

木質空間の快適性評価
—能登ヒバを内装に用いた空間の心理的・生理的手法による検討—

佐藤弘美*・山本 蓮*・内田圭亮*・中新悠人*・松元 浩・石田洋二・小亀桃子・
松井直之**・松原恵理**

要旨：本研究は、居室の内装に木質材料を用いた際の心理的影響を評価することを目的とした。能登ヒバを内装に用いた空間を対象に心理的・生理的手法を用いて定量的に評価した。その結果、生理的手法では能登ヒバを内装に用いた空間と非木質仕上げとした空間の快適性に差がみられなかったが、心理的手法では能登ヒバを内装に用いた空間の方がリラックス効果があると確認された。

キーワード：内装木質化、木材成分、快適性

I. はじめに

脱炭素社会が進む中で、令和5年の木材自給率は42.9%となり、前年と比較すると2.2ポイント上昇した。用途別に見ると、建築用材等の自給率は55.3%で前年と比較すると5.8ポイント上昇、非建築用材等の自給率は35.7%で前年と比較すると1.5ポイント上昇している。また、木材の総需要量も1973年以降2009年まで減少傾向にあったが、2010年以降は現在まで増加傾向にあるといえるなど、現在の日本では木材の使用量が増加している¹⁾。

石川県の県木あて（能登ヒバ）は、防腐・抗菌作用があるヒノキチオールを多く含有し、シロアリへの強い耐性、高い耐久性といった特徴から、住宅の土台など耐久性が要求される部位に使用される優れた木材である²⁾。また、爽快感のある独特な香りには気持ちをリラックスさせる効果も期待できる。

筆者らは、居室に使用する木材の心地良さに着目し、木材を使用した居室空間の快適性やリラックス効果などの心理的影響の定量的な評価を試みている。本報では、能登ヒバを使用した居室空間を対象室とし、木材成分の有無による違いについて、心理的・生理的手法などを用いて評価を行った。

II. 実験概要

1. 対象室

1) 対象室概要

対象室は、石川ウッドセンター（石川県白山市）敷地内に作製された木質仕上げを行ったA室と、木質仕上げを行っていないB室のコンテナ2つである（図-1）。各対象室の仕様を表-1に示す。また

計測器の装着や被験者の安静時に使用するために休憩室を用いた。休憩室は石川ウッドセンター木材乾燥・養生保管棟内にテントを設置した（図-2）。



図-1. 対象室（左：木質仕上げ、右：非木質仕上げ）



図-2. 休憩室および待機室（手前2つが休憩室）

表-1. 対象室の仕様

		A 室 木質仕上げ	B 室 非木質仕上げ
床		能登ヒバの 無垢板材	木目調のクッションフロア
壁	腰壁	能登ヒバの 無垢板材	木目調のビニールクロス
	上部	ビニールクロス	
天井		ビニールクロス	
木材 使用率	床	100%	0%
	壁	34.6%	0%
容積		1800×3600×高さ 2400mm	

*金沢工業大学

**国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所

2) 対象室の木材成分

対象室について、施工が完了した3月から約1か月ごと計7回揮発成分を採取した。採集の手順は、空気吸引ポンプに揮発成分捕集管を取り付け、高さ1.2mの位置になるよう三脚で設置した。流速100ml/分で対象室空気中の揮発成分を約1時間半捕集した。その後、加熱脱着装置を用いて捕集管から揮発成分を脱離し、ガスクロマトグラフ-マススペクトル装置に導入して成分を分離し、各成分の構造を推定した。

A室の木材成分の分析結果について図-3に示す。対象室は2024年3月中旬に内装仕上げが完了し、施工直後の3月のA室の成分計測では、*cis-thujopsene*や α -*selinene*などの成分が計測された。特に、*cis-thujopsene*は能登ヒバに含まれる特有の成分であり、 $10866.1\mu\text{g}/\text{m}^3$ と顕著であった。実験直後の12月に計測を行った結果は、 $772.1\mu\text{g}/\text{m}^3$ であり、施工後の時間経過により、能登ヒバの成分である*cis-thujopsene*の数値は減少している。また、8月と9月では数値が上昇しているが、気温が上昇し、能登ヒバの成分がより多く揮発したことで、数値が上昇していることが考えられる。

2. 実験方法

1) 実験期間および方法

本報では、施工から8か月後の11月に実施した実験について報告する。実験は、本学の学生25名、一般16名の男女計41人（平均年齢 30.2 ± 14.8 歳）を対象に3日間実験を行った。

実験の流れを以下に示す。①休憩室にて同意書、事前アンケートの記入を行い、心拍センサを取り付ける。②1つ目の対象室に入室し、1度目の血圧測定・サーモグラフィカメラによる体温測定を行う。③対象室内に入ってから7分間計算作業を行い、その後、SD法、Profile of Mood States Second Edition 短縮版（以下POMS2とする）およびおのアンケートの回答を行う。④室内にて2度目の血圧測定・サーモグラフィカメラによる体温測定を行う。⑤休憩室に戻り10分間休憩を取る。休憩後に、同様の手順で、2つ目の対象室における実験を行う。2つ目の対象室から戻り心拍センサを外し、実験終了となる。

本研究は学校法人金沢工業大学における人を対象とする研究の倫理審査の承認を受けて実施した（承認番号2406045）。

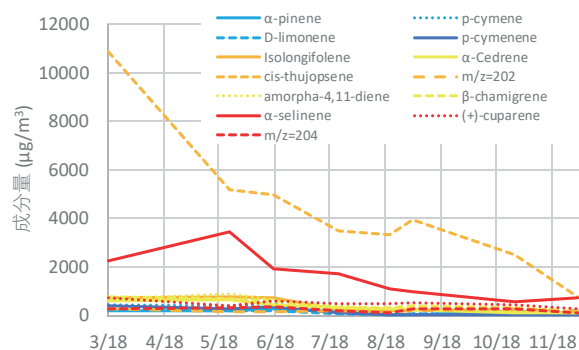


図-3. A室の木材成分の推移

2) 事前アンケート

被験者の特性等を把握するための事前アンケートを実施した。

3) 生理的手法

実験室空間での居心地が人間の体にどのような生理反応を生じさせるかを定量的に明らかにするために、心拍数と血圧、体温、部屋の温湿度を計測した。

血圧測定は、OMRON HEM-6022を使用して、対象室内での被験者の最高血圧、最低血圧、脈拍を計測した。体温測定は、FLIR C5 コンパクトサーモグラフィカメラを用いて、対象室における被験者の顔面皮膚温度を計測した。心拍測定では、ユニオンツール株式会社 WHS-1 my Beat を胸部に装着して測定を行った。

4) 心理的手法

心理評価の尺度を測る際に用いられる20項目のSD法によって傾向を解析した。木材が与える感情的なイメージを、「明るい - 暗い」、「人工的な - 自然な」など、対立する形容詞の対を用いて、7段階の尺度で回答し、感情的イメージを評価した。

一定時間における気分状態を、POMS2により5つの「ネガティブ尺度」と、2つの「ポジティブ尺度」からなる7つの尺度と「TMD得点」から評価した⁴⁾。

また、対象室のにおいに関する聞き取りを行うためのにおいのアンケートを実施した。

Ⅲ. 実験結果

1. 事前アンケート

事前アンケートでは、被験者の背景や好みに対する質問に加えて、睡眠時間や運動時間、直前の食事時間や体調など、その被験者の現在の状態を確認するための質問を行った。被験者の約半数が匂いを感じやすい体質であると分かった。

2. 生理的手法

1) 血圧測定

血圧は対象室内で数値が減少することで、リラックス状態を示す。被験者 41 人の最高血圧を変動別で分類し、それぞれの数値を比較した(図-4)。A 室, B 室ともにグラフ左側の最高血圧の数値が減少している被験者が多く、リラックスできていたと考えられる。A 室は 68%, B 室は約 78% の被験者が減少しているが、変化が微小な被験者も多く、あまり差はなかったといえる。

2) サーモグラフィカメラによる体温測定

体温は、対象室内での数値上昇により、リラックス状態を示す³⁾。被験者 41 人の顔面皮膚温度を変動別で分類し、それぞれの数値を比較した(図-5)。グラフ右側の顔面皮膚温度が上がった被験者が多く、A 室, B 室ともに 37 人の被験者の顔面皮膚温度が上昇した。既往研究より不安状態時に鼻部皮膚温度が低下し、不安解消時に温度の上昇がみられたことから体温上昇時にリラックスしたと考える³⁾。A 室, B 室ともに約 90% の被験者が、顔面皮膚温度が上昇しており、どちらの部屋でもリラックスできていると考えられる。

3) 心拍測定

心拍測定では、副交感神経の指標 HF に着目した。HF は、数値が上昇していればリラックス効果があったと評価できる。HF の分析は、各対象室の入室後から対象室退出前までの数値の変動を前半と後半に分け、前半を「1 回目の血圧測定から簡易的な作業終了まで」の平均、後半を「アンケート回答から 2 回目の血圧測定開始 30 秒後まで」の平均とし、前半の数値を後半の数値から減じた。

HF の分析結果を図-6 に示す。データを取得できた被験者 40 人のうち A 室では 24 人、B 室では 23 人増加した。どちらの室も半数以上の人の数値が増加しリラックス効果があるとみられる。一方で A 室と B 室の差がほとんどなく、リラックス効果に差は見られなかった。

3. 心理的手法

1) SD 法による感情的イメージの評価

SD 法による各被験者の評価を平均したものを図-7 に示す。SD 法質問紙における左側より 1 から 7 の番号を振り、ポジティブな形容詞が左側に来るように配置した。A 室は、すべての尺度で 4 より左側に寄る結果となった。A 室に入った被験者は快適さや雰囲気暖かさ、落ち着くといったポジティ

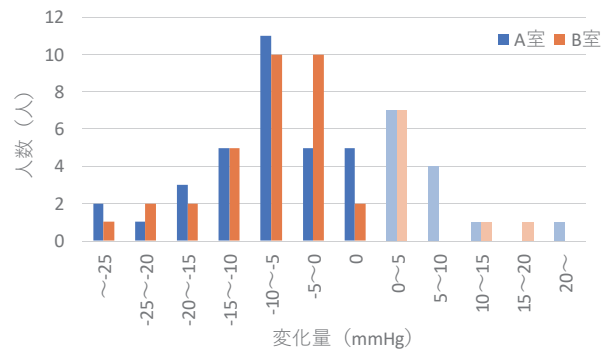


図-4. 最高血圧の変化量

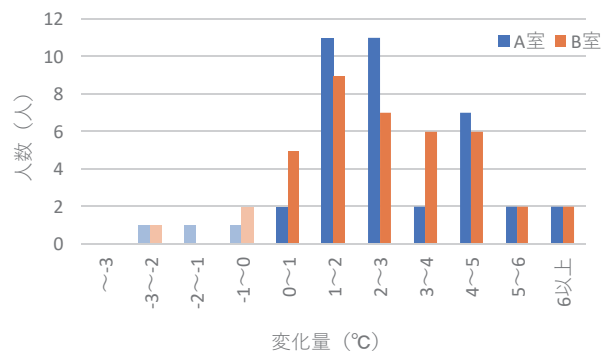


図-5. 顔面皮膚温度変化量

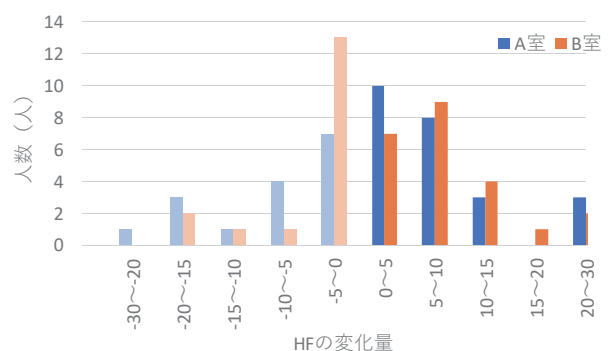


図-6. 副交感神経の数値 HF の変化量

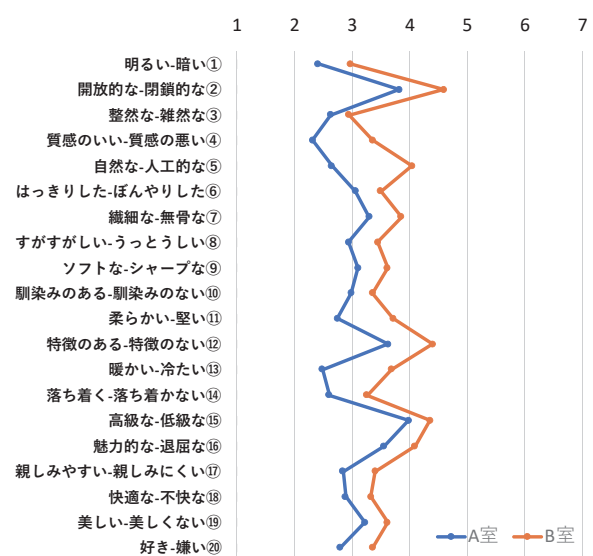


図-7. SD 法の分析結果

ブな印象を抱く被験者が多かったといえる。B 室は、全体的には 4 より左側が多くポジティブな印象もあるが、尺度 2（開放的な - 閉鎖的な）、5（自然な - 人工的な）、12（特徴のある - 特徴のない）などで右側に寄っており、明るく落ち着くと感じる一方で、閉鎖的で人工的な印象を受けた被験者が多かった。

2) POMS2 による気分状態の評価

表-2 に T 得点のガイドラインおよび分析結果を示す。TMD 得点（総合的な気分状態得点）はネガティブな気分状態を総合的に表すものである⁴⁾。被験者 41 人の TMD 得点を T 得点に換算し、表-2 に基づいて区分分けした。結果としては、A 室は半数以上の 26 人が TMD の T 得点が「低い」を示した。対して B 室は、約半数の 21 人が TMD の T 得点が「低い」を示した。A 室の方がネガティブな気分状態が軽減される結果となった。

3) においのアンケート

においのアンケートでは、41 人の被験者のうち、A 室は 39 人、B 室は 25 人の被験者がにおいを感じたと回答した。においの快度については、A 室 74%、B 室 40%と A 室の快度が高い結果となった（図-8）。

表-2. POMS2 の分析結果

T 得点	ネガティブ気分状態	A 室	B 室
70-	非常に高い	1	1
60-69	高い	1	1
40-59	平均的	13	18
30-39	低い	26	21
-30	非常に低い	0	0

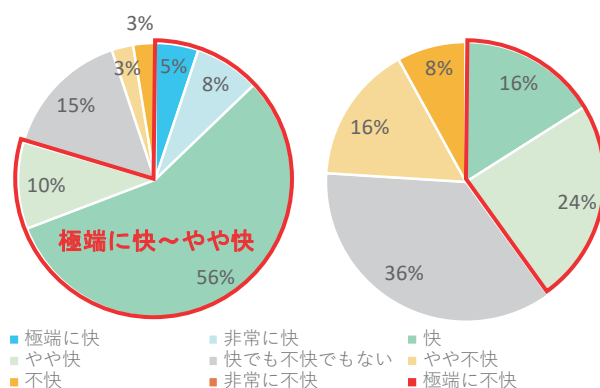


図-8. においの快度（左：A 室，右：B 室）

IV. おわりに

本実験では、能登ヒバを使用した居室空間の快適性やリラックス効果などの心理的影響を定量的に評価した。

能登ヒバを内装に使用した A 室と使用していない B 室の比較実験において、生理的手法ではほとんど差がみられなかったが、心理的手法では A 室の方が快適性が高い傾向が示された。

今後は、経年変化の影響についての分析を行うこと、また、異なる季節での実験を実施することで季節による影響についても検証を行いたい。

謝辞

本研究を行うにあたり被験者としてご参加いただいた方に深く感謝申し上げます。

引用文献

- 1) 林野庁：森林と脱炭素をめぐる情勢について、<https://www.rinya.maff.go.jp/j/kikaku/attach/pdf/toushikentoukai-1.pdf> 2024 年 9 月 7 日参照。
- 2) 石川県農林総合研究センター林業試験場：よくわかる石川の森林・林業技術 No. 15 能登のアテ（能登ヒバ）。2016.
- 3) 隈元美貴子：ストレスの評価法に関する研究. 山陽論業 16, 39-48 (2009).
- 4) Juvia P. Heuchert, Douglas M. McNair 原著，横山和仁監訳，渡邊一久協力：POMS2 日本語版マニュアル. 金子書房，東京，2015.