

木材会館 7 階ホールの空気環境に検出されたヒノキ由来の揮発成分

(国研) 森林研究・整備機構 森林総合研究所
森林資源化学研究領域 松 井 直 之

緒言

東京都江東区の新木場駅前に建つ木材会館は建物の内外に国産の木材を活用した構造が特徴であるが、特にその 7 階ホールはヒノキ角材で組まれた大梁をはじめとした木質部材のダイナミックな構造が印象的な大規模空間となっている。このたび、このホール内の空気環境を測定する機会を得た。ホールに入った瞬間に木の香りをを感じる空間であり、その香りの組成を機器分析によって明確にし、ヒノキその他の構造部材に由来する成分かどうかを明らかにする。それにより、築10年以上を経た建物でも使用した木材由来の香気成分が放散され続けているかを実証することを目的とした。

実験

木材会館 7 階ホールの空気質の測定のため、2026 年 5 月 19 日から 20 日にかけて、同ホール内の 6 個所にて揮発成分の捕集を行った。ホール左右の壁面窓には薄いカーテンを引いて直射日光の侵入を避けた。捕集地点は図 1 に示す通りで、ホール奥の舞台付近 (A,B)、ホール中央 (C)、ホール入り口付近 (D,E) の各地点に三脚を立て、可搬型の捕集ポンプ (柴田科学製ミニポンプ MP-Σ30NII) を設置し、捕集管 (パーキンエルマー製 PEJ-02) を接続して、床上 1.2m の高さにて毎分 100ml の流速で空気の捕集を行った (写真 1)。また、ホール奥の柱の間 (F) の床面にもポンプ (柴田科学製ミニポンプ MP-W5P) を設置し、床上 15cm の地点にて同様の条件で空気の捕集を行った (写真 2)。

捕集はそれぞれの地点にて、5 月 19 日の午前 10 時～午後 2 時の 4 時間捕集 (捕集量 24L)、ならびに 19 日午後 2 時から翌 20 日午前 10 時までの 20 時間捕集 (捕集量 120L) の 2 通りの捕集時間の設定で行った。また、温

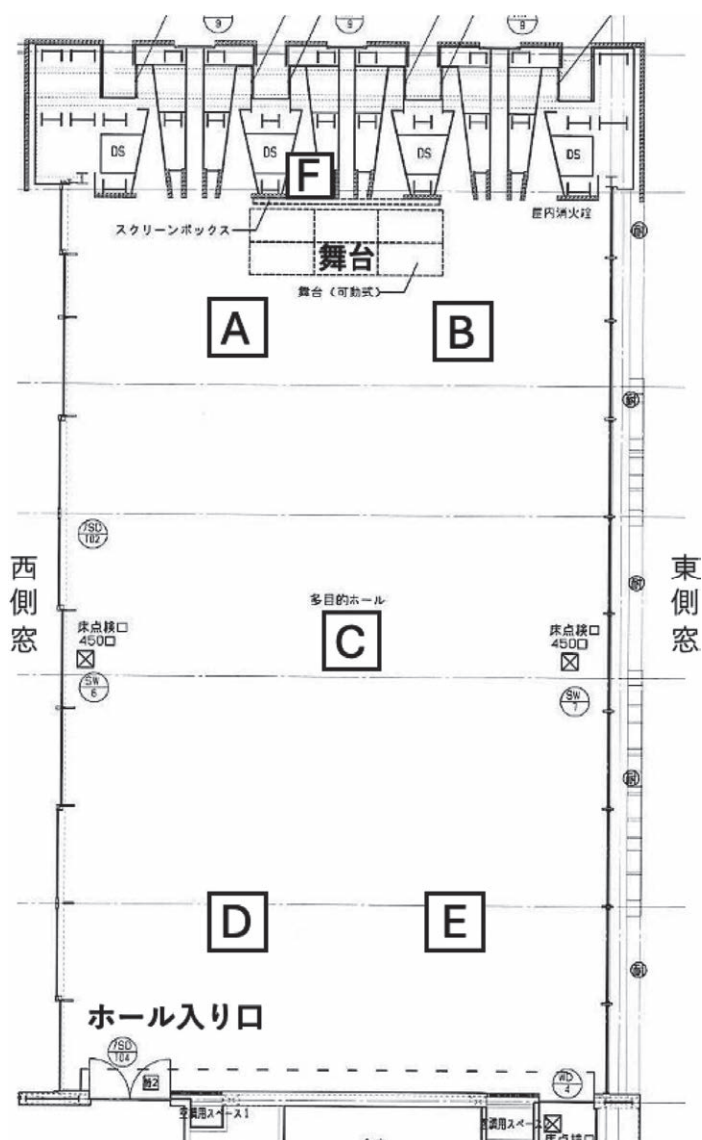


図1 ホール内の捕集装置の配置

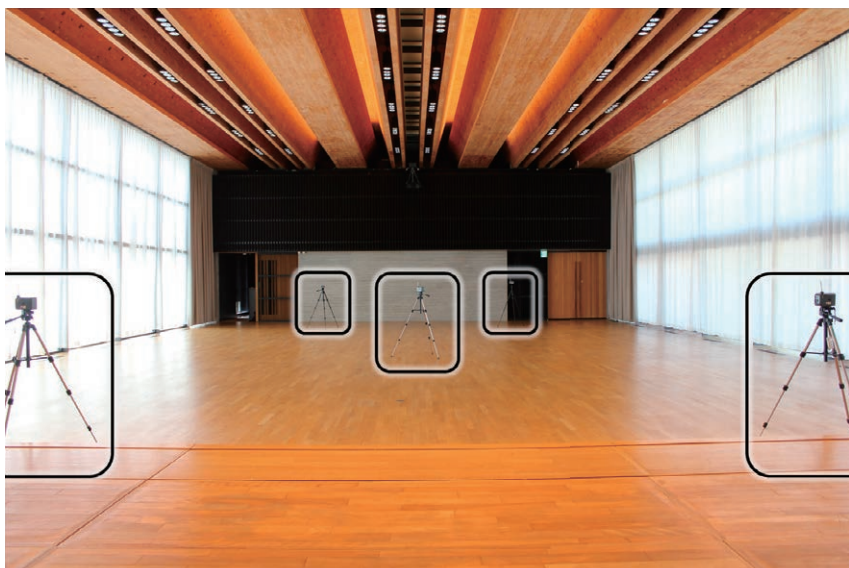


写真1 ホールに設置した捕集装置



写真2 地点Fへの機器の設置

度・湿度環境の測定のため、A地点とE地点にて温湿度レコーダ(ティーアンドディー製おんどとり、TR-72U)の記録を同時時間帯に5分ごとに行った。これらの作業の間、ホールの空調・換気は停止とした。

捕集管中の採取成分は加熱脱着装置(パーキンエルマー製 TurboMatrix 650ATD)にて熱脱着し、ガスクロマトグラフ質量分析計(Agilent製6890-5973)を用いて成分を分離、分析した。カラムはDB5-MS(Agilent製、径0.25mm、30m長)を用いた。検出された成分については α -ピネン換算での成分量として算出した。

結果と考察

実験を行った5月下旬は比較的気温が高く、空調・換気を行わない条件ではホール内の気温は25～32℃の範囲内で変化した(図2)。温湿度を測定したA,Eの各地点間ではそれほど大きな差はなかったが、ホール西側の窓に近いA地点で19日午後の気温がやや高く、東側のE地点では逆に20日朝の気温が高く観察され、カーテン越しの日射しの影響と考えられた。湿度に関してはおおむね40～50%の間で変化がみられた。

ホール空間のA～Eの各地点、ならびにホール奥の柱の間のF地点での空気中の揮発成分量を表1に示した。数値はいずれも1 m³の空気に含まれる成分量(μ g)である。各地点ごとに若干の量の差異はあるが、今回の測定では α -ピネン、D-リモネンなどのモノテルペン類、ならびに γ -ムウロレン、 δ -カジネンなどのセスキテルペン類などが検出され、これらのテルペン類の組成はこれまでに報告されているヒノキ材の主要な揮発成分^{1) 2)}とよく一致した。特筆すべきは揮発性が高いために高温乾燥処理や経年により散逸しやすい^{3) 4)}モノテルペン類が多く検出された点である。このテルペン類は主にホール天井に用いられている梁のヒノキ材に由来すると考えられ、これらの材中にはまだ多くのテルペン類が保持されていることを示唆している。

4時間の捕集で採取された揮発成分量では検出が困難な成分も多く、定量的な評価を行うことが難しいと思われたため、20時間捕集の結果(表1)で成分の定量ならびに以下の検出成分の考察を行った。A

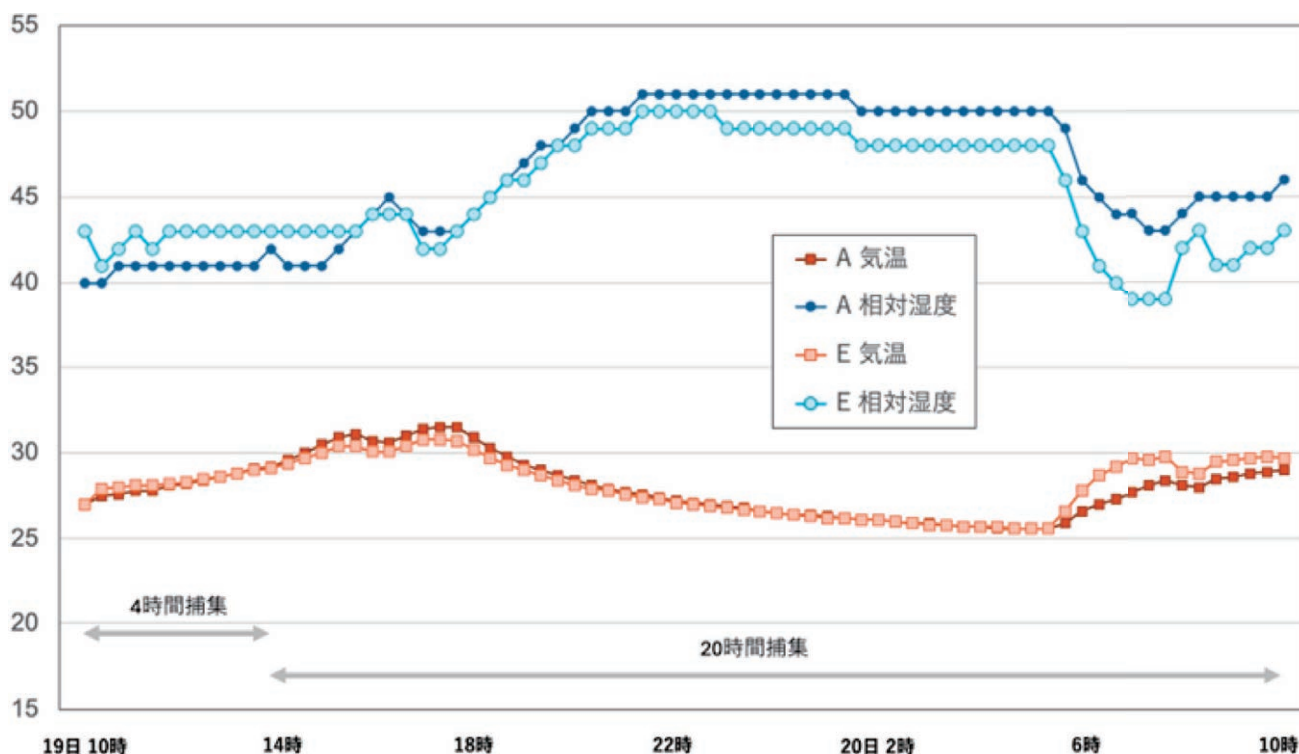


図2 実験時のホール内の気温(℃)と相対湿度(%)の経時変化

表1 20時間捕集したホール空気の実験結果

成分名	A	B	C	D	E	F
トルエン	0.7	0.6	0.9	1.0	0.7	4.6
酢酸	15.8	10.7	3.2	0.3	1.2	6.5
モノテルペン類	α-ピネン	11.9	6.8	25.4	14.3	25.9
	p-シメン	3.6	3.9	4.9	5.7	4.3
	D-リモネン	10.2	7.2	9.5	9.8	8.5
	γ-テルピネン	3.9	3.0	3.6	4.2	2.9
セスキテルペン類	β-エレメン	4.1	2.9	3.3	6.5	2.8
	γ-ムウロレン	4.1	2.5	3.7	5.6	3.3
	α-ムウロレン	2.7	2.3	2.5	4.6	1.8
	γ-カジネン	3.2	2.2	2.9	5.2	2.5
	δ-カジネン	1.9	1.6	1.2	3.0	1.0

(単位: $\mu\text{g} / \text{m}^3$)

からEの各地点での成分量のばらつきは α -ピネンで大きかったが、その他のモノテルペン類、セスキテルペン類では地点ごとの成分量の差は極端に大きくはなかった。 α -ピネンの揮発性は特に高いため、他のモノテルペン類とは異なる挙動を示した可能性がある。ヒノキ材の有する独特の芳香は、D-リモネンのカンキツ様の香りなどフレッシュでさわやかなモノテルペン類と、揮発性がやや低く落ち着いた香り⁵⁾のセスキテルペン類が複合してできた香りということができる。地点Fではモノテルペン類の濃度が高い傾向が見られ、柱の間、また床近くという成分の滞留が生じやすい環境が結果に影響した可能性

が考えられる。

α -ピネン⁶⁾とD-リモネン⁷⁾の吸入については、人の自律神経活動に及ぼす影響に関する報告がなされている。 α -ピネンにおいては、成人女子大学生・大学院生13名(平均21.5歳)を対象に、「弱い匂い」から「楽に感じる匂い」に調整し、90秒間かいでもらった。その結果、対照条件である空気・においなしに比べて、リラックス時に高まる副交感神経活動が有意に上昇し、生体がリラックスすることが明らかになっている。また、D-リモネンにおいても、同様に副交感神経活動が亢進し、生理的リラックス効果をもたらされていることが示されている。

木材に由来しないと推定される物質としてトルエンと酢酸が検出された。トルエンは主に付近の幹線道路を通行する車両の排気ガス等の影響と考えられ、ホール空間での検出量は微量であったが、地点Fでは他と比較して高い値となっており、モノテルペン類と同様に滞留しやすい条件であった可能性がある。酢酸についてはホールの奥、ステージに近い地点A,Bで特に高い値となっていた。一部の広葉樹材は酢酸を放散することが知られており、床のフローリング材の関与も考えられたが、A,B地点で特に高い値を示したのに対してC,D,E地点では低い値であったことから、この酢酸は床材ではなくステージ材から発生している可能性が高いと考えられる。酢酸の具体的な発生源は不明であるが、ステージを組み立てる際の接着剤などに由来することなどが予想される。

この建物が築16年以上を経ていることを考えると、構成しているヒノキ材に特徴的なセスキテルペンであるカジネン類、ムウロレン類だけでなく、揮発性の高いモノテルペンである α -ピネン、D-リモネンなどが今なお多く放散されていることは大変に興味深い。建設時、用材の乾燥を行う際に木材の香りの保持のために低温蒸気乾燥法を採用するなどの工夫を重ねた成果が今回の測定で実証されたものと考えられる。

謝辞

本実験を行うにあたり、コーディネートの労をお取りいただいた千葉大学環境健康フィールド科学センターの池井晴美准教授、宮崎良文名誉教授、ならびに実験遂行の際に様々なご協力をいただいた東京木材問屋協同組合の飯島義雄理事に深く感謝申し上げます。

文献

- 1) 大平辰朗 森林総合研究所編：シックハウスと木質建材資料集：p.57-73 2004
- 2) 松井直之 第75回日本木材学会大会研究発表要旨：M19-P-18 2025
- 3) 松田洋樹 岡山県農林水産総合センター森林研究所研究報告 38：1-6 2023
- 4) A. Ishikawa, T. Ohira, K. Miyamoto and A. Inoue Bulletin of FFPRI 11 (1)：13-20 2012
- 5) 大平辰朗 森林の香り、木材の香り：3-8 2007
- 6) H. Ikei, C. Song and Y. Miyazaki Journal of Wood Science 62 (6)：568-572 2016
- 7) D. Joung, C. Song, H. Ikei, T. Okuda, M. Igarashi, H. Koizumi, B. J. Park, T. Yamaguchi, M. Takagaki and Y. Miyazaki Advances in Horticultural Science 28 (2)：90-94 2014

【専門用語の説明】

モノテルペン類：炭素数5のイソプレン単位が2つ組み合わされた形を有する炭素数10の物質群。約1500種のモノテルペンが知られている。植物精油の主成分を構成し、その構造から非環式、単環式、二環式などの分類がある。揮発性が比較的高く、特徴的なにおいを有するものがある。

セスキテルペン類：炭素数5のイソプレン単位が3つ組み合わされた形を有する炭素数15の物質群。10000種ほどの物質が報告されている。モノテルペンと同様に植物精油の大部分を構成する。揮発性はモノテルペンより低い。

α -ピネン：マツをはじめとする針葉樹の精油に含まれる二環式（分子内に2つの環状構造をもつ）モノテルペン。さまざまな化合物の合成原料としても用いられる。

D-リモネン：柑橘類の果皮に多く含まれているレモン様の香りがする単環式モノテルペンで、フレーバーとしての用途が知られている他、溶剤としても広く利用される。

カジネン類、ムウロレン類：共通してカジナン骨格を有するセスキテルペンの1グループ。類似の構造をもつ物質はわずかな構造の違いにより200種以上が知られる。 δ -カジネン、 α -ムウロレンはヒノキ、スギ材精油に共通して多く含まれる。

