

## スギ精油の健康増進効果を切り口とした新規機能性の探索

岐阜大学応用生物科学部  
九州大学大学院農学研究院  
森林総合研究所

光永 徹  
清水邦義  
松原恵理

### 1. はじめに

スギは我が国を代表する主要な造林樹種であり、国土の森林面積のうち約2割を占めるほど豊富なバイオマス資源である。材質としては割裂性がよく角材から板材まで作ることができることから、建築資材として利用価値が高い。一方で、その栽培面積に比して、間伐材や製材時に出る鋸屑や端材、あるいは豪雨や災害等によって倒れ資材として利用できなくなった廃棄材も多い。特に、林地に放置されている材に関しては集積度が低いことから、有効な利用が図られていないのが現状である。

近年、天然資源の有効利用の観点から、建築資材として用いることの出来ない間伐材や端材等を用いた精油採取が積極的に行われている。スギは材部、葉部ともに多くのテルペン類を含み、得られた精油はスギ独特の爽やかな香りを有しており、生理活性として殺蟻活性や抗菌活性などが知られている。しかし、現段階では回収した精油の費用対効果に見合う利用法が少なく、多くの精油製造所では販路の開拓・拡大に苦慮を強いられている状況である。

我々はこれまでに、スギ葉に含まれる精油は肥満抑制作用や集中力持続性効果が現れることを、マウスやラットおよびヒトでの実験により明らかにし、さらにその有効成分の特定に至り、一昨年度の江間忠研究助成プロジェクト発表会で報告した。そこで今回はスギ材の有効活用を目指す上で、特徴の一つである香りに着目した。スギ材から採取した精油がヒトに心理的な安らぎや生理的なリラックス効果をもたらすことは既に報告されている。しかし、木質内装化した実大空間において、香りがヒトの心や身体にどのような影響を与えるかについて検討した研究報告は多くない。また、香りの構成成分は多いが、ヒトに対する有効成分はほとんど明らかにされていない。

本研究では、スギ材を用いた木質内装空間におけるヒトの生理・心理応答解析、およびスギ材の香りに含まれる有効成分分析、さらにはスギ材精油を吸入した麻酔下ラットの自律神経活動測定を行い、スギ材の香気成分が人や動物に与える生理・心理効果を科学的に検証する事を目的とした。

### 2. 実験方法

#### 2.1 スギ内装材を施工した実験室でのヒトの生理・心理応答実験

45°Cで低温乾燥させた熊本県産の約40年生スギ材を供試材料として用いた。板目面に繊維直交方向に多数の溝(スリット)を等間隔に切削加工して木口を露出させた材を用いて内装パネル<sup>1)</sup>(950×950 mm, 950×730 mm)を作製し、供試空間内壁に施工した。

#### 2.2 生理・心理応答実験の手順

スギ材施工から6~7週目に実験を行った。被験者は健康な男子大学生・院生16名とした。一回の実験時間は約50分間とし、各被験者に対し、スギ材室と対照室で各1回ずつ以下の手順で実験を行った。前室にて被験者の唾液を採取し、心電図計測用電極を装着した。実験室に入室後、被験者に対して15分間の計算作業を実施、唾液を採取後、再度15分間の計算作業を実施した。全作業終了後に、被験者は主観調査表に記入し退室した。前室にて被験者の唾液を採取し、心電図計測用電極を脱着した。な

お、作業前と全作業終了後に5分間安静状態を保つように指示した。心電図は、メモリー心拍計を用いて測定し、MemCalc/Bonaly Lightにより心拍変動解析を実施した。心拍数および交感神経系活動、副交感神経系活動の時間変動を解析した。また、唾液中バイオマーカー数種類を選抜し、実験前・中・後の変動を分析した。唾液は、唾液採取用チューブにて採取して、遠心分離し検体を回収した。Enzyme Immunoassay法による検査キットを用いて、クロモグラニンA (CgA)、コルチゾール、デヒドロエピアンドロステロン (DHEA)、硫酸基抱合型デヒドロエピアンドロステロン (DHEA-s)、分泌型免疫グロブリンA (sIgA) を分析した。唾液中アミラーゼ活性は唾液アミラーゼモニターを用いて測定した。

心理学的な応答を測るための質問票は、SD (Semantic Differential) 法を用いて自作し、VAS (Visual Analogue Scale) 法により解析した。質問票の評価語は以下の通り：集中できないー集中できる、嫌いー好き、暖かいー冷たい、快適でないー快適な、落ち着かないー落ち着く、人工的なー自然な、居心地の良いー居心地の悪い、悪い香りのー良い香りの (部屋の印象評価)、難しいー容易い、疲れないー疲れる (作業に対する評価)。

### 2.3 スギ内装材を施工した保管空間における香り成分分析

スギスリット材と板目材由来の香り成分の捕集には、溶媒抽出用捕集管と携帯型空気吸引ポンプを用いた。空気吸引ポンプは、カメラ用三脚の上部に取り付けて、捕集管をチューブで連結して保管庫内中央部に設置した。捕集速度は0.1 L/minとし、3時間捕集した。その後、溶媒で溶出し、GC-MS分析に供した。標品とライブラリを用いて、香り成分を同定、濃度を算出した。捕集は、施工から約半年の間において数回実施した。

### 2.4 スギ材精油香り成分を吸入したラットの自律神経活動計測

12週齢のオスWistar系ラット(体重300g程度)にウレタン溶液の腹腔内投与で麻酔を行った。測定方法に関しては、以下に簡単に示す(図1)。

① 交感神経活動 (BAT-SNA)：ラットの肩甲骨上部を切開し、褐色脂肪組織を支配する神経の束を末梢側で切断した。束になっている神経を1本ずつに分け、結合組織を除去した神経を銀線電極に掛けた。神経測定部位に流動パラフィン溶液を流し込み、測定を行った。

② 副交感神経活動 (GPNA)：ラットの腹部を大きく切開し、胃をむき出しにした状態で、食道に沿って走る迷走神経を剥離した。この神経を金属板上で銀線電極にかけ、絶縁するため接触部に流動パラフィン溶液を流し込み、測定を行った。

嗅覚刺激は、供試料をそれぞれ紙コップの底に敷いたキムワイブに滴下してラットの鼻先に提示して行い、刺激前後の神経活動の経時変化を記録した。

### 2.5 スギ材精油を用いたヒトの主観評価

市販のアロマディフューザーを用いて、一定容積の空間内に香り成分を揮散させた。対象者

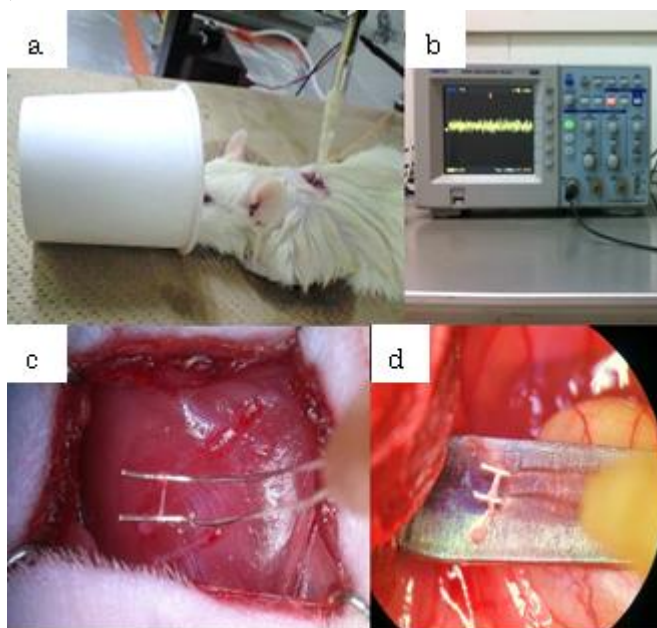


図1 自律神経活動測定概要

は男女大学生とし、スギ材香り成分が噴霧された空間に対する主観的な評価について、アンケート用紙を用いて調査した。

### 3. 結果および考察

#### 3.1 木質内装空間でのヒトの生理・心理応答実験と木材由来香り成分分析

スギ材由来揮発成分のうち多くがセスキテルペン類であり、主成分は $\delta$ -カジネンであった。スギ材施工から2週目の空气中濃度は $2744.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ であり、6週目で $498.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。室内空气中のテルペン濃度は4週間で約80%減少した(図2)。

#### 3.2 生理学的応答

生理学的な応答については、電気生理学的なアプローチと生化学的なアプローチの両面から検討してきた。電気生理学的な評価には、心拍数や自律神経系機能の連続した計測を用い、生化学的な評価は、唾液中に分泌される内分泌物質、免疫物質、酵素活性などを指標として用いた。近年、様々な研究分野で、唾液を用いた生化学物質測定が盛んに行われるようになり、

その指標としての有用性が指摘されている<sup>2,3)</sup>。非侵襲的に、長期的に測定できること、幼児から高齢者まで年齢層を問わずにサンプリングが可能であることなど、指標としての大きな可能性が示唆される。本研究においては、自律神経系活動の変動を解析した結果、作業前に比べて作業中の交感神経活動の低下を認めた(図3)。また、唾液中アミラーゼ活性とクロモグラニンAは、スギ材を施工した実験室において、作業後のアミラーゼ活性の低下とクロモグラニンAの分泌量増大の抑制が認められた(図4)。アミラーゼ活性とクロモグラニンAはいずれも、交感神経系活動増大にともない分泌が促進し、特に、クロモグラニンAは精神的なストレスを反映することが報告されている<sup>4,5)</sup>。またスギ材室と対照室での違いは認められなかったが、硫酸基抱合型デヒドロエピアンドロステロンと分泌型免疫グロブリンAも作業中に増加することを確認した(データ未記載)。これまでの成果をまとめる

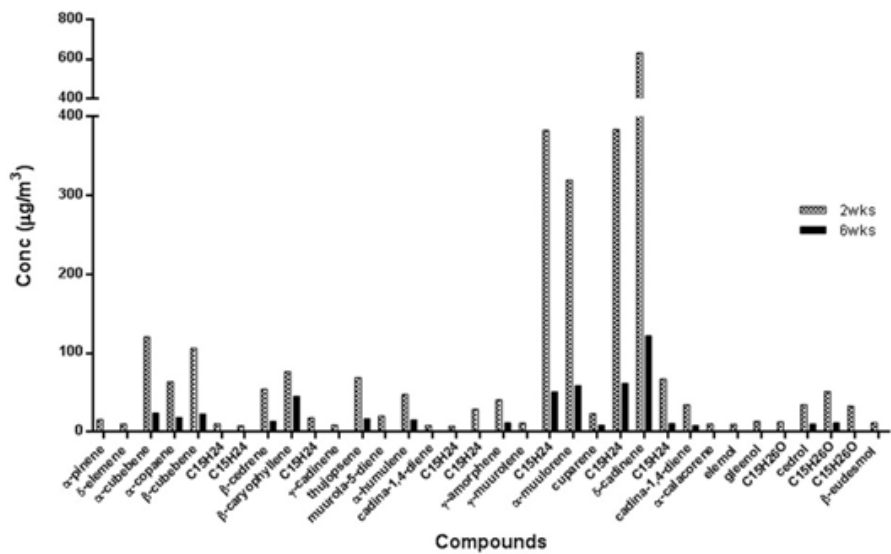


図2 実験室内の香り成分濃度推移

スギ材内装施工から2週目と6週目に検出した香り成分濃度、斜線: 2週目、黒: 6週目

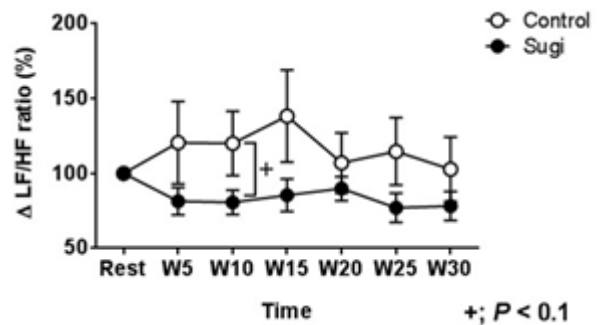


図3 交感神経活動の推移  
作業前安静状態に対する変化率、  
黒: スギ材室、白: 対照室

と、スギ材香り成分により精神的なストレスがかかる作業環境下において、交感神経系活動を抑制されることが示唆された。

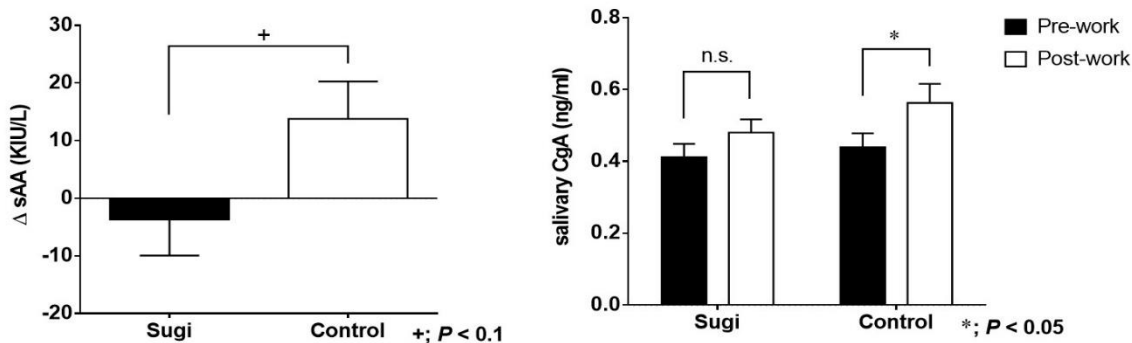


図4 唾液中アミラーゼ活性 唾液中クロモグラニン A 分泌量  
作業前後の変化量，黒：スギ材室，白：対照室

### 3.2 スギ内装材を施工した保管空間における香り成分分析

$\alpha$ -クベベンや $\beta$ -クベベン， $\beta$ -カリオフィレン， $\alpha$ -ムウロレン， $\delta$ -カジネンなど，主にセスキテルペン類が検出された。主成分は $\delta$ -カジネンであり，スギ材施工一か月目において，各保管庫のテルペン類放散量は15745 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) (S1)，29660 (S2)，52699 (S3)，10372 (N1)であり，無施工保管庫のC1，C2では検出されなかった。また，スギ材施工保管庫のテルペン類放散量は継時的に減少することを確認した。

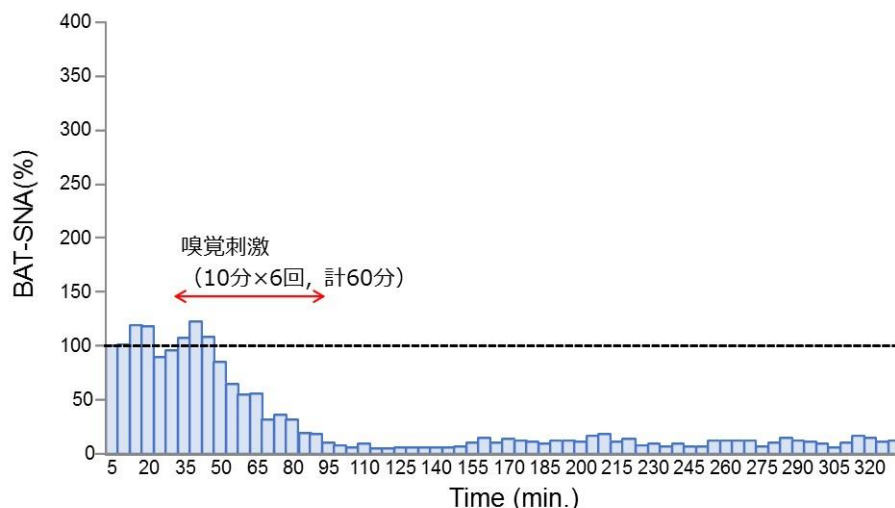


図5 スギ材精油の10分間交換吸入法によるラット交感神経活動

### 3.3 スギ材精油香り成分を吸入したラットの自律神経活動計測

スギ材精油を吸入したラットのBAT-SNAのスパイクヒストグラムの経時変化を図5に示した。香り刺激を開始してから徐々に，交感神経系活動の急激な活動低下が観察された。一方，副交感神経系活動は最大で約120%の上昇が観察された。スギ材精油を嗅ぐことによるリラックス効果と胃腸の活動増加が期待できると考えられた。

### 3.4 木材香り成分による脳機能への影響解析および主観評価

試料に対する心理学的な応答は18項目からなる質問票を用いて評価した。その結果、個性的な—平凡な、刺激的な—刺激的ではない、興奮する—興奮しない、弱々しい—力強い、の4項目において、試料間あるいは対照との統計的に有意な差が認められた(図6)。また脳血流の変動を解析したところ、成分により前頭部の活動を賦活あるいは抑制する可能性が示唆された。

## 4. 結論

一定量の香り成分が実大の空間内に存在するときのヒトの生理・心理応答について明らかにした。また、気積率および加工、香り成分放散量との関係性についても明らかにした。今後、さらに実大空間における香りとヒトの関係に関するデータを蓄積したい。また、香りの有効性の長期維持に向けた技術開発が必要と考えている。木材は乾燥方法によって香り成分が異なり、産地によっても成分比が異なる。木材加工など材料要素とヒトの主観および生理応答との関係については今後の研究テーマの一つである。また、スギ材精油の有効活用法についても併せて検討したい。ヒトでもラットでもスギ材由来の香り成分が自律神経活動へ影響することを明らかにした。しかしながら薬理的な作用も示唆されることから、有効成分の決定が重要であろう。

## 5. 参考文献

- 1) 川井秀一, 辻野喜夫, 藤田佐枝子, 山本堯子, 木材による調湿と空気浄化, クリーンテクノロジー, 20(7), 18, 2010.
- 2) 山口昌樹, 唾液マーカーでストレスを測る, 日本薬理学雑誌, 129, 80, 2007.
- 3) 田中喜秀, 脇田慎一, ストレスと疲労のバイオマーカー, 日本薬理学雑誌, 137, 185, 2011.
- 4) 中根英雄, 新規精神的ストレス指標としての唾液中クロモグラニンA, 豊田中央研究所 R&D レビュー, 34(3), 17-22, 1999.
- 5) Toda M., Morimoto K., Effect of lavender aroma on salivary endocrinological stress markers, Archives of Oral Biology, 53, 964-968, 2008.

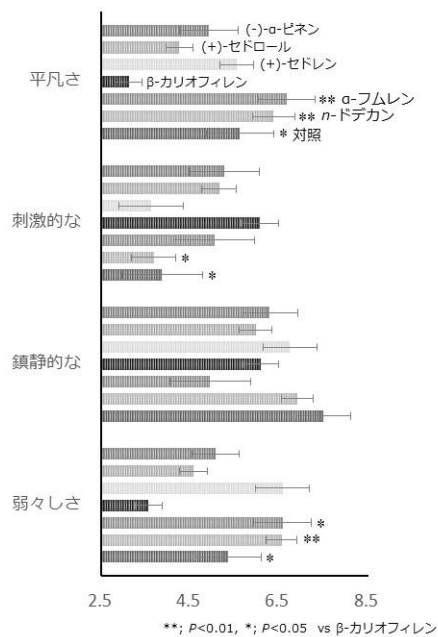


図6 試料に対する主観評