

木育活動及びアカエゾマツ精油芳香暴露による唾液中ストレスホルモン(コルチゾール)  
の低減

Reduction of Salivary Cortisol after “Mokuiku” Activities and Exposure to the Fragrance of  
Sakhalin Spruce (*Picea glehnii*) Essential Oil.

土居拓務<sup>2), 6), 7)</sup>、本田知之<sup>2), 5), 7)</sup>、安井由美子<sup>1), 7)</sup>、前田尚之<sup>3), 7)</sup>、酒巻美子<sup>7)</sup>、  
萩原寛暢<sup>4), 7)</sup>、横田 博<sup>1), 2), 7)</sup> ※

Takumu Doi<sup>2), 6), 7)</sup>, Tomoyuki Honda<sup>2), 5), 7)</sup>, Yumiko Yasui<sup>1), 7)</sup>, Naoyuki Maeda<sup>3), 7)</sup>,  
Yoshiko Sakamaki<sup>7)</sup>, Hironobu Hagiwara<sup>4), 7)</sup>, Hiroshi Yokota<sup>1), 2), 7)</sup> ※

<sup>1)</sup> 酪農学園大学獣医学群 <sup>2)</sup> 明治大学研究・知財戦略機構 <sup>3)</sup> 酪農学園大学農食環境  
学群 <sup>4)</sup> てしかが自然学校 <sup>5)</sup> 林野庁木材利用課 <sup>6)</sup> 明治大学商学部 <sup>7)</sup> 一般社団法人  
Pine Grace

<sup>1)</sup> Veterinary School of Rakuno Gakuen University, <sup>2)</sup> The Organization for the Strategic  
Coordination of Research and Intellectual Properties at Meiji University, <sup>3)</sup> College of Agri-  
culture, Food and Environment Sciences, Rakuno Gakuen University, <sup>4)</sup> TESHIKAGA Na-  
ture School, <sup>5)</sup> Wood Use Promotion Division, Forestry Agency, <sup>6)</sup> School of Commerce,  
Meiji University, <sup>7)</sup> The General Incorporated Association“Pine Grace”

※責任著者；横田 博

Corresponding author; H Yokota

酪農学園大学名誉教授

Honorary professor of Rakuno Gakuen University

E-mail; [h-yokota@rakuno.ac.jp](mailto:h-yokota@rakuno.ac.jp)

一般社団法人 Pine Grace 代表

### ***Abstract***

“Mokuiku” activities constituted of forest walking, chopping wood and bonfire were estimated to have suppressive effects on human stress, any evidences showing the suppressive effects were expected. We have assayed salivary cortisol, which expresses own stress levels and showed that it was suppressed in the mostly participants after the “Mokuiku” activities. Even after the exposure to the fragrance of Sakhalin spruce (*Picea glehnii*) essential oil, these suppressive effects were shown. For the elimination of evil effects, the same exposure experiments were done by use of laboratory animals and similar results that the fragrance induced the relaxation of the animals were obtained.

These results indicate that stress levels were suppressed by “Mokuiku” activities and the aroma of the forest and woods such as Japanese spruce plays important roles on the suppressive effects on the stress levels.

Key words: Mokuiku activities, Stress reduction, Sakhalin spruce, Essential oil, Bornyl acetate

### **要旨**

木育活動でストレスを低減される（唾液中コルチゾール低下）ことが分かった。この効果は、北海道の森の香りを代表するアカエゾマツ(*Picea glehnii*)精油を用いた芳香暴露試験で、人のみでなく実験動物でも再現された。これまでの情報から、この精油の主成分であるボルニルアセテートが中心的役割を担うと考察した。

### **キーワード**

木育、アカエゾマツ精油、ストレス低減、コルチゾール、酢酸ボルニル

### はじめに

人類はおよそ 700 万年前に他の類人猿と分かれ、500 万年前に森から草原に進出し、その後も森の恵みに支えられ過ごしてきた。現在、地球上の生物のほとんどは森林に何かしらの形で依存しながら生活している。近代文明の発展とともに、つまり、人類史上におけるごく最近、森林は減少し、都市化のもとで、騒音、匂い、環境汚染そして過密・複雑化した社会システムや人間関係が構築された。これら都市環境に人は充分には適応できず、ほとんどの人は過度なストレス状態にあり、障害や病気の根本原因ともなっている (1、2、3)。1982 年、林野庁により森林浴構想が出され「森林の中には殺菌力を持つ独特の芳香が存在し、森の中にいることが健康体を作る」として森林浴という言葉が生まれた (4)。李らは、被験者 (20 歳代の男子学生) を都市部と森林部の 2 つのグループ (各 6 名) に分け、15 分間座観した後に様々な測定を行った結果、森林環境にいる時には副交感神経が優位となり、唾液中のコルチゾールも低下し、リラックスしている状態であることを示した (5)。これら森林浴効果を利用した森林医療、森林療法 (Forest Medicine または Forest Therapy) を行うことで、血圧の低下、ストレスホルモンの低下、細胞性免疫機能を代表する NK 細胞の増加などが観察され、防御医療の可能性が示唆された (6、7、8)。森林医学と呼ばれる研究分野が進展し、森林や樹木などによる植物由来の刺激によって本来の生理的健康状態に回帰する効果 (ストレス改善など) が科学的に明らかにされつつある (9)。同時に、自然の中での体験や教育の重要性が認識され、森林教育や木育活動の取り組みも行われている (10)。

“木育”とは北海道庁によって提唱された概念である。木や森と触れ合うことで、子どもや人の穏やかな成長を促し、自然を大切に考え行動できる人を育てるという企画である (木育プロジェクト平成 16 年 9 月北海道庁)。森林や樹木を用いた教育の重要性が叫ばれているが、これらが実践された結果、どのような生理的・教育的効果をもたらすのかについての客観的・具体的な証拠 (エビデンス) は、未だ明確に示されていない。

そこで、本稿では、筆者らの研究を中心に木育活動によるストレス低減効果について解説する。筆者らは典型的な木育活動 (森林散策、薪割り、焚火など) の前後におけるストレス状態について、唾液中コルチゾール濃度を測定し、木育活動が期待されている効果をもたらすかどうかについて検証した。ストレス研究に唾液を使用する理由は、コルチゾール濃度が血液中の濃度と相関すること (11-14) と、血液と異なり採取時の侵襲が少なく、採取の際にストレスを与えることがないからである (14, 15, 16, 17)。コルチゾール濃度測定は特異抗体を用いた RIA (ラジオイムノアッセイ) や EIA (エンザイムイムノアッセイ) で行うのが一般的であるが、抗体の特異性や反応条件の影響を受けやすく結果が必ずしも安定しない (18)。そこで、我々の開発した質量分析計 (LC-MS) を用いたより厳密な測定法 (19, 20) により測定した。さらに森林特有の香りに着目し、北海道内の森林において、香り高く、代表的樹木であるアカエゾマツ (*Picea glehnii*) の精油を用いて、人と実験動物に芳香暴露試験を行い、樹木の有する香りの意義について考察した。

## 1. 木育活動によるストレス低減

“木育”という言葉は平成 16 年 9 月に北海道庁による木育プロジェクトにおいて提案

されたことで広まった。「木を身近に使っていくことを通じて、人と木や森と関り主体的に考えられる豊かな心を育むこと」と解釈されている。森林の散策や樹木との触れ合いを含む木育活動により体験者の精神的身体的効果が期待され、中でもストレスが低減されることが予測期待されていた。そこで、木育活動の体験前後の唾液中ストレスホルモンであるコルチゾールを測定した。今回、木育活動には参加者 10 名、マツや広葉樹の自生する森林を案内人から説明を受けつつ、約 1 時間 20 分散策した。その後、斧を用いて自由に薪を割り、割った薪を使って、約 1 時間 10 分の焚火をして談笑した。合計 3 時間程度の木育活動である。木育活動の前後及び別の日の芳香暴露前後に唾液を採取した。採取法は、まず水で軽く口をすすぎ、ゆっくり 5-10 分かけて唾液を試験管にとり、その後冷蔵し、さらに凍結保存した。唾液中コルチゾールを正確に測定するために、LC-MS を用いて測定した結果を図 1 と表 1 に示した。

### 図 1

コルチゾール標準化合物のクロマトグラム（図 1A）に示された RT と同じ値で同じ質量を示す化合物（コルチゾールと同定）が唾液中に検出された（図 1B, C）。木育活動する前（B）と比較し活動後（C）は濃度が減少していた。

被験者 10 名の木育活動前後における唾液中コルチゾール濃度を表 1 に示した。

### 表 1

活動前の平均濃度は 1.10 ng/ml であったのに対し、活動後のそれは 0.23 ng/ml に減少した。個人により変動幅が大きい、10 名中 8 名が有意 ( $p < 0.01$ ) に減少し、2 名は明確な変化が見られなかった。一般に、人の唾液中コルチゾール値は午前中に高い値を示し午後は次第に減少（20～30% 減少）する傾向にある（21）が、この 8 名は 50% 以上の減少を示した。特に芳香暴露前のコルチゾール濃度が 1 ng/ml 以上の高い 6 名は減少幅（70～90%）が大きかった（表 1）。

## 2. アカエゾマツ精油芳香暴露によるストレス低減

木育活動時（森林の散策、薪割り、焚火）に樹木からは特有の香りが発せられる。この香りへの嗜好性の高さが、気分の落ち着きを誘導すると予想される（5、22）。そこで、北海道を代表する樹木の一つアカエゾマツの香りについて、その嗜好性を確認する目的で、20 歳代の学生 106 名にアカエゾマツ精油の香りについてアンケートを行った（図 2）。

### 図 2

その結果、およそ 8 割以上の人が好ましい（非常に良い）と回答し、嗜好性が高いことが確認された（図 2-1）。さらに、106 名中 30 名がアカエゾマツ精油の香りに対する

個人意見を記入してくれた（図 2-2）。好ましいと評価した意見の中で見られる特徴的なキーワードは、「森の中にいる気分」、「爽やか」、「すっきり」、「気持ち良い」、「リラックスした」であった。この結果は、アカエゾマツ精油の香りの特徴を的確に表現しており、気分の落ち着きに加え、ストレス状態を改善する可能性を示している。

このように嗜好性の高さが確認されたアカエゾマツ精油について、その香りが人に及ぼす影響について調べるため、1%（容量／容量）アカエゾマツ精油入りローションを被験者 9 名の両腕に 2ml 塗布して芳香暴露し、40 分後の唾液中コルチゾール濃度を測定した。精油は北海道川上郡標茶町所有のアカエゾマツ群生林において、下方の枝葉を採取し（標茶町役場提供）、ハーブ蒸留器（ピュアスティーラー、株式会社黄河、福岡）を用いて、説明書の方法に従い精油を抽出した。すなわち、蒸留容器に指示量の水と細断した枝葉を入れて水蒸気蒸留を行ない、冷却して得られた油層を採取した。湿重量 1 kg あたりおよそ 10 ml（収率 1%）の精油を得た。このように枝葉から水蒸気蒸留法で精製した精油を無臭のベビーローションに 1%濃度で溶解し、この懸濁液を被験者の両腕に数ミリグラム塗布して 30-40 分ほど香りを暴露した。芳香暴露前後の唾液中コルチゾール濃度を表 2 に示した。なお、精油入りではないローションを塗布した場合には唾液中コルチゾール濃度に変化はみられなかった（表 2-2）。表 2-1 より、9 名中 1 名（No. 4）は塗布後にもコルチゾール濃度は変化せず、1 名（No. 6）は増加し、7 名は明らかな減少を示した。更に、塗布後 3 時間では、減少した 7 名のうち 2 名は芳香暴露前の平均値に戻った（表 2-2 No. 1、5）。

**表 2**

### 3. 動物試験によるストレス軽減作用の検証

人での試験結果はプラシーボ効果を生み易いため、動物試験での裏付けを取ることがより客観的なエビデンスとなり得る。そこで、ICR マウスを用いて芳香暴露動物試験を行った。すなわち、1 群 5 匹のマウスをケージ飼いし、アカエゾマツ精油芳香群として、アカエゾマツ精油の香りを充満させた専用 BOX 内に飼育ケージを設置し、芳香下で 1 時間観察した。もう一方の非芳香群では、無臭の BOX 内に飼育ケージを設置し、観察した。観察した日によって異なったが、観察期間（15 日間）を通して、芳香暴露した群では、1 時間の間に睡眠のような安静状態になる個体が多く観察された（図 3B）。しかし、非芳香群では 1 時間以内に安静状態に入った個体は有意に少なかった（図 3A）。

また、トドマツ精油を用いて同様の試験を行い比較したが、アカエゾマツのような効果は観察されなかった。

**図 3**

これまで森林浴では人の唾液中コルチゾールやアミラーゼ値の低下からストレス低減効果が示されてきた。木育活動（森林散策、薪割り、焚火など）にも森林浴同様にス

トレスを低減する効果が示された。特にストレス低減効果には、森の香りの果たす役割が大きいことも判明した。人でのプラシーボ効果を排するために動物試験を併用した結果、香りにより睡眠誘導されることが確かめられ、より客観的なエビデンスを得ることが出来た。木育活動はこれまで樹木や森林体験及び木材を用いた造形による森林環境教育の一環として幼児や子どもの教育や人間形成にどう生かすかの研究が行われてきている（10、23）。一方、森林や樹木を用いた統合医療や香りを用いた医療（アロマセラピー）など身体への健康への影響効果に関する研究も数多く見られる（24、25、26）。本研究により、木育活動は人のストレス状態を改善する効果が明らかとなり、その主要因として樹木が発する香りが重要な役割を担っていることが示された。さらに、表2に示された瞬時の効果は香りの嗅覚神経を介した特徴であり、副交感神経優位に移行したことを示している。それは、動物試験で暴露後に睡眠誘導（副交感神経優位）された結果でも裏付けられた。

#### 4 アカエゾマツ精油の主成分ボルニルアセテートの有効性

精油に含まれる様々な成分が人や動物の中樞神経を介して、緊張緩和、ストレス低減、睡眠誘導などの効果をもたらすことは古くから知られており、医療に応用されている事実も報告されている（22）。甘松と呼ばれるナルドスタキス（*Nardostachys Chinensis*）の根から取られた Varenol-4,7(11)-diene（VLD）をマウスに吸入させたところ、VLDは15分後に脳内に到達し、30分後には最大濃度に達した。そして、強制ストレスの低減やPentobarbital誘導の睡眠時間を延長させた（27）。アカエゾマツ精油に含まれる成分をガスクロマトグラフィー質量分析計により測定した（表3）。その結果、アカエゾマツ精油成分の特徴として、ボルニルアセテート（酢酸ボルニル）を主成分（40%～50%前後）とすることが判明した。その他の成分については、他の樹木精油と類似していた。

**表 3**

アカエゾマツ精油の主成分はボルニルアセテートであり、その他には $\alpha$ ピネン、カンフェンなどであるが、これらは、その割合は異なるものの、その他のマツや針葉樹にも含まれている成分である。これらの内の複数の成分が上記効果を示すものと推察される（22）。ボルニルアセテートはマツ科（マツやモミ）樹木の精油に多く含まれ、爽やかな香りの主成分とされ、自律神経の緊張緩和効果が認められている（28、29）。ボルニルアセテートの純水希釈液を人に暴露すると2週間後に就床時刻が早くなった（30）。ボルニルアセテートは森の香りと呼ばれ（31）、松原らはボルニルアセテートによる心拍数や脳波を解析し、自律神経の緊張緩和効果をもたらすことを明らかにし、不眠症等の治療・予防の可能性を示した（32）。木育活動によるストレス低減効果は森林や樹木の発する様々な香気成分が総合的に作用したものと考えられる。さらに、今回得られたアカエゾマツ精油芳香暴露による唾液コルチゾールの低下と（表2）、動物試験による睡眠誘導効果（図3）は上記のこれまでの知見から、アカエゾマツ精油の主成分ボルニル

アセテートが数 10 分後に中枢に作用し自律神経緊張緩和作用（副交感神経優位に移行させた）を誘導させたことがその中心的役割と考察される。一般に、香りは鼻腔内の嗅球に結合し、その後、信号は嗅神経を介して扁桃体・海馬に伝わってゆく。扁桃体は情動つまり感情を左右し、基本的にその生物にとって有用なものの香りは快く感じ、ストレスや腐敗したものなど害のあるものは不快と感じて視床下部に伝える。視床下部は自律神経をコントロールしており、不快な場合は交感神経優位にして ACTH を介して副腎を刺激してアドレナリンやコルチゾールなどのストレスホルモンを分泌させる。快い場合にはその逆となりストレスホルモンの分泌は抑制され、かつ副交感神経優位になり気分は落ち着き睡眠の誘導につながる。森の香りの代表といわれるボルニルアセテートを多く含むアカエゾマツ精油の香りも快い香りとして上記神経経路を伝わって最終的にコルチゾールの低減や睡眠を誘発したものと考えられる。

瀧澤らは、森林環境における嗅覚を含めた五感への刺激は自律神経機能やホルモンバランスを調整し心のバランスを保つことに繋がると報告している（33）。事実、子どもの頃の体験（自然体験、動植物や人との関わり）の豊富さが将来の生活の質を左右するという調査結果が報告されている（34）。こうした関連した研究により、人の健康はもちろん教育や成長過程に森林や樹木の果たす役割が徐々に解明されてゆくと推察される。

### おわりに

ストレス社会といわれる現代において、ストレス低減法を日常的に身に着けることが望まれている。木育活動は森の散策などを含むので、ストレス低減に役立つと期待されているが、客観的証拠は少ない状況であった。そこで、森林散策や薪割り、焚火などを行うことで実際にストレスが低減されるか検証した。その結果、3 時間の木育活動を行った後では、唾液中コルチゾール濃度が低下し、明らかなストレス低減が確認された。さらに、この効果は、北海道に自生する代表的樹木アカエゾマツ (*Picea glehnii*) 精油の香りを暴露しただけでも再現された。次に、人によるプラシーボ効果を排する目的で実験動物マウスにアカエゾマツ精油の香りを暴露したところ有意に睡眠誘導された。

すなわち、木育活動にはストレス低減効果がある明確なエビデンスが示された。さらにこの効果には樹木の有する芳香が大きな役割を担っていることが示された。

### 謝辞

本研究は一般財団法人前田一步園財団新井田理事長をはじめ関係者の方々から北海道の森林に関する多くのご助言とアカエゾマツの枝葉を供給いただいた。また、多くの木育関係者の方々にご協力をいただいた。ここに深く謝意を表す。

### 参考文献

- 1 George, P., Chrousos, P.: *Nat. Rev. Endocrinol.* **5**, 374-381 (2009)
- 2 岡本泰昌, 小野田慶一, 三宅典恵, 吉村晋平, 吉野敦, 黒崎充勇, 世木田幹, 岡田剛, 山下英尚, 山脇成人: 日薬理誌, **131**, 5-10 (2008)
- 3 浅川明弘, 乾明夫: 日内会誌, **102**: 11-16 (2013)

- 4 小林功, 近藤照彦, 武田淳史: *Paz-bulletin* No.15, 57-62 (2013)
- 5 李宙営, 朴範鎮, 恒次祐子, 香川隆英, 宮崎良文: 日衛誌, **66**, 663-669 (2011)
- 6 Li, Q., Morimoto, K., Kobayashi, M., Inagaki, H. : *J. Biol. Homeost Agents*, **22**(1), 45-55 (2008)
- 7 宮崎良文, 李宙営, 朴範鎮, 恒次祐子, 松永慶子: 日衛誌, **66**, 651-656 (2011)
- 8 李 卿, 川田 智之: 日衛誌, **69**, 117-121 (2014)
- 9 宮崎 良文, 池井 晴美, 宋 チョロン: 日衛誌, **69**, 122-135 (2014)
- 10 井上真理子、大石康彦: 日林誌, **96**, 26-35 (2014)
- 11 Dimitriou L, Sharp, NCC., Doherty, M.: *Br. J Sports Med*, **36**, 260-264 (2002)
- 12 出村博, 伊藤眞次、熊谷朗、出村博編「情動とホルモン (ストレス反応)」、東京: 中山書店, 15-41 (1999)
- 13 大平英樹: 日本ストレス学会誌, **19**(3) 156-166(2004)
- 14 村田辰夫, 宇野光乗, 石神元, 倉知正和: 岐歯学誌, **35**(3), 135-148 (2009)
- 15 大平英樹: ストレス科学, **16**(1), 16-28 (2001)
- 16 井澤修平、城月健太郎、菅谷渚、小川奈美子、鈴木克彦、野村忍: 日本補完代替医療学会誌、**4**(3), 91-101(2007),
- 17 Lee do Y, Choi MH: *BMB Reports*, **48**(4), 209-216 (2015)
- 18 三田村邦子、島田和武: *BUNSEKI KAGAKU* **48** (4) 401-411 (1999)
- 19 Maeda, N., Tanaka, E., Suzuki, T., Okumura, K., Nomura, S., Miyasho, T., Haeno, S., Yokota, H.: *J. Biochem*, **153**(1):63-71 (2013)
- 20 前田尚之, 松浦正男, 横田 博: 「LC-MS/MS を用いた組織中のステロイドホルモン一斉分析法」*Medical Science Digest* (出版: ニューサイエンス社), **43**(3), 43-46 (2017).
- 21 井澤修平、井川奈美子、原谷隆史: 労働安全衛生研究, **3**(2)、119-124 (2010)
- 22 Dobetsuberger, C., Buchbauer, G. : *Flavour and Fragrance Journal* **26**, 300-316 (2011)
- 23 杉山真樹: 木材学会誌, **61**(3) 148-153 (2015)
- 24 上原巖: 森林科学, **48**, 4-8 (2006)
- 25 今西二郎: 京府医大誌, **119**(5) 301-312 (2010)
- 26 今西二郎: *J. Japan Association on Odor Enviroment* **39**(4), 221-230 (2008)
- 27 Takemoto, H., Ito, M., Asada, Y., Kobayashi, Y.: *Biol.: Pharm. Bull.:* **37**(6) 1050-1055 (2014)
- 28 Matsubara, E., Fukagawa, M., Okamoto, T., Ohnuki, K., Shimizu, K., Kondo, R.: *Biomed Res*, **32**(2), 151-157 (2011)
- 29 松原恵理, 深川未央, 岡本剛: *Aroma Research*, **12**(1), 76-83 (2011)
- 30 清水邦義, 松本清, 大貫宏一郎: コスメトロジー研究報, **24**, 181-189 (2016)
- 31 Surburg H., Panten J.: Common fragrance and flavor materials; preparation,



properties, and uses. 5<sup>th</sup>, Completely Revised and Enlarged Edition, p226, Wiley-VCH, U. S. A. (2006)

- 32 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：*Aroma Research* **12**(1), 76-83 (2011)
- 33 瀧澤紫織：森林科学, **48**, 13-16 (2006)
- 34 国立青少年教育振興機構：「子供の体験活動の実態に関する調査研究」報告書(概要)  
平成 22 年 10 月 14 日.

表1 木育活動（森林ウォーキング、まき割りなど）前後における唾液中  
コルチゾール濃度変化（単位；コルチゾール ng/ml 唾液）

被験者	活動前	活動後	活動後/活動前 (%)
1	2.06	0.29	14.1
2	1.63	0.32	19.6
3	1.25	0.01	0.8
4	1.18	0.01	0.8
5	1.78	0.52	29.2
6	0.48	0.4	83.3
7	0.41	0.13	31.7
8	0.18	0.2	111.1
9	0.79	0.4	50.6
10	1.25	0.08	6.4

表2－1 ローションのみ塗布による唾液中コルチゾール濃度  
(単位 ng/mL of 唾液)

実験者	塗布前	塗布後40分
1	0.934	0.52 (56)
2	0.834	0.766 (92)
3	0.636	0.976 (153)
4	0.348	1.178 (339)
5	0.564	0.942(167)
6	0.384	0.498 (130)

カッコ内は塗布前に対する割合%を示す

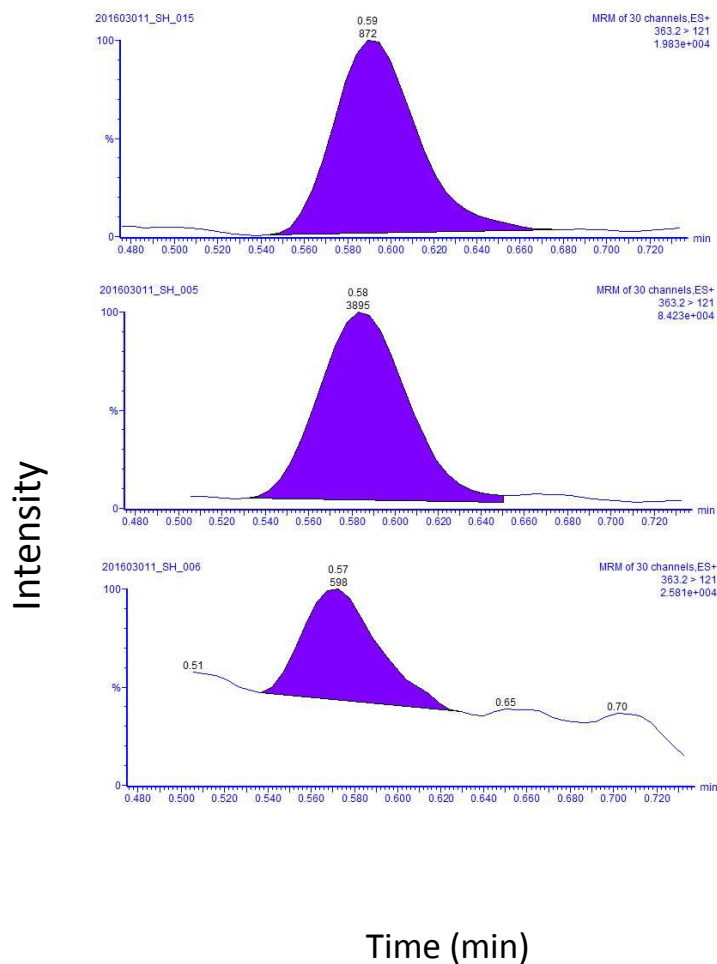
表2－2 アカエゾマツ精油入りローション塗布（芳香暴露）  
による唾液中コルチゾール濃度変化  
(単位 ng/mL of 唾液)

実験者	塗布前	40分後	3時間後
1	1.16	0.29(25)	1.32
2	1.12	0.73(67)	0.78
3	2.16	0.21(10)	0.95
4	0.58	0.67(116)	1.57
5	1.26	0.44(34)	1.11
6	0.84	1.94(229)	0.59
7	0.45	0.39(87)	1.03
8	0.9	0.49(54)	0.53
9	1.25	1.01(81)	0.46

カッコ内は暴露前の値に対する割合%を示した。

表3 アカエゾマツ精油成分のGC-MSによる測定結果

	成分	molecular formula	Mass	Retention Time	CAS Number	Content (%)	
1	ボルニルアセテート	Bicyclo[2.2.1]heptan-2-ol, 1,7,7-trimethyl-, acetate, (1S-endo)-	C <sub>12</sub> H <sub>20</sub> O <sub>2</sub>	196.29	21.095947	5655-61-8	47
2	α-ピネン	(1R)-2,6,6-Trimethylbicyclo[3.1.1]hept-2-ene	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	136.23	7.1071177	7785-70-8	16
3	カンフェン	Camphene	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	136.23	8.205352	79-92-5	14
4	DL-カンファー	(+)-2-Bornanone	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub> O	152.24	19.714815	464-49-3	9
5	β-フェランドレン	.beta.-Phellandrene	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	136.23	11.988685	555-10-2	5
6	ボルネオール	endo-Borneol	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O	154.25	23.587275	507-70-0	3
7	βピネン	Bicyclo[3.1.1]heptane, 6,6-dimethyl-2-methylene-, (1S)-	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	136.23	9.288757	18172-67-3	3
8	3-カレン	3-Carene	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	136.23	10.387802	13466-78-9	2
9	リモネン	D-Limonene	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	136.23	11.733085	5989-27-5	1
10	その他						trace



**図1 人唾液中から抽出したコルチゾールのLC-MSによるクロマトグラム**

唾液の前処理方法は、遠心管に測定唾液試料を200  $\mu$ L、内部標準物質50 ng/mLコルチコステロンd8 50  $\mu$ Lを添加した。アセトニトリル溶液10 mLを添加し、攪拌し、遠心分離（13,200  $\times g$ , 5分, 4  $^{\circ}$ C）を行った。得られたアセトニトリル層を採取し、ろ紙でろ過して100 mLナスフラスコに集め、ロータリーエバポレータで濃縮乾固した。1 mLの40%アセトニトリル溶液で溶解し、ポリプロピレン製バイアルに試料を分注し、これを測定試料とした。LC-MS/MS による唾液中コルチゾールの測定は前田らの方法（14 Maeda, 15前田ら、2017年）で行った。A：コルチゾール標準溶液（0.1 ng/mL）、B：木育活動前の唾液中コルチゾールのLC-MS/MSクロマトグラムを示した。C：木育活動後の唾液中コルチゾールのLC-MS/MSクロマトグラムを示した。測定した唾液中のコルチゾールは標準物質を測定した時と同じRT(Retention Time ;0.57 ~ 0.59)を示すクロマトグラムが（BとC）得られた。Bのピーク面積と比較して、明らかにCは減少していた。

A

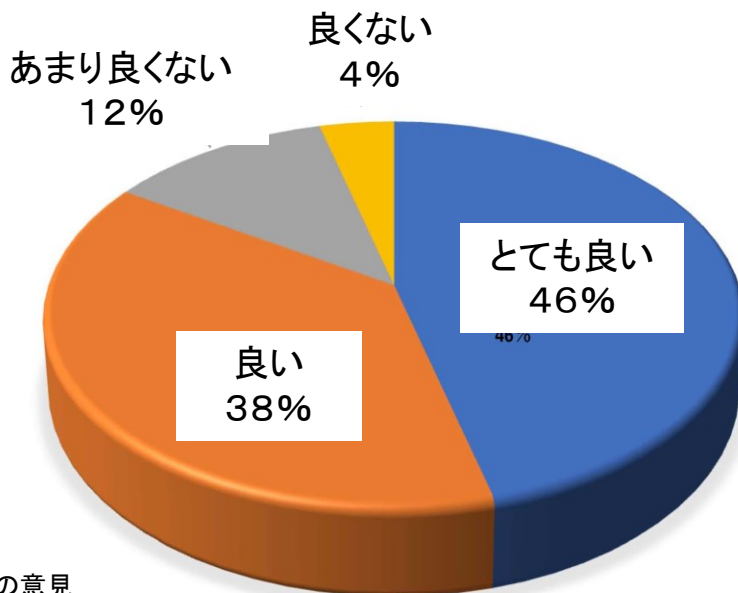


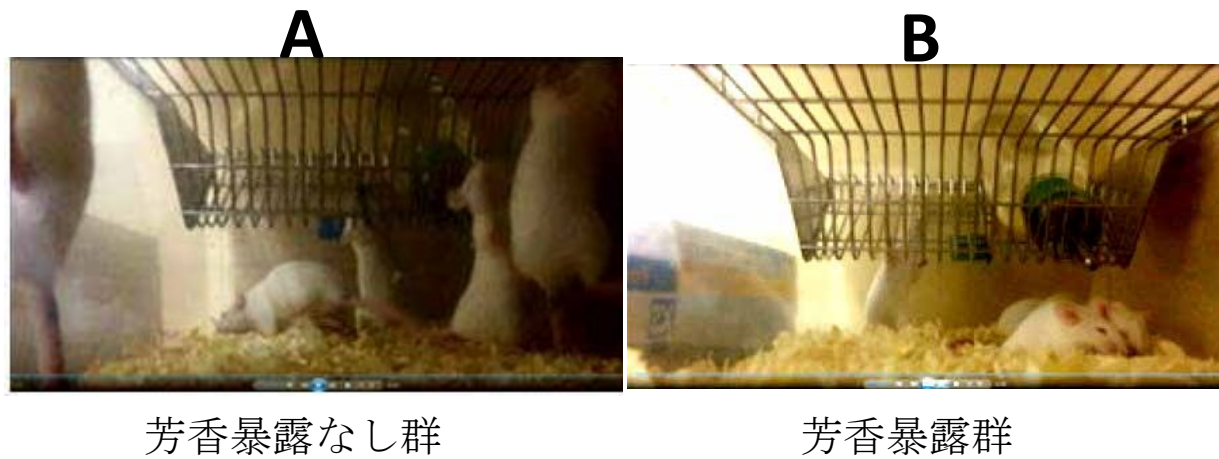
図2-2 30名の意見

ポジティブ意見	ネガティブ意見
①いい香りでした。販売してほしいです。 ②本当に森の中にいる気分になって、リフレッシュできて良い。 ③風呂に入るときにいいかも！ ④図書館なら爽やかな香りが良い。 ⑤すっきりしました。機能とかも知りたいです。 ⑥アカエゾマツがすごく良い香りでした。 ⑦精油売ってたら買いたいです。アロマ入りのキャンドルとか。 ⑧頭がスッキリするので常に置いてほしいです。 ⑨アカエゾマツの香りがすごく良いです！ ⑩ムスクっぽい感じ？好きだけど、よく嗅ぐとキツイので薄めて... ⑪販売してほしい！とても好きな香りです。 ⑫鼻づまりですが、とても気持ちよかったです。ほしい... ⑬パイン(松系)の香りが好きなので。 ⑭ああ、良い！ ⑮良い！すごい！良い！ ⑯香りはいいですね！リラックスします！ ⑰アカエゾマツいいにおいでした。 ⑱動物に安全なアロマの方が良いかなと思いました。 ⑲頑張ってステキなアロマ作ってください。 ⑳いいにおいだった。 ㉑いいぞ～これ ㉒とても良い匂いだと思います。好み！ ㉓昔飼ってたハムスターのにおいに似てると思った。 ㉔頭痛や鼻に効くお香とかどうでしょう。 ㉕学内で販売して下さい。	①アロマはシャボン系が良いです。 ②そもそも香水が嫌いです。 ③ラベンダー系と柑橘系が好きです。 ④りょっと甘すぎ。 ⑤もう少し濃い匂いにしてほしいです(室内)

B

## 図2 アカエゾマツ精油の香りに関するアンケート結果

A:20歳代の学生106名に1%アカエゾマツ精油の香りに関してアンケートを取った結果を示した。106名中49名がとても良い(46.2%)、40名が良い(37.7%)、13名があまり良くない(12.3%)、4名が良くない(3.8%)と回答した。 B:30名から意見が寄せられた。



### 図3 実験動物を用いた芳香実験

実験動物マウスにアカエゾマツ精油の香りを暴露し(香りを充満させたBOX内に飼育ケージを設置)、その1時間後の様子を示した。暴露しない群は5匹中すべてが激しく運動していた(A)が、暴露群(B)は5匹中4匹が入眠姿勢となっていた。



土居 拓務 （どい たくむ）

明治大学商学部兼任講師

農林水産政策研究所研究員

一般社団法人 Pine Grace 研究開発担当

明治大学研究・知財戦略機構客員研究員

#### 略歴

東京都生まれ。2010年4月農林水産省入省。人事・給与業務、森林管理業務のほか、北海道北部の離島（礼文島）にて希少植物の保護・増殖事業等に従事。森林総合監理士（フォレストアー）。2017年8月に横田代表理事とともに一般社団法人 Pine Grace を設立し、樹木精油の応用可能性、森林・林業の振興と地域経済の活性化を追求。専門は計量経済学。



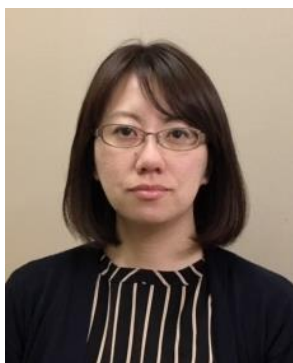


## 本田 知之（ほんだ ともゆき）

農林水産省林野庁木材利用課 兼 外務省外務事務官  
一般社団法人 Pine Grace 事務局長  
明治大学研究・知財戦略機構客員研究員

### 略歴

京都大学農学部卒業。2010 年 4 月農林水産省入省。北海道で森林管理・魚道建設などを行った後、岩手県住田町役場に出向し林業振興業務に従事。その後、農林水産省に戻り、機能性表示食品の届出支援や異分野連携型事業開発プログラムの立ち上げを実施。2020 年 4 月より一般社団法人 Pine Grace 事務局長を兼任。森林総合監理士（フォレスター）。



安井 由美子（やすい ゆみこ）

酪農学園大学 獣医学群

北海道大学大学院水産科学研究院修了

天然物を用いた腫瘍、大腸炎、アトピー、ストレスなどに対する効果を研究



前田尚之（まえだなおゆき）

酪農学園大学農食環境学群食と健康学類肉製品製造学研究室・准教授  
獣医学博士（酪農学園大学）

2001 年 酪農学園大学大学院酪農学研究科修了

アカエゾマツや北海道の廃木材を利用して燻煙した肉製品に関する研究



酒巻美子

看護師

JAA 認定アロマコーディネーター

北海道知事認定木育マイスター

温泉利用指導者

2011 年阿寒摩周国立公園にてアカエゾマツと出会い

その香りに魅せられ水蒸気蒸留法による精油抽出を始める。

現在は **Pine Grace** で主にアカエゾマツ精油の生産に携わる。



萩原 寛暢 （はぎわら ひろのぶ）

てしかが自然学校 代表

一般社団法人 Pine Grace 副代表

### 略歴

北海道生まれ

立正大学地球環境科学部地理学科卒業

川湯エコミュージアムセンター 指導員

(株)ツーリズムてしかが ガイドマネージャー

2011年3月よりフリーランス

### 趣味

料理、山歩き、筋トレ

### 現在の活動

阿寒摩周国立公園来訪者向けの自然ガイドや、地域住民向けの自然体験活動の企画運営を行う。また、北海道認定木育マイスターとして、主に釧路・根室地域在住の木育マイスター同士の連携団体である木育マイスター道東支部の代表として木育活動の普及に取り組んでいる。



## 横 田 博 （よこた ひろし）

酪農学園大学名誉教授

一般社団法人 Pine Grace 代表理事

### 略歴

埼玉県生まれ

北海道大学水産学部卒業

理学博士（大阪大学）論文題名； 「グルクロン抱合酵素の構造と機能」

米国 NIH 癌研究所 Gest Researcher； 癌化や薬物作用についての分子生物学

帰国後(1995 年 4 月より)； 内分泌攪乱物質、ステロイドホルモン代謝

### 趣味

テニス、登山

### 現在の活動

ステロイドホルモン代謝について後輩と共に継続研究している。一方、地域経済や森林保全に寄与することを目的として、一般社団法人 **Pine Grace** を立ちあげ、樹木精油の新機能を見出し、動物医療に活用している。