

環境要因が木材の劣化に与える影響

抄 録

本研究は、異なる環境要因が木材の劣化に与える影響を明らかにすることを目的とし、8種類の木材を4つの異なる環境（屋外、屋内、窓際、地下室）に7ヶ月間設置し、重さ、匂い、見た目の変化を観察した。その結果、高湿度環境である地下室の木材のみで継続的な吸湿による重さの増加が見られた。一方、外観の変化は各環境で異なり、屋外では紫外線による褪色やひび割れといった物質的劣化が、地下室ではカビの発生による黒ずみといった生物的劣化が、主にあった。また、木材の種類によっても劣化の進行度合いに差が見られ、柔らかい木材は硬い木材よりも早期に劣化する傾向が確認された。これらの結果から、木材の劣化は表面から始まり、その進み方は環境要因と木材の特性に強く影響されることが明らかになった。本研究は、木造建築物の耐久性向上に向けた基礎的な知見を提供するものである。

キーワード：木材腐朽、環境条件、保存方法

1. はじめに

1.1 研究動機

近年、木造建築物の文化的・経済的価値が再認識される一方で、木材の劣化や腐敗、カビによる被害が問題となっている。古くから木材は建築に広く使われており、その耐久性の違いや劣化を防ぐための対策も様々な研究されてきた。また、私の家のベランダに置いてあった廃材の色が年月を経て薄くなっているのを見て、これがどういう理由で起きるのかと疑問を抱いた。特に、住宅や家具に使われる木材が年月が経つと色あせたり、湿気の多い場所ではカビが生えたりする現象は、木材の見た目と丈夫さを損なう大きな原因だと考えた。

1.2 研究目的

本研究の目的は、異なる環境要因が木材の劣化に与える影響を多角的に分析し、木材の傷みをできるだけ抑えるための基本的な知識を得ることである。具体的には、温度、湿度、光などの環境条件と、木材の種類が、木材の物理的、生物的な劣化にどう作用するかを明らかにすることを目的とする。そして、この知見を応用することで、木造建築物の材料選定や、文化財としての木材の長期保存対策、さらには木材加工品の品質向上に貢献することを目指す。

1.3 文献調査

木材の劣化に関するこれまでの研究を調べると、その主な原因は、紫外線、水分、カビや菌などの微生物の3つになることが分かった（井上, 1972）。紫外線は木材の主な成分

であるリグニンを分解し、褪色といった物質的劣化を引き起こす（阿部ら, 2019）。一方、水分はカビや腐朽菌といった微生物の増殖を促し、木材を腐らせる生物的劣化の原因となる（今村ら, 1997）。しかし、これらの研究は1つの要因に焦点を当てたものが多く、複数の要因が同時に作用する現実の環境下での長期的な観察は十分ではない（西崎, 2019）。本研究は、これらの先行研究を踏まえ、複数の環境が木材に与える影響を検証する。

2. 研究方法

2.1 実験の対象・期間

- ・対象: 密度や硬さの異なる8種類の木材（バルサ、杉、松、桐、メープル、チェリー、ホワイトオーク、ウォールナット）を選定した。
- ・実施期間: 2024年12月8日～2025年7月6日（約7ヶ月間）

2.2 実験手順

- (1) 試料の準備: 異なる木材を同じサイズ（50mm×10mm×20mm）にカットし、実験の各条件に用いる試料として準備した。これは、木材の表面積や体積といった物理的条件を統一するためである。
- (2) 実験環境の設置: 各木材を以下の4つの環境に設置した。
 - ・室内の乾燥した所（自室）: 直射日光が当たらない。
 - ・屋外（ベランダ）: 太陽光（紫外線）や雨風の影響を直接受ける。
 - ・湿度の高い所（地下室）: 常に湿度が高い状態が保たれる。
 - ・風通しの良い所（窓際）: 直射日光は当たるが、湿気がこもらない。
- (3) データの記録: 実験開始時とその後2週間毎に各木材の状態を記録した。
 - ・外観: 木材の色の変化、カビの有無を目視で観察した。
 - ・重さ: デジタルスケールを用いて0.01g単位で測定した。
 - ・匂い: 木材が発する匂いの変化を記録した。
 - ・環境データ: 各環境の温度と湿度をデジタル温湿度計を使い記録した。



図1 実際に地下室に木材をおいた様子

2.3 分析方法

各木材の重さの変化（増減量）を環境ごとの平均温度や湿度と照らし合わせ、重さの変化がどの環境要因と関係しているかを分析する。これにより、湿度が木材の水分量にどう影響するかを具体的な数値で示す。特に、木材の種類と環境の組み合わせによって、どのような見た目の劣化が最も進んだかを比較し、その傾向を明らかにする。

3. 結果

本実験では、8種類の木材を4つの異なる環境下に7ヶ月間設置し、重さ、匂い、見た目の変化を観察した。特に、軟らかい木であるバルサと硬い木であるウォールナットのデータを中心に結果を示す。

3.1 周辺環境データの推移

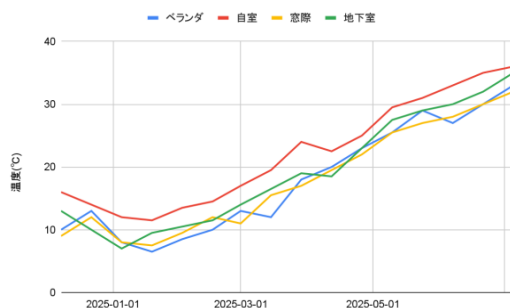


図2 各環境での温度の変化

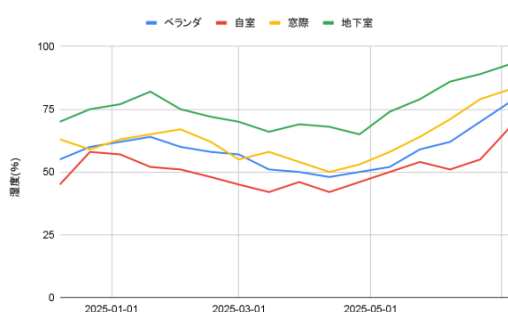


図3 各環境での湿度の変化

温度は全ての環境で季節による変動を示しながら全体的に上昇した。ベランダは10℃から33℃へ、自室は16℃から36℃へ、窓際は9℃から32℃へ、地下室は13℃から35℃へと変化した。特に1月には全環境で気温が低下し、ベランダでは6.5℃まで下がったが、3月以降は上昇に転じた。

湿度については、地下室が実験開始時から70%と最も高く、1月19日には82%まで上昇した後、一時的に低下したが、6月以降再び急上昇し、終了時には93%に達した。自室は45%から68%の範囲で推移し、最も低い湿度を維持した。ベランダは55%から78%へ、窓際は63%から83%へと上昇した。窓際の湿度は常に他の環境より高めで推移し、6月以降は高い湿度を示した。

3.2 木材の重さの変化

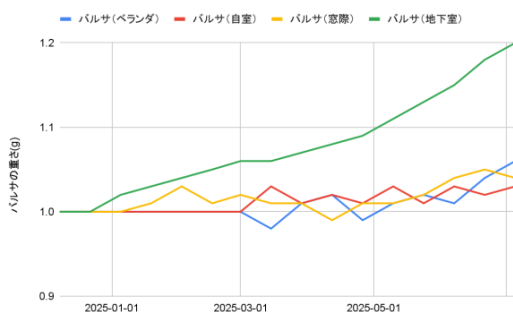


図4 バルサの重さの変化

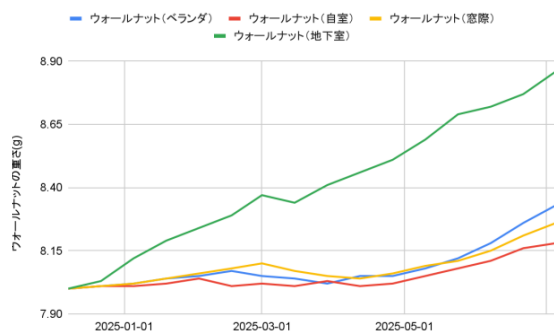


図5 ウォールナットの重さの変化

表1 バルサとウォールナットの各環境での増加率

木材	ベランダ	自 室	窓 際	地下室
バルサ	6.0%	3.0%	4.0%	20.0%
ウォールナット	4.1%	2.3%	3.3%	10.8%

ベランダではバルサが6.0%、ウォールナットが4.1%、地下室ではバルサが20.0%、ウォールナットが10.8%の重量増加を示した。一方、自室ではバルサが3.0%、ウォールナットが2.3%の増加にとどまった。窓際ではバルサが4.0%、ウォールナットが3.3%の増加率であった。全ての環境において、軟木のバルサの方が硬木のウォールナットより高い増加率を示した。特に地下室では両木材の差が9.9ポイントと最も大きかった。

地下室では両木材とも実験期間を通じて継続的に重量が増加し、特に5月以降重量増加の速度が加速する傾向が見られ、実験後半にかけて両木材の差が広がった。ベランダでは3月15日にバルサの重量が一時的に減少(0.98g)したが、その後再び増加に転じた。ウォールナットでも3月1日に8.05gまで増加した後、3月15日に8.04g、3月29日に8.02gと一時的に減少する変動が見られた。自室と窓際では、実験期間を通じて緩やかな増加を示したが、窓際のバルサは4月12日に0.99gと一時的な減少が観察された。

3.3 木材の匂いの変化

表2 ウォールナットの各環境における匂いの変化

環境	12/8	1/19	3/1	4/12	5/24	7/5
ベランダ	無臭	カビ臭い	カビ臭い	少し匂い	カビ臭い	カビ臭い
自 室	無臭	無臭	少し匂い	無臭	少し匂い	カビ臭い
地 下 室	無臭	無臭	少し匂い	無臭	少し匂い	カビ臭い
窓 際	無臭	無臭	無臭	無臭	無臭	少し匂い

地下室では、1月19日(実験開始約1ヶ月後)にすでに「かび臭い」状態となった。これは4つの環境の中で最も早い変化であった。ベランダと窓際では、3月1日に「少し匂いあり」となり、5月24日まで同様の状態が続いた後、7月5日に「かび臭い」へと段階的に変化した。自室では5月24日まで「無臭」を維持し、最終的に「少し匂いあり」の段階にとどまった。これは、匂いの発生が環境要因、特に湿度に強く影響されていることを示している。地下室のように高湿度の環境では早期に匂いが発生し、自室のように湿度が低い環境では匂いの発生が遅れる傾向が明確に見られた。また、4月12日に地下室の匂いが一時的に「少し匂いあり」に戻ったことは、換気や温度変化による影響と考えられる。

3.4 木材の見た目の変化

表3 ウォールナットの各環境における見た目の変化

環境	12/8	1/19	3/1	4/12	5/24	7/5
ベランダ	変化なし	黒ずみ	黒ずみ	黒ずみ	黒ずみ	黒ずみ
自 室	変化なし	変化なし	変化なし	変化なし	変化なし	くすみ
地 下 室	変化なし	変化なし	変化なし	変化なし	変化なし	変化なし
窓 際	変化なし	変化なし	変化なし	変化なし	変化なし	変化なし

ベランダに設置した木材は、1月19日（実験開始約1ヶ月後）から「黒ずみあり」の状態となり、この変化はその後も継続した。これは4つの環境の中で最も早い外観変化であった。窓際の木材は7月5日（実験終了時）に「くすみあり」となった。一方、地下室と自室の木材は実験期間中、外観の変化が全く観察されなかった。これは、外観の変化が環境要因、特に紫外線や気温・湿度の変動に強く影響されていることを示している。ベランダでは直射日光による紫外線の影響を受けて早期に黒ずみが発生し、窓際でも日光の影響によりくすみが生じた。地下室は高湿度であったが紫外線がないため外観変化は見られず、自室も紫外線の影響が少ないため外観は維持された。ベランダの黒ずみは1月19日以降変化しなかったことから、表面の劣化は初期段階で進行し、その後は安定する傾向が確認された。

4. 考察

本研究の実験結果は、木材の劣化が環境要因と密接に関連しているという先行研究を裏付けるものであった。特に、高湿度環境である地下室の木材に見られた重さの継続的な増加は、木材の吸湿性を明確に示している（石丸ら, 2022）。木材は乾燥した環境では水分を放出し、湿度が高い環境では水分を吸収する特性を持つが、地下室のグラフが示すように、湿度が常に80%を超えている環境下では、水分を飽和点近くまで吸収し続けることが確認された。この水分は、木材の表面および内部にカビや腐朽菌を発生させ、結果的に生物的劣化を引き起こす主要因となる（藤井ら, 2018）。

一方、ベランダに置かれた木材に見られた褪色とひび割れは、紫外線と乾湿の繰り返しによる影響と考えられる（阿部ら, 2019）。太陽光に含まれる紫外線は、木材の主要な構成成分であるリグニンを光分解し、木材表面の色素を破壊する。これにより木材の色が薄くなる光劣化が進行する。また、昼夜や天候の変化によって、木材が水分を吸ったり吐いたりするサイクルが繰り返され、この膨張と収縮が表面に微細なひび割れを生じさせる。これは、木材の強度低下にもつながる物理的な劣化の兆候である（日本木材学会, 2011）。

木材の種類による劣化の差も明らかになった。軟木であるバルサや桐は、その多孔質で密度の低い構造から、吸湿が早く、カビの発生も早期に見られた。一方で、硬木であるホワイトオークやウォールナットは、重さの増加は緩やかで、カビの発生も軟木に比べて遅かった。しかし、硬木は乾湿の繰り返しによるひび割れがより顕著に見られ、これは木材の密度が高いほど収縮・膨張による応力が集中しやすいためと考察される。このことから、木材の劣化は、環境要因だけでなく、木材自体の物理的性質にも強く依存することが示された。

5. 結論

本研究により、木材の劣化は重さの変化だけでなく、表面から始まることが分かった。また、劣化の進行は、紫外線や高湿度といった環境要因と、木材自体の性質（密度や硬さ）によって異なることが明らかになった。特に、本研究の結果は、高湿度環境（地下室）では水分吸収による生物的劣化（カビ）が、屋外環境（ベランダ）では紫外線と乾湿の繰り返しによる物質的劣化（褪色、ひび割れ）が主な劣化要因となることを示唆している。これらの知見は、木造建築物の設計や木材を保存する際に、場所に応じた適切な対策（高湿

度環境では吸湿率の低い硬材の採用や防カビ・防腐対策、屋外ではUVカット保護剤の適用）が不可欠であることを示す重要な基礎的データとなる。

例えば、屋外で長期間使用されるベンチのような実用品では、紫外線の影響を受けにくい硬い木材（ホワイトオーク、ウォールナットなど）を使用することが推奨される。これらの木材は、紫外線による褪色やひび割れに対して耐性があり、メンテナンスの手間も少ない。また、防腐剤やUVカット塗料を併用することで、さらに耐久性を高めることができる。これにより、木造ベンチの耐久性が向上し、長期的な使用が可能になる。

6. 今後の展望

本研究は、木材の劣化が環境や木材の種類に左右されることを明らかにしたが、今後は以下の点についてさらに掘り下げていく必要がある。

1つ目は、水分量計や分光測色計といった専門的な測定機器を使って、木材の劣化の進み方を数値で詳しく分析することである。これにより、単なる目視観察では捉えきれない細かな変化を定量化できるため、より客観的で信頼性の高いデータを得られる。また、そのデータをもとに、将来の劣化を予測するモデルを構築することで、木材の耐用年数を正確に見積もることが可能になる。

2つ目は、今回の研究では触れられなかった木材の内部の劣化についても調査することである。外部からの観察だけでは分からない内部の腐朽や強度の低下を、超音波探傷試験などを利用して非破壊で検査する方法を検討する。これにより、木造建築物の安全性に役立つ知見を得ることができるだろう。

3つ目は、本研究で得られた知見を応用し、木材の表面に施す保護剤（塗料や防腐剤など）の効果を、今回の環境条件と木材の種類を組み合わせることで検証することである。例えば、湿度の高い環境に置く木材にはどのような防腐剤が最も効果的か、屋外に置く木材にはどのようなUVカット塗料が適しているかを証明する。この結果は、建築や家具製造の現場に直接役立つ実践的な知識となるだろう。

7. 参考文献

- 石丸優・古田裕三・杉山真樹編（2022）『木材の物理 改訂版』海青社
- 井上嘉幸著（1972）『木材の劣化と防止法』（実用木材加工全書, 第10巻）森北出版
- 今村祐嗣、川井秀一、則元京、平井卓郎（1997）『建築に役立つ 木材・木質材料学』東洋書店
- 日本木材学会（2011）『木質の構造』文永堂出版
- 藤井義久、矢田茂樹、原田真樹編著（2018）『木材・木質構造の維持管理：劣化診断マニュアル』日本木材保存協会
- 阿部穂積、板垣直行、長谷川兼一、大塚亜希子（2019）「紫外線による材料の劣化と周辺環境との関係について」『秋田県立大学学生自主研究研究成果』
- 齋藤宏昭、森拓郎、小椋大輔、中嶋麻起子（2019）「環境条件による木構造の長期劣化プロセスの予測に関する研究 その1 X線CT画像による木材内部への腐朽進行の検証」
- 西崎到（2019）「気象環境と土木材料の劣化：土木構造物の長寿命化に向けて」『土木研究

所講演会講演集』

阿部穂積、板垣直行、長谷川兼一（2020）「材料劣化と周辺環境の関係」『秋田県立大学研究成果 学生自主研究研究成果』

ZHU HAO, 齋藤宏昭、森拓郎、小椋大輔、中嶋麻起子（2020）「環境条件による木造構造の長期劣化プロセスの予測に関する研究 その2 密度分布による腐朽プロセスの考察」

公益社団法人日本木材加工技術協会「木材の種類と特性 - 日本の木材・海外の木材 一覧と検索」2023年8月5日閲覧

<<https://www.jawic.or.jp/woods/sch.php>>

株式会社ザイエンス「木材の劣化」2024年7月31日閲覧

<https://www.xyence.co.jp/jutaku_bouhu/wood-deterioration/>

高田製材所「取扱木材250種一覧 | 木材図鑑」2024年9月5日閲覧

<<https://mokuzaikan.com/item/>>

農林水産省「MAFF TOPICS(1) あふらボ」2025年7月29日閲覧

<https://www.maff.go.jp/j/pr/aff/1610/mf_topics01.html>

公益社団法人土木学会「木材の劣化とその予防」2025年7月29日閲覧

<http://library.jsce.or.jp/Image_DB/committee/steel_structure/book/54546/54546-0204.pdf>

