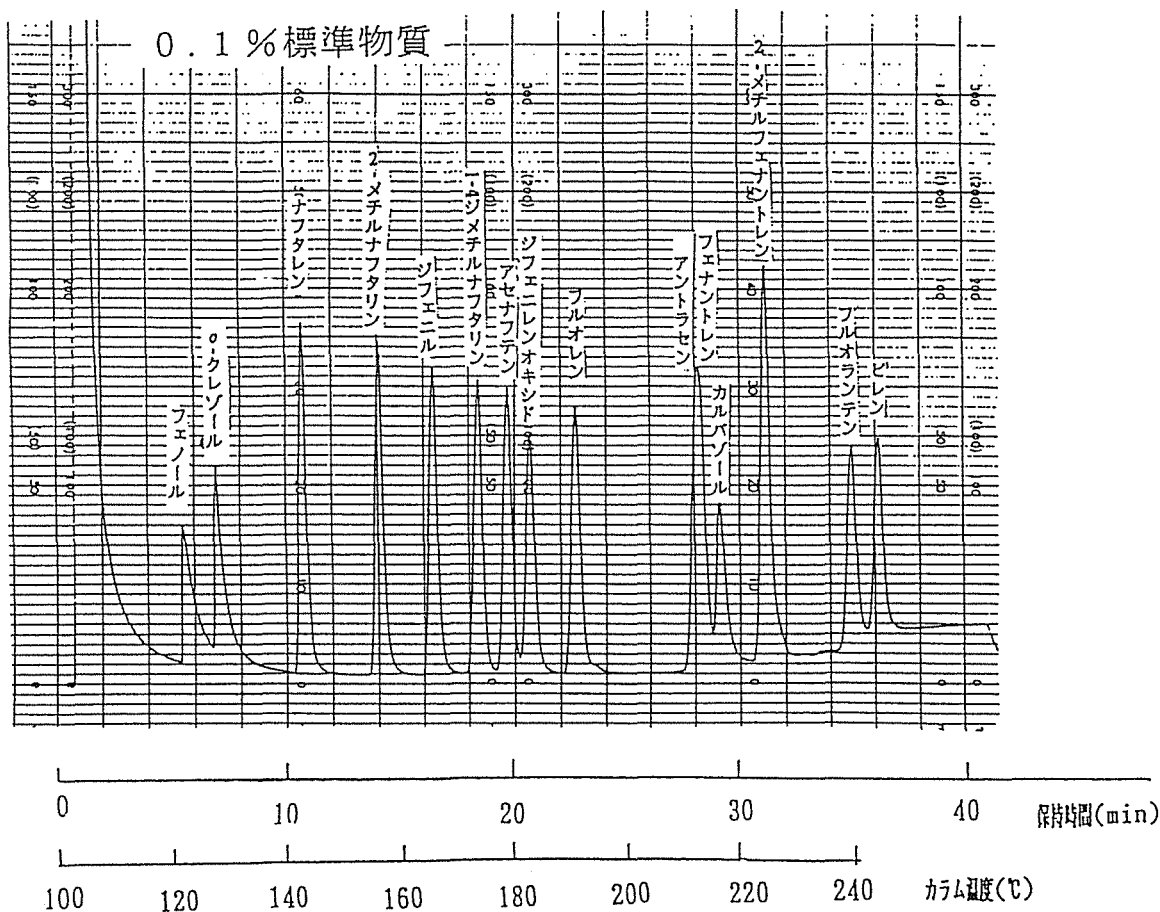
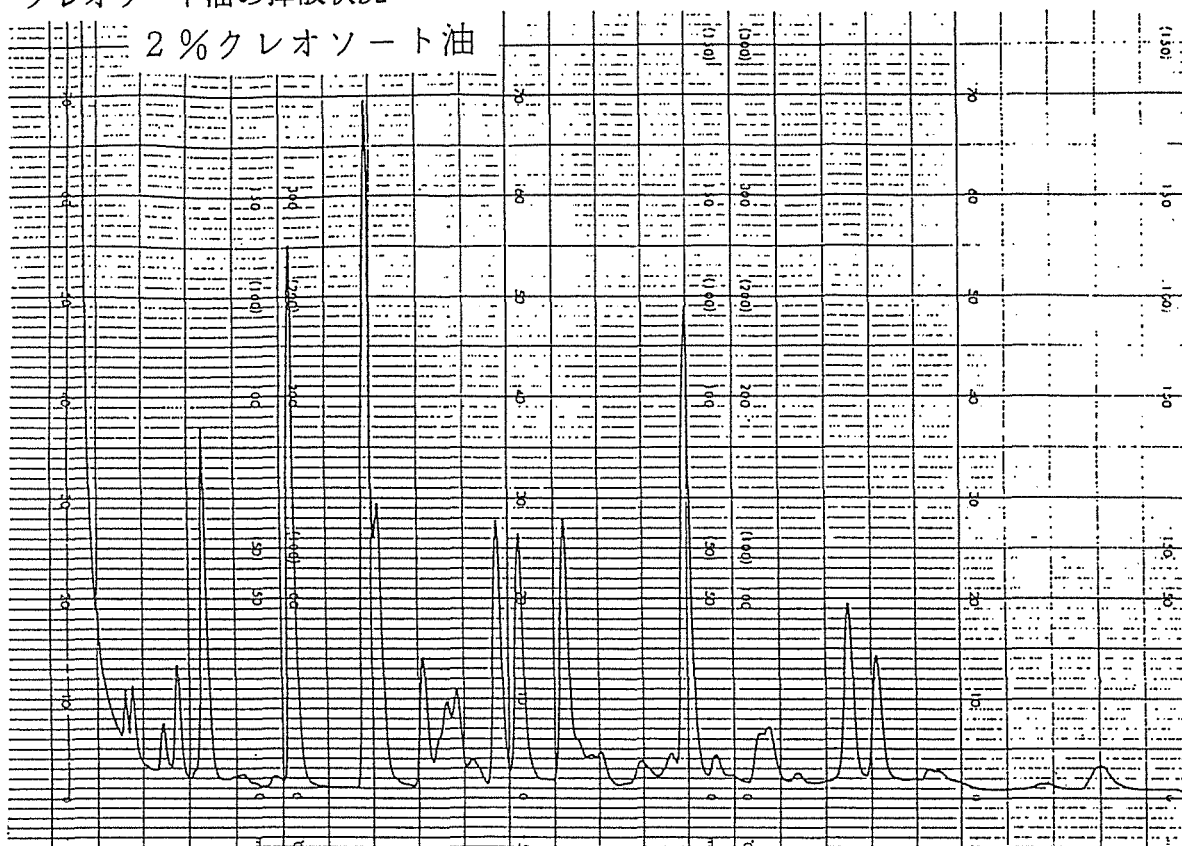


図 1. クレオソート油のクロマトグラム

JIS A9201原案検討委員会資料(森林総研)

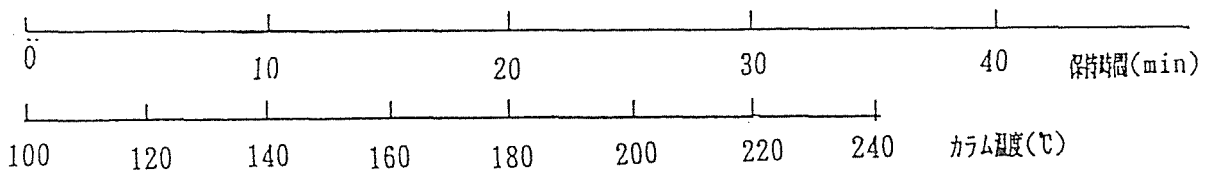
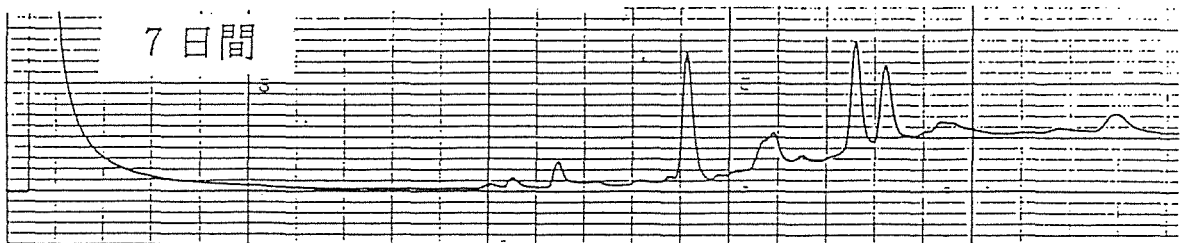
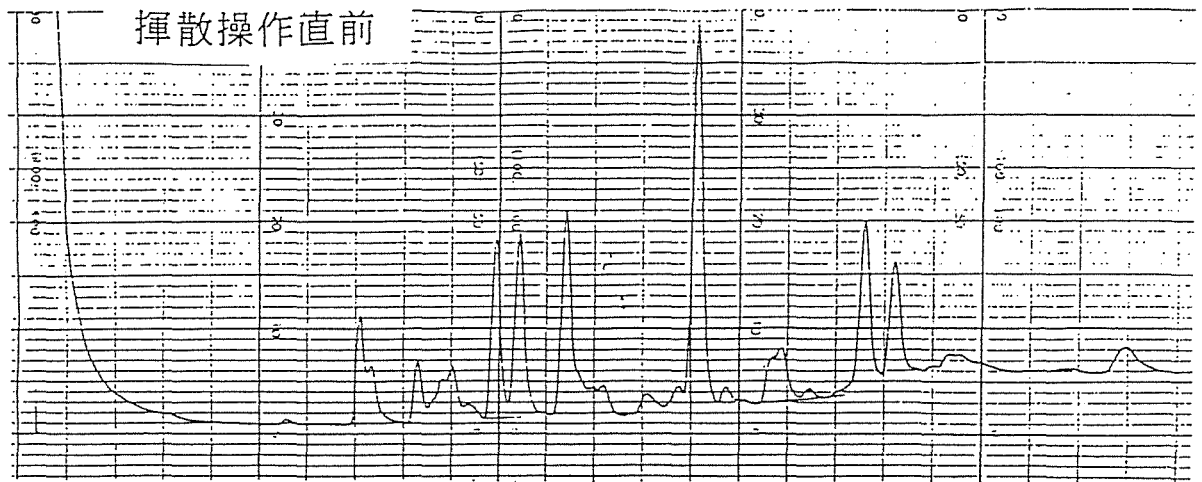


図2. 揮散操作 (60°C) によるクロマトグラムの変化

JIS A 9201 改訂原案検討委員会資料

加圧注入用木材保存剤と各規格の木材保存剤

薬剤の種類名	JAS 規格	JIS 規格	AQ 認証	JWPA 規格
ほう素化合物	○	×	×	○
クレオソート油	○	○	×	×
ナフテン酸銅	○	○	○	○
ナフテン酸亜鉛	○	○	○	○
パーサチック酸亜鉛・ピレスロイド系	×	○	○	○
アルキルアンモニウム化合物系	○	○	○	○
銅・アルキルアンモニウム化合物系	○	○	○	○
フェノール類・無機ふっ化物系	×	○	×	×
クロム・銅・ひ素化合物系	○	○	○	×
クロム・銅・亜鉛化合物系	×	○	×	○
銅・ほう酸・アゾール系	×	×	×	○

木材保存関連の木材保存協会規格

1. 性能評価規格

- | | | |
|------------|--------|--|
| 1 JWPA 規格 | No. 1 | 塗布・吹付け・浸せき処理用木材防腐剤の防腐効力試験方法 |
| 2 JWPA 規格 | No. 2 | 木材用防かび剤の防かび効力試験法 |
| 3 JWPA 規格 | No. 3 | 木質材料の耐朽性試験方法 |
| 4 JWPA 規格 | No. 5 | 塗布・吹付け・浸せき処理用木材防腐剤の鉄腐食性試験方法 |
| 5 JWPA 規格 | No. 6 | 塗布・吹付け・浸せき処理用木材防腐剤の吸湿性試験方法 |
| 6 JWPA 規格 | No. 7 | 塗布・吹付け・浸せき処理用木材防腐剤の性能基準 |
| 7 JWPA 規格 | No. 8 | 木材防虫剤の防虫効力試験方法（1） |
| 8 JWPA 規格 | No. 8 | 木材防虫剤の防虫効力試験方法（2） |
| 9 JWPA 規格 | No. 9 | ヒラタキクイムシの人工飼育方法 |
| 10 JWPA 規格 | No. 10 | 木材防虫剤の性能基準 |
| 11 JWPA 規格 | No. 11 | 塗布・吹付け・浸せき処理用木材防蟻剤の防蟻効力試験方法
（1）室内試験方法 |
| 12 JWPA 規格 | No. 11 | 塗布・吹付け・浸せき処理用木材防蟻剤の防蟻効力試験方法
（2）野外試験方法 |
| 13 JWPA 規格 | No. 12 | 加圧処理用木材防蟻剤の防蟻効力試験方法 |
| 14 JWPA 規格 | No. 13 | 土壌処理用防蟻剤の防蟻効力試験方法及び性能基準（1） |
| 15 JWPA 規格 | No. 14 | 木材防蟻剤及び木材防腐・防蟻剤の性能基準 |
| 16 JWPA 規格 | No. 15 | 薬剤処理製材等の揮散による薬剤の移行性試験方法 |
| 17 JWPA 規格 | No. 16 | 薬剤処理製材等の接触による薬剤の移行性試験方法 |
| 18 JWPA 規格 | No. 17 | 防蟻剤処理非木質系製品の室内防蟻効力試験方法及び性能基準 |
| 19 JWPA 規格 | No. 18 | 木材接触剤混入用木材保存剤の親和性試験方法及び性能基準 |
| 20 JWPA 規格 | No. 19 | 乳剤型木材保存剤の安定性試験方法及び性能基準 |
| 21 JWPA 規格 | No. 20 | 木質系新素材の生分解性試験方法 |
| 22 JWPA 規格 | (案) | 壁パネル材料の防腐・防蟻効力の試験方法 |
| 23 JWPA 規格 | (案) | 合板用接着剤に混入する木材防腐剤の防腐効力試験方法及び性能
基準 |
| 24 JWPA 規格 | (案) | 合板用接着剤に混入する木材防蟻剤の防蟻効力試験方法及び性能
基準 |

木材保存関連の日本工業規格

1. 性能評価規格

- 1 JIS A 9201 木材防腐剤の性能基準及び試験方法
- 2 JIS Z 2911 かび抵抗性試験方法
- 3 JIS Z 2101 木材の試験方法 1 7. 耐朽性試験

2. 薬剤規格

- 1 JIS K 1570 木材防腐剤

3. 防腐処理規格

- 1 JIS A 9002 木材の加圧式防腐処理方法

4. 処理製品規格

- 1 JIS A 9101 加圧式クレオソート油防腐処理木柱
- 2 JIS A 9104 加圧式クレオソート油防腐処理まくら木
- 3 JIS A 9107 加圧式クロム・銅・ひ素化合物系木材防腐剤防腐処理木柱
- 4 JIS A 9108 土台用加圧式防腐処理木材

加圧注入処理用防腐剤一覧

区分	整理番号	一般名	略号	成分	認定、公的規格
油性	1-1	クレオソート油			JISK2439,AWPA(P2),B.S.(144)
	2-1	ナフテン酸銅			AWPA(P8-2)
	2-2	ナフテン酸亜鉛			B.S.(3370), NZS(2235)
水性	2-3	8オキシキノール銅	CU-8		AWPA(P8-3)
	3-1-1	(酸性)クロム・銅系木材防腐剤	ACC	クロム、銅	AWPA(P5-1),北欧(NWPC),ドイツ
	3-1-2	クロム・銅・ほう素系木材防腐剤	CCB	クロム、銅、ほう素	ドイツ、北欧(NWPC)
	3-1-3	クロム・銅・りん酸系木材防腐剤	CCP	クロム、銅、リン	北欧(NWPC)
	3-1-4	クロム・フッ素・銅系木材防腐剤	CFK	クロム、フッ素、銅	ドイツ
	3-1-5	クロム・フッ素・銅・亜鉛系木材防腐剤	CFK-Z	クロム、フッ素、銅、亜鉛	JWPA(A-5096)
水性	3-1-6	クロム化塩化亜鉛	CZC	クロム、塩化亜鉛	AWPA(P5-7)
	3-2	アンモニウム性銅・AAC系木材防腐剤	ACQ	銅、AAC、アンモニウム	JWPA(A-5099)
水性	3-3-1	アルキルアミンモニウム化合物系木材防腐剤	DDAC-Z	DDACバーサチック亜鉛	JWPA(A-5007)
	3-3-2	アルキルアミンモニウム化合物系木材防腐剤	DDAC	DDACポリアルキレングリコール	JWPA(A-5056)
	3-3-3	アルキルアミンモニウム化合物系木材防腐剤	DDAC	DDAC	AWPA(P5-8)
水性	3-4-1	2-メルカプトベンゾチアゾール系木材防腐剤		MBT、2,5ジクロロ-4プロモフェノール	JWPA(A-5002)
	3-4-2	ほう素系化合物		ほう砂、ほう酸	JWPA(A-2018),N.Z.,オーストラリア
乳化剤	4-1	乳化ナフテン酸銅	NCU	ナフテン酸銅	JWPA(A-5054)
	4-2	乳化ナフテン酸亜鉛	NZN	ナフテン酸亜鉛	JWPA(A-5055)

J I S 又は J A S 規格候補組成物一覧表

防 腐 剤	有 効 成 分	注入量 Kg/m ²	鉄腐食比
バシリット CFK-Z	Cu、Zn、Cr、F	6.0	1.8
		8.0	1.2
マイトロール CT-87	AAC、Cu		1.42
レザック	AAC	2.0%	1.5
モクボー AAC	AAC	4.84	1.74
トヨゾール Cu	CuN	4.156 (Cu 0.43)	1.08
トヨゾール Zn	ZnN	3.296 (Zn 0.43)	1.09
ニッサンクリーン	ZnN	Zn 4.28	1.21
ニッサンクリーン	ZnN	Zn 2.52	1.63
エバーウッド PN-700	ZnV、Permethrin	Zn 0.67	1.04
セルボー P	DDAC、B	9.0	0.97
タナリス CuAz	Cu、B、Tebuconazole	5.13	0.96
SB-150 ME	Cyproconazole	0.382	0.81
	Propetamphos		

J I S A 9 2 0 1 改訂原案検討会の経緯

規格項目	平成7年12月6日	平成8年5月16日	平成8年9月20日
吸湿性試験	削除	同左	同左
鉄腐蝕性試験	現行(2.0以下)	数値が高すぎる	現行通りとする (2.0以下)
浸透性試験	スギ試験片の木取り、 比重の影響検討	再検討	乾燥したときの比重が 0.25~0.32の範囲のもの とする
乳化安定性試験	繰り返し使用による安 定性試験方法の検討	再検討	改定案通りとする
防腐性能試験 ①性能	現行 (平均質量減少率は3 %以内)	同左	同左
②供試菌	現行 オウズラケ、カヲケ	同左	同左
③木材片の形状	現行	同左	同左
④処理試験体	検討(0.33以上でも吸 収率250%を得るよう)	再検討	水溶性試料及び乳化性試料 で250±10%、油性及び油溶 性試料で200±10%の吸収率 を持ったもの
⑤培養瓶	マヨネーズ瓶を考慮し て450~900ml	同左	同左
⑥培養器	現行	同左	同左
⑦培養菌	改正前のA9302の方法	同左	同左
⑧抗菌操作	検討(光、通気等の条 件を考慮して)	同左	同左
⑨耐候操作	検討(耐候操作有りと 無しの2区分を検討)	耐候操作2の検討(揮 散期間と湿度条件)	揮散期間は1週間とす る
⑩記録	検討(変動率の記載の 有無)	変動係数を記載	変動係数を表記する
⑪無処理試験体	質量減少率の検討 (オウズラケ30%以上、カ ヲケ15%以上)	再検討	現行通りとする (オウズラケ30%以上、カ ヲケ15%以上)

木材防腐剤の性能基準及び試験方法（JIS A 9201）の改訂

項目	現行	改定案																							
1.適用範囲																									
2.用語の定義		<ul style="list-style-type: none"> ・「吸湿性」、「菌株」及び「菌粒液」を削除 ・「乳化性防腐剤」を追加 油性防腐剤、油溶性防腐剤に乳化剤を加えたものを水で薄めて用いる防腐剤																							
3.性能基準																									
3.1.防腐性能	平均質量減少率がオウズラタケ及びカラタケのいずれも3%以下でなければならない	同左 但し、防腐性能区分と耐候操作の関係は下表の通り																							
		<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="3">区分</th> <th colspan="4">平均質量減少率 (%)</th> </tr> <tr> <th colspan="2">耐候操作1</th> <th colspan="2">耐候操作2</th> </tr> <tr> <th>オウズラタケ</th> <th>カラタケ</th> <th>オウズラタケ</th> <th>カラタケ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>3以下</td> <td>3以下</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>3以下</td> <td>3以下</td> </tr> </tbody> </table>	区分	平均質量減少率 (%)				耐候操作1		耐候操作2		オウズラタケ	カラタケ	オウズラタケ	カラタケ	A	3以下	3以下	—	—	B	—	—	3以下	3以下
区分	平均質量減少率 (%)																								
	耐候操作1			耐候操作2																					
	オウズラタケ	カラタケ	オウズラタケ	カラタケ																					
A	3以下	3以下	—	—																					
B	—	—	3以下	3以下																					
3.1.2.防腐性能の区分		溶脱抵抗性の違いにより防腐性能Aと防腐性能Bに区分する																							
3.2.鉄腐蝕性																									
3.3.吸湿性		削除																							
4.試験方法																									
4.1.通則																									
4.1.1.木材片	木材片の年輪数は10mmにつき、3～5とし、乾燥したときの比重は0.25～0.33の範囲のものとする	木材片の年輪数は10mmにつき、3～5とし、乾燥したときの比重は0.25～0.32の範囲のものとする																							
4.1.2.試料																									
4.1.3.処理試験体	木材片の試料吸収率が、水溶性試料にあつては250±10%、油性及び油溶性試料にあつては200±10%の吸収率をもつたものを所定個数選び出し、20日以上室温に放置したものとする	木材片の試料吸収率が、水溶性試料及び乳化性試料にあつては250±10%、油性及び油溶性試料にあつては200±10%の吸収率をもつたものを所定個数選び出し、20日以上室温に放置したものとする																							
4.2.防腐性能試験方法																									
4.2.1.材料																									
(1)供試菌	<ul style="list-style-type: none"> ・オウズラタケ <i>Tyromyces palustris</i>(Berk.et Curt.)Murr. FFPRI 0507 ・カラタケ <i>Coriolus versicolor</i>(L.ex.Fr)Qu'el. FFPRI 1030 	<ul style="list-style-type: none"> ・オウズラタケ <i>Fomitopsis palustris</i>(Berk.et Curt.)Gilbn.&Ryv.FFPRI 0507 ・カラタケ <i>Trametes versicolor</i>(L.:Fr.)Pilat FFPRI 1030 																							
(2)培養瓶	床面積が50~100cm ² 、全容積が500~800mlの円筒形広口の容器とする	床面積が50~100cm ² 、全容積が500~900mlの円筒形広口の容器とする																							

項目	現 行	改定案																																																												
(3)培養基	培養瓶に海砂約250gを入れ、pHを5.5~6.0に調整した培養液80mlを加えた後、殺菌する。殺菌後、海砂の面を水平にし、培養液の液面が海砂の面と同じようになるように過剰の培養液を無菌的に取り除く	培養瓶に海砂約350gを入れ、pHを5.5~6.0に調整した培養液約100mlを加えた後、殺菌する。殺菌後、海砂の面を水平にし、培養液の液面が海砂の面と同じようになるようにする																																																												
(4)培養菌	4.2.1(3)と同じ培養液100mlに、0.149mmのふるいを通過したスギ辺材の風乾木粉約0.3gを加えて殺菌した後、あらかじめ斜面培養した2週間以内の新鮮な供試菌を接種し、26±2℃で振とう培養を行い、十分に供試菌が繁殖した後、その菌粒3mlを無菌的に培養基上に散布し、温度26±2℃、相対湿度70%以上のところで培養する。菌糸が培養基中に十分に繁殖したものを培養菌とし、抗菌操作に供する	4.2.1(3)の培養基表面のほぼ中央付近に接種用木片*1枚を無菌的に入れ、温度26±2℃、相対湿度70%以上のところで培養する。10~15日間で菌そうが培養基に十分に広がったものを培養菌とし、抗菌操作に供する。 *接種用木片は、寒天培養基上に供試菌を接種し、温度26±2℃のところで培養して、菌そうが十分に広がったとき、その菌そう上に吸水させて殺菌したブナ小片(約2×2mm、厚さ約1mm)を無菌的にのせ、5~6日間培養して供試菌を繁殖させたものとする。																																																												
(5)木材片の形状																																																														
4.2.2.試験体																																																														
(1)処理試験体																																																														
(2)補正用試験体	油性、油溶性試料だけについて(1)と同様に処理したもので、試験結果の補正に用	(1)と同様に処理したもので、試験結果の補正に用いる																																																												
(3)無処理試験体																																																														
(4)試験体の個数	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="3">試験体の種類</th> <th rowspan="3">菌の種類</th> <th colspan="4">個 数</th> </tr> <tr> <th colspan="2">水 溶 性</th> <th colspan="2">油 性 及 び 油 溶 性</th> </tr> <tr> <th>繰返し個数</th> <th>計</th> <th>繰返し個数</th> <th>計</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>処理試験体</td> <td>2</td> <td>9</td> <td>18</td> <td>9</td> <td>18</td> </tr> <tr> <td>補正試験体</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>9</td> <td>9</td> </tr> <tr> <td>無処理試験体</td> <td>2</td> <td>9</td> <td>18</td> <td>9</td> <td>18</td> </tr> <tr> <td>所要個数</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>36</td> <td>-</td> <td>45</td> </tr> </tbody> </table>	試験体の種類	菌の種類	個 数				水 溶 性		油 性 及 び 油 溶 性		繰返し個数	計	繰返し個数	計	処理試験体	2	9	18	9	18	補正試験体	-	-	-	9	9	無処理試験体	2	9	18	9	18	所要個数	-	-	36	-	45	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">試験体の種類</th> <th rowspan="2">菌の種類</th> <th colspan="2">繰返し個数</th> </tr> <tr> <th>耐候操作</th> <th>合計</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>処理試験体</td> <td>2</td> <td>9</td> <td>18</td> </tr> <tr> <td>補正用試験体</td> <td>-</td> <td>9</td> <td>9</td> </tr> <tr> <td>無処理試験体</td> <td>2</td> <td>9</td> <td>18</td> </tr> <tr> <td>所要個数</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>45</td> </tr> </tbody> </table>	試験体の種類	菌の種類	繰返し個数		耐候操作	合計	処理試験体	2	9	18	補正用試験体	-	9	9	無処理試験体	2	9	18	所要個数	-	-	45
試験体の種類	菌の種類			個 数																																																										
				水 溶 性		油 性 及 び 油 溶 性																																																								
		繰返し個数	計	繰返し個数	計																																																									
処理試験体	2	9	18	9	18																																																									
補正試験体	-	-	-	9	9																																																									
無処理試験体	2	9	18	9	18																																																									
所要個数	-	-	36	-	45																																																									
試験体の種類	菌の種類	繰返し個数																																																												
		耐候操作	合計																																																											
処理試験体	2	9	18																																																											
補正用試験体	-	9	9																																																											
無処理試験体	2	9	18																																																											
所要個数	-	-	45																																																											
.2.3.試験																																																														
(1)耐候操作	次の操作を交互に10回繰り返す (a)溶脱 容量500mlのピーカで、試験体を水面下に沈めマグネックスターを用い、25±3℃で回転子を毎分400~450回転させ、8時間攪拌し溶脱させる (b)揮散 温度60±2℃の循環式乾燥機中に16時間静置し、揮散分を揮散させる	(a)耐候操作1；各試験体9個を一組として、それぞれ容積約500mlのピーカにいれ、試験体容積の10倍量の脱イオン水を加え、試験体を水面下に沈め、マグネックスターを用い、温度25±3℃で回転子を毎分400~450回転させ、8時間攪拌し溶脱させた後、直ちに軽く試験体の表面の水切を行う。続いて、温度60±2℃の循環式乾燥機中に16時間静置し、揮散分を揮散させる。以上の操作を交互に10回繰り返す (b)耐候操作2；各試験体を温度60±2℃の循環式乾燥機中に7日間静置し、揮散分を揮散させる																																																												
(2)耐候操作を終わった試験体																																																														
(3)抗菌操作																																																														

項 目	現 行	改定案
4.3.鉄腐蝕性試験法		
4.3.1.材料		
4.3.2.試験体		
4.4.吸湿性能試験		削除
4.4.1.木材片の形状		
4.2.2.試験体		
4.2.3.試験		
5.計算		
5.1.質量減少率		
5.2.吸湿性試験の試験体の吸湿率		削除
6.試験結果の表示		
(1)防腐性能		
(2)鉄腐蝕性		
(3)吸湿性		削除
7.記録方法		

木材保存剤の将来展望

日本に於ける木材保存の変遷は著しい。即ち、この約30年間でまくら木は約1/9の約31,000m³に、また、電柱は1/65の約5,000m³に減少し、これに反して土台材は約11倍の233,000m³になり、その他は約6倍の約161,000m³になっている。起因はコンクリート材料の導入である。

電柱、まくら木の防腐処理が盛んな頃は、クレオソート油が多量に使用されたが、コンクリート材料に変わって、急激にその使用が減少してきた。

クレオソート油は、現在、6,249t/年で10年前の約1/3、CCAは100,942t/年で約1.5倍、その他の薬剤は8,655t/年で約2.3倍となっている。この傾向は、今後益々著しくなると思われる。

表1：木材保存の変遷

用 途	(防腐処理されたもの)		
	1966年度	1994年度	1994/1966
まくら木	約280,000m ³	約31,000m ³	約1/9
電 柱	約325,000	約5,000	約1/65
土台材	約21,000	約233,000	約11
その他 (エクステリアウッド等)	約27,000	約161,000	約6

表2：保存処理内訳

用 途		平成6年度 (1月～12月)	平成7年度 (1月～12月)	前年同期比
まくら木		31,463m ³	37,812m ³	120.1%
電 柱		5,138	4,941	96.1
建 築 材	土 台	232,838 (1,536)	215,674 (5,181)	102.3
	その他の建築材	161,494 (29,228)	113,032 (5,058)	
	外構材 (支柱、デッキ、遊具等)		34,256 (15,018)	
	その他 (土木、園芸、梱包材等)		17,952 (4,929)	
合 計		430,933 (30,764)	393,481 (30,186)	98.3

(注) カッコ内は新JIS薬剤

その他の薬剤としては、アルキルアンモニウム化合物系木材防腐剤（AAC）銅・アルキルアンモニウム化合物系木材防腐剤（ACQ）、乳化性脂肪酸金属塩系木材防腐剤（NZN、NCU）、クロム・銅・亜鉛化合物系木材防腐剤（CFKZ）の事である。

1. 木材防腐剤

木材防腐処理には、加圧注入処理と表面処理とが現在実施されている。加圧注入処理木材の主要各国の年間生産数量は表3の通りである。

表3：主要な国／地域の加圧防腐処理木材の年間生産数量

国／地域	生産量
フランス（1988）	219,000 m ³
ドイツ/FRG（1988）	1,000,000
スκανジナビア/フィンランド（1989）	1,369,000
イギリス（1988）	1,968,000
アメリカ（1988）	16,009,000
南アフリカ（1988）	430,000
日本（1988）	408,000
オーストラリア（1988）	942,000
ニュージーランド（1986～1987）	1,460,000

（注）Jermer&Evansの報告（1990）

日本の生産量は、米国に比べ1/40、他の国と比較して1/3～1/5で、人口や木造家屋、更には木材劣化環境の厳しい風土気候を考えると、もっと木材の保存がなされるべきかと思われる。

表4：加圧注入処理用防腐剤の変遷

年次	クレオソート油	P・F系水溶液	CCA系水溶液	その他の薬剤
昭和60年（1985）	18,919 t	1,388 t	70,077 t	— t
昭和61年（1986）	12,334	1,299	74,247	—
昭和62年（1987）	9,394	520	89,894	—
昭和63年（1988）	12,176	372	95,528	—
平成1年（1989）	11,505	409	96,613	—
平成2年（1990）	11,408	75	96,043	—
平成3年（1991）	12,061	0	88,175	3,752
平成4年（1992）	8,601	0	92,411	5,213
平成5年（1993）	6,899	0	97,479	7,142
平成6年（1994）	6,249	0	100,942	8,655

クレオソート油、CCAは薬剤自体の殺菌・殺虫力が抜群に高いとは言えない。

クレオソート油は、高沸点溜分から低沸点溜分まで数十種類の成分が、混在したものでその防腐・防蟻効力の長期間持続する特性は非常に優れている。

但し、木材を着色せしめ、環境を汚染し、更に悪臭を有する故に現在の社会的ニーズに合致しない。また、CCAも数種類の化合物の混合剤である。

加圧注入処理は、長期間木材を生物劣化から保護する目的で実施される処理である。単一化合物で、長期間全く変質せず、効力を持続することは難しい。まして、有機化合物は自然界の諸因子によって分解する化合物が多い。また、加圧注入用薬剤は、水溶性薬剤であることを前提とする。乾燥木材に水溶液を注入し、更に注入後、乾燥するという操作は、一見無駄なようであるが、経済性、安全性等を考えると水溶性薬剤にならざるを得ない。

CCAの様に配合成分が木材中で反応して不溶化するには、クロム化合物を除外することは出来ない。CCB（クロム、銅、ホウ素）、CCF（クロム、銅、フッ素）とも将来的には使用が難しくなると思われる。

主成分の溶脱防止には、合成樹脂との組合せとか、木材成分との化学反応とかを考え、種々の工夫を行わなければならない時代になると思われる。

2. 防蟻剤

家屋のしろあり防除の基本は土壌処理にある。しろありの習性上、一般に土壌を通して木材を食害するから土壌表面及び土壌中に防蟻層を作り、侵害を防止するのが最も有効な手段であると思われる。

殺虫性、防虫性が高いことが要求されるが、クロルデン原体のように殺虫性の高い α -クロルデン、忌避性のある β -クロルデンを主体とした約20数種の化合物の混在した薬剤は、しろあり防除には最も適していたと言える。

この様な性能は、単一化合物に求める事は不可能で、数種の異なった性能を有する化合物の混合に求めざるを得ないと思われる。

持続性は流脱因子以外には土壌のpH、微生物による分解性、及び温度による揮散性等により左右される。現在の常識では少なくとも10年程度の持続性が要求されるものと思われる。

有機リン系化合物は、クロルデン使用禁止後、広く使用され平成元年（1989）には、原体換算で年間約800t使用されていたが、平成5年（1993）には、500～600t/年に減り、平成7年（1995）には更に減少し、約300t/年（推定）とみられている。これは、しろあり防除施行の減少でなく、安全性が問題とされ、他剤への代替がなされつつある為と思われる。

3. 防かび剤

木材に発生したカビは、材中深く侵入することなく、木材表面近くに存在するデンプン等の糖類を利用しているため、表面を鉋削すれば変色部は容易に除去できる。

一方、変色菌は材中にまで侵入し、深刻な変色を生じせしめるため、丸太、製材品及び木製品の経済価値を減じると言われている。そこで、主として変色菌の発生を抑制する処理が採られ、2, 4, 6-トリクロムフェノール (TCP) 及びそのナトリウム塩が効力は別として経済性面で採用されてきた。しかし、工業用TCPには、発癌性の高いダイオキシンが含有されていることが判り、現在では販売及び使用に関する自主規制を行っている。

TCPの代替薬剤に求められる条件は、種々考えられるがこれらの条件を満足し得る薬剤の検討が目下なされている。

期待される化合物；シクロベンゼンジカルボキシイミド系、フタルイミド系、スルファミド系、ニトリル系、キノリン系、イミダゾール系、ベンゾチアゾール系、トリアゾール系、有機ヨード系、トリハロアリル系、チオシアネート系、等

以 上

CCA処理に関する各社の対応

会 社 名	対 応
相田木材（北海道・苫小牧市）	廃液回収処理
会津木材防腐（福島・会津若松市）	新薬への切り替え
秋田県木材防腐加工協同組合（秋田・秋田市）	新薬への切り替え
岩崎産業（鹿児島・鹿児島市）	設備投資
岩崎産業（山梨・都留市）	設備投資
兼松日産農林（東京・江東区）	薬剤変更
金ト斎藤木材（北海道・上磯郡）	薬剤変更
九州木材工業（福岡・筑後市）	薬剤変更
越井木材工業（大阪・大阪市）	設備改良
後藤産業（熊本・熊本市）	ACQに変更
小林産業（大分・下毛郡）	薬剤変更
ザイエンス（東京・千代田区）	薬剤変更
清水港木材産業協同組合（静岡・清水市）	現状維持（現行）
下澤産業（富山・下新川郡）	薬剤変更
新宮商行（北海道・釧路市）	設備改良
大日本木材防腐（愛知・名古屋市）	設備改良
中国木材（広島・呉市）	薬剤変更
寺山木材工業（福岡・福岡市）	薬剤変更
トーア（宮崎・都城市）	薬剤変更
中谷産業（大阪・豊中市）	薬剤変更
日立電線木工（茨城・那珂郡）	？
丸善木材（北海道・釧路郡）	設備改良
武蔵工業（栃木・鹿沼市）	薬剤変更
名鉄木材防腐（岐阜・可児市）	薬剤変更
柳本商店（広島・福山市）	薬剤変更
山大（宮城・石巻市）	薬剤変更
米田物産（北海道・滝川市）	薬剤変更
”（山形・酒田市）	現有設備
”（兵庫・姫路市）	現有設備
吉久（富山・高岡市）	設備改良

改定案

JIS 日本工業規格

木材防腐剤の性能基準及び試験方法 A 9201-1991

Qualitative standards and testing methods of wood preservatives

1. 適用範囲 この規格は、注入処理用木材防腐剤の防腐性能、鉄腐食性及び吸湿性についての性能基準並びに試験方法について規定する。

備考1. 木材防腐剤の防腐性能は、抗菌操作による質量減少率で表し、鉄腐食性及び吸湿性は、それぞれ鉄腐食比及び吸湿比で表す。

2. この規格の引用規格を、次に示す。

- JIS A 5508 鉄丸くぎ
- JIS K 8102 エタノール (95) (エチルアルコール (95)) (試薬)
- JIS K 8222 海砂 (試薬)
- JIS K 8284 くえん酸二アモンモニウム (試薬)
- JIS K 8824 ふどう糖 (無水) (試薬)
- JIS K 8858 ベンゼン (試薬)
- JIS K 8962 硫酸カリウム (試薬)
- JIS Z 9041 測定値の処理方法

2. 用語の定義 この規格で用いる主な用語の定義は、次のとおりとする。

- (1) 注入処理 減圧、加圧など機械的圧力差を用いて、木材中に防腐剤を浸透させる処理。
- (2) 防腐性能 防腐剤の腐朽菌による木材の劣化を防止する効果。
- (3) 鉄腐食性 防腐剤で処理した木材の鉄に対する腐食性。
- (4) 吸湿性 防腐剤で処理した木材の吸湿性。
- (5) 水溶性防腐剤 水に溶解して用いる防腐剤。
- (6) 油性防腐剤 原液のままでも用いる油状防腐剤。
- (7) 油溶性防腐剤 樹脂、灯油などの溶媒に溶解して用いる防腐剤。
- (8) 菌株 純粋培養菌の系統中の一菌株。
- (9) 菌懸液 菌と培養液によって粒状に生育した供試菌を含む液。

3. 性能基準

3.1 防腐性能 木材防腐剤の防腐性能は、6.(1)における平均質量減少率がオオスズラタケ及びカワラタケのいずれにおいても3%以下⁽¹⁾でなければならない。

注(1) これらの値は、処理試験体と同時に試験した無処理試験体の平均質量減少率が、オオスズラタケの場合30%以上、カワラタケの場合15%以上の値を示したときの値でなければならない。

1. 適用範囲 この規格は、注入処理用木材防腐剤の防腐性能及び鉄腐食性についての性能基準並びに試験方法について規定する。

備考1. 木材防腐剤の防腐性能は、抗菌操作による質量減少率で表し、鉄腐食性は、鉄腐食比で表す。

2. 用語の定義 この規格で用いる主な用語の定義は、次のとおりとする。

- (1) 注入処理 減圧、加圧など機械的圧力差を用いて、木材中に防腐剤を浸透させる処理。
- (2) 防腐性能 防腐剤の腐朽菌による木材の劣化を防止する効果。
- (3) 溶脱抵抗性 外部から入ってきた水による防腐剤の木材からの溶出に対する抵抗性。
- (4) 鉄腐食性 防腐剤で処理した木材の鉄に対する腐食性。
- (5) 水溶性防腐剤 水に溶解して用いる防腐剤。
- (6) 油性防腐剤 原液のままでも用いる油状防腐剤。
- (7) 油溶性防腐剤 樹脂、灯油などの溶媒に溶解して用いる防腐剤。
- (8) 乳化性防腐剤 油性防腐剤、油性防腐剤に乳化剤を加えたものを水で溶めて用いる防腐剤。

3. 性能基準

3.1 防腐性能

3.1.1 防腐性能 木材防腐剤の防腐性能は、6.(1)における平均質量減少率がオオスズラタケ及びカワラタケのいずれにおいても3%以下⁽¹⁾でなければならない。木材防腐剤の防腐性能区分と耐候操作の関係は、表1のとおりとする。

表 1 木材防腐剤の防腐蚀性区分と耐候操作の関係

区分	平均質量減少率 (%)			
	耐候操作 1		耐候操作 2	
	オオウズラタケ	カワラタケ	オオウズラタケ	カワラタケ
A	3 以下	3 以下	-	-
B	-	-	3 以下	3 以下

3. 1. 2 防腐蚀性の区分 木材防腐剤の防腐蚀性は、溶脱抵抗性の違いにより防腐蚀性能 A と防腐蚀性 B に区分する。

3. 3 吸湿性 削除

(2) 木材片は、二方まさで各面を平滑かつ正確に、かなな仕上げをするものとする。木材片の年輪数は、1.0 mm につき 3~5 とし、乾燥したときの比重が 0.25~0.32 の範囲のものとする。

4. 1. 2 試料 試験しようとする木材防腐剤から、その品質を代表するように適当量採取する。油性防腐剤はそのまま、油性防腐剤については、その防腐剤に指定された溶媒を用い、水性防腐剤及び乳化性防腐剤については、脱イオン水を用いて、それぞれ指定濃度(1)の液状に調整して試料とする。

3. 2 鉄腐食性 木材防腐剤の鉄腐食性は、6.(2)における鉄腐食比が 2.0 (1) 以下でなければならぬ。

注(1) この値は、試験体と同時に試験した無処理試験体のくきの平均質量減少率が 2.0% 以下の値を示したときの値でなければならぬ。

3. 3 吸湿性 木材防腐剤の吸湿性は、6.(3)における吸湿比が 1.2 以下でなければならぬ。

4. 試験方法

4. 1 通則

4. 1. 1 木材片

(1) 試験に用いる木材片は、正常健全なスギ木材とし、同じ試験に用いる木材片は、気乾燥の同一木材からとるものとする。

(2) 木材片は、二方まさで各面を平滑かつ正確に、かなな仕上げをするものとする。木材片の年輪数は、10 mm につき 3~5 とし、乾燥したときの比重が 0.25~0.33 の範囲のものとする。

(3) 木材片は、温度 60 ± 2 °C で 48 時間筒形式乾燥器で乾燥し、約 30 分間アシケータ中に放置した後その質量を 0.01 g まで量り、吸湿しないようアシケータ中に保管する。

4. 1. 2 試料 試験しようとする木材防腐剤から、その品質を代表するように適当量採取する。油性防腐剤はそのまま、油性防腐剤については、その防腐剤に指定された溶媒を用い、水性防腐剤については、脱イオン水を用いて、それぞれ指定濃度(1)の液状に調整し試料とする。

注(1) 採用に供しようとする濃度で、質量百分率 (%) で表す。

4. 1. 3 処理試験体

(1) ビーカーに入れた木材片を真空アシケータなどの中に入れて減圧し、試料を吸収させながら常圧に戻し、しばらく放置する。その後、試料中から木材片を取り出し、これを軽くぬぐ(拭)い、直ちにその質量を 0.01 g まで量る。

(2) 木材片の試料吸収率は、次の式によって算出する。

$$A = \frac{m_2 - m_1}{m_1} \times 100$$

ここに、A : 試料吸収率 (%)

m_1 : 4.1.1(3)の規定による質量 (g)

m_2 : 4.1.3(1)の規定による質量 (g)

(3) 処理試験体は、木材片の試料吸収率が、水溶性試料にあっては30±10%、油性及び油溶性試料にあっては200±10%の吸収率をもつたものを所定回数蒸出し、20日以上室温に放置したものとす。

4.2 防菌性能試験方法

4.2.1 材料

- (1) 供試菌 供試菌は、次の2種類とし、所定の菌株 (*) とす。
 - (a) オオウズラタケ *Tyromyces palustris* (Berk. et Curt.) Murr. FPPRI 0507
 - (b) カワラタケ *Coriolus versicolor* (L. ex Fr.) Qu'el. FPPRI 1030
- 注(*) 豊林水産省森林総合研究所 (FPPRI) で分離した木材防腐剤の防菌性能試験用標準菌株
- (2) 培養瓶 培養瓶は、底面積が50~100 cm²で、全容積が500~800 mlの円筒形広口の容器とする。
- (3) 培養液 培養液に海砂 (*) 約250 gを入れ、pHを5.5~6.0に調整した培養液 (*) 80 mlを加えた後、殺菌 (*) する。殺菌後、海砂の面を水平にし、培養液の液面が海砂の面と同じようになるように過剰の培養液を無菌的に取り除く。
- 注(*) 海砂は、JIS K 8222に規定する1級1号とし、使用前に十分に水洗し、乾燥したものとす。
- (4) 培養液の組成は、ぶどう糖4%、ペプトン0.3%、麦芽抽出物1.5%をきむものとする。

は、JIS K 8024の1級とする。

- (5) 殺菌の方法は、蒸気殺菌器中で120 °Cで30分間行う。
- (6) 培養液 4.2.1(3)と同じ培養液100 mlに、0.149 mmのよりのを通過したスギ刃材の風乾木粉約0.3 gを加えて殺菌した後、あらかじめ材料培養した2週間以内の新鮮な供試菌を接種し、26±2 °Cで菌と培養を行い、十分に供試菌が繁殖した後、その菌粒3 mlを無菌的に培養基上に散布し、温度26±2 °C、相対湿度70%以上のところで培養する。菌糸が培養基中に十分に繁殖したものを培養菌とし、抗菌操作に供する。
- (7) 木材片の形状 木材片の形状は、木口面で20×20 mm、高さ10 mmとする。木口面及び高その寸法の許容差は、±0.5 mmとする。

4.2.2 試験体 試験体は、処理試験体、補正用試験体及び無処理試験体の3種類とする。

- (1) 処理試験体 4.1.3によって試料を吸収させたもの。
- (2) 補正用試験体 油性、油溶性試料について(1)と同様に処理したもので、試験結果の補正に用いる。
- (3) 無処理試験体 4.2.1(5)の木材片で、抗菌操作における培養面の活力の判定に用いる。
- (4) 試験体の個数 試験体の個数は、繰り返し個数を9とし、1試料につき表1のとおりとする。

表1 防菌性能試験における試験体の個数

試験体の種類	個数				
	水溶性		油性及び油溶性		
	繰り返し個数	計	繰り返し個数	計	
処理試験体	2	9	18	9	18
補正試験体	—	—	—	9	9
無処理試験体	2	9	18	9	18
所要個数	—	—	36	—	45

(3) 処理試験体は、木材片の試料吸収率が、水溶性試料及び乳化性試料にあっては250±10%、油性及び油溶性試料にあっては200±10%の吸収率をもつたものを、個数選び出し、20日以上室温に放置したものとす。

- (1) 供試菌 供試菌は、次の2種類とし、所定の菌株 (*) とす。
 - (a) オオウズラタケ *Fomitopsis palustris* (Berk. et Curt.) Gilbn. & Ryv. FPPRI 0507
 - (b) カワラタケ *Traaetes versicolor* (L.: Fr.) Pilat FPPRI 1030

- (2) 培養瓶 培養瓶は、底面積が50~100cm²で、全容積が500~900mlの円筒形広口の容器とする。
- (3) 培養液 培養液に海砂 (*) 約350gを入れ、pHを5.5~6.0に調整した培養液 (*) 約100mlを加えた後、殺菌 (*) する。殺菌後、海砂の面を水平にし、培養液の液面が海砂の面と同じになるようにする。

(7) 殺菌の方法は、オートクレーブで温度120 °Cで30分間行う。

- (4) 培養液 4.2.1(3)の培養液表面のほぼ中央付近に接種用木片 (*) 1枚を無菌的に入れ、温度26±2 °C、相対湿度70%以上のところで培養する。10~15日間で菌そうが培養基に十分に広がったものを培養菌とし、抗菌操作に供する。

(5) 接種用木片は、寒天培養基上に供試菌を接種し、温度26±2 °Cのところで培養して、菌そうが十分に広がったとき、その菌そう上に吸水させて殺菌したブナ小片 (約2×2mm、厚さ約1mm) を無菌的にのせ、5~6日間培養して供試菌を繁殖させたものとす。

(2) 補正用試験体 (1)と同様に処理したもので、試験結果の補正に用いる。

(4) 試験体の個数 試験体の個数は、繰り返し個数を9とし、1試料につき表2のとおりとする。

表2 防菌性能試験における試験体の個数

試験体の種類	菌の種類	繰り返し個数	
		耐菌操作	合計
処理試験体	2	9	18
補正用試験体	—	9	9
無処理試験体	2	9	18
所要個数	—	—	45

4.2.3 試験 試験体に対して耐腐蝕操作を行った後、抗菌操作を行うものとする。ただし、補正用試験体については、培養液の代わりに脱イオン水を用いる場合は、4.2.1(3)に規定した方法で調製した培養液を用い、無菌の培養液上に耐熱性の膜を置き、その上に補正用試験体を置き、以下、4.2.3(3)と同じように行う。

(1) 耐腐蝕操作 次の操作を交互に10回繰り返す。

- (a) 溶解 処理試験体、補正用試験体及び無処理試験体各9個を一組として、それぞれ容量約500 mlのビーカーに入れ、試験体容量の10倍量の脱イオン水を加え、試験体を水面下に沈め、マグネチックスターラーを用い、25 ± 3 °Cで回転子を毎分100～450回転させ、8時間かくはんし溶解させる。
- (b) 揮発 溶解操作を終わった試験体は、直ちに温度60 ± 2 °Cの循環式乾燥器中に16時間静置し、揮発分を揮散させる。

(2) 耐腐蝕操作を終わった試験体 耐腐蝕操作を終わった試験体は、温度60 ± 2 °Cで48時間循環式乾燥器で乾燥した後、約30分間デシケータ中に放置してその質量を0.01 gまで量る。

(3) 抗菌操作 次の操作を行う。

- (a) 抗菌操作 処理試験体及び無処理試験体の抗菌操作は、4.2.1(4)に規定した培養液の上に、1培養液ごとに3個ずつ、カワラタケでは直線に、オオウスラタケでは扇面した約1 mm厚さの耐熱性プラスチックの膜を置きその上に、培養方向を垂直にして置き、26 ± 2 °C、相対湿度70%以上のところに12週間置く。
- (b) 抗菌操作を終わった試験体 抗菌操作を終了後、試験体を取り出し、表面の菌糸その他の付着物を十分に取り除き、約24時間風乾した後、温度60 ± 2 °Cで約48時間乾燥し、約30分間デシケータ中に放置した後、その質量を0.01 gまで量る。

4.3 抗菌性試験方法

4.3.1 材料

- (1) 木材片の形状 木材片の形状は、水口面で20 × 20 mm、高さ45 mmとする。水口面及び高さの寸法の許容差は、± 0.5 mmとする。
- (2) くき くきは、清浄なもので、JIS A 5508に規定するBWG#14、長さ38 mmのものとする。くきは、試験前にベンゼン (JIS K 8858に規定する特級) で脱脂し、エタノール (JIS K 8102に規定する特級) で洗浄する。脱脂、洗浄したくぎ2本を一組として、その質量を0.001 gまで量る。
- 4.3.2 試験体 試験体は、処理試験体と無処理試験体の2種類とする。
- (1) 処理試験体 4.1.3.3によって原料を吸収させた木材片の、水口面の1対角線を3等分する2点に割れが入らないように、4.3.1(2)のくきを頭部まで垂直に打ち込んだもの。
- (2) 無処理試験体 4.3.1(1)の木材片に、4.3.2(1)の処理試験体と同様にくきを打ち込んだもの。
- (3) 試験体の菌数 試験体の菌数は、処理試験体及び無処理試験体について、各々5個とする。

4.3.3 試験 試験は、あらかじめ硫酸カリウム (JIS K 8962に規定する特級) の結晶が共存する飽和溶液を用いて、温度40 ± 2 °C、相対湿度約97%に調湿したデシケータ (内径約18 cm) 中に試験体を入れ、その温度を保ったまま10日間放置する。各試験体からくぎを抜き取り、直ちにビーカー中のくえん酸二アンモニウム (JIS K 8284に規定する特級) の水溶液 (10% 中に浸せきし、時計皿で覆い、20分間同一条件で煮沸した後よく水洗し、布でぬぐい、拭きびを十分に除いて乾燥後、その質量を0.001 gまで量る。

(1) 耐腐蝕操作 処理試験体、補正用試験体及び無処理試験体を性能区分に応じて次のいずれかの操作を行った後、抗菌操作を行うものとする。

- (a) 耐腐蝕操作 1 各試験体9個を一組として、それぞれ容量約500 mlのビーカーに入れ、試験体容量の10倍量の脱イオン水を加え、試験体を水面下に沈め、マグネチックスターラーを用い、温度25 ± 3 °Cで回転子を毎分400～450回転させ、8時間攪拌し溶解させた後、直ちに軽く試験体の表面の水切りを行う。続いて、温度60 ± 2 °Cの循環式乾燥器中に16時間静置し、揮発分を揮散させる。以上の操作を交互に10回繰り返す。
- (b) 耐腐蝕操作 2 各試験体を温度60 ± 2 °Cの循環式乾燥器中に7日間静置し、揮発分を揮散させる。

- 4.4 吸湿性試験方法
- 4.4.1 木材片の形状 木材片の形状は、木口面で20×20 mm、高さ10 mmとする。木口面及び高さの寸法の許容差は、±0.5 mmとする。
- 4.4.2 試験体 試験体は、処理試験体と無処理試験体の2種類とする。
- (1) 処理試験体 4.1.3によって試料を吸収させたもの。
- (2) 無処理試験体 4.4.1の木材片。
- (3) 試験体の個数 試験体の個数は、処理試験体及び無処理試験体について、各々5個とする。

- 4.4.3 試験
- (1) 試験体は、ひょう量瓶に入れ、温度60±2℃で48時間循環箱式乾燥器で乾燥し、約30分間アシケータ中に放置した後、その質量を0.001 gまで量り、直ちに試験に供する。
- (2) 試験は、あらかじめ硫酸カリウム (JIS K 8962)に規定する特級)の結晶が共存する飽和水溶液を用いて、温度40±2℃、相对湿度約97%に調整したアシケータ (内径約18 cm)中に試験体を入れて48時間その温度を保持した後、その質量を0.001 gまで量る。

5. 計算 4.2.3、4.3.3、4.4.3で試験した個々の試験体の質量減少率又は吸湿率は、それぞれ次の式によって算出し、それぞれその平均値を求める。

なお、質量減少率の平均 (x̄)、標準偏差 (s) の計算は、JIS Z 9041によって行い、変動係数 (CV) は、 $\frac{s}{\bar{x}} \times 100$ で求める。

5.1 質量減少率

- (1) 防湿性能試験の試験体の質量減少率

$$L_1 = \frac{m_3 - m_1}{m_1} \times 100$$

ここに、 L_1 : 質量減少率 (%)

m_3 : 4.2.3(2)の規定による乾燥質量 (g)

m_1 : 4.2.3(3)(b)の規定による乾燥質量 (g)

ただし、油溶性及び油性試料の質量減少率は、処理試験体の質量減少率 (%) から補正用試験体の平均質量減少率 (%) を減じたものとする。

- (2) 炭素質性試験の試験体の質量減少率

$$L_1 = \frac{m_5 - m_3}{m_3} \times 100$$

ここに、 L_1 : 質量減少率 (%)

m_5 : 4.3.1(2)の規定による乾燥質量 (g)

m_3 : 4.3.3の規定による乾燥質量 (g)

5.2 吸湿性試験の試験体の吸湿率

$$L_2 = \frac{m_7 - m_5}{m_5} \times 100$$

ここに、 L_2 : 吸湿率 (%)

m_7 : 4.4.3(1)の規定による質量 (g)

m_5 : 4.4.3(2)の規定による質量 (g)

(3) 吸湿性 削除

6. 試験結果の表示 試験結果の表示は、それぞれ次のとおりとする。
 (1) 防湿性能 S.1(1)の平均質量減少率で表す。
 (2) 吸湿性 次の式によって算出した吸湿比で表す。

$$C = \frac{M_1}{M_2}$$

ここに、C：吸湿比

M_1 ：無処理試験体のくきのS.1(2)の平均質量減少率 (%)

M_2 ：処理試験体のくきのS.1(2)の平均質量減少率 (%)

- (3) 吸湿性 次の式によって算出した吸湿比で表す。

$$H = \frac{M_1}{M_2}$$

ここに、H：吸湿比

M_1 ：無処理試験体のS.2の平均吸湿率 (%)

M_2 ：処理試験体のS.2の平均吸湿率 (%)

7. 記録方法 試験結果の記録は、表2～4のように記録する。

表2 防湿性能の記録方法

試験体	供試箇名	指定湿度 (%)		溶媒名	備考 (1)
		平均防湿剤 吸収量 kg/m ² (1°)	質量減少率 (%)		
処理 試験体	オオウズラタケ		平均(1°) 標準偏差(s) 変動係数(CV)		
	カワラタケ				
無処理 試験体	オオウズラタケ	—			
	カワラタケ	—			

注 (1) 次の式によって個々の試験体の防湿剤吸収量を算出し、その平均値とする。

$$R = \frac{r \times c}{V}$$

ここに、R：防湿剤吸収量 (kg/m²)

r：木材片の試料吸収量 (kg)

c：湿度 (%) × $\frac{1}{100}$

V：木材片の体積 (m³)

- (1) 供試箇の発育状態、培養基の乾燥程度、処理試験体への菌糸の接触状態、被覆の程度などを記録する。

7. 記録方法 試験結果の記録は、表3～4のように記載する。
 表3 防湿性能の記録方法

防湿性能区分 (1°) 耐湿操作 防湿剤名 指定湿度 (%) 溶媒名

試験体	供試箇名	平均防湿剤 吸収量 kg/m ² (1°)	質量減少率 (%)		備考 (1)
			平均(1°)	標準偏差(s)	
処理 試験体	オオウズラタケ				
	カワラタケ				
無処理 試験体	オオウズラタケ				
	カワラタケ				

注 (1) 実施した耐湿操作について記録する。

- (1°) 次の式によって個々の試験体の防湿剤吸収量を算出し、その平均値とする。

$$R = \frac{r \times c}{V}$$

ここに、R：防湿剤吸収量 (kg/m²)

r：木材片の試料吸収量 (kg)

c：湿度 (%) × $\frac{1}{100}$

V：木材片の体積 (m³)

- (1) 供試箇の発育状態、培養基の乾燥程度、処理試験体への菌糸の接触状態、被覆の程度などを待記する事項を記録する。

表4 鉄腐食性の記録方法

防腐剤名	指定湿度 (%)		鉄腐食比	備考
	平均防腐剤 吸収量 kg/m ² (1)	質量減少率 (%) 平均 (x̄)		
試験体	kg/m ² (1)	標準偏差 (s)		
処理 試験体				
無処理 試験体				

注 (1) 次の式によって個々の試験体の防腐剤吸収量を算出し、その平均値とする。

$$R = \frac{r \times c}{V}$$

ここに、R : 防腐剤吸収量 (kg/m²)

r : 木材片の試料吸収量 (kg)

c : 湿度 (%) × 1/100

V : 木材片の体積 (m³)

表4 吸湿性の記録方法 削除

表3 鉄腐食性の記録方法

防腐剤名	指定湿度 (%)		鉄腐食比	備考
	平均防腐剤 吸収量 (kg/m ²) (1)	質量減少率 (%) 平均 (x̄)		
試験体	kg/m ² (1)	変動係数 (CV)		
処理 試験体				
無処理 試験体				

注 (1) 次の式によって個々の防腐剤吸収量を算出し、その平均値とする。

$$R = \frac{r \times c}{V}$$

ここに、R : 防腐剤吸収量 (kg/m²)

r : 木材片の試料吸収量 (kg)

c : 湿度 (%) × 1/100

V : 木材片の体積 (m³)

表4 吸湿性の記録方法

防腐剤名	指定湿度 (%)		鉄腐食比	備考
	平均防腐剤 吸収量 (kg/m ²) (1)	吸湿率 (%) 平均 (x̄)		
試験体	kg/m ² (1)	変動係数 (CV)		
処理 試験体				
無処理 試験体				

注 (1) 次の式によって個々の防腐剤吸収量を算出し、その平均値とする。

$$R = \frac{r \times c}{V}$$

ここに、R : 防腐剤吸収量 (kg/m²)

r : 木材片の試料吸収量 (kg)

c : 湿度 (%) × 1/100

V : 木材片の体積 (m³)

木材防腐・防蟻剤

西本 孝一*

はじめに

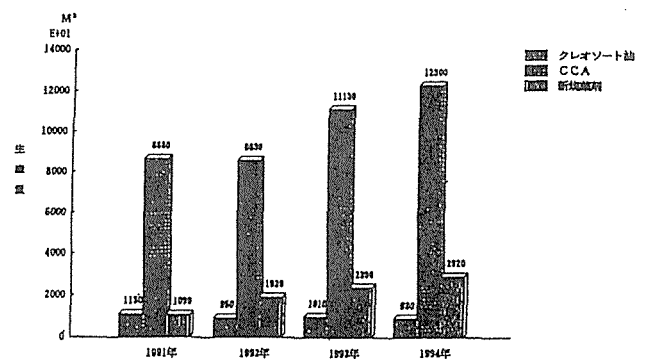
木材保存剤の将来展望を語るに際しては、木材の利用が今後どうなるかということを考えねばならない。木材の需要・供給のバランスが、将来大きく変化してくることは容易に想像できる。現実には、熱帯材の原木輸入の制限、米材の輸入増加、国産材の不況、さらに阪神大震災後の輸入住宅の増加等々を見るに、木材利用の様は大きく変化しつつある。

過去において、木材の利用・輸入状況の変遷に伴う木材保存のあり方の変化は著しいものがあつた。この28年間に、まくら木は31,463m³で約1/9、電柱は5,138m³で1/65となつて、コンクリート材料に変わつてきており、現在では電柱の防腐処理はないに等しい状況である。これに反して、土台材は232,838m³で約11倍、その他は161,494m³で約6倍となっている。その他とはエクステリア・ウッドなどを対象とするものである。したがつて、防腐処理をする木材の形状が全く違つてきていることを物語つている。そして、これらに用いられた薬剤の使用量も、電柱・枕木の防腐処理が盛んな頃は、クレオソート油が多量に使用されたものであつたが、コンクリート製になつてからは急激に使用量が減少してきてきた。それに代つて家屋の土台材の処理が増加し、水溶性防腐剤 C.C.A. がクレオソート油にとつてかわつてきた。この間の変化を過去10年間について見ると、クレオソート油は6,249トンで年間約1/3、C.C.A. は100,942トンで約1.5倍となり、その他薬剤は8,655トンで約2.3倍となつており、この傾向は今後ますます著しくなると思われる。その他薬剤とは、アルキルアンモニウム化合物系木材防腐剤 (AAC)、銅・アルキルアンモニウム化合物系木材防腐剤 (ACQ)、乳化性脂肪酸金属塩系木材防腐剤 (NZN, NCU)、クロム・銅・亜鉛化合物系木材防腐剤 (CFKZ) のことである。

さらに、熱帯材ラワン原木がわが国に多量に輸入された時代、ラワン材食害虫ヒラタクイムシの被害が甚大であつたため、ほう砂・ほう酸による防虫処理が盛んに実施され、昭和58年 (1983) には処理工場が92

社、43万m³のラワン材が防虫処理されていた。過去10年間の防虫処理木材の生産推移は10年間でラワン入荷量は38.9万m³で約1/5、防虫処理木材は62,900m³で約1/6となり、工場数は1/2以下となっている。地球環境保全のため熱帯林の破壊を阻止する対策として、熱帯材原木の輸出禁止によつて起つた現象である。また、処理木材が住宅関連部材として使用される傾向は、平成2年 (1990) 頃より変化なく約23万m³で横ばいの状況であり、この傾向は将来においても同様であろう。これに対し、外構材・景観材料の防腐・防蟻処理は増加している。第1図はその推移を示すもので、将来増加するものと推察する。家屋の防蟻対策についても、昭和60年 (1985) まではクロルデンが年間約2,200トン輸入され、全量木材処理に使用されていた。しるあり防除にはその約90%が消費されていた。しかし、クロルデンの自然界での難分解性があまりにも大きいという理由で、昭和61年 (1986) に環境汚染の汚名の下に政府は使用禁止方針を打出し、市場は大きく混乱した中で、有機リン剤使用のスタートが始まつた。しかもこの有機リン剤も効力の持続性、人体への悪影響等の理由で、1995年度から使用量が急激に減少し、新しい薬剤に代わる傾向が見えはじめた。

このように、その時代の社会のニーズの変化、環境への影響、人畜への安全性などは木材保存剤に大きな変化をもたらすものである。過去において、木材保存剤は時代の流れと共に変わつてきたし、さらに21世紀に向つて大きく変化すると思われる。そこで、木材防



第1図 防腐剤別その他用途の生産推移

*京都大学名誉教授

腐剤・防蟻剤・防かび剤にわけて考えることにする。

1. 木材防腐剤

木材防腐処理には加圧注入処理と表面塗布処理とが現在実施されている。この両者は根本的に考え方が異なっている。元来、木材防腐には木材内部深く薬液が浸透し、干割れが生じても無処理部分が露出しないことが理想である。したがって、手段は選ばず木材内部に薬剤が浸潤していることが肝要である。極論すれば、薬剤の主成分より、どの程度薬剤が木材に浸透しているかが木材防腐の極め手になると言ってよい。このような理由で現在薬液を木材中に最もよく注入出来る方法は、加圧注入処理であろうから、まず加圧注入処理用薬剤について考察してみる。

加圧注入処理木材の主要各国の年間生産数量について、1990年に Jermer & Evans が第1表に示すような報告をしている。わが国の生産量は、米国に比べ1/40、他の国と比較して1/3~1/5で、人口数や木造家屋の多いこと、木材劣化環境のきびしい風土気候から考えると、もっと木材の保存がなされて然るべきかと思う。わが国が如何に木材保存に無関心であるかが推察される。木材資源の合理的利用を考えざるを得ない状況になる将来、もっと木材に関心が向けられてよいのではないか。しかしながら、将来木材保存に関心が持たれる状況が来たとしても、現在の木材保存業界の体質では、これに対応できるかどうかは甚だ疑問である。公害問題ともなりかねない木材防腐剤の改良開発の遅々として進展しない状況、これに積極的に取り組もうとしない業界の考え方では、恐らく一歩も前進しないであろう。今こそ、21世紀に向って業界が一丸となって薬剤の開発に取り組むことが肝要である。

加圧注入処理用薬剤といえども、環境にやさしく人畜に害のないものでなければならない。電柱・枕木を処理していた当時は、殆んどそのような配慮は必要で

第1表 主要な国/地域の加圧防腐処理木材の年間生産数量

国/地域	生産量
フランス (1988)	219,000
ドイツ/FRG (1988)	1,000,000
スカンジナビア/フィンランド (1989)	1,369,000
イギリス (1988)	1,968,000
アメリカ (1988)	16,009,000
南アフリカ (1988)	430,000
日本 (1988)	408,000
オーストラリア (1988)	942,000
ニュージーランド (1986~87)	1,460,000

Source: Jermer 1990 and Evens 1990

なかった。クレオソート油, C.C.A. は薬剤自体の殺菌・殺虫効力が抜群に高いとはいえない。クレオソート油は、高沸点溜分から低沸点溜分まで数十種類の油が混同したもので、その防腐・防蟻効力の長期間持続する特性は、非常にすぐれた防腐剤であると私は信じている。ただ、木材を着色し環境を汚染し、さらに悪臭のあるが故に、現在の社会的ニーズに合致しないことがおしまれる。また C.C.A. も数種類の化合物の混合物である。加圧注入処理は長期間木材を生物劣化から保護する目的で実施される処理である。単一化合物で長期間全く変質せず、効力を持続することは難しい。まして有機化合物には自然界の諸因子によって分解する化合物が多い。有機化合物には殺菌・殺虫力のすぐれたものも多く、低濃度で使用し、環境汚染の少ないものがあるが、長期間効力持続性のあるものは殆んどない。したがって、殺菌・殺虫力は大きい、効力持続性は長くない化合物と、殺菌・殺虫力はあまり大きくないが、効力持続性の長い化合物を、適量配合して製剤化することが、これからの木材保存剤の一つの指針になると考える。

さらに、加圧注入用薬剤は水溶性薬剤であることを前提とする。乾燥木材に水溶液を注入し、さらに注入後乾燥するという操作は、一見無駄なようではあるが、経済性・安全性などを考えると、水溶性薬剤にならざるを得ない。水に可溶で殺菌力や殺虫力の大きな化合物は限定されるが、無機化合物の中にも、かなり殺菌・殺虫性の高い化合物も探索すれば存在すると思う。C.C.A. のように配合成分が木材中で反応して不溶化するには、クロム化合物を除外することはできない。クロム化合物についても制限される可能性があり、C.C.B. (クロム・銅・ほう素), C.C.F. (クロム・銅・ふっ素) ともに将来的には使用が難しくなると思われる。主要成分の溶脱防止には、合成樹脂との組み合わせとか、木材成分との化学反応とかを考え、種々の工夫を考察しなければならない時代が来るだろう。

屋外で使用される木材には干割れが発生し易く、とくに外構材、景観材料では避けられない現象である。干割れによって木材内部の未浸透部分が露出して、その部分から腐朽が発生することはよく見られる劣化現象であり、干割れの問題は木材保存において無視できない重要な問題である。これからの木材防腐とくに水溶性防腐剤の加圧注入処理では、干割れ防止を配慮した防腐剤でなければならなくなる。割れ防止と流脱防止とに合成樹脂を配合した木材防腐剤の研究は、将来的に取り上げるべき課題の一つであろう。

塗布・吹付け・浸せきなどによる処理を総称して表

面処理と表現している。この処理は簡便で建築現場などで容易に実施できるもので、元来長期の効力を期待するものではない。劣化危険度の小さい使用環境にある製材品、ボード類に適用されるものである。木材表面から数mmしか薬液が浸潤していないから、加圧注入処理と同等の防腐・防蟻性能は期待すべきではない。流脱すれば効力がなくなる関係上、表面処理薬剤の主成分は油性化合物が主体である。現在、有機ヨウ素化合物が主流だが、最近トリアゾール系化合物を主成分とする薬剤が市場に出はじめてきた。この化合物は比較的安価で効力持続性を長くし得る可能性が考えられる。しかし、単独の化合物の製剤よりも、数種類の化合物を混合した複合製剤の方が有効で、どのような化合物をどのように組み合わせるかを研究する必要がある。また、界面活性剤の活用によって、木材内部まで薬液が浸透するよう工夫された浸潤性剤型の開発が期待される。欧州では、木製窓枠に適用できる拡散タイプのほう素系薬剤が開発され、現場処理用として実用化されている。さらには、浸透性のよい溶媒の研究も必要で、21世紀に向けて表面処理用薬剤は大きく変化すると推察している。

2. 防蟻薬剤

家屋のしろあり防除の基本は土壌処理にあると考えている。しろありの習性上一般には土壌を通して木材を食害するから、土壌表面および土壌中に防蟻層を作り、侵害を防止するのが最も有効な手段であると信じている。そこで、土壌処理薬剤に要求される性能について考察を進める。

殺虫性・防虫効力が高いことが要求されるが、速効性のもの、遅効性のもの、忌避性の強いものなど化合物にはそれぞれ特性がある。過去に独占的に使用されていたクロルデンは、高い殺虫力のある α -クロルデンと、忌避性のある β -クロルデンを主体として、約12種類の化合物が混合した薬剤で、しろあり防除には非常に適した性能であった。このような性能は単一化合物に求めることは不可能で、数種の異なった性能を有する化合物の混合、すなわち複合製剤にならざるを得ない。

効力持続性は長ければ長いほどよいと単純に割りきれないところに問題がある。持続性は、流脱因子以外に土壌のpH、微生物による分解、温度による揮散などの因子によって左右されるため、土壌処理用薬剤の持続性は薬剤自体の性質によって決まる。この持続性はどの位の期間がよいかは決定し難いが、一般常識では少なくとも10年位は必要であろう。この程度のことな

らば、複合製剤で実現可能と思われる。

薬剤はしろあり防除施工士に対し安全であることは当然であるが、被施工家屋の住人は勿論、その家屋の近くに居住している人々にも影響のないことが最近要求されており、とくに悪臭の問題とともに、あらゆるトラブルが世間をさわがしている時代である。現在広く使用されている有機リン系化合物は、1930年代以降に殺虫剤として様々な分野で広範に使用されてきた。しろあり防除分野でもクロルデン使用禁止後、広く使用され、平成元年(1989)には原体換算で年間800トンが使用されていたが、平成5年(1993)には500~600トンに減り、平成7年(1995)にはさらに減少し、約1/2になる見込みとみられている。これはしろあり防除施工が減少したのではなく、有機リン系化合物の効力とか安全性に問題があることが明らかになったため、この化合物のマイクロカプセル化のような製剤上の工夫がされるとか、ピレスロイド系化合物や他の化合物に代わってきたためである。この傾向はさらに進むことが予想され、21世紀には有機リン系化合物の単独使用はなくなる状況がくるだろう。そしてしろあり防除薬剤は複合化の方向に進むだろうし、さらには薬液を使用しない防除方法が考案されてくる可能性は強いと思う。

3. 防かび剤

木材に発生したかびは、材中深く侵入することではなく、木材表面近くに存在する澱粉などの糖類を利用しているため、表面を鉋削すれば変色部は容易に除去できる。一方、変色菌は材中にまで侵入し、深刻な変色を生じるため、丸太・製材品など木製品の経済的価値を大いに減ずる要因と考えられている。そこで主として変色菌の発生を抑制する処理は19世紀末から始められた。これ以来、今日まで防かび剤の種類の変遷は激しく、現在では2・4・6-トリクロロフェノール(TCP)あるいはそのナトリウム塩が、効力は別として経済性で非常に優位である理由で、過去60年間使用されてきた。しかしながら、工業的に生産されるTCPには、不純物として発がん性の高いダイオキシンが含有されていること、さらにそれで処理された木材を焼却した場合には、ダイオキシンが生成され、増加することが明確になったため、世界の国々ではその使用がすでに全面的に禁止されていたり、禁止の方向へと進んでいる。わが国でも薬剤業界の自主的規制によって、TCPを販売・使用しないことを申し合せている。このような動向は、まさに時代感覚に適した措置で、木材保存業界もあげて歓迎されるべきことである。しかし、某薬剤

業者が依然として TCP 製剤を販売していることは誠に残念なことで、当然行政的取締りを期待するものである。

TCP の使用が制限されている今日、その代替薬剤の開発が世界各国で盛んに行われている。抗菌スペクトルが広い化合物は沢山あるわけではなく、そのような化合物を検索することは難しいが、複数の化合物を混合して抗菌スペクトルを拡大・増強する工夫がなされている。一般に防かび剤は乳剤もしくは可溶化剤に製剤するが、この場合に使用する界面活性剤や安定剤の選択が、防かび性能にも関与することが明らかとなっている。これからは、主成分のみならず防かび性能に直接関係のない諸成分の検討が重要で、研究されるべき問題の1つであろう。

TCP の代替薬剤に求められる条件は種々考えられるが、これらの条件を出来るだけ満足する理想的薬剤の研究開発が必要で、世界各国で努力が払われていることは頼もしい限りである。現在、木材用防かび剤として実用あるいは今後の実用を目指して研究・開発されつつある化合物を挙げておく。

シクロベンゼンジカルボキシミド系、フタルイミド系、スルファミド系、ニトリル系、キノリン系、イミダゾール系、ベンゾチアゾール系、トリアゾール系、有機ヨード系、トリハロアルキル系、チオシアネート系、など16種類。

以上木材防腐剤、防蟻剤、防かび剤の現状ならびに将来についてその概略を述べてきた。前述の如く木材保存剤はその時代々々の社会的要求、木材需給状況に影響され、かなり変遷をとげてきた。木材の利用が多

様化してきた現在、木材保存剤もそれに応じた剤型にならなければならない。

木材の劣化は環境と密接な関係にある故、木材の使用環境を調査し、その劣化危険度を決定して、保存手段をたてることが最適の保存対策である。劣化危険度の小さい時は表面処理でよいが、その大きい時は加圧注入処理またはそれに相当する処理を行うようにすべきである。劣化危険度と薬剤との関係、浸潤度との関係を明確にする努力が必要である。

元来、木材には内部深く薬液が浸透していることが木材保存の基本であることに異論を唱える者はいないであろう。現在の加圧注入処理がこれに満点であるかどうかは、甚だ疑問をもつものである。スギ、ラジアータパインなど易注入材には十分注入されているが、カラマツ、ベイマツなど難注入材では殆んど浸透していない。しかもこれらの樹種は比較的広範囲に使用されている状況からかんがみ、難注入材の注入の研究が必要である。1800年代から世界的に行われている加圧注入処理方法は、現在まで根本的な改良は実施されていない。この開発に努力しなければ、21世紀に向けての木材保存の信頼性はないといっても過言ではない。関係業界が一致団結して、新しい方法の確立が緊急の課題であると認識すべき時期であろう。

最後に、木材保存剤が21世紀に向けてどう変わっていくかを考えるにつれ、薬剤開発には産学官の密接な協同体無くして成し得ないと痛感した。また、現在保存業界にはよく似た2つの社団法人があり、それぞれの立場で業務を行っているが、木材保存の正常な発展には、両者が大同団結して新しい団体を組織し、業界の指導にあたる必要があるとつけ加えておく。

防腐剤使用量（過去10年間）

（単位：数量1000kg，前年比%△印は減）

年次	クレオソート油		P・F系水溶液		C.C.A系水溶液		その他薬剤	
	数量	前年比	数量	前年比	数量	前年比	数量	前年比
昭和60年（1985）	18,919	3.6	1,388	△32.5	70,077	△6.8	—	—
昭和61年（1986）	12,334	△34.8	1,299	△6.4	74,247	6.0	—	—
昭和62年（1987）	9,394	△23.8	520	△60.0	89,894	21.1	—	—
昭和63年（1988）	12,176	29.6	372	△28.5	95,528	6.2	—	—
平成1年（1989）	11,505	△5.5	409	9.9	96,613	1.1	—	—
平成2年（1990）	11,408	△0.8	75	△81.7	96,043	△0.6	—	—
平成3年（1991）	12,061	5.7	0	—	88,175	△8.2	3,752	—
平成4年（1992）	8,601	△28.6	0	—	92,411	4.8	5,213	38.9
平成5年（1993）	6,899	△19.7	0	—	97,479	5.4	7,142	37.0
平成6年（1994）	6,249	△9.4	0	—	100,942	3.5	8,655	21.1

平成6年度7年度防腐木材生産量対比

種 別		6年1～12月	7年1～12月	前年同期比%
		生産数量 m ³	生産数量 m ³	
まくら木		31,463	37,812	120.1
電 柱		5,138	4,941	96.1
建 材	土 台	※ 1,536 <u>231,302</u> 232,838	※ 5,181 <u>210,493</u> 215,674	92.6
	その他建築材	※ 29,228 <u>132,266</u> 161,494	※ 5,058 <u>107,974</u> 113,032	
* 外構材	※ 15,018 <u>19,238</u> 34,256			
* その他	※ 4,929 <u>13,023</u> 17,952			
	165,240			
合 計		※ 30,764 <u>400,169</u> 430,933	※ 30,186 <u>393,481</u> 423,667	98.3

※ 新JIS薬剤

(注) * 外構材=支柱・デッキ・遊具等

* その他=土木・園芸・梱包材等

CCA処理に関する各社の対応

会社名	対応
相田木材 (北海道・苫小牧市)	○汚水を回収しており、心配はない
会津木材防腐 (福島・会津若松市)	△設備投資等を考え、新薬に切りかえる
秋田県木材防腐加工協同組合 (秋田・秋田市)	×昨年12月に新薬に切りかえ
岩崎産業 (鹿児島・鹿児島市)	○現状の施設で対応可、多少設備投資をする
岩崎産業 (山梨・都留市)	○すでに施設整備を終えた
森松日産農林 (東京・江東区)	△低毒性の薬剤に変更する
金下斎藤木材 (北海道・上磯郡)	×昨年3月に薬剤を変えた
九州木材工業 (福岡・筑後市)	△対応難しく新薬剤で
越井木材工業 (大阪・大阪市)	○完全クローズドシステムで対応
後藤産業 (熊本・熊本市)	△ACCQに変更する予定
小林産業 (大分・下毛郡)	△薬剤を変更する
ザイエンス (東京・千代田区)	×新薬転換で対応
清水港木材産業協同組合 (静岡・清水市)	○防腐土台が多く、CCAを使う
下瀬産業 (富山・下新川郡)	△薬剤を変更する。コスト高が問題
新宮商行 (北海道・釧路市)	○設備を強化し、CCAを使う
大日本木材防腐 (愛知・名古屋市)	×無公害薬剤に全面転換
中国木材 (広島・呉市)	△新薬剤に変更する
寺山木材工業 (福岡・福岡市)	△CCA、新薬剤どちらでも対応する
ト一ア (宮崎・都城市)	△効力があれば新薬にしたい
中谷産業 (大阪・豊中市)	△新薬剤に変えざるをえない
日立電線木工 (茨城・那珂郡)	△
丸善木材 (北海道・釧路郡)	○設備増強し、CCA主流で
武蔵工業 (栃木・鹿沼市)	×AACを主体に切りかえる
名鉄木材防腐 (岐阜・可児市)	一 元々CCAは使っていない
柳本商店 (広島・福山市)	×昨年1月にACCQにした
山本 (宮城・石巻市)	△需要が強く、CCA対応の方向で
米田物産 (北海道・滝川市)	△数値のクリアは無理
// (山形・酒田市)	○昭和50年に処理装置を導入
// (兵庫・姫路市)	○今の数値はクリアできるが……
吉久 (富山・高岡市)	○10年前、新設備を導入

〈 講 座 〉

木材保存剤の安全性

志 澤 寿 保*

1. はじめに

木材の劣化は、生物、熱、化学薬品、水、紫外線、酸素、オゾン及び放射線等によって起こり、これ等の劣化を防止するために使用される薬剤が木材保存剤であるが、ここでは、狭義に木材の生物劣化（微生物劣化、昆虫劣化）を防止する薬剤として記述していきたい。

日本では、表-1及び表-2に示す通り、対象生物により関連する法律が異なっており、木材保存剤は薬事法で管理される医薬品及び医薬部外品でもなければ、農薬取締法で規制される農薬でもな

い。即ち、日本では木材保存剤は、国の承認・認可又は登録制度の適用外の製品であり、いわば、狭間製品、又は、単に化学製品と云われても仕方ない存在である。

しかし、現在の木材保存剤（特に有機化学物質）の大半は、農薬として使用されているものが多い。そして、最近の木材保存剤の開発はめざましく、種々のタイプの薬剤が上市されているが、それ等は防除対象と適用場面によってその成分と剤型が異なっているが、安価で毒性がなく、広範囲のスペクトラムと強力な殺生物力、更には残効性のあるものが望まれている。

表-1 殺虫剤と法的関係

対象分類	害虫例	厚生省		農林水産省		通産省
		医薬品 または 医薬部外品	食品添加物	動物用医薬品 または 医薬部外品	農薬	化学品** (雑貨品)
衛生害虫	ハエ、蚊、ゴキブリ、南京虫、ノミ等	○ (承認・認可)				
衣服害虫	イガ、カツオブシムシ、シミ等					○
農業害虫 (園芸害虫)	アブラムシ、カイガラムシ、ダニ類等				○ (登録)	
貯穀 食品害虫	ケナガコナダニ、シバンムシ、コナチャタテ、ゴミムシダマシ類等		○ (指定)		○ (食品と接しない貯蔵倉庫等)	
動物外部 寄生虫	マダニ、ヒゼンダニ、ニワトリヌカカ、畜鶏舎のハエ、蚊等			○ (承認・認可)		
木材害虫	シロアリ、ヒラタキクイムシ、シバンムシ、カミキリムシ等					○
不快害虫	ヤスデ、カメムシ、ユスリカ、アリガタバチ等					○
法的関係		薬事法	食品衛生法	動物用薬事法	農薬取締法	化審法*
		労安法				

(注) * 「化学物質の審査及び製造等の規制に関する法律」
(昭和48年法律第117号に基づく既存化学物質若しくは、公示化学物質)

** 家庭用に関しては、厚生省も絡む

* 三共株式会社特品開発部

表-2 日本における微生物コントロール剤と法的関係

分類	実例	厚生省		農林水産省		通産省
		医薬品	食品添加物	動物用医薬品	農薬	化学品 (雑貨品)
人体外用微生物コントロール剤	皮膚、粘膜等の消毒、治療	○ (承認・認可)				
公衆衛生用微生物コントロール剤	便所、台所、プール、ゴミ処理場、室内等の消毒	○ (承認・認可)				
食品用微生物コントロール剤	包装材料添加用、飲食物添加用、飲食物の保存・殺菌		○ (指定)			
農業用微生物コントロール剤	植物、種子及び土壌の殺菌、消毒				○ (登録)	
動物外用微生物コントロール剤	動物の皮膚、粘膜等の消毒、治療			○ (承認・認可)		
動物環境用微生物コントロール剤	畜舎内外及び周辺の殺菌・消毒			○ (承認・認可)		
上記以外の微生物コントロール剤	木材、繊維、皮革、塗料、建築用品、接着剤、ゴム、プラスチック等の防腐・防黴					○
法的関係		薬事法	食品衛生法	動物用薬事法	農薬取締法	化審法
		労安法				

(注) * 「化学物質の審査及び製造等の規制に関する法律」

しかし、近代化し生活も向上した現代では「安全であること」が必須条件とされる。

生物に強い活性を持つものが人畜に全く無害であることはまずない。

「安全性」とは、人畜に対して無作用（無影響）な量と防除対象とする有害生物にのみ有効に作用する量とを勘案して判断すべきであると考えられる。

2. 化学物質の毒性

化学物質と毒性学とは密接な関係にある。即ち、化学物質の市場流通は1950年代に飛躍的に増大し、1960年代になるとメチル水銀、PCB、DDT、ポリクロルナフタレン、フッ素化炭化水素等の中毒や環境汚染等が顕在化し、又、サリドマイドのような予測もできない有害作用が問題となってきた。

これ等の社会環境を背景として、化学物質の安全性確保が要求され、毒性学が急速に発達し、独立した研究分野になった。

現在、50,000種以上の化学物質が市場流通し、

その内500種程度が年間50,000トン以上生産されている。毒性学の範囲と目的は、化学物質が人間の健康に及ぼす作用（対健康作用）と環境に対する作用（対環境作用）の予測を研究対象とすることである。

(1) 暴露と毒性

化学物質の人間に対する毒性を論じる時必ず使用される言葉として、「暴露」と「暴露形態」がある。「暴露」とは、化学物質が人間と動物と接触することを意味し、「投与」と同義語である。

そして、化学物質が人間や動物に接触または暴露された時、健康に有害反応を、または毒性を示す可能性がある場合、「危険性」を示したといい、逆に、毒性を示さない可能性を「安全性」という。「危険性」と「安全性」とは、反義語であるが、いずれにせよ「毒性」を評価する言葉である。また、人間の化学物質に対する暴露形態は様々で、経口暴露、吸入暴露、経皮暴露及びその他（経静脈、経動脈、経胃、経子宮等）があり、その暴露

状態（程度）は次の通りとなる。

(2) 化学物質の使用区分と職業形態による暴露の相違

化学物質による中毒（又は障害）の内容及び程度は化学物質の種類，暴露した濃度と時間，人体の暴露部位，使用方法や使用された環境などにより異なり，また個人差もある。

化学物質の危険性の度合は次の式で表わされる。

$$\boxed{\text{危険性}} = \boxed{\text{毒性の強度}} \times \boxed{\text{暴露濃度}} \times \boxed{\text{暴露時間}}$$

この場合，暴露濃度と暴露時間の積は暴露の程度とみなされる。したがって，毒性の強い物質でも暴露の程度が小さければ危険性は小さく，毒性の弱い物質でも暴露の程度が大きければ危険性は大きくなる。

また，化学物質の危険性を考慮する時は，密閉された環境や異常なほどの高温など，通常の状態では考えられない状況下で使用されることも考慮しなければならない。

いずれにせよ化学物質は使用区分（用途）によって人間に対する暴露形態は異なってくるし，また，暴露を受ける個人の立場によって暴露形態が異なってくる。

表-3で医薬品とは，毒性学的には特異な用途といわざるを得ない。すなわち，薬効を期待して投与し，生体機能に何等かの影響を期待するのであるから有害作用が発現する可能性は非常に大きい。

しかし，投与される者（一般消費者）は投与されることを承知しており，医師の監視下に置かれ，仮に毒性発現があっても直ちに対応できる。

木材保存剤については，製造工場従業員や職業的使用者と一般消費者とでは暴露形態が同じでも暴露程度がかなり異なる。

一方，農薬，食品添加物及び飼料添加物等では，製造工場従業員や職業的使用者と一般消費者とでは暴露形態が異なる。

他方，製造工場従業員は最終製品の他に原料や中間製品の高濃度の暴露を受ける可能性があり，中毒の内容も急性及び慢性が考えられるので製造

表-3 化学物質の使用区分と職業形態による暴露の相違

職業形態 使用区分	製造工場 従業員	職業的 使用者	一般消費者	暴露程度
人体用医薬品	吸入暴露 経皮暴露 経粘膜暴露	吸入暴露 経皮暴露 経粘膜暴露	吸入，経口，経皮， 皮下，経粘膜等暴露 ・投与を承知 ・多くの場合，医師の監視下	
木材保存剤			吸入暴露 経皮暴露 経粘膜暴露	
農薬			経口暴露	
食品添加物			経口暴露	
飼料添加物 動物用医薬品			経口暴露	
その他の化学品 (塗装剤，舗装剤等)			吸入暴露 経皮暴露 経粘膜暴露	
暴露程度				

表-4 安全性確保のための試験項目

一般毒性	単回投与毒性 (急性毒性)	単回投与することによって起こる急性作用(反応)を見ることを目的としている。経口、皮下、静注などの投与方法により定量的にLC ₅₀ (50%致死薬量)又は、MLD(最小致死薬量)を決定する。その毒力、一般症状、解剖所見などから、検体の急性作用をうかがう。
	反復投与毒性 (亜急性毒性) (慢性毒性)	急性毒性の検討結果から判断して、適当と考えられる動物を用いて、適当な投与量、投与期間(亜急性は、通常1ヶ月間位、慢性は、3ヶ月以上~2年間)並びに投与方法を選び連続投与を行ない、耐容量、蓄積の有無、連用による毒性の問題を明らかにする。 一般症状、体重、摂餌量等の観察所見の他、血液学的検査、機能検査、剖検を行う。
特殊毒性 (特殊な投与経路) (特殊な観察法)	吸入毒性	動物の呼吸器からの検体の吸収による影響を調べる。 単回投与により吸入毒性値即ちLD ₅₀ (50%致死濃度)を求め、急性作用を見る。急性吸入毒性の他に、連続投与により亜急性吸入毒性をみる方法がある。観察項目は、上記と同じ。
	局所刺激性	皮膚や粘膜に接触する可能性があり、その局所に障害をもたらすことを考慮して、皮膚一次刺激性と眼粘膜一次刺激性試験が行われ、適用部位の障害の有無、及びその程度を検討する。
	変異原性	遺伝子突然変異と染色体異常を引き起こすかどうかについて検討することを目的としている。 細菌を用いたり、培養細胞などによって検討される。
	催腫瘍性	ある動物種・系統を用い、ある投与経路及び投与量において、検体が非投与対照群に比較して腫瘍を早期に発生させるか、又は、腫瘍出現率の増加、あるいは質的相違を示すかを観察する。
	生殖に及ぼす影響	従来は、胎仔の器官形成期に検体を投与してその影響を調べる(奇形仔形成状況等)催奇形性試験に主眼を置いていたが、最近では、妊娠の成立、出生仔の成長、更にはその仔の生殖性への影響をも検索している。したがって、次の3つの試験を行う。 (1) 妊娠前及び妊娠初期投与試験 (2) 胎仔の器官形成期投与試験 (3) 周産期及び授乳期投与試験 動物としては、マウス又はラット等のげっし類及びウサギ等の非げっし類が使用される。
	抗原性 (アレルギー)	局所アレルギーと全身アレルギーに分けられる。殺虫剤は、主として局所アレルギーが検索される。 動物としては、モルモットが多用され、感作処置として検体の量は、刺激を生じない最大量など適当な量の生理食塩液を隔日あるいは週3回モルモットの皮内に注射し、少なくとも10回以上繰り返す。注射容量は、初回に0.05ml、それ以後は0.1mlを投与する。10回目の感作処置が終って、2週間後に誘発処置として感作処置に使用したと同じ濃度液0.05mlを皮内に注射して、24時間後に注射部位の所見(膨隆の直径、高さ、色調等)を観察する。 2,4-ジニトロクロルベンゼン等が、ポジティブコントロールとして使用される。
	運発性神経毒性	検体を投与後、6~14日間の潜伏期において末神経を特異的に傷害する症状の発症の有無又は、その程度を調べることを目的とする試験である。通常は、成鶏が標準的試験動物として用いられる。この試験では運動失調が指標反応となるので、その臨床観察には、精密性が要求される。有機リン化合物、カーバメイト化合物などのコリンエステラーゼ抑制作用を持つ化合物を試験対象とする。

工程の工夫が必要、且つ防護法及び中毒に対する対応法を確立して置く必要がある。

また、職業的使用者は最終製品による高濃度暴露の可能性が大きく、中毒に対する対応法を確立して置く必要がある。

(3) 毒性評価

一般化学物質は安全性を確認するために様々な方法や角度からチェックが行われていなければならない。安全性確保に関しては、医薬品では次の様な試験が採用されているが、製品の有効成分の物理化学性、剤型、用途、使用方法等によって必要な試験項目を定める必要がある（表-4）。

(4) 毒性評価に必要なその他の情報

化学物質の毒性評価のために一般毒性や特殊毒性試験を実施するが、試験を実施するに先き立ち、または試験結果を評価するために必要な情報は次の通りである。

の通りである。

- ① 化学物質の物理化学的性状
- ② 生体機能に及ぼす影響、急性中毒症状の詳細な解析
- ③ 哺乳動物における吸収性と体内動態
- ④ 環境中における動態

化学物質の物理化学的性状により必要とされる毒性試験との関係は表-5 に示す通りである。

(5) 基準

木材保存剤は化学物質の中でも毒性が強いグループに分類される。そして可能な限り人畜に対して無作用量で、目的とする有害生物のみに有効に作用することが要求される生理活性物質である。したがって安全管理については製造、販売、使用及び保管について種々の配慮がなされるべきである。

表-5 物理化学的性状と毒性試験との関連性

試験 物理化学的性状	環境中動態試験								毒性試験			
	移動性			分解性			蓄積性		吸入毒性	経皮毒性	その他	体内動態
	空気 水	水 土壌	空気 土壌	光 分解	土壌 生物	水中 生物	物体	生物				
分子量	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+
分光スペクトル				◎	○	○	○	○	+	+		
融解温度	+	+		+		+	+	+	+	○		
沸点	+	+	+	+		+	+	+	○	+		
蒸気圧曲線	+		+	○		○	○	○	◎			
水溶性	+	+	◎	○	○	+	○	○	○	○	○	○
吸収吸着性		◎	◎	○	◎	◎		◎	+	○	○	○
分配係数（水/オクタノール）		○					+	◎	○	○	+	◎
揮発性	◎		◎	○	○	○			◎	○		
他の物質との配合性	○	◎	○			○	○	○			○	○
密度		◎	◎			○	○	○	○			
粒度・粒型				○		○	○		◎			
加水分解性（pH）	○			◎	◎	◎	○	○	○	+	○	○
解離係数（pKa）		○				◎	○	○	+	+	+	◎
安定性	◎		◎	◎	○	○	○		○	○	◎	○
粘度		○			◎		○					
水溶液表面張力		○		○	○			○		○		
脂溶性								◎	○	○	○	◎
浸透性								◎	○	◎		
腐食性（酸化還元電位）							○		○	◎	○	○

◎ 必要性高い、○ 必要、+ 参考となる

表-6 毒物・劇物の基準

	毒物	劇物
実験動物毒性		
経口	LD ₅₀ < 30mg/kg	30mg/kg < LD ₅₀ < 300mg/kg
経皮	LD ₅₀ < 100mg/kg	100mg/kg < LD ₅₀ < 1,000mg/kg
吸入	LC ₅₀ < 200ppm	200ppm < LC ₅₀ < 2,000ppm
皮膚刺激性		硫酸、石炭酸、水酸化ナトリウムと同等以上の刺激性をもつ物質

表-7 関係毒劇薬及び毒劇物比較長

指定分類	一般名	除外事項	指定分類	除外事項	一般名
劇 薬	ダイアジノン	5%以下を含有するもの及び紙またはフェルトに0.36g以下吸着させたものは除く。	↔	1%以下を含有するものは除く	ダイアジン
	ナレド	5%以下を含有するものは除く		1%以下を含有するものは除く	クロルピリホス
	ジクロロボス	5%以下含有するもの及び紙またはフェルトに0.5g/枚以下吸着させたものは除く。	↔	なし	ジクロロボス
	カルクロホス	6%以下を含有するもの及び紙またはプラスチック板に0.35g/枚以下吸着させたものは除く。			
	フェンチオン	5%以下を含有するものは除く	↔	2%以下を含有するものは除く	フェンチオン
	トリクロロホン	20%以下含有するもの及び紙に0.36g/枚以下吸着させたものは除く。	↔	10%以下含有するものは除く	トリクロロホン
	プロペタンホス	3%以下を含有するものは除く	↔	1%以下含有するものは除く	プロペタンホス
	エクスリン	0.13%以下を含有するエアゾル剤、紙に0.02g以下吸着されたもの及びくん煙剤を除く		5%以下含有するものは除く	カルバリル
プロボクスル	1%以下を含有するものは除く	↔	1%以下を含有するものは除く	プロボクスル	

前述の通り、化審法の管理下に置かれる木材保存剤は毒劇物取締法での指定でしか安全性の目安はつけられない。

毒劇物取締法では毒性の特に強い物質を毒物、毒物に準ずる毒性の物を劇物に指定し、その取り扱いと流通を制約している。

その基準は表-6の通りであり、他に生体内代謝の毒性、感作の程度、中毒症状の発現時間及び器官、組織における障害の性質と程度、生物学的

半減期、物性（蒸気圧、溶解度）、解毒剤の有無等も勘案して指定される。

薬事法の管理下にある医薬品では、毒物を毒薬、劇物を劇薬に読みかえている。最近では極力「物」と「薬」の整合性を図るようにしているようだが、表-7に示す通り、必ずしも整合性が図られていないものもある。

3. 木材保存剤の安全性

通常、化学物質は有効（用）性面と毒性面からみることができる。すなわち、1つの物質の持っている良い面と悪い面であり、これを別々に切り離して考えることはできない。

例えば、薬物は図-1に示すように投薬量を「ゼロ」から次第に増大して行くと人体に全く作用を及ぼさない「無作用量（最近は無毒性量という）」、次に人体に悪影響を及ぼさないで病気の治療、または有害生物の防除に用いて有効な「有効量」、更には、人体に中毒を起こす「中毒量」を経て死に至る「致死量」と変って行く。

木材保存剤の場合は、人体に対して悪影響を及ぼさない量で、目的とする有害生物にのみ有効で殺滅または防除する量を用いなければならないので量的判断がやっかいである。

この量的な関係を明確にするために種々の角度から各種の動物を用いた毒性試験や効力試験が行われるべきである。

(1) 有効成分

木材保存剤に使用される有効成分は、天然物及びその抽出物を除き「化学物質の審査及び製造等の規制に関する法律」（昭和48年法律第117号）に基づく既存化学物質若しくは公示物質でなくてはならない。すなわち、天然物及びその抽出物を除き化学物質が薬事法、農薬取締法または食品衛生法等の対象外の製品として製造または輸入若しくは販売される場合には、前記の「化学物質の審査

及び製造等の規制に関する法律」に基づき届出された化学物質を使用しなければならない。この法律に基づき届出を行うに当っては人の健康や環境を配慮した各種の試験データが薬事法や農薬取締法とは別に要求される。すなわち、図-2の通りである。

さて、現在、木材保存剤分野で使用されている有害生物防除を目的とする有効成分の毒性値は表-8～表-10の通りである。

(2) 助剤

有効成分の効力がいかにすぐれていても組み合わせる助剤（界面活性剤、溶剤、増量剤、安定剤、効力増強剤等）と最終的に仕上げた製剤形態により目的とする効果も増大するし、減少もする。また、経済性、安定性、安全性及び使い易さも異なってくる。

製剤の毒性は有効成分のみに限らず、助剤の毒性が影響してくるので、それ等の毒性も勘案する必要がある。

表-10に溶剤の毒性値を、表-12に界面活性剤の毒性値を参考迄に記載する。

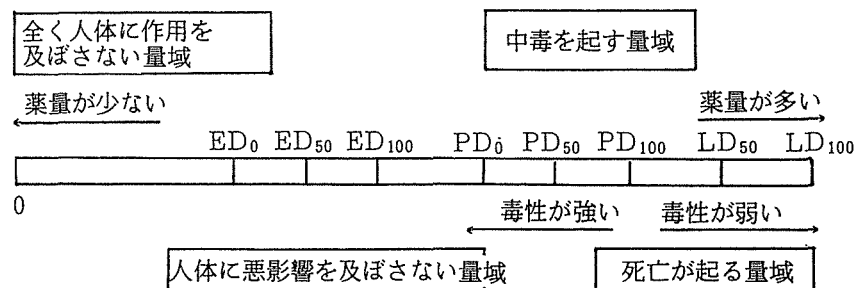
4. 関連法規

木材保存剤に関連する主な法律等の規制の概要は次の通りである。

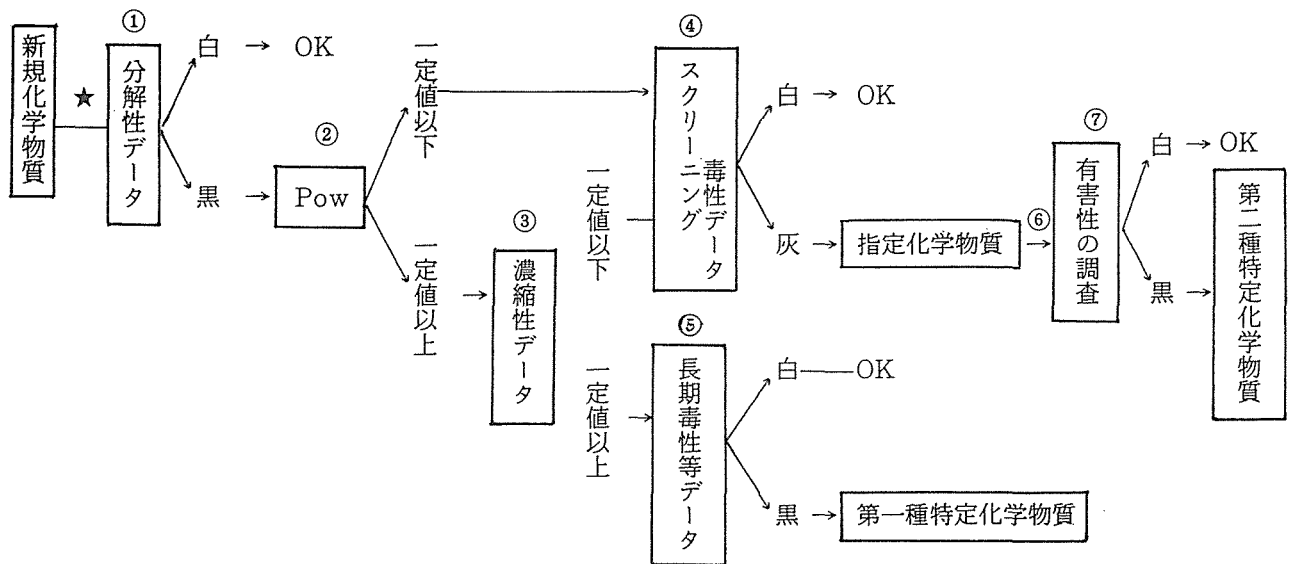
(1) 化学物質の審査及び製造等の規制に関する法律（化審法）

分解しにくく蓄積性があり、人体に有害な物質、あるいは分解しにくく大量に生産されると環境を

図-1 毒性の格付



(註) ・ ED₅₀: Effective Dose, median
 ・ PD₅₀: Poisonous Dose, median
 ・ LD₅₀: Lethal Dose, median



- ① 微生物分解性
- ② 分配係数 (n-オクタノール/水), 解離定数
- ③ 濃縮性
- ④ 変異原性 (細菌を用いる復帰突然変異, ほ乳類培養細胞を用いる染色体異常) 及びほ乳類を用いる28日間反復投与毒性
- ⑤ 慢性毒性, 生殖能及び後世に及ぼす影響, 催奇形性, 変異原性, がん原性, 生体内運命, 並びに薬理学的特性の全項目
- ⑥ 暴露解析 (環境内運命)
- ⑦ 慢性毒性, 生殖能及び後世に及ぼす影響, 催奇形性, 変異原性, がん原性, 生体内運命, 薬理学的特性の中から必要な項目を選択
- ★ 物理化学的性状 (沸点, 融点, 密度, 対水溶解度等)

図-2 「化審法」規制フロースキーム

表-8 防虫成分の毒性値(1)

薬剤名	性別	単回投与毒性				反復投与毒性			
		経口(LD ₅₀ :mg/kg)		経皮(LD ₅₀ :mg/kg)		混餌 (副作用量)			
		マウス	ラット	マウス	ラット	マウス	ラット	マウス	ラット
アレスリン	♂	410~680	580~1,100	> 2,500	> 2,500		13週間: 1,000ppm	1週間: 2,000ppm	
	♀								
ペルメトリン	♂	850	430	> 2,500	> 2,500			6ヶ月間: 1,500	
	♀	540	470	> 2,500	> 2,500				
トラロメスリン	♂		70	> 5,000	> 5,000		13週間: 6mg/kg/日		
	♀		88	> 5,000	> 5,000				
エトフェンプロックス	♂	> 107,200	> 42,880	> 2,140	> 2,140	13週間: 3,000ppm	13週間: 300ppm	110週間: 100ppm	イヌ, 52週間 1,000ppm
	♀	> 107,200	> 42,880	> 2,140	> 2,140				
シラフルオフェン	♂	> 5,000	> 5,000		> 5,000		13週間: 170ppm		
	♀	> 5,000	> 5,000		> 5,000				

表-9 防虫成分の毒性値

	薬剤名	単回投与毒性				反復投与毒性				魚毒性	
		性別	経口(LD ₅₀ :mg/kg)		経皮(LD ₅₀ :mg/kg)		潜餌(副作用量)				TLm 48hrs
			マウス	ラット	マウス	ラット	マウス	ラット	ラット	その他	コイ
有機リン系	クロルピリホス	♂	88	135	約300	202	3ヶ月間: 4ppm	3ヶ月間: 4ppm	2年間: 0.1mg/kg/日	犬, 2年間: 0.01mg/kg/日	ppm 0.13
		♀		165							
	ホキシム	♂	1,935	2,170		1,000		3ヶ月間: 5ppm	2年間: 15ppm		0.1~1.0
		♀	2,340	1,976							
	ピリダフェンチオン	♂	405	1,410	> 4,000	> 5,000			6ヶ月間: 0.2mg/kg/日	(4ppm)	13
		♀	424	1,500	> 4,000	> 5,000					
	テトラクロルピホス	♂	2,500	4,000					2年間: 125ppm	犬, 2年間: 200ppm	
		♀	~5,000	~5,000							
	フェントロチン	♂	1,030	330	2,776				92週間: 2.5ppm	犬, 2年間: 30ppm	4.4
		♀	1,940	800							
	ジクロロフェンチオン	♂	272	247	296	259			2年間: 0.3mg/kg/日		5.1
		♀	259	136	407	333					
プロベタンホス	♂	68	99	312	1,282		1ヶ月間: 10ppm	2年間: 6ppm	犬, 6ヶ月間: 4ppm	5.9	
	♀	62	94	206	564						
オクタクロタソロエーテ(S-421)	♂	4.45*	5.49*	23.3*	> 15.0*		1ヶ月間: 100ppm			4.2	
	♀	4.23*	4.75*	21.0*	> 15.0*						
イミダクロプリド	♂		440		> 5,000					190	
	♀				> 5,000						
トリプロビルインシアヌレート	♂	6,377	2,871	> 5,000	> 5,000		1ヶ月間: 25mg/kg/日	6ヶ月間: 6.25mg/kg/日			
	♀	6,915	2,333	> 5,000	> 5,000						

(註) * ml/kg

汚染したり人の健康をそこなう恐れがある物質の輸入や製造を規制している。この中では第1種特定化学物質、第2種特定化学物質、指定化学物質が設定されている。

(2) 毒物及び劇物取締法

医薬品や医薬部外品以外の特定の化学物質に関して輸入、製造、保管、取り扱い、使用、廃棄、販売等に関する規制を目的としている。

(3) 消防法

政令で定める基準にしたがった容器によらなければ危険物を運搬してはならないと規定している。この規定を受け、危険物の規制に関する政令、更に危険物の規制で製造、取り扱い、保管、運搬、販売、使用及び廃棄に関する規制を行う他に、運搬容器の構造や表示及び指定数量等が定められている。

(4) 労働安全衛生法

労働災害の防止基準の確立、責任体制の明確化

及び自主的活動の促進の措置を講じ、職場における労働者の安全と健康を確保するとともに、快適な職場環境を作ることとしている。

(5) 大気汚染防止法

物の燃焼、合成、分解等の処理に伴い発生する物質の内、人の健康または生活環境に係る被害を生ずるおそれのある物質を特定し、またそれ等の基準を定めている。

(6) 水質汚濁防止法

公共用水域に排出され、人の健康または生活環境に係る被害を生ずるおそれのある物質を定め、それ等の基準を定めている。

前記(1)化審法については既に“有効成分”の頃で触れているので割愛する。

取り扱おうとする木材保存剤が毒物または劇物扱いになるものは表-13に要約した法令規定に従って取り扱わなければならない。

なお、表-13では薬事法でいう毒薬及び劇薬の

表-10 殺(防)微生物成分の分類と毒性値

種別	薬剤名	単回投与(経口)毒性, LD ₅₀ (mg/kg)	備考	
無機	硫酸銅, フッ化ナトリウム銅, クロム, ヒ素系			
無機有機混合	フッ化物・フェノール系(ジニトロフェノール又はクロルニトロフェノールなど)			
油状	クレオソー油(JISK-2470), コールタール			
脂肪族	一価アルコール	エタノール	13,700 (ラット)	
		n-プロパノール		
		インプロパノール	5,800 (ラット)	
	飽和アルデヒド	ホルムアルデヒド	800 (ラット)	
		グルタルアルデヒド	2,380 (ラット)	
	不飽和エーテル	エチレンオキシド		
		プロピレンオキシド		
	アミノ酸誘導体	ドデシル(アミノエチル)グリシン塩酸塩	3,000~4,000 (ラット)	
		テトラデシルジ(アミノエチル)グリシン塩酸塩	3,000~4,000 (ラット)	
		ジ(オクチルアミノエチル)グリシン塩酸塩	3,000~4,000 (ラット)	
		ラウリルジ(アミノエチル)グリシンナトリウム	3,000~4,000 (ラット)	
	シアヌール酸誘導体	塩素化シアヌール酸	1,000 (ラット)	
	グアニジン誘導体	ポリヘキサメチレンビグアニジン塩酸塩	4,000 (ラット)	
		ドデシルグアニジン塩酸塩		
	有機スズ化合物	ビス(トリ-n-ブチルスズ)オキシド	148~194 (ラット) 175 (マウス)	
		トリブチルスズフタレート	157 (マウス)	
		トリブチルスズクロリド		
	その他	3-ブロモ-2,3-ジヨード-2-プロペニルエチルカルボナート	2,500~2,890 (マウス), 545~875 (マウス, 経皮) 559~641 (ラット) 2,849~2,858 (ラット, 経皮)	サンプラス 蒸気圧: 1.86×10 ⁻⁵ mmHg (25°C)
		3-ヨード-2-プロピニルブチルカーバメート	1,470 (ラット), >2,000 (ラット, 経皮)	トロイザン・ポリフェースP-100 蒸気圧: 2×10 ⁻⁵ mmHg (25°C)
		2,3,3-トリヨードアリアルアルコール	> 5,000 (ラット)	

種 別	薬 劑 名	単回投与(経口)毒性, LD ₅₀ (mg/kg)	備 考	
芳香族	一価フェノール誘導体	トリクロルフェノール	820~2,960 (ラット)	
		2,4,6-トリプロモフェノール	200 (ラット)	
		o-フェニルフェノール	2,700 (ラット)	蒸気圧: 0,75mmHg(100°C)
		4-ブロム-2,5-ジクロルフェノール	2,650 (ラット)	
	フェニル誘導体	トリフェニルスズクロリド	439 (マウス)	
		トリフェニルスズヒドロキシド	209~245 (マウス)	
	フェノールエステル誘導体	ペンタクロルフェニルラウレイト	750 (ラット)	
	スルホン誘導体	ジヨードメチル-p-トリルスルホン	10,000 (マウス) 9,400 (ラット)	
		N,N-ジメチル-N'-フェニル-N'-(フルオロジクロメチルチオ)スルファミド	2,500 (ラット)	ジクロフルアニド 蒸気圧:7.5×10 ⁻⁵ mmHg(20°C)
		N-クロル-p-トルエンスルホンアミドナトリウム	980 (ラット)	
	ヒドロキシルアミン誘導体	トリス-(N-シクロヘキシルジアゼニウムジオキシ)-アルミニウム	5,610 (ラット), >2,500 (ラット, 経皮)	NCH-AI 蒸気圧:4.4×10 ⁻⁵ mmHg(20°C)
		N-シクロヘキシルジアゼニウムジオキシーカリウム	136 (ラット)	NCH-K
	ニトリル誘導体	テトラクロルイソフタロニトリル	76,000 (マウス)	
	ナフタリン類	モノクロルナフタリン	1,540 (ラット)	
	ベンゾイミダゾール誘導体	2-(4-チアゾリル)-ベンゾイミダゾール	3,000 (マウス) 3,100 (ラット)	チアベンダゾール
		2-ベンゾイミダゾールカルバミン酸メチル	> 1,000 (マウス) > 1,000 (ラット)	
		2-(4-チオシアノメチルチオ)ベンゾイミダゾール	8,800 (ラット)	
	ピロール誘導体	N-1,1,2,2-テトラクロルエチルチオテトラヒドロフタルイミド	6,200 (ラット)	
		N-(フルオロジクロルメチル)チオノフタルイミド	2,900 (ラット)	蒸気圧:7.5×10 ⁻⁵ mmHg(20°C)
N-トリクロルメチルチオテトラヒドロフタルイミド		9,000 (ラット)		
アルデヒド誘導体	α-ブロムシンナムアルデヒド	1,795 (マウス)		
	p-クロルフェニル-β-ヨードプロパギルホルマール	1,250 (マウス)		

種 別	薬 劑 名		単回投与（経口）毒性, LD ₅₀ (mg/kg)	備 考	
芳香族	キノリン誘導体	8-オキシキノリン銅	7,000~8,000 (マウス)		
	ベンゾチアゾール誘導体	2-メルカプトベンゾチアゾールナトリウム			
	トリアゾール誘導体	1-[2-(2',4'ジクロロフェニル)-4-プロピル-1,3-ジオキサラン-2-イル-メチル]-1H-1,2,4トリアゾール		1,517 (ラット), >4,000 (ラット, 経皮)	プロピコナゾール 蒸気圧: 1×10^{-5} mmHg (20°C)
		1-[2-(2',4'ジクロロフ-1,3-ジオキサラン-2-イル)メチル]-1H-1,2,4トリアゾール		308 (ラット), >2,560 (ラット, 経皮) 1,123 (マウス)	アザコナゾール 蒸気圧: 4×10^{-9} mmHg (20°C)
		α -[2,4-クロルフェニル)エチル]- α (1,1-ジメチルエチル)-1H-1,2,4-トリアゾール-1-エタノール		> 3,000 (ラット), > 5,000 (ラット, 経皮)	テブコナゾール 蒸気圧: 5.4×10^{-9} mmHg (20°C)
そ の 他	N-シクロヘキシル-N-メトキシ2,5-ジメチル-3-フランカルボキサミド		3,780 (ラット), > 5,000 (ラット, 経皮)	フルメシロックス 蒸気圧: 7.2×10^{-9} mmHg (20°C)	

表-11 溶 剤 の 毒 性 比 較

品 名	急性吸入毒性 LD ₅₀ (ラット)	急性経口毒性 LD ₅₀ (ラット)	人 体 へ の 影 響	
			許 容 濃 度	
	ppm	mg/kg	mg/m ³	ppm
メタノール	4,000		260	200
エタノール		1,400	1,900	1,000
イソプロパノール			980	400
エチレングリコール		8,500	125	50
エチルエーテル	3,500	3,560	1,200	400
メチルエーテル	(人間) 140,000			
アセトン		9,750	2,400	1,000
メチルエチルケトン	2,000	3,980	590	200
酢酸エチル		> 5,000	1,400	400
酢酸アミル	5,200			
キシレン	> 25,080	4,300	435	100
灯 油	> 23,000	(モルモット) 20,380		
トルエン	8,000	7,000	375	100
トリクロロエチレン		5,900	270	50

表-12 界面活性剤の経口毒性

区分	界面活性剤	LD ₅₀ (mg/kg)
非イオン	ポリオキシエチレンステアレート (8 モル)	53,000 (マウス)
	ポリオキシエチレンオクチルフェニルエーテル (8 モル)	4,000 (ラット)
	ポリオキシエチレンノニルフェニルエーテル (9~10モル)	1,600 (マウス)
陰イオン (アニオン)	ジオクチルスルホコハク酸エステル	4,800 (マウス)
	アルキルベンジルスルホネート	1,220 (ラット)
	ラウリルアルコール硫酸エステル	2,730 (ラット)
陽イオン (カチオン)	第4級アンモニウム塩	400~2,000 (マウス)
	第4級ピリジウム塩	300~2,500 (マウス)

表-13 毒・劇関連法令規定

薬事法 (毒・劇薬関係)		毒物及び劇物取締法 (毒・劇物関係)	
法令規定	取扱い者が守るべき義務事項	法令規定	取扱い者が守るべき義務事項
法第45条 (開封販売等の制限)	毒薬又は、劇薬を封を開いて販売又は授与したり又、販売若しくは授与の目的で貯蔵したり陳列してはならない。	法第3条 (禁止規定)	毒物又は劇物販売業の登録を受けた物でなければ販売又は授与してはならない。
法第46条 (譲渡手続)	販売又は授与の時は、譲受人は、その品名、数量、使用目的、譲渡年月日、氏名、住所を記載した文書に押印して、提出しなければならない。 (この文書は、2年間保存されねばならない。)	法第4条 (営業の登録)	毒物又は劇物の販売業の登録を受けようとする者は店舗ごとに、その店舗の所在地の都道府県知事に申請しなければならない。(2年ごとの更新)
法第47条 (交付の制限)	14才未満の者や安全な取扱いをすることに不安があると認められる者には、販売又は授与してはならない。	法第7条 (毒劇物取扱責任者)	販売の登録を受けた者は、都道府県知事に、その毒劇物取扱責任者の氏名を届け出なければならない。
法第48条 (貯蔵及び陳列)	毒薬又は劇薬は、他の物と区別して、貯蔵又は陳列しなければならない。 毒薬は、貯蔵又は陳列する場所に、かぎを施さなければならない。	法第11条 (毒物又は劇物の取扱い)	毒劇物営業者は、毒物又は劇物が盗難にあい、又は紛失することを防ぐのに必要な措置を講じなければならない。 2. 施設(店舗、保管場所等)外への飛散、漏れ、流出若しくはしみ出、又はこれ等の地下へのしみ込みを防ぐのに必要な措置を講じなければならない。 3. 運搬する場合には、飛散し、漏れ、流出又はしみ出ることを防ぐのに必要な措置を講じなければならない。
		法第14条 (毒物又は劇物の譲渡手続)	販売又は、授与の時は、譲受人は、その品名、数量、譲渡年月日、氏名、住所を記載した文書に押印して、提出しなければならない。(この文書は、5年間保存されねばならない。)

薬事法（毒・劇薬関係）		毒物及び劇物取締法（毒・劇物関係）	
法令規定	取扱い者が守るべき義務事項	法令規定	取扱い者が守るべき義務事項
		<p>法第15条 （毒物又は劇物の 交付の制限等）</p> <p>法第15条の2 （廃棄）</p> <p>法第16条の2 （事故の際の措置）</p>	<p>毒・劇物営業者は、次に掲げる者に、毒物又は劇物を販売又は授与してはならない。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 18才未満の者 2) 精神病者又は、麻薬、大麻、あへん若しくは、覚せい剤の中毒者 <p>廃棄の方法については、政令で定める技術上の基準に従わねば、廃棄してはならない。</p> <p>（毒物及び劇物取扱法施行令第40条-1）廃棄の方法に関する技術上の基準を次のように定める。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 中和、加水分解、酸化、還元、稀釈その他の方法により、毒物及び劇物並びに法第11条第2項に規定する政令で定める物のいずれにも該当しない物とすること。 2. ガス体又は揮発性の毒物、又は劇物は、保健衛生上危害を生ずるおそれがない場所で少量ずつ放出し、又は揮発させること。 3. 可燃性の毒物又は劇物は、保健衛生上危害を生ずるおそれがない場所で、少量ずつ燃焼させること。 4. 前各号により難しい場合には、地下1メートル以上で、かつ、地下水を汚染するおそれがない地中に確実に埋め、海面上に引き上げられ若しくは浮き上がるおそれがない方法で海水中に沈め、又は保健衛生上危害を生ずるおそれがないその他の方法で処理すること。 <p>毒物又は劇物が飛散、漏れ、流出、しみ出し又は地下にしみ込んだ場合において、不特定又は多数の者について保健衛生上の危害が生ずるおそれがあるときは、直ちに保健所、警察署又は消防機関に届けるとともに、保健衛生上の危害を防止する措置をとらねばならない。又、盗難又は、紛失した場合は、警察署に届出なければならない。</p>

法令規定と対比して見た。〔薬事法第44条第1項及び第2項，薬事法施行規則第52条（毒薬及び劇薬の範囲）参照〕

また，木材保存剤中，油剤及び乳剤等の液状の製剤は石油系溶剤を使用する例が多いために，「消防法」（昭和23年7月24日付法律第186号，最終改正：昭和63年5月法律第55号）の規制を受ける（表-14）。これによれば，石油系溶剤を含有する製剤は「危険物」に該当し，その貯蔵及び取扱いが制限される（消防法第10条）。

すなわち，指定数量以上の危険物は定められた貯蔵所以外では貯蔵できない。但し，所轄消防長

または消防署長の承認を受けた場合には，指定数量以上の危険物を10日以内の期間に限り危険物貯蔵所以外の場所に仮貯蔵できる。なお，上記の危険物貯蔵所の位置，構造及び設備の基準は“危険物の規制に関する政令”で定められている。

同法では，更に「危険物取扱責任者」を定め，市町村長に届出ること（法第13条）を定め，また，一定の消火及び警報設備を設けることを義務付けている（危政令第20条）。

そして，木材保存剤を使用する人達のために「労働安全衛生法」が関与してくる。その規定を次に要約する（表-15）。

表-14 消防法による指定数量

類別	法別表	法別表及び政令第1条	政令別表第3	
	性質	品名	性質	指定数量
第1類	酸化性固体		略	
第2類	可燃性固体		略	
第3類	自然発火性物質及び禁水性物質		略	
第4類	引火性液体	特殊引火物		50L
		第一石油類	非水溶性液体	200L
			水溶性液体	400L
		アルコール類		400L
		第二石油類	非水溶性液体	1,000L
			水溶性液体	2,000L
		第三石油類	非水溶性液体	2,000L
			水溶性液体	4,000L
第四石油類		6,000L		
動植物油類		10,000L		
第5類	自己反応性物質		略	
第6類	酸化性液体		略	

- (注) イ. 第一石油類とは，アセトン及びガソリンの他に，液体であって，引火点が21度未満のものをいう。
 ロ. 第二石油類とは，灯油及び軽油のほか，液体であって，引火点が21度以上70度未満のものをいう。
 ハ. 第三石油類とは，重油及びクレオソート油のほか，液体であって，引火点が70度以上200度未満のものをいう。
 ニ. 第四石油類とは，ギャー油及びシリンダー油のほか，温度20度で液体であるものであって，引火点が200度以上のものをいう。

表-15 労働安全衛生令規定

法令規定	使用者が守るべき義務事項
<p>労働安全衛生法 有機溶剤中毒予防規則（有機剤） 特定化学物質等障害予防規則 （特化剤）</p> <p>法第22～27条</p> <p>安衛則第579号及び601号 有機則第8条～18条</p> <p>安衛則第593条、第594条、596～598条 有機則第32条～34条 特化則第43条～45条</p> <p>安衛則第625条</p> <p>安衛則第633条及び634条</p> <p>法第57条 令第18条及び安衛則 第30～34条、安衛則別表2</p> <p>法第66条 安衛則第43条～48条 有機則第29条～31条 特化則第39条～42条</p> <p>有機則第35条及び第36条</p>	<p>（作業環境の整備と労働者の安全衛生に関する規則） 防除作業に常時従事する人の健康確保のため、労働安全衛生規則（安衛則） 有機則及び特化則で定めた事項を守ること。</p> <p>（排気及び換気） 有機溶剤含有製剤を使用する場合、通気換気の不十分な室内作業場では、必ず排風機などの局所排気装置又は全体換気装置を設置すること。</p> <p>（保護具着用の義務） 防除作業に従事する人は、必ず定められた保護メガネ、防毒マスク又は、ホースマスクなど呼吸用保護具、保護衣など適切な保護具を着用すること。又、皮膚障害を防止するため、必ず保護クリームのような塗布剤、不浸透性の保護衣、保護手袋又は、はき物など適切な保護具を使用して作業すること。</p> <p>（洗浄設備） 作業者の身体又は被服が汚染した場合、直ちに洗眼、洗身あるいはうがいをしたり、更衣、洗濯するための設備を設けること。</p> <p>（救急用具の備付） 事業者は、作業者がけががしたりした時の手当に必要な救急用具及び材料を備え、その備付けた場所および使用法を作業者に知らせて置くこと。</p> <p>（有害物質の表示と取扱い） 労働安全衛生法で定められた特定化学物質を含有する製品の包装容器には、その名称、成分及びその含有量、貯蔵又は取扱い上の注意、そして必要に応じて人体に及ぼす作用が記載されているので、作業者はそれらの表示事項を守ること。</p> <p>（健康診断） 事業者は、作業に従事させる人を雇い入れる際、当該業務への配置がえの際及びその後6ヶ月以内ごとに1回定期的につぎの項目について、医師による健康診断を受けさせねばならない。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 安衛則第43条による健康診断 <ul style="list-style-type: none"> ① 自覚症状及び他覚症状の有無 ② 身長、体重、視力、色神、聴力の検査 ③ 胸部エックス線検査 ④ 血圧の測定ならびに尿中の糖及び蛋白の有無の検査 2. 有機則第29条による健康診断 <ul style="list-style-type: none"> ① 頭痛、頭重、不眠、焦燥感、めまい、下肢倦怠、神経痛、食欲不振、胃の症状等神経系又は、消化器系障害の有無の検査 ② 赤血球数又は全血比重の検査 ③ 尿中のウイプリノーゲン及び蛋白の有無の検査 3. 特化則第39条による健康診断 <ul style="list-style-type: none"> ① 業務の経歴の調査 ② 血尿、頻尿、排尿痛等の自覚症状又は他覚症状の既往歴の有無の検査 ③ 尿沈渣検査 <p>（貯蔵） “第三種有機溶剤含有”の表示ある製品を、屋内に貯蔵する時は、こぼれ、漏れ、しみ出しのおそれがないように密栓保管すること。</p> <p>（空容器の処理） “第三種有機溶剤含有”の表示のある製品の空容器は、密栓して屋外の一定の場所に集積保管すること。</p>

表-16 水質汚濁防止法、下水道法及び大気汚染防止法の規制項目と基準

規制項目	水質汚濁防止法	下水道法	規制項目	大気汚染防止法
有害物質カドミウム及びその化合物 (ppm)	0.1	0.1	硫黄酸化物	$q = K \times 10^{-3} \text{ He}^2$ q: 各排出口から出るSO ₂ 量(Nm ³ /H) K: 定数 品川, 亀有 3.5 大阪 3.5 排出口の高さ(m) 本法は排出口1本1本の高さによる規制指定された地域については、総量規制を導入する。
有機リン化合物 (ppm)	1	1		
シアン化合物 (ppm)	1	1		
鉛及びその化合物 (ppm)	1	1		
六価クロム化合物 (ppm)	0.5	0.5		
ヒ素及びその化合物 (ppm)	0.5	0.5	ばいじん	ボイラー g/km ³ 排出ガス量が20万m ³ /H以上の場合 0.1 4~20万m ³ /Hの場合 0.2 4万m ³ /H以下の場合 0.5 廃棄物焼却炉 ・連続式(火格子面積が2m ² 以上又焼却能力200K/H以上の場合) ・排出ガス量 4万m ³ /H以上の場合 0.2 4万m ³ /H未満の場合 0.7 ・その他の方式 0.7
水銀及びアルキル水銀化合物 (ppm)	0.005	0.005		
アルキル水銀化合物	検出されないこと	検出されないこと		
PCB (ppm)	0.003			
その他の項目 外観	-			
臭気	-			
温度 (°C)	-	40以上		
pH	公共用水域に排出 5.8~8.6 海域5.0~9.0	5.7~8.7		
COD (ppm)	160 (日間平均120) 海域排出の場合に適用する。			
BOD (ppm)	160 (日間平均120) 海域以外の公共用水域に排出の場合に適用	300/5日間以下		
SS (ppm)	200 (日間平均150)	300	有害物質	物の燃焼, 合成, 分解その他の処理に伴い発生する物質のうち, 人の健康又は生活環境に係る被害を生ずるおそれのある物質 カドミウム 1.0mg/km ³ 塩素 30 塩化水素 80 フッ素, フッ化水素 フッ化ケイ素 10~15 鉛 10~30 窒素酸化物 180 cm ³ /km ³ 【特定物質】 物の合成, 分解, その他化学的処理に伴い発生する物質で, 人の健康又は生活環境に係る被害を生ずるおそれのあるもの アンモニア ベンゼン フッ化水素 ピリジン シアン化水素 フェノール 一酸化炭素 硫酸 ホルムアルデヒド フッ化ケイ素 メタノール ホスゲン 硫化水素 二酸化セレン リン化水素 クロルスルホン酸 塩化水素 黄リン 二酸化窒素 三塩化リン アクロレイン 臭素 二酸化イオウ ニッケルカルボニル 塩素 五塩化リン 二硫化炭素 メルカプタン
K ₂ Cr ₂ O ₇ による酸 酸素要求量 (ppm)	-	(ヨウ素消費量) 220		
鉱油類 (ppm)	5	5		
植物油類 (ppm)	30	30		
フェノール類 (ppm)	5	5		
銅 (ppm)	3	3		
亜鉛 (ppm)	5	5		
溶解性鉄 (ppm)	10	10		
溶解性マンガン (ppm)	10	10		
クロム (ppm)	2	2		
フッ素 (ppm)	15	15		
ニッケル (ppm)	-			
大腸菌群数	3,000個/cm ³ (日間平均)			

その他に、取り扱う者が木材保存剤を廃棄するために燃焼する場合、または、木材保存剤を使用した機械器具などを洗浄した廃液を捨てる場合などは、それが毒・劇物でなくとも、水質汚濁防止法、下水道法及び大気汚染防止法が関与するので留意して置く必要がある。すなわち、少なくとも表-16に定められた基準値の範囲内で対処して行く必要がある。

5. 安全作業

木材保存剤に関する安全作業を実施または遂行するには、次の事項に関する事業者と作業員（従業者）、更には（時としては）一般消費者（顧客または居住者）との相互理解と協力が必要である。

- (1) 作業基準（手順）の作成と遵守－作業の急所、コツ、注意事項（一般消費者への説明や

注意も含む）

- (2) 定期健康診断の実施
 (3) 安全、衛生管理の推進－安全作業方法、機械や設備への安全装置の取付け、補助具、保護具の備え、換気装置の設備
 (4) 教育の義務－標準作業、自主点検、安全管理方針等の遵守
 (5) 毎日の作業の心構え－準備運動、スタッフとの打合せ、作業手順の復習、工具、機械、保護具及び安全装置等の点検、効率的作業の実施

その場合、事業者及び従業員、更には（時としては）一般消費者も以下の事項を充分理解し、且つ留意して置くべきである。

- (1) 法的規制
 (2) 製品表示

・使用上の注意事項

表-17 使用上の注意

作業前	① 注意書、ラベルを読む ② 体の調子が悪い時、作業に従事しない ③ 特異体質の人は、作業に従事しない ④ 保護具及び使用機器を点検 ⑤ 人及び動物植物への薬害防止措置 ⑥ 環境汚染防止の措置
作業中	① 2人以上で作業 ② 保護具を着用 ◆ 露出部分を最小限 ③ ゴム手袋を着用 ④ 喫煙、食事、用便をとる時 ◆ 石鹼で、洗顔、手洗 ⑤ 大量の薬剤を浴びた時 ◆ 脱衣、付着した薬剤を洗い流す ⑥ 気分、体の異常を感じた時 ◆ 新鮮な空気のところへ、医師を呼ぶ ⑦ 目に入った時 ◆ 多量の水で洗眼 ⑧ 通気の悪い場合 ◆ 局所換気装置の設置 ⑨ 下水道、井戸、湖沼、地下水への流入に注意 ⑩ 屋外での作業 ◆ 風上で作業 ⑪ 火気に注意
作業後	① 洗顔、手洗、うがい及び洗眼 ② 一日の作業終了後、◆ シャワー又は入浴 ③ 作業衣は、他の衣服と区別し、漂白剤浸漬後、洗濯 ④ 残った薬剤は元の保管場所へ、タンク、浸漬槽には、フタ ⑤ 空缶は、天地をつぶして、回収業者へ ⑥ 定期健康診断以外にも、特殊健康診断を

製品表示事項や表示内容は製品によって異なっているが、製造業者は作業員及び消費者の便利のように見易く、且つ理解しやすいように表示しているの、よく理解した上で使用すべきである。

- ① 法的規制
- ② 製品表示
- ③ 留意事項
 - ・使用上の注意事項

- ・取り扱い上の注意事項
- ・健康診断
- ・事故時の措置
- ・安全衛生保護具
- ・廃棄処理

以下に、前記留意事項を簡略化して記述するので参考にしてほしい（表-17～表-22）。

・取り扱い上の注意事項

表-18 取り扱い上の注意事項

保 管 上	<ul style="list-style-type: none"> ① 食品、食器、飼料などと区別し、専用倉庫に保管、施錠 ② 在庫状況、使用量を把握、管理 ③ 保管庫の構造 / 飛散、漏出、流出、地下への浸透防止 ④ 劇物、危険物等の必要な表示
漏洩した場合	<ul style="list-style-type: none"> ① ボロ布、木粉、軽石等に吸着 ② 火災の危険が生じた場合、火気厳禁の表示 ③ 井戸、池、河川などに流入時 ➡ 警察又は、保健所へ
火災事故時	<ul style="list-style-type: none"> ① 軽減する為の最大の措置 ② 火気を誘発する装置を停止 ③ 近付かない、近隣の人を避難させる

・健康診断

表-19 作業者の健康診断

安衛則第43条	<ul style="list-style-type: none"> (1) 自覚症状及び他覚症状の有無 (2) 身長、体重、視力、色神、聴力の検査 (3) 胸部エックス線検査 (4) 血圧の測定、尿中の糖及び蛋白の有無の検査 	6ヶ月以内に1回
有機則第29条	<ul style="list-style-type: none"> (1) 頭痛、頭重、不眠、焦燥感、めまい、下肢倦怠、神経痛、食欲不振、胃の症状等神経系又は消化器系障害の有無の検査 (2) 赤血球数又は全血比重の検査 (3) 尿中のウロビリノーゲン及び蛋白の有無の検査 	6ヶ月以内に1回
特化則第39条	<ul style="list-style-type: none"> (1) 業務の経歴の調査 (2) 血尿、頻尿、排尿痛等の自覚症状又は他覚症状の既往歴の有無の検査 (3) 尿沈渣検査 	6ヶ月以内に1回
労働省通達基発第308号 (昭31. 5. 18)	<ul style="list-style-type: none"> (1) コリンエステラーゼ活性値 	当初は2週間に1回、それ以後は毎月1回が好ましい。

表-20 事故時の措置

1. 応急措置
<p>患者を新鮮な空気の場合に隔離 ▶ 医師に速かに連絡 ▶ 医師の処理を受ける迄の救急方法</p> <ul style="list-style-type: none"> ・体力を消耗させない ・衣服をゆるめ安静にする ・衣服が薬剤で汚染していたら、脱がせる ・毛布、ふとんや湯たんぽで保温する ・嘔吐がある時は、首を横に曲げて吐かせ、肺に吸いこませない ・連絡事項を把握しておく（誰が、何時、どこで、何人で、使用薬剤名、どうしたか）
2. 薬物の除去
<p>原因物質の速かな除去</p> <p>(a) 経口摂取の場合</p> <ul style="list-style-type: none"> ・のどの奥を指、サジ柄などで刺激して吐せる ・有機溶剤使用の薬剤は、催吐を行わない ・胃洗浄は、ゴムカテーテルで行う ・活性炭、万能解毒剤（活性炭、酸化マグネシウム、タンニン酸を2:2:1の割合で混合） ・硫酸マグネシウム、硫酸ナトリウム <p>(b) 経皮摂取の場合</p> <ul style="list-style-type: none"> ・皮膚に付着した薬剤を水と石けん又は、中性洗剤で洗い落とす <p>(c) 目に入った場合</p> <ul style="list-style-type: none"> ・新鮮な水で洗眼する（15分間以上）

表-21 安全衛生保護具

保護眼鏡	<p>視野を妨げることなく、軽く、違和感のないもの、ゴーグル型が良い。</p> <p>眼鏡の条件</p> <ol style="list-style-type: none"> ① 眼鏡をかけた時、よく見えること。 ② 眼鏡をかけた時、軽くて、しっかりしていること。 ③ 薬剤におかされないこと。 ④ 石油系の有機溶媒に耐性が大きいこと。 ⑤ 汗などでレンズが曇りにくいこと。 ⑥ 皮膚に触れる部位に吸水性、吸油性の材料が使われていないこと。
保護マスク	<p>捕集効率が高く面体と顔面の密着が良く、かつ息苦しくなく、装着が簡単で、視野が広く、使い易いマスクを作業によって使いわけること。</p> <ol style="list-style-type: none"> ① 薬剤の毒性により、 有機リン剤等：送気式のホースマスク、エアラインマスク又は自給式の空気呼吸器 毒性の弱い薬剤：簡易型の防塵マスクや防毒マスクでも良い ② 建築中の建物、屋外や開放した広い部屋等 送気式のホースマスクやエアラインマスク又は自給式の空気呼吸器が望ましい。簡易式防塵マスクや防毒マスクも可 ③ 作業（施工）方法により ミストや薬剤を浴びない作業方法の場合、不織布等の簡易マスクでも可 ④ 床下や室内等密閉された場所 送気式ホースマスクやエアラインマスク又は自給式の空気呼吸器 ⑤ 耐溶剤性、耐薬品性の材質、皮膚との接触部分：吸水性及び吸油性でないもの
手袋	耐溶剤性及び耐薬品性
靴	同上
作業衣	防水加工され薬剤の吸収・透過が少ない布、つなぎで長袖 毎日又は作業毎に取り替える。専用の洗濯機
帽子	耐薬品性、防水加工
保護クリーム	<p>水溶性薬剤用 コールドクリーム型クリーム（耐水性の被膜）</p> <p>脂溶性薬剤用 バニシングクリーム型クリーム（耐油性の被膜）</p>

・廃棄処理

表-22 廃液及び廃棄処理

廃液処理	少量	布、木屑、オガクズ等に吸着 ➡ 燃却
	多量	油液分離処理又は沈澱槽で沈澱濃縮処理 ➡ 木屑やオガクズに吸着 ➡ 燃却
廃棄物処理	可燃性	焼却処理
	不燃性	水又は灯油で洗浄 ➡ 廃棄物処理業者又は廃品回収業者

(1993. 11. 25受理)

合板接着剤混入用木材保存剤一覧表

(平成9年3月21日現在)

品名	ホキシム乳剤	クロルピリホス乳剤	フェニトロチオン MC懸濁剤	ECP乳剤
組成	ホキシム 50% _W	クロルピリホス 50% _W	フェニトロチオン 20% _W	ジクロロフェンチオン (ECP) 50% _W
性能	防虫	防虫	防虫	防虫
標準使用量	合板仕上り1m ³ 当り 製剤として800g/m ³ (主成分として400g/m ³)	合板仕上り1m ³ 当り 製剤として600g/m ³ (主成分として300g/m ³)	合板仕上り1m ³ 当り 製剤として1500g/m ³ (主成分として300g/m ³)	合板仕上り1m ³ 当り 製剤として900g/m ³ (主成分として450g/m ³)
商品例	バシリウム-475(武田) リクタス-50P(三共) トミガードPE-50(吉富)	リクタス-50L(三共) ケミホルツプライCP ニチメート乳剤(日農)	ケミホルツラポートMC(ケミホルツ) シト-ラポートMC(神東塗料) 金鳥ラポートMC(大日本) コシラポートMC(コシイ) サヨラポートMC(ザイエンス) 三共ラポートMC(三共)	リクタスECP(三共) ケミホルツプライECP(ケミホルツ) ホストP乳剤(日本化薬)

品名	クロルピリホス・ サンプラス混合乳剤	クロルピリホス・ IF-1000混合乳剤	S-421・サンプラス 混合乳剤	サンプラス乳剤
組成	クロルピリホス 25% _W サンプラス 30	クロルピリホス 25% _W IF-1000 30	S-421 40% _W サンプラス 35	サンプラス 50% _W
性能	防虫、防蟻、防腐	防虫、防蟻、防腐	防虫、防蟻、防腐	防腐
標準使用量	合板仕上り1m ³ 当り 製剤として2000g/m ³ (クロルピリホスとして500g/m ³) (サンプラスとして600g/m ³)	合板仕上り1m ³ 当り 製剤として2000g/m ³ (クロルピリホスとして500g/m ³) (IF-1000として600g/m ³)	合板仕上り1m ³ 当り 製剤として3000g/m ³ (S-421として1200g/m ³) (サンプラスとして1050g/m ³)	合板仕上り1m ³ 当り 製剤として1200~1600g/m ³ (サンプラスとして600~800g/m ³)
商品例	ケミホルツプライFIS(ケミホルツ) リクタスLS(三共) トミガードP-840(吉富)	ケミホルツプライFTI(ケミホルツ) リクタス-LI(三共)	ケミホルツプライSS(ケミホルツ) リクタス-SS(三共)	

品名	ピリダフェンチオン 乳剤	ホキシム・防腐剤 混合乳剤	ホキシム・S-421・IPBC 混合乳剤	
組成	ピリダフェンチオン 40% _W	ホキシム 12% _W S-421 8 NCL-AI 20 フルメシロックス 20	ホキシム 15% _W S-421 10 IPBC 10	
性能	防虫	防蟻、防腐	防蟻、防腐	
標準使用量	合板仕上り1m ³ 当り 製剤として1200g/m ³ (ピリダフェンチオンとして400g/m ³)	合板仕上り1m ³ 当り 製剤として2000g/m ³ (ホキシムとして300g/m ³) (S-421として200g/m ³) (NCL-AIとして500g/m ³) (フルメシロックスとして500g/m ³)	合板仕上り1m ³ 当り 製剤として3000g/m ³ (ホキシムとして300g/m ³) (S-421として200g/m ³) (IPBCとして200g/m ³)	
商品例	サンプレザ-PWL-40 (ザイエンス)	キルメット572GT(武田) トミガードP-830(吉富)	トミガードP-850(吉富)	