

木質住環境が人体に与える影響に関する研究(第1報)

木質空間における香気成分の影響

伊藤国億^{*1}, 足立隆浩^{*1}, 藤巻吾朗^{*2}

Study on influence that wood living environment gives human body (I) Influence of flavor component in woody living room

Kuniyasu Ito^{*1}, Takahiro Adachi^{*1}, Goroh Fujimaki^{*2}

室内空気中の α -ピネン濃度を3段階に調整した木質空間において、被験者に臭気の情報
を伏せ、各部屋の印象評価をSD法により行った。因子分析の結果、『爽快感』の因子と『香
りの良さ』の因子との間に相関関係が認められ、『爽快感』の因子は香りの影響の強い因子
であると考えられた。一方で『香りの良さ』の因子と『嗜好性』の因子に相関関係は認めら
れなかった。また、部屋を要因とする主効果が『嗜好性』の因子に認められ、 α -ピネン濃
度がより高い部屋が好まれたが、他の因子に主効果が認められなかった。香りが部屋の印象
に影響は与えるものの、今回の実験では視覚的影響が強かったと考えられた。

1. 緒言

近年、木質空間の居住性に関する研究¹⁻³⁾にお
いて、木質空間が人に与える心理的、生理的影響
が検証されており、空間を構成する木質内装ある
いは非木質内装の違いが人の快適感やストレスの
緩和に影響を及ぼすことが明らかになりつつある。
これらの研究では空間を構成する木材の香りや木
目模様、肌触りなど木材に固有な刺激が人に影響
を与えていることは明白であるが、影響を与える
木材固有の刺激は特定していない。

一方、個々の刺激でも多くの研究がされており、
木材の香りが人に与える影響も知られている。木
材の香り成分である α -ピネンを適度に吸入する
ことは、主観的にやや快適かつ自然であると感じ
られ、生理的に血圧の有意な低下が認められ、生
体にリラックス状態をもたらすことが分かっている⁴⁾。
また、木材の香りは室内の温熱環境によっ
てその放散量は変化し、かつ経年的には減少する
など他の刺激に比べ変動しやすい。このようなこ
とから、木質空間においても木材の香り刺激は人
に影響を与え、その影響度合いも変動するものと
考えられる。

そこで木材の香りの強さが木質空間の室内印象

にどのように影響するのか検証するため、室内に
 α -ピネンを人為的に拡散・調整し、室内印象評価
を実施することとした。

2. 実験方法

2.1 実居住空間実験室

実居住空間実験室((株)稲葉製作所製SMK-110H)
は、3040mm(W)×3620mm(L)×2440mm(H)であり、床
面積は約11m²である(写真)。室内の温度調節のた
め、インバータータイプのルームエアコン(ナシ
ョナル製CS-228TB)と換気扇(三菱電機製
EX-25LK)を設置した。また、湿度調節に加湿器(シ
ャープ製HV-U50CX)を使用した。

壁は全面にビニルクロスを施工し、そのクロス
の表面に高さ90cmの腰壁を設置した。腰壁材およ
び床材はヒノキ材(上小節)を使用した(写真)。
なお、本実験室の表面積における木材占有率は45%
とした。

なお、室内の α -ピネン量をコントロールするた
め、木材から放散される成分を塗装により被覆し
た。腰壁材及び床材は木部用ウレタン塗料(アク
レックス, 和信化学工業(株)社製)を用いて、
スプレー塗装を3回行い、14日間養生してから実験
室に施工した。施工後、塗料由来の揮発成分を建
材から早期に放散させるためベイクアウトを行っ
た。ベイクアウトは温度30±2℃, 湿度55±5%RH

^{*1} 試験研究部(木質材料研究室)

^{*2} 試験研究部(シミュレーション研究室)



写真 実居住空間実験室

条件下で1日9時間、14回実施した。実験時の室内温度は $22 \pm 1^{\circ}\text{C}$ 、湿度は $50 \pm 5\% \text{RH}$ に調整した。

2.2 実験室内の α -ピネンの濃度調整

実験室内の空気質条件は α -ピネン濃度により決定した。結晶皿に α -ピネン（特級，和光純薬工業（株）社製）0.30ml を滴下後、蒸留水を 10ml 添加して α -ピネン溶液とした。この溶液にスターラーチップを入れスターラーで 30 分攪拌し、室内に α -ピネンを放散させた。なお、放散中は扇風機を使用し室内空気を攪拌した。放散後、所定時間毎に α -ピネン濃度を測定した。測定結果に基づき、被験者の入室のタイミングを調整し、室内の空気質条件を3通りとした。 α -ピネン濃度が高い条件（以下、A室とする）は放散終了直後とし、濃度が低い条件（以下、B室とする）は放散終了 5 時間後、 α -ピネンを放散させていない条件（以下、C室とする）は所定時間換気後とした。

なお、各室の α -ピネン濃度は被験者の入室前後に測定し、A室は $2100\text{--}3200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、B室は $200\text{--}800 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、C室は $20\text{--}40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。

2.3 室内空気質 (VOC) の測定

室内空気は、JIS A 1966 室内空気中の VOC 吸着捕集/加熱脱離/キャピラリーガスクロマトグラフ法によるサンプリング及び分析-ポンプサンプリングに準拠し、捕集管 TenaxTA (Supelco 社製, 6.3mm ϕ (O.D.) $\times$ 89mm (L)) を用いて、捕集ポンプにより流量 167ml/min で 2L 捕集した。分析は村田らの報告⁵⁾と同様にして加熱脱着-GC/MS 法により行った。

2.4 実験室の空気質調査

空気質調査は予め密閉状態で4時間養生した後、の室内空気で行った。ヒノキ内装材の施工後、

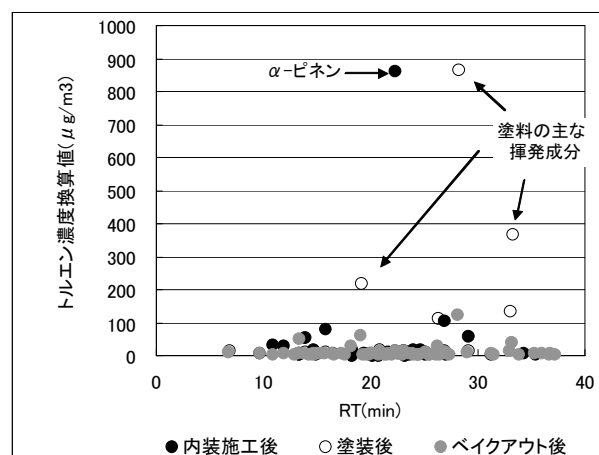


図1 各施工後の室内VOC濃度

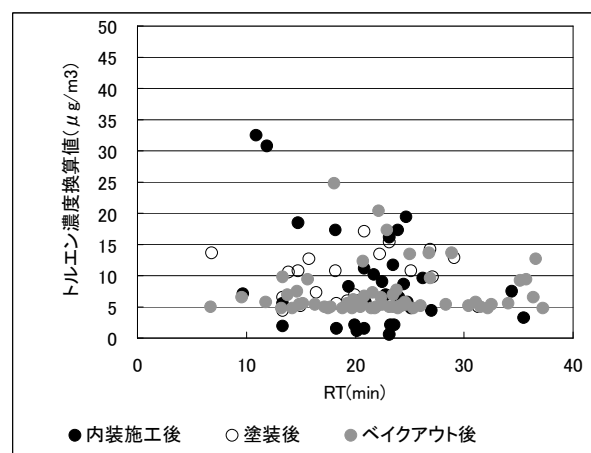


図2 室内VOCの低濃度における拡大図

塗装後およびベイクアウト後のそれぞれの室内空気質の VOC 濃度を図 1 及び図 2 に示した。 α -ピネンが 22.2min に検出された。内装施工後ではトルエン換算による α -ピネン濃度はおよそ $900 \mu\text{g}/\text{m}^3$ であったが、塗装後およびベイクアウト後のその濃度は、 $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 前後であった。また、他に木質材料由来と考えられる香気成分として、23.5min に検出される β -ピネン、24.4min に検出されるリモネンは、 α -ピネンと同様に塗装後およびベイクアウト後は低下し、60%まで低減した。なお、 α -ピネンの閾値が 0.018ppm (およそ $110 \mu\text{g}/\text{m}^3$) とする参考値⁶⁾から推察すれば、塗装およびベイクアウトによりヒノキ材の香気成分の放散を抑制し、木材固有の香りを閾値以下にすることができたと考えられた。一方、各施工後の VOC 成分の構成は大きく相違した。塗装後では塗料成分のピーク（主なピークは 5 つ）が検出されたが、ベイクアウト後には大幅に低下した。トルエン換算による総揮発性有機化合物 (TVOC) 濃度は、内装施工後で $1414 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、塗装後で $1902 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、ベイクアウト後で

717 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。これより室内空気質の基準となるC室において微かに臭気があることから、各室の印象評価への影響が懸念された。

2.5 主観評価

被験者は 20 歳代～40 歳代の 12 名(男性 8 名、女性 4 名)で行い、前室(温度 $21\pm1^\circ\text{C}$ 、湿度 $33\pm6\%\text{RH}$)に 10 分程度待機させた後、実験室に入室してもらった。1 名ずつ実験室へ入室し、室内の椅子に着座後、室内の印象をアンケートにより評価してもらった(図 3)。

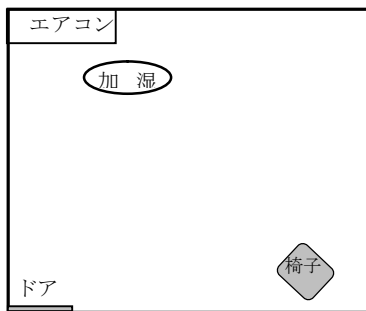


図 3 実験室内の上面図

実験後、臭気判定士の嗅覚検査に用いられるパネル選定用基準臭(5 基準臭、第一薬品産業(株)社製)を使用して、パネル選定試験を被験者全員に実施し、正解率によるパネル仕分けを行った。試験で選定基準濃度の 1 種類を 1 度不正解した被験者 4 名は評価から除くこととした。

2.6 アンケート調査

調査方法は心理評定や香り成分の官能評価によく用いられる S D 法 (semantic differential method) を採用した。形容詞対は 23 項目とし、評定尺度は 7 段階で回答してもらった(表 1)。

3. 結果と考察

アンケートの回答結果は被験者ごとに標準化し、個人の好みの影響の小さい「印象評価」(設問項目 1-14、17-19)と個人の好みを回答してもらう「嗜好評価」(設問項目 15-16、20-23)に分類し、それぞれについて因子分析を行った。「印象評価」については 6 因子が抽出され(累積寄与率 70.50%)、それぞれ『活動的なイメージ』『爽快感』『暖かさ』『明るさ』『柔らかさ』『自然なイメージ』を表すと考えられた(表 2)。また、「嗜好評価」については 2 因子が抽出され(累積寄与率 64.55%)、それぞれ『嗜好性』『香りの良さ』を表すと考えられた(表 3)。このことから、今回の実験では、

表 1 SD 法によるアンケート設問票

	非常に	かなり	やや	どちらでもない	やや	かなり	非常に	
1 明るい								暗い
2 暖かい								冷たい
3 開放的な								閉鎖的な
4 堅い								柔らかい
5 さわやかな								うっとおしい
6 人工的な								自然な
7 地味な								派手な
8 弱々しい								力強い
9 澄んだ								にごった
10 陰気な								陽気な
11 軽快な								重厚な
12 あっさりした								くどい
13 動的な								静的な
14 乾いた								潤いのある
15 悪い香りの								良い香りの
16 色合いの良い								色合いの悪い
17 親しみやすい								親しみにくい
18 厳しい								やさしい
19 落ち着く								落ち着かない
20 良い								悪い
21 居心地のいい								居心地の悪い
22 快適な								快適でない
23 好き								嫌い

表 2 「印象評価」における因子負荷量

	第1因子	第2因子	第3因子	第4因子	第5因子	第6因子
	活動的	爽快感	暖かさ	明るさ	やわらかさ	自然な
派手な	0.82	0.06	-0.07	0.06	0.09	0.09
動的な	0.82	0.37	-0.03	-0.16	0.11	0.09
力強い	0.75	0.10	-0.12	-0.25	0.35	0.15
落ち着く	-0.85	0.21	0.25	0.00	0.07	-0.02
親しみやすい	-0.73	0.46	0.30	-0.02	-0.14	0.03
あっさりした	-0.68	0.12	-0.42	0.16	0.08	-0.09
陽気な	0.24	0.72	0.02	0.02	0.10	0.13
澄んだ	-0.06	0.67	-0.26	0.33	-0.14	0.18
暖かい	-0.24	0.05	0.89	0.10	0.32	-0.01
明るい	0.01	0.11	0.14	0.91	-0.19	0.13
柔らかい	0.23	0.07	0.03	-0.02	0.94	0.14
自然な	0.11	0.03	-0.12	0.05	0.11	0.63
潤いのある	0.36	-0.23	0.14	-0.02	0.30	0.20
開放的な	0.02	0.16	-0.59	-0.11	0.17	0.16
やさしい	-0.34	-0.01	0.39	0.57	0.34	0.00
軽快な	-0.13	0.46	-0.17	0.53	0.30	-0.25
さわやかな	-0.27	0.60	-0.02	0.00	0.03	-0.28
寄与率[%]	24.4	12.1	10.6	9.9	9.1	4.3
累積寄与率[%]	70.5					

表 3 「嗜好評価」における因子負荷量

	第1因子	第2因子
	嗜好性	香りの良さ
好き	0.97	0.15
居心地のいい	0.90	0.16
良い	0.78	0.34
快適な	0.76	0.34
良い香りの	0.35	0.61
色合いの良い	0.05	0.39
寄与率[%]	51.1	13.5
累積寄与率[%]	64.6	

主に「印象評価」の6因子により部屋全体の印象が決定され、それをもとに「嗜好評価」の2因子の好みを判断していると考えられた。

これらの因子について、有意水準5%で相関分析を行ったところ、『活動的なイメージ』と『嗜好性』($r=-0.64$)、『爽快感』と『嗜好性』($r=0.42$)、

『暖かさ』と『嗜好性』 ($r=0.44$)、『爽快感』と『香りの良さ』 ($r=0.56$) で相関関係が認められた。このことから、落ち着いたおとなしい印象と澄んで陽気な印象の部屋が好ましいと評価される傾向がみられた。『暖かさ』については前室との温度差はほぼないが前室よりも湿度が高いこと、実施時期が冬季であり前室と実験室間の回廊における温度が 15°C 前後であったことから、単に入室前後の温湿度差が影響を与えたと考えられる。また、『爽快感』と『香りの良さ』との間に相関関係がみられたことから、『爽快感』は香りの影響の強い因子であると考えられた。しかし、『香りの良さ』と『嗜好性』との間に相関関係は認められず、今回の実験では、『香りの良さ』と部屋の好み（『嗜好性』）は個別に評価されているものと考えられた。

抽出された各因子について部屋を要因とした一元配置の分散分析を行った結果、『嗜好性』の因子について主効果がみられ ($p<0.05$)、B室よりもA室を好む傾向がみられた (図4)。A室とB室は α -ピネン濃度のみが異なる部屋であり、他の因子で主効果が認められなかったことから、今回の実験では、香りが部屋の印象に与える影響は小さいが二次的に影響を与えていることが考えられた。すなわち、本実験室では嗅覚的影響はあるものの視覚的影響が強かったと考えられた。

C室は他の部屋との有意差がみられなかった。部屋間において、 α -ピネン放散量は大きく相違するものの、 α -ピネンを含むTVOCによる刺激量は対数に比例しない。このことからウェーバー・フェヒナーの法則に従うとすると、室内の残留成分による α -ピネンへのマスキング効果が影響し、評価に有意差がみられなかったとも考えられた。

また、A室においてはB室及びC室に比べて得点のバラツキが少ないことから、本実験程度の臭気強度であれば評価のバラツキが小さくなると考えられる。そこで、今後は個人の臭気判定（閾値や臭気強度における快・不快など）を分析し、被験者を仕分けすることや、各室の香気成分（相対量や濃度）が相違することを被験者に伝え、嗅覚意識を高めた状態で試験することで、より検証が可能と思われる。

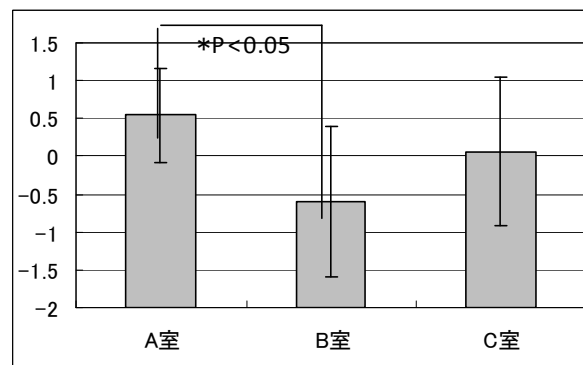


図4 各室における『嗜好性』の因子負荷得点

4. まとめ

- 1) 抽出された因子の相関分析において、『爽快感』は香りの影響の強い因子であると考えられた。また、『嗜好性』と『香りの良さ』は個別に評価されていると考えられた。
- 2) 部屋を要因とする主効果が『嗜好性』の因子に認められ、 α -ピネン濃度がより高い部屋が好まれた。
- 3) 本実験室では嗅覚的影響はあるものの視覚的影響が強かったと考えられた。

今後、個人の臭気判定を分析し被験者を仕分けすることや、各室の香気成分が異なることを被験者に伝え、嗅覚意識を高めた状態で試験する必要がある。

文献

- 1) 恒次祐子ら：(独) 森林総合研究所，研究の森，No. 107，2006.
- 2) 齋藤ゆみら：木材学会誌，Vol. 55，No. 2，pp. 101-107，2009.
- 3) 藤巻吾朗ら：岐阜県生活技術研究所研究報告，No. 11，pp. 44-47，2009.
- 4) 恒次祐子ら：木材工業，Vol. 60，No. 11，pp. 598-602，2005.
- 5) 村田明宏ら：岐阜県生活技術研究所研究報告，No. 7，pp. 42-44，2005.
- 6) 永田好男ら：日本環境衛生センター所報，No. 17，1990.