
 原 著

木材から放散されるVOC類の特性について

Volatile Organic Compound emissions from wood

中山 伸吾¹⁾, 岸 久雄¹⁾

NAKAYAMA, Shingo and KISHI, Hisao

要旨：三重県産スギ材およびヒノキ材から放散されるVOC類について、小型チャンバー法による測定を行った。その結果、スギ材からは δ -Cadineneを主としたセスキテルペン類が、ヒノキ材からは α -Pineneを主としたモノテルペン類が多く検出された。これらテルペン類は、乾燥により放散量が低減され、材中に長期的に残留することから、適度な量の天然揮発成分を放散する人に快適な部材であることが確認できた。

はじめに

住宅部材などから放散される、揮発性有機化合物(VOC)類が原因とされるシックハウスの問題への対策として、厚生労働省による特定の成分ごとにおける安全基準の指針値の公表や、また建築基準法の改正により、ホルムアルデヒド放散量による部材の居室への使用可能面積に制限がかけられるようになった。その対象とされる成分の中には、無垢の木材から放散される様々な天然由来の物質についても含まれているが、これらの成分の中には、適度な濃度においてはリラックス効果をもたらすなど、人に安らぎを与える機能を有するテルペン類なども多く含まれており、これが木造住宅の快適性を担う要因の一つとなっていると考えられる。こうした木材からの有用な成分を活用しつつ、人に快適な木質住宅部材を開発するための取り組みを行うため、スギ材およびヒノキ材からのVOC類の放散について、小型チャンバー法による検討を行った。

実験方法

1. 試験材の調製

放散試験に供した木材には、購入した加熱乾燥していない厚さ数センチの心材部を含む三重県産スギ板材およびヒノキ板材を用い、測定の前に帯鋸で厚さ方向で半割にし、試験材を作製した。なお、切断された表面は平滑に削り、測定の際の放散面とした。

2. 木材からのVOC放散量の測定

放散量の測定には、基準となる無処理の試験材および40℃、80℃、120℃に調整した恒温乾燥器にて、試験材をそれぞれ24時間、熱処理を行なったものを用いた。試験材から放散されるVOCの測定

¹⁾ 三重県科学技術振興センター林業研究部

Forestry Research Division, Mie Prefectural Science and Technology Promotion Center

E-mail: nakays01@pref.mie.jp

については、JIS A-1901に準じ、温度28℃、湿度50%RH、試料負荷率が2.2m²/m³、換気量0.5回/時間に設定した20ℓ小型チャンバー法を用いて行った。

VOCの捕集にはtenax管を用い、1日後、3日後および7日後におけるチャンバー内の空気を1000ml捕集した後、加熱脱着GC-MSによる分析を行い、あらかじめ作成した検量線よりチャンバー内濃度を測定した。

3. スギ材からのアルデヒド放散量の測定

アルデヒドの捕集は、VOC捕集と同条件の環境において、DNPH-アルデヒド捕集管(Wako製)を用い、1日後、3日後および7日後におけるチャンバー内の空気を5000ml捕集し、アセトニトリルで溶出した後、HPLCによる分析および検量線による濃度測定を行った。

結果及び考察

1. ヒノキ材からのVOC放散

図-1に、無処理ヒノキ材の測定1日目に放散されたVOCのGCチャートを示す。これらのピークは、ヒノキに含まれる天然のテルペン類に由来するものであり、マススペクトルより、主に28-32分付近はモノテルペン類、45-47分付近はセスキテルペン類のピークと確認された。

チャンバー内のVOC濃度についてみると、測定1日目の無処理ヒノキのTVOC濃度は、図-2に示すように約200mg/m³という高い値であった。また、放散された成分のうち、α-Pineneが約76%(トルエン換算)を占めており、そのほかにはCamphene, β-Pinene, β-Myrcene, Limoneneなどと推察されるモノテルペン類も検出された。

チャンバー内のTVOC濃度は、時間の経過とともに減少し、7日後にはほぼ半分まで減少したが、まだかなりの量のテルペン類が材内に残留していた。そこで、試験に供した無処理ヒノキを試験後、室内にて気乾状態に置き、試験片を作成した日より11日および46日経過した時点で、再度VOCの放散を測定したところ、図-3, 4に示すように作成直後と比較して11日で約1/4, 46日で1/10以下まで減少していた。また、この時点では測定1日目から3日目にかけての急激なTVOC濃度の減少が見られなくなっており、テルペン類の放散が材内部からのゆっくりとした持続的なものへと変わっている。

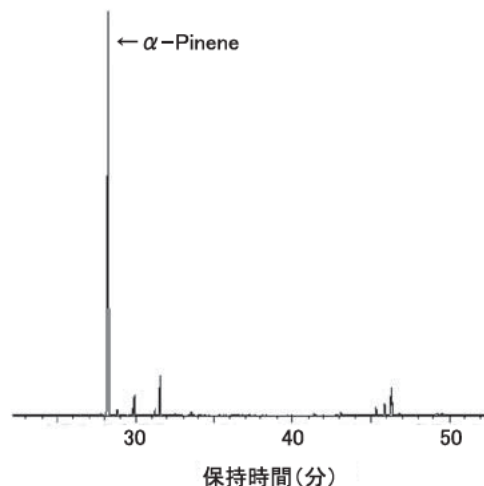


図-1. ヒノキから放散されるVOC (GC)

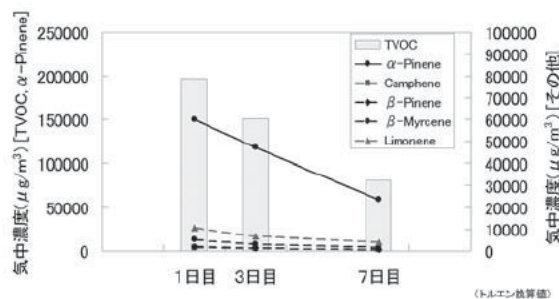


図-2. ヒノキからのVOC放散量の推移 (無処理)

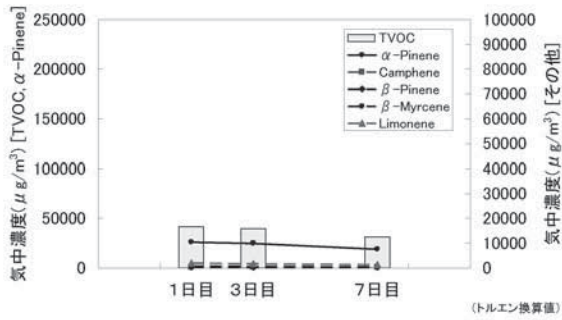


図-3. ヒノキからのVOC放散量の推移 (気乾11日)

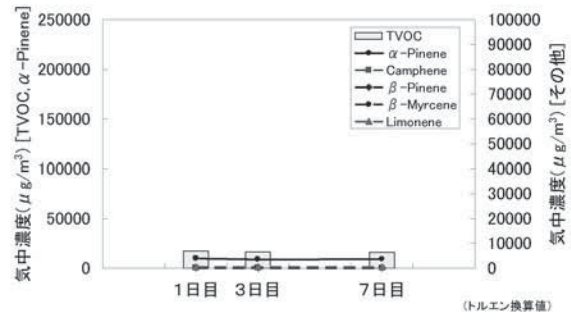


図-4. ヒノキからのVOC放散量の推移 (気乾46日)

次に、熱処理によるVOCの低減についてみると、加熱することによってヒノキ材からのVOC類放散量は急激に減少し、1日後のチャンバー内のTVOC濃度は、図-5に示すように未処理と比較して、80℃で1/10以下、120℃で1/100以下となった。また、図-6に示すように、120℃で処理した場合の7日後においても、α-Pineneを含むテルペン類の微量な放散は継続的にされており、熱処理は短時間による初期段階のVOC放散量の低減に有効であるといえる。

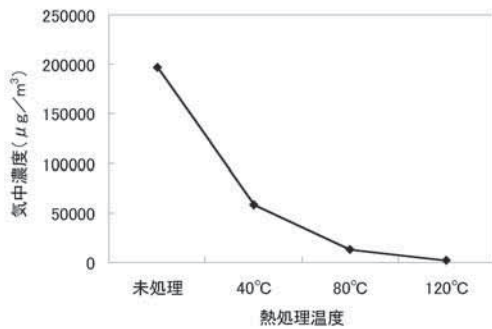


図-5. 熱処理によるTVOC放散量の変化 (ヒノキ1日目)

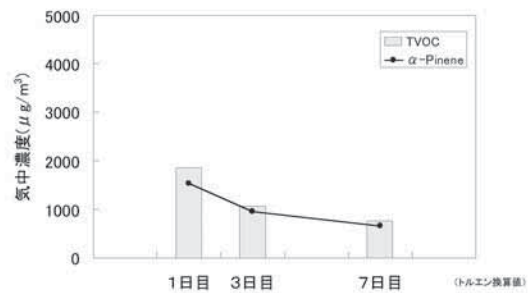


図-6. ヒノキからのVOC放散量の推移 (120℃)

ヒノキなどから放散されるα-PineneやLimoneneなどモノテルペン類は、人に主観的に「弱いにおい」と感じられる濃度で交感神経活動が抑制されたリラックス状態を作り出すとされているが、濃度が高い場合は不快感を生じ、さらに脈拍数が有意に上昇し、交感神経活動優位なストレス状態になる。

このことから、ヒノキ材を内装材などとして用いる場合には、十分乾燥した状態で利用することで、α-Pineneなどモノテルペン類の微量な放散が持続し、人に快適な木質材料として利用可能であることが示唆された。

2. スギ材からのVOC放散

図-7に、無処理スギ材の測定1日目に放散されたVOCのGCチャートを示す。スギ心材部から放散されるVOC類をみると、ヒノキ材の場合と異なりモノテルペン類はほとんど検出されず、セスキテルペン類と推測される成分の放散が主であった。放散された成分を見ると、図-8に示すようにδ-Cadineneがほぼ50%(トルエン換算)を占めていたが、ヒノキの場合と比べると全体のテルペン類の放散は少ないといえる。

無処理スギからの時間経過によるチャンバー内のVOC濃度の推移をみると、TVOC放散量は各成分とも測定1日目と比較すると3日目ではほぼ半減し、7日目以降はほぼ一定の濃度となった。このことより、換気された状態ではスギ材からの放散によるVOC類は、初期段階で大きく低減しながら7日程度で平衡状態となり、長期間かけてゆっくりと減少することが確認できた。

熱処理を行った場合の影響をみると、図-9に示すように処理温度の上昇に伴いVOC類放散量は減少しており、80℃以上の処理が初期VOC放散量の低減に効果が見られた。特に、図-10に示したように120℃処理の場合には、測定1日目から測定対象とした成分のうち、 δ -Cadineneおよび未同定の1成分以外はほぼ確認できない程度まで減少していた。

また、各温度で熱処理したサンプルの時間経過による濃度変化についてみると、無処理および40℃処理では日数の経過に伴い減少したが、80℃、120℃ではほぼ横ばいで推移し、7日目ではわずかに増加する傾向が見られた。これは、加熱により材表面から急速にVOC放散が進むことで減少した状態から、日数が経過することで材中心部に残留するVOCがゆっくりと放散されてきたものと考えられる。

このことから、スギ材からのテルペン類の微量な放散は、乾燥が進んだ状態においても長期にわたり持続し、快適な環境を形成するための材料として利用可能であるといえる。

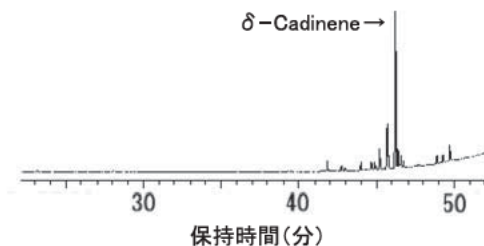


図-7. スギから放散されるVOC (GC)

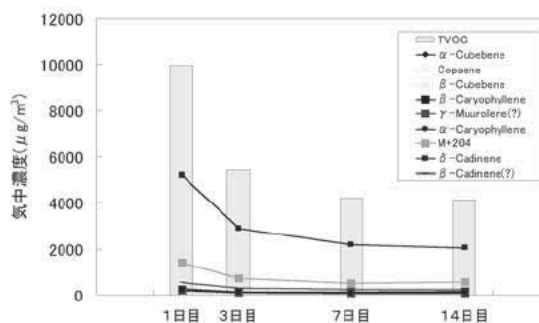


図-8. スギからのVOC放散量の推移 (無処理)

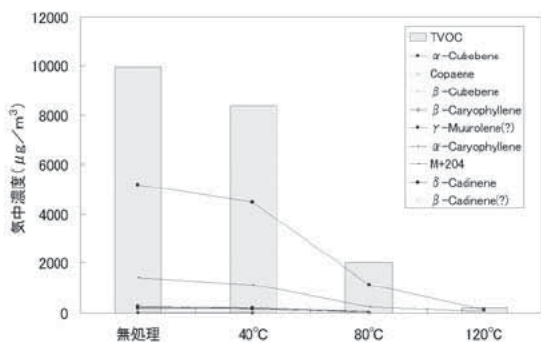


図-9. 熱処理によるVOC放散量の変化 (スギ1日目)

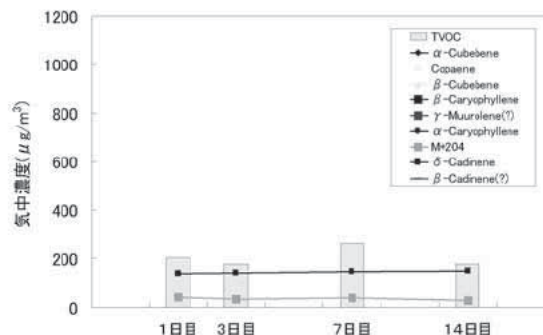


図-10. スギからのVOC放散量の推移 (120℃)

3. スギ材からのアルデヒド放散

スギ材からのホルムアルデヒド放散量の推移について、図-11に示した。無処理では測定開始直後は多少高い数値となっているものの、14日目にはホルムアルデヒド放散量の減衰がかなり進み、 $5 \mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$ 以下にまで低減していた。また、熱処理を行った場合、40℃では放散量は若干低下しており、80

°Cでは1日目より、ホルムアルデヒド放散量が $5 \mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$ 以下まで低下し、その後の時間経過においても低濃度での放散に留まった。しかし、120°C処理では3日目以降も若干高めの濃度で推移している。これについては、高温での加熱処理により、木材からのアルデヒド放散量が増加するという報告があるが、今回の結果が加熱による影響かは不明である。

木材からのアルデヒド類の発生についてはまだ不明な点が多く、また他の発生源からの吸着など取り扱いに注意する面も残されている。しかし、スギ材からのホルムアルデヒドの放散に関しては、乾燥した状態で使用される通常の場合において、換気された環境ではあまり問題にならないといえる。

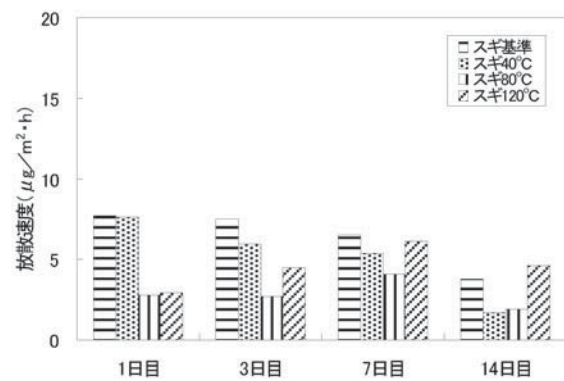


図-11. 熱処理によるホルムアルデヒド放散量の変化

まとめ

スギおよびヒノキ材からのVOC類の放散について、熱処理温度の異なった試験材(無処理, 40°C, 80°C, 120°C)を用い、小型チャンバー法により測定を行った。その結果、ヒノキからは α -Pineneを中心としたモノテルペン類が、スギからは δ -Cadineneを中心としたセスキテルペン類が主に放散されていた。これらテルペン類の放散量は、乾燥が進行するにつれ減少し、また80°C以上の熱処理を加えた場合に、初期段階からその放散量が低減する傾向を示した。

木材中に含まれるテルペン類は、材中に長期的に残留しており、適切な換気が行われている状態で、定常的に微量な放散が続くことが考えられる。このことより、スギ材およびヒノキ材を用いる場合、十分に乾燥を行うことで、適度な量の天然揮発成分を放散する、人に快適な木質部材としての利用が可能となろう。

文献

松井直之・大平辰朗・谷田貝光克. 2006. 木材から放散される揮発性有機化合物(4). 第56回日本木材学会大会研究発表要旨集, CD-ROM

塔村真一郎・宮本康太・大平辰朗・松井直之・石川(本田)敦子・井上明生. 2005. 木質建材からのVOC放散動態調査及び気中濃度予測モデル. 森林総合研究所交付金プロジェクト研究成果集 5, 9-27.