

睡眠誘導効果をもつ (-)-酢酸ボルニルの睡眠促進効果 ならびに肌質改善効果

九州大学農学研究院¹、近畿大学産業理工学部²

清水 邦義¹、松本 清¹、大貫 宏一朗²

This study aimed to investigate whether (-)-bornyl acetate promoted sleep and had any concomitant effects on skin condition. Healthy women over 50 years of age participated in our experiment for 2 weeks. Each of them inhaled water mist with/without (-)-bornyl acetate every night for 1 h after they went to bed. They maintained logs of sleep time and wake time, measured their skin's moisture level, and constantly wore a triaxial accelerometer to record daily physical activity. They filled out questionnaires regarding sleep quality and skin condition on the first and last day of the experiment. The results showed that subjects in the group inhaling water mist with (-)-bornyl acetate went to bed about 20 min earlier and showed an increase in sleep duration for 2 weeks. In addition, the subjective measures of oil and moisture content of the facial skin improved. These findings suggest that (-)-bornyl acetate affected the temporal characteristics of sleep and improved the subjective assessments of oil and moisture content of the skin. Moreover, we observed that skin moisture of eye area was related to sleep length.

1. 緒言

社会生活の夜型化・24時間化が進行した現代社会において、睡眠障害による経済的な損失は年間3兆円を超えると試算されている。不眠症の治療では、睡眠時の緊張や不安を取り除き寝つきをよくするために、睡眠導入剤が用いられているが、一定の効果は期待できるものの副作用の問題があるため、そのような薬剤に頼らない方法の検討が進められている。アロマセラピーのように天然由来の香りを用いた睡眠サポートもそのひとつである。例えば、ラベンダーの香りには睡眠の質を改善する効果がある^{1,2)}。

睡眠不足による肌機能の低下に注目したKahanら^{3,4)}は、人や動物を対象とした睡眠不足や睡眠遮断と肌機能との関連を調査した研究例をレビューし、睡眠不足による睡眠覚醒リズムの不調は肌質の低下をもたらすと結論づけている。これに対し国内では、山崎ら⁵⁾が魚介類に多く含まれる

“グリシン”に着目し、若年女性を対象にグリシン食品の就寝直前の摂取による睡眠の質と肌質への効果を検討している。その結果、睡眠の質の向上、成長ホルモン分泌量の増加、皮膚バリア機能改善および敏感肌改善が認められたことを報告している。

以上のことから、肌質の改善・向上までも視野に入れ、香りによって睡眠覚醒リズムに働きかけ、睡眠の質の向上を図る方法を探索することは、十分に検討の余地があり、それが特定されれば香りの新しい機能性を見いだすこととなり、実用的にも学術的にも価値のある知見となる。

一方、(-)-酢酸ボルニルは、マツやモミなどのマツ科樹木の針葉から採る精油に多く含まれる成分のひとつであり、松葉の爽やかな香りを有し、“森の香り”とも呼ばれる成分である。爽やかな印象を持つ香料であることから、ウッディな香りの商品（例えば、石鹸、入浴剤、ルームフレグランスなど）を作る際などによく使用され、特に男性化粧品に使われることが多い。吸引することによって作業効率低下の抑制効果や作業後の覚醒状態の低下効果（ θ 波増強）および自律神経の緊張緩和効果が認められており⁶⁻⁹⁾、効果的な睡眠を促進する可能性がある。

肌質を健やかな状態に導くためには、肌質改善効果のあるとされる食品成分や天然素材からの抽出成分を、経口または経皮によって摂取することが有効な方法として、数多くの研究がなされている。しかし、肌質は睡眠とも関わりが深く⁴⁾、肌質の改善や維持に対して睡眠という行動的側面からサポートすることも重要であると考えられる。

そこで本研究では、人を対象に日常生活における睡眠時に (-)-酢酸ボルニルを提示した時の睡眠の質の評価を行うことによって、(-)-酢酸ボルニルが人の睡眠覚醒リズムにどのような影響をあたえるのかを明らかにする。また、一定期間 (-)-酢酸ボルニルの吸引を実施し、その前後の肌質を評価することによって、(-)-酢酸ボルニルの肌質

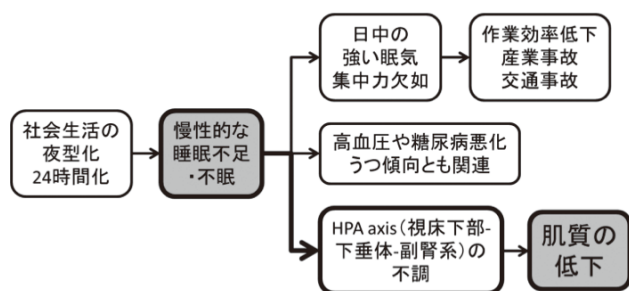


図 1-1 睡眠不足と肌質低下の関係



Sleep promotion and skin condition improvement using (-)-Bornyl acetate

Kuniyoshi Shimizu^{*1}, Sayaka Matsumoto¹, Koichiro Ohnuki²

Faculty of Agriculture, Kyushu University¹, Faculty of Humanity-Oriented Science Engineering, Kinki University²

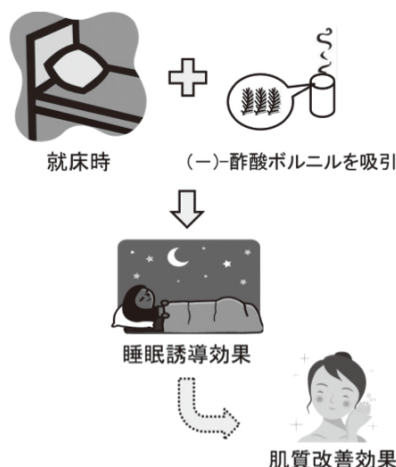


図 1-2 期待される就床時の香り吸引による効果

の改善効果についても検討する。さらに、睡眠覚醒リズムや肌質向上に対して、より効果的な (-)-酢酸ボルニルの提示方法を特定する。

2. 実験

本研究は、九州大学農学研究院の倫理委員会の承認を得て実施された。実験は、被験者が日常生活の中で就床時に (-)-酢酸ボルニルを吸引することを2週間続ける必要があるためモニター調査方式とし、被験者募集時に実験内容を伝え、被験者の書面による同意を得た後に開始された。実験に用いる道具や質問紙の一式が被験者の自宅に送付され、被験者は日常生活の中で実験を2週間行い、実験終了後に使用した道具と質問紙の一式は回収された。

2.1. 被験者

本研究では、(-)-酢酸ボルニル吸引による睡眠への効果に加えて肌質への波及効果を検討するため、被験者には肌質に対する関心度の観点から女性を対象とした。また、女性の肌質には月経周期が深く関与することからその影響を取り除くために、閉経を迎えていることが予想される50歳以上を対象として募集を行い、26名が実験に参加した。就床時に香りを吸引する群(香りあり群)と香りを吸引しないプラセボ群(香りなし群)の2群を設定し、13名ずつランダムに割り当てた。26名中3名が50歳未満であったため以降の分析から除外し、香りあり群は11名(50～71歳, M=57.8歳, SD=6.3歳)、香りなし群は12名(50～72歳, M=57.4歳, SD=6.3歳)であった。

2.2. 就床時の香りの吸引

(-)-酢酸ボルニルの香り試料には、シグマアルドリッチ B55203 95% (Aldrich) を用いた。就床時の香りの吸引には、アロマディフューザー(良品計画 超音波アロマディフューザー 11SS)を使用した。

アロマディフューザーに入れる溶液は、香りあり群には超純水 100mL に対し (-)-酢酸ボルニル 10 μ L を添加したものとし、香りなし群には超純水 100mL のみとした。溶液は、1回分の分量をスクリー管に封入したものを実験日数分用意し、1回ごとに溶液の交換を行うこととした。

アロマディフューザーは、枕元の頭から半径 50cm 程度離れたところに配置した。香りの吸引は、タイマー機能を利用して就床開始 1 時間として、実験 2 日目から 14 日目まで実施した。

どちらの群にも、「香りのごく薄い濃度に調節しているため、香りを感じない場合もありますが、気にせず実験を行ってください」と教示した。

2.3. 測定項目

睡眠の質および肌質の評価には、それぞれ客観的な評価と主観による評価を用いた。

睡眠の質の客観的な評価には、実験期間中の就床および起床の時刻と身体活動量を用いた。就床および起床の時刻は、睡眠および睡眠以外の時間(活動時間)の時間的な側面の評価が可能である。身体活動量(METS)は、被験者が実験期間中に活動量計(オムロン 活動量計 HJA-3501T Active style Pro)を腹側のウエストの位置に装着して計測した。就床中や日中の身体活動の程度から睡眠の質を評価することができる。睡眠および活動時間の時間的側面、身体活動量は、実験期間中の変動を検討した。

睡眠の質の主観による評価には、質問紙の PSQI (ピッツバーグ睡眠質問紙)¹⁰⁻¹²⁾ と OSA-MA (OSA 睡眠感調査票 MA 版)^{13,14)} を用いた。PSQI は直前の 2 週間の睡眠を振り返って回答してもらうものであった。また、睡眠の質に関する内省と日中の身体活動に関する内省との関連を検討するために、日中に身体をどの程度動かしたと思うか(運動感)の質問を追加した。OSA-MA は起床時にその夜の睡眠についての内省を回答してもらうものであった。いずれも実験の開始日と終了日に回答してもらい、睡眠に関しての主観評価の実験前後の変化を検討した。

肌質の客観的な評価には、肌水分計(スカラ モイスターチェッカー MY-808S)を用いた。測定方法は簡易で、センサーを肌に水平に押し当てて数秒待つと表示部に測定部位の水分率(%)が表示される。肌の乾燥の程度を意識しやすい目尻(右目)と衣服に覆われていることが多い前腕内側(左腕の肘から 3 cm の位置)の 2 ヶ所についてそれぞれ 3 回ずつ、每晚就床前と毎朝起床後に測定することとした。肌水分は、睡眠の時間的側面や身体活動量と同様に、実験期間中の変動を検討した。

肌質に関する質問紙は、実験開始日の夜とその翌朝、実験終了日の夜と翌朝の計 4 回、肌水分の計測と合わせて実施することとした。顔(全体)、目尻、前腕内側の 3 ヶ所に

ついて、水分、油分、弾力の程度を自身の感覚に基づいてそれぞれ回答してもらうものであった。選択肢は「ない(-2点)」、「やや少ない(-1点)」、「適度(0点)」、「やや多い(1点)」、「非常に多い(2点)」の5つとして採点し、睡眠の質の主観評価と同様に、肌質の主観評価の実験前後の変化を検討した。

3. 結果

まず、睡眠の質について客観的指標の2週間の変動を検討し、主観評価の実験前後の変化を検討した。次に肌質について客観的指標の2週間の変動を検討し、主観評価の実験前後の変化を検討した。

次に、2週間連続して記録した項目は1週目と2週目の差を、睡眠の質や肌質に関する内省については実験前後に記入した質問紙の合計点の差をとり、各項目の相関関係を検討した。

3. 1. 睡眠の質への影響

3. 1. 1. 時間項目

就床時刻の実験期間2週間の変動については、香りなし群は実験期間中を通して大きな変動はなかったのに対し、香りあり群は第1週に比べて第2週は就床時刻が早くなる傾向が観察された。1週間ごとの平均就床時刻を算出し、週(2水準)×群(2水準)の分散分析を行ったところ、週×群の交互作用に有意差が得られた($F(1, 21) = 4.92, p = 0.037$)。下位検定の結果、香りなし群には第1週(23:45±0:18, $M \pm SE$)と第2週(23:49±0:20)の間に就床時刻の差はなかったのに対し、香りあり群は第1週(24:12±0:29)に比べ第2週(23:53±0:30)は就床時刻が早くなっていたことが示された($p = 0.019$)。

起床時刻に関しては、両群ともに実験期間を通して大きな変動はなく、1週間ごとの平均起床時刻も、香りなし群では第1週6:13±0:16、第2週6:12±0:15、香りあり群では第1週6:35±0:17、第2週6:38±0:20であった。就床時刻と同様の分散分析を行ったが、有意差は得られなかった。

次に、就床時刻から翌朝の起床時刻までの時間を就床持続時間とし、起床時刻からその日の就床時刻までを起床持続時間として、それぞれの時間の長さ(分)を検討し

た。1週間ごとの平均就床持続時間は、香りなし群では第1週388.23±15.75分、第2週383.82±20.37分、香りあり群の第1週383.27±27.84分、第2週405.03±29.89分であった。分散分析を行ったところ、週×群の交互作用の差に有意傾向が得られた($F(1, 21) = 4.09, p = 0.055$)。起床持続時間については、同様の分析の結果、週×群の交互作用に有意差が得られ($F(1, 21) = 6.46, p = 0.018$)、香りなし群には第1週(1049.94±16.04分)と第2週(1058.84±21.95分)の間に起床持続時間の差はなかったのに対し、香りあり群は第1週(1057.16±27.45分)に比べ第2週(1032.70±30.30分)は起床持続時間が短くなっていたことが示された($p = 0.017$)。

以上の分析の結果、時間に関する項目では、香りなし群は実験期間中にはいずれの測定項目においても変化は見られなかったが、香りあり群は就床時刻が早くなり就床持続時間の延長傾向と起床持続時間の短縮が観察された。

3. 1. 2. 身体活動量

身体活動量は実験期間中の連続記録であったため、日々の就床時刻と起床時刻に基づいて、就床中(就床持続時間)と日中(起床持続時間)に分けて検討した。どちらも個人によってまた日によって時刻や時間の長さが異なっていたため、まず、全体を6等分した区間に分けて時間経過による変動の全体的な傾向を検討した後に、それぞれ特定の時間帯に注目して検討した。

就床中の6区分は、就床直後の区分を就床1とし、順に就床2、3、4、5、起床直前の区分を就床6として各区分の平均活動量を算出し検討したところ、一晩の活動量は就床直後が高く、就床途中は低下し、起床直前にまた増加することが示された。そこで、就床直後と起床直前のそれぞれ120分間を15分ごとに区切り、各区分の合計活動量の変動を検討した。これらの分析では、就床持続時間が240分未満の日のデータは除外したため、香りあり群の1名はデータ欠損となった。

就床直後120分間では、香りなし群/あり群とも第1週/2週とも、就床後0～15分の活動量が顕著に高く(10 METS前後)、15～30分で急速に低下し(4 METS前後)、30分以降はそのままの水準を保っていた。週(2水準)×時間経過(8水準)×群(2水準)の分散分析を行ったところ、時間経過の主効果に有意な差が認められた($F(7, 140) = 47.03, p < 0.001$)。下位検定の結果、就床後0～15分の活動量は15分以降120分までの15分ごとの活動量よりも高く($ps < 0.001$)、就床後15～30分の活動量は30分以降105分までの15分ごとの活動量よりも高かったことが示された($ps < 0.05$ または $ps < 0.01$)。群の主効果にも有意な差が認められ($F(1, 20) = 5.92, p = 0.024$)、香りあり群の就床後120分間の活動量は香りなし群よりも高かったことが示された。

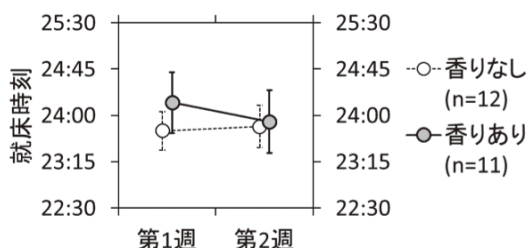


図 3-1-1 就寝時刻の変動

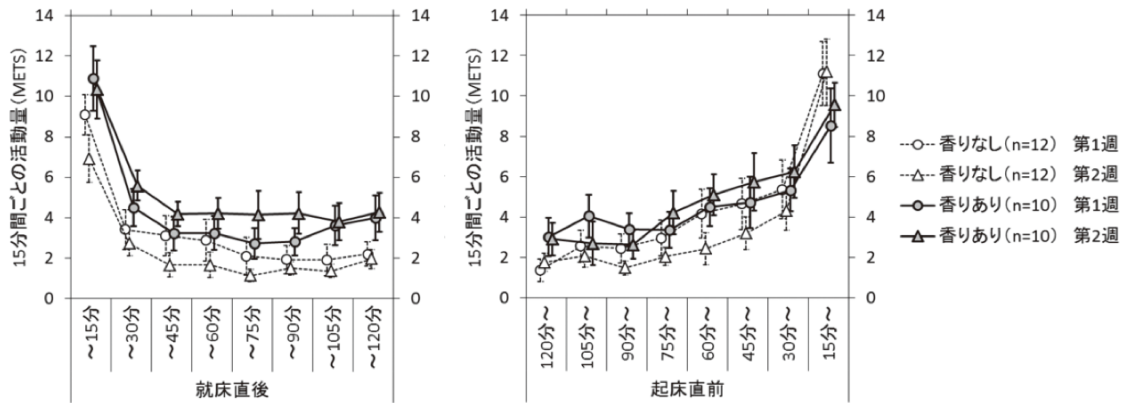


図 3-1-2-1 就床直後および起床直前の 15 分ごと身体活動量

起床直前の 120 分間では、香りなし群/あり群とも第 1 週/2 週とも、起床直前 120～75 分までの 15 分ごとの活動量は 2.5 METs 前後で、その後～起床直前 15 分までに徐々に増加し (5.3 METs 前後)、直前の 15 分間で 10 METs 前後まで急増した。同様に分散分析を行ったところ、時間経過の主効果のみに有意な差が認められ ($F(7,140) = 34.64, p < 0.001$)、群間の差は得られなかった。

日中の 6 区分は、起床直後の区分を日中 1 とし、順に区分 2、3、4、5、就床直前の区分を日中 6 とし、各区分の平均活動量を算出した。全体的に、日中 1 と 2 の活動量が高く (1.6 METs 前後)、日中 3 から 5 にかけて徐々に減少し (1.4 METs 前後)、日中 6 ではさらに減少していた (0.9 METs 前後)。また、一般的な社会活動の時間として 10 時から 18 時までに注目し、8 時間を 2 時間ごとに区切り、各区分の合計活動量の変動を検討した。香りなし群/あり群とも第 1 週/2 週とも、10～12 時の活動量が 200 METs 前後で最も高く、その後徐々に低下して 16～18 時には、ばらつきは大きい、190 METs 前後まで低下していた。日中の 6 区分および 10 時から 18 時までの時間のいずれにおいても、週×時間経過×群の分散分析まで実施したが、群間に顕著な差は観察されなかった。

次に、就床中の身体活動すなわち体動は睡眠段階が深くなるほど体動が少なくなる¹⁵⁾ことに着目し、身体活動量に基づく睡眠周期の検討を試みた。就床時刻から 3 時間について、睡眠中のある時間 (1 分) の前後 15 分を合わせた合計 31 分間の合計活動量 (METs) を体動密度¹⁶⁾として算出し、その変動の周波数解析を行った。この分析では、就床持続時間が 180 分未満の日のデータは除外したため、香りあり群の 1 名はデータ欠損となった。

下図に示す通り、睡眠周期のパワーは、低い周波数 (0.00013 Hz, 128 分周期) から高い周波数 (0.00052 Hz, 32 分周期) にかけてなだらかに減少し、群および週間に顕著な差は観察されなかった。

以上の身体活動量の分析の結果、就床中の身体活動量に関しては、一晩の変動の仕方や就床直後の活動量について

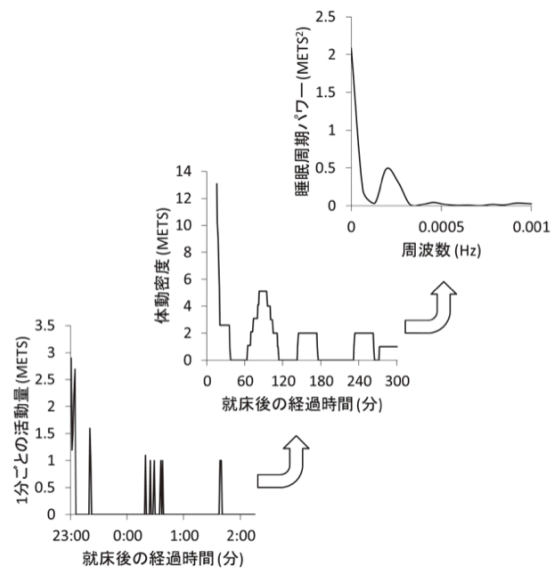


図 3-1-2-2 身体活動量による睡眠周期分析

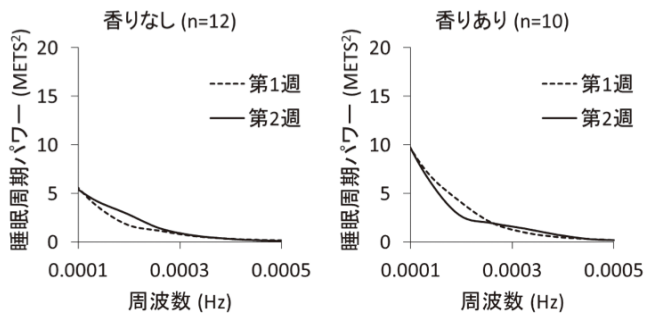


図 3-1-2-3 体動からみた睡眠周期の変動

香りなし群と香りあり群の差は認められたが、日中の身体活動量には群間の差はほとんど見られなかった。また、身体活動量に基づく睡眠周期についても検討を行ったが群間の差は観察されなかった。

3. 1. 3. PSQI (ピッツバーグ睡眠質問票)

実験開始日の回答を Pre、終了日の回答を Post とし、それぞれの総合得点と項目別得点の変化を検討した。PSQI の得点は、得点が低いほど睡眠の質が良好であった

ことを示すものである。香りあり群の1名は記入漏れがあったため、データ欠損となった。

香りなし群の総合得点は 5.91 ± 0.67 点から 5.08 ± 0.71 点に減少し、香りあり群も 7.20 ± 1.16 点から 6.20 ± 0.85 点に減少していた。時間 (2水準) \times 群 (2水準) の分散分析を行った結果、時間の主効果に有意差が認められたことから ($F(1, 20) = 7.69, p = 0.011$)、どちらの群も総合得点がPreからPostにかけて減少し、睡眠の質は総合的に改善されていたことが示された。

3. 1. 4. OSA-MA (OSA 睡眠感調査票 MA 版)

初日の回答をPre、最終日の回答をPostとして、5つの因子ごとに得点の変化を検討した。OSA-MAは、得点が高い方が睡眠感は良好であったことを示すものである。

因子I (起床時眠気)、III (夢み)、IV (疲労回復) については、PreからPostへの変化が小さく、香りなし群とあり群の差もほとんど見られなかった。因子II (入眠と睡眠維持) とV (睡眠時間) については、香りなし群とあり群の差はほとんど見られないものの、PreからPostにかけて増加する傾向がみられた。分散分析の結果、いずれも時間の主効果の差は有意傾向 (因子II: $p = 0.054$, V: $p = 0.091$) であることが示された。

以上の分析の結果、起床時の睡眠感に関しては、どちらの群も入眠と睡眠維持および睡眠時間について改善傾向はあるものの、香りなし群とあり群の間の差は観察されなかった。

3. 2. 肌質への影響

3. 2. 1. 肌水分

毎晩就寝前(夜)に測定された目尻の肌水分は、香りあり群も香りなし群も実験期間を通して大きな変動はなく、一般的に香りあり群の方がより高い値を示した。1週間ごとの平均値を算出し、週 (2水準) \times 群 (2水準) の分散分析を行った。群の主効果に有意差が得られ ($F(1, 21) = 5.38, p = 0.030$)。香りあり群の夜の目尻の肌水分 (第1週: $41.5 \pm 0.5\%$, 第2週: $41.5 \pm 0.6\%$) は、香りなし群 (第1週: $39.6 \pm 0.8\%$, 第2週: $38.5 \pm 1.0\%$) よりも高かったことが示された。

毎朝起床後(朝)に測定された目尻の肌水分についても、香りあり群も香りなし群も実験期間を通して大きな変動は

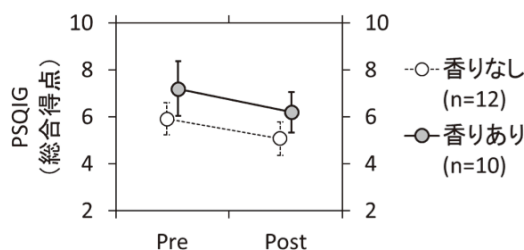


図 3-1-3 PSQI 総合得点の変動

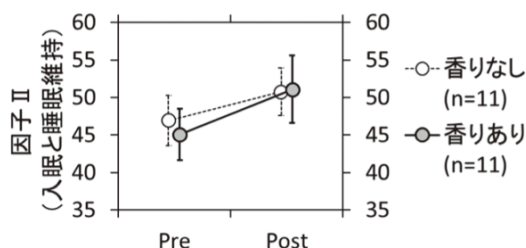


図 3-1-4 OSA-MA 因子IIの変動

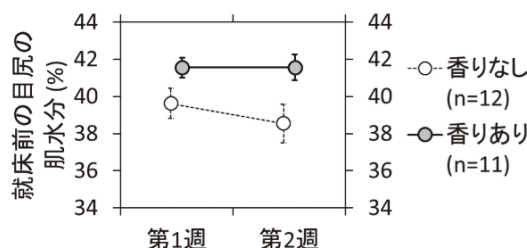


図 3-2-1 就床前の目尻の肌水分の変動

なく、一般的に香りあり群の方がより高い値を示した、就床前(夜)と同様の分析の結果、群の主効果に有意差が得られ ($F(1, 21) = 6.09, p = 0.022$)、香りあり群の朝の目尻の肌水分 (第1週: $41.5 \pm 0.8\%$, 第2週: $40.7 \pm 0.7\%$) は、香りなし群 (第1週: $38.8 \pm 0.6\%$, 第2週: $38.7 \pm 0.5\%$) よりも高かったことが示された。

毎晩と毎朝に測定した前腕内側の肌水分については、実験期間中の変動は少なく、香りなし群とあり群の差もほとんど見られなかった。それぞれ分散分析を行ったが、いずれの主効果にも交互作用にも有意差は得られなかった。したがって、どちらの群も前腕内側の肌水分には変化はなかったことが示された。

以上の分析の結果、目尻の肌水分については、就床前も起床後も、香りなし群より香りあり群の方が高かったものの、どちらの群も実験期間中の変動は見られなかった。こ

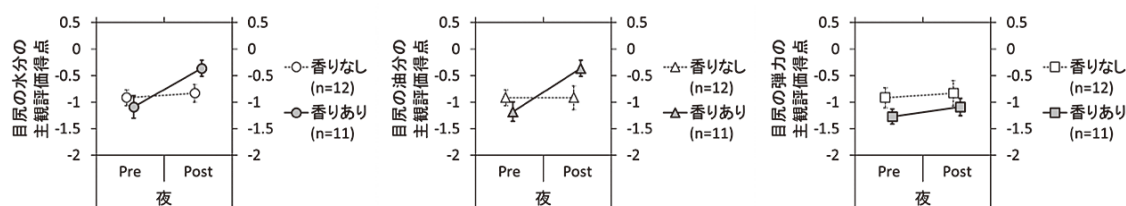


図 3-2-2 就床前の目尻の肌質主観評価の得点変化

(左:水分、中:油分、右:弾力/0点:適度、-1点:やや少ない、-2点:非常に少ない)

れに対し、前腕内側の肌水分には、就床前にも起床後にも群間の差と実験期間中の変動は観察されなかった。

3.2.2. 肌質の主観評価

顔(全体)、目尻、前腕内側の3ヶ所について、水分、油分、弾力の程度を「ない(-2点)」から「非常に多い(2点)」の5件法で回答してもらったが、ほぼ0点以下が選択されており、全体として、水分、油分、弾力は適度または少ないと感じていたと考えられる。

就床前の目尻の肌質の評価は、香りなし群では水分、油分、弾力全てにおいて実験前後の変化は見られなかったが、香りあり群の水分と油分にはPre(-1点前後)からPost(-0.3点前後)に得点が増加していた。水分、油分、弾力のそれぞれに時間(2水準)×群(2水準)の分散分析を行った結果、水分と油分には時間の主効果に有意差が認められ(水分: $F(1, 21) = 8.70, p = 0.0076$, 油分: $F(1, 21) = 14.31, p = 0.0010$)、時間×群の交互作用にも有意差が得られた(水分: $F(1, 21) = 5.49, p = 0.029$, 油分: $F(1, 21)$

$= 14.31, p = 0.0010$)。交互作用の下位検定の結果、香りなし群ではPreとPostの間に有意差はなく、香りあり群ではPreからPostにかけて有意に得点が増加していた(水分: $p = 0.0014$, 油分: $p < 0.001$)。

起床後の目尻、就床前と起床後の顔(全体)、就床前と起床後の前腕内側については、水分、油分、弾力とも実験前後の変化は小さく、群間の差もほとんど見られなかった。それぞれ分散分析を行ったが、いずれの主効果にも交互作用にも有意差は得られなかった。したがって、どちらの群も起床後の目尻、就床前と起床後の顔(全体)、就床前と起床後の前腕内側についての肌質の主観評価には、実験前後の変化も群間の差もなかったことが示された。

以上の分析の結果、香りなし群と香りあり群との違いが見られたのは、就床前の目尻の水分と油分の主観評価で、いずれも香りなし群は実験前後の変化がなく、香りあり群では実験前から実験後にかけての改善が観察された。

表 3-3 睡眠に関する項目と肌質に関する項目の相関分析

	年齢	睡眠に関する項目							肌質に関する項目	
		A	B	C	D	E	F	G	H	I
年齢	<i>r</i>	-0.072	0.043	0.271	0.198	-0.366	-0.068	-0.019	-0.089	-0.095
	<i>n</i>	23	23	22	22	22	22	22	23	23
	<i>p</i>	0.744	0.845	0.222	0.377	0.093	0.763	0.933	0.686	0.666
A	<i>r</i>		-0.821	-0.045	-0.126	0.004	-0.151	0.158	-0.303	0.009
	<i>n</i>		23	22	22	22	22	22	23	23
	<i>p</i>		<0.001	0.842	0.576	0.985	0.502	0.482	0.159	0.967
B	<i>r</i>			0.047	0.165	-0.080	0.000	-0.293	0.457	-0.161
	<i>n</i>			22	22	22	22	22	23	23
	<i>p</i>			0.835	0.463	0.723	1.000	0.185	0.028	0.463
C	<i>r</i>				0.874	0.331	0.061	-0.105	-0.332	0.337
	<i>n</i>				22	22	21	21	22	22
	<i>p</i>				<0.001	0.132	0.792	0.650	0.131	0.125
D	<i>r</i>					0.382	-0.005	-0.050	-0.085	0.263
	<i>n</i>					22	21	21	22	22
	<i>p</i>					0.079	0.982	0.829	0.706	0.236
E	<i>r</i>						0.484	0.208	-0.326	-0.026
	<i>n</i>						21	21	22	22
	<i>p</i>						0.026	0.365	0.138	0.908
F	<i>r</i>							0.048	-0.337	-0.232
	<i>n</i>							21	22	22
	<i>p</i>							0.836	0.125	0.298
G	<i>r</i>								-0.080	0.243
	<i>n</i>								22	22
	<i>p</i>								0.723	0.275
肌質に関する項目	<i>r</i>									0.027
	<i>n</i>									23
	<i>p</i>									0.902

睡眠に関する項目 A : 就床時刻の変化量(分)
 睡眠に関する項目 B : 就床持続時間の変化量(分)
 睡眠に関する項目 C : 就床後 45-60 分の身体活動量の変化量(METS)
 睡眠に関する項目 D : 就床後 60-75 分の身体活動量の変化量(METS)
 睡眠に関する項目 E : 睡眠周期のパワーの変化量(METS2)
 睡眠に関する項目 F : PSQI (ピッツバーグ睡眠質問票) 総合得点の変化量(点)
 睡眠に関する項目 G : OSA-MA (OSA 睡眠感調査票 MA 版) 合計点の変化量(点)
 肌質に関する項目 H : 就寝前(夜)の目尻の肌水分の変化量(%)
 肌質に関する項目 I : 就寝前(夜)の目尻の肌質の主観評価合計点の変化量(点)
r: 相関係数, *n*: サンプル対の数, *p*: 有意確率

3. 3. 睡眠および肌質に関する項目の関連性の検討

睡眠と肌質の関連について検討するために、睡眠および肌質に関する項目の変化量の相関関係を検討した。睡眠に関しては7項目(就床時刻、就床持続時間、就床後45-60分および60-75分の身体活動量、睡眠周期のパワー、PSQI総合得点、OSA-MA合計点)、肌質に関しては2項目(就寝前の目尻の肌水分および肌質の主観評価水分・油分・弾力の合計点)を選出した。全被験者を対象に、第1週と第2週の各平均値の差または実験前Preと実験後Postの差をそれぞれ算出し、これらの変化量に年齢を加えた10項目の相関係数を求めた。

その結果、①就床持続時間と就床時刻、②就床持続時間と肌水分、③就床後45-60分および60-75分の身体活動量、④睡眠周期のパワーとPSQI総合得点の4つの項目対に有意な相関関係が認められた。

①就床持続時間と就床時刻では、高い負の相関関係が認められた($r = -0.821, p < 0.001$)。このことは、就床時刻が早まれば就床持続時間が延長し、就床時刻が遅延すると就床持続時間が短くなることを示し、当然の結果であるといえる。

②就床持続時間と肌水分では、中程度の正の相関関係が認められ($r = 0.457, p = 0.028$)、就床持続時間が延長すると肌水分も増加し、就床持続時間が短縮されると肌水分も減少するという対応関係であった。このことは、睡眠と肌質の関連性を示唆するものと考えられる。

③就床後45-60分および60-75分の身体活動量では、高い正の相関関係が認められた($r = 0.874, p < 0.001$)。就床後45-60分および60-75分の時間帯は、睡眠周期の最初のサイクルの中で、睡眠段階が深く体動が最も少なくなることが予想される時間帯である。したがって、これらの時間帯の身体活動量すなわち体動は睡眠の質を左右する項目の一つと考えられ、肌質に関する項目との関連も期待されたが、相関関係としては検出されなかった。

④睡眠周期のパワーとPSQI総合得点の間には、中程度正の相関関係が認められた($r = 0.484, p = 0.026$)。睡眠周期のパワーは、睡眠周期に近い周波数帯域(0.00013 Hz, 128分周期および0.000195 Hz, 約85分周期)のパワーを合計したもので、パワーの増加はその周期の体動がより明白に出現していたことを示すものである。PSQI総合得点は、高いほど睡眠の質が低下することを示すものであることから、体動の出現頻度と睡眠の質との間にも対応関係があることを示していると考えられる。

以上の分析の結果、複数の睡眠に関する項目の中でも就床持続時間について、就床前の目尻の肌水分との間に対応関係が観察され、睡眠の時間的側面と肌質との関連が示唆された。

4. 考 察

本研究は、睡眠誘導効果をもつ天然由来の香り(-)-酢酸ボルニルを用いた睡眠サポート法を提案し、睡眠促進によ

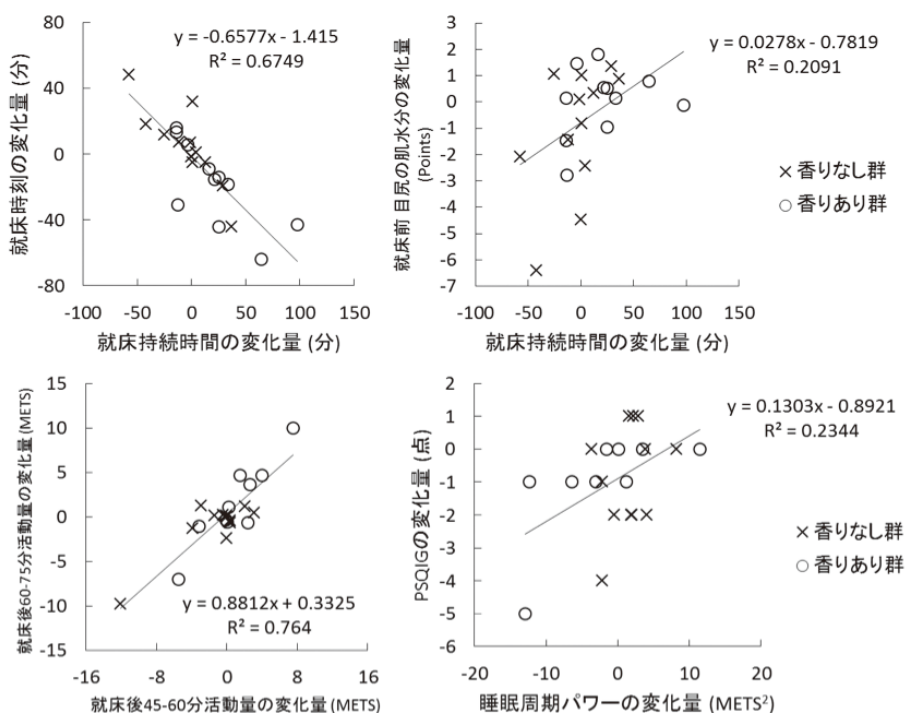


図 3-3 睡眠および肌質に関する項目(変化量)の相関関係

る肌質への波及効果を検討することを目的として、50歳以上の成人女性を対象に就床時の香りの吸引を2週間実施し(香りあり群)、プラセボ群(香りなし群)との比較を行った。

睡眠の質の評価には、就床・起床の時刻とその持続時間、就床中と日中の身体活動量、直近の2週間の睡眠に関する内省、起床時の睡眠感を用いた。

時間に関する項目では、就床時に(-)-酢酸ボルニルの香りを吸入した香りあり群において、就床時刻が早くなり就床持続時間の延長傾向と起床持続時間の短縮が観察された。起床時刻(6:30頃)は変化せずに就床時刻が早まった(第1週では0:10頃だったのが第2週では23:50頃になった)ことから、社会生活への影響は少なく、睡眠時間確保の観点からも睡眠の質の改善につながる変化であったともいえる。なお、全被験者の各測定項目の変化量の相関分析では、就床時刻が早いことと就床持続時間の延長との対応関係も示されており、この結果とも一致している。(-)-酢酸ボルニルの香りには、作業後の覚醒状態の低下効果(θ 波増強)および自律神経の緊張緩和効果が報告されており⁶⁻⁹⁾、これらの効果によって睡眠の質が向上し、より早い就床行動を促進した可能性が考えられる。

身体活動量に関しては、就床中でも日中においても、顕著な群間の差の検出には至らなかった。また、就床後3時間の身体活動量すなわち体動に基づいて睡眠周期の検討を行ったが、こちらでも群間の差は観察されなかった。これらは、身体活動量による睡眠の質の評価は未だ開発途中であり^{15,16)}、評価方法が定まっていないことも理由のひとつと考えられる。睡眠の質の客観的な評価には、脳波、眼球運動、筋電図などの生体信号を収録して評価する終夜睡眠ポリグラフィ検査が一般的であるが¹⁷⁾、身体に多数の電極を装着する必要があるなどの様々な制約があり、個人レベルでの計測は困難である。睡眠研究の推進のためには日常生活の中で簡易的に計測できる方法の開発が必要であり、今後も身体活動量・体動による睡眠評価を試み続け知見を蓄積していく必要がある。

睡眠に関する内省と起床時の睡眠感については、どちらの群にも実験前から後にかけて改善が見られた。ただし、群間の差は得られなかったことから、この改善効果はプラセボ効果と考えられる。

一方、肌質の評価は、肌水分の測定と肌質(水分、油分、弾力)の主観評価を用いた。

肌水分の測定は、目尻と前腕内側の2ヶ所について就床前と起床後に行い、目尻では就床前も起床後も、香りなし群より香りあり群の方が高く、どちらの群も実験期間中の変動は見られなかった。実験初期から香りあり群の方が高い値を示していたため、この結果は就床時の香りの吸引の効果とは考えにくい。前腕内側の肌水分は、実験期間中の変動も群間の差も見られなかった。実験は3月下旬から4

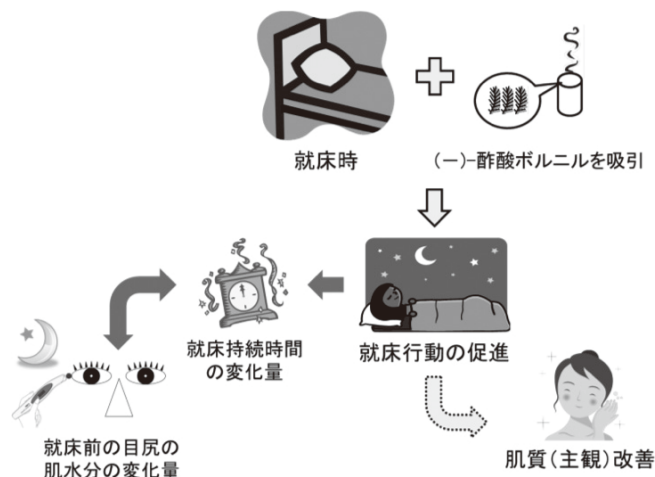


図4 本研究の成果

月上旬にかけて実施されたことから、前腕内側は季節的に衣服(長袖)に覆われていることが多い部位であり、衣類で保護されている部位とみなすことができる。そのため、外気に晒されている顔の部位に比べると変動が起きにくい状況にあったと考えられる。

肌質(水分、油分、弾力)の主観評価は、顔(全体)、目尻、前腕内側の3ヶ所について実験開始日と終了日のそれぞれ就床前と起床後の計4回実施したところ、就床前の目尻の水分と油分の主観評価に関して、就床時に香りの吸引を行った香りあり群では実験前から実験後にかけての改善が観察された。水分は実験期間中の毎晩毎朝に計測を行っており、就寝前の目尻の肌水分の測定値は増加しておらず、油分については測定をしていないため、被験者が何に基づいて肌質の評価をしたのか推測は難しい。グリシン食品摂取が睡眠の質と肌質に及ぼす効果を調査した山崎ら⁵⁾は、睡眠の質の向上とともにPSQIの総合得点と皮膚バリア機能との対応関係を確認している。本研究においても、全被験者を対象とした分析ではあるが、就床持続時間の変化量と就床前の目尻の肌水分の変化量との間には正の相関関係が認められている。したがって、就床時刻が早まり就床持続時間が延長した香りあり群の被験者は、睡眠の質の改善とともに肌質も改善されたと仮定すると、肌水分測定以外のところで何らかの変化を感じ取り、それが肌質の主観評価得点に反映されたことが可能性のひとつとして考えられる。

以上の結果から本研究では、(-)-酢酸ボルニルを就床時に吸引することによって、睡眠の時間的側面に改善効果が確認され、肌質には夜間の目尻の水分と油分に対する主観に対して好ましい波及効果が認められた。また、本研究の測定項目からも、睡眠と肌質の関連性が示唆された。これらの香りの効果をより正確に把握しより有効に発揮させるためには、測定項目の精度の向上とともに、吸引時の(-)-酢酸ボルニルの濃度や吸引する期間も合わせて引き続き検討していく必要がある。

(引用文献)

- 1) Goel N, Kim H, Lao RP, : An olfactory stimulus modifies nighttime sleep in young men and women, *Chronobiol Int.*, 22 (5) , 889-904, 2005.
- 2) Lewith GT, Godfrey AD, Prescott P, : A single-blinded, randomized pilot study evaluating the aroma of *Lavandula angustifolia* as a treatment for mild insomnia, *J Altern Complement Med.*, 11 (4) , 631-637, 2005.
- 3) Kahan V, Andersen ML, Tomimori J, Tufik S, : Stress, immunity and skin collagen integrity: evidence from animal models and clinical conditions, *Brain Behav Immun.*, 23 (8) , 1089-1095, 2009.
- 4) Kahan V, Andersen ML, Tomimori J, Tufik S, : Can poor sleep affect skin integrity?, *Med Hypotheses.*, 75 (6) , 535-537, 2010.
- 5) 山崎俊介, 谷口亜樹子, 渡辺謹三, : 各種アミノ酸摂取による生体への機能性研究: 疲労回復をもたらす食品の探索的研究, 鎌倉女子大学学術研究所報, 10, 59-69, 2010.
- 6) Matsubara E, Fukagawa M, Okamoto T, Ohnuki K, Shimizu K, Kondo R, : (-)-Bornyl acetate induces autonomic relaxation and reduces arousal level after visual display terminal work without any influences of task performance in low-dose condition, *Biomed Res.*, 151-157, 2011.
- 7) Matsubara E, Fukagawa M, Okamoto T, Ohnuki K, Shimizu K, Kondo R, : The essential oil of *Abies sibirica* (Pinaceae) reduces arousal levels after visual display terminal work, *Flavour Frag J.*, 26 (3) , 204-210, 2011.
- 8) 松原恵理, 深川未央, 岡本剛, 大貫宏一郎, 清水邦義, 近藤隆一郎, : 天然素材の多機能性 (5) (-)-酢酸ボルニルの多機能性 ~ “森の香り” (-)-酢酸ボルニルが視覚作業後の覚醒状態や緊張緩和に及ぼす効果~, *Aroma research*, 12 (1) , 76-83, 2011.
- 9) 松原恵理, 深川未央, 岡本剛, 大貫宏一郎, 清水邦義, 近藤隆一郎, : 天然素材の多機能性 (6) モミ精油の多機能性 --モミ精油は視覚作業後の覚醒状態を低下させる, *Aroma research*, 12 (2) , 180-186, 2011.
- 10) Buysse DJ, Reynolds CF 3rd, Monk TH, Berman SR, Kupfer DJ, : The Pittsburgh Sleep Quality Index: a new instrument for psychiatric practice and research, *Psychiatry Res.*, 28 (2) , 193-213, 1989.
- 11) 土井由利子, 箕輪真澄, 内山真, 大川匡子, : ピッツバーグ睡眠質問票日本語版の作成, *精神科治療学*, 13, 755-763, 1998.
- 12) Doi Y, Minowa M, Uchiyama M, Okawa M, Kim K, Shibui K, Kamei Y, : Psychometric assessment of subjective sleep quality using the Japanese version of the Pittsburgh Sleep Quality Index (PSQI-J) in psychiatric disordered and control subjects, *Psychiatry Res.*, 97 (2-3) , 165-172, 2000.
- 13) 小栗貢, 白川修一郎, 阿住一雄, : OSA睡眠調査票の開発 - 睡眠感評定のための統計的尺度構成と標準化 -, *精神医学*, 27, 791-799, 1985.
- 14) 山本由華吏, 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, 401-409, 1999.
- 15) 日本睡眠学会, : 体動, *日本睡眠学ハンドブック*, 朝倉書店, 2002, 460-467頁.
- 16) 神林優太, 萩原啓, : 体動の出現頻度を用いた睡眠周期推定の試み, *生体医工学*, 50 (1) , 99-104, 2012.
- 17) 川名ふさ江, : 終夜睡眠ポリグラフ検査, 松浦雅人編, : *臨床神経生理検査の実際*, 新興医学出版社, 2007, 142-150頁.