

【短 報】 小動物

アカエゾマツ精油の蚊に対する忌避効果

郡山 尚紀¹⁾ 宮庄 拓^{1,3)} 安井由美子^{2,3)} 横田 博³⁾

1) 酪農学園大学獣医学群 獣医保健看護学類 (〒069-8501 江別市文京台緑町582)

2) 酪農学園大学獣医学群 獣医学類 (〒069-8501 江別市文京台緑町582)

3) 一般社団法人Pine Grace (〒069-0834 江別市文京台東町38-7)

要 約

北海道に多く自生するアカエゾマツ (Sakhalin spruce; *Picea glehnii*) から抽出した精油 (エッセンシャルオイル) を用いて、蚊に対する忌避効果の検証を行った。ヒトスジシマカの成虫50匹を用いて、30分間の吸血阻止効果の検証を行った。その結果、対照群では50匹中42匹 (84%) の蚊から吸血が確認されたが、アカエゾマツ精油を塗布した群では吸血した蚊はおらず、100%蚊を忌避できた。これまでに報告されているアカエゾマツ精油の成分の中には、蚊に対する忌避効果を示す物質が複数含まれていることが示されている。それらは単独でも効果を発揮することがわかっているが、今回の結果は複数の成分が組み合わさって強い効果を発揮したと考えられる。このように、アカエゾマツ精油は、蚊除け剤としての可能性が期待される。

キーワード: アカエゾマツ、蚊、忌避剤

-----北獣会誌 67, 504~507 (2023)

蚊はマラリア、フィラリア症、デング熱、日本脳炎などのさまざまな病原体をヒトに媒介する^[1]。また、犬や猫などのペットに犬糸状虫症を媒介する媒介昆虫でもある。こういった蚊が媒介するさまざまな感染症を防ぐためには、蚊を寄せ付けないことが重要である。現在、蚊に対する忌避剤としてディートとピカリジン (イカリジン) がよく使用されており、その成分は蚊が吸血する動物を感知するための感覚器官を麻痺させると考えられている^[2]。一方、こういった人工の忌蚊化学薬品の代替品として、植物ベースの忌避剤も普及している。これらの多くは、ハーブ、木のチップ、柑橘類などから作られたエッセンシャルオイル (精油) である。AmerとMehlhorn^[1]は、ボランティアのヒト皮膚で行った実験で、黄熱病を媒介するネッタイシマカ、マラリアのベクターであるハマダラカ、フィラリア症と脳炎を媒介するアカイエカに対して、41種類の植物抽出物と11種類の油混合物をスクリーニングし、防御期間と忌避効果を検証した。その中では、植物が持つ蚊の忌避効果や防御効果を示す40種類以上の化学成分が同定されている^[1]。

日本は本土の森林率が約66%と先進国の中でも有数の

森林大国であり、人々は古来より木を様々な用途に活用してきた。日本の気候は温暖で、夏になると蚊が発生する。カヤ、スギまたはマツは燻煙や燻蒸剤として使用され、ヒノキは忌避材として使用される^[3-5]。ヒバ (*Thujopsis dolabrata* var. *hondae*) はヒノキ科に属し、日本の本州に広く生育する。ヒノキチオールという成分が含まれており、殺菌作用があることが知られている。これを用いたヒバ材には抗菌・防虫効果があると考えられている^[6,7]。一方、北海道の在来植物であるアカエゾマツは、栄養的に劣悪な環境においても生息するマツであり、抗菌・防虫効果があると古くから考えられてきた^[8]。アカエゾマツには抗菌活性を持つことが報告されており、ガスクロマトグラフィー質量分析 (GC-MS) の結果、その成分にはいくつかの抗菌化学物質が見つかった^[8,9]。また、アカエゾマツ精油には酢酸ボルニル (47%)、 α -ピネン (16%)、カンフェン (14%) およびその他の忌蚊効果が期待される成分が含まれることがわかっている^[9]。さらに、NIH-3T3細胞を用いたMTS法を使用した細胞毒性試験、耳刺激性試験といった安全性に関する試験も行われている^[9]。その他、ヒトの皮膚刺激性試

連絡責任者: 郡山 尚紀 酪農学園大学獣医学群 獣医保健看護学類
〒069-8501 江別市文京台緑町582
TEL 011-388-4755 E-mail: kooriyam@rakuno.ac.jp

表 1. ヒトスジシマカの平均着皮数とアカエゾマツの忌避率

	着皮忌避率		吸血阻害率		
	平均着皮数*	忌避率	吸血虫数	未吸血虫数	吸血阻害率
対照群	4.3 ± 2.5	100%	42	8	100%
アカエゾマツ	0		0	50	

*5分毎

験では、化学物質過敏症の人を除く30人が曝露後に皮膚症状を起こさなかったことが示されている[9]。

本研究では、アカエゾマツ精油が蚊に対して忌避効果を示すか検証を行った。アカエゾマツ精油の製造方法は以下のように行った。

まず、枝葉を細かく切断し、水蒸気蒸留法によって精油を精製した。蒸留を約5時間行い、およそ5 kgの枝葉からおよそ50 mlのアカエゾマツ精油を抽出した。これは湿重量で1%の抽出となる。この精油は試験まで暗所に保管した。参考として用いたヒバ精油（木材から抽出）は市販品（ビーフェイス、大阪）を用いた。濃度調整には、ミネラルオイル（富士フィルム和光純薬、大阪）を使用して調製し、どちらも同じ0.5%の精油として用いた。この精油の濃度は、既に報告のあるいくつかの細菌株に対してアカエゾマツ精油が示す最小発育阻止濃度と同等である[8]。忌蚊試験は2種類行い、実験1ではアカエゾマツ精油と対照ミネラルオイルを比較し、実験2ではヒバ精油を忌蚊効果の陽性対照として使用し、アカエゾマツ精油と同時に試験を行った。蚊の忌避効果証明試験は、食環境衛生研究所（群馬県前橋市、HP: <https://www.sokukanken.com/index.html>）に委託して実施した。試験手順は以下のとおりである。1) 100匹の羽化した雌のヒトスジシマカを準備し、交尾後数日後になるように蚊を準備した。2) 50匹の蚊を、27 ± 2℃、湿度60~80%の条件下で、それぞれ2つ試験用メッシュボックス（合成繊維製30×30×30 cm）に放った。3) 試験者のそれぞれの腕を各ボックスに挿入し、手首から15 cmの領域のみに蚊が着皮するように調整した。4) 1 mlの精油を右腕に塗布し、対照の左腕には何も塗布しなかった。5) 蚊への暴露時間は30分に設定し、開始後5、10、15、20、25、30分後に着皮した蚊の数を計測した。忌避試験終了後、蚊を一旦冷凍保存し、後日、白い記録紙に蚊を押し当てて、吸血した蚊の数を数えた。それらの結果から忌避効果率（対照区の平均着皮数－攻撃区の平均着皮数）／（対照区の平均着皮数）を算出した。吸血阻害率は、（対照における吸血蚊の数－攻撃領域における吸血蚊の数）／（対照における吸血蚊の数）として計算した。実験1と実験2は異なる日に行ったため、蚊

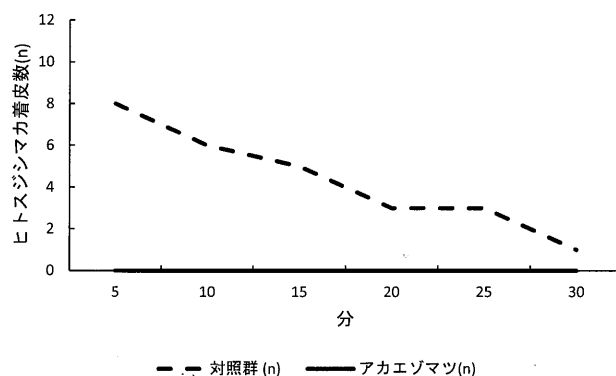


図 1. アカエゾマツ精油を塗布した腕のヒトスジシマカの着皮数の変化

の集団は違うロットを用いた。

その結果、実験1では、アカエゾマツの精油は、30分間の蚊のチャレンジにおいてヒトの皮膚への着皮を完全に阻止し、100%の忌避率を示した（表1）。対照群では、蚊を放した直後の5分で着皮した蚊の数が最も多くなり、徐々に減少し、30分で最も着皮数が低下した（図1）。この際、対照群では42匹の蚊が吸血を行っていた（表1）。アカエゾマツ精油を塗布した腕には蚊の着皮は認められず、吸血した蚊も確認されなかった。実験2においても、アカエゾマツ精油は、30分間のチャレンジ全体を通じて人間の皮膚に蚊が着くことを阻止した。アカエゾマツの対照群（何も塗布していない腕）では、25匹の蚊が吸血を行っていた（表2）。ヒバ精油の対照群では、27匹の蚊に吸血が見られた（表2）。ヒバ精油を塗布した腕には、蚊の着皮や吸血は見られなかった。実験1と比較して実験2の蚊は、着皮回数において2つのピークを示す特徴が見られた（図2a、2b）。このようにどちらの精油も、30分間のチャレンジ全体を通してヒトスジシマカに対して100%の忌避率を示した（表2）。

このように、本研究ではアカエゾマツ精油の忌蚊効果を証明した。アカエゾマツ精油の成分には、酢酸ボルニル（47%）、 α -ピネン（16%）、カンフェン（14%）、カンファー（9%）、 β -フェランドレン（5%）、 β -ピネン（3%）、ボルネオール（3%）、3-カレン（2%）およびリモネン（1%）が含まれると報告されている[5]。これらのうち、 β -フェランドレンを除くほとんどの化

表2. ヒトスジシマカの平均着皮数とアカエゾマツ・ヒバの忌避率

	着皮忌避率		吸血阻害率		
	平均着皮数*	忌避率	吸血虫数	未吸血虫数	吸血阻害率
対照群	5.3 ± 2.3	100%	25	25	100%
アカエゾマツ	0		0	50	
対照群	9.3 ± 1.2	100%	27	23	100%
ヒバ	0		0	50	

*5分毎

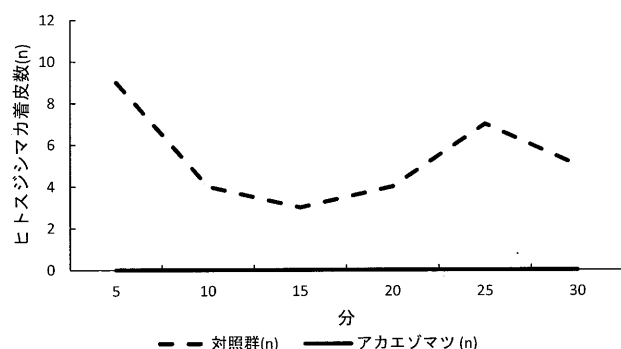


図2 a. アカエゾマツ精油を塗布した腕のヒトスジシマカの着皮数の変化

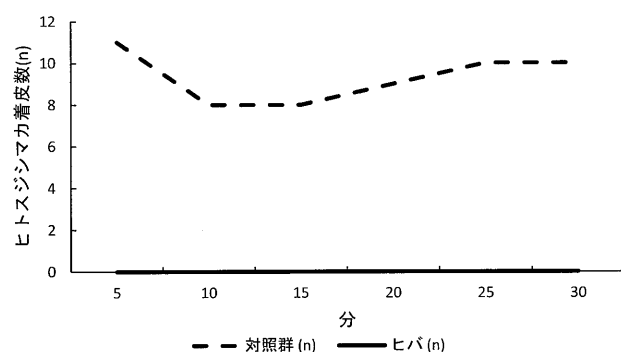


図2 b. ヒバ精油を塗布した腕のヒトスジシマカの着皮数の変化

学成分は蚊に忌避効果を有することが報告されている[1,2,10-13]。アカエゾマツ精油はいわば忌避成分を多く含むカクテルであると考えられる。実験2の結果から、ヒバ精油とアカエゾマツ精油はいずれもヒトスジシマカに対して高い忌避効果を示した。ヒバは日本では古くから防虫材として知られており、その精油はアロマフレグランスとしても使用されている[6]。ヒバ精油の成分はサビネン、4-テルピノール（テルピネン-4-オール）、ツジヨブセン、ヒノキチオール、 α -ツジヤプリシン、カルバクロールなどであり、一部の成分には蚊に対する忌避効果があるが[6,7,14]、アカエゾマツと共通のものは見られなかった。

今回実験に使用したヒトスジシマカは、青森県以南に生息するヤブカであるが、気候変動によりその生息地は

北に移動しつつあることが報告されている[15]。また、西ナイルウイルス、デング熱ウイルス、チクングニヤウイルスなどのヒトのウイルスを媒介し、さらに犬の寄生虫である *Dirofilaria immitis* を媒介する[16]。アカエゾマツはヒトスジシマカを動物から遠ざけることにより、これらの感染症から保護あるいは予防として適用できると考える。AmerとMehlhorn[1]は、さまざまな種類の植物ベースの精油について、忌避効果を調べたが、対象となる蚊の種ごとに忌避性、着皮阻止性、および吸血阻害性が異なると述べている。また、試験を行った濃度は、アカエゾマツ（0.5%）と比較して非常に高い条件で検証を行っていた（20%）。したがって、将来的には、同じ条件下で私たちの研究とAmerとMehlhorn[1]の結果を比較する必要がある。さらに、今回の研究では効果の持続時間については確認していないため、今後調べて行く必要がある。

最後に、精油は収穫した葉や枝から作ることが一般的だが、アカエゾマツの有効成分はリストや間伐材からも抽出できることがわかっており、森林破壊への影響が少ない可能性がある[8]。したがって、アカエゾマツは安全で環境負荷の低い蚊の忌避剤としての有用性が期待される。

引用文献

- [1] Amer A, Mehlhorn H: Repellency effect of forty-one essential oils against *Aedes*, *Anopheles*, and *Culex* mosquitoes, *Parasitol Res*, 99, 478-490 (2006)
- [2] Dolan M C, Nicholas A P: A review of arthropod repellents, *Recent Developments in Invertebrate Repellents*, Paluch GE, Coats JR eds, 1-19, Am Chem Soc, Washington, DC (2011)
- [3] Gladkikh S: Studies on repellents of carriers of human transmissible diseases, *Med Parazitol (Mosk)*, 22, 82-85 (1953)
- [4] Gu HJ, Cheng SS, Lin CY, Huang CG, Chen WJ, Chang ST: Repellency of essential oils of *Cryp-*

- tomeria japonica* (Pinaceae) against adults of the mosquitoes *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae), J Agric Food Chem, 57, 11127-11133 (2009)
- [5] Hwang YS, Wu KH, Kumamoto J, Axelrod H, Mulla MS: Isolation and identification of mosquito repellents in *Artemisia vulgaris*, J Chem Ecol, 11, 1297-1306 (1985)
- [6] 浅田隆之、石本登志、酒井 明: ヒノキアスナロ葉油成分が有する殺虫効力、抗菌効力、木材学会誌、35、851-855 (1989)
- [7] Nozoe T, Yasue A, Yamane K: On the acidic constituents of the essential oil of *Thujopsis dolabrata*. Occurrence of α -thujaplicin. Proc Japan Acad, 27, 15-17 (1951)
- [8] 醍醐由香里、村田 亮、鈴木一由、横田 博、内田郁夫、菊池直哉: 乳房炎原因菌に対するアカエゾマツ (*Picea glehnii*) 精油の抗菌活性、北獣会誌、62、135-139 (2018)
- [9] 土居拓務、本田知之、安井由美子、前田尚之、酒巻美子、萩原寛暢、横田 博: 木育活動およびアカエゾマツ精油芳香曝露による唾液中ストレスホルモン (コルチゾール) の低減、Aroma Res, 84, 326-331 (2020)
- [10] Odalo JO, Omolo MO, Malebo H, Angira J, Njeru PM, Ndiege IO, Hassanali A: Repellency of essential oils of some plants from the Kenyan coast against *Anopheles gambiae*, Acta tropica, 95, 210-218 (2005)
- [11] Omolo MO, Okinyo D, Ndiege IO, Lwande W, Hassanali A: Repellency of essential oils of some Kenyan plants against *Anopheles gambiae*, Phytochemistry, 65, 2797-2802 (2004)
- [12] Pohlit AM, Lopes NP, Gama RA, Tadei WP, de Andrade Neto VF: Patent literature on mosquito repellent inventions which contain plant essential oils-a review. Planta Medica, 77, 598-617 (2011)
- [13] Traboulsi AF, El-Haj S, Tueni M, Taoubi K, Nader NA, Mrad A: Repellency and toxicity of aromatic plant extracts against the mosquito *Culex pipiens molestus* (Diptera: Culicidae), Pest Manag Sci, 61, 597-604 (2005)
- [14] Yatagai M, Sato T, Takahashi T: Terpenes of leaf oils from Cupressaceae, Biochem Syst Ecol, 13, 377-385 (1985)
- [15] Infectious Agents Surveillance Report (IASR). Vol. 41 p92-93: Jun 2020. <https://www.niid.go.jp/niid/ja/typhi-m/iasr-reference/2522-related-articles/related-articles-484/9694-484r02.html> [accessed on December 29, 2021]
- [16] 新井明治: 昆虫の解説 6・日本における感染症媒介蚊・蚊、モダンメディア、58、199-203 (2012)