

「木質建材からのVOC証明・表示研究会」報告書

平成20年3月

(財)日本住宅・木材技術センター

ま え が き

近年、シックハウスに対する関心が高まり、シックハウス対策として、建築基準法において平成15年7月1日からホルムアルデヒド発散建築材料の告示が施行され、その結果として、建材からのホルムアルデヒド発散量は大きく減少したが、トルエン、キシレン、スチレン、エチルベンゼンの4VOCについても、住宅や学校施設において関心が高まっており、設計、施工者からは建材からのVOC放散量に関する判断基準の設定やその表示が求められてきている。

そこで、(財)日本建材試験センターでは、これら4物質の放散基準値を制定するとともに、(社)日本建材・住宅設備産業協会（以下「建産協」という。）ではVOCの発散量が当該放散基準値以下であることが明らかである建築材料については、別途、自主的に証明し表示を行うという自主表示に関するガイドラインを作成した。

このような状況の下で、(社)全国木材組合連合会、日本合板工業連合会、日本集成材工業協同組合、全国天然木化粧単板工業協同組合連合会、日本プリント・カラー合板工業組合、日本フローリング工業会、日本複合床板工業会及び日本繊維板工業会は、建産協のガイドラインに準拠した木質建材の4VOC放散に関する自主表示・証明制度の発足に向け、当センターに、木質建材からの4VOC放散基準適合の証明・表示の適切かつ円滑な運用のための諸事項の検討を委託した。そこで、当センターでは、学識経験者による「木質建材からの4VOC証明・評価研究会」を設置し、これまでの測定結果などを整理して4VOC放散基準に適合する木質建材のリストの作成及び証明の考え方を整理したものである。

本報告書の作成に当たっては、学識経験者による委員各位並びに関係業界団体各位の積極的なご協力を賜り、厚く御礼申し上げますとともに、木質系建材からのVOC放散量の削減に役立つことを希望する次第である。

平成20年3月

(財)日本住宅木材技術センター

理 事 長 岸 純 夫

委員名簿

(敬称略)

委員長	富田文一郎	筑波大学 名誉教授
委員	吉田 彌明	静岡大学 名誉教授
委員	井上 明生	(独)森林総合研究所積層接着研究室長
委員	大平 辰朗	(独)森林総合研究所樹木抽出成分研究室長
協力委員	藤田 清臣	(社)日本建材・住宅設備産業協会 品質委員会委員長
協力委員	田村 彰	(財)日本合板検査会 調査研究部長兼研究室長
協力委員	山田 誠	(財)日本住宅・木材技術センター 研究開発部副部長
協力委員	尾藺 春雄	(社)全国木材組合連合会 専務理事
オブザーバー	川喜多 進	日本合板工業組合連合会 専務理事
オブザーバー	岩森 毅	全国天然木化粧合単板工業協同組合連合会 専務理事
オブザーバー	大井 満也	日本プリント・カラー合板工業組合 事務局長
オブザーバー	山崎 和彦	日本繊維板工業会 業務部長
オブザーバー	黒木 亮	日本集成材工業協同組合 専務理事
オブザーバー	堂東 忠司	日本フローリング工業会・日本複合床板工業会 専務理事
オブザーバー	竹内 孝常	(社)日本木材保存協会 常務理事
行政	松下 英之	林野庁林政部木材産業課住宅資材班 課長補佐
行政	唐澤 智	林野庁林政部木材産業課住宅資材班 住宅資材技術専門官
事務局	小柳 好弘	(財)日本住宅・木材技術センター 常務理事研究開発部長
事務局	西村 勝美	木構造振興株式会社 専務取締役
事務局	平原 章雄	木構造振興株式会社 業務部長

目 次

第1章 概要	1
第2章 建材からのVOC放散速度基準に関する表示制度	3
第3章 無垢の木材から放散する揮発性有機化合物（VOC）	11
第4章 合板・集成材・ボード類・フローリング等の4VOC放散量	29
第5章 対象VOCが基準値以下であることが確認されている木質建材	43
第6章 建築材料からの揮発性有機化合物（VOC）放散速度測定方法	51
参考資料	55
建材からのVOC 放散速度基準	
【建材からのVOC放散速度基準化研究会（事務局：（財）建材試験センター）】	

第1章 概 要

ホルムアルデヒド対策規制以降、公共住宅等ではホルムアルデヒド以外の VOC（揮発性有機化合物、Volatile Organic Compounds）についても引渡し前の室内濃度について明らかにすべきとの要求があり、財団法人建材試験センターをはじめとする関係団体がその対応について検討を行ってきた。現在のところホルムアルデヒド以外の対象 VOC としては、トルエン、キシレン、エチルベンゼン、スチレンがあげられ、これら4種を4 VOC と呼んでいる。4 VOC の内、トルエン、キシレン、エチルベンゼンについては、一般に塗料等に使用されるシンナーと呼ばれる溶剤類に含有しているものであり、スチレンは一般にプラスチック原料として用いられているが、木材加工分野では塗料として用いられる不飽和ポリエステル樹脂等の架橋剤（硬化剤）として使用されている。そのためこれら4 VOC が建材の製造時に混入する可能性があり、安全性を確保することが必要である。

「建材からの VOC 放散速度基準化研究会（事務局：（財）建材試験センター）」は、昨年8月にこれらの4 VOC に関する「建材からの VOC 放散速度基準（案）」を取りまとめて、平成20年4月からの運用を目途に、現在関係業界、団体などがその適用等について検討を行っている。

本研究会「木質建材からの VOC 証明・表示研究会」は、これらの状況を踏まえ木質建材からの VOC 放散速度基準適合の証明・表示の適切かつ円滑な運用のための諸事項について検討することを目的として、VOC 放散速度基準に適合する木質建材の判定と公表及び証明方法等の検討を行ってきた。すなわち、製材品のほか、合板、集成材、パーティクルボード、繊維板等の一次加工製品としての木質材料、また化粧合板やフローリング材等に代表される各種二次加工製品等について、現在流通している製品の4 VOC 放散の状況を把握して、基準に適合するかどうか、また製品の安全性をいかに確保すべきか等について検討を行ってきた。

この報告書は、これらの検討結果を取りまとめたものであり、各章の内容を取りまとめると概略以下の通りである。

第2章では、建材からの VOC 放散速度基準に関する表示制度運用に関する基本的事項と関連分野における動向や対応の状況を取りまとめた。とくに4 VOC 放散適合基準値の設定に至る経緯をまとめた。

第3章では、無垢の木材から放散する揮発性有機化合物について、今までに確認されている研究結果や樹木が保有する生合成経路と生成している化合物の化学構造を取りまとめ、4 VOC が樹木に存在する可能性について検討した。その結果、樹木中に4 VOC が存在する可能性は全く無いと結論された。樹木すなわち木材は、すべての木材製品や木質材料の原料となるものであるが、木材自身は、4 VOC を含まない原料であると結論された。

第4章では、主な木材用接着剤、合板、集成材及びボード類、さらにはフローリングの4 VOC の放散量について、既存の研究データを取りまとめた。さらに、（財）建材試験セン

ターが取りまとめた「建材からの VOC 放散速度基準値」に対する適合性を、木材と接着剤だけを用いて製造される「一次加工」の木質建材、さらに塗装やオーバーレイ等の表面化粧さらにはその他の加工を施こした「二次加工」の木質建材について検討した。その結果、ユリア樹脂接着剤、メラミン・ユリア共縮合樹脂接着剤、フェノール樹脂接着剤、レゾルシノール樹脂接着剤、レゾルシノール・フェノール樹脂接着剤を使用した一次加工木質建材は、殆ど 4 VOC 放散が確認されなかった。水性高分子・イソシアネート系接着剤ならびにイソシアネート系接着剤を使用した一次加工木質建材については、一部考慮が必要と判断された。二次加工木質建材については、加工方法により 4 VOC が放散するものとししないものがあることが確認された。

第 5 章では、一次加工木質建材や二次加工木質建材を取り扱う各団体に対して、製品名と使用した基材、塗料や副基材等の種類や内容を詳しく調査し、それらを整理・分類して分かりやすい形でとりまとめると同時に第 4 章の結果に基づき表 5-1 「対象 VOC が基準値以下であることが確認されている木質建材」として取りまとめた。この表では、木質建材を、木材、一次加工木質建材、二次加工木質建材に 3 大別し、4 VOC が基準値以下であることを認めるための要件が記すことにした。

その結果、一次加工木質建材の大部分は、ほぼ無条件で対象 VOC が基準値以下であることが確認されている木質建材に分類された。また、二次加工木質建材については製品が多種に及び、二次加工に使われている基材、副資材、接着剤、塗料等も多岐にわたることから、これらを整理して共通した要件を設定して対応することにした。

第 6 章では、VOC 放散基準適合の証明方法（4 VOC 放散速度の測定方法）について概略を解説した。

上記の通り、本研究会の検討内容の概略を解説したが、第 5 章で取りまとめた表 5-1 「対象 VOC が基準値以下であると認められる木質建材」が現時点における最終結論であり、適切な運用を期待したい。

第2章 建材からのVOC放散速度基準に関する表示制度

2. 1 建材からのVOC放散速度基準

(財)建材試験センターでは、学識経験者、メーカーやユーザー等の業界関係者等で構成される「建材からのVOC放散速度基準化研究会」を、平成17年7月27日付けで設立趣意書を著わした上で組織し、建材からのVOC放散に関する判断の拠り所となる基準化の検討を進めてきた。その結果は、「建材からのVOC放散速度基準(案)」として、平成19年8月2日に公表し、その制定日を平成20年4月1日として、この日より運用を始めた。

制定の背景と基準の概要は、以下のとおりである。

(建材試験センターホームページより) http://www.jtccm.or.jp/seino_kijyun_voc

2. 1. 1 基準制定の背景

建築基準法によるシックハウス対策規制以降、公共住宅等ではホルムアルデヒド以外のVOCについて引き渡し前の室内濃度測定を要求している。また、住宅性能表示制度でも、VOCの現場測定が盛り込まれている。

一方で、各種建材からのVOCの放散については、JIS A 1901 小形チャンバー法により測定できるものの、測定結果の判断基準がないため、建材メーカー、設計・施工者等からは、資材からのVOC放散に関する判断の拠り所となる基準化を望む声が多く寄せられていた。

このような背景をもとに、これまでにホルムアルデヒド・VOCに関するJIS原案作成並びにVOCの測定法等に関する調査研究を行ってきた(財)建材試験センターを事務局として、学識経験者、業界関係者からなる「建材からのVOC放散速度基準化研究会」が発足した。研究会では、基準化に向けて行政担当者をオブザーバーとして招き意見を聞きつつ、各種団体の自主基準と整合し、同時に先進各国の基準との調和に配慮して検討した。

2. 1. 2 基準の社会的性格

本基準は、製造・販売者並びに使用・購入者が共通の認識で材料の選択・判断できる共通の「ものさし」として、当研究会で自主的に定め、公表・公開したものである。本基準では、放散速度基準値(通常想定される使用状態において、対象VOCの室内濃度が厚生労働省の室内濃度指針値以下となることを目標に定めたもの)のほかに、運用にあたり基本となる表示方法、試験方法、判断方法等についても制定した。

2. 1. 3 基準の概要

- ・ 対象資材は、JIS A 1902-1～4 の適用範囲に該当する資材(建築用ボード類、壁紙、

床材、接着剤、塗料、建築用仕上塗材、断熱材）のほか、対象 VOC を使用している資材のうち、当該基準で評価することが合理的なものとする。

- ・ 対象物質は、トルエン、キシレン、エチルベンゼン、スチレンとする。
- ・ 基準値は、ホルムアルデヒド放散速度基準値算出時の条件と同じ試料負荷率 3.4 m^2/m^3 で算出する。
- ・ 試験方法は、JIS A 1091 小形チャンバー法に拠るものとする。
- ・ 建材からの VOC 放散速度基準値は表のとおりである。

表 2-1 対象 VOC と放散速度基準値

対象 VOC	略記号	放散速度基準値 ($\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$)
トルエン	T	38
キシレン	X	120
エチルベンゼン	E	550
スチレン	S	32

当該基準の解説によれば、基準値設定の根拠や考え方は以下のとおりである。

基準値の設定の根拠として、対象 VOC については、JIS A 1901 にて測定される化学物質、公共住宅や住宅性能表示制度にて濃度測定対象としている化学物質、建材に使用されると考えられる化学物質を対象として選定している。

基準値は、建築基準法のシックハウス対策技術的基準の根拠を参考に、VOC 放散の程度、使用実態等をもとに、次の考え方により計算したものである。このため、当該基準値は想定条件 (28℃) 下におけるひとつの目安であり、高温下等での環境を満たすものではない。

- ・ 想定条件は、建築基準法のシックハウス対策技術的基準を根拠とした。
- ・ 対象資材が室内全面に施工され、床面積の 3 倍の家具が設置されている状況を想定し、試料負荷率は 3.4 ($3.4 = 2.2 + 0.4 \times 3$) m^2/m^3 として算定した。
- ・ 換気回数は 0.5 回/h、気温は 28℃を想定した。

表 2-2

化学物質名	指針値*	試料負荷率 L	換気回数	放散速度
	$\mu\text{g}/\text{m}^3$			$\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$
トルエン	260	$2.2 + 0.4 \times 3 = 3.4$	0.5	38
キシレン	870			120
エチルベンゼン	3800			550
スチレン	220			32

放散速度の値は有効数字 3 桁以下を切り捨てた。なお、測定は安全側での測定となるように、試料負荷率 2.2 m^2/m^3 (接着剤は 0.4 m^2/m^3 を選択してもよい) にて行う。

指針値*：厚生労働省が示した化学物質室内濃度指針値

2. 1. 4 基準適合の証明・表示

当該基準に基づく適合性の証明・表示に関しては、基準書の付属書で参考として、各機関の既存の制度との整合を図るとともに、次の原則事項により行うのが望ましい、との表現に止め、以下の原則事項を記している。

- ・ 引用規格は、JIS Q 1000（適合性評価—製品規格への自己適合宣言指針）および JIS Q 17030（適合性評価—第三者適合マークに対する一般要求事項）とする。
- ・ 表示内容の基本事項は、
 - 1) 基準適合性を保証する機関名と認証等の交付日および連絡先
 - 2) 基準適合している旨の記述および記号
 - 3) 建材名
 - 4) 商品名
 - 5) 製造者名および連絡先の5点とする。
- ・ 適合証明・表示区分は、1) 自己証明、2) 試験報告書、3) 証明・マークのいずれかまたはその組み合わせがある。
- ・ 適合証明・表示の用件は、1) 自己適合宣言、2) 試験報告書、3) 発注者基準の基準適合文書、4) 証明・マークがある。

2. 2 建材からのVOC放散に関する表示制度の検討

2. 2. 1 関連業界団体による表示制度の検討

「建材からのVOC放散速度基準化研究会」から示された基準によると、その基準適合の証明・表示に関しては付属書の中で参考程度に原則事項が示されるに留まっている。そして、その具体化については、この研究会の議論にて建材メーカー関連団体に委ねられることとなった。

一方、建材メーカーやその関連団体から構成される（社）日本建材・住宅設備産業協会（略称：建産協）が、平成16年度に国土交通省補助事業「建材の化学物質発散に関する実態調査」にて、会員企業・団体あてに実施したアンケート調査結果では、その顧客や外部からの建材・住宅設備から発散するVOCのデータ開示要求に対し、「データの開示ではなく、記号・マークなどの表示ルールを業界としてまとめる」ことや「カタログやMSDSなどへの記載をする場合のガイドラインを業界で作成」してほしいとの意見が、回答者の90%を越えた。

また、同協会が平成18年度および平成19年度に実施した国土交通省補助事業「建材から発散するVOCの情報開示に関する研究」および「設備類から発散するVOCの各種測定法の関連性に関する調査研究」において、複数の材料を接着接合してなる化粧板などの建材やこの化粧板を構成してなる住宅設備類については、その構成材料からのVOC放散

の有無によって、建材や設備類からのVOC放散が左右されるとの結果を得ている。

したがって、建材からのVOC放散は、それぞれの構成材料からのVOC放散の実態を踏まえて、放散速度基準値に照らして基準適合か否かの判断が可能となる。よって、VOC表示に向けては、化粧板等の構成材料、化粧板等、設備類とそれぞれの材料や建材・設備類の業界団体が連携し、表示制度を設けて、且つ、表示を浸透させるための枠組みを設けておくことが、ユーザーの信頼を得るためにも重要である。

建産協では、建材・設備関連団体に呼びかけ、「建材から放散するVOCの自主表示に関する検討会」(検討会)を、平成19年5月に発足させ、平成20年3月までに、8回検討を重ねている。この検討会には表2-3に示す、経済産業省、農林水産省所管の団体が参画し、またユーザー側である国土交通省の意向も伺うため、各行政省庁には可能な限りオブザーバーとして出席をいただいている。

表2-3 建材から放散されるVOCの自主表示に関する検討会 参画団体

団 体 名 称
(社)日本建材・住宅設備産業協会
押出発泡ポリスチレン工業会
日本接着剤工業会
印刷工業会
日本壁装協会
ウレタンフォーム工業会
日本繊維板工業会
インテリアフロア工業会
ロックウール工業会
(社)全国木材組合連合会
(社)日本木材保存協会
日本集成材工業協同組合
全国木製サッシ工業会
日本合板工業組合連合会
日本プリント・カラー合板工業組合
日本フローリング工業会
日本複合床板工業会
全国天然木化粧合単板工業組合連合会
(財)日本合板検査会
(財)日本塗料検査協会

この検討会では、「建材からのVOC放散速度基準」の内容を踏まえた上で、検討会参画の各団体が表示制度を導入することを前提に、表示制度運用に係わる基本的事項を整理し、具体的な表示方法について議論を重ねている。

検討会でのこれまでの大きな合意事項は、表示制度運用に係わる基本的事項をまとめ、公表を行うこと。また、共通の表示としてJIS規格やJAS規格などの表示と紛らわしくならないよう、「4VOC基準適合」と記述することなどを決めた。

この「4VOC基準適合」の表現については、関連業界団体やその傘下の企業などで共通して広く使用できるよう、関連製品群での商標を取得すべく、特許庁に商標登録出願を行っている。

2. 2. 2 化粧板等のVOC表示制度の概要

VOC放散速度基準への適合について、各団体が表示制度を設ける場合の共通事項について、検討会では「建材からのVOC放散速度基準に関する表示制度運用に係わる基本的事項（案）」としてまとめ、表示制度運用の骨格とした。

以下、検討会資料より、「建材からのVOC放散速度基準に関する表示制度運用に係わる基本的事項（案）」を引用記述する。

平成20年3月24日案

平成20年 月 日

建材から放散するVOCの自主表示に関する検討会

(事務局：(社) 日本建材・住宅設備産業協会)

建材からのVOC放散速度基準に関する表示制度運用に係わる基本的事項（案）

1. 目的

（財）建材試験センターが主催する「建材からのVOC放散速度基準化研究会」で「建材からのVOC放散速度基準（以下「VOC基準」）」が制定され、トルエン、キシレン、エチルベンゼン、スチレン（以下「対象VOC」）の放散速度基準値が示された。VOC基準への適合については、VOC基準の解説で言及されているとおり、業界団体による運用が可能である。ホルムアルデヒド発散建材同様に、多くの材料が共通の表示を行うことにより表示をユーザーに浸透させ、VOC基準への適合についてわかりやすい表示を行うため、建材等の業界団体が表示制度を運用するための基本的事項を作成した。

2. 対象とする製品

VOC基準の「1. 適用範囲」の資材のうち、各業界団体が対象とするものを明らかにする。但し、VOC基準は法的な規制ではないため、対象の資材に含まれない建築資材で表示を行うものを拒むものではない。

3. 対象とする範囲

VOC基準の「2. 建材からのVOC放散速度基準値」の「表1 対象VOCと基準値（以下「対象VOC基準値」）」におけるすべての対象VOCにおいて該当する基準値を満たすものとする。

4. 表示内容及び方法

VOC基準の「付属書（参考）」およびホルムアルデヒド発散等級表示制度の表示項目を参考に、表示制度の利用者に対しては下記の6項目の表示を求めるものとする。

一、表示制度名称（業界団体ごとに表示制度の名称）

二、適合表示 4 VOC基準適合

三、登録番号

四、製造者等名称

五、製造年月日あるいはロット番号等（本事項は構成材料を確認できる記号で記載する。

記号そのものあるいは記載されている場所を明示すれば足りる。）

六、問合せ先（表示制度を行っている業界団体の問合せ先）

なお、これらの事項は一括して表示される必要はないが、製品・梱包・施工説明書、現場で確認できるものに表示することとする。

対象VOC基準値以下であることが確認されている資材については別記する。

5. 対象VOC基準適合の判断

VOC基準への適合については、各業界団体において運用規定を設け、判断するものとする。測定により判断する場合以外にも、VOC基準への適合が確認された材料の組み合わせについても表示制度の対象とすることができる。

6. 品質管理

各業界団体による表示制度の運用については、主に書類での判断となり、品質管理については製造者等（表示を行う者）が自らの責任によって行う。各業界団体は、製造者等が品質管理を行うことを運用規定に明記するものとする。

7. 基本的事項の改定について

本基本的事項はVOC基準が改定された場合等、必要に応じて改定を行うものとする。

■ VOC証明・表示規定 策定予定団体

団体名称	対象製品
(社)日本建材・住宅設備産業協会	化粧板 複数種の材料を組合せた練合せ製品など
日本接着剤工業会	接着剤
印刷工業会	化粧シート
ウレタンフォーム工業会	硬質ウレタンフォーム断熱材
日本繊維板工業会	MDF、インシュレーションボード ハードボード、パーティクルボード MDF（化粧板）、インシュレーションボード（化粧板） ハードボード（化粧板）、パーティクルボード（化粧板）
ロックウール工業会	ロックウール保温・断熱材、吸音材
全国天然木化粧合板工業組合連合会	化粧板
日本プリント・カラー合板工業組合	化粧板

別記 対象VOCが基準値以下であることが確認されている資材（記入例）

材料名称	備考	問合せ先	電話番号または URL
（資材の一般名称）	（無塗装品に限る、JIS A 〇〇〇〇の区分△△とする、 など限定がある場合は記述する）	（工業会等の名称）	（工業会等の問合せ先）
ロックウール保温材・断熱材・吸音材	JIS A 9251, JIS A 9504 JIS A 6301	ロックウール工業会	03-5202-1471 http://www.rwa.gr.jp/

※ 各団体に調査し、回答のあった材料を随時掲載する。表の題名・形式等は回答の状況に応じて変更を行う。

（以上、基本的事項（案）より引用）

2. 2. 3 各団体におけるVOC表示への取り組み

「建材から放散するVOCの自主表示に関する検討会」（以下、検討会という。）の進行に合わせて、これに参画する団体でも、それぞれの所管する製品についての具体的表示のあり方について、検討をすすめている。

なかでも建産協の主たる対象となる化粧板は種々雑多であり、さらにそれを構成する材料は非常に幅広いものとならざるを得ない。そこで、建産協では検討会の推進状況にあわせて、建産協で設ける表示制度についての規定の原案の作成を進めている。この規定は、シックハウスに係る改正建築基準法の施行に合わせて運用している「ホルムアルデヒド発散等級表示制度」の例に倣い、2つの表示制度が運用されても混乱がおきないように、配慮している。

本規定の原案については、検討会の中で議論の半ばであっても、他の関連団体が表示制度を設ける際の参考になるように、公開している。

第3章 無垢の木材から放散する揮発性有機化合物 (VOC)

3. 1 代表的な無垢材からの VOC の測定例

3. 1. 1 はじめに

シックハウス対策の一環として、厚生労働省により13種類の物質の室内濃度指針値が策定されている。その内、ホルムアルデヒド、クロルピリホス以外の物質については、国土交通省の定める建築基準法による規制が行われていない。しかし、昨今業界団体においては自主的に建築資材から放散される VOC (トルエン、キシレン、エチルベンゼン、スチレン (以下 4VOC 成分とする) について基準化を図るための検討が進められており、建材からの VOC 放散速度基準案が公表されているところである。これらの動きに対処するため、基準案への建材の適合の是非を判定するべく、各種建築資材からの VOC の放散の実態についての検討が求められている。ここでは特に無垢材 (針葉樹、広葉樹) から放散される VOC 類の測定結果と 4VOC 成分の含有の可能性について考察することとする。

3. 1. 2 試験方法等

(1) 材料

建築用材等として用いられることが多い針葉樹材 12 種類 (アカマツ、エゾマツ、カラマツ、クロマツ、サワラ、スギ、ツガ、トウヒ、トドマツ、ヒノキ、ヒノキアスナロ、モミ)、広葉樹材 6 種類 (サクラ、イタヤカエデ、カツラ、ハンノキ、ミズナラ、シナノキ) を実験に用いた (図 3-1)。針葉樹の樹齢は 50-70 年生、広葉樹の樹齢は 70-90 年生であった。供試部位は心材部である。試験体はいずれも建築用材を目的とした人工乾燥材である。試験に用いる試験体は 1 週間以上、25° C、50%RH の条件にて養生し、実験開始直前には、暴露面を 1mm 程度削り、新鮮な面を露出させて実験に供した。試験開始直前の試験体の含水率は 10-15% の範囲内であった。

(2) 捕集方法

VOC 類の捕集法は、JIS A 1901 (小形チャンバー法) に準じた ADPAC システム (アドテック製) を用いて行った。[ADPAC システム測定条件 チャンバー容量: 20L、試料設置率: 2.2m²/m³、温度: 28° C、湿度: 50%RH、換気回数: 0.5 回/h、空気流量: 0.167L/min。吸引量: VOC 類 (3.2L)]

VOC 類の捕集は、チャンバーに試料を設置後 1、24、72、192、336、672 時間経過後にそれぞれ行った。

(3) 捕集剤

VOC 類の捕集には PEJ-02 (carbotrap B+carboxen 1000、SUPELCO 製) を使用した。

(4) VOC 類分析法

捕集した VOC 類は、加熱脱着-濃縮装置 (ATD400、Perkin Elmer 製) 付 GC/MS (HP6980/5973MSD、Agilent 製) を用いて分析した。[ATD 条件 一次脱着温度: 240° C、

コールドトラップ:エアモニタリングトラップ、トラップ温度:-5° C、二次脱着温度:300° C、スプリット比:1/20、トラスファーライン温度:220° C、GC/MS 分析条件 GC カラム (HP-5MS)、カラム昇温温度:40° C (10min hold)40° C (4° C /min) 280° C (15min hold)280° C、MS 検出モード:SCAN、MS イオン化モード:EI]

検出された物質の同定は、ライブラリー(NIST、Mass Finder)、既単離物質の保持時間、文献値等を参考にして行った。また、TVOC 値は、n-ヘキサンから n-ヘキサデカンまでの範囲で検出された物質を対象にトルエン換算値として計算した。

表 3-1 供試木材

	樹種	学名	樹齢、部位、含水率
針葉樹	アカマツ	<i>Pinus densiflora</i>	樹齢: 50-70 部位: 心材部 含水率: 10-15%
	エゾマツ	<i>Picea jezoensis</i>	
	カラマツ	<i>Larix leptolepis</i>	
	クロマツ	<i>Pinus thunbergii</i>	
	サワラ	<i>Chamaecyparis pisifera</i>	
	スギ	<i>Cryptomeria japonica</i>	
	ツガ	<i>Tsuga sieboldii</i>	
	トウヒ	<i>Picea jezoensis</i> Carr. Var. <i>hondoensis</i>	
	トドマツ	<i>Abies sachalinensis</i>	
	ヒノキ	<i>Chamaecyparis obtusa</i>	
	ヒノキアスナロ	<i>Thujopsis dolabrata</i>	
広葉樹	モミ	<i>Abies firma</i>	樹齢: 80-90 部位: 心材部 含水率: 10-15%
	イタヤカエデ	<i>Acer mono Maxim.</i>	
	カツラ	<i>Cercidiphyllum japonicum</i>	
	サクラ	<i>Prunus sargentii</i>	
	シナノキ	<i>Tilia japonica</i>	
	ハンノキ	<i>Alnus japonica Steud</i>	
	ミズナラ	<i>Quercus mongolica</i>	

3. 1. 3 試験結果の概要

(1) VOC 類について

1) 針葉樹

代表的な針葉樹から検出された物質のうち、主要な物質を表3-2～表3-13に示した。VOC 類として検出された物質は、テルペン類が主体であり、それらの種類はモノテルペンとセスキテルペンがほとんどであった。また、 α -ピネン等のモノテルペンが多い樹種と δ -カジネン等のセスキテルペンが多い樹種に大別された(図3-1)。TVOC 値(実験開始後168時間経過)は樹種により相違があり、値の大小によりA($100 \mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h}$ 未満)、B(100以上 $1000 \mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h}$ 未満)、C(1000 以上 $5000 \mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h}$ 未満)の3グループに分類できた(図3-2)。

2) 広葉樹

広葉樹では検出された物質の種類は針葉樹ほど多くなく、それらはヘキサナール、ペンタナール等の高級アルデヒド類や酢酸、エタノール等であった(表3-14、表3-15)。針葉樹で多く検出されたテルペン類はほとんど検出されず、針葉樹、広葉樹間でそれぞれ主に検出される物質の種類が異なっていることが分かった。TVOC 値はシナノキが最も多かったが、総じて針葉樹よりも少ない傾向にあった(図3-2)。

トルエン、キシレン、エチルベンゼン、スチレン(以下4VOCとする)は測定した全ての無垢材から検出されなかった(検出限界以下)。

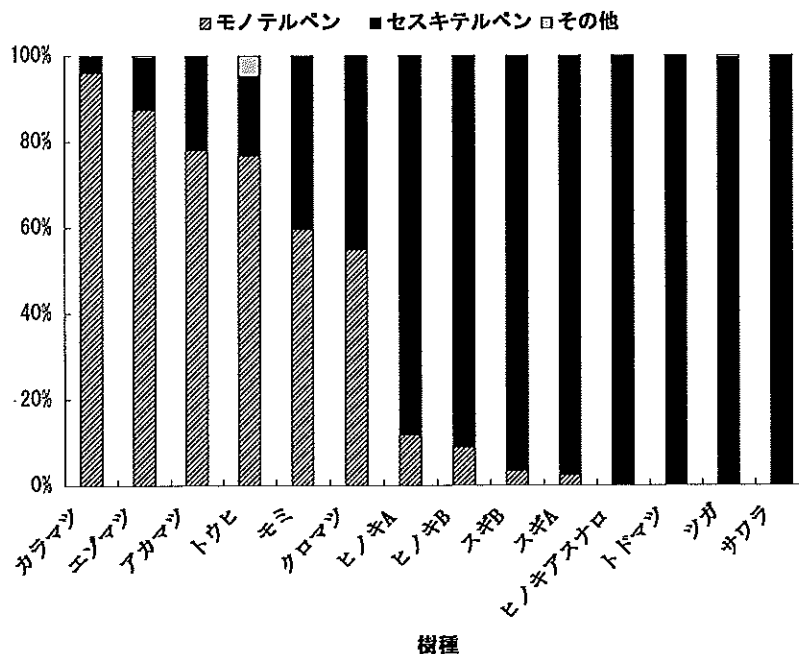


図3-1 針葉樹材から検出された物質

表 3-2 アカマツ材から検出された物質

主な化合物名	相対割合 (%)
α -Pinene	69.3
Camphene	2.8
β -Pinene	2.5
β -Myrcene	0.7
α -Phellandrene	0.4
α -Terpinene	0.3
p-Cymene	0.4
Limonene	4.7
Terpinolene	0.7
3-Longipinene	0.4
Valencene	0.2
Longicyclene	1.4
Isolongifolene	0.6
7(12)-Sativene	0.3
Longifolene	15.4

表 3-3 エゾマツ材から検出された物質

主な化合物	相対割合%
α -Pinene	63.2
Camphene	6.0
β -Pinene	16.7
p-Cymene	4.5
Limonene	8.0
1(10), 4-Cadinadiene	1.7

表 3-4 カラマツ材から検出された物質

主な化合物	相対割合 (%)
Acetic acid	4.5
α -Pinene	77.5
Camphene	4.9
β -Pinene	2.9
p-Cymene	1.6
Limonene	5.1
p-Mentha-1, 3, 5, 8-tetraene	1.9
1(10) 4-Cadinadiene	1.7

表 3-5 クロマツ材から検出された物質

主な化合物	相対割合%
2-Methyl-butane	0.5
β -Elemene	2.6
α -Elemene	0.7
M+204	0.9
1(10), 4-Cadinadiene	2.2
M+204	0.9
α -Gurjunene	0.2
1, 6, 7-Cadina-4, 9-diene	17.0
1(10)-Aristolene	0.5
Calamenene	60.6
1, 2, 3, 4, 4, 7-Hexahydro-1, 6-dimethyl-4-(1-methylethyl)-naphthalene	2.8
M+204	1.7
α -Muurolene	6.0
M+204	0.4
4-Isopropyl-1, 6-dimethylnaphthalene	3.0

表 3 - 6 サワラ材から検出された物質

主な化合物	相対割合%
Copaene	1.6
β -Elemene	1.6
α -Cubebene	0.9
β -Caryophyllene	0.6
M+204	0.7
α -Caryophyllene	0.9
α -Cadinene	1.2
γ -Cadinene	9.5
Eremophiladiene	3.5
α -Gurjunene	3.3
ω -Cadinene	17.4
β -Gurjunene	13.9
δ -Cadinene	35.4
M+204	1.0
α -Amorphene	5.4
M+204	2.3
M+204	0.8

表 3 - 7 スギ材から検出された物質

主な化合物	相対割合(%)
Copaene	1.2
β -Elemene	0.2
β -Caryophyllene	1.4
1(5)11-Guaiadiene	0.3
1, 5, 7, (11)-Elematriene	0.7
α -Caryophyllene	2.2
γ -Muurolene	0.3
Aromadendrene	0.9
1, 6, 7-Cadina-4, 9-diene	18.2
γ -Cainene	0.7
δ -Cadinene	67.4
1, 2, 3, 4, 6, 8-Hexahydro-1-isopropyl-4, 7-dimethyl-naphthalene	2.5
1, 2, -Dihydro-1, 1, 6-trimethyl-naphthalene	3.1
α -Cubebene	0.5
Cadalene	0.5

表 3-8 ツガ材から検出された物質

主な化合物	相対割合%
2-Methyl-butane	0.5
β -Elemene	2.6
α -Elemene	0.7
M+204	0.9
1(10), 4-Cadinadiene	2.2
M+204	0.9
α -Gurjunene	0.2
1, 6, 7-Cadina-4, 9-diene	17.0
1(10)-Aristolene	0.5
Calamenene	60.6
1, 2, 3, 4, 7-Hexahydro-1, 6-dimethyl-4-(1-methylethyl)-naphthalene	2.8
M+204	1.7
α -Muurolene	6.0
M+204	0.4
4-Isopropyl-1, 6-dimethylnaphthalene	3.0

表 3-9 トウヒ材から検出された物質

主な化合物	相対割合%
2-Methyl-butane	4.67
M+150	3.53
α -Pinene	63.52
Camphene	1.07
Limonene	8.65
M+204	0.75
(+)-Cadinene	2.33
γ -Muurolene	1.64
1(10)-Aristolene	9.37
Calamenene	0.00
M+204	0.80
4-Isopropyl-1, 6-dimethylnaphthalene	3.67

表3-10 トドマツ材から検出された物質

主な化合物	相対割合 %
3-Longipinene	0.4
Clovene	0.3
Cyclosativene	0.4
Copaene	9.4
7(12)-Sativene	0.3
β -Elemene	0.4
1,5,7(11)-Elematriene	0.4
α -Cubebene	3.6
β -Caryophyllene	1.4
1(10)-Aristolene	0.6
β -Cubebene	0.3
γ -Murolene	1.0
α -Caryophyllene	0.6
γ -Cadinene	4.2
1(10)4-Cadinadiene	1.1
(+)-Cadinene	0.9
α -Gurjunene	0.7
1,6,7-Cadina-4,9-diene	17.4
δ -Cadinene	40.7
1,2,3,4,6,8-Hexahydro-1-isopropyl-4,7-dimethyl-Naphthalene	2.0
α -Murolene	2.3
4-Isopropyl-1,6-dimethyl-naphthalene	0.7
M+204	10.8

表3-11 ヒノキ材から検出された物質

主な化合物	相対割合 (%)
δ -3-Carene	0.1
α -Pinene	8.1
Camphene	0.4
β -Pinene	0.1
β -Myrcene	0.1
o-Cymene	0.5
Limonene	1.4
Terpinolene	0.3
1,3,6-Elematriene	0.2
Hexamethyl-1,3,5-cyclononatriene	0.2
Isolongifolene	0.3
Copaene	1.9
β -Elemene	5.0
Decahydro-1H-cycloprop-azulene	0.4
β -Caryophyllene	0.3
Germacrene B	0.8
α -Caryophyllene	1.5
1(10)-Aristolene	1.3
γ -Murolene	11.3
1,6,7-Cadina-4,9-diene	23.0
γ -Cadinene	42.3
Cadalene	0.3

表 3-12 ヒノキアスナロ材から検出された物質

主な化合物	相対割合 (%)
Isolongifolene	0.4
3-Longipinene	7.5
α -Cedrene	2.6
Thujopsene	35.0
γ -Curcumene	0.4
β -Himachalene	1.0
α -Longipinene	8.7
2,7(14)-Chamigradiene	8.6
β -Selinene	0.4
2,6-Himachaladiene	24.3
Cuparene	7.3
γ -Cuprenene	3.7

表 3-13 モミ材から検出された物質

主な化合物	相対割合 %
M+150	12.5
Limonene	14.3
M+194	32.9
ω -Cadinene	11.2
δ -Cadinene	11.4
Cadalene	17.7

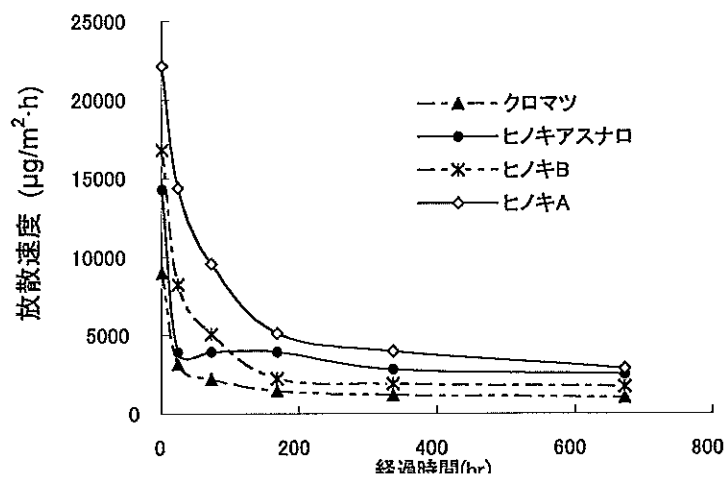
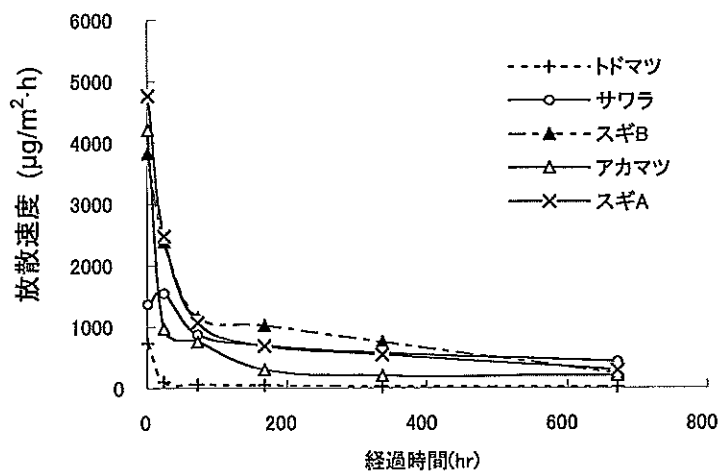
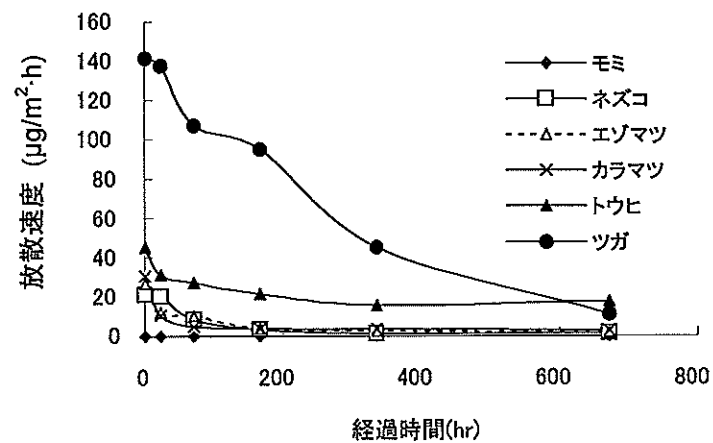


図 3-2 針葉樹材の TVOC(放散速度、トルエン換算)経時変化
(実験開始後 168 時間経過後 A: $100 \mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h}$ 未満、B(100 以上 $1000 \mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h}$ 未満)、
C(1000 以上 $5000 \mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h}$ 未満))

表 3-14 広葉樹材から検出された物質 1 (相対割合 (%))

主化合物	ミズナラ	カツラ	サクラ	イタヤカエデ
Isobutane	0.2	0.0	-	-
2-methyl-Butane	0.8	5.6	1.9	22.9
Ethanol	3.6	4.8	-	-
Acetic acid	95.3	89.6	98.1	75.5

注値は相対割合

表 3-15 広葉樹材から検出された物質 2 (相対割合(%))

化合物名	シナノキ	ハンノキ
2-methyl-Butane	-	5.2
Pentanal	5.35	11.7
Acetic acid	3.68	3.6
1-Pentanol	3.95	-
Hexanal	35.91	68.1
Heptanal	0.77	-
2-Heptanal	0.35	-
M+78	8.74	-
Octanal	4.54	-
1-Decyne	1.80	-
1,2-Nonadiene	29.89	-
2-Octenal	1.54	-
Nonanal	1.30	-
2-Decanone	1.44	-
Decanal	0.72	-
2-pentyl-furan	-	11.4

注値は相対割合

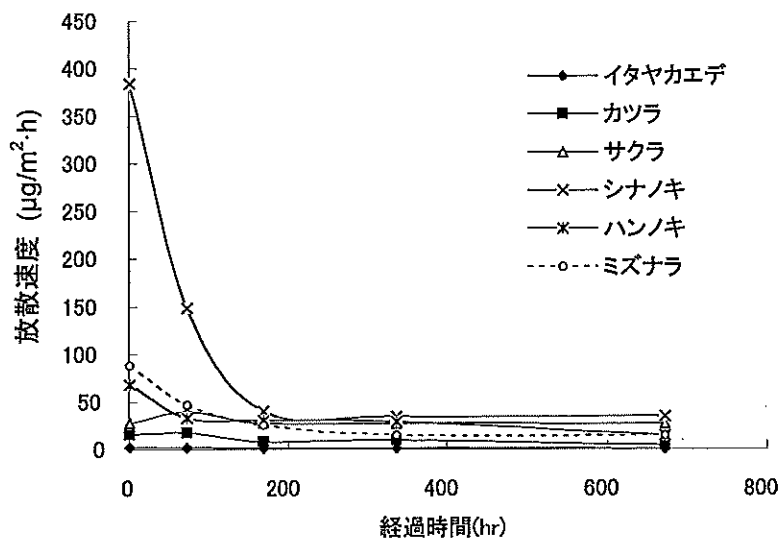
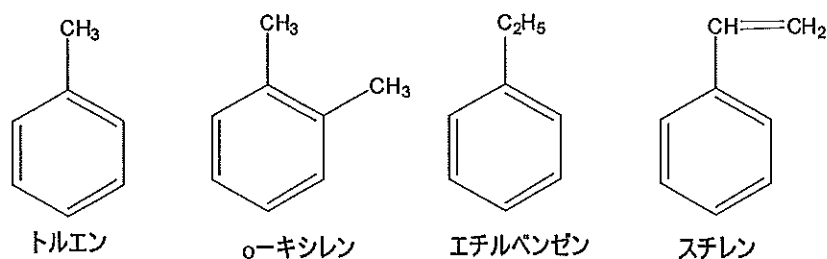


図 3-3 広葉樹材の TVOC (放散速度、トルエン換算) 経時変化

3. 2 無垢材中に 4 VOC 成分は含まれるのか？

無垢材から放散する物質として、検出された物質は主にテルペン類である。これらは木材中で生合成され、組織中に蓄積され放散している。4 VOC 成分はこれまでの研究では検出されていないが、そもそも 4 VOC 成分は無垢材中で生合成され、蓄積されているのだろうか。ここでは 4 VOC 成分の化学構造から考察することにする。



4VOC成分

4VOC 成分の化学構造を上 に示した。分子量は 92 から 106 の範囲にあり、無垢材から検出される物質の中では、蒸気圧等の諸性質を合わせて考えるとモノテルペン類に近いと考えられる。構造的には芳香族骨格を有しており、木材中の成分ではモノテルペン類の一種 (p-シメン、チモール、カルバクローロールなど (図 3-4 参照))、リグニン、タンニン、フラボノイド、リグナンなどが類似した構造を有している。モノテルペン類とは一般的にイソプレン型の部分構造 (イソプレン単位、図 3-5 参照) を 2 つ有し (炭素数 10 個)、それらは一方の 1 位ともう一方の 4 位が結合していること (イソプレン則) を特徴とする物質である。4 VOC 成分は炭素数 8 個であり、かつイソプレン則には該当しない構造である。さらに図 3-6 ~ 図 3-11 に一般的なモノテルペン類の生合成経路を示したが、4 VOC 成分はいずれもこれらの経路経由で生成することは困難であると考えられる。

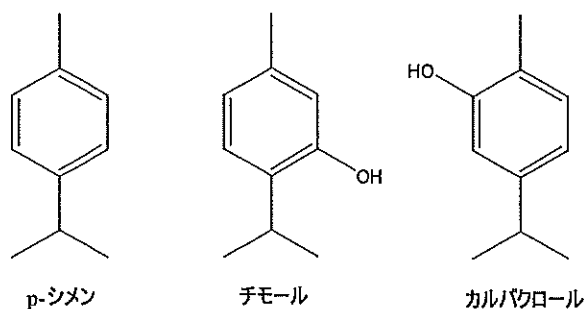


図 3-4 芳香族骨格を有するモノテルペン類

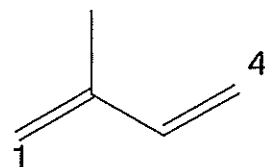


図 3-5 イソプレン単位

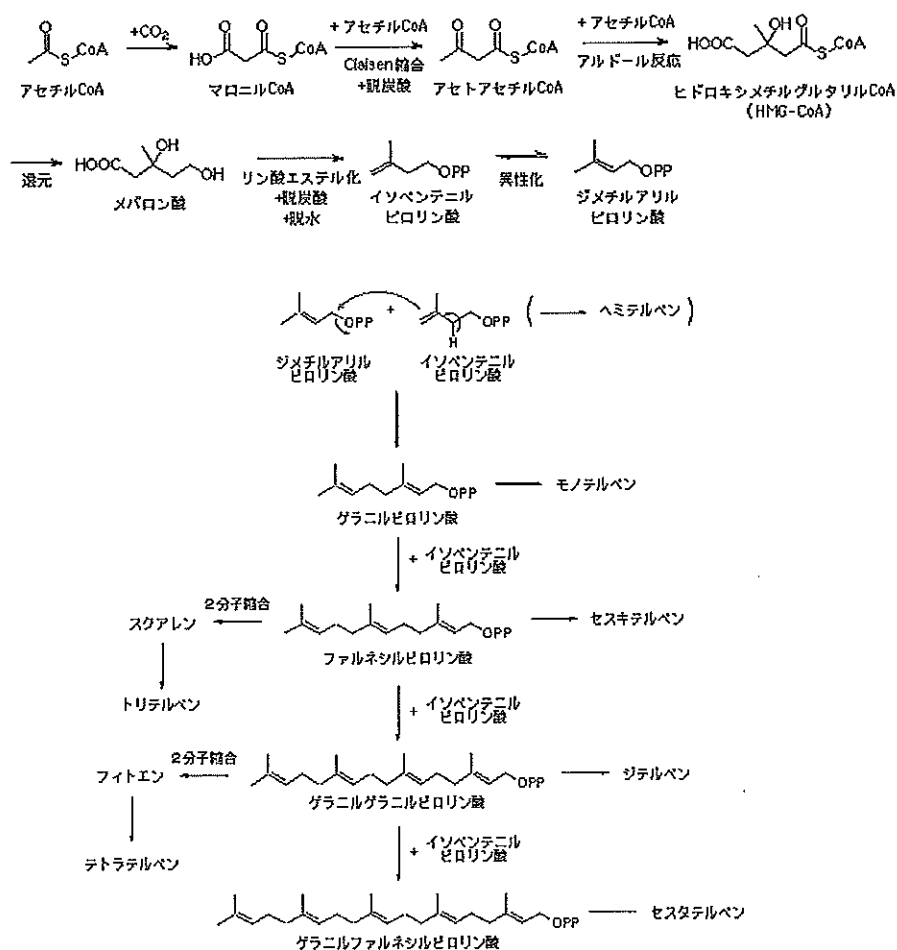


図3-6 テルペン類の生合成 (イソプレン単位の生成)

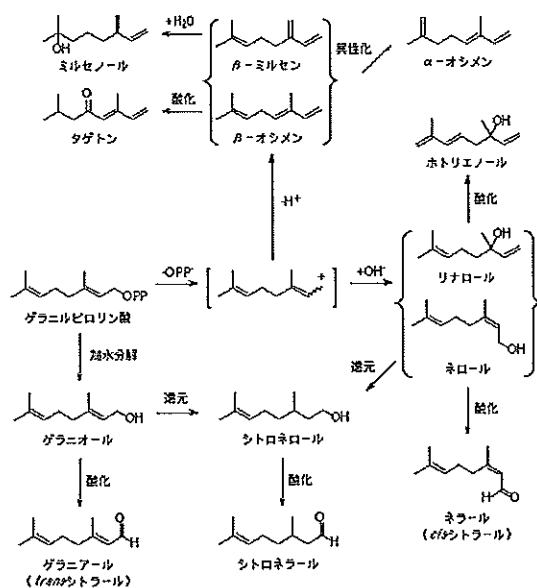


図3-7 鎖状モノテルペン類生合成

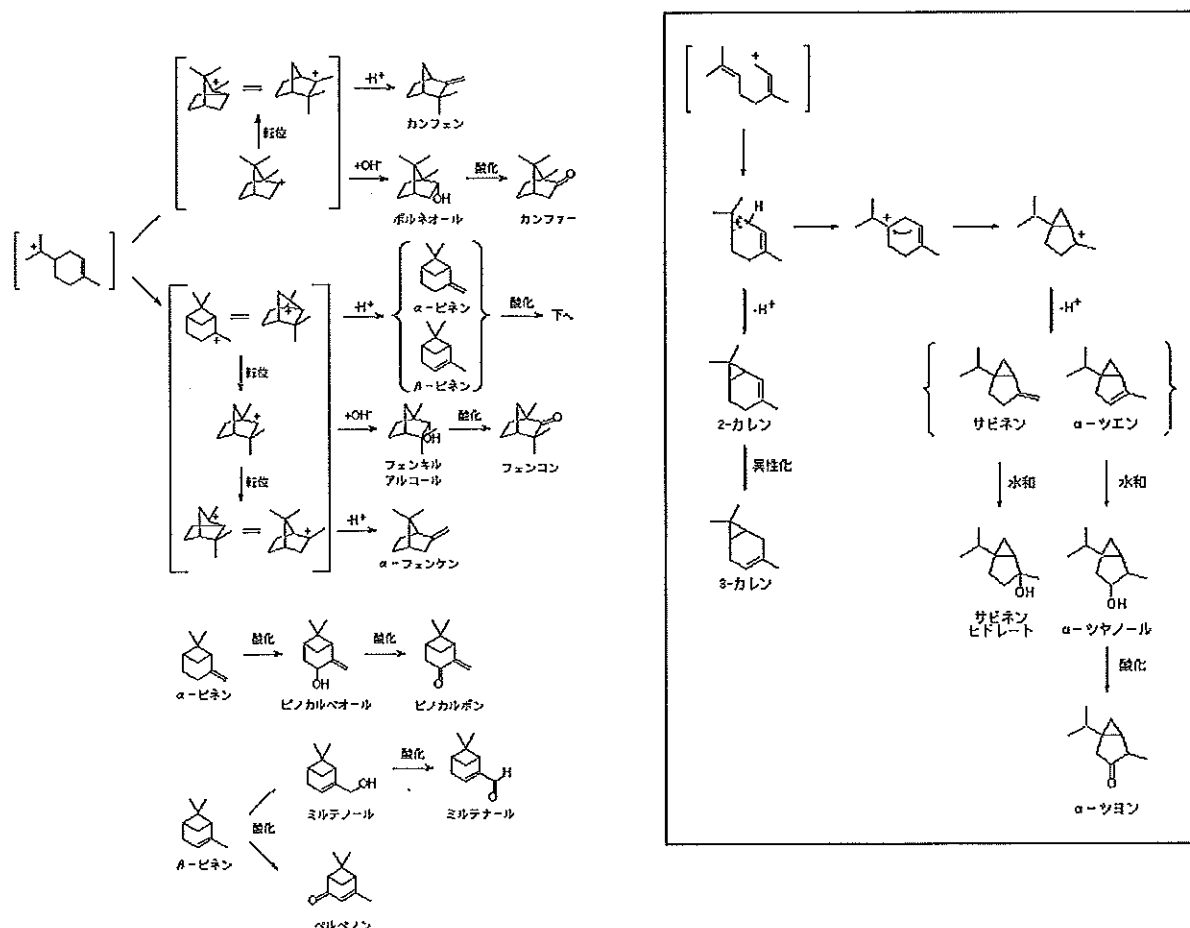


図 3-10 双環式モノテルペン類の生合成

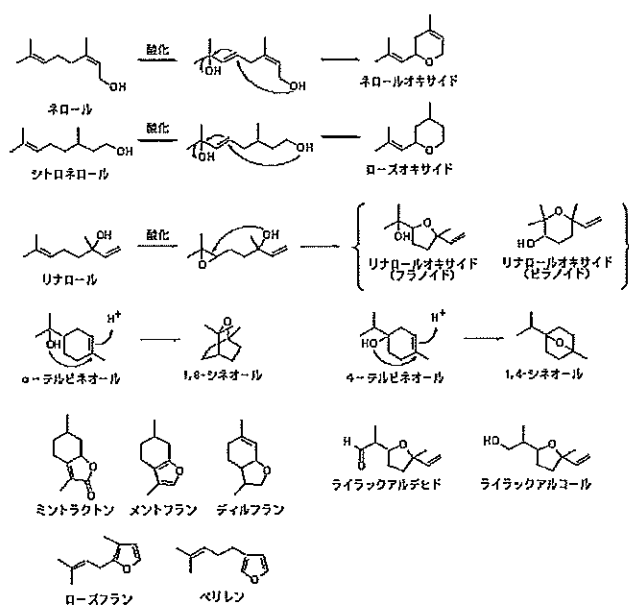


図 3-11 酸素環を含むモノテルペン類の生合成

参考文献：生合成の化学、大岳 望、大日本図書

細胞機能と代謝マップ、日本生化学会編 東京化学同人

また、4 VOC 成分は他の木材中の成分の中ではリグニンやフラボノイド、タンニンなどの基本単位とも類似した構造を有している。これらの生合成経路はシキミ酸経路あるいは酢酸-マロン酸経路であると考えられている。図3-12にシキミ酸経路とフェニルプロパノイドの生成の概略を図3-13にフラボノイド、タンニン類の生合成の概略を示した。いずれの経路においても4 VOC 成分が生成される可能性は低いと考えられる。以上のことより4 VOC 成分は木材中では生成されにくく、したがって、材中から検出されることはほとんどないと考えられる。

3. 3 テルペン類の熱変成物質及びオゾン等との反応二次生成物

無垢材は、通常乾燥工程を経て使用される。そのため、含有テルペン類が熱的な変成を受け、二次変成物質を生成する可能性がある。また、テルペン類が空気中に放出された時、環境中に存在する紫外線などの影響を受け、二次的な変成物を生成する可能性もある。これらの二次変成物の中に4 VOC 成分は存在するのだろうか。木材の加熱過程におけるテルペン類の変成に関する研究や大気化学分野における植物の放出するテルペン類の変成に関する研究では、熱や空気及び紫外線などの存在下では、テルペン類の酸化物などの二次反応生成物が生成することを報告している。しかし、これまでの研究においては、4 VOC 成分が生成したという事例は存在しない（例えば、Gerald W. Magraw et al., Thermal degradation of terpenes, *Environ. Sci. Technol.*, **33**, 4029-4033(1999), A. Calogirou, et al, Gas-phase terpene oxidation products, *Atmospheric Environment*, **33**, 1423-1439(1999)）。

第4章 合板・集成材・ボード類・フローリング等の4VOC放散量

4. 1 はじめに

本項では、主な木材用接着剤、合板、集成材及びボード類、さらにはフローリングの4VOC（トルエン、キシレン、エチルベンゼン及びスチレン）放散量について、既存の研究データを取りまとめ、「建材からのVOC放散速度基準値」（表4-1）との比較を行う。

なお、本項において、接着剤だけを用いて木質建材を製造することを「一次加工」、一次加工で製造された木質建材に、塗装・オーバーレイ等の表面化粧さらにはその他の加工を施すことを「二次加工」と呼ぶ。

表4-1 建材からのVOC放散速度基準値

対象 VOC	略記号	放散速度基準値 ($\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$)
トルエン	T	38
キシレン	X	120
エチルベンゼン	E	550
スチレン	S	32

注：放散速度基準値は試料負荷率を $3.4\text{m}^2/\text{m}^3$ として算定されたが、この条件は建築基準法のシックハウス対策技術的基準の根拠と同様であり、対象資材が室内全面に施工され、床面積の3倍の家具が設置されている状況から算定された（ $3.4=2.2+0.4\times 3$ ）。

建材からのVOC放散速度は1～7日目の測定結果が基準値以下であること。

4. 2 一次加工用の主な木材用接着剤の4VOC放散

一次加工用の主な木材用接着剤の4VOC放散量を表4-2に示す¹⁾。主に合板、単板積層材（LVL）及びボード類の製造に用いられる熱硬化型接着剤（ユリア樹脂、メラミン・ユリア共縮合樹脂及びフェノール樹脂接着剤）については、4VOCはほとんど放散していない。また、主に集成材の製造に用いられる常温硬化型接着剤（フェノール・レゾルシノール樹脂、水性高分子ーイソシアネート系、酢酸ビニル樹脂エマルション系接着剤）からも4VOCはほとんど放散していない。これらの一次加工用接着剤はすべて水溶性接着剤であり、また、ホルムアルデヒド系接着剤（ユリア樹脂、メラミン樹脂、フェノール樹脂、レゾルシノール樹脂及びこれらを共縮合または混合した接着剤）については、4VOCを含む薬剤を添加することは通常行われない。したがって、一次加工用の接着剤からは4VOCはほとんど放散しないこと、また、ホルムアルデヒド系接着剤は、「建材からのVOC放散速度基準値」に関して、「対象VOCが基準値以下であることが確認されている資材」とみなすことが可能である。

ただし、上記以外の新規接着剤が使用される場合は、4VOC放散特性を検討する必要がある。

る。

表4-2 主な木材用接着剤からの4VOC放散量

品目	糊液配合	硬化温度	硬化時間	4VOC	基準値 ($\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$)	気中濃度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	放散速度 ($\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$)	判定
ユリア樹脂接着剤	樹脂:100、小麦粉: 15、水:5、塩化アンモ ニウム:1、粒状尿素:1	120℃	10分	トルエン	38	0.0	0.0	○
				キシレン	120	0.0	0.0	○
				エチルベンゼン	550	0.0	0.0	○
				スチレン	32	0.0	0.0	○
メラミン・ユリア共縮合 樹脂接着剤	樹脂:100、小麦粉: 15、水:5、塩化アン モニウム:1、粒状尿 素:3	120℃	10分	トルエン	38	0.0	0.0	○
				キシレン	120	0.0	0.0	○
				エチルベンゼン	550	0.0	0.0	○
				スチレン	32	0.0	0.0	○
フェノール樹脂接着剤	樹脂:100、小麦粉: 7、ソーダ灰:3、炭酸 カルシウム:1、水:5	125℃	10分	トルエン	38	0.0	0.0	○
				キシレン	120	0.0	0.0	○
				エチルベンゼン	550	0.0	0.0	○
				スチレン	32	0.0	0.0	○
フェノール・レゾルシ ノール樹脂接着剤	樹脂:100、硬化剤: 18、水:22	常温	24時間	トルエン	38	9.0	11.3	○
				キシレン	120	1.0	1.3	○
				エチルベンゼン	550	2.0	2.5	○
				スチレン	32	14.0	17.5	○
水性高分子・イソシア ネート系接着剤	樹脂:100、硬化剤: 15	常温	24時間	トルエン	38	8.0	10.0	○
				キシレン	120	1.0	1.3	○
				エチルベンゼン	550	2.0	2.5	○
				スチレン	32	13.0	16.3	○
酢酸ビニル樹脂エマ ルジョン系接着剤	樹脂:100	常温	5時間	トルエン	38	0.0	0.0	○
				キシレン	120	0.0	0.0	○
				エチルベンゼン	550	0.0	0.0	○
				スチレン	32	0.0	0.0	○

出典:シックハウスと木質建材資料集、森林総合研究所編集、林業科学技術振興所発行、2004年11月、1日後

測定条件:温度28℃、湿度50%、試料負荷率 $0.4\text{m}^2/\text{m}^3$ 、換気回数0.5回/時間

判定:○(基準値未満)、●(基準値以上)

4. 3 一次加工木質建材の4VOC 放散

一次加工木質建材の4VOC 放散実態を表4-3～表4-10に示す¹⁻⁵⁾。VOC 放散量の測定は、小形チャンバー法(JIS A 1901)に従って行われている。なお、各表において、建材の放散速度が「建材からのVOC 放散速度基準値」を満足するものについては「判定」の欄に「○」を表記した。

4. 3. 1 単板・合板

単板及びフェノール樹脂接着剤を用いた合板からの4VOC 放散量を表4-3に、また、主な合板用接着剤を用いた合板の4VOC 放散量を表4-4に示す。単板からは4VOC は放散しない。また、主な合板用接着剤を用いた合板についても4VOC 放散は極めて少ない。

前項で述べたとおり、ホルムアルデヒド系接着剤は「対象VOCが基準値以下であることが確認されている資材」とみなすことが可能であるため、同接着剤による合板についても「対象VOCが基準値以下であることが確認されている資材」とみなすことが可能である。また、水性高分子・イソシアネート系接着剤による合板については、現在国内メーカー1社のみが製造しているが、4VOC 放散が基準値以下でかつ極めて少ないことが確認されていること^{6, 7)}、また、国内の接着剤メーカーの同接着剤には4VOCを含む溶剤等が添加されていないことから、国内産の水性高分子・イソシアネート系接着剤による合板についても「対象VOCが基準値以下であることが確認されている資材」とみなすことが可能である。ただ

し、今後、「水性高分子ーイソシアネート系接着剤」という名称、または、類似の名称を用いた接着剤による合板が諸外国において製造され、国内に輸入される可能性があり、それらについては別途検討が必要である。

なお、単板積層材（LVL）については、単板の繊維方向が合板と異なるだけで、使用される接着剤等、基本的な製造条件が合板と同じであるため、4VOC 放散についても合板と同様に扱うことができると考えてよい。

したがって、合板及び LVL は「建材からの VOC 放散速度基準値」を満足する建材であり、「対象 VOC が基準値以下であることが確認されている資材」とみなすことができる。

表4-3 単板・合板からの4VOC放散量

品目	類別	樹種	接着剤	時間 (日)	4VOC	基準値 ($\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$)	放散速度 ($\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$)	判定
単板		メランチ		1	トルエン	38	0.25	○
					キシレン	120	1.70	○
					エチルベンゼン	550	0.00	○
					スチレン	32	0.10	○
合板	特類	メランチ	フェノール	1	トルエン	38	0.65	○
					キシレン	120	0.22	○
					エチルベンゼン	550	2.20	○
					スチレン	32	0.14	○
単板		スギ		1	トルエン	38	0.22	○
					キシレン	120	0.10	○
					エチルベンゼン	550	0.00	○
					スチレン	32	0.00	○
合板	特類	スギ	フェノール	1	トルエン	38	0.23	○
					キシレン	120	0.10	○
					エチルベンゼン	550	0.00	○
					スチレン	32	0.00	○
単板		カラマツ		1	トルエン	38	0.22	○
					キシレン	120	0.00	○
					エチルベンゼン	550	0.00	○
					スチレン	32	0.08	○
合板	特類	カラマツ	フェノール	1	トルエン	38	0.51	○
					キシレン	120	0.00	○
					エチルベンゼン	550	0.00	○
					スチレン	32	0.07	○
単板		ヒバ		1	トルエン	38	0.27	○
					キシレン	120	0.10	○
					エチルベンゼン	550	0.00	○
					スチレン	32	0.09	○
合板	特類	ヒバ	フェノール	1	トルエン	38	1.47	○
					キシレン	120	0.44	○
					エチルベンゼン	550	0.00	○
					スチレン	32	0.50	○

出典： 井上明生、塔村真一郎、千葉保人、Fu Feng: 小型チャンバ法による単板及び合板からの揮発性有機化合物(VOC)放散量の測定、日本木材加工技術協会第20回年次大会要旨集、24-25、2002.10

測定条件：温度20℃、湿度50%、試料負荷率2.2m²/m³、換気回数0.5回/時間、1日後
判定：○(基準値未満)、●(基準値以上)

表4-4 合板からの4VOC放散量

品目	類別	樹種	接着剤	時間 (日)	4VOC	基準値 ($\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$)	気中濃度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	放散速度 ($\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$)	判定
普通合板	2類	ラワン	ユリア	1	トルエン	38	7.6	1.7	○
					キシレン	120	1.0	0.2	○
					エチルベンゼン	550	1.0	0.2	○
					スチレン	32	0.8	0.2	○
普通合板	1類	ラワン	メラミン・ユリア	1	トルエン	38	4.9	1.1	○
					キシレン	120	1.4	0.3	○
					エチルベンゼン	550	1.4	0.3	○
					スチレン	32	2.0	0.5	○
普通合板	1類	ラワン/タモ	メラミン	1	トルエン	38	0.8	0.2	○
					キシレン	120	0.1	0.0	○
					エチルベンゼン	550	0.0	0.0	○
					スチレン	32	0.7	0.2	○
普通合板	1類	スギ	水性高分子・ イソシアネート	1	トルエン	38	1.3	0.3	○
					キシレン	120	0.2	0.0	○
					エチルベンゼン	550	0.4	0.1	○
					スチレン	32	1.6	0.4	○
構造用合板	特類	カラマツ (道産)	フェノール	1	トルエン	38	1.9	0.4	○
					キシレン	120	2.4	0.6	○
					エチルベンゼン	550	1.2	0.3	○
					スチレン	32	1.9	0.4	○
構造用合板	特類	ラワン	フェノール	1	トルエン	38	3.5	0.8	○
					キシレン	120	0.6	0.1	○
					エチルベンゼン	550	0.9	0.2	○
					スチレン	32	0.5	0.1	○

出典:シックハウスと木質建材資料集、森林総合研究所編集、林業科学技術振興所発行、2004年11月

測定条件:温度28℃、湿度50%、試料負荷率 $2.2\text{m}^2/\text{m}^3$ 、換気回数0.5回/時間、2重測定平均、1日後

判定:○(基準値未満)、●(基準値以上)

4. 3. 2 集成材

集成材からの4VOC放散量を表4-5に示す。一部の水性高分子ーイソシアネート系接着剤による集成材については、1日目のトルエン放散量が基準値を超えるものが認められたが、28日経過後は基準値以下となっている。その他の水性高分子ーイソシアネート及びレゾルシノール系樹脂接着剤による集成材からは、4VOCはほとんど放散しない。

2004年以前、水性高分子ーイソシアネート系接着剤のなかには、作業性の改善等の目的でトルエンを添加したものがあつたが、現在日本で一般的に販売されている商品にはトルエンは添加されていない。

以上のことから、ホルムアルデヒド系接着剤（ユリア樹脂、メラミン樹脂、フェノール樹脂、レゾルシノール樹脂及びこれらを共縮合または混合した接着剤）による集成材については、「建材からのVOC放散速度基準値」を満足する建材であり、「対象VOCが基準値以下であることが確認されている資材」とみなすことができる。また、水性高分子ーイソシアネート系接着剤による集成材については、接着剤中に4VOCが含まれていないまたは添加されていないことが確認できれば、「建材からのVOC放散速度基準値」を満足する建材であり、「対象VOCが基準値以下であることが確認されている資材」とみなすことができる。

表4-5 集成材からの4VOC放散量

品目	類別	樹種	接着剤	4VOC	基準値 ($\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$)	気中濃度 1日目 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	放散速度 1日目 ($\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$)	判定	気中濃度 28日目 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	放散速度 28日目 ($\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$)	判定
集成材	造作用	タモ	水性高分子・ イソシアネート	トルエン	38	49.7	11.4	○	4.8	1.1	
				キシレン	120	1.2	0.3	○			
				エチルベンゼン	550	1.5	0.3	○			
				スチレン	32	28.4	6.5	○	3.9	0.9	
集成材	造作用	ナラ	水性高分子・ イソシアネート	トルエン	38	4.8	1.1	○	16.0	3.7	
				キシレン	120	0.3	0.1	○			
				エチルベンゼン	550	0.2	0.0	○			
				スチレン	32	5.1	1.2	○	17.2	4.0	
集成材	造作用	ニレ	水性高分子・ イソシアネート	トルエン	38	3.8	0.9	○	2.6	0.6	
				キシレン	120	0.3	0.1	○			
				エチルベンゼン	550	0.0	0.0	○			
				スチレン	32	0.5	0.1	○	0.0	0.0	
集成材	造作用	ゴムノキ	水性高分子・ イソシアネート	トルエン	38	10.5	2.4	○	7.3	1.7	
				キシレン	120	12.8	2.9	○			
				エチルベンゼン	550	0.4	0.1	○			
				スチレン	32	0.5	0.1	○	0.0	0.0	
集成材	造作用	青森ヒバ	水性高分子・ イソシアネート	トルエン	38	535.7	123.2	●	100.0	23.0	○
				キシレン	120	1.3	0.3	○			
				エチルベンゼン	550	0.7	0.2	○			
				スチレン	32	51.8	11.9	○	3.3	0.8	
集成材	造作用	ラジアタパイン	水性高分子・ イソシアネート	トルエン	38	57.8	13.3	○	4.0	0.9	
				キシレン	120	1.8	0.4	○			
				エチルベンゼン	550	1.1	0.3	○			
				スチレン	32	5.7	1.3	○	0.3	0.1	
集成材	造作用	スギ	水性高分子・ イソシアネート	トルエン	38	5.5	1.3	○	15.2	3.5	
				キシレン	120	0.7	0.2	○			
				エチルベンゼン	550	0.3	0.1	○			
				スチレン	32	5.6	1.3	○	4.3	1.0	
集成材	構造用	スプリース	水性高分子・ イソシアネート	トルエン	38	0.0	0.0	○	1.7	0.4	
				キシレン	120	0.3	0.1	○			
				エチルベンゼン	550	0.0	0.0	○			
				スチレン	32	0.0	0.0	○	2.7	0.6	
集成材	構造用	オウシュウアカ マツ	水性高分子・ イソシアネート	トルエン	38	192.3	44.2	●	4.5	1.0	○
				キシレン	120	0.0	0.0	○			
				エチルベンゼン	550	0.4	0.1	○			
				スチレン	32	0.0	0.0	○	0.0	0.0	
集成材	構造用	ベイマツ	レゾルシノール	トルエン	38	0.0	0.0	○	0.0	0.0	
				キシレン	120	0.1	0.0	○			
				エチルベンゼン	550	0.0	0.0	○			
				スチレン	32	14.6	3.4	○	0.0	0.0	
集成材	構造用	スプリース	レゾルシノール	トルエン	38	0.8	0.2	○	0.0	0.0	
				キシレン	120	0.0	0.0	○			
				エチルベンゼン	550	0.0	0.0	○			
				スチレン	32	0.0	0.0	○	0.3	0.1	
集成材	構造用	ダフリカカラマツ	レゾルシノール	トルエン	38	0.0	0.0	○	0.0	0.0	
				キシレン	120	0.0	0.0	○			
				エチルベンゼン	550	0.0	0.0	○			
				スチレン	32	0.0	0.0	○	0.0	0.0	
集成材	構造用	カラマツ	レゾルシノール	トルエン	38	0.0	0.0	○	0.0	0.0	
				キシレン	120	0.0	0.0	○			
				エチルベンゼン	550	0.0	0.0	○			
				スチレン	32	0.0	0.0	○	0.0	0.0	
集成材	構造用	スギ	レゾルシノール	トルエン	38	1.0	0.2	○	9.0	2.1	
				キシレン	120	0.0	0.0	○			
				エチルベンゼン	550	0.0	0.0	○			
				スチレン	32	0.0	0.0	○	0.0	0.0	

出典:シックハウスと木質建材資料集、森林総合研究所編集、林業科学技術振興所発行、2004年11月

測定条件:温度28°C、湿度50%、試料負荷率 $2.2\text{m}^2/\text{m}^3$ 、換気回数0.5回/時間、2重測定平均

判定:○(基準値未満)、●(基準値以上)

4. 3. 3 ボード類

ボード類からの4VOC放散量を表4-6に示す。すべてのミディアムデンシティファイバーボード(MDF)は4VOCをほとんど放散しない。パーティクルボード(PB)については、

1 日目のトルエン放散量が基準値を超えたが、28日目の放散量は基準値以下となっている。

ボード類からのトルエン放散量を表 4-7～表 4-9 に示す。表 4-7 の結果は、その他の木質建材の一次加工品と同様に、PB が 4VOC をほとんど放散しないことを示す。

表 4-8 は、PB を室内放置したあと、小形チャンバーに設置して試験を行った結果である。1ヶ月程度の室内放置により、トルエンはほとんど放散しなくなることがわかる。

表 4-9 は、PB を小形チャンバーに設置して7日目までの経時変化を測定した結果である。1日目の放散速度が基準値を超えるものでも、7日目の放散速度は基準値以下となり、「建材からの VOC 放散速度基準値」を満足している。

以上のように、PB については、トルエンがわずかに検出される場合があることを示すデータが存在しているが、その原因は明らかになっていない。製造時の汚染、試験片作成時の汚染、試験中における汚染等々の原因も考えられるため、平成19年12月～平成20年2月にかけて、日本繊維板工業会により確認実験が行われた。試験体は流通品であり、試験は小形チャンバー法（JIS A 1901）に従って（株）ダイヤ分析センターにより行われた。その結果を表 4-10 に示す⁶⁾。すべてのタイプ・接着剤の PB の 4VOC 放散速度は極めて少なく、これらの材料は「建材からの VOC 放散速度基準値」を満足する材料とみなすことができる。また、通常の製造工程では接着剤を使用しないインシュレーションボード及びハードボードについても、「建材からの VOC 放散速度基準値」を満足する材料とみなすことができる。

以上のことから、インシュレーションボード、ハードボード、ホルムアルデヒド系接着剤によるパーティクルボード及び MDF は、「対象 VOC が基準値以下であることが確認されている資材」とみなすことができる。その他の接着剤によるパーティクルボード及び MDF については、接着剤中に 4VOC が含まれていないまたは添加されていないことが確認できれば、「建材からの VOC 放散速度基準値」を満足する建材であり、「対象 VOC が基準値以下であることが確認されている資材」とみなすことができる。

表4-6 ボード類からの4VOC放散量

品目	タイプ	樹種	接着剤	4VOC	基準値 ($\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$)	気中濃度 1日目 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	放散速度 1日目 ($\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$)	判定	気中濃度 28日目 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	放散速度 28日目 ($\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$)	判定
PB	13U		イソシアネート系	トルエン	38	218.0	50.1	●	3.0	0.7	○
				キシレン	120	12.0	2.8	○	1.0		
				エチルベンゼン	550	10.0	2.3	○	1.0		
				スチレン	32	5.0	1.2	○	1.0	0.2	
PB	18U		アミノ系	トルエン	38	261.0	60.0	●	6.0	1.4	○
				キシレン	120	3.0	0.7	○	0.0		
				エチルベンゼン	550	3.0	0.7	○	0.0		
				スチレン	32	0.0	0.0	○	0.0	0.0	
PB	13U		アミノ系	トルエン	38	469.0	107.9	●	8.0	1.8	○
				キシレン	120	16.0	3.7	○	2.0		
				エチルベンゼン	550	13.0	3.0	○	2.0		
				スチレン	32	0.0	0.0	○	0.0	0.0	
MDF	25U	針葉樹	アミノ系	トルエン	38	38.0	8.7	○	1.0	0.2	
				キシレン	120	8.0	1.8	○	1.0		
				エチルベンゼン	550	16.0	3.7	○	1.0		
				スチレン	32	1.0	0.2	○	0.0	0.0	
MDF	30U	針葉樹	アミノ系	トルエン	38	9.0	2.1	○	1.0	0.2	
				キシレン	120	1.0	0.2	○	0.0		
				エチルベンゼン	550	1.0	0.2	○	0.0		
				スチレン	32	0.0	0.0	○	0.0	0.0	
MDF	25U	針葉樹	アミノ系	トルエン	38	41.0	9.4	○	1.0	0.2	
				キシレン	120	2.0	0.5	○	0.0		
				エチルベンゼン	550	2.0	0.5	○	0.0		
				スチレン	32	1.0	0.2	○	0.0	0.0	
MDF	25M	広葉樹	イソシアネート系	トルエン	38	13.0	3.0	○	0.0	0.0	
				キシレン	120	5.0	1.2	○	0.0		
				エチルベンゼン	550	8.0	1.8	○	0.0		
				スチレン	32	1.0	0.2	○	0.0	0.0	
MDF	25U	広葉樹	アミノ系	トルエン	38	117.0	26.9	○	2.0	0.5	
				キシレン	120	8.0	1.8	○	0.0		
				エチルベンゼン	550	14.0	3.2	○	0.0		
				スチレン	32	1.0	0.2	○	0.0	0.0	

出典: シックハウスと木質建材資料集、森林総合研究所編集、林業科学技術振興所発行、2004年11月

測定条件: 温度28℃、湿度50%、試料負荷率 $2.2\text{m}^2/\text{m}^3$ 、換気回数0.5回/時間、2重測定平均

判定: ○(基準値未満)、●(基準値以上)

表4-7 ボード類からのトルエン放散量

品目	厚さ mm	接着剤	測定温度 ℃	4VOC	基準値 ($\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$)	放散速度 1日目 ($\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$)	放散速度 3日目 ($\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$)	放散速度 7日目 ($\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$)	判定 1日目
PB	15	フェノール	28	トルエン	38	1	1	1	○
PB	12	メラミン	28	トルエン	38	8	5	4	○
PB	12	フェノール	28	トルエン	38	3	1	1	○
PB	12	ユリア	28	トルエン	38	1	1	1	○
PB	12	ユリア	28	トルエン	38	8	6	5	○
PB	12	イソシアネート系	28	トルエン	38	1	1	1	○
PB			28	トルエン	38	12			○
PB			28	トルエン	38	5			○
PB	15	フェノール	28	トルエン	38	2		1	○
PB	15	メラミン	28	トルエン	38	7	4	3	○
PB	15	メラミン	28	トルエン	38	16	10	7	○
PB	15	ユリア	25	トルエン	38	1			○
PB	20	ユリア	25	トルエン	38	0			○

出典: 平成15年度国土交通省補助事業「建材の化学物質発散に関する実態調査報告書」、社団法人日本建材産業協会

測定条件: 湿度50%、試料負荷率 $2.2\text{m}^2/\text{m}^3$ 、換気回数0.5回/時間

判定: ○(基準値未満)、●(基準値以上)

表4-8 室内放置後のボード類からのトルエン放散量

品目	厚さ mm	接着剤	測定温度 ℃	4VOC	基準値 ($\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$)	放散速度 0日後 ($\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$)	放散速度 44日後 ($\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$)	放散速度 52日後 ($\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$)	放散速度 55日後 ($\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$)	放散速度 56日後 ($\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$)	放散速度 62日後 ($\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$)	判定 0日後
PB	15	ユリア	28	トルエン	38	0.3					0.3	○
PB	15	ユリア	28	トルエン	38	1.0	0.5					○
PB	15	ユリア	28	トルエン	38	7.6			0.6			○
PB	15	ユリア	28	トルエン	38	27.0				1.2		○
PB	15	メラミン	28	トルエン	38	0.8					0.3	○
PB	15	メラミン	28	トルエン	38	4.0	0.4					○
PB	15	メラミン	28	トルエン	38	23.7				3.4		○
PB	15	メラミン	28	トルエン	38	15.5					1.2	○
PB	15	フェノール	28	トルエン	38	6.6		1.2				○
PB	15	イソシアネート系	28	トルエン	38	23.2		2.2				○

出典：平成15年度国土交通省補助事業「建材の化学物質発散に関する実態調査報告書」、社団法人日本建材産業協会

測定条件：湿度50%、試料負荷率 $2.2\text{m}^2/\text{m}^3$ 、換気回数0.5回/時間

判定：○(基準値未満)、●(基準値以上)

表4-9 ボード類からのトルエン放散量の経時変化

品目	厚さ mm	接着剤	測定温度 ℃	4VOC	基準値 ($\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$)	放散速度 1日目 ($\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$)	放散速度 3日目 ($\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$)	放散速度 7日目 ($\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$)	判定 1日目	判定 3日目	判定 7日目
PB		ユリア	28	トルエン	38	35.0	20.0	11.0	○	○	○
PB		ユリア	28	トルエン	38	33.0	18.0	11.0	○	○	○
PB		フェノール	28	トルエン	38	43.0	26.0	15.0	●	○	○
PB	15	ユリア	28	トルエン	38	48.6			●		
PB	15	ユリア	28	トルエン	38	0.3			○		
PB	15	メラミン	28	トルエン	38	0.8			○		
PB	15	メラミン	28	トルエン	38	23.7			○		
PB	15	ユリア	28	トルエン	38	27.0			○		
PB	15	メラミン	28	トルエン	38	15.5			○		
PB	15	イソシアネート系	28	トルエン	38	23.2			○		

出典：平成16年度国土交通省補助事業「建材の化学物質発散に関する実態調査報告書」、社団法人日本建材産業協会

測定条件：湿度50%、試料負荷率 $2.2\text{m}^2/\text{m}^3$ 、換気回数0.5回/時間

判定：○(基準値未満)、●(基準値以上)

表4-10 ボード類からの4VOC放散量

品目	タイプ	厚さ (mm)	接着剤	4VOC	基準値 ($\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$)	放散速度 1日目 ($\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$)	放散速度 3日目 ($\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$)	放散速度 7日目 ($\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$)	判定 1日目
PB	U	18	ユリア系	トルエン	38	0.5	0.3	0.2	○
				キシレン	120	0.2	0.2	0.2	○
				エチルベンゼン	550	0.2	0.2	0.2	○
				スチレン	32	0.4	0.3	0.2	○
PB	M	20	メラミン系	トルエン	38	1.5	0.9	0.5	○
				キシレン	120	1.6	1.2	0.8	○
				エチルベンゼン	550	0.8	0.6	0.3	○
				スチレン	32	0.8	0.6	0.2	○
PB	P	18	フェノール系	トルエン	38	1.6	1.0	0.6	○
				キシレン	120	0.9	0.6	0.4	○
				エチルベンゼン	550	0.5	0.3	0.2	○
				スチレン	32	1.9	1.4	0.5	○
PB	P	20	イソシアネート系	トルエン	38	1.8	1.0	0.5	○
				キシレン	120	3.1	2.2	1.4	○
				エチルベンゼン	550	1.8	1.2	0.8	○
				スチレン	32	1.8	1.3	0.4	○
IB	—	—	なし	トルエン	38	0.5	0.2	0.2	○
				キシレン	120	0.2	0.2	0.2	○
				エチルベンゼン	550	0.2	0.2	0.2	○
				スチレン	32	0.6	0.5	0.2	○
HB	—	—	なし	トルエン	38	0.5	0.3	0.2	○
				キシレン	120	0.2	0.2	0.2	○
				エチルベンゼン	550	0.2	0.2	0.2	○
				スチレン	32	0.6	0.6	0.2	○

出典：日本繊維板工業会

測定条件：温度28℃、湿度50%、試料負荷率 $2.2\text{m}^2/\text{m}^3$ 、換気回数0.5回/時間、2重測定平均

試験機関：ダイヤ分析センター

PB：パーティクルボード、IB：インシュレーションボード、HB：ハードボード

判定：○（基準値未満）、●（基準値以上）

4. 4 二次加工木質建材の4VOC 放散

二次加工とは、一般に、合板・ボード類等の一次加工品を基材として、塗装・オーバーレイ等の表面化粧さらにはその他の加工を施すことをさす。二次加工品の範疇にはいるものとして、特殊加工化粧合板、フローリング及び化粧ボード等がある。

4. 4. 1 フローリング

二次加工品のひとつであるフローリングの4VOC 放散量を表4-11に示す。ほとんどのフローリングは4VOC を放散しないが、ひとつだけトルエン及びスチレンが基準値を超えるものが認められた。今まで述べたとおり、一次加工品である基材及び基材用（一次加工用）接着剤からは4VOC は放散しないと考えられるので、フローリングのVOC 発生源は化粧（二次加工）用接着剤または塗料と考えられる。したがって、フローリングの4VOC 自主表示のためには、化粧（二次加工）用接着剤及び塗料、さらには副資材が使用されている場合は副資材についても証明・表示が必要である。

なお、現在流通しているほとんどのフローリングから4VOC が放散しないことは、それらの製品で現在行われている4VOC 対策が合理的であることを示す。すなわち、塗料中に意識

的に4VOCを含む溶剤・希釈剤等を添加しなければ、「建材からのVOC放散速度基準値」を満足できるものと判断される。したがって、塗料中に4VOCを含む溶剤類が含まれていないこと、または添加されていないことが証明できれば、フローリングは「建材からのVOC放散速度基準値を満足する建材」とみなすことができると考えられる。

表4-11 フローリングからの4VOC放散量

基材	基材用 接着剤	化粧単板	化粧用接着剤	着色剤	UV塗料樹脂	4VOC	基準値 ($\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$)	気中濃度 1日目 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	放散速度 1日目 ($\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$)	判定	気中濃度 21日目 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	放散速度 21日目 ($\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$)	判定
1 合板	MUF	ナラ	合成ゴム+MUF	水系	アクリル樹脂	トルエン	38	24.8	5.7	○	5.7	1.3	
						キシレン	120	1.1	0.3	○	0.1	0.0	
						エチルベンゼン	550	0.9	0.2	○	0.2	0.0	
						スチレン	32	2.0	0.5	○	0.7	0.2	
2 合板	UMF	ホワイトオーク	変成スチレン+タジエン	水系	ウレタン系	トルエン	38	19.7	4.5	○	3.5	0.8	
						キシレン	120	3.6	0.8	○	0.9	0.2	
						エチルベンゼン	550	2.1	0.5	○	0.7	0.2	
						スチレン	32	0.8	0.2	○	1.1	0.3	
3 合板	MUF	ナラ	変成酢酸ビニル	UV 非水性	ウレタン樹脂	トルエン	38	208.3	47.9	●	44.1	10.1	○
						キシレン	120	187.8	43.2	○	31.1	7.2	
						エチルベンゼン	550	106.1	24.4	○	17.9	4.1	
						スチレン	32	279.7	64.3	●	64.2	14.8	○
4 MDF	MF	ナラ	水性高分子イソシアネート	なし	ウレタン系	トルエン	38	64.2	14.8	○	12.2	2.8	
						キシレン	120	12.2	2.8	○	4.8	1.1	
						エチルベンゼン	550	20.4	4.7	○	4.3	1.0	
						スチレン	32	3.3	0.8	○	1.5	0.3	
5 合板	MUF	ナラ	合成ゴム+MUF	水系	アクリル系	トルエン	38	14.6	3.4	○	2.4	0.6	
						キシレン	120	7.7	1.8	○	1.0	0.2	
						エチルベンゼン	550	4.5	1.0	○	1.0	0.2	
						スチレン	32	1.8	0.4	○	0.9	0.2	
6 合板	UMF	ナラ	SBRラテックス系	水系	アクリル樹脂	トルエン	38	7.1	1.6	○	4.8	1.1	
						キシレン	120	42.3	9.7	○	15.4	3.5	
						エチルベンゼン	550	67.3	15.5	○	21.8	5.0	
						スチレン	32	1.3	0.3	○	0.8	0.2	
7 合板	UMF	ナラ	酢ビ+UMF+変成SBR	水系	ウレタン系	トルエン	38	1.5	0.3	○	0.2	0.0	
						キシレン	120	0.9	0.2	○	0.4	0.1	
						エチルベンゼン	550	0.8	0.2	○	0.3	0.1	
						スチレン	32	0.7	0.2	○	0.8	0.2	
8 合板	MUF	ホワイトオーク	MUF	水系	ウレタン系	トルエン	38	2.1	0.5	○	1.1	0.3	
						キシレン	120	9.1	2.1	○	1.3	0.3	
						エチルベンゼン	550	12.2	2.8	○	1.8	0.4	
						スチレン	32	0.7	0.2	○	0.5	0.1	
9 合板	UMF	ホワイトオーク	変成SBR	水系	ウレタン・エポキシアクリレート	トルエン	38	18.0	3.7	○	3.2	0.7	
						キシレン	120	5.8	1.3	○	1.2	0.3	
						エチルベンゼン	550	2.0	0.5	○	0.4	0.1	
						スチレン	32	1.0	0.2	○	0.7	0.2	
10 合板	MUF	オーク	酢ビ+アクリルアミド	TXフリー	エポキシ樹脂	トルエン	38	3.4	0.8	○	1.9	0.4	
						キシレン	120	114.1	26.2	○	15.6	3.6	
						エチルベンゼン	550	106.7	24.5	○	14.2	3.3	
						スチレン	32	0.8	0.1	○	0.3	0.1	
11 合板	MUF	ビーチ	SBR+UMF	水系	ウレタン樹脂	トルエン	38	5.0	1.2	○	3.8	0.9	
						キシレン	120	0.9	0.2	○	0.3	0.1	
						エチルベンゼン	550	0.6	0.1	○	0.1	0.0	
						スチレン	32	0.8	0.2	○	0.8	0.1	
12 合板	MUF	オーク	SBR+UMF	水系	ウレタン樹脂	トルエン	38	3.7	0.9	○	0.7	0.2	
						キシレン	120	1.1	0.3	○	0.2	0.0	
						エチルベンゼン	550	0.9	0.2	○	0.0	0.0	
						スチレン	32	4.1	0.9	○	0.8	0.2	
13 合板	MUF	オーク	SBR+UMF	水系	ウレタン樹脂	トルエン	38	0.4	0.1	○	1.5	0.3	
						キシレン	120	0.8	0.2	○	0.5	0.1	
						エチルベンゼン	550	0.7	0.2	○	0.4	0.1	
						スチレン	32	0.4	0.1	○	0.4	0.1	
14 合板	UF	オーク	MF+ラテックス	溶剤系	アクリル・ウレタン樹脂	トルエン	38	97.5	22.4	○	16.6	3.8	
						キシレン	120	10.2	2.3	○	2.1	0.5	
						エチルベンゼン	550	6.3	1.4	○	1.2	0.3	
						スチレン	32	1.1	0.3	○	0.0	0.0	
15 MDF	MUF	オーク	UMF+合成ゴム	水系	ウレタン樹脂	トルエン	38	1.4	0.3	○	4.9	1.1	
						キシレン	120	0.5	0.1	○	0.1	0.0	
						エチルベンゼン	550	0.4	0.1	○	0.1	0.0	
						スチレン	32	0.8	0.2	○	0.5	0.1	
16 合板	MUF	ナラ	合成ゴム+MUF	水系	アクリル樹脂	トルエン	38	30.7	7.1	○	9.3	2.1	
						キシレン	120	1.0	0.2	○	0.0	0.0	
						エチルベンゼン	550	0.5	0.1	○	0.0	0.0	
						スチレン	32	1.2	0.3	○	0.8	0.2	
17 合板	MUF	オーク	MF	水系	アクリル樹脂	トルエン	38	3.0	0.7	○	2.4	0.6	
						キシレン	120	24.3	5.6	○	11.0	2.5	
						エチルベンゼン	550	15.3	3.5	○	6.6	1.5	
						スチレン	32	1.0	0.2	○	0.6	0.1	
18 針葉樹 合板	PF	レッドオーク	水性高分子イソシアネート	水系	ウレタンアクリレート	トルエン	38	20.2	4.6	○	2.7	0.6	
						キシレン	120	30.9	7.1	○	3.5	0.8	
						エチルベンゼン	550	10.9	2.5	○	1.2	0.3	
						スチレン	32	0.5	0.1	○	0.3	0.1	
19 針葉樹 合板	PF	イエローパーチ	水性高分子イソシアネート	水系	ウレタンアクリレート	トルエン	38	10.3	2.4	○	1.8	0.4	
						キシレン	120	12.9	3.0	○	2.3	0.5	
						エチルベンゼン	550	5.2	1.2	○	0.6	0.1	
						スチレン	32	0.5	0.1	○	0.3	0.1	
20 針葉樹 合板	PF	メーブル	水性高分子イソシアネート	なし	ウレタンアクリレート	トルエン	38	12.4	2.9	○	2.3	0.5	
						キシレン	120	10.7	2.5	○	2.2	0.5	
						エチルベンゼン	550	3.9	0.9	○	0.8	0.1	
						スチレン	32	0.8	0.2	○	0.3	0.1	

出典:シックハウスと木質建材資料集、森林総合研究所編集、林業科学技術振興所発行、2004年11月

測定条件:温度28℃、湿度50%、試料負荷率 $2.2\text{m}^2/\text{m}^3$ 、換気回数0.5回/時間、2重測定平均

判定:○(基準値未満)、●(基準値以上)

MUF:メラミン・ユリア、UMF:ユリア・メラミン、MF:メラミン、PF:フェノール

4. 5 まとめ

以上の既存の研究データから、「対象 VOC が基準値以下であることが確認されている資材」とみなすことができる建材を表 4-12 に示す。

ユリア樹脂接着剤、メラミン・ユリア共縮合樹脂接着剤、メラミン樹脂接着剤、フェノール樹脂接着剤及びレゾルシノール樹脂接着剤、またはこれらを共縮合または混合した接着剤を用いた合板、単板積層偉材 (LVL)、集成材、パーティクルボード及び MDF からは 4VOC はほとんど放散しないため、これらの建材は「建材からの VOC 放散速度基準値を満足する材料」であり、「対象 VOC が基準値以下であることが確認されている資材」とみなすことができる。

インシュレーションボード (IB) 及びハードボード (HB) については、通常接着剤が用いられないこと、また、4VOC がほとんど放散しないため、「建材からの VOC 放散速度基準値を満足する材料」であり、「対象 VOC が基準値以下であることが確認されている資材」とみなすことができる。

水性高分子ーイソシアネート系接着剤及びイソシアネート系接着剤が用いられた木質材料については、接着剤中に 4VOC が含まれないことがわかれば、「建材からの VOC 放散速度基準値を満足する材料」または「対象 VOC が基準値以下であることが確認されている資材」とみなすことができる。

フローリング等の塗装木質材料については、塗料及び希釈剤等に 4VOC が含まれないことがわかれば、「建材からの VOC 放散速度基準値」を満足する材料とみなすことができる。

表4-12 「対象VOCが基準値以下であることが確認されている資材」とみなすことができる建材

建材の種類	接着剤	要件
製材	—	
合板	ユリア樹脂	
	メラミン樹脂	
	メラミン・ユリア共縮合樹脂	
	フェノール樹脂	
	レゾルシノール樹脂	
	上記樹脂の共縮合または混合したもの	
	水性高分子・イソシアネート系	国内産合板に限る
集成材	ユリア樹脂	
	メラミン樹脂	
	メラミン・ユリア共縮合樹脂	
	フェノール樹脂	
	レゾルシノール樹脂	
	レゾルシノール・フェノール共縮合樹脂	
	上記樹脂の共縮合または混合したもの	
	水性高分子・イソシアネート系	接着剤中に4VOCが含まれていないまたは4VOCを添加していないことを示す書類があること
単板積層材 (LVL)	ユリア樹脂	
	メラミン樹脂	
	メラミン・ユリア共縮合樹脂	
	フェノール樹脂	
	レゾルシノール樹脂	
	レゾルシノール・フェノール共縮合樹脂	
	上記樹脂の共縮合または混合したもの	
	水性高分子・イソシアネート系	国内産単板積層材に限る
パーティクルボード	ユリア樹脂	
	メラミン樹脂	
	メラミン・ユリア共縮合樹脂	
	フェノール樹脂	
	レゾルシノール樹脂	
	レゾルシノール・フェノール共縮合樹脂	
	上記樹脂の共縮合または混合したもの	
	イソシアネート系	接着剤中に4VOCが含まれていないまたは4VOCを添加していないことを示す書類があること
MDF	ユリア樹脂	
	メラミン樹脂	
	メラミン・ユリア共縮合樹脂	
	フェノール樹脂	
	レゾルシノール樹脂	
	レゾルシノール・フェノール共縮合樹脂	
	上記樹脂の共縮合または混合したもの	
	イソシアネート系	接着剤中に4VOCが含まれていないまたは4VOCを添加していないことを示す書類があること
インシュレーションボード	—	
ハードボード	—	

参考文献

- 1) 独立行政法人森林総合研究所編集：シックハウスと木質建材資料集、財団法人林業技術振興所発行、2004年11月
- 2) 井上明生、塔村真一郎、千葉保人、Fu Feng：小型チャンバ法による単板及び合板からの揮発性有機化合物（VOC）放散量の測定、日本木材加工技術協会第20回年次大会要旨集、24-25、2002年10月
- 3) 社団法人日本建材産業協会（現日本建材・住宅設備産業協会）：平成15年度国土交通省補助事業「建材の化学物質（アセトアルデヒド等）発散に関する実態調査」報告書、2004年3月
- 4) 社団法人日本建材産業協会（現日本建材・住宅設備産業協会）：平成16年度国土交通省補助事業「建材の化学物質発散に関する実態調査報告書」、2005年3月
- 5) 日本繊維板工業会：ボード類のVOC測定結果、（株）ダイヤ分析センター、2008年2月
- 6) 島田美佳、木村光一、桑子延照、田村靖夫、吉田弥明：水性高分子ーイソシアネート系接着剤を用いた合板からのVOC放散、第53回日本木材学会大会要旨集、p. 302、2003年3月
- 7) 日本合板工業組合連合会：水性高分子ーイソシアネート系接着剤による合板のVOC測定結果、（株）住化分析センター、2006年6月

第5章 対象 VOC が基準値以下であることが確認されている木質建材

前章では、主な木材用接着剤、合板、集成材及びボード類、さらにはフローリングの4 VOC の放散量について、既存の研究データを取りまとめた。さらに、建材試験センターが取りまとめた「建材からの VOC 放散速度基準値」についての適合性を、木材と接着剤だけを用いて製造される「一次加工」の木質建材、さらに塗装やオーバーレイ等の表面化粧さらにはその他の加工を施した「二次加工」の木質建材について検討した。

その結果、ユリア樹脂接着剤、メラミン・ユリア共縮合樹脂接着剤、フェノール樹脂接着剤、レゾルシノール樹脂接着剤、レゾルシノール・フェノール共縮合樹脂接着剤を使用した一次加工木質建材は、殆ど4 VOC 放散が確認されなかった。また、一般にこれら5種の接着剤には4 VOC が配合されることはないと判断された。

国内で現在生産されている一次加工木質建材に使用されている接着剤は、上記5種類の接着剤に水性高分子・イソシアネート系接着剤とイソシアネート系接着剤を加えた7種類にほぼ限定される。水性高分子・イソシアネート系接着剤については、一次加工木質建材の内、国内で生産されている合板類、単板積層材類については4 VOC が放散しないことが確認されている。また、国内の接着剤メーカーによれば同接着剤には4 VOC は添加されていないと判断される。しかし、水性高分子・イソシアネート系接着剤で生産されている集成材ならびにイソシアネート系接着剤で生産されているパーティクルボードやMDF等の一次加工木質建材については、別途検討が必要であると判断された。

従って国内生産の一次加工木質建材についてはその大部分を、「建材からの VOC 放散速度基準値を満足する建材」と見なすことができると考えられる。しかし、水性高分子・イソシアネート系接着剤あるいはイソシアネート系接着剤については、今後類似の名称を用いた接着剤による一次加工木質建材が国内外において製造される可能性があるので別途要件を設ける必要があると判断された。

さらに、前章では二次加工木質建材については、その種類が非常に多種にわたること、また加工方法により4 VOC が放散するものとししないものがあることが確認され、それぞれへの対応を考慮した共通的な要件が必要と判断した。

一方、一次加工木質建材や二次加工木質建材を取り扱う関連団体に対して、製品名と使用した基材、塗料や副資材等の種類や内容を詳しく調査した。それらを整理・分類して分かりやすい形でとりまとめ、表5-1 「対象 VOC が基準値以下であると認められる木質建材」として取りまとめた。また、4 VOC は製品製造の原料として使用されていない場合でも、工場内で製造工程における機械や気中から吸着する可能性もあることも考慮すべきであるが、これについては要件とはせず留意事項に留めることとした。なお、現在流通している二次加工木質建材の建材名、基材の種類、化粧材の種類、二次加工用接着剤の種類、塗料の種類等の例を表5-2に取りまとめた。

表5-1では、材料の名称を、木材、一次加工木質建材、二次加工木質建材に3大別し

た。要件欄には、4 VOC が基準値以下であることを認めるための根拠（証明法）が記されている。また、一部の材料を除いてほぼ全ての材料に関する本件に関する問い合わせ先の団体を示している。

この表を詳しく解説すると以下の通りである。

（１）木材（木材そのもの）

無条件で、「対象 VOC が基準値以下であると認められる木質建材」とする。

（２）一次加工木質建材（塗装等の処理を全く行っていない製品）

- i) ユリア樹脂接着剤、メラミン・ユリア共縮合樹脂接着剤、フェノール樹脂接着剤、レゾルシノール樹脂接着剤、レゾルシノール・フェノール共縮合樹脂接着剤を使用して製造した一次加工木質建材は、「対象 VOC が基準値以下であると認められる木質建材」とする。

ただし、製造工場内で製造工程や機械洗浄等に 4 VOC を含む溶剤類等を使用していないことに留意する必要がある。

- ii) 水性高分子・イソシアネート系接着剤とイソシアネート系接着剤を使用して製造した一次加工木質建材については、要件を以下の通りとする。

①水性高分子・イソシアネート系接着剤を使用して製造した合板類、単板積層材類の内、国内で生産された製品は、「対象 VOC が基準値以下であると認められる木質建材」とする。

②水性高分子イソシアネート系接着剤を使用して製造した上記①以外の製品及びイソシアネート系接着剤で製造した全ての製品については、「日本接着剤工業会の 4 VOC 基準適合製品」又は「建材からの VOC 放散速度基準」の基準値以下であることを証明した製品を「対象 VOC が基準値以下であると認められる木質建材」とする。すなわち、日本接着剤工業会の 4 VOC 基準適合製品の場合は i) と同様の取扱いとなり、それ以外の接着剤の場合は接着剤メーカーから証明を得るか、放散速度を測定しなければならない。

工場内の管理については、i) と同様に留意が必要である。

（３）二次加工木質建材

二次加工木質建材は多種に及び使用される基材、副資材、接着剤等多岐にわたるが、これらを整理して以下の要件を設けた。

①使用された基材、副資材等の全ての材料は、「対象 VOC が基準値以下であることが確認されている木質建材」であること。

②使用された二次加工用接着剤は、日本接着剤工業会の 4 VOC 基準適合製品又は建材からの VOC 放散速度基準の基準値以下であることを証明した製品であること。

③使用された塗料は、4 VOC が配合されていない製品、又は建材からの VOC 放散速度基準の基準値以下であることを証明した製品であること。

工場内の管理については、（２）と同様に留意が必要である。

以上の事項を実際の運用面から見ると、使用する全ての原料について4 VOC を使用していないかあるいは基準値以下であることが原料出荷元で証明できる場合は問題ないと判断される。例えば、接着剤について表示を求められた場合については、各製造工場または販売業者が個々に対応することになる。一方、それが不可能な場合は、最終製品の VOC 放散速度を明らかにする（第6章で紹介する方法によって測定する。）必要があることになる。

また、加工製品には表示することを前提に各団体が取り組んだ方が良いかどうかについての議論もあったが、この本報告書は、各団体が自主表示の取り組みを行うための科学的知見をとりまとめることを目的としていることから、各団体が自主的に判断して取り決めればよいと判断した。さらに、一般消費者から表示の信頼性を求められた場合については、本報告書または、(社)日本建材・住宅設備産業協会により「対象 VOC が基準値以下であることが確認されている資材」として認定されれば、十分対応が可能と考えられる。

なお、本委員会においては輸入製品の取扱いについても議論が行われたが、当面は表5-1の運用でカバーできるのではとの判断がなされた。とくに、我が国の企業が東南アジアで現地生産している一次加工木質建材については、ユリア樹脂接着剤、メラミン・ユリア共縮合樹脂接着剤、フェノール樹脂接着剤、レゾルシノール樹脂接着剤、レゾルシノール・フェノール共縮合樹脂接着剤を用いている場合が多いと判断され、4 VOC に関する条件は国内生産のものと同様に適用できると思われる。

表5-1 対象VOCが基準値以下であると認められる木質建材

名 称	要 件	問合せ先	電話番号
木材	無加工	全国木材組合連合会	03-3580-3215
【一次加工木質建材】			
製材	①水性高分子・イソシアネート系接着剤を使用して製造した合板類、単板積層材類については、国内で生産された製品。 ②水性高分子・イソシアネート系接着剤を使用して製造した上記①以外の製品及びイソシアネート系接着剤を使用して製造した全ての製品については、「日本接着剤工業会の4VOC基準適合製品」又は「建材からのVOC放散速度基準」の基準値以下であることを証明した製品。	全国木材組合連合会	03-580-3215
3層パネル			
編成材		日本合板工業組合連合会	03-3591-9246
普通合板(1類)			
普通合板(2類)			
構造用合板(特類)			
構造用合板(1類)		日本繊維板工業会	03-3271-6883
パーティクルボード			
MDF			
ハードボード			
インシュレーションボード			
PSL			
OSB		全国LVL協会	03-3591-9246
単板積層材			
構造用単板積層材		日本集成材工業協同組合	03-6202-9260
造作用集成材			
構造用集成材			
たて継ぎ材			
フローリング・ボード	日本フローリング工業会	03-3643-2948	
フローリング・ブロック			
モザイク・パーケット			
【二次加工木質建材】			
ペーパーオーバーレイ	①使用した基材、副資材等は「対象VOCが基準値以下であることが確認されている資材」であること。 ②使用した二次加工用接着剤は、「日本接着剤工業会の4VOC基準適合製品」又は「建材からの4VOC放散速度基準」の基準値以下であることを証明した製品であること。 ③使用した塗料は、「4VOCが配合されていない製品」又は「建材からのVOC放散速度基準値以下であることを証明した製品」であること。	日本プリント・カラー合板工業組合	054-654-7955
プラスチックオーバーレイ			
単板オーバーレイ			
その他オーバーレイ			
塗装化粧板		日本繊維板工業会	03-3271-6883
プリント天井板			
準不燃天井板			
パーティクルボード(化粧板)			
MDF(化粧板)		日本集成材工業協同組合	03-6202-9260
ハードボード(化粧板)			
インシュレーションボード(化粧板)			
化粧ばり造作用集成材			
化粧ばり構造用集成柱		日本フローリング工業会	03-3643-2948
フローリング・ボード			
フローリング・ブロック			
モザイク・パーケット			
複合1種フローリング		日本複合床板工業会	03-3643-2948
複合2種フローリング			
複合3種フローリング			
天然木化粧合板			
天然木化粧板		全国天然木化粧合単板工業協同組合連合会	03-3501-4021
天然木ツキ板化粧シート			
人エツキ板化粧合板			
人エツキ板化粧板			
オレフィン紙貼り化粧合板			
オレフィン紙貼り化粧板			
プレコート化粧板			
塩ビ化粧合板			
塩ビ化粧板			

※一次加工木質建材とは、塗装等の処理を全く行っていない製品をいう。塗装等の処理を行った製品は、二次加工木質建材とする。

表5-2 二次加工木質建材の組み合わせ例

二次加工木質建材名	基材種類	化粧材種類	二次加工用接着材種類	塗料種類
ペーパーオーバーレイ	合板、MDF、PB、HB、IB	プレコート印刷紙、和紙	酢ビ系エマルジョン、ビニル共重合樹脂、ウレタン系、ゴム系ラテックス、ゴム系溶剤形	—
プラスチックオーバーレイ	合板、MDF、PB、HB、IB	合成樹脂シート	酢ビ系エマルジョン、ビニル共重合樹脂、ゴム系ラテックス、水性ビニルウレタン、ウレタン系、ホットメルト、ゴム系溶剤形	—
単板オーバーレイ	合板、MDF	天然木ツキ板	酢ビ系エマルジョン、ゴム系ラテックス、水性ビニルウレタン	—
その他オーバーレイ	合板、MDF、PB	アルミ箔	ビニル共重合樹脂、ゴム系溶剤形	—
塗装化粧板	合板、MDF	アフターコート用印刷紙、薄用紙	酢ビ系エマルジョン、ビニル共重合樹脂、ウレタン系	ウレタン樹脂系
		チタン印刷紙、チタン紙	酢ビ系エマルジョン、水性ビニルウレタン	ポリエステル樹脂系
プリント天井板	合板・桧木(ムク、集成材)	プレコート印刷紙	酢ビ系エマルジョン	—
準不燃天井板	石膏ボード・桧木(ムク、集成材)	プレコート印刷紙	酢ビ系エマルジョン	—
		塩ビシート	酢ビ系エマルジョン、ビニル共重合樹脂	—
プラスチックオーバーレイ	合板	ダップ含浸紙	—	—
		PET/アルミ箔/ダップ含浸紙	—	—
		ダップ含浸紙/クラフト紙積層シート	クロロブレンゴム	—
		PET/アルミ箔/ダップ含浸紙積層シート	ウレタン系	—
		アクリル/ダップ含浸紙積層シート	ウレタン系	—
	天然木化粧合板	ダブリングシート	ホットメルト	—

二次加工木質建材名	基材種類	化粧材種類	二次加工用接着材種類	塗料種類
パーティクルボード(化粧板)	パーティクルボード	和紙、薄葉紙、コート紙、アフターコート紙、プリント紙、チタン紙、化粧紙、印刷紙、強化紙、含浸紙、メラミン樹脂含浸紙、DAP含浸紙、防水紙、防湿紙、目止紙、ウレタンコート紙、ウレタン含浸紙、PETフィルム、PETシート、PETエッジテープ、PET、オレフィン、ポリオレフィンシート、メラミン化粧板、高圧メラミン板、塩化ビニル、ポリエステル樹脂、ポリエステルシート、ポリエステル化粧板、ポリエステル化粧紙、ポリエステル系樹脂シート、メタクリル樹脂板、ポリラミ紙、合成樹脂シート、アクリル板、PP、AB	酢ビ系エマルジョン、ビニル共重合樹脂、アクリル樹脂、ゴム系ラテックス、水性ビニルウレタン、 α -オレフィン、エポキシ系、ウレタン系、ホットメルト、ゴム系溶剤形	ウレタン樹脂系、アクリル樹脂系、エナメル樹脂系、水系顔料着色剤、溶剤系顔料着色剤
MDF(化粧板)	MDF			
ハードボード(化粧板)	ハードボード			
インシュレーションボード(化粧板)	インシュレーションボード			
化粧ばり造作用集成材	木材、たて継ぎ材	天然木ツキ板	水性ビニルウレタン、酢ビ系エマルジョン	ウレタン樹脂系、ラッカー系
化粧ばり構造用集成柱	木材、たて継ぎ材	天然木ツキ板	水性ビニルウレタン、酢ビ系エマルジョン	ウレタン樹脂系、ラッカー系
フローリング・ボード	木材	—	—	ビニル樹脂系、ウレタン樹脂系、アクリル樹脂系、合成樹脂エマルジョン
	たて継ぎ材	—	酢ビ系エマルジョン、ビニル共重合樹脂	ビニル樹脂系、ウレタン樹脂系、アクリル樹脂系、合成樹脂エマルジョン
フローリング・ブロック	木材	—	—	—
		—	—	ウレタン樹脂系、ビニル樹脂系、アクリル樹脂系
モザイク・パーケット	木材	—	—	—
			水性ビニルウレタン	ビニル樹脂系
複合1種フローリング	合板	天然木ツキ板、天延木ツキ板+紙、合成樹脂シート、天然木ツキ板+含浸紙	ゴム系ラテックス、メラミンユリア共重合樹脂、水性ビニルウレタン、酢ビ系エマルジョン	エポキシ樹脂系、ウレタン樹脂系

二次加工木質建材名	基材種類	化粧材種類	二次加工用接着材種類	塗料種類	
複合2種フローリング	集成材、LVL、ランバーコア	天然木ツキ板、天延木ツキ板＋紙、合成樹脂シート、天然木ツキ板＋含浸紙	ゴム系ラテックス、メラミンユリア共縮合樹脂、水性ビニルウレタン、酢ビ系エマルジョン	エポキシ樹脂系、ウレタン樹脂系	
複合3種フローリング	MDF、合板＋MDF、MDF＋クッション材、MDF＋カルプ、PB	天然木ツキ板、天延木ツキ板＋紙、合成樹脂シート、天然木ツキ板＋含浸紙	ゴム系ラテックス、メラミンユリア共縮合樹脂、水性ビニルウレタン、酢ビ系エマルジョン	エポキシ樹脂系、ウレタン樹脂系	
天然木化粧合板	合板	天然木ツキ板	アクリル樹脂、ゴム系ラテックス、ウレタン系	—	
			酢ビ系エマルジョン、ビニル共重合樹脂、アクリル樹脂、ゴム系ラテックス、ウレタン系	UV塗料、ウレタン樹脂系、アクリル樹脂系、紫外線硬化型、水溶性樹脂	
天然木化粧板	MDF、パーティクルボード、集成材、木材、LVL		酢ビ系エマルジョン、ゴム系ラテックス、ビニル共重合樹脂	—	
	MDF、パーティクルボード、集成材、木材、LVL、不燃板		酢ビ系エマルジョン、ゴム系ラテックス、ウレタン系、ビニル共重合樹脂	ウレタン樹脂系、アクリル樹脂系、紫外線硬化型、UV塗料、水溶性樹脂系	
天然木ツキ板化粧シート	繊維シート		酢ビ系エマルジョン	ウレタン樹脂系	
人エツキ板化粧合板	合板	人エツキ板	酢ビ系エマルジョン、アクリル樹脂系、ビニル共重合樹脂、ゴム系ラテックス	—	
			酢ビ系エマルジョン、ゴム系ラテックス	アクリル樹脂系、ウレタン樹脂系、UV塗料、	
人エツキ板化粧板	MDF、パーティクルボード、集成材、木材、LVL、不燃板		酢ビ系エマルジョン、ビニル共重合樹脂、ゴム系ラテックス、水性ビニルウレタン	—	
			酢ビ系エマルジョン、ゴム系ラテックス	ウレタン樹脂系	
オレフィン紙貼り化粧合板	合板	オレフィン	酢ビ系エマルジョン、ゴム系ラテックス、ホットメルト	—	
オレフィン紙貼り化粧板	MDF、パーティクルボード		酢ビ系エマルジョン、ウレタン樹脂系、ゴム系溶剤形	—	
プレコート化粧板	木材、合板、MDF、アルミ材	プレコート紙	酢ビ系エマルジョン、ウレタン樹脂系	—	
塩ビ化粧合板	合板	塩ビシート	ホットメルト、ウレタン系	—	
塩ビ化粧板	MDF		ウレタン系	—	

第6章 建築材料からの揮発性有機化合物（VOC）放散速度測定方法

（小形チャンバー法：JISA1901）

6. 1 原理

この試験は、一定の温度、相対湿度及び換気量の条件をもつチャンバー内で空気を通過させ、出口で捕集した空気から小形チャンバー濃度、トラベルブランク濃度及び換気量を知ることによって、経過時間における単位面積当たりの VOC 放散速度を算出する方法。

6. 2 装置類

建築材料から放散される VOC の放散速度を測定する際に必要な装置類は、次のとおり。

1) 小形チャンバーシステム

（小形チャンバー、温度・湿度制御システム、混合器、サンプリングポンプ）

建築材料からの揮発性有機化合物（VOC）の捕集装置は、ステンレス製の 20 L 容円筒形チャンバーとエアータンク温度及び湿度制御ユニット、および試料空気の捕集のための外付けサンプリングポンプで構成されている。

2) 試験片のシール材

試験体の露出表面積を調整するために、測定にあまり影響を及ぼさない事を予め確認した粘着アルミニウムテープを用いてシール処理を行う。

3) 捕集管

VOC の捕集のために、2,6-Diphenyloxide 構造の非多孔性耐熱性樹脂の Tenax-TA 捕集管等を用いる。

4) サンプルチューブコンディショナー

Tenax-TA 捕集管内の汚染物質を除去する目的で、サンプルチューブコンディショナーを用いて予め 300℃でコンディショニングを行った後、試料空気捕集に用いる。

6. 3 試験体の調整及び保管

供試する合板、フローリング、単板積層材、集成材等の製品のほぼ中央部から、小形チャンバー用試験体（①合板等の場合：寸法 168×168mm、2 組 4 枚、表面の暴露面積が 147×147mm となるよう側面および裏面を粘着アルミニウムテープでシール処理。②単板積層材、集成材の場合：木口断面寸法から暴露表面積が 450m² になるように長さ方向の切断長さを調整、2 組 2 枚、両木口面を粘着アルミニウムテープでシール処理。）を採取し、密封した状態で測定直前まで試験体の放散特性に影響を及ぼさないように温度及び湿度に

注意し、室温が 28℃を超えないような室内で保管させる。

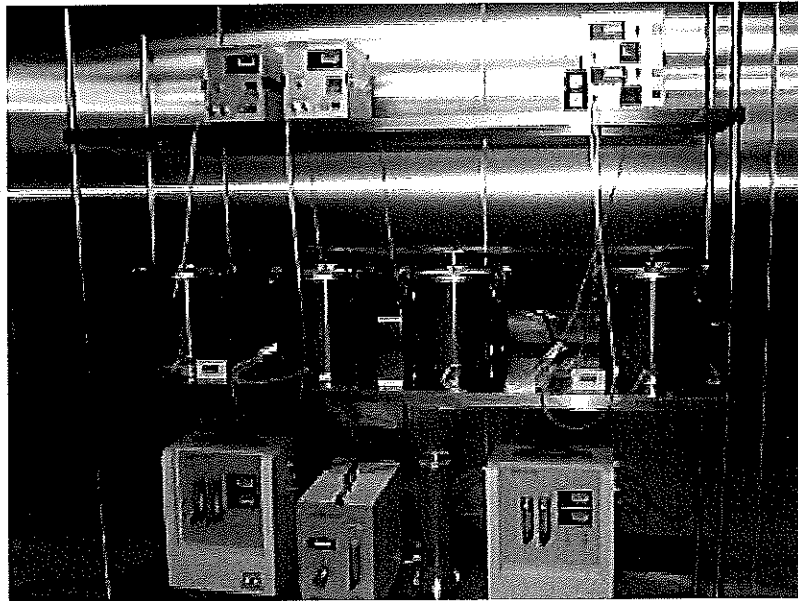


写真 6 - 1 小形チャンバーシステム

6. 4 試験条件

1) 小形チャンバー法の測定

測定に先立ち、20 L チャンバーとステンレスパイプの水洗いを行い、高温乾燥機で 260℃まで加熱させクリーニングを行う。クリーニング後チャンバーを超清浄空気供給装置と混合器がついたエアー制御システムに接続させて運転を開始し、湿度(50%)に調節する。温度は恒温室内(槽)温度を 28℃に調節させ、48 時間換気運転を行った後、Tenax-TA 捕集管を接続させて試料空気の捕集をサンプリングし、チャンバーブランクとする。その後直ちにチャンバー内に、ステンレス製の治具に保持させた試験体を空気流入口に平行に設置させ、チャンバー内の温・湿度、換気回数(0.5 回/h)が安定するまで換気させ、試験体設置後 24 時間後にサンプリング操作を行う。併行して、未使用の Tenax-TA 捕集管の栓を室内で 30 秒間開放させたものをトラベルブランクとする。試験条件は表 6 - 1 に示す。

2) 試験体の保存

長期間の試験の場合、試験体は原則として測定条件と同条件で保存させ、再度空気を捕集する 1 日以上前までに小形チャンバー内にもどす。

表 6－1 小形チャンバー試験条件

チャンバー容積	20 L
温 度	28±1℃
湿 度	50±5% R H
試験体表面積	0.043～0.045m ²
試料負荷率	2.2～2.3m ² /m ³
換気回数	0.5±0.05回／h
換気量	0.167L/min
Q/S(n/L)	0.22～0.23
試験時間	1 日目、3 日目及び 7 日目
捕集量	3.2L

6.5 分 析

VOC の分析には、水素炎イオン化検出器付きガスクロマトグラフ(GC/FID)、又はガスクロマトグラフ／質量分析計(GC/MS)を用いる。

Tenax-TA 捕集管は、加熱脱着試料濃縮装置により－20℃でコールドトラップさせた後、加熱温度 290℃で 10 分間脱着を行い、GC/MS に導入して分析を行う。VOC の定量には、室内大気分析用標準液 52 成分混合試料をメタノールで希釈した溶液を標準溶液として用い、マススペクトル及びリテンションタイムの比較により定量を行う。

分析結果から、測定開始した経過時間における単位面積当たりの放散速度を求める。

表 6－2 対象 VOC と基準値

対象VOC	略記号	放散速度基準値(μg/m ² h)
トルエン	T	38
キシレン	X	120
エチルベンゼン	E	550
スチレン	S	32

建材からの VOC 放散速度基準

平成 20 年 4 月 1 日制定

建材からの VOC 放散速度基準化研究会
(事務局：財団法人建材試験センター)

序文.....	- 3 -
1. 適用範囲.....	- 3 -
1-1. 対象の資材	- 3 -
1-2. 引用規格及び用語	- 3 -
2. 建材からの VOC 放散速度基準値	- 3 -
3. 試験方法.....	- 4 -
3-1. 一般	- 4 -
3-2. 試験体の選定方法並びに試験片の作製方法	- 4 -
3-3. 試験条件	- 4 -
3-4. 試験結果	- 4 -
3-5. 報告書	- 4 -
付属書（参考）	- 5 -
1. 引用規格	- 5 -
2. 表示内容の基本事項	- 5 -
3. 適合証明・表示区分	- 5 -
4. 適合証明・表示の要件	- 5 -
解説.....	- 7 -

委員名簿

(平成 19 年 7 月 6 日現在)

	氏名	会社	所属	役職
1	村上 周三	慶應義塾大学	理工学部システムデザイン工学科	教授
2	吉野 博	東北大学大学院	工学研究科 都市・建築学専攻建築環境工学	教授
3	田辺 新一	早稲田大学	理工学術院 建築学科	教授
4	伊藤 一秀	九州大学大学院	総合理工学研究院 エネルギー環境共生工学部門	准教授
5	土屋 邦男	社団法人公共建築協会		参事
6	内田 和昌	社団法人文教施設協会	企画部	部長
7	山口 一	清水建設株式会社 (社団法人建築業協会)	技術研究所	主席研究員
8	藤村 孝夫	社団法人住宅生産団体連合会	住宅性能部	部長
9	姫野 富幸	日本繊維板工業会		顧問
10	木村 浩芳	有限責任中間法人日本壁装協会		専務理事
11	藤田 清臣	松下電工株式会社 (社団法人日本建材・住宅設備産業協会)	住建事業企画室	
12	田村 彰	財団法人日本合板検査会	調査研究部	部長
13	秋元 直司	日本複合床板工業会		
14	澤田 幸三	日本接着剤工業会		
15	井上 雅雄	日本接着剤工業会		
16	吉田 洋一	財団法人日本塗料検査協会	性能評価部	部長
17	橋本 久幸	社団法人全国家具工業連合会		専務理事・事務局長
18	田中 正躬	財団法人建材試験センター		理事長
関	森下 加代子	有限責任中間法人日本壁装協会		技術担当課長
関	黒木 勝一	財団法人建材試験センター	中央試験所	副所長
関	仲谷 一郎	財団法人建材試験センター	性能評価本部	副本部長
関	島崎 清幸	財団法人建材試験センター	適合証明課	課長代理
関	舟木 理香	財団法人建材試験センター	性能評定課	
事	佐藤 哲夫	財団法人建材試験センター	調査研究開発課	課長
事	天野 康	財団法人建材試験センター	調査研究開発課	上級専門職
事	佐伯 智寛	財団法人建材試験センター	適合証明課	技術主任

関：関係者、 事：事務局

序文

この基準は、「小形チャンバー法」の J I S 制定を受けて、建築資材（以下、資材という。）から放散する揮発性有機化合物（V O C）の放散速度に関して、製造・購入等の関係者（建材の生産者、建設業者、建設工事の発注者、設計者、居住者、仕様書等作成者等）が共通の認識により資材の評価・判断が可能となる基本事項を定めたものである。

本基準は、「建材からの V O C 放散速度基準化研究会」の基準として制定する。

1. 適用範囲

1-1. 対象の資材

この基準にて対象とする資材（以下、対象資材という。）は、居室に使用される次のものとする。

- ① JIS A1902-1 で対象としている建築用ボード類、壁紙、床材
- ② JIS A1902-2 で対象としている接着剤
- ③ JIS A1902-3 で対象としている塗料、建築用仕上塗材
- ④ JIS A1902-4 で対象としている断熱材
- ⑤ その他、対象 V O C を使用している資材のうち当該基準で評価することが合理的なもの

1-2. 引用規格及び用語

この基準では、次の規格を原則として引用する。

JIS A1901:2003	建築材料の揮発性有機化合物 (VOC), ホルムアルデヒド及び他のカルボニル化合物等の放散速度の測定方法—小形チャンバー法
JIS A1902-1:2006	建築材料の揮発性有機化合物 (VOC), ホルムアルデヒド及び他のカルボニル化合物放散量測定におけるサンプル採取, 試験片作製及び試験条件—第 1 部: ボード類, 壁紙及び床材
JIS A1902-2:2006	建築材料の揮発性有機化合物 (VOC), ホルムアルデヒド及び他のカルボニル化合物放散量測定におけるサンプル採取, 試験片作製及び試験条件—第 2 部: 接着剤
JIS A1902-3:2006	建築材料の揮発性有機化合物 (VOC), ホルムアルデヒド及び他のカルボニル化合物放散量測定におけるサンプル採取, 試験片作製及び試験条件—第 3 部: 塗料及び建築用仕上塗材
JIS A1902-4:2006	建築材料の揮発性有機化合物 (VOC), ホルムアルデヒド及び他のカルボニル化合物放散量測定におけるサンプル採取, 試験片作製及び試験条件—第 4 部: 断熱材

2. 建材からの V O C 放散速度基準値

建材からの V O C 放散速度は、表 1 の対象 V O C について定めるものとし、3. の試験方法による 7 日目の測定結果が、表 1 の基準値以下であることとする。なお、減衰傾向が認められる場合には 7 日目以前の測定値により判断してもよい。

表1 対象VOCと基準値

対象VOC	略記号	放散速度基準値 ($\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$)
トルエン	T	38
キシレン	X	120
エチルベンゼン	E	550
スチレン	S	32

注：放散速度基準値の算定は、実際の建物使用時の負荷率を $3.4\text{m}^2/\text{m}^3$ と設定した。詳細は解説を参照。

3. 試験方法

3-1. 一般

試験は、JIS A1901 に基づき、3-2. の「試験体の選定方法並びに試験片の作製方法」に従って作製した試験片によって行う。

3-2. 試験体の選定方法並びに試験片の作製方法

対象資材からの試験体の選定は、原則として各建材の JIS に基づき行う。また、試験片の作製方法は、JIS A1902-1、JIS A1902-2、JIS A1902-3、JIS A1902-4 に従って行う。

3-3. 試験条件

試験条件は、3-1 に規定した規格による他、次のとおりとする。

①試験片の数：1 条件につき、2 体とする。

②試料負荷率：標準として $2.2\text{ m}^2/\text{m}^3$

ただし、接着剤の場合は $0.4\text{ m}^2/\text{m}^3$ を選択しても良い。

③空気捕集間隔：試験開始後 1 日目、3 日目及び 7 日目とする

3-4. 試験結果

試験結果については、JIS A1901 に規定する項目及び 3-2. ～3-3. で定めた事項を報告する。

3-5. 報告書

試験報告書には、JIS A1901 の 13 報告書で定める事項を記載する。

付属書（参考）
基準適合の証明・表示

当基準に基づく適合性の証明・表示をする際は、各機関の既存制度との整合を図ると共に、次の原則事項により行うことが望ましい。

1. 引用規格

JIS Q1000:2005 適合性評価—製品規格への自己適合宣言指針

JIS Q17030:2004 適合性評価—第三者適合マークに対する一般要求事項

2. 表示内容の基本事項

当基準に適合している旨の表示を行なう際には、原則として次の事項を記載する。

- 1) 基準適合性を保証する機関名と認証等の交付日及び連絡先
- 2) 基準名(建材からの VOC 放散速度基準…建材からの VOC 放散速度基準化研究会)
- 3) 基準適合している旨の記述又は記号
- 4) 建材名
- 5) 商品名
- 6) 製造者名及び連絡先

3. 適合証明・表示区分

基準適合の形態区分は、次のいずれか又は組み合わせがある。

1) 自己証明

製造者が試験データ等により自己責任で基準適合性を証明するもの。

2) 試験報告書

試験した建材のサンプルが、基準に適合していることを試験機関が証明するもの。

3) 仕様書等による発注者基準の適合性証明

建築工事仕様書、設計図書等で、当該基準を引用し、建材受け入れ・使用許諾の判断に資するもの。この際の、受け入れ及び許諾建材の判断は、引用機関の定めによる。

4) 証明・マーク

第三者が建材の品質保証として、試験データ、品質管理システム等各機関の証明・マーク表示許諾基準により、特定の様式・マークにより基準適合性を保証するもの。

4. 適合証明・表示の要件

1) 自己適合宣言

自己立証により基準適合性を宣言する場合には、JIS Q1000 に基づき行う。

2) 試験報告書

JIS A 1901 箇条 13 報告書に定める事項及び各機関での試験結果の証明及び建材使用者の判断に関する試験体・試験条件・試験結果等の技術的な必要情報を記述する。

3) 発注者基準の基準適合文書

発注者基準の名称、要件等、特定の発注者の制度的要件を満たしていることの表示。

4) 証明・マーク

第三者機関がマーク等で当基準が適合していることを保証する際には、JIS Q 17030に基づき、証明・表示する。

この際、2. の 1) 及び 2) の事項は、原則としてマーク中に挿入するものとする。

但し、マーク表示の意図する内容が社会的に誤解を生じないように、各機関の責任のもとで当該基準の適合性が説明可能となる環境を整備するものとする。

建材からの VOC 放散速度基準 解説

（基準制定の背景）

建築基準法によるシックハウス対策規制以後、公共住宅等ではホルムアルデヒド以外のVOCについて引渡し前の室内濃度測定を要求している。また、住宅の品質確保の促進等に関する法律の住宅性能表示制度でも、VOCの現場測定が盛り込まれている。

一方で、各種建材からのVOCの放散については試験法 JIS により測定できるものの、測定結果の判断基準がないため、建材メーカーや設計・施工者、居住者等からは資材からのVOC放散に関する判断のよりどころとなる基準化を望む声が多く寄せられている。これまでにホルムアルデヒド・VOCに関する JIS 原案作成並びにVOCの測定法等に関する調査研究を行ってきた（財）建材試験センターを事務局として、学識経験者、業界関係者からなる「建材からのVOC放散速度基準化研究会」が発足した。研究会では基準化に向けて行政担当者をオブザーバーとして招き意見を頂きつつ、各種団体の自主基準と整合し、同時に先進各国の基準との調和に配慮して検討した。

（放散基準の社会的性格）

本基準は、製造・販売者並びに使用・購入者が共通の認識で材料を選択・判断できる共通の「ものさし」として、当研究会で自主的に定め、公表・公開したものである。本基準では、放散速度基準値のほかに、運用にあたり基本となる表示方法、試験方法、判断方法等についても制定した。なお、本基準は、各種団体の自主基準等において引用可能とする。

この基準値は、以下の算定法により、通常想定される使用状態において、対象VOCの室内濃度が指針値以下となることを目標に定めたものである。

（対象資材の設定根拠）

対象資材は、JIS A1902-1、JIS A1902-2、JIS A1902-3、JIS A1902-4 で定めるサンプル採取、試験片作製及び試験条件が確定している資材を原則とした。ただし、当該試験方法を準用して適切に測定ができる場合は、本基準を採用しても良い。

（基準値設定の根拠）

対象VOCについては、JIS A1901 にて測定できる化学物質、公共住宅や住宅性能表示制度にて濃度測定対象としている化学物質、建材に使用されると考えられる化学物質を対象として選定した。

基準値は、建築基準法のシックハウス対策技術的基準の根拠を参考に、VOC放散の程度、使用実態等をもとに、次の考え方により計算した。このため、当該基準値は想定条件（28℃）下におけるひとつの目安であり、高温下等での環境を満たす指針値ではない。

- ・ 想定条件は、建築基準法のシックハウス対策技術的基準の根拠と同様とした。
- ・ 対象資材が室内全面に施工され、床面積の 3 倍の家具が設置されている状況を想定し、試料負荷率は 3.4 ($3.4=2.2+0.4\times 3$) m^2/m^3 として算定した。
- ・ 換気回数は 0.5 回/h、気温は 28℃を想定した。

化学物質名	指針値※	試料負荷率 L	換気回数	放散速度
	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	m^2/m^3	1/h	$\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$
トルエン	260	$2.2+0.4 \times 3=3.4$	0.5	38
キシレン	870			120
エチルベンゼン	3800			550
スチレン	220			32

放散速度の値は有効数字 3 桁以下を切り捨てた。なお、測定は安全側での測定となるように、試料負荷率 $2.2 \text{ m}^2/\text{m}^3$ （接着剤は $0.4 \text{ m}^2/\text{m}^3$ を選択しても良い。）にて行う。

指針値※：厚生労働省が示した化学物質室内濃度指針値

（試験方法並びに試験片の作製について）

当基準への適合性を確認する試験方法は、JIS A1901 小形チャンバー法、試験片の作成方法は JIS A1902-1、JIS A1902-2、JIS A1902-3、JIS A1902-4 とした。ただし、本基準に規定する方法と相関が図れることが確認できれば、本基準に基づく方法と異なる条件の試験体を選定しても構わない。

（表示方法について）

基準への適合性の確認については、共通のルールに基づく統一的な表示を行うことが重要である。しかし、現時点ではホルムアルデヒドの F☆☆☆☆表示等、類似する表示があることや、化学物質以外の表示も多数あることから、表示の関係者合意を得ることは現状では困難と判断した。本基準では、表示における基本的な考え方を付属書にて示すに留めた。なお、関連団体が付属書をふまえた表示制度を適用することを妨げるものではない。

（未制定 JIS の引用について）

当基準を検討した時点にて未制定であった次の JIS については、制定され次第、当基準に盛り込むこととした。

JIS A1912 建築材料などからの揮発性有機化合物（VOC）、ホルムアルデヒドを除く他のカルボニル化合物放散測定方法—大形チャンバー法

（家具・建具への適用について）

家具、建具については、製品のままでは小形チャンバー法で測ることはできない。このため、構成部材（ボード類等）について確認することにより、家具、建具への基準適合の判断を行うものとする。今後大形チャンバー法が JIS 化され、本基準にて位置づけることにより、家具、建具についての性能を判断することが可能になる。

（本基準の利用・引用について）

本基準を用いて建材の VOC 放散性について証明、表明される際には、本基準の名称並びに当研究会の名称を明示する。また、本基準を仕様書等に引用する場合にも同様とする。研究会はこの基準がどのように利用・引用されているか把握し、本基準改正の際に迅速に対応できるようにする。