

18. フィトン・イフェクト：森林の新しい活用

奈良 松範^{1*}・堀井 充¹・畔上 浩史¹

¹諏訪東京理科大学システム工学部機械システム工学科（〒391-0292茅野市豊平5000-1）

* E-mail: nara@rs.suwa.tus.ac.jp

地球温暖化防止の観点から森林は二酸化炭素の吸収源として重要であるが、森林の保全が十分に行われていないと言いがたい。わが国の森林は、人件費等の事情からほとんど管理されていないので現状であり、森林は荒廃の一途を辿っている。そこでわれわれは森林を単なる木材の供給源としてでなく、人の健康維持に役立つ資源であるとして位置づけ、その活用を図った。森林から放散されるガスの主成分はフィトンチッドとよばれるテルペン類の化合物であり、疫学的な効果を持つことが指摘されている。しかしながら、フィトンチッドの放散量およびその人体への影響を体系的に調べた研究はほとんどない。本研究では、大学周辺の森林においてフィトンチッドの採取を行い、ガスの成分分析およびその放散量分布を明らかにした。また、フィトンチッドによる活性酸素の消去性能を実験的に確認した。その結果、フィトンチッド放散量は樹種、季節および天候によっても異なることを示し、その存在状況に係る基礎的かつ重要なデータを蓄積した。また、フィトンチッドによる活性酸素の消去能に関する実験結果より、森林に1日間滞在することにより、人間が一日に産生する活性酸素の約10%を消去する能力があることを明らかにした。以上の知見をもとに、人々の健康維持に資することができる森林の新しい活用法を提案できる。同時に、森林の活性化は森林資源の保護につながり、さらに二酸化炭素の吸収源の保護に結びつくと考ええる。

Key Words : photocatalysis, solar energy, watertreatment, composite micro-material

1. 目 的

私達が森林の中を散策した際身も心もすっきりし、爽快感を感じるのは「フィトンチッド」と言う成分が関係しているといわれている。フィトンチッドとは 1930 年ごろロシアのボリス・トーキンが、植物を傷つけるとその周囲にいる細菌などが死ぬ現象を発見した。ボリス・トーキンはこれを植物が周囲に何らかの揮発性物質を放出したためと考えて、この物質をフィトンチッドと命名した。フィトンチッドは「植物」を意味する「Phyto」と「殺す」を意味する「cide」から作られた造語である。また森林内に生えている植物や樹木から出る香気成分であるテルペン類など揮発性物質がこれに相当すると考えられ、樹木はその生命の源になっているだけでなく、自らの成長の促進を促すために木の幹や葉からフィトン

チッドを放出しているのである。これを森林気相現状とよんでいる。この森林気相現状による森林生態系の自浄効果は他の植物や細菌を撃退する働きだけではなく、人間面から見れば病気を治してくれたり、健康の維持を保ったりするなど人間にとって非常に有効な効果も含まれている。さらに血圧低下や皮膚病・呼吸器系疾患の改善、アレルギー性疾患の回復など医療面においても効果があるとされている。欧州では古くから森林の中でフィトンチッドであるテルペン類など揮発性物質の状態を浴びることにより得られるセラピー効果を期待する森林浴 (Ablution with phytoncides) という方法がある。このような効果をフィトン・イフェクトと呼びたい。しかしながら、このような効果を持つとされているフィトンチッドの放出量に関する実測データは案外少ない。特に、植物の種類や森林密度や空間構成などによって異なること

が予想され、天候や時間、高度によってもフィトンチッドの放散量は異なることが予想されるにもかかわらず、このような測定報告はない。すなわち、森林の効用に関する体系的な研究はほとんどされていないことがわかる。森林の大きな効用の一つであるフィトンチッドの人体へ及ぼす効果についてのデータはきわめて少ない。

森林浴の効果の一つには抗酸化作用があるとされている。抗酸化作用とは、活性酸素により体が錆び、健康を害することを抑えるものであり、人間には活性酸素から身を守るための SOD（スーパー・オキシド・ディスムターゼ）という抗酸化物質が備わっている。また、ビタミンEなどの抗酸化作用のあるものを摂取することによって、我々の体は健康を維持している。しかしながら、年齢の増加と共に体の機能は衰え、抗酸化力も減少していく。また、年齢に関わらずストレスにより活性酸素が増加する。そこで、健康維持の方策として森林浴をすることによって植物が放出するフィトンチッドを体内に取り込むことにより活性酸素の減少を図ることを考えた。このような森林の活用は、まだ未開発の分野であることから、まず基礎的なデータを集めることが求められている。

本研究では、このような現状に鑑み、森林の植物等から放散されているガスの実態を把握すると同時に、これらのガス成分が人体へ及ぼす影響あるいは効果を定量化することを目的とした。また、このような研究を機に、人々の森林に対する関心を引き起こされ、もって森林の保護に役立てることができれば、林業および地域の振興さらに地球温暖化対策としても有効であると考えた。

2. 方 法

2.1 フィトンチッドの成分分析

本研究では、このような現状に鑑み、森林から放散されているガスをガスクロマトグラフ質量分析器（以下、GCMS という）にて測定した。森林におけるガスサンプリング場所は長野県茅野市の大学裏手の里山（小泉山）、蓼科高原、および車山高原であり、その詳細は以下のとおりである。

(1) 小泉山（写真1）

① 下古田口エリア

下古田口の入口付近の、主にカラマツ、コナラが群生しているエリア。昼間は日陰になることが多いが、風通しがよい。主な樹木・野草は、カラマツ、コナラ、アブラチャン、ダンコウバイ、ヤマウルシ。



写真1. 小泉山全景

② 二本松エリア

アカマツが群生しているエリア。午後に日当たりが良い。主な樹木は、アカマツ、カラマツ、ダンコウバイ。

(2) 蓼科・八ヶ岳国際自然学校（写真2）

① ミヤコザサエリア

カラマツが多く群生し、地面にはミヤコザサが群生しているエリア。木々が密集しているため、下まで日光は、あまり届いていない。主な樹木は、カラマツ、ウラジロモミ、ミヤコザサ



写真2. 国際自然学校

② ゼンマイエリア

カラマツが点在しているエリア。地面にはヤマドリゼンマイ、ミヤコダケが多く群生している。日当たり、風通しは良い。主な樹木は、カラマツ、ヤマドリゼンマイ。

(3) 車山高原（写真3）

① カシガリ山中腹エリア

バッコヤナギ・ミズナラが点在しているエリア。優先種は特に見バッコヤナギ、ミズナラ。



写真3. 車山高原山頂

② シラカバエリア

シラカバ、ミズナラが点在している遊歩道付近。地面にはミヤコザサも群生している。主な樹木はシラカバ、ミズナラ、ミヤコザサ。

③ 草原エリア

車山の遊歩道付近。高山植物が群生し、点在する木々は低木。主な樹木は、ダケカンバ、ススキ、ヤマドリゼンマイ。

写真4はガスサンプリングに用いた装置を示す。自動ガス採取装置にチャコールチューブおよび除湿剤を連結した。チャコールチューブの概要を写真5に示す。ガスのサンプリング位置は各採取場所において、人間の口の位置を想定して、サンプリング吸引口が地上からの高さが150cmほどになるよう設置した。自動ガス採取装置の電源を入れ、吸入量を200ml/minとして6時間、空気の吸引採取を行った。

ちなみに、フィトンチッドの主成分であるテルペン類

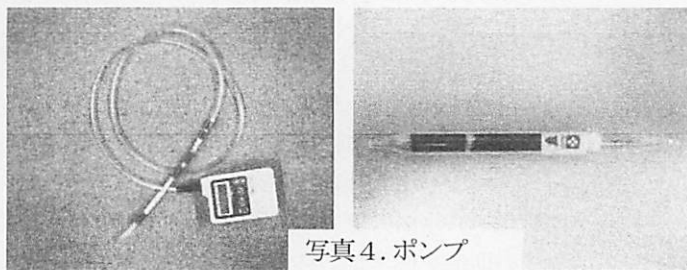


写真4. ポンプ

(Terpene)とは、テレピン油であるが、実際はテレピン油に限らず多くの植物の精油の主成分である。それらは形式上2つ以上のイソプレン(C_5H_8)単位(C_5)から構成されており、イソプレン単位の数に応じていくつかの結合でできた化合物の総称である。それぞれモノテルペン(C_{10})、セスキテルペン(C_{15})、ジテルペン(C_{20})、セスタテルペン(C_{25})、トリテルペン(C_{30})、テトラテルペン(C_{40})とあるが、中でもモノテルペン(Monoterpene)はバラや柑橘類のような芳香を持ち、香水などにも多用される。また、少量ではあるがフィトンチッドにはエステルも含まれている。今回、検出対象としたガスの種類は、テルペン類である α -ピネン、 β -ピネン、d-リモネン、 β -ミルセン、 α -テルピネオールおよびエステル類である酢酸ボルニルの6種類とした。

ピネン(pinene)は六員環と四員環からなる炭化水素で、二重結合の位置が異なる α -ピネンと β -ピネンの2つの構造異性体が存在する。 α -ピネン(Alpha-pinene)は、テルペン類、針葉樹(松、ひのき)など、柑橘系に多く含むが殆どの植物に微量ながら含む。松の葉、樹脂に多く含む英語のpineneは、pine(松)より名前がついたと言われている。また酸味系パインの香りで精油され食欲増進、新陳代謝、血行をよくし脳を活性化させリラックス効果がある。 β -ピネン(Beta-pinene)は、テルペン類の一種で α -ピネンよりも量は多くないが、ローズマリーやパセリ、バジル、イノンド、バラなど様々な植物に含まれている。効能としては香科基材や殺虫剤、塗料の溶剤やショウソウの製造など多くの点で利用されている。リモネン(Limonene)は、単環式モノテルペン系炭化水素であり、右旋性(d-体)と左旋性(l-体)の光化学異性体がある。光学的に不活性なラセミ体(dl-体)はジペンテンといわれる。d-リモネンはレモン油、オレンジ油などに、l-リモネンははっか油、スペアミント油などに、ラセミ体はテレピン油、樟脳(しょうのう)油などに存在する。今回対象としたd-リモネンは、二重結合を2つ有しているため酸化されやすい。またスチレンモノマー(単量体)と構造が似ているため、スチロール樹脂(ポリスチレン)を溶解する性質を持っている。ミルセン(myrcene)は天然に存在する有機化合物で、モノテルペンに属するオレフィンの一種である。 α -ミルセンと β -ミルセンの2種の異性体があるが、単にミルセンといった場合、後者のことを指すことが多い。測定対象としたミルセンは β -ミルセンであり、別名7-メチル-3-メチレンオクタ-1,6-ジエンと呼ばれ、芳香を持つ無色の液体で、室温では徐々に重合されている。テルピネオール(terpineol)は天然に存在するモノテルペンアルコールの一種で、カユプテ油(cajuput oil)、松根油(pine oil)、プチグレン油(petitgrain oil)などから得られ

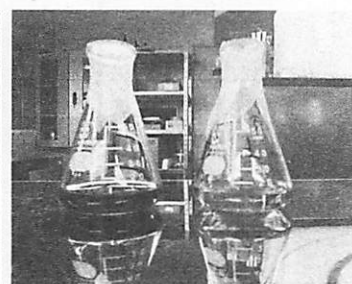
る。月桂樹、ローズマリー、アニス、マジョラムなどやアキギリ属、ビャクシン属の植物の精油、およびテレピン油の成分でもある。ヒドロキシ基と二重結合の位置が異なる4種類の異性体、 α 、 β 、 γ 、 δ -テルピネオールが知られる。通常、これらの混合物として存在するが、主成分は α -テルピネオールであり、単にテルピネオールといった場合はこれを指している。本測定の対象は α -テルピネオールとした。最後に、エステル(ester)とは、カルボン酸等の有機酸や硫酸等の無機のおキソ酸が、アルコールと脱水縮合してできた化合物である。単にエステルと呼ぶときはカルボン酸とアルコールから成るエステルを指すことが多く、カルボン酸エステルの特性基($R-COO-R'$)をエステル結合と呼ばれ、エステル結合による重合体はポリエステルと呼ばれている。低分子量のカルボン酸エステルは果実臭をもち、バナナやマンゴーなどに含まれ、効能としてはエステル類に共通している効果として、鎮痙攣作用や神経バランス回復作用、鎮静作用、鎮痛作用、抗炎症作用、血圧降下作用などが考えられている。表1は、GCMS装置の運転条件を示した。

2.2 活性酸素消去性能試験

活性酸素は体の健康を保っていくためには必要不可欠な物質である。例えば、体内に侵入した細菌やウイルスを撃退するために白血球から放出されるものが活性酸素であり、健康維持に貢献している。しかし他方で、日常生活で、ストレスおよび腸内悪玉菌による異常発酵という誘因から発生した余剰の活性酸素は生体に悪い影響を及ぼすとされている。特に、悪玉菌の異常発酵で生じる毒性物質は毒物を飲み込んだ場合と同じように、体内でその代謝が行われるため、余分な活性酸素が発生するこ

表1. GCMS分析条件

キャリアガス	ヘリウム	線速度(L)	69.9cm/分
コントロールモード(c)	スプリットレス	スプリット比(R)	13
サンプリング時間(s)	1分	全流量(T)	55mL/分
気化室温度(M)	240℃	キャリアガス流量(A)	55mL/分
インターフェイス温度(N)	240℃	高圧注入モード(P)	自動
カラム入口圧(I)	80kPa	注入圧力(I)	120kPa
カラム流量(F)	3.7mL/分	注入時間(T)	0.8分
スキャンモードで分析したフラグメントイオン			
α -Pinene: 93.0m/z, 91.0m/z, 92.0m/z			
D-Limonene: 68.0m/z, 67.0m/z, 93.0m/z			



とになる。生体にはもともと、余分にできた活性酸素を除去する SOD (スーパー・オキシド・ディスムターゼ) という酵素を作りだし、重大な障害を未然に防ぐ能力が備わっている。SOD は銅や亜鉛、マンガン、セレンといった無機物が必要である。しかしこの SOD の機能は年を重ねるごとに衰えてしまうため、生活習慣病の大きな原因にこの除去しきれなくなった活性酸素がある。活性酸素という物質は反応性が極めて高いので寿命が極端に短い。そのため活性酸素自体を調べるのではなく、その反応によって生成した物質を調べるという実験方法でしか調べることができない。

DPPH ラジカル法というのは安定なラジカルである 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) を用いた抗酸化物質の抗酸化能を測る分析方法の 1 つである。DPPH の化学構造を図 1 に示した。数多く存在する抗酸化能力を測る指標の中でも、簡便で再現性の良い方法として知られている。この方法はラジカル状態で 517[nm] の極大吸収を持つ DPPH が抗酸化物質によって還元されることにより 517[nm] における吸光度の減少を捕らえて抗酸化能を評価する方法である。初期の DPPH 溶液は紫色をしているが、抗酸化物質によって還元されると脱色され黄色に変色する。この変色する過程の吸光度減少を調べることにより抗酸化能の有無を確認することができる。また、実際に森林において、写真 6 に示した実験を行い、森林の空気の曝気により消長する DPPH (活性酸素) の変化を測定した。曝気の方法は、ミニエアポンプ (約 2L/分) を用いて周囲の空気を DPPH を溶存させた溶液の底部に吹き込んだ。写真 7 は、DPPH の変化を示したものであり、左側の色の濃い状態が初期状態であり DPPH が多く存在している状態で、右側の色が薄くなり黄みがかっているものが DPPH がほとんど消去された状態である。実験手順は、以下のとおりである。まず、200ml フラスコに 200ml の蒸留水を入れ、各ガス採取場所にてエアポンプで 4 時間曝気した (この曝気時間はガス採取に合わせた時間で行った)。なお、主成分の γ -リモネン及び α -ピネンは水に不溶または難溶であることから水への溶解量は無視できると考えた。その後、10[ml] のエタノールに 1[mg] の DPPH を溶かした溶液を調整し、分光光度計にて吸光度 (初期値) を測定した。ここで、ブランク測定も同時に行った。さらに、この DPPH エタノール溶液に森林で曝気した水 100 μ l を滴下し、反応させ、時間経過による変化を計測した。最後に、分光光度計にて吸光度を測定した。ちなみに、DPPH 消去実験で使用した曝気水の容量は、森林の得られた曝気水の 1/2000 の量となる。また、フィトンチッドの主成分であるリモネンおよび α -ピネンともに水に難溶および不溶なので、これらの水への溶解量は無視できるとした。

使用した薬剤を以下に示した。エタノール (Ethanol) エタノール含有率 99.5% 純正化学株、1,1-ジフェニル-2-ピクリルヒドラジル (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) 和光純薬工業株、アセトン (Acetone) アセトン含有量 99.5% 純正化学株、二硫化炭素 (Carbon disulfide) ASSAY (GC) 99.0% 和光純薬工業株、シリカゲル (EX-DRY-SU) 株三和、R-(+)-リモネン (Limonene) ASSAY (cGC) 95% 和光純薬工業株、(-)- α -ピネン (Pinene) ASSAY (cGC) 95% 和光純薬工業株、酢酸ボルネール (Borneyl Acetate) 和光純薬工業株、ミルセン (Myrcene) 和光純薬工業株、(-)- β -ピネン (Pinene) ASSAY (cGC) 95% 和光純薬工業株式会社、 α -テルピネン (Terpinene) 和光純薬工業株、 α -テルピネオール (Terpineol) ASSAY (cGC) 99% 和光純薬工業株。

3. 結果および考察

3.1. フィトンチッド

小泉山、蓼科山、車山の 3 か所の森林において発生しているガスを現地でサンプリングを行った後、GCMS にてガスの成分分析を行った結果を図 2 に示した。図中、リモネン以外の化学成分はすべて測定値を 100 倍していることからわかるように、フィトンチッドにおいてリモネンの占める比率は他の成分よりも高かった。必ずしも成分含有量が多いほど効果が大きいということではないが、フィトンチッドの効果を説明する大きな因子であることは推定できる。リモネンの次に多く含有された成分は、 α -ピネンであった。この傾向は、すべての測定場所において認められた。このことからカラマツ、アカマツ、および草本などの植物の種類により産生される量に

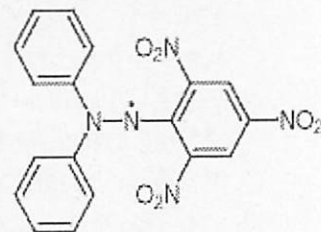


図 1. DPPH 構造

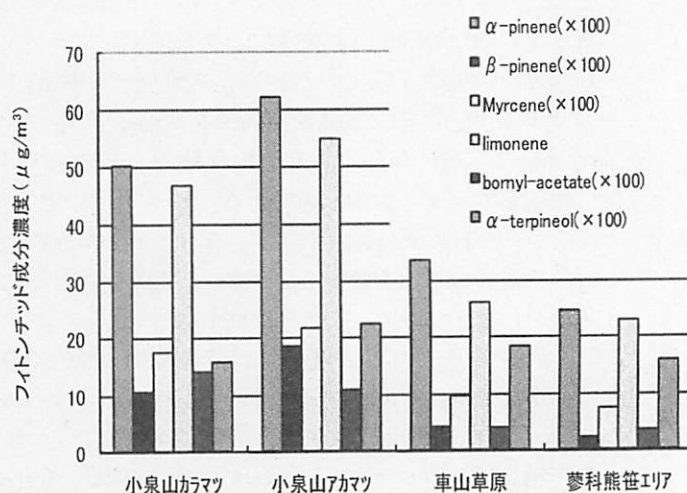


図 2. 各サンプリング場所におけるフィトンチッドガス成分分析結果 (9 月初旬)

差異はあるものの、それぞれの植物から産生されているガスの化学成分はリモネンおよび α -ピネンが主体となっていることが明らかになった。フィトンチッドの主要成分であるリモネンの測定値に対する植生による影響を見てみると、測定値は高い方からアカマツ、カラマツ、草原（ススキ、ヤマドリゼンマイ）、そして熊笹の順になっていた。樹木からの放散量は、草本のそれよりも多いことがわかった。

図3は、時期によるフィトンチッドの産生量の変化を調べた結果であり、各測定点の平均値を示した。ここでいう時期とは、春夏秋冬の季節の違いによるものであり、季節により産生されるフィトンチッドの量が異なるのではないかと考えた。すべてのフィトンチッド成分は、春季に最大値を示した後徐々に減少し、夏から冬にかけて単調減少する傾向が認められた。このことは、植物は芽吹き時期にフィトンチッドを最も多く放出することを示していた。他方、生長が盛んな夏季は、日射量が多く、気温も高いのでフィトンチッドが多く産生されていると思われたが、フィトンチッドの減少ステージであることがわかった。季節と温・湿度の間の考察は後述する。

図4は、フィトンチッドの代表としてのリモネン濃度とサンプリング時の気温との関係を示した。フィトンチッドの産生は気温にも影響されているように思われた。相関係数は0.47であり、リモネン濃度と気温との間には何らかの関係があったことがわかる。 α -ピネンにおいても、その濃度と気温との間に0.73の相関係数が計算された。また、図5はリモネン濃度とサンプリング時の相対湿度との関係を示したものである。リモネン濃度は相対湿度が小さくなるに従い増加する傾向が求められた。相対湿度が高いほどリモネン量が減少した理由として、湿度が高い環境においてサンプリング装置に水分が付着したため捕集効率が低下したことが考えられたが、今回測定しているフィトンチッド成分は脂溶性であることから水分子による吸着阻害の影響は小さいものと考えられた。したがって、実際には水分による阻害よりも、湿度が低いこと、すなわち晴れていた方が生体の活動度が高くなることがリモネンの発生量が多かった主たる要因であったと考える。

ここで温度、湿度および季節の影響についてまとめると、 α -リモネン濃度の湿度の違いによる差異は最大で約 $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、温度の違いによる差異は最大で約 $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ であったのに対して、季節による差異は最大で約 $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ であったことから、季節による濃度の差異は、湿度および温度に比較してかなり大きかった。以上のことから、フィトンチッドは光合成に付随して産生されるというよりも、成長ホルモンの産生量の多い時期に多く産生される可能性が高くなることが予想された。

図6は、フィトンチッドの産生におけるサーカディアンリズムの存在の有無を調べた結果である。カラマツ林において朝から夕方にかけてリモネン濃度（フィトンチッドの代表とした）が若干増加する傾向が認められた。これは、森林において発生したガスの拡散速度が遅い場合、ガスが徐々に蓄積するものと考えることができる。

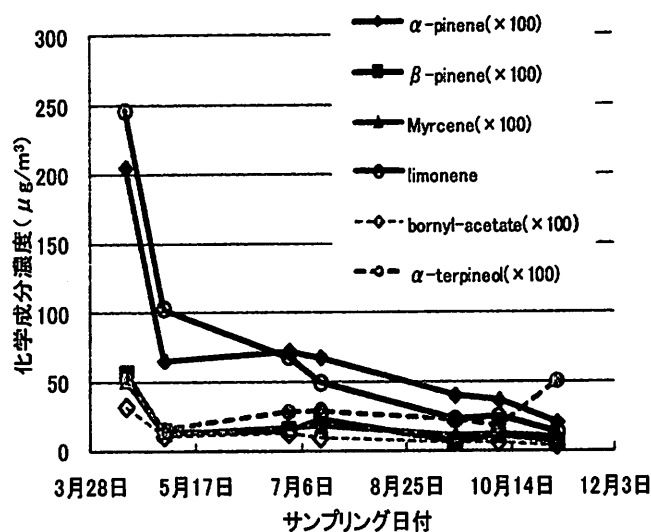


図3. 季節によるフィトンチッド成分の濃度変化

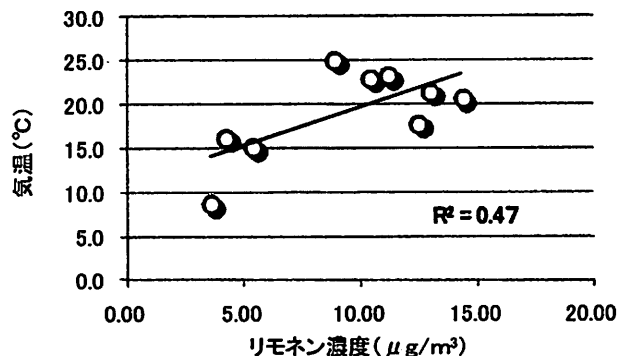


図4. 大気中のリモネン濃度と気温との関係

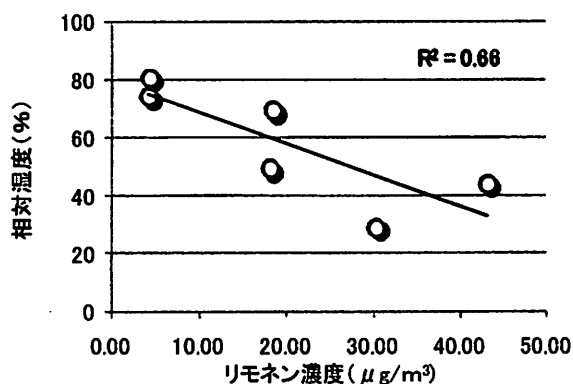


図5. リモネン濃度と測定時の相対湿度との関係

アカマツ林においては、朝が最高値を示し、昼の最低値を経て、夕方に再度上昇する傾向が認められた。ほぼ同時期のカラマツのデータと比較するとアカマツの特徴が確認できる。また、このアカマツのデータは5点の平均値であることから測定誤りの可能性も低く、昼にリモネン濃度の低値を示した理由は不明である。

3.2. 活性酸素の消去

活性酸素というのは体の健康を保つためには必要不可欠な物質である。それは体内に侵入した細菌やウイルスを撃退するために白血球から放出されるものであるからである。つまり殺菌・消毒としての役割をはたす物質である。しかし、以下に示す原因によって大量に活性酸素が体内に発生してしまうと逆に体の健康に悪影響を及ぼしてしまう。

因みに、活性酸素には広義な意味と狭義な意味と2つの意味がある。広義の意味では、アルコキシラジカル、ヒドロペルオキシラジカル、ペルオキシラジカル、ヒドロペルオキシド、他に遷移金属イオン酸素錯体などがある。また一酸化窒素 (NO) も活性酸素と見ることがある。広義な意味での活性酸素は狭義な意味での4種類の活性酸素が作用して生成した物質を含めていることが多い。狭義な意味での活性酸素はこの4種類である。

活性酸素を消去する能力を持つフィトンチッド中の化学成分について調べた結果を図7に示した。活性酸素の消去能力は α -テルピネンが最も高い値を示し、つぎにミルセンであった。この実験はフィトンチッド成分の試薬を用いて行った実験であるので、実際には各成分の存在量を加味しなければならない。すでに述べたようにリモネンは他の5成分と比較して、その存在量が2桁 (約100倍) 多かったことから、リモネンの効果が大きいことが推察された。 α -テルピネンはリモネンの約2倍の活性酸素 (DPPH) 消去率を示したが、その存在量はリモネンの1/100であったことからリモネンの作用が支配的であったと考えている。

図8は、森林で1日過ごすことにより呼吸したリモネン量により減少させることのできる活性酸素量 (DPPH換算) をシミュレーションしたものである。年間で発生する活性酸素量を2kgと仮定すれば、1日に発生する活性酸素量は5479.52mgとなる。つぎに、1日間、森林浴することにより減少するであろう活性酸素量を算出した。実験によれば、D-Limonene 0.16 μ l で0.25mgのDPPHが消去された。この値から比例計算をして、5479.52mgに対応するリモネン量は3507 μ lとなる。ここで、小泉山二本松を考えた場合、リモネン濃度が30.38ppbであったので、この濃度のD-Limoneneを1日呼吸したとすれば、約372 μ l吸引できる。したがって、この森林では1日

で発生する活性酸素の約10%を消去できることになる。

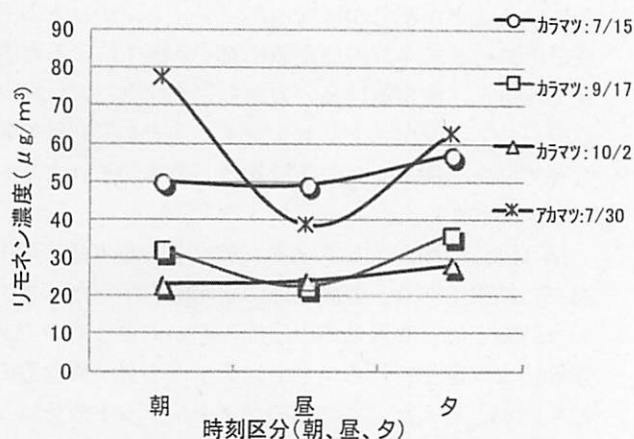


図6. リモネン濃度に及ぼす時刻(朝、昼、夜)の影響

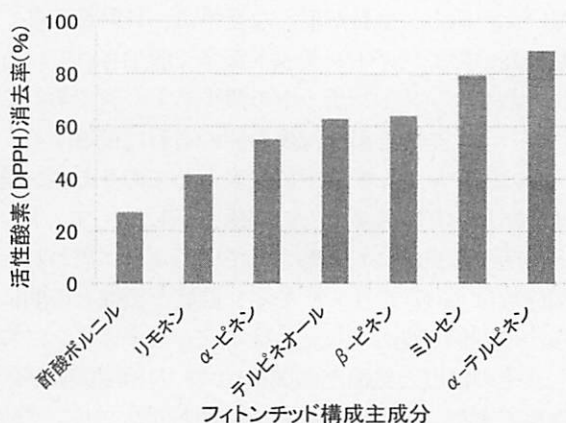


図7. フィトンチッドの構成化学物質による活性酸素消去性能試験結果

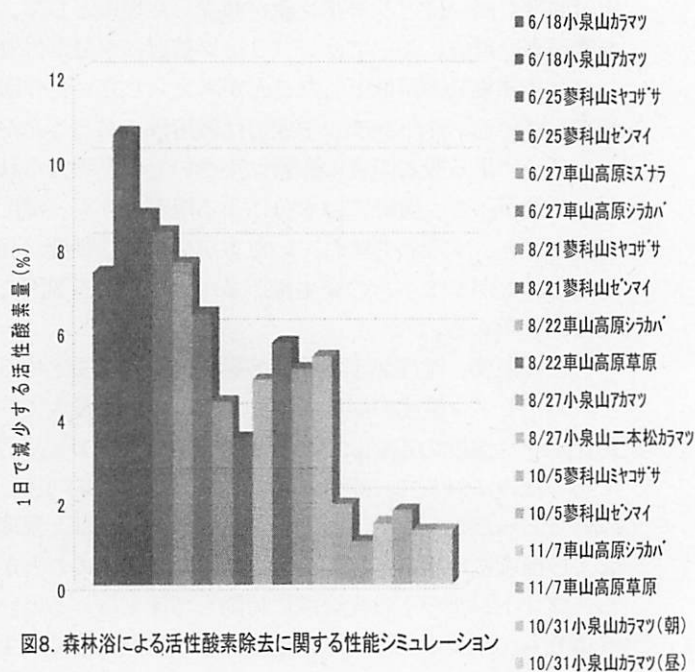


図8. 森林浴による活性酸素除去に関する性能シミュレーション

4. 結論

森林の新しい魅力を見つけ出し、以って森林の保全および林業や地域の活性化を図ることを目的として、森林から産生されているフィトンチッドの定量化およびその特性の把握を行うことを目的に実験的な検討を行った結果、以下の結論を得ることができた。1) フィトンチッドの主成分はD-リモネンであり、同時に測定した他の5つの成分の100倍近い数値であった。2) リモネンの産生量は春季の最大値を示し、冬に向けて漸減する傾向を示した。3) リモネン濃度は気温、相対湿度、および時刻との間に相関関係が認められた。4) フィトンチッドによる活性酸素の消去実験から、シミュレーションにより、森林浴は1日に発生する活性酸素の約10%を消去できることを示した。

以上、森林で産生されているフィトンチッドを実際に測定した結果、人の健康に係わる森林の新しい側面を明らかにすることができた。今後、さらにデータを蓄積することにより、森林活用スキームの信頼性を向上させることも必要である。

<http://www.fine2.co.jp/index.html>

(2) ようこそ、食生活館へ

<http://www3.ocn.ne.jp/~eiyou-km/newpage208.htm>

(3) Freeradical

<http://plaza.harmonix.ne.jp/~lifeplus/text/fradical.html>

(4) 化学辞典、東京化学同人、第1版第4刷、1998

(5) 化学用語辞典、技報堂出版、第1版第1刷、1980

(6) 活性酸素の話～病気や老化とどうかかわるか～

永田親義著 講談社 pp44～51

(7) Antioxidant Unit 研究会

<http://www.antioxidant-unit.com/analysis/others/dpph/index.htm>

(8) photometry

[http://www.shse.u-](http://www.shse.u-hyogo.ac.jp/kumagai/eac/ea/photometry/photometry.htm)

[hyogo.ac.jp/kumagai/eac/ea/photometry/photometry.htm](http://www.shse.u-hyogo.ac.jp/kumagai/eac/ea/photometry/photometry.htm)

(9) 用語

<http://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%83%A1%E3%82%A4%E3%83%B3%E3%83%9A%E3%83%BC%E3%82%B8>

(2009.3.10 受付)

(2009.7.22 受理)

[参考文献]

(1) F-118 The Message from Woods

Phyton effects: New effective use of forest

Matsunori NARA¹, Mitsuru HORII¹, Kouji AZAKAMI¹

¹Dept. of System Engineering, Tokyo University of Science, Suwa

We considered the forest to be a useful resource as the supply source of mere wood for person's health maintenance, too. Principal ingredients of the gas that radiates from the forest are compounds of the terpene that is called a phytoncide, and it is pointed out that it has an epidemiology effect. However, there is little research that systematically examines the amount of the radiation of the phytoncide and the influence on the human body. In the present study, the phytoncide was gathered in the forest around the university, and the componential analysis on the gas and the radiation amount distribution were clarified. Moreover, the deletion performance of the active oxygen by the phytoncide was experimentally confirmed.

As a result, the amount of the phytoncide radiation showed the difference according to the wood species, the season, and the weather, and accumulated the base and the critical data that lay the existence situation. Moreover, the phytoncide clarified that it had the ability to eliminate about 10% of the amount of man of the active oxygen generation during a day. It can propose the utilization method of a useful forest for people's health maintenance by using the above-mentioned finding. It is thought that the revitalization of the forest not only leads to the protection of timber resources but also is related to the protection of the sink of carbon dioxide at the same time.