

テレメトリーシステムを用いた SHR の循環生理値に対するフィトンチッドの影響

Effects of phytoncides on cardiovascular parameters of SHR

川上 浩平, 下崎 俊介, 石田 勇,
言美 昇, 野村 正人, 並河 徹

Kohei Kawakami, Syunsuke Shimosaki, Isamu Ishida,
Noboru Gonbi, Masato Nomura, Toru Nabika

原著

テレメトリーシステムを用いたSHRの循環生理値に対するフィトンチッドの影響

Effects of phytoncides on cardiovascular parameters of SHR

川上浩平¹⁾, 下崎俊介¹⁾, 石田 勇²⁾, 言美 昇³⁾, 野村正人²⁾, 並河 徹³⁾Kohei Kawakami¹⁾, Syunsuke Shimosaki¹⁾, Isamu Ishida²⁾,
Noboru Gonbi³⁾, Masato Nomura²⁾, Toru Nabika³⁾

(Received 8 June 2006 / Accepted 8 September 2006)

Summary

Phytoncides, a group of aromas emitted from trees, were composed primarily of organic compounds terpenoids. It was reported that phytoncides were the major component of the wood providing relaxing as well as antibacterial effects. In this study, we therefore evaluated the relaxing effect of phytoncides using the spontaneously hypertensive rat (SHR) that is known to show exaggerate cardiovascular responses to various stresses. Six male SHR of 8 weeks of age were employed. A telemetric transmitter (TA11PA-C40, DataScience, USA) was implanted in the aorta under anesthesia with pentobarbital (50 mg/kg, i.p.). Heart rate (HR), systolic blood pressure (SBP), diastolic blood pressure (DBP) and locomotor activity (ACT) were continuously recorded every 5 minutes. The results were as follows: 1) In each group, HR and ACT in the dark period were higher than those in the light period. 2) Exposure to phytoncides significantly decreased HR in SHR under the restraint stress (282.1 ± 15.3 vs 321.1 ± 17.5 beats/min, $P < 0.05$ by Fisher's PLSD Test). Based on these results, we concluded that phytoncides may have relaxing effects on SHR.

1. 緒言

近年, 森林浴効果をもたらす森林や木の香りのリフレッシュ作用が注目されている^[1]。この香りの物質はフィトンチッドと言われ, これは樹木が発散する揮発性物質である。主な成分はテルペン類とよばれる有機化合物であり, 生物活性を有する植物の二次的代謝成分である。このフィトンチッドにはストレス軽減作用があると報告^[3]され, 我々はこの物質を実験動物の飼育環境の改善に発展させるように研究を行っている^[5]。

最近, テレメトリーシステム^[2]が開発され, 実験動物の行動生理学的なパラメータを無麻酔・無拘束下にて測定することが可能となった。本システムは, 動物の体内あるいは体外に取り付けられたセンサー(トランス

ミッター)と送信機によって, 心拍数や血圧などの各種の生理的指標の変化を無線でデータ取得・解析装置に搬送する計測手技である。

今回はこのテレメトリーシステムを用いて, 疾患モデル動物の高血圧自然発症ラット(Spontaneously Hypertensive Rat, 以下SHR)の心拍数, 血圧, 活動量を無麻酔・無拘束条件下において観察し, フィトンチッドを噴霧した場合の生体に及ぼす影響を検討した。また, SHRの拘束ストレス負荷時における血圧動態に対するフィトンチッドの影響についても検討を行った。

2. 材料および方法

実験には8週齢の雄性SHR/Izm(日本SLC)を6匹用

1) 島根大学総合科学研究支援センター
〒693-8501 島根県出雲市塩冶町89-1
Center for Integrated Research in Science,
Shimane University, 89-1 Enya-cho, Izumo 693-8501, Japan

2) 近畿大学工学部生物化学工学科
〒739-2116 広島県東広島市高屋町
Department of Biotechnology and Chemistry,

School of Engineering, Kinki University, Takaya-cho, Higashi-Hiroshima, 739-2116, Japan

3) 島根大学医学部病態病理学
〒693-8501 島根県出雲市塩冶町89-1
Department of Functional Pathology, School of
Medicine, Shimane University, 89-1 Enya-cho,
Izumo 693-8501, Japan

いた。実験開始前の処置として、ペントバルビタールナトリウム麻酔下 (50mg/kg. ip.) でラット用テレメータ送信機 (TA11PA-C40, DataScience社製) を腹部大動脈に埋め込んだ。手術は腹部正中線切開による開腹後、大動脈を露出し、カテーテル先端を総腸骨動脈の分岐部近位より左腎臓動脈の分岐部遠位まで挿入した。大動脈のカテーテル進入部位ではカテーテルと血管を生体用瞬間接着剤と繊維片を用いて固定した。腹筋の縫合と共に送信機本体を腹壁に固定した後、皮膚を縫合した。飼育環境は室温 23 ± 2 °C, 照明は12L:12D (7時点灯, 19時消灯) の条件下において自由摂食・給水で、居住環境は木材チップ入りTPX樹脂製平底型ケージ (260W×330W×170Hmm, 日本クレア製) の中に1匹飼育した。動物は術後10日間以上の回復期を置き、送信される信号を5分間隔でDataScience社製解析ソフトDataQuestに取り込んで心拍数 (HR), 収縮期血圧 (SBP), 拡張期血圧 (DBP) および活動量 (ACT) を記録した (図1)。使用したフィトンチッド液 (PT-150, フィトン・タオ118製) は約118種類の植物エキスを原料とし、各々の特性にあった抽出法で精製した混合液である。この主な成分であるテルペン類はD-limonene (18.7%), α -terpineol (15.2%), methyl salicylate (11.1%), 3-phenyl propenal (10.7%), α -pinene (7.3%) などである。

実験1では通常飼育時のラットにフィトンチッドを噴霧したときの循環生理値および活動量の日内変動の確認を行った。始めに対照群として蒸留水を噴霧器 (風速0.1m/s, フィトン・タオ118製) を用いて明期と暗期の各々6時間噴霧 (明期: 13~19時, 暗期: 19~1時) を7日間継続した。翌週はフィトンチッド液を前述と同様の条件でラットに噴霧して7日間継続し観察を行った。さらに翌週には、再び蒸留水噴霧 (2回目) を同様に行い、噴霧の順番の影響についても比較検討した。

実験2では拘束ストレス負荷時における循環生理値に対するフィトンチッドの影響を確認した。始めにSHRを拘束ストレス用布製ホルダー (ソフトロン製) に5時間拘束しながら、蒸留水 (対照群) を噴霧し心拍数と血圧に及ぼす影響を検討した。翌週、同様の条件でラットを5時間拘束しながらフィトンチッド液を噴霧し同項目に及ぼす影響を比較検討した。

本実験は島根大学総合科学研究支援センター動物実験専門部会による承認を受け、動物の管理ならびに処置については島根大学動物実験に関する指針に従った (承認番号H17-107)。

統計学的処理として、測定値は平均値±標準誤差で示した。平均値の差の検定はANOVAを用いた後にPost-

Hoc TestとしてFisher's PLSD Testを用いた ($P < 0.05$)。

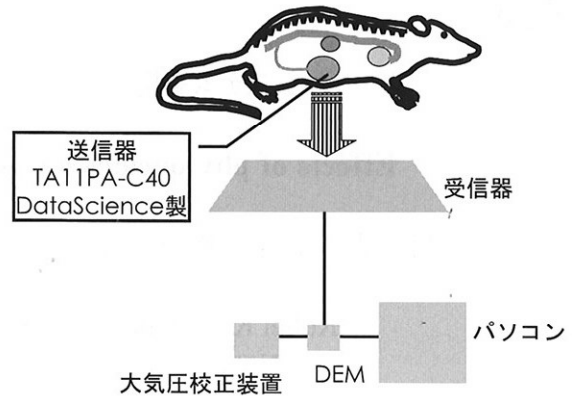


図1 テレメトリーシステムの構成図

3. 成績

1. SHRの循環生理値および活動量の日内変動

フィトンチッド群はHRが $250 \sim 380$ b.p.m, SBPは $150 \sim 180$ mmHg, ACTは0~60回の範囲で推移した。フィトンチッド群と対照群間には明らかな相違は認められなかった (図2)。

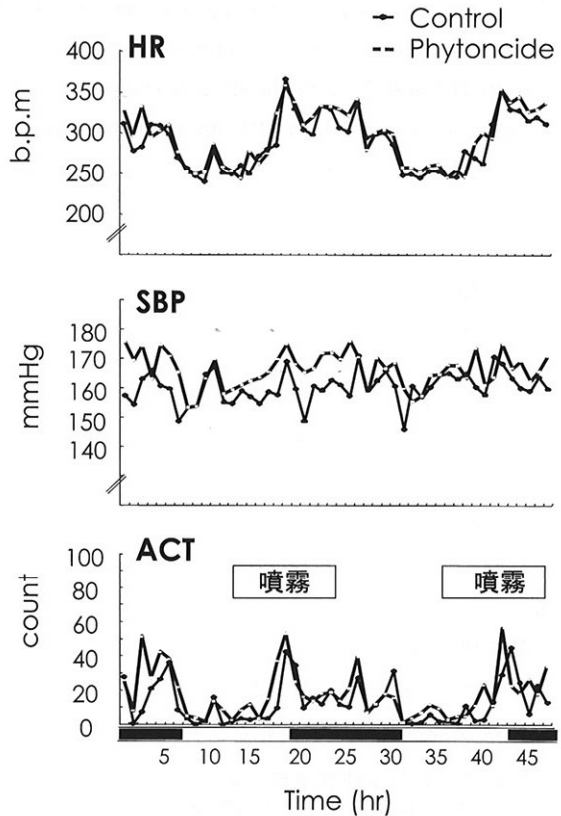


図2 日内変動における血行動向と活動量
対照群およびフィトンチッド群ともに実験2日目より48時間のデータ (SHR#1の例) を示した。照明時間 (明期7:00~19:00, 暗期19:00~7:00), 噴霧時間 (明期13:00~19:00, 暗期19:00~1:00)

2. 明期と暗期の比較

HRは対照群およびフィトンチッド群とも明期よりも暗期が著しく高く、各群ともに有意差が認められた ($p<0.001$)。またフィトンチッド群と対照群間には差が認められなかった。ACTもHRと同様に、明期よりも暗期が多く有意差 ($p<0.001$) が認められ、夜行性動物としての行動活性を示した。SBPのフィトンチッド群は明期 $164.7\pm 3.4\text{mmHg}$ 、暗期 $169.7\pm 3.6\text{mmHg}$ であり対照群との間に有意差は認められなかった。DBPについても明期および暗期ともフィトンチッド群と対照群の間に有意差は認められなかった (図3)。

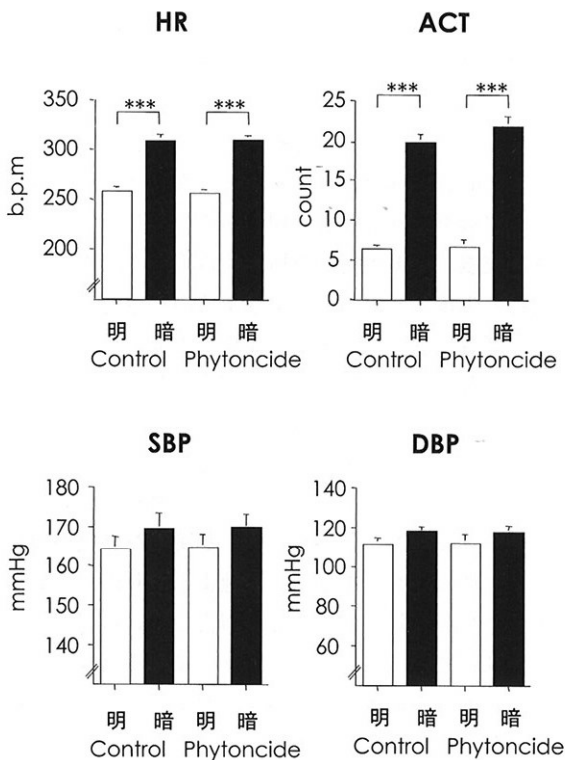


図3 明期と暗期の各種のパラメータの比較
各測定値はmean±SEM, n=6, ***P<0.001

3. 蒸留水噴霧の比較

フィトンチッド噴霧の前後の週に蒸留水を噴霧した。その蒸留水 (1回目と2回目) のHRおよびSBPの測定値の比較を表1に示した。HRおよびSBPともに1回目と2回目の間には有意差は認められなかった。

表1 蒸留水噴霧1回目と2回目の比較

	HR (b.p.m)		SBP (mmHg)	
	Light	Dark	Light	Dark
1回目	251.5±4.1	306.9±4.7	164.1±3.7	169.4±3.8
2回目	255.2±3.5	313.1±3.2	165.5±4.1	170.9±4.1

mean±SEM, n=6

4. フィトンチッド噴霧の有無の比較

フィトンチッドは1日の明暗期ともに各々6時間噴霧した。そのフィトンチッド噴霧の有無の時間帯の測定値を表2に示した。測定値は明暗の切り替え時間帯 (6:00~8:00, 18:00~20:00)を除いて平均値とした。HRは明期では違いは認められなかったが、暗期ではフィトンチッド噴霧の方が高く有意差 ($p<0.01$) が認められた。SBPでは明暗期ともにフィトンチッド噴霧の有無の違いは認められなかった。

表2 フィトンチッド噴霧の有無の比較

	HR (b.p.m)		SBP (mmHg)	
	Light	Dark	Light	Dark
無	250.6±3.4	299.2±4.5	164.7±3.4	171.5±3.5
有	251.1±3.7	315.9±4.6**	165.4±3.5	167.0±3.7

噴霧無 (明期8:00~13:00, 暗期1:00~6:00), 噴霧有 (明期13:00~18:00, 暗期20:00~1:00), mean±SEM, n=6, **P<0.01

5. 実測値の相関関係

図4は実験開始2日目からの48時間のHR, SBPおよびACTの関係を見たものである。HRは230~400b.p.mそ

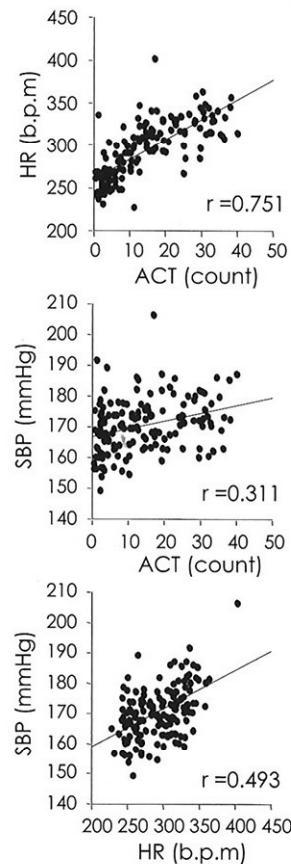


図4 各種のパラメータの相関関係
実験2日目の24時間の値, n=144

してSBPは150~210mmHg, ACTは0~50回と変動があり, いずれも互いに正の相関関係を認めた。とくにHRとACTに強い相関を認めた。

6. 拘束ストレスに及ぼすフィトンチッドの影響

HRは対照群およびフィトンチッド群ともに拘束開始時には, 通常時 (pre値は240b.p.m) と比較して約350b.p.mに上昇した。両群ともに拘束開始時より経時的に減少傾向を示したが, 5時間後には再び上昇を示した。しかし, フィトンチッド群のHRは対照群より低い傾向を示し, とくに5時間後には有意差 ($p<0.05$) が認められた。SBPもHRと同様な傾向を示したが, 両群間には有意差は認められなかった (図5)。

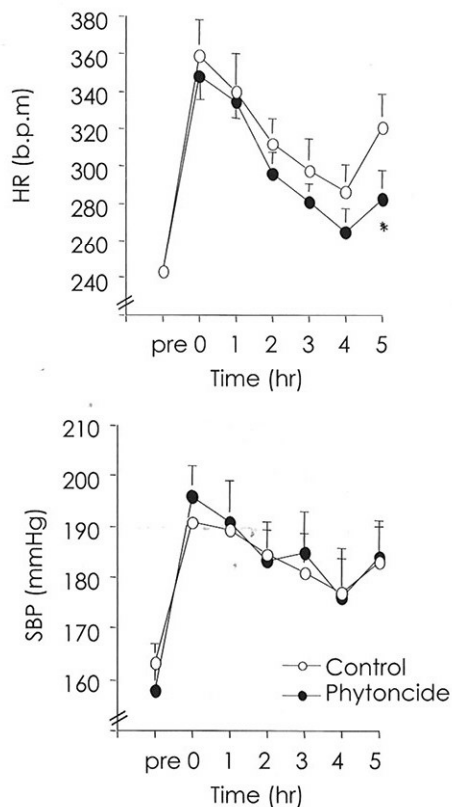


図5 拘束ストレス負荷状態によるHRおよびSBPの変化
mean \pm SEM, n=6, * $P<0.05$

4. 考察

テレメトリーシステムの最大の利点は, 測定時に無麻酔, 自由行動下の動物から種々の生理的変化を長期間にわたって連続的に観察することが可能な点である。そのため, テレメトリーシステムは動物の様々な病態解析や正常なバイオリズム研究などに極めて有効な手段となっている^[8, 10]。

今回のフィトンチッド噴霧におけるSHRの循環動態

の日内変動には顕著な相違は認められなかった (図2, 3)。この結果から動物を通常の飼育状態 (木材チップ入りTPX樹脂製平底型ケージ) においてフィトンチッド噴霧をすることには負の効果は認められないと推察できる。

一方, 動物を拘束してストレスを負荷した場合には, 不安や恐怖情動を反映するHRがフィトンチッドを噴霧することにより対照群と比較して低く, 正常時に近い値を示し安定する傾向が示された (図5)。これらから, ストレス状態の動物においては臭脳を起点として辺縁系の神経線維を介してリラックス状態になっていることが考えられる^[7, 9]。今回のテレメトリーシステムを用いたストレス状態の評価は推奨できる検査法であり, フィトンチッドは動物のストレスに対して軽減する可能性が期待される。

一般に適正な動物実験を行うことは, 実験動物を最適な環境下に置いて飼育管理することであり, これは再現性の高い実験を行う上でも大切である。そして実験動物の福祉に配慮した環境基準を検討する上でも環境要因が実験動物の生体にどのように関与するのか確認する必要がある。著者らは, これまで居住環境の違いが実験動物に与える影響について報告^[6]しており, とくに金網ケージを用いてラットを飼育すると動物に微弱なストレスが掛かり実験データに影響が認められることを明らかにしている^[4]。また, 環境エンリッチメント材や香りの飼育環境への導入に関して, 谷沢ら^[11]は快適な環境がマウスの皮膚生理に好影響を与え, 心地よい香りがストレス緩和手段として有効であることを報告している。

今後の課題として, フィトンチッドによるラットの行動活性の変動と心拍数の関係の検討およびラットを金網ケージで飼育した場合にフィトンチッドを噴霧することによって心拍数や血圧の上昇を軽減できるか検討したいと考えている。

謝辞

本研究の一部は, 平成17年度科学研究費補助金 (奨励研究, 課題番号17916003) および第14回 (平成18年度) 島根大学医学教育研究振興財団助成金を受け実施しました。また本実験に対してご協力, ご助言を頂いた(有)フィトン・タオ118の三原安経氏に深謝致します。

文献

- [1] Aoshima, H., and Hamamoto, K. (1999). Potentiation of GABA_A receptors expressed in *Xenopus* oocytes by perfume and phytoncide. *Biosci. Biotechnol. Biochem.*, **63**, 743-748.

- [2] Brockway, B. P., Mills, P. A., and Azar, S. A. (1991). A new method for continuous chronic measurement and recording of blood pressure, heat rate and activity in the rat via radio-telemetry. *Clin. Exp. Hypertens. Part A Theory Pract.*, **13**, 885-895.
- [3] Hossain, S. J., Aoshima, H., Koda, H., and Kiso, Y. (2002). Potentiation of the ionotropic GABA receptors response by whiskey fragrance. *J. Agric. Food Chem.*, **50**, 6828-6834.
- [4] Kawakami, K., Ikeda, K., Komura, K., Cui, Z-H., Nishimura, T., and Nabika T. (2006). Effect of differences in living conditions on hypertension in SHR. *Exp. Anim.*, **55**, 277.
- [5] Kawakami, K., Kawamoto, M., Nomura, M., Otani, H., Nabika, T., and Gonda, T. (2004). Effects of phytoncides on blood pressure under restraint stress in SHRSP. *Clin. Exp. Pharmacol. Physiol.*, **31**, S27-28.
- [6] Kawakami, K., Takeuchi, T., Ago, A., and Gonda, T. (2002). Influence of environmental factors on the development of stroke in stroke-prone spontaneously hypertensive rats (SHRSP): effects of residential condition and population density. *Shimane J. Med. Sci.*, **20**, 13-18.
- [7] 古賀良彦 (1987). ストレスとアロマセラピー. フレグランスジャーナル. 86, 25-28.
- [8] Lange, J., and Brockway, B.P. (1991). Telemetric monitoring of laboratory animals: An advanced technique that has come of age. *Lab. Anim.*, **20**, 28-33.
- [9] 中川正, 永井元. (1991). 香りによるストレス解消効果. フレグランスジャーナル. 11, 44-49.
- [10] 佐藤恵一朗, 茶谷文雄, 佐藤秀蔵. (1995). 血圧測定用テレメトリー送信機埋め込み手術のラットおよびウサギにおける体重, 血圧および心拍数に及ぼす影響とその回復性. 動物の循環器. 28, 1-10.
- [11] 谷沢茂治, 菅千帆子, 後藤正弘, 奥田剛弘. (2000). 心身へのストレスに対する香りと環境の影響. ストレス科学. 15, 96-103.

要 約

森林や木の香りの成分はフィトンチッドと呼ばれ, 生物活性を有する植物の二次的代謝成分である。今回, テレメトリーシステムを用いて, 疾患モデル動物の高血圧自然発症ラット (SHR) にラット用テレメータ送信機を腹大動脈に埋め込み, 収縮期血圧 (SBP), 拡張期血圧 (DBP), 心拍数 (HR), 活動量 (ACT) の日内変動を観察し, フィトンチッドを噴霧した場合の生体に及ぼす影響を検討した。実験1ではSHRの循環生理値の日内変動を確認するために, 対照群として蒸留水を明期と暗期の各々6時間噴霧して7日間継続した。引き続き, 翌週フィトンチッドをラットに同様の条件で噴霧し観察を行い比較した。実験2では拘束ストレス用布製ホルダーにラットを5時間拘束し, ストレス負荷状態におけるフィトンチッド噴霧の影響を比較した。その結果, フィトンチッド群のSBP, DBP, HRおよびACTは対照群と比較して有意差が認められなかった。従って, SHRの循環動態への悪影響は認められないと示唆された。次に拘束ストレス負荷実験では, 両群ともにSBP, DBPおよびHRは拘束開始時に急激に上昇し, その後, 経時的に減少傾向を示したが, 5時間後には再び上昇を示した。SBPおよびDBPには両群間には有意差が認められなかったが, HRではフィトンチッド群は対照群より低値を示し5時間後には有意差が認められた。拘束ストレスでの不安や恐怖情動を反映するHRは, フィトンチッド噴霧により安定する傾向が示され, ストレスに対して軽減する可能性が期待される。

【報文】

フィトンチッド液の除菌および消臭効果について

阿部 智¹, 谷本 真一², 久間 将義¹,
三原 安經³, 野村 正人²

Antimicrobial and Deodorization Activities of Phytoncide Solution

Tomo ABE¹, Shinichi TANIMOTO², Masayoshi HISAMA¹,
Yasunori MIHARA³, and Masato NOMURA²

¹*Toyo Beauty Co., Ltd. 3-13-8 Higashinakamoto, Higashinari-ku, Osaka 537-0021, Japan*

²*Graduate School of Systems Engineering, Graduate School, Kinki University
1 Umenobe, Takaya, Higashihiroshima, Hiroshima 739-2116, Japan*

³*PHYTON・TAO 118 Inc. 1-1 Sakuragaoka, Yao, Osaka 581-0869, Japan*

ISSN 0385-5201

防 菌 防 黴 誌

Bokin Bobai

Shinkousan Bldg., 13-38, Nishi-Hon-machi 1-chome, Nishi-ku, Osaka, 550-0005, JAPAN.

THE SOCIETY FOR ANTIBACTERIAL AND ANTIFUNGAL AGENTS, JAPAN.

【報文】

フィトンチッド液の除菌および消臭効果について

阿部 智¹, 谷本 真一², 久間 将義¹,
三原 安経³, 野村 正人²

Antimicrobial and Deodorization Activities of Phytoncide Solution

Tomo ABE¹, Shinichi TANIMOTO², Masayoshi HISAMA¹,
Yasunori MIHARA³, and Masato NOMURA²

¹Toyo Beauty Co., Ltd. 3-13-8 Higashinakamoto, Higashinari-ku, Osaka 537-0021, Japan

²Graduate School of Systems Engineering, Graduate School, Kinki University
1 Umenobe, Takaya, Higashihiroshima, Hiroshima 739-2116, Japan

³PHYTON・TAO 118 Inc. 1-1 Sakuragaoka, Yao, Osaka 581-0869, Japan

Phytoncide has various physiological activities. Thus, in this study we attempted to find novel physiological activities of phytoncide solution (AB-type) prepared from the combination of various plants widely distributed in nature. To investigate the deodorization effect of phytoncide solution, a soap that included the AB-type of phytoncide solution at 1.0% concentration was produced. The total number of bacteria after washing hands with the soap was significantly decreased in comparison with that after washing with water or a commercially sold soap. To study the deodorization effect after washing hands for short periods of time, we compared the assessments of ten volunteers after using the soap, after using water and after using a commercially sold soap. These results suggested that the utilization of phytoncide solution could be expected in new types of cosmetic products with physiological activities such as anti-bacterial and deodorization effects.
(Accepted 22 May 2007)

Key words : Phytoncide (フィトンチッド)/Antibacterial effect(除菌効果)/Deodorization effect (消臭効果).

緒 言

古くから日常生活の中で森林浴あるいはアロマセラピーを利用した癒しにより、心身の改善を行ってきており、森林浴は生活の中のリクリエーションや健康法の一つとして注目されている^{1,2)}。森林浴とは森林の自然を利用した大気浴の一種で、森林から分泌発散するフィトンチッド(Phytoncide)という揮発性の物質により人体が活性化され、健康的効果が得られるというものである。そのフィトンチッドの香気成分はテルペン

類であり、殺菌・抗ウイルス作用、消毒・抗菌作用などの効果があることが知られている^{3,4)}。古代ローマ、ギリシャにおいては、すでに医療用に精油類が応用されており、天然に存在する植物成分は、経験的にも抗菌物質として使われていたことも明らかにされている。ところが、自然界の多種の植物から抽出されたフィトンチッド液が発現する生理活性に関わる数々の効果に関する報告例は少ない^{5,6)}。

今回、著者らは多種多様の樹木および植物から放出される揮散性物質を濃縮したフィトンチッド

¹東洋ビューティ(株) 〒537-0021 大阪市東成区東中本3丁目13番8号 ☎06-6971-0271

²近畿大学大学院システム工学研究科 〒739-2116 東広島市高屋うめの辺1番 ☎082-434-7000

³㈲フィトン・タオ 118 〒581-0869 八尾市桜ヶ丘1丁目1番 ☎072-925-6118

0385-5201/2007/0810-0489 \$02.00/0© 2007 Soc. Antibact. Antifung. Agents, Jpn.

液の効能について注目し研究を行った。著者らがこれまでに行ったフィトンチッド液に関わる生理学的研究では、高血圧発症ラットの血圧上昇を抑制し、正常血圧ラットの血圧を低下させる傾向があることを明らかにし⁷⁾、さらに、フィトンチッド液に高い抗酸化能を発現する効果があることも明らかにし⁸⁾、すでにこれらの結果については報告している。これらの一連の研究を行っている過程で、自然界に広範囲に分布している植物の中にも含まれている優れた抗酸化能を発現する成分を求める動きが強くなっている。その有効性はもちろん、伝統やイメージから消費者に良い印象を与える化粧品分野においては、植物由来の化合物が積極的に利用されている。身近にある植物から得られたエキスを化粧品に配合することができれば、人にも環境にもやさしい製品作りの上で大切な要素になってきている。そこで今回は、著者らが調製したフィトンチッド液を配合した液体石鹸の試作を行うとともに、日常生活の中で試作したフィトンチッド液配合の液体石鹸が十分に使用可能か否かについて、手洗い後の除菌効果とボランティアによる消臭効果の結果から判断した。その結果、選択された植物類から得られたエキスを含むフィトンチッド液の有効性を明らかにすることができたので、これらの結果について報告する。

材料および方法

1. 実験材料

実験に用いたフィトンチッド液は、(有)フィトン・タオ118が調製した4種類のフィトンチッド液の中でも、とくに殺菌力の強い植物から抽出したエキスを混合したABタイプとして市販されているものをそのまま使用した⁹⁾。

2. 分析方法

フィトンチッド液ABタイプをエーテル抽出し、得られた油分について、GC-MS分析(Hewlett packerd HP 6890GC, Hewlett packerd HP 5973 MSD, column: TC-WAX 60m × 0.25mm, 70°C [5min hold]~240 [3°C/min], injection: 240°C, ライブラリー: NIST

(National Institute of Standards and Technology) WebBook)を行った。

3. 液体石鹸の試作方法

フィトンチッド液ABタイプを配合した液体石鹸の試作は、Table 1に示した配合量(%)のラウリン酸、ミリスチン酸およびパルミチン酸混合物に約7%重量の配合量となるように水酸化カリウム水溶液を加え、70~80°Cで加熱溶解しケン化を行った。反応終了後、かき混ぜながらフィトンチッド液ABタイプとその他の成分を加え、均一になるように混合しながら冷却し調合した。

4. 除菌効果試験

フィトンチッド液配合液体石鹸の除菌効果については、既報¹⁰⁻¹²⁾に準じて石鹸使用時間と乾燥方法を一定にし、2名のボランティアにより反復3回にて手洗いを行った。すなわち、手指を流水中で30秒間擦り合わせて洗った後、フィトンチッド液配合液体石鹸約1gを手のひらに取り、泡立てて擦り合わせを15秒間行った。ついで、流水中手指を擦り合わせて15秒間すすぎを行った後、予めエタノールで除菌したペーパータオルで手指を拭き、熱風乾燥(60~70°C)を行った。その後、市販のSCD寒天培地(ハンドべたんチェック)に乾燥した手を押しつけた後、37°Cで24時間培養し、コロニーの形状を判断し、その個数をカウントした。また、市販品の液状石鹸についても同様の操作を行い除菌効果を比較した。

5. 消臭効果試験

手指洗い方法は既報¹⁰⁾に準じて行い、その後のおい評価についてはHooperら^{13,14)}の6段階スコア表に従って、10名のボランティアによる匂い評価を実施し、その消臭効果を判断した。

結果および考察

フィトンチッド液を構成する樹木および植物の種類によっては、そのにおい成分の構成⁹⁾もさまざまとなり、使用目的に応じた植物の組み合わせから得られる試料の調製が必要である。通常、フィ

Table 1. Identified compounds in AB type of phytoncide solution.

Peak No.	R.T**	Compound	Peak Area (%)	Peak No.	R.T**	Compound	Peak Area (%)
1	4.77	Ethyl formate	0.011	64	41.61	Maltol	0.257
2	5.21	Ethyl acetate	0.074	65	41.91	2-Hydroxy-3-propyl-2-cyclopenten-1-one	0.435
3	5.55	Ethanol	0.152	66	42.28	Dodecanol	1.712
4	11.83	Cyclopentanone	trace	67	42.97	<i>o</i> -Cresol	2.850
5	13.17	Limonene	trace	68	43.78	β - <i>n</i> -Methyl ionone	0.159
6	15.38	Acetoin	0.019	69	44.00	4-Ethyl guaiacol	0.249
7	15.97	Acetol	0.020	70	44.20	Diethyl malate	0.512
8	17.81	Unknown	0.022	71	44.23	γ -Nonalactone	0.512
9	18.45	2-Cyclopenten-1-one	0.189	72	44.45	Cinnamaldehyde	0.084
10	18.58	Unknown	trace	73	44.88	Octanoic acid	2.707
11	19.06	2-Methyl-2-cyclopenten-1-one	0.158	74	45.40	<i>p</i> -Xylenol	trace
12	20.78	Fenchone	trace	75	45.51	<i>p</i> -Cresol	0.908
13	21.72	Acetic acid	3.943	76	45.76	<i>m</i> -Cresol	0.823
14	22.83	Furfural	0.208	77	46.00	<i>p</i> -Menthane-3,8-diol	0.447
15	23.14	Unknown	0.011	78	46.20	Elemol	0.278
16	23.78	3,4-Dimethyl-2-cyclopenten-1-one	0.039	79	46.36	Ethyl tetradecanoate	0.294
17	24.59	2-Furyl methyl ketone	0.191	80	46.59	4-Propyl guaiacol	trace
18	25.62	Propanoic acid	2.092	81	47.13	<i>n</i> -Amyl salicylate	1.676
19	26.20	2,3-Dimethyl-2-cyclopenten-1-one	0.207	82	47.80	Cedrol	9.623
20	26.45	Linalool	0.171	83	48.55	4-Ethylphenol	2.624
21	27.02	<i>iso</i> -Butyric acid	0.204	84	49.08	Tetradecanol	1.543
22	27.39	Linalyl acetate	0.131	85	49.16	3,7-Dimethyl-1,7-octanediol	1.543
23	27.65	Terpinene-1-ol	0.096	86	49.32	Carvacrol	0.173
24	28.13	Fenchyl alcohol	0.061	87	49.88	<i>o</i> -Xylenol	0.099
25	28.87	Bornyl acetate / 2-Acetyl-5-methyl furan	0.262	88	50.28	Elemicin	0.172
26	29.08	2-Acetyl-5-methyl furan	0.068	89	50.40	Piperonal	0.093
27	29.34	Butanoic acid	1.622	90	51.17	2,6-Dimethoxy phenol	0.093
28	29.62	γ -Butyrolactone	0.233	91	51.57	Decanoic acid	5.267
29	29.77	Unknown	0.145	92	51.74	Cinnamic alcohol	0.899
30	29.89	α -Cedrene	0.161	93	52.01	Unknown	0.124
31	30.41	2,5-Dihydro-3,5-dimethyl- 2-furanone	0.344	94	52.03	Unknown	0.045
32	31.08	<i>iso</i> -Valeric acid	0.169	95	52.80	Diethyl tartrate	0.347
33	31.37	<i>iso</i> -Borneol	0.060	96	53.22	Unknown	0.174
34	31.50	5-Methyl-2(5H)-furanone	0.133	97	53.94	<i>iso</i> -Eugenol	0.204
35	31.59	Thujopsene	0.133	98	54.16	Unknown	0.118
36	31.79	β -Terpineol	0.287	99	54.22	Unknown	0.118
37	32.13	2-Methyl-2-propenoic acid	0.037	100	54.64	α -Hexyl cinnamaldehyde	1.059
38	32.52	α -Terpineol	0.346	101	55.42	Dihydromayurone	0.136
39	33.00	3-Methyl-2(5H)-furanone	0.179	102	55.80	Cedryl methyl ketone	0.540
40	33.36	Unknown	0.056	103	56.49	Mayurone	0.260
41	33.59	Benzyl acetate	0.475	104	56.85	Coumarin	0.650
42	34.19	3-Butenoic acid	0.114	105	56.99	Benzoic acid	0.232
43	34.34	<i>p</i> -tert-Butylcyclohexyl alcohol	0.114	106	57.63	Dodecanoic acid	8.027
44	34.87	Citronellol	0.226	107	59.62	Vanillin	0.214
45	35.01	Geranyl acetate	0.326	108	61.58	Acetovanillone	0.052
46	35.49	2-Methyl-2-butenic acid	0.060	109	61.81	Benzyl benzoate	2.621
47	35.63	3,5-Dimethyl-2-hydroxy-2-cyclopenten-1-one	0.239	110	62.03	Vanillyl methyl ketone	trace
48	35.91	Ethyl 4-hydroxybutyrate	0.071	111	62.90	Ethylene dodecandioate	0.826
49	35.93	α -Chamigrene	0.071	112	63.35	Tetradecanoic acid	3.016
50	36.09	Neral	0.032	113	63.60	Unknown	0.435
51	36.36	4-Pentenoic acid	0.114	114	64.43	Unknown	0.159
52	36.86	Cyclotene	1.082	115	66.44	Benzyl salicylate	1.244
53	37.18	Unknown	0.080	116	69.12	Musk ketone	0.256
54	37.27	Unknown	0.054	117	70.61	Hexadecanoic acid	4.047
55	37.72	Hexanoic acid	0.224	118	72.01	Unknown	0.735
56	38.14	Guaiacol	3.177	119	72.35	Unknown	0.365
57	38.66	Benzyl alcohol	5.247	120	74.16	Unknown	0.107
58	38.81	2-Pentenoic acid	0.417	121	79.07	Unknown	1.878
59	39.22	3-Ethyl-2-hydroxy-2-cyclopenten-1-one	0.061	122	81.86	Octadecanoic acid	0.215
60	39.90	β -Phenethyl alcohol	2.654	123	83.63	Oleic acid	0.768
61	40.87	α - <i>n</i> -Methyl ionone	2.347	124	86.31	Unknown	1.099
62	41.50	4-Methyl guaiacol	1.433			Others	2.788
63	41.59	β -Ionone	0.257			Total	100.00

* Retention time (min)

トンチッドには幅広い異なる生理活性機能を発現することが確認されているが、その強度についてはあまり検討されていない。そこで今回、著者らはフィトンチッド液の除菌および消臭効果の強度を確認するため、4種類のフィトンチッド液(Aタイプ: 樹木系の植物エキス, ABタイプ: 殺菌力の強い植物エキス, CYタイプ: アレルギー反応を起さない植物エキスおよびDタイプ: 草花系の植物エキス)を調製した。とくに、その中でも今回の研究目的である特性を発現することが期待されるフィトンチッド液で殺菌力を持っていると言われている植物エキスからなるフィトンチッドAB液(市販品)の成分検索を行った。すなわち、フィトンチッドAB液をエーテル抽出し、得られた油分中の成分についてGC-MS分析(Fig. 1)を行ったところ、132のピークを確認することができ、Table 1に示した106のピークについて構造を確認することができた。その主成分としては、テルペノイド(Guaiacol, α -n-Methyl ionone,

Cedrol など), フェニルプロパノイド(Benzyl alcohol, β -Phenethyl alcohol, o-Cresol, 4-Ethyl phenol など) および脂肪酸(Octanoic acid, Decanoic acid, Dodecanoic acid, Hexadecanoic acid など)であり、これら化合物が油分中、約50%近い割合で存在していることがわかった。この成分の相違をフィトンチッドD液と比較⁹⁾すると、主なテルペノイドとして、Linalool, Thujopsene, α -Terpineol および Cedrol などが約40%を占めており、しかも、脂肪酸含有量が少ないことなどから、フィトンチッドD液ではテルペノイドの影響による抗酸化能が発現したものと考えている。つぎに、これらの成分を含む油分を配合した液体石鹸の試作を行ったところ、最適最少配合重量として1.0%配合した液体石鹸で十分にその効果が発現することが分かった。また、日常生活の中での手指洗いを行った後の除菌効果(残存菌数)およびボランティアによる消臭効果を検討した。Table 2に今回試

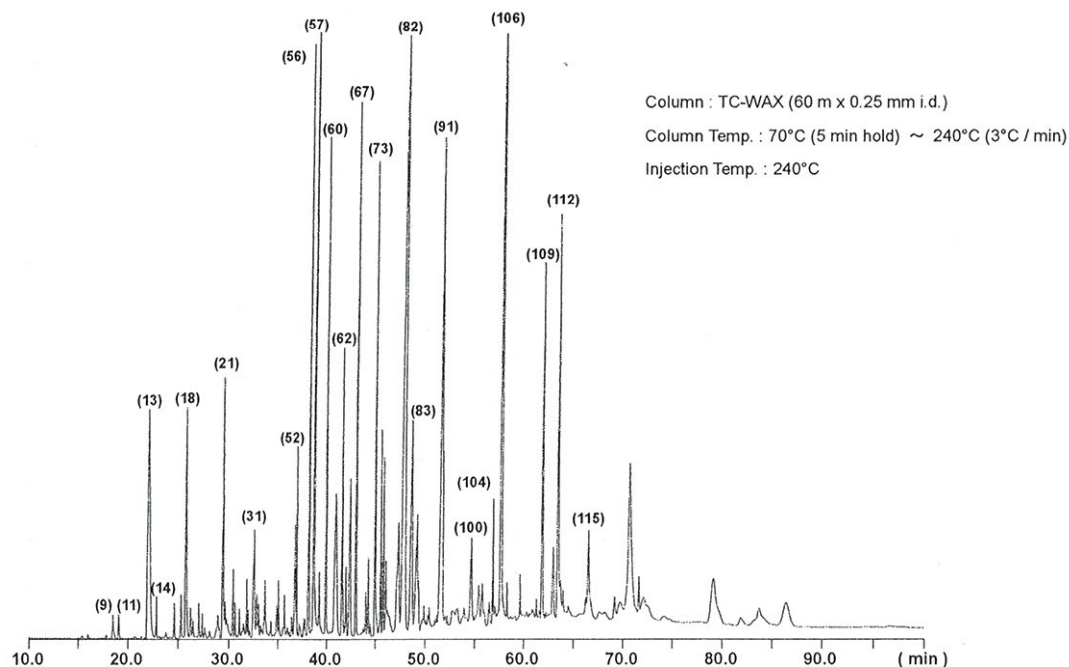


Fig.1. Gas chromatogram of AB-type.

作したフィトンチッド AB 液配合の石鹸（液体）の試作配合量を示す。高級脂肪酸であるラウリン酸、ミリスチン酸およびパルミチン酸は、いずれも水溶性が高く、起泡性と洗浄力にも優れているなどの性質に注目し配合した。

1. 除菌効果

手指の細菌叢は皮膚に存在するものであり、日常的な手洗いでは通過菌（transient flora）の除去を、衛生的な手洗いでは常在菌（resident flora）の減少を目的に手洗い後の除菌効果を検討した。毎日の通勤あるいは通学を経て、昼食までの行動を通じた一連の中での除菌効果（3回試みる）を検討した。その結果、通常の手洗いの方に比べ、市販品の液体石鹸および今回試作したフィトンチッド AB 液配合の液体石鹸を用いて洗浄すると、除菌効果に大きな相違が認められた。すなわち、フィトンチッド AB 液配合の液体石鹸で手洗いを行うと、水洗いに比べて皮膚に常に付着している常在菌であるピロド状コロニーを形成する長桿菌（long bacteria）に対して、Fig. 2 に示した結果からも明らかなように高

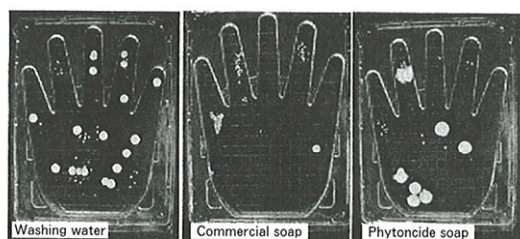


Fig.2. Bacterial colony growth after washing hand.

Table 2. Composition of liquid phytoncide soap.

Ingredient name	Composition ratio(%) (v/v)
Lauric acid	10
Myristic acid	3
Palmitic acid	1
Potassium hydroxide	7
EDTA	0.1
Potassium chloride	1
Lauric diethanolamide	3
Glycoldistearate	2
Antiseptic	trace
AB type of phytoncide solution	1
Water	trace
Total	100

い除菌効果を発現していることが確かめられた。また、試作したフィトンチッド AB 液配合の液体石鹸で洗浄すると、短桿菌（short bacteria）の残菌数が水洗いおよび市販品の液体石鹸を用いた手洗いに比べて著しく減少（50個）する傾向が確かめられた。また、今回対象とした4種類の菌の総数（69個）が最も少ない菌数である結果を得ることができた（Table 3）。

2. 消臭効果

著者らが今回試作したフィトンチッド液配合の液体石鹸の中でも、前項の除菌効果でとくに活性が認められたフィトンチッド AB 液配合の液体石鹸に対する消臭効果の有無について、主婦を中心とした10名のボランティア（1人5点の持ち点）の協力により行った。通常の日常生活の中で手洗いを行う際に使用した石鹸（無香料）洗いと今回試作したフィトンチッド AB 液配合の液体石鹸を用いた手洗い（20～60秒）を行い、においの比較を行った。それぞれのにおい評価については、Table 4 に示した官能評価基準に従って実施し、フィトンチッド AB 液配合の液体石鹸の消臭効果の有無を判断した。その結果をTable 5 に示す。流水のみの洗いでは、長時間（3～5分間）にわたっての洗いでもにおいは消えず、市販品の液体石鹸およびフィトンチッド

Table 3. Bacteria remaining after washing hands.

General gram	Only water	Commercial soap	Phytoncide soap	Colony
Short bacteria	78	97	50	White colony (s)
Long bacteria	19	1	8	Velvet-shaped colony
Coccus	3	2	4	Milk-white colony (l)
Staphylococcus	11	9	7	Yellow colony
Total	111	109	69	

Table 4. Evaluation scale for the deodorization effect.

Mark	Evaluation
5	Pungent smell
4	Worse than normal smell
3	Normal smell
2	Slight smell
1	No or almost no smell
0	No difference

Table 5. Evaluation of the deodorization effect by participants.

Panelist	Washing water				Commercial soap				Phytoncide soap			
	20 ^{a)}	30	40	60	20	30	40	60	20	30	40	60
A	5	5	4	4	4	3	3	2	4	2	1	0
B	5	4	4	4	4	4	3	2	3	2	1	0
C	5	4	4	3	4	3	2	2	3	2	1	1
D	5	5	4	3	4	3	2	1	3	2	1	0
E	5	5	5	4	4	4	3	2	3	1	1	1
F	4	4	4	3	4	3	2	2	3	2	1	1
G	5	5	4	4	4	3	2	1	3	1	1	1
H	5	4	4	3	4	4	3	2	3	2	2	1
I	4	4	4	4	4	3	2	1	4	2	1	1
J	5	5	4	3	4	3	2	2	3	1	1	1
Average	5	4.5	4	3.5	4	3.3	2.4	1.7	3.2	1.7	1.1	0.7

a) Washing time (sec)

AB液配合の液体石鹼で洗浄を行うと、いずれの液体石鹼においても消臭効果は認められた。しかし、両方の液体石鹼を使用した洗浄をより詳しく比較すると、無香料の市販品液体石鹼では石鹼臭が残り、水洗いの時間が長くなる傾向が認められた。一方、フィトンチッド AB液配合の液体石鹼を用いた洗浄方法は短い手指洗い時間で済み、しかも、今回著者らが植物から調製したフィトンチッド AB液が持っている機能の一つである消臭効果が最大限に発現し、その消臭効果に著しい相違が認められた。このことは、フィトンチッド AB液配合の液体石鹼を使用して手洗いを行った10名のボランティアの観察によっても確かめられた。また、フィトンチッド AB液配合の液体石鹼を用いて、40秒以上流水で手指洗いを行ったところ、評価基準がほぼ1以下となり、良好な消臭効果が発現していることも確認することができた。

結 論

今回試作したラウリン酸を主成分とした液体石鹼に、著者らが調製した種々の植物エキスから成る4種類のフィトンチッド液(Aタイプ, ABタイプ, CYタイプ, Dタイプ)を配合した液体石鹼を試作し、その除菌効果および消臭効果を追及したところ、本実験から最適なフィトンチッド液としては、殺菌力が強い植物エキスから成るABタイプが最適であることを明らかにすることがで

きた。また、その油分中に含まれている化学成分の割合と構造についても明らかにすることができた。一方、除菌効果および消臭効果から最少配合量についてはTable 2に示した量であり、著者らが期待した効果を発現することが確認できた。このようなことから、著者らが調製したフィトンチッド液を目的に応じた使い方をすることにより、化粧品への利用も可能であることがわかった。

謝 辞

本研究を行うにあたり、フィトンチッド液をご提供してくださいました(有)フィトン・タオ 118に厚く御礼申し上げます。

参 考 文 献

- 1) 恒次祐子, 森川 岳, 宮崎良文 (2005) 木材の香りによるリラクゼーション効果, 木材工学, **60**, 598-602.
- 2) Yamaoka, S (1988) Abstracts of the twenty-sixth annual meeting of the Japanese Society of Biometeorology, *Int. J. Biometeorol.*, **32**, 217-229.
- 3) Isacoff, H (1981) Aromatics as bactericides, *Cosmetics and Toiletries*, **96**, 69-76.
- 4) Yatagai, M (1986) Recent research and development in phytoncides, *Fragrance Journal*, **6**, 247-252.
- 5) Kamiyama, K (1984) Ecology of forest and exhalating materials effect, *Fragrance Journal*, **65**, 7-11.
- 6) Ohtsuka, Y, Yabunaka, N., and Takayama, S (1998) Shinrin-yoku (forest-air bathing and walking) effectively decreases blood glucose levels in diabetic patients, *Int. J. Biometeorol.*, **41**, 125-127.
- 7) Kawakami, K., Kawamoto, M., Nomura, M., Otani, H., Nabika, T., and Gonda, T (2004) Effect of phytoncides on blood pressure under restraint stress in shrews, *Clinical and Experimental Pharmacology and Physiology*, **31**, 27-28.
- 8) Kawakami, K., Kawamoto, M., Otani, H., and Nomura, M (2005) Clinical and experi-

- mental hypertension, *Clinical and Experimental Hypertension*, **27**, 442.
- 9) Abe, T. and Nomura, M (2006) Chemical constituents of phytoncide and their anti-oxidative activities, *AROMA RESEARCH*, **7**, No.25, 56-62.
- 10) Yamamoto, K (2006) 医療施設での手洗いの現状と課題, *Bokin Bobai*, **34**, No.4, 211-217.
- 11) Winnefeld, M., Richard, M. A., Drancourt, M. and Grob, J. J (2000) Skin tolerance and effectiveness of two hand decontamination procedures in everyday hospital use, *British J. Dermatol.*, **143**, 546-550.
- 12) Meers, P. D. and Yeo, G. A (1978) Shedding of bacteria and skin squames after hand-washing, *J. Hyg. Camb.*, **81**, 99-105.
- 13) Ishida, K (1994) Measurement methods for deodorant efficacy, *Fragrance Journal*, **13**, 177-183.
- 14) Hooper, D. C. and Johnson, G. A (1981) Detergent product containing deodorant compositions, *United State Patent*, 4304679.

室内環境におけるフィトンチッドの消臭効果の検討

川上 浩平¹⁾・河本 舞²⁾・堀江 哲史²⁾・三原 安経³⁾・野村 正人⁴⁾・
山田 高也¹⁾・小林 裕太⁵⁾・大谷 浩²⁾

¹⁾ 島根大学総合科学研究支援センター実験動物分野、²⁾ 島根大学医学部解剖学研究室

³⁾ フィトンタオ 118、⁴⁾ 近畿大学工学部生物化学工学科、⁵⁾ 島根大学医学部看護学科

環境管理技術 Vol.24 No.5 (2006) 別刷

THE RESEARCH SOCIETY for ENVIRONMENTAL
CONTROL TECHNIQUE

Seiyu Bldg., 12-19, Nishi-Hon-machi 1-chome, Nishi-ku, Osaka, 550-0005, Japan.

室内環境におけるフィトンチッドの消臭効果の検討

川上 浩平¹⁾・河本 舞²⁾・堀江 哲史²⁾・三原 安経³⁾・野村 正人⁴⁾・
山田 高也¹⁾・小林 裕太⁵⁾・大谷 浩²⁾

¹⁾ 島根大学総合科学研究支援センター実験動物分野、²⁾ 島根大学医学部解剖学研究室

³⁾ フィトンタオ 118、⁴⁾ 近畿大学工学部生物化学工学科、⁵⁾ 島根大学医学部看護学科

はじめに

フィトンチッドは、杉、檜などの抽出精油成分の一種で森林浴効果の源であると言われて^{1, 2)}いる。その主成分は、 α -ピネン、リモネン、テレピネオールなどのテルペン化合物である。これらの成分によってフィトンチッドは消臭作用、抗菌作用、脱臭作用、解毒作用などがあると報告されている^{3, 4)}。我々はフィトンチッドの持っている消臭・リフレッシュ効果を利用して、大学施設内の室内の環境改善を図るために多角的な検討を行っている。

実験動物施設内では、動物臭、アンモニア臭、飼料の滅菌臭、薬品臭などの悪臭が発生する。我々は各飼育室のアンモニアガス濃度の測定を行い、すべての飼育室が実験動物施設のガイドライン⁵⁾に提示されている基準値(20ppm/hr)以下であることを報告した^{6, 7)}。このことは当実験動物施設の空調システムが改善されたためと考えられる⁸⁾。しかしながら、施設利用者からは「実験動物施設内では動物臭が気になる」「いろいろ混じり合った臭気が蔓延している」などの意見があり、不快感を与えており、消臭意識を更に高めてはいなかった。一方、医学系大学の医学教育における系統解剖実習においては、ホルムアルデヒドに高濃度で暴露され生体に影響する可能性がある^{9, 10)}。このホルムアルデヒドはシックハウス症候群や化学物質過敏症などに関与していると考えられ、健康障害が大きな問題になっている¹¹⁾。

そこで、本報ではフィトンチッドを噴霧することにより、施設環境がどの程度改善されるのかを検証を行った。実験動物施設における悪臭およびフィトンチッドの評価と解剖学実習室の標本室においてホルムアルデヒド濃度の低減効果を指標に検討を行ったので報告する。

材料と方法

1. 実験動物施設内の消臭効果についてのアンケート調査

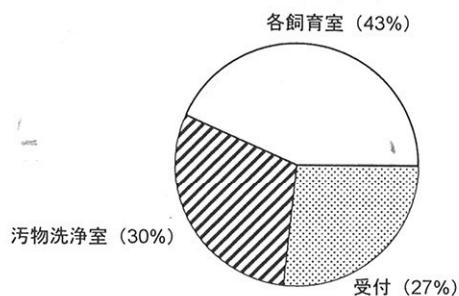
1-1. フィトンチッド噴霧方法

供試薬液はフィトンチッド (PT-150、フィトンタオ 118 製) を用いて、噴霧装置 (ニューファインミスト、フィトンタオ 118 製) を使用して行った。設置場所は当実験動物施設の 2 階受付の高さ 1.8m に設置した。噴霧期間は平成 16 年 11 月から 12 月の約 2 ヶ月間で、週 40 時間噴霧した。

1-2. 消臭効果についてのアンケート調査

対象は、噴霧期間中に当実験動物施設を利用した 25 名の施設利用者(男性 18 名、女性 7 名)。アンケート調査は、個人のデータは明らかにされない旨を説明し、承諾の得られた者のみ自記式にて回答記載し、その後、回収した。臭気についての評価は、「臭う」、「少し臭う」、「あまり臭わない」、「全く臭わない」、の 4 段階の順序尺度から評価する質問表を作成した。次にフィトンチッド消臭効果の評価方法は、「全く良

悪臭を感じる場所



どんな悪臭を感じるのか

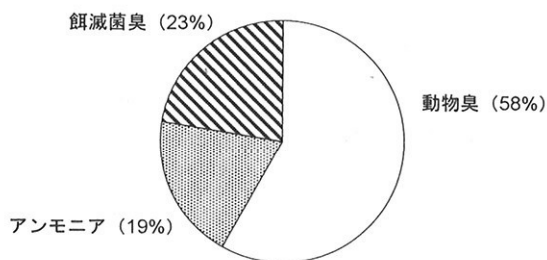


図1 実験動物施設の利用者による悪臭についてのアンケート調査

くない」、「あまり良くない」、「すこし良い」、「良い」、の4段階の順序尺度から評価する質問表を作成した。

2. 解剖学実習の標本室におけるホルムアルデヒドの低減効果

検査場所は本学の医学部解剖学実習の標本室(#1) (1.8m×2.0m×3m、10.8 m³) および標本室(#2) (2.6m×5.6m×3m、43.7 m³) について行った。部屋の特徴は両室とも換気扇は設置しておらず、標本室(#1)は南側、標本室(#2)は北側に向いている。標本室(#1)については、最初の1週間は蒸留水(対照群)を噴霧し、翌週からはフィトンチッドを3日間連続で噴霧しホルムアルデヒド濃度を測定した。噴霧条件は対照群およびフィトンチッド群ともに噴霧装置を高さ1.8mに置き、1日7時間(10:00～17:00)噴霧を行った。ホルムアルデヒド濃度の測定はパッシブ・ドジチューブ(91D、ホルムアルデヒド検知用、目盛範囲1～20ppm/hr、ガステック製)を用い、作業環境測定基準に準じて、縦、横の各々等間隔の交点を測定点とした。測定点は標本棚の周りの位置で高さ1.5mに調整し4点とした。計測時間は毎日17時に行った。測定値はホルムアルデヒドの累積値を単位時間で換算した値とした。

標本室(#2)については、最初の1週間は蒸留水(対照群)を噴霧し、翌週からはフィトンチッドを2日間連続で噴霧し、その後、フィトンチッド噴霧を中止し5日目に室内のホルムアルデヒド濃度を測定した。計測方法は上述と同様とした。

3. 統計処理

ホルムアルデヒドの環境気中濃度の変化は、平均値±標準誤差で示し、フィトンチッド噴霧前後の平均値の比較はpaired t-testを用いた。

結果

1. 実験動物施設内の臭気についてのアンケート調査

実験動物施設の利用者によるアンケート調査の結果を図1に示した。施設内で悪臭を感じる場所は、各飼育室が最も多く43%を示し、次に汚物洗浄室と受付が約30%を示した。悪臭の種類は動物臭が58%、オートクレーブによる餌の滅菌臭が23%、アンモニア臭が19%を示した。受付でのフィトンチッド噴霧のアンケート結果を図2に示した。フィトンチッドの匂いは約80%が良い匂いと良好な結果を示した。

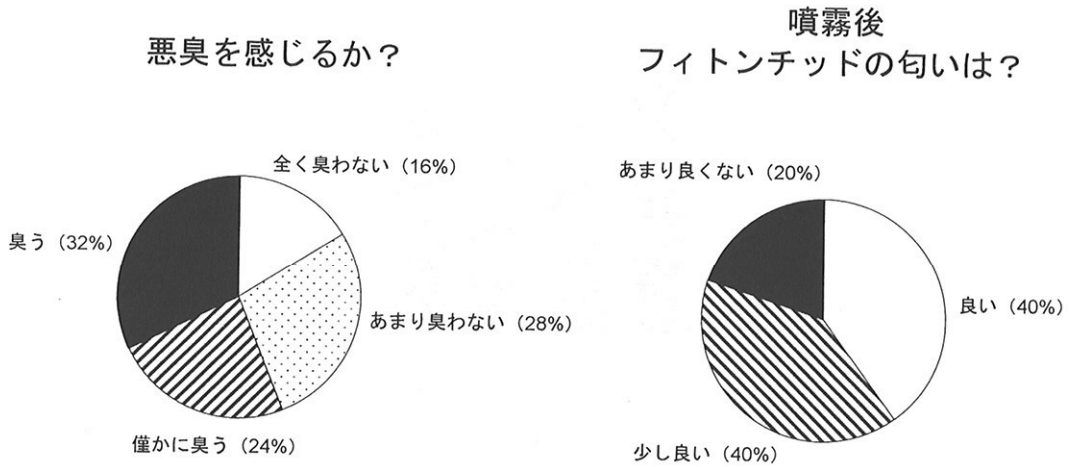


図2 実験動物施設の利用者による悪臭の評価とフィトンチッド噴霧の評価についてのアンケート調査

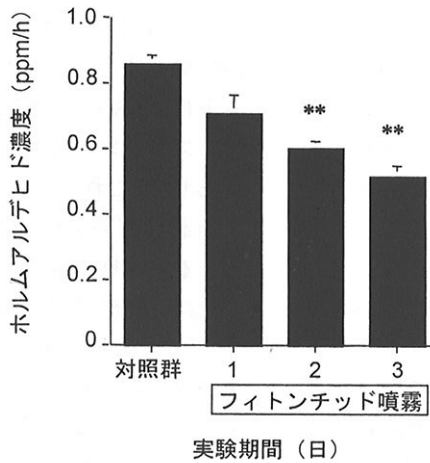


図3 解剖学実習室の標本室 (#1) のフィトンチッド噴霧によるホルムアルデヒド消臭効果
 解剖学実習室の標本室 (#1) の条件は容積は10.8m³、温度は14.1~15.8℃、湿度は55.7~56.3%。対照群は蒸留水噴霧、各測定回数は4回、各測定値はmean±SEMで示す。** p<0.01

2. 解剖学実習の標本室におけるホルムアルデヒドの消臭効果

標本室 (#1) のホルムアルデヒドの消臭効果を図3に示した。対照群は蒸留水を噴霧し0.86±0.03ppm/hrであった。フィトンチッド群は経時的に減少傾向を示し、2日目(0.61±0.02ppm/hr)および3日目(0.52±0.03ppm/hr)

では有意差が認められ、抑制効果が見られた。標本室 (#2) のホルムアルデヒドの消臭効果を図4に示した。対照群では1.97±0.11ppm/hrであったが、フィトンチッド群は2日目に1.43±0.06ppm/hrと低値を示した。その後、フィトンチッド噴霧を停止後3日目には27%も上昇し1.82±0.07ppm/hrを示した。標本室 (#1) と標

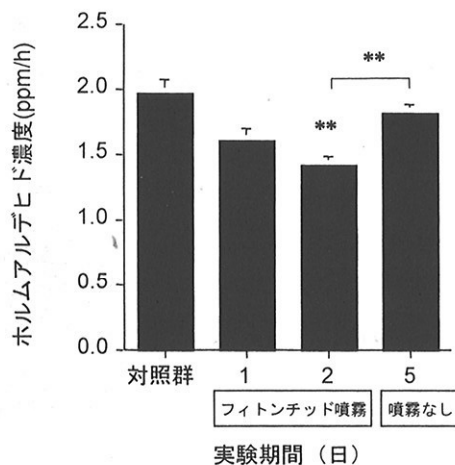


図4 解剖学実習室の標本室(#2)のフィトンチッド噴霧によるホルムアルデヒド消臭効果
解剖学実習室の標本室(#2)の条件は容積は43.7m³、温度は14.1~16.8℃、湿度は55.4~56.4%。各測定回数は4回、各測定値はmean±SEMで示す。** p<0.01

本室(#2)を比較すると、標本室(#2)は空間が広く、標本物が多く保存してありホルムアルデヒド濃度が高い傾向であった。ホルムアルデヒドの軽減効果は、フィトンチッドを継続的に噴霧しなければ効果が認められなかった。

考察

日常生活において、悪臭の代表的なものは、アンモニア、硫化水素、トリメチルアミン、メチルメルカプタンが挙げられ、これらは4大悪臭とも呼ばれている。悪臭は濃度の低い混合気体の形で身の回りを漂っており、悪臭の多くは物が腐敗することにより生じる。腐敗とは酸化によって起こる現象である。

実験動物施設内では、アンモニアガスを対象物質として抑制効果の確認を試みようとした。しかしながら、予備実験では事務室および廊下のアンモニアガス濃度は0ppm/hr、汚物洗浄室および飼育室は0~5ppm/hrでありほとんど検知されなかった。そこで今回は受付周辺でフィトンチッド噴霧を行い、アンケート調査を試みた。その結果、利用者は施設内に入ると実験動物施設特有の臭気を感じていることが分か

り、特に利用回数が少ない人は動物臭や餌の滅菌臭を感じる」と回答した。また、フィトンチッドは、良い匂いを感じる」との評価が高かった。フィトンチッドは森林の空気のような香りがあり、これらが爽快感をもたらし、実験動物施設特有の臭気を感じさせない効果が期待できると推察される。

次に、解剖学実習室の標本室の検討では、フィトンチッドにはホルムアルデヒドの軽減効果が認められた。慢性的なホルムアルデヒド臭が漂っている標本室や保存室などには軽減効果があると思われた。解剖実習室におけるホルムアルデヒドの軽減対策については多数の報告があり、全国的に調査が進められている^{12, 13, 14, 15)}。それらによると、学生へのホルムアルデヒドの曝露を軽減するために具体的方策、たとえば、ホルムアルデヒド除去ゲルなどを設置すること、換気回数を増やすなどの作業環境の対策を実施することが必要と提案されている。その一方で、解剖実習やその見学をする学生は、ホルムアルデヒドの吸収を減らすような作業管理の対策として、活性炭入りのマスクを使用することなどが提唱されている。今回の実

験では標本室を使用して、フィトンチッドのホルムアルデヒドの軽減効果を検討した。フィトンチッドは経時的にホルムアルデヒド濃度を減少させる傾向があり、継続して噴霧を行えば効果があると推測された。当大学医学部の解剖学実習においても残留ホルムアルデヒド濃度が高く、実際には換気回数を多くして軽減対策を図っている。それらの対策に加えて、このフィトンチッドの消臭効果を用いることは環境改善に役立つと思われる。

一般的に消臭の方法として、感覚的方法、化学的方法、物理的方法、生物的方法、燃焼法、水洗法などがある¹⁶⁾。最近ではそれらの方法を用いた環境改善をめざす様々な製品が実用化されている。その中で、活性炭、ゼオライトなどの多孔質によって物理的に吸着する方法¹⁷⁾、別の匂いによってマスクングする方法¹⁸⁾、臭物質の分解と殺菌効果を合わせ持つ光触媒として酸化チタンやオゾンなどがある^{19,20,21)}。これらの方法にはそれぞれ消臭効果が認められるが、短所も持ち合わせている。たとえば、物理的吸着は悪臭成分を飽和状態まで吸着してしまうと脱臭効果が低下する。また、安全面からオゾン酸化の方法は細心の注意が必要となる。このように当然ながら一長一短があり、悪臭成分に対して選択性もあると考えられるので、これらの組み合わせによって消臭効果を高める工夫が必要となる。

フィトンチッドの消臭作用は化学的中和によるもので、悪臭成分を分解し無害化する^{22,23)}。そして何よりも森林の空気のような香りが爽快感をもたらす特徴がある。よって、快適な施設環境を維持・管理するためにフィトンチッド噴霧を行うことは意義があると思われる。以上の結果から、フィトンチッド噴霧により実験動物施設における悪臭への効果が期待され、解剖学実習室の標本室におけるホルムアルデヒドが低減化したと考えられた。今回、簡単な装置の導入により、ある程度の効果が見られ

たことから、更に広い実習室で高濃度のホルムアルデヒドの発生が見込まれる学生実習などにおける有効性の評価およびランニングコストの問題や室内空間のフィトンチッド噴霧器の許容能力を検討することなど更に詳細に検討したいと考えている。

文献

- 1) Hossain, S. J., Aoshima, H., Koda, H., and Kiso, Y. (2002): Potentiation of the ionotropic GABA receptor response by whiskey fragrance. *J. Agric. Food. Chem.*, 50, 6828-6834.
- 2) Kawakami, K., Kawamoto, M., Nomura, M., Otani, H., Nabika, T., and Gonda, T. (2004): Effects of phytoncides on blood pressure under restraint stress in SHRSP. *Clin. Exp. Pharmacol. Physiol.*, 31, S27-28.
- 3) Saito, T. (1999): Effects of fragrances on stress alleviation and sleep. *Kohshokai*, 23, 87-91.
- 4) Aoshima, H. and Hamamoto, K. (1999): Potentiation of GABAA receptors expressed in *Xenopus* oocytes by perfume and phytoncide. *Biosci. Biotechnol. Biochem.*, 63, 743-748.
- 5) 実験動物施設基準研究会編(1983): ガイドラインー実験動物施設の建築および設備一、pp. 51、清至書院、東京。
- 6) 川上浩平、三浦隆、黒崎薫、武智真由美、吾郷昭夫、権田辰夫 (1997): 動物施設内のアンモニアガス濃度と個人暴露量の検討、*実験動物技術*、32、1-6。
- 7) 川上浩平、吾郷昭夫、権田辰夫 (2000): イヌ用一方向気流式自動飼育装置の使用経験、*九州実験動物雑誌*、16、27-35。
- 8) 山内忠平、小原徹、福山伸隆、上田智之、榎田大輔、柳本申二(1986): 実験動物飼育室の一方向気流方式の給排気システムの概要、

- 実験動物、35、537-544.
- 9) 石川哲、宮田幹夫、難波龍人、西本浩之 (1998): 化学物質過敏症診断基準について、日本医事新報、3857、25-29.
- 10) 日本産業衛生学会許容濃度等に関する委員会 (2002): 許容濃度等の勧告(2002年度)、産業衛生学雑誌、44、140-164.
- 11) 厚生労働省労働基準局安全衛生部化学物質調査課 (2002): 職域における屋内空気中のホルムアルデヒド濃度低減のためのガイドラインについて、(通達: 基発第0315002号平成14年3月15日)、25、27-30.
- 12) 森岡郁晴、堀内恵美子、水主千鶴子、辻幸代、河合俊夫、竹内靖人、鶴尾吉宏、宮下和久 (2003): 解剖実習に伴うホルムアルデヒドの個人曝露濃度 (第2報 消臭剤装置とマスク使用の効果)、和歌山医学、54、128-132.
- 13) 圓藤陽子、安部みき子、中島裕司、木山博資、宮崎竹二、竹内靖人、小松晃雄、圓藤吟史 (2003): 光触媒蛍光灯による室内環境中ホルムアルデヒド濃度の低減化(その1) 医学部解剖学準備室における実験、生活衛生、47、261-268.
- 14) 藤巻わかえ、仁藤興次、上芝秀博、金井孝夫、内山竹彦 (2004): 光触媒膜付蛍光ランプが室内環境に与える浮遊菌の減少効果および消臭効果について、感染症誌、78、588-596.
- 15) 樺田尚樹、中島民治、菊田彰夫、川本俊弘、嵐谷奎一 (2004): 解剖学実習室における気中ホルムアルデヒド濃度評価と自覚症状調査、産業医科大学雑誌、26、337-348.
- 16) 石黒辰吉 (2002): 臭気概論、普及版 防脱臭技術集成、pp. 5-45、(株)エヌ・ティー・エス、東京.
- 17) 伊藤秀幸、近江靖則、佐野庸治 (2005): Y型ゼオライトのホルムアルデヒド吸着/脱離挙動および滅菌システムへの応用、防菌防黴、33、453-461.
- 18) 塩沢麻由、中島十木子、百瀬裕和、柳澤佳代子 (2003): 病院のトイレ・汚物処理室の臭気の実態とコーヒーカーカス・木酢液による消臭効果、長野赤十字病院医誌、16、123-128.
- 19) Sunada, K., Kikuchi, Y., Hashimoto, K., Fujishima, A. (1998): Bactericidal and detoxification effects of TiO₂ thin film photocatalysts. Environ. Sci. Technol., 32, 726-728.
- 20) Saito, T., Iwase, T., Morioka, T. (1922): Mode of photocatalytic bactericidal action of powdered semiconductor TiO₂ on mutants streptococci. J. Photochem Photobiol B Biol., 14, 369-379.
- 21) 山村隼志、櫻井美栄 (2003): オゾンガス発生装置による室内殺菌試験、日本医療・環境オゾン研究会会報、10、2-6.
- 22) 畑中顕和 (1984): 森林浴と若葉の香り、化学、39、316-320.
- 23) 中島照夫 (2003): フィトンチッド精油剤の抗菌防虫効力に関する研究、環境管理技術、21、181-200.

ラットの血中エタノール濃度に及ぼすフィトンチッドの影響

Effect of phytoncide on blood alcohol concentration in rats

川上 浩平, 下崎 俊介, 頓宮 美樹, 野村 正人,
小林 裕太, 高橋 節典, 大谷 浩, 山田 高也

Kohei KAWAKAMI, Shunsuke SHIMOSAKI, Miki TONGU, Masato NOMURA,
Yuta KOBAYASHI, Setunori TAKAHASHI, Hiroki OTANI, Takaya YAMADA

原著

ラットの血中エタノール濃度に及ぼすフィトンチッドの影響

Effect of phytoncide on blood alcohol concentration in rats

川上 浩平¹⁾, 下崎 俊介^{2,3)}, 頓宮 美樹¹⁾, 野村 正人⁴⁾,
小林 裕太⁵⁾, 高橋 節典⁶⁾, 大谷 浩³⁾, 山田 高也¹⁾

Kohei KAWAKAMI¹⁾, Shunsuke SHIMOSAKI^{2,3)}, Miki TONGU¹⁾, Masato NOMURA⁴⁾,
Yuta KOBAYASHI⁵⁾, Setunori TAKAHASHI⁶⁾, Hiroki OTANI³⁾, Takaya YAMADA¹⁾

(Received 3 August 2008 / Accepted 29 August 2008)

Summary

Phytoncides are volatile substances released from trees. Phytoncides can be extracted from about 120 kinds of trees, flowers, vegetables and fruits. They are mainly composed of organic compounds such as terpenoids. In the present study, we performed a component analysis of phytoncides by mass chromatogram and investigated the effects of extracts from phytoncides on the blood ethanol level in rats. Terpenoids, phenylpropanoids and fatty acids composed 52.02% of phytoncides. On oral administration of ethanol (2g/kg BW) to the low-loaded group (phytoncides 0.125mL/kg BW, PO) and high-loaded group (phytoncides 1.25mL/kg BW, PO), the maximum blood alcohol levels decreased by 21% and 11%, respectively. A decline in maximum blood ethanol level and a delay in the time to maximum blood concentration were observed in both groups. From these results, it is expected that phytoncide with some terpenoids may reduce the blood ethanol concentration.

Key words: phytoncide, ethanol, rat, blood alcohol concentration

緒言

静かで清々しい森の中では、人は気分が和らぎ、心身ともにリラックスする。いわゆる森林浴効果である。森林浴には、森の静かな雰囲気、目に優しい緑の色、素晴らしい景観など、複合的な要因が重なり合っ

てを和らげ、身体をリフレッシュする働きがある^[10,21]。木の放出する香りも森林浴効果に寄与している。

森林樹木などが大気中に放出する香り成分は、植物の二次的代謝成分の一つであるフィトンチッドと呼ばれる有機化合物を多く含む^[12]。また、フィトンチッドは

- 1) 島根大学総合科学研究支援センター実験動物分野
〒693-8501 島根県出雲市塩冶町89-1
Department of Experimental Animals, Center for Integrated Research in Science, Shimane University, 89-1 Enya-cho, Izumo, Shimane 693-8501, Japan
- 2) 島根大学プロジェクト研究推進機構
〒690-8504 島根県松江市西川津町1060
Research Project Promotion Institute, Shimane University, 1060 Nishikawatsu-cho, Matsue, Shimane 690-8504, Japan
- 3) 島根大学医学部発生生物学
〒693-8501 島根県出雲市塩冶町89-1
Department of Anatomy, Faculty of Medicine, Shimane University, Izumo, Shimane 693-8501, Japan

- 4) 近畿大学工学部生物化学工学科
〒739-2116 広島県東広島市高屋町
Department of Biotechnology and Chemistry, School of Engineering, Kinki University, Takayacyo, Higashi-Hiroshima, Hiroshima 739-2216, Japan
- 5) 島根大学医学部基礎看護学
〒693-8501 島根県出雲市塩冶町89-1
Department of Fundamental Nursing, Faculty of Medicine, Shimane University, Izumo, Shimane 693-8501, Japan
- 6) 島根大学医学部法医学
〒693-8501 島根県出雲市塩冶町89-1
Department of Legal Medicine, Faculty of Medicine, Shimane University, Izumo, Shimane 693-8501, Japan

他の生物に対し生理活性を有しており、消毒・抗菌作用、殺菌、抗ウイルス作用などがあることが知られている^[2,4,13]。

しかしながら、自然界の多種類の植物から抽出されるにも関わらず、フィトンチッドが有するその他の生理活性に関する報告例は多くはない^[5]。

著者らがこれまでに行ってきたフィトンチッドに関する研究では、脳卒中易発症高血圧自然発症ラット (SHRSP) に各種ストレスを負荷しながらフィトンチッドを噴霧したところ、心拍数上昇の抑制、胃粘膜障害発生の軽減など、ストレスに起因する反応が減少することを確認した^[9]。また、本学において、フィトンチッドの噴霧により、解剖学標本室内の空气中に揮発し蓄積するホルムアルデヒドの濃度が減少することを確認した^[8]。

また他方では、我々のフィトンチッドの機能性や有用性に関する調査によれば、「森林浴効果で二日酔いが軽減された」、「フィトンチッドが添加されたキャンデーを食べると悪酔いしない」などの声が寄せられた。このことは民間伝承や一部の人々によりフィトンチッドの効用が実感されていることを示している。

そこで本研究では、多種類の樹木、草木などから放出される揮発性物質を濃縮して調製したフィトンチッド精油のガスクロマトグラフ-マススペクトロメトリー (GC-MS) による成分分析を行うとともに、多種多様なフィトンチッドの効果のうち、フィトンチッドがラットの血中エタノール濃度 (blood alcohol concentration: BAC) に及ぼす影響について検討を行った。

材料および方法

1. 被験試料

被験試料はフィトンチッド液ABタイプ (フィトンチッド118) を用いた。

2. 被験試料の成分分析

被験試料をエーテル抽出し、得られた油分について、GC-MS分析 (Hewlett Packard HP 6890 GC, Hewlett Packard HP 5973 MSD, Column: TC-WAX, 60m × 0.25mm i.d, 70°C [5min hold] ~ 240°C [3°C /min], injection: 240°C, ライブラリー: NIST) を行った。

3. 使用動物

10週齢のWistar系雄性ラット (日本SLC, Inc.) を30匹用いた。飼育環境は室温23 ± 2°C, 湿度55 ± 10%, 照明は12時間毎の明暗切り替え (7時点灯, 19時消灯) の条件下において飼育した。飼料は飼育繁殖用固形飼

料 (MF, オリエンタル酵母) を用い、フィルター濾過した水道水を自由摂取させた。

本実験計画は島根大学総合科学研究支援センター動物実験専門部会による承認を受け、動物の管理ならびに処置については島根大学動物実験規則に従った。

4. BACに及ぼすフィトンチッドの影響

ラットは試験前日より約24時間絶食させ、体重により3群 (各群10匹) に振り分けた。被験試料は低用量投与群 (0.125mL/kg BW) および高用量投与群 (1.25mL/kg BW) になるように蒸留水にて希釈した。次に対照群には蒸留水を、被験試料群には各被験試料の希釈液を経口ゾンデにより10mL/kg BWで投与した。その30分後にエタノール2.0mL/kg BW (蒸留水にて20% (W/V) 濃度に調製したエタノール) を経口投与した。

エタノール投与から30, 60, 120, 240および360分後にラットを小動物用固定器に固定し、尾静脈から、予めヘパリンを入れたエッペンドルフチューブに滴下させて約250 μ Lの血液を採取した。

血中エタノールの定量は気化平衡法^[16,20]で行った。即ち、血液試料0.1g, 内部標準物質として0.1% 1-プロパノール0.1mL (和光純薬) を10mLバイアル瓶に添加した後、プチルゴム栓をし、さらにアルミシールで密封した。このバイアル瓶を55°Cで15分間加温後、ヘッドスペースガス0.5mLをガスクロマトグラフ (GC-8A, Shimadzu) に注入した。予め同様の方法を用いて作成した検量線を基にBACを測定した。なお、カラムには25% PEG 1000, 60 ~ 80mesh, Shimalite, 1mを用い、試料室温度140°C, 注入口およびカラムオープン温度90°Cで測定した。

また、BACの抑制率は、エタノール投与後の採血時間毎に対照群のBACに対する被験試料投与群のBACとの比を求めて算出した。

5. 統計処理

実験結果は平均値 ± 標準誤差で示した。また、平均値の差の検定はANOVAを用いて分散分析を行った後にPost-Hoc-TestとしてFisher's PLSD Testを行い、 $p < 0.05$ を有意水準として判定した。

成績

1. フィトンチッドの成分分析

フィトンチッド内の油成分のGC-MS分析を行った

表1 フィトンチッドABタイプの成分分析

NO	R.T *)	Compounds	AB	NO	R.T *)	Compounds	AB
1	4.77	Ethyl formate	0.011	64	41.61	Maltol	0.257
2	5.21	Ethyl acetate	0.074	65	41.91	2-Hydroxy-3-propyl-2-cyclopenten-1-one	0.435
3	5.55	Ethanol	0.152	66	42.28	Dodecanol	1.712
4	11.83	Cyclopentanone	trace	67	42.97	o-Cresol / Phenol	2.850
5	13.17	○ Limonene	trace	68	43.78	Diphenyl ether / b-n-Methyl ionone	0.159
6	15.38	Acetoin	0.019	69	44.00	4-Ethyl guaiacol	0.249
7	15.97	Acetol	0.020	70	44.20	Diethyl malate	0.512
8	17.81	Unknow n	0.022	71	44.23	g-Nonalactone	0.512
9	18.45	2-Cyclopenten-1-one	0.189	72	44.45	△ Cinnamaldehyde	0.084
10	18.58	Unknow n	trace	73	44.88	● Octanoic acid	2.707
11	19.06	2-Methyl-2-cyclopenten-1-one	0.158	74	45.40	p-Xylenol	trace
12	20.78	○ Fenchone	trace	75	45.51	p-Cresol	0.908
13	21.72	Acetic acid / Thujone	3.943	76	45.76	m-Cresol	0.823
14	22.83	Furfural	0.208	77	46.00	○ p-Menthane-3,8-diol	0.447
15	23.14	Unknow n	0.011	78	46.20	○ Elemol	0.278
16	23.78	3,4-Dimethyl-2cyclopenten-1-one	0.039	79	46.36	● Ethyl tetradecanoate	0.294
17	24.59	2-Furyl methyl ketone	0.191	80	46.59	△ 4-Propyl guaiacol	trace
18	25.62	● Propanic acid	2.092	81	47.13	△ n-Amyl salicylate	1.676
19	26.20	2,3-Dimethyl-2-cyclopenten-1-one	0.207	82	47.80	○ Cedrol	9.623
20	26.45	○ Linalool	0.171	83	48.55	4-Ethylphenol / Widdrol	2.624
21	27.02	● iso-Butyric acid	0.204	84	49.08	β-Acorenol / Tetradecanol	1.543
22	27.39	○ Linalyl acetate	0.131	85	49.16	3,7-Dimethyl-1,7-octanediol	1.543
23	27.65	Methyl 2-furoate / Terpinene-1-ol	0.096	86	49.32	2-Methoxy naphthalene / Carvacrol	0.173
24	28.13	○ Fenchyl alcohol	0.061	87	49.88	o-Xylenol	0.099
25	28.87	Bornyl acetate / 2-Acetyl-5-methyl furan	0.262	88	50.28	△ Elemicin	0.172
26	29.08	2-Acetyl-5-methyl furan	0.068	89	50.40	Piperonal / Hexyl salicylate	0.093
27	29.34	● Butanoic acid	1.622	90	51.17	△ 2,6-Dimethoxy phenol / Eugenyl acetate	5.267
28	29.62	g-Butyrolactone	0.233	91	51.57	Decanoic acid / Cedryl methyl ketone	0.899
29	29.77	Unknow n	0.145	92	51.74	△ Cinnamic acid / Cinnamic alcohol	0.124
30	29.89	○ a-Cedrene / β-Terpineol	0.161	93	52.01	Unknow n	0.045
31	30.41	2,5-Dihydro-3,5-dimethyl-2-furanone	0.344	94	52.80	Diethyl tartrate / Ethyl hexadecanoate	0.347
32	31.08	● iso-Valeric acid / 2-Methyl butyric acid	0.169	95	53.22	Unknow n	0.174
33	31.37	○ iso-Borneol	0.06	96	53.94	△ iso-Eugenol	0.204
34	31.50	5-Methyl-2(5H)-furanone	0.133	97	54.16	Unknow n	0.118
35	31.59	Thujopsene / Benzyl formate	0.133	98	54.22	Unknow n	0.118
36	31.79	Salicylaldehyde / β-Terpineol	0.287	99	54.64	△ α-Hexyl cinnamaldehyde	1.059
37	32.13	● 2-Methyl-2-propenoic acid	0.037	100	55.42	○ Dihydromayurone	0.136
38	32.52	α-Terpineol / 2-Butenoic acid	0.346	101	55.80	Cedryl methyl ketone / Acoradienol	0.54
39	33.00	3-Methyl-2(5H)-furanone	0.179	102	56.49	Mayurone / Golaxolide	0.26
40	33.36	Unknow n	0.056	103	56.85	○ Coumarin	0.65
41	33.59	Benzyl acetate / Pentanoic acid	0.475	104	56.99	Benzoic acid	0.232
42	34.19	● 3-Butenoic acid	0.114	105	57.63	● Dodecanoic acid	8.027
43	34.34	p-tert-Butylcyclohexyl alcohol	0.114	106	59.62	Vanillin	0.214
44	34.87	○ Citronellol	0.226	107	61.58	Acetovanillone	0.052
45	35.01	○ Geranyl acetate	0.326	108	61.81	Benzyl benzoate	2.621
46	35.49	● 2-Methyl-2-butenic acid	0.060	109	62.03	△ Vanillyl methyl ketone	trace
47	35.63	3,5-Dimethyl-2-hydroxy-2-cyclopenten-1-1	0.239	110	62.90	● Ethylene dodecandioate	0.826
48	35.91	Ethyl 4-hydroxybutyrate	0.071	111	63.35	● Tetradecanoic acid	3.016
49	35.93	○ a-Chamigrene	0.071	112	63.60	Unknow n	0.435
50	36.09	○ Neral	0.032	113	64.43	Unknow n	0.159
51	36.36	● 4-Pentenoic acid	0.114	114	66.44	Benzyl salicylate	1.244
52	35.86	● Cyclohexene	1.082	115	69.12	Musk ketone	0.256
53	37.18	Unknow n	0.080	116	70.61	● Hexadecanoic acid	4.047
54	37.27	Unknow n	0.054	117	72.01	Unknow n	0.735
55	37.72	Hexanoic acid / Geraniol / p-Cymen-8-ol	0.224	118	72.35	Unknow n	0.365
56	38.14	Guaiacol	3.177	119	74.16	Unknow n	0.107
57	38.66	Benzyl alcohol / Cupaene	5.247	120	79.07	Unknow n	1.878
58	38.81	2-Pentenoic acid	0.417	121	81.86	● Octadecanoic acid	0.215
59	39.22	3-Ethyl-2-hydroxy-2-cyclopenten-1-one	0.061	122	83.63	● Oleic acid	0.768
60	39.90	△ b-Phenethyl alcohol	2.654	123	86.31	Unknow n	1.099
61	40.87	BHT / a-n-Methyl ionone	2.347			Others	3.963
62	41.50	4-Methyl guaiacol	1.433			Total	100
63	41.59	○ b-Ionone	0.257				

※: Retention time (min), ○:テルペノイド, △:フェニルプロパノイド, ●: 脂肪酸(エステル)類

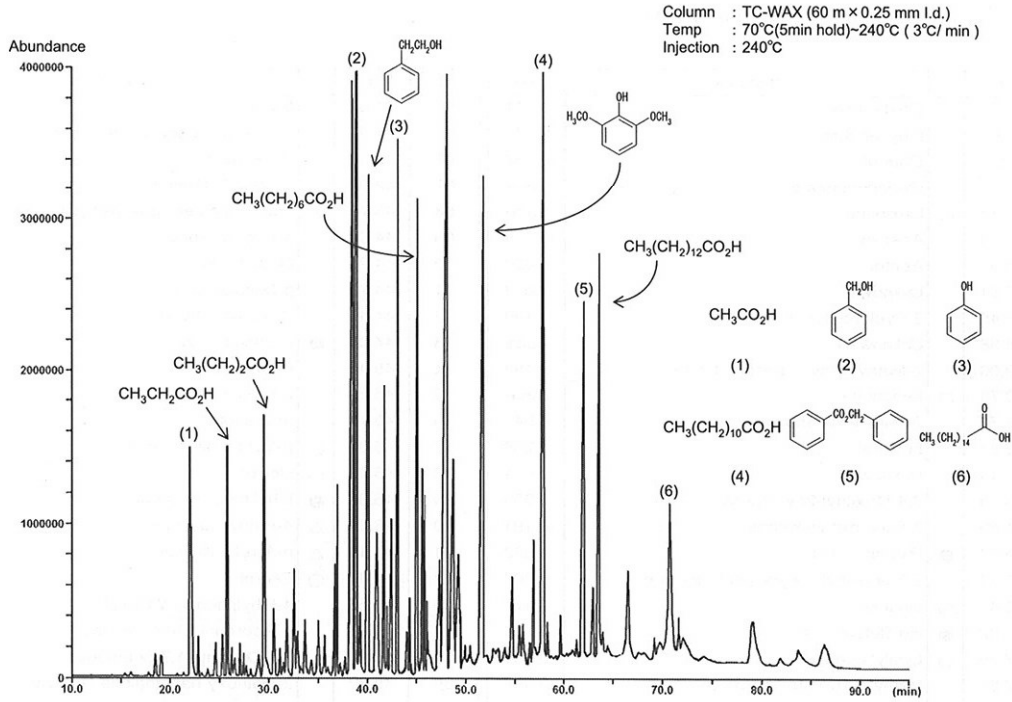


図1. フィトンチッド液 AB タイプの GC-MS 分析

(図1)。132のピークが確認され、その内の106のピークについて構造を同定することができた(表1)。その結果、テルペノイド (Guaiacol, α -n-Methyl ionone, Cedrolなど)、フェニルプロパノイド (Benzyl alcohol, β -Phenethyl alcohol, o-Cresol, 4-Ethyl phenolなど)、および脂肪酸 (Octanoic acid, Decanoic acid, Dodecanoic acid, Hexadecanoic acidなど) が主成分であり、これらの混合物で油分中の52.02%を占めていた。

2. BACに及ぼすフィトンチッドの影響

フィトンチッド低用量投与群のBACは対照群と比べて、エタノール投与後30, 60, 120分では有意に低値を示した。このときの抑制率は各々約32, 29, 21%で

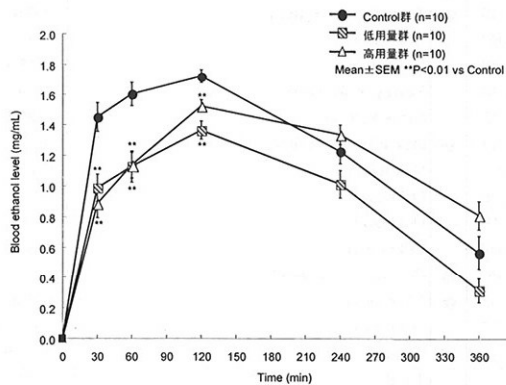


図2. フィトンチッド液 AB タイプの血中エタノール濃度に及ぼす影響

あった。また一貫してフィトンチッド低用量投与群は対照群より低値を示した。

高用量投与群は対照群と比較して、エタノール投与後30, 60, 120分では有意に低値となったが、240および360分では僅かながら高値を示した。30, 60, 120分における抑制率は各々約39, 29, 11%であった。

考 察

本研究では、先ずフィトンチッドの油成分のGC-MS分析を行ったところ、テルペノイド、フェニルプロパノイドおよび脂肪酸で52.02%を占めていた。次にフィトンチッドのラットのBACに及ぼす影響を検討したところ、フィトンチッド低用量投与群および高用量投与群ともに対照群より低値を示し、BACの上昇が抑制された。

一般的にエタノールを摂取するとエタノールは消化管粘膜から吸収され、BACは図2のような曲線の形になる。曲線のピークに達するまでが吸収期、プラトーの状態が拡散期、徐々に減少するところは分解期と言われている^[3]。

この曲線の分解期の傾きを比較すると、フィトンチッド高用量投与群では、低用量投与群に比し240~360分値間の傾きが緩やかであった。これについて、著者らはウサギによる分解期の報告^[20]によると、26.0mmol/kgエタノール投与 (PO) 後2時間目に、5.0mmol/kgトルエンを追加投与 (PO) した後のBACの経時変化は、ト

ルエン投与後2～6時間にわたってエタノールのみ投与(対照群)のBACより有意($p < 0.05 \sim 0.01$)に高値となり、またBACの傾きも緩やかであった。すなわち、トルエンとの代謝競合によるエタノールの代謝遅延が認められた。今回の検討におけるフィトンチッド高用量投与群の240分および360分でのBACは、対照群と比して高値となったものの有意差を認めるまでには至らなかった。しかし、240～360分の間の濃度の傾きは対照群より緩やかであったことから、フィトンチッド高用量投与ではエタノール代謝の遅延を惹起する可能性も考えられる。

生体に取り込まれたアルコールの90～98%は、肝臓において代謝される。肝臓でのアルコール代謝はアルコール脱水素酵素(Alcohol dehydrogenase: ADH)、ミクロソームにおけるチトクロームP-450によるミクロソーム-エタノール酸化系(Microsome ethanol oxidizing system: MEOS)およびカタラーゼにより代謝され、アセトアルデヒドになる。アセトアルデヒドはさらにアルデヒド脱水素酵素(Aldehyde dehydrogenase: ALDH)により酢酸になりTCA回路を経て炭酸ガスと水に代謝される^[3,14]。

近年、エタノール摂取によって過剰に産生されたアセトアルデヒドおよび代謝の過程で産出されるフリーラジカルの直接的また間接的な毒性が注目されている^[6,17]。フリーラジカルは生体内においてタンパク質変性、脂質過酸化、DNA切断等の障害を起し、これにより生体膜や遺伝子等の損傷が生じ、老化をはじめ動脈硬化、糖尿病、がん等の疾病を引き起こす要因となっている^[7]。生体内で生成したフリーラジカルは生体内に存在するSuper-oxide dismutase (SOD)等の抗酸化酵素によって消失されるが、過剰な酸化ストレスが生じると生体本来の防御機構では対応できなくなり、抗酸化物質の役割が重要となってくる。岡田ら^[18]は約50種類の植物を原料とした植物エキス発酵液のアルコール性胃粘膜障害の抑制効果を報告している。この中で1, 1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH)を用いたフリーラジカルスカベンジング活性を指標として植物エキス発酵液中の抗酸化活性を認めている。同様にフィトンチッドに含まれるフェニルプロパノイド系化合物のDPPHラジカル消去効果が高いという報告もある^[11]。また、Majchrowicz^[11]あるいはMochizukiら^[15]の報告では、ある種の有機酸が胃腸からのアルコール吸収速度を遅延する効果を持つことから、それらの酸がBACの低下に寄与する可能性を示唆している。本実験で用いたフィトンチッドの組成は、テルペノイド、フェニルプロパノイド系化合物、脂肪酸を中心として、その他多くの生理活性物質を含む。こう

した種々の成分が複合的に関与し、エタノールの血中濃度上昇の抑制効果を示したものと考えられる。

今回の研究では、アセトアルデヒド濃度に関する検討は行わなかった。しかしながら、フィトンチッドにはALDHに対する活性亢進作用^[19]を有する可能性も考えられる。これに関しては今後更に検討を行う予定である。

本研究により、フィトンチッドはラットにおけるBACの低下作用があり、エタノール飲用による過剰なBAC上昇を予防する効果が期待された。今後、この生理活性物質の単離、同定を行うとともに、単品での薬効、他の不純物を除いた混合物での薬効、その配合比、エタノール吸収抑制効果の作用機序など詳細について検討したいと考えている。

謝 辞

本研究に対してご協力、ご助言を頂いた(有)フィトン・タオ118の三原安経氏に深謝致します。

文 献

- [1] 阿部 智, 野村正人. (2006). フィトンチッドの化学成分とその抗酸化作用. *Aroma Research*, 25, 56-62.
- [2] 阿部 智, 谷本真一, 久間将義, 三原安経, 野村正人. (2007). フィトンチッド液の除菌および消臭効果について. *防菌防黴*. 35, 489-495.
- [3] 飴野 清. (1998). アセトアルデヒド(エタノールの一次代謝産物)とエタノール吸収. *治療*. 80(7), 120-121.
- [4] Isacoff, H. (1981). Aromatics as bactericides. *Cosmetics and Toiletries*, 96, 69-76.
- [5] 神山恵三. (1984). 森林の生態と発散物質の作用について. *フレグランスジャーナル*, 65, 7-11.
- [6] Kato, S., Kawase, T., Alderman, J., Inatomi, N., Lieber, C.S. (1990). Role of xanthine oxidase in ethanol-induced lipid peroxidation in rats. *Gastroenterology*, 98, 203-210.
- [7] 河合元子, 松浦新吾朗. (1998). アルコール投与後の血中アセトアルデヒド濃度に与えるMANDA抑制効果. *Prog. Med.*, 18(7), 117-121.
- [8] 川上浩平, 河本 舞, 堀江哲史, 三原安経, 野村正人, 山田高也, 小林裕太, 大谷 浩. (2006). 室内環境におけるフィトンチッドの収集効果の検討. *環境管理技術*. 24(5), 17-22.
- [9] Kawakami, K., Kawamoto, M., Nomura, M., Otani, H., Nabika, T., Gonda, T. (2004). Effects of

- phytoncides on blood pressure under restraint stress in SHRSP. *Clin. Exp. Pharmacol. Physiol.*, 31, S27-28.
- [10] 近藤照彦, 武田淳史, 武田信彬, 下村洋之助, 谷田貝光克, 小林 功. (2008). 森林浴効果の生理・心理学的研究. *日温気物医誌*. 71, 131-138.
- [11] Majchrowicz, E., and Hunt, W, A. (1978). Effect of ethanol on disappearance of acutely administered acetate from the blood in rats. *Biochem. Pharmacol.*, 27, 128-135.
- [12] 宮崎良文. (2003). 森林浴はなぜ体にいいか. pp. 83-114, 文藝春秋, 東京.
- [13] 宮澤三雄, 奥野祥治. (2005). 香りの機能性-発ガン予防-. *The Chemical Times*, 3, 2-7.
- [14] 溝上直子, 西原カズヨ, 山田安彦, 小滝 一, 伊賀立二. (1997). 薬物と食物の相互作用, 薬物と嗜好品の相互作用, ①アルコールと薬. *臨床栄養*. 90(2), 185-191.
- [15] Mochizuki, S., Hata, M., Takeuchi, F. and Masai, H. (1987). Effects organic acids on blood ethanol concentration in rat. *Nutr. Rep. Int.*, 35, 445-452.
- [16] 何川 涼, 古徳 迪. (1969). Gas Chromatography による生物試料中 Alcohol の迅速定量法. *アルコール研究*, 4, 27-33.
- [17] Niemely, O. (1996). Sequential acetaldehyde production, lipid peroxidation, and fibrogenesis in micropig model of alcohol induced liver disease. *Hepatology*, 22, 1208-1014.
- [18] 岡田秀紀, 工藤雄博, 福士江里, 小野寺秀一, 川端 潤, 塩見徳夫. (2005). 植物エキス発酵液の抗酸化活性とアルコール性胃粘膜障害の抑制効果. *日本栄養・食糧学会*. 58(4), 209-215.
- [19] 須見洋行, 谷田貝智恵子, 和田英夫, 吉田悦男, 丸山真杉. (1995). 納豆菌発酵培養液 (BIOZYME) のウイスキー飲酒への影響-血液, 呼気中のアルコール, アルデヒド濃度, 及びアルデヒド急性毒性の検討-. *Jpn. J. Alcohol & Drug Dependence*, 30(2), 69-79.
- [20] Takahashi, S., Kagawa, M., Inagaki, O., Akane, A., and Fukui, Y. (1987). Metabolic interaction between toluene and ethanol in rabbits. *Arch. Toxicol.*, 59, 307-310.
- [21] 谷田貝光克. (2004). 植物が放出するかおりとその作用. *J. Japan Association on Odor Environment*, 35(2), 71-73.

要 約

フィトンチッドは一般に、森林や草木の香りの成分であり、生物に対して生理活性を有する植物の二次的代謝成分の総称である。本報では、フィトンチッドの成分をガスクロマトグラフ-マススペクトロメトリー (GC-MS) 分析で同定し、またフィトンチッドの血中エタノール濃度 (blood alcohol concentration: BAC) に及ぼす影響をラットにより検討した。GC-MS分析の結果、フィトンチッド中にはテルペノイド、フェニルプロパノイドおよび脂肪酸などが52.02%含まれていた。次にフィトンチッドのBACに及ぼす影響を検討したところ、フィトンチッド低用量投与群 (0.125mL/kg BW, PO) および高用量投与群 (1.25mL/kg BW, PO) とともにBAC上昇の抑制を認めた。これらのことからフィトンチッドの成分であるテルペノイド類等が関与し、エタノール吸収抑制効果が得られた可能性が考えられた。