

植物由来の香りが睡眠におよぼす影響の解明

東京大学大学院農学生命科学研究科

恒次 祐子

Effects of the odor of α -pinene, an odorous compound found in extracted oils of various plants including coniferous trees, were investigated in terms of sleep quality. Lavender essential oil, which has been reported to have a positive influence on sleep, was used for purposes of comparison. Eight male university students wore a wrist actigraph and heart rate monitor for several nights while they slept inhaling the odor of α -pinene, lavender, or no odor (control). They also filled in the OSA-MA sleep inventory and a sleep diary in the morning. Subjective odor intensity was significantly higher for α -pinene and lavender compared to that of the control. The average score for the factor IV of the OSA-MA sleep inventory (recovery from fatigue) was higher, and sleep latency determined by actigraphy was shorter under the α -pinene condition compared to the control. No significant difference was observed in heart rate and heart rate variability indices among three conditions. Since there are several limitations in this study, such as a small sample size or less controlled sleep environment, further studies are needed to precisely assess the effects of α -pinene on sleep quality.

1. 緒言

厚生労働省の平成27年国民健康・栄養調査¹⁾によると、20代以上の男女で「睡眠時間が足りなかった」「睡眠全体の質に満足できなかった」という回答が全体で約20%あり、特に20代、30代では27.1%、28.1%と高かった。また「寝つきにいつもより時間がかかった」「夜間、睡眠途中で目が覚めて困った」「起きようとする時刻よりも早く目が覚め、それ以上眠れなかった」などの回答も一定数あり、睡眠の質に問題を抱える人が多いことがうかがわれる。これまでに睡眠時間や不眠は死亡率やその他さまざまな疾患と関係していることが報告されており²⁾、睡眠の改善は重要な問題であるといえる。

睡眠改善を目的とした服薬を伴わない介入のひとつとして、香りを用いた、いわゆるアロマセラピーが挙げられる。オレンジ精油やラベンダー精油、ヒバ、ローズマリー、セージなど、様々な植物由来のにおいに気分改善効果があることが報告されており³⁻⁶⁾、睡眠への効果が期待されている。韓国で出版された論文の系統的レビューでは⁷⁾、13報の論文のメタ分析により、精油を用いたマッサージやにおいの吸引が睡眠改善に有効であること、におい吸引がマッサージより効果的であること、においの種類としてはラベンダーおよびベルガモットが最も多く使われていることが報告されている。欧米の論文を中心としたレビュー⁸⁾においても、多くの論文でにおい吸引による睡眠の効果が認め

られており、特にラベンダー精油で効果があるとした論文が多いことが報告されている。またこのレビューでは、吸引の量や頻度の問題、さらにどのようににおいが睡眠質を改善するかというメカニズムが今後の研究課題として挙げられている。

我々はこれまでに、においが人間に及ぼす影響を、人の生理的な反応を指標として明らかにする研究を行ってきた。例えば成人を対象とした研究により、植物に含まれるにおい成分のうち「 α -ピネン」という物質が血圧や心拍数を低下させるなど、生体に鎮静的に作用することを明らかにしてきている⁹⁾。 α -ピネンは様々な植物に含まれる芳香性の化学物質であり、近年は森林浴による免疫細胞活性化効果の一端を担っている可能性が示唆されている¹⁰⁻¹¹⁾。また我が国の人工林の主要樹種であり、木造住宅の主な材料であるヒノキ、マツ、スギなどにも多く含まれており、いわゆる「木の家の香り」の主な成分でもある。最近内装を木質化した居室において睡眠質が改善される可能性が報告されており¹²⁾、 α -ピネンのにおいによる睡眠への影響を解明することは興味深い課題であるとともに、身近な資源の活用にもつながるものと考えられる。

そこで本研究では若年成人男性を対象とし、睡眠効果に関する既往報告の多いラベンダーと α -ピネンとの比較を行うこととした。アロマセラピーの睡眠への影響について、従来報告では実験室における終夜睡眠実験が多く、実環境でのデータが不足している⁸⁾との指摘をふまえ、研究対象者の自宅における通常の睡眠ににおいを導入する方法を取ることにした。

2. 方法

2.1. 実験方法

研究対象者は20代の男子大学生8名とした。事前に実験の目的や方法に関する説明を十分に行い、実験参加に関



Effects of plant-derived odors on sleep

Yuko Tsunetsugu

Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo

する同意書に署名を得た。なお本研究は、国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所の倫理審査委員会の審査および承認を経て行われた。

研究対象者には自宅において通常通り睡眠をとるように指示した。4名は第一夜ににおいのない状態で測定を行い、その後一夜ずつ α -ピネンまたはラベンダーのにおいを体験した。また4名については測定に慣れるように第一夜、第二夜はにおいのない状態で測定を行い、第三夜以降に α -ピネン、ラベンダー、および対照としてにおいのない状態での測定を2夜ずつ行った。対照を含むにおいの呈示順は研究対象者によりランダムとした。

自宅で簡便ににおいを呈示する方法として、 α -ピネンならびにラベンダー精油を含浸させたシール付きシートを試作した。活性炭、熱可塑性樹脂などを混合した担体に、市販の α -ピネン(和光純薬工業株)またはラベンダー精油(東香産業株)を含浸させ、不織布でカバーしたものであり、片面に両面テープが付いている (Fig. 1)。研究対象者にはこのシートを寝衣の右胸内側または外側の襟付近(においが弱く感じた場合)に貼り付けて就寝するように指示した。

睡眠評価は手首式活動量計(Actigraph社 GT3X)、睡眠日誌、OSA睡眠調査票MA版13)にて行った。活動量計は3軸加速度計を搭載したものであり、重さ約19gであった。さらに、睡眠中の自律神経系活動を評価するために、小型心拍モニター(ユニオンツール社 WHS-2)を用い心拍RR間隔の測定を行った。あわせてにおいの強度に関する主観評価を無臭(0)～強烈なにおい(5)の6段階で実施した。

研究対象者には日中は通常通りに過ごし、就寝前に活動量計および心拍モニターを装着するように、また起床後直ちにOSA睡眠調査票および睡眠日誌、においの強度に関する主観評価質問紙に記入するように指示した。測定日の就床時刻、照明条件、直前の食事からの時間、その他室内環境が普段と大きく変わらないように留意し、測定日には過度の飲酒、過度の運動を避けるように依頼した。

2.2. 試作したシートからのにおい物質放散

睡眠時ににおいを発生させるために試作したシール付きシートについて、小形チャンバー法(JIS A 1901)によりにおい物質の放散速度を測定した。ラベンダー精油60 μ Lを含浸させたシートを20Lのチャンバー内に1枚静置し、捕集管はTenaxTAを用いた。測定時間は48時間までとした。

2.3. 解析

睡眠日誌およびOSA睡眠調査票MA版から自己申告による総睡眠時間を算出した。OSA睡眠調査票MA版により得られた回答は所定の方法により集計し、因子I(起床時眠気)、因子II(入眠と睡眠維持)、因子III(夢み)、因子



Fig.1 試作したにおい発生シート

IV(疲労回復)、因子V(睡眠時間)をにおい別に算出した。においの強度に関する主観評価については、無臭(0)～強烈なにおい(5)の6段階での回答について、におい別に平均値を求めた。

また活動量計にて得られたデータを用い、解析用ソフトウェア(ActiLife 6, Actigraph社)を用いて睡眠評価を行った。解析アルゴリズムとして、成人でより精度が高い¹⁴⁾との報告があるCole-Kripke式を用い、入眠潜時、総睡眠時間、中途覚醒時間・回数、平均覚醒時間、総体動量、睡眠効率を算出した。心拍RR間隔はMemcalc法により周波数解析を行い、5分ごとに低周波成分(LF:0.04～0.15Hz)および高周波成分(HF:0.15～0.4Hz)を算出し、HFを副交感神経系活動、LF/(LF+HF)を交感神経系活動の指標とした。また睡眠深度との相関が報告されているHF/(LF+HF)¹⁵⁾を求めた。心拍数は5分ごとのRR間隔の平均値の逆数として算出した。

質問紙および主観評価データはFriedman検定を用い、においの種類による影響が有意であった場合、Wilcoxonの符号付順位和検定(Bonferroni補正)にてにおい間の差を検定した。その他の各指標についてはにおいの種類を要因とした一元配置分散分析を用いて検定を行った。解析は統計ソフトウェア(SPSS 25, IBM社)を用いて行い、有意水準は5%とした。

3. 結果

3.1. シートからのにおい物質放散

シートからの揮発性物質の放散は測定開始後1時間から徐々に減少し、24時間後以降はほとんど放散が認められなくなった (Fig. 2)。測定開始から1時間後の時点において濃度が高かったのは、上位からリナロール、リナリルアンスラニレートであると考えられた。これら2物質についても、24時間後以降はほとんど放散が認められなかった。

3.2. おい強度とOSA睡眠調査票MA版

主観的なにおい強度はにおいの種類により有意に異なっ

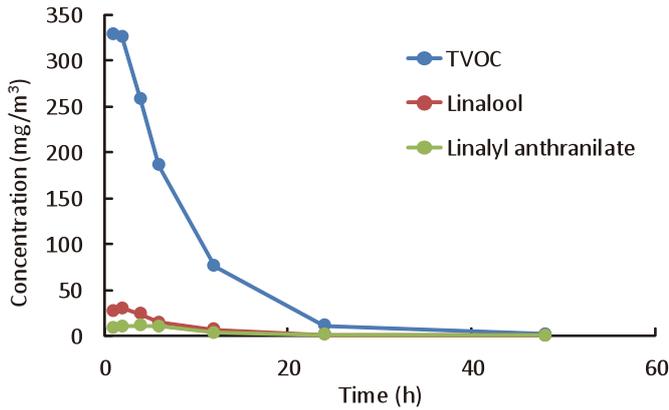


Fig. 2 揮発性有機化合物濃度の変化
TVOC：総揮発性有機化合物（ α -ピネン換算）
Linalool, Linalyl anthranilate：開始から1時間後の時点において濃度の高い上位2物質。ライブラリ検索による定性的な同定。（ α -ピネン換算）

ており ($p < 0.01$)、下位検定の結果、対照（においなし）に比較してラベンダー条件、 α -ピネン条件ともににおい強度が有意に高かった（どちらも $p < 0.01$ ）。また、ラベンダー条件と α -ピネン条件の間にも有意な差異が認められ ($p < 0.05$)、ラベンダーの方がにおい強度が高く評価されていた (Fig. 3)。

OSA 睡眠調査票 MA 版の各因子についてはにおいの種類による影響は有意ではなかったが、因子IV (疲労回復) で有意傾向 ($p < 0.07$) であり、下位検定により、 α -ピネン条件で対照よりも疲労回復の点数が高い傾向 ($p < 0.06$) が認められた (Fig. 4)。

3.3. 睡眠指標

活動量計による睡眠評価については、すべての指標（入眠潜時、総睡眠時間、中途覚醒時間・回数、平均覚醒時間、総体動量、睡眠効率）でにおいの主効果は有意とならず、睡眠質におよぼす影響は認められなかった。一元配置分散分析では有意ではなかったものの、入眠潜時は α -ピネン条件で1.25分、対照では3.83分であり、下位検定 (Bonferroni補正) により α -ピネン条件で有意に入眠潜時が短いという結果であった ($p = 0.012$) (Fig. 5)。また、有意ではないものの、 α -ピネン条件では、中途覚醒時間および平均覚醒時間が短く、総体動量が少ない傾向にあった。その結果として睡眠効率 (全就床時間中の睡眠時間の割合) は α -ピネン条件で最も高かった (Fig. 6)。

3.4. 心拍数および心拍変動性

心拍数、HF、LF/(LF+HF)、HF/(LF+HF) のいずれの指標についてもにおいの種類の主効果は有意ではなかった。

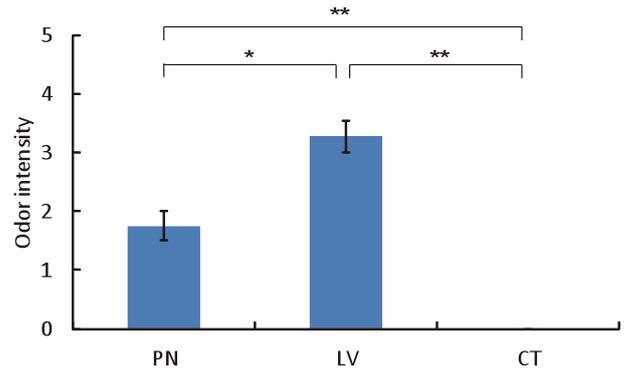


Fig. 3 各におい条件における主観的におい強度
PN： α -ピネン，LV：ラベンダー，CT：対照

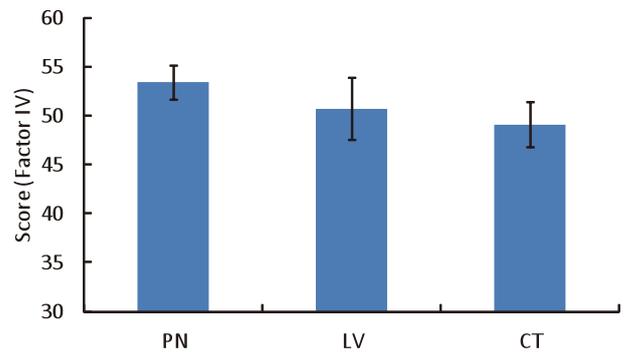


Fig. 4 各におい条件における因子IV (疲労回復) の得点
PN： α -ピネン，LV：ラベンダー，CT：対照
平均値±標準偏差，N=11 (ラベンダー)，12 (α -ピネン，対照)

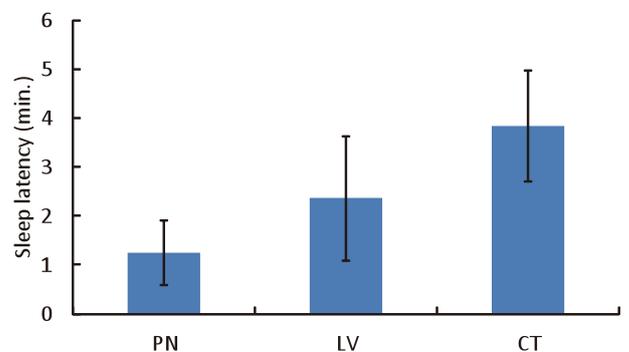


Fig. 5 各におい条件における入眠潜時
PN： α -ピネン，LV：ラベンダー，CT：対照
平均値±標準偏差，N=11 (ラベンダー)，12 (α -ピネン，対照)

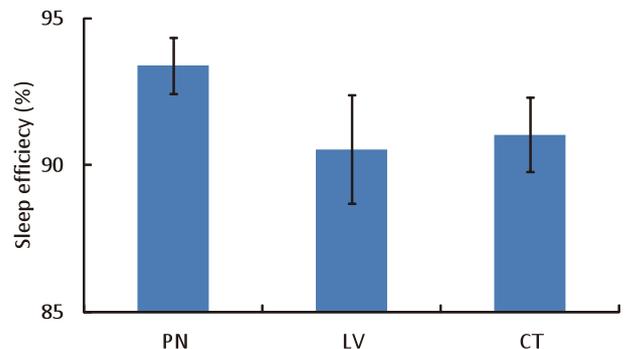


Fig. 6 各におい条件における睡眠効率
PN： α -ピネン，LV：ラベンダー，CT：対照
平均値±標準偏差，N=11 (ラベンダー)，12 (α -ピネン，対照)

4. 考 察

本研究では α -ピネンのおいによる睡眠への影響を明らかにするために、活動量計、心拍モニター、および質問紙を用いた睡眠評価を試みた。比較対象としてこれまでに睡眠への効果が多く報告されているラベンダー精油を用い、においのない対照条件とあわせて3条件を設定した。本研究用に試作したにおい発生シートを用いて、研究対象者の普段の睡眠環境に対してにおいを導入することを試みた。

においシートからのにおい物質放散測定では、測定開始後24時間までにほとんどの揮発性成分が放散し、その後は放散する成分は少なくなった。測定は規格に従いチャンバーの換気回数を0.5回/時として行っており、実際の睡眠実験の環境でシートが置かれる環境よりは換気量が多く、放散速度が速かった可能性がある。本実験では1晩に1シートを用いるように指示しており、総就床時間は最も長いケースでも10時間半であったため、就床中のシートからのにおい放散量は十分であったと推測される。実際におい強度は対照よりもにおいのある2条件で有意に高かった。加えて、ラベンダー条件で α -ピネン条件よりも有意に強度が高く、ラベンダーでは「楽に感じるにおい」と「強いにおい」の間、 α -ピネンは「何のにおいか分かる弱いにおい」と「楽に感じるにおい」の間であった。このにおい強度の差により睡眠への影響にも差異があった可能性もあり、におい強度の調整は課題として残った。

本研究における α -ピネン条件では、対照よりも主観的な疲労回復感が高く、入眠潜時が短くなる可能性が示唆された。また睡眠効率も3条件の中で高い傾向にあり、 α -ピネンが睡眠によい影響を与える可能性があるのではないかと推察される。一方、心拍モニターを用いた評価では、既報¹⁵⁾でOSA睡眠調査票の各因子や睡眠ポリグラフ検査による睡眠ステージとの関係が報告されている各指標とも、においによる影響は認められなかった。本研究では研究対象者が自分で自宅にて簡単に装着できることを重視し、小型のウェアラブル測定器を用いた。実験後のヒアリングによると、研究対象者にとってはストレスなく使用することができる測定器であったといえそうであるが、得られた終夜の心拍データにノイズが多く混入したり、睡眠中に測定器が外れるなどのケースもあった。より精度の高い測定を行うことで、異なる結果が得られる可能性もある。

本研究において測定を試みたどの指標でも、従来睡眠への効果が多く報告されているラベンダーについて睡眠質に影響するとの結果は得られなかった。本研究は少人数での検討に留まっていることや、におい導入の期間が短かった可能性、ラベンダーのにおい強度が高すぎた可能性など、様々な原因が考えられるが、現時点では理由は不明である。本研究は研究対象者の自宅という実環境での測定を目指し

たことで、様々な条件の統制が難しい面があった。既往研究により研究対象者の自宅において、ラベンダーのにおい導入を週に4回、8週間続けた際に睡眠に効果があったことが報告されており¹⁶⁾、本研究においても、より長期間の測定を行うことで、妥当性の高い結果が得られる可能性は考えられる。しかしそのためには比較的生活が規則正しく、ある程度の長期間に渡りあまり生活スタイルが変わらないグループを研究対象とする必要があることに注意が必要である。

いくつかの課題がある一方で、本研究により α -ピネンのおいが睡眠を改善する可能性が見出されたことは重要な成果であると考えられる。今後は、実験室などの統制された環境下で睡眠ポリグラフなどを用いた終夜睡眠実験を行うなどの方法もあわせ、より詳細な検討を進めることが必要である。

謝 辞

研究実施にあたって貴重な助言をいただいた国立研究開発法人国立精神・神経医療研究センター 北村真吾室長、におい発生シートの試作にご協力をいただいた東香産業株式会社様、シートからの揮発性成分の放散測定について多大なご協力をいただいた国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所 宮本康太室長に厚く御礼申し上げます。

(引用文献)

- 1) 厚生労働省, 平成27年国民健康・栄養調査報告, 2017
- 2) 土井由利子, 日本における睡眠障害の頻度と健康影響, 保健医療科学, 61(1):3-10, 2012
- 3) Lehrner J, Marwinski G, Lehr S, Johren P, Deecke L, Ambient odors of orange and lavender reduce anxiety and improve mood in a dental office. *Physiology & Behavior*. 86(1-2):92-95. 2005.
- 4) Itai T, Amayasu H, Kuribayashi M, Kawamura N, Okada M, Momose A, Tateyama T, Narumi K, Uematsu W, Kaneko S. Psychological effects of aromatherapy on chronic hemodialysis patients. *Psychiatry Clin Neurosci*. 54(4):393-7. 2000.
- 5) Diego MA, Jones NA, Field T, Hernandez-Reif M, Schanberg S, Kuhn C, McAdam V, Galamaga R, Galamaga M. Aromatherapy positively affects mood, EEG patterns of alertness and math computations. *Int J Neurosci*. 96(3-4):217-24. 1998.
- 6) Johnson AJ. Cognitive facilitation following intentional odor exposure. *Sensors (Basel)*. 11(5):5469-88. 2011.
- 7) Hwang Eunhee and Shin Sujin, The Effects of

- Aromatherapy on Sleep Improvement: A Systematic Literature Review and Meta-Analysis, *The Journal of Alternative and Complementary Medicine*. 21 (2) : 61-68, 2015
- 8) Lillehei Angela S. and Halcon Linda L., A Systematic Review of the Effect of Inhaled Essential Oils on Sleep, *The Journal of Alternative and Complementary Medicine*. 20 (6) : 441-451, 2014
- 9) (恒次他, 2005)
- 10) Li Q, Morimoto K, Nakadai A, Inagaki H, Katsumata M, Shimizu T, Hirata Y, Hirata K, Suzuki H, Miyazaki Y, Kagawa T, Koyama Y, Ohira T, Takayama N, Krensky AM, Kawada T., Forest bathing enhances human natural killer activity and expression of anti-cancer proteins. *Int J Immunopathol Pharmacol*. 20 (2 Suppl 2) :3-8. 2007
- 11) Li Q, Nakadai A, Matsushima H, Miyazaki Y, Krensky AM, Kawada T, Morimoto K. Phytoncides (wood essential oils) induce human natural killer cell activity. *Immunopharmacol Immunotoxicol*. 28 (2) : 319-33, 2006
- 12) 西村 三香子, 伊香賀 俊治, 平田 潤一郎, 小川 聡, 土屋 遼太, 住宅の内装木質化が睡眠と日中の知的生産性に及ぼす影響, *日本建築学会関東支部研究報告集*, 86: 225-228, 2016
- 13) 山本由華史, 田中秀樹, 高瀬美紀, 山崎勝男, 阿住一雄, 白川修一郎, 中高年・高齢者を対象としたOSA睡眠調査票(MA版)の開発と標準化, *脳と精神の医学*, 10 (4) : 401-409, 1999
- 14) Quante M, Kaplan ER, Cailler M, Rueschman M, Wang R, Weng J, Taveras EM, Redline S, Actigraphy-based sleep estimation in adolescents and adults: a comparison with polysomnography using two scoring algorithms. *Nat Sci Sleep*. 18;10:13-20, 2018.
- 15) 谷田恵子, OSA 睡眠調査票による睡眠感と睡眠中の心拍変動パワースペクトル指標との関連, *日本看護技術学会誌*, 9 (3), 19-26, 2010.
- 16) Keshavarz Afshar M, Behboodi Moghadam Z, Taghizadeh Z, Bekhradi R, Montazeri A, Mokhtari P, Lavender fragrance essential oil and the quality of sleep in postpartum women, *Iran Red Crescent Med J*. 17 (4): e25880, 2015