

低山ハイキング、森林浴、森林セラピーなど
森を散策することで心身共にリラックスし、
「癒やし」をえられることは、体験的に知られています。
では、なぜ森の中を歩くだけで、人は癒やされるのでしょうか？
フィトンチッドあるいは、アロマといった言葉を
耳にしたことのある人もいるでしょう。
そこに、なにかしらの「香り成分」がはたらいているらしい
ということも知られるようになってきました。
でも、それらが実際にどのような効果をもたらすのか、
じつは、まだ研究ははじまったばかりです。
そして、新たな知見として、森からだされる成分が、
地球環境にも大きな影響を与えているということが、
わかってきています。
「森の香り」の研究の最前線についてみてみましょう。

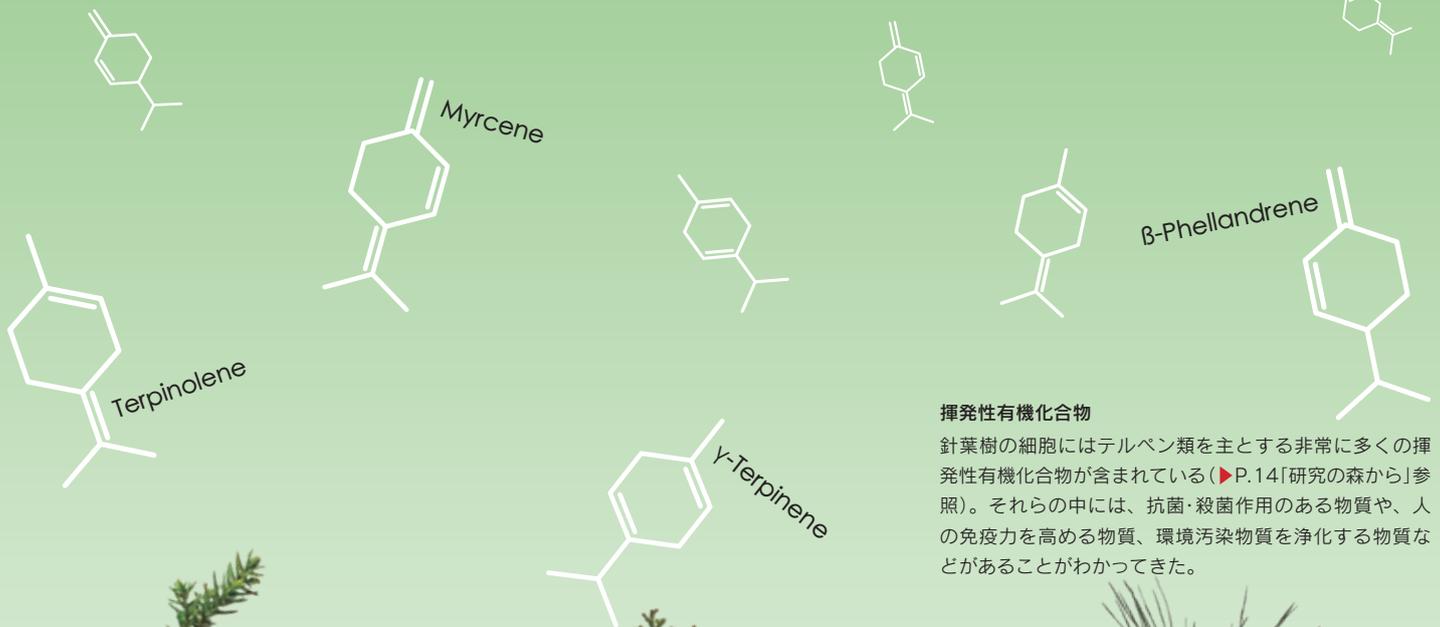
特集●

森の香りを科学する



クスノキ





揮発性有機化合物

針葉樹の細胞にはテルペン類を主とする非常に多くの揮発性有機化合物が含まれている(▶P.14「研究の森から」参照)。それらの中には、抗菌・殺菌作用のある物質や、人の免疫力を高める物質、環境汚染物質を浄化する物質などがあることがわかってきた。



スギ



ヒノキ



アカマツ

アロマ？ フイトンチッド？

新緑の季節の森林の心地よさは、だれしもがいちどは味わったことがあるのではないのでしょうか？ 木漏れ日や新緑の色彩の美しさと相まって、さわやかな風にとった樹木の香りが、自然と心をリラックサせてくれます。

この「森林の香り」は、樹木たちが放出している化学物質(揮発性有機化合物)によるものであることがわかっています。「森林の香り」を構成する化学物質は、樹木等を水蒸気で蒸留することで液体として回収できます。その液体は「精油」(エッセンシャルオイル)と呼ばれ、香り(アロマ)の元となっています。精油の香りは私たちを癒やしてくれますが、好きな香りを用いることで心身の健康化を図る行為をアロマセラピー(香り療法)と呼んでいます。この「森林の香り」は、別の表現としてフイトンチッドとも呼ばれています。

フイトンチッドは、1930年頃にロシアの生物学者ボリス・P・トーキンが発見した植物成分の抗菌作用について命名した造語で、植物を意味する「フイトン」と、殺菌するという意味の「チッド」という言葉から成り立っています。当初は殺菌作用とされていましたが、その後の研究により、フイトンチッドの有する効果は殺菌以外にも防虫、殺虫、リラック

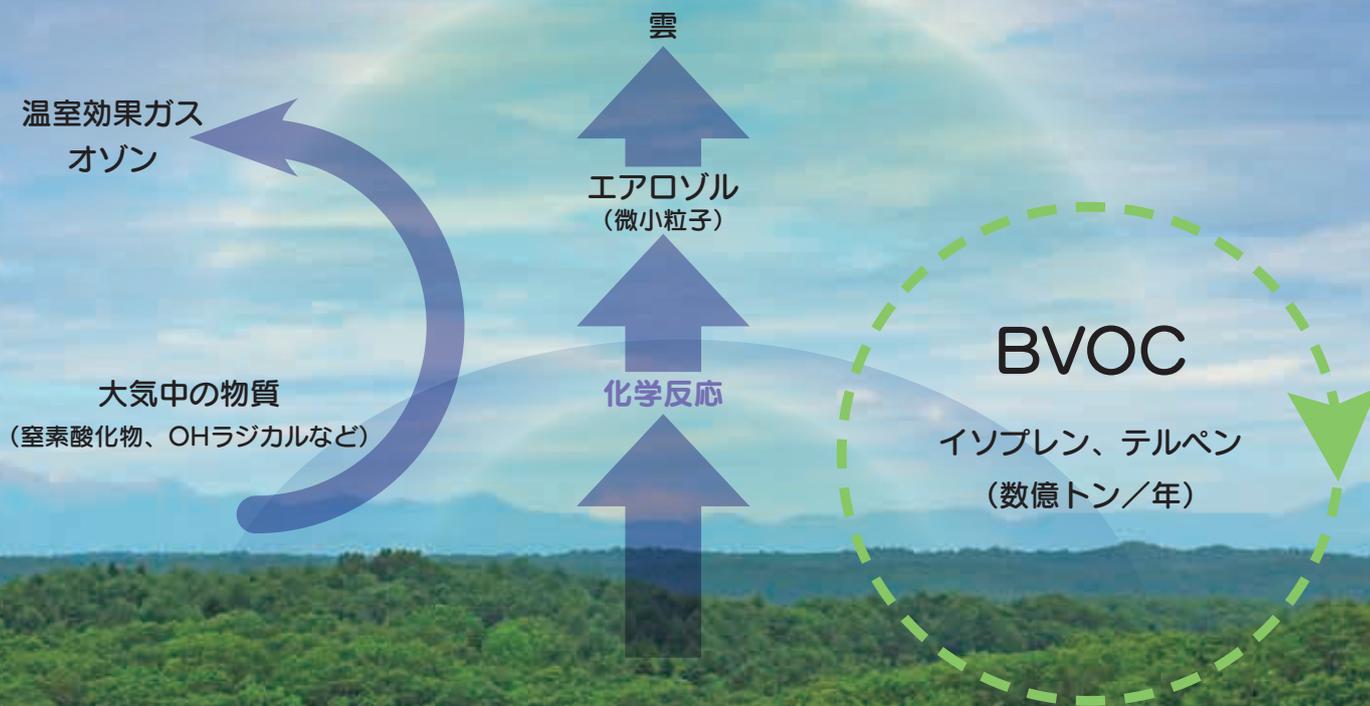
特集

森の香りを科学する



*「匂い」を意味する言葉

英語で「匂い」を表す単語には、smell、aroma、perfume、odor、fragranceなどたくさんある。日本語でも、臭い、香り、薫り、芳り、馨り、薫香、芳香、香氣、臭み、臭気などの言葉があつて、それぞれにイメージするところが微妙にちがう。「匂い」が生物の原体験を形成する複雑な感覚であることが、こうした表現を生みだしているのかもしれない(▶P.4)。



BVOCと環境との相互作用

森林からのイソプレンやテルペンなどBVOCの放出は、地球全体で年間数億トンにのぼり、大気中の物質との化学反応で、地球環境を生み出す大きな要因となっている。

クスなど生物に何らかの作用を及ぼす揮発性有機化合物と拡大解釈されています。では、それらの揮発性有機成分とは、いったいどのようなものなのでしょう？ 最新の研究をみてみましょう。

生物起源揮発性有機化合物

生物が放出するメタン以外の揮発性有機化合物のことをBVOC (▼ P. 6) といいます。

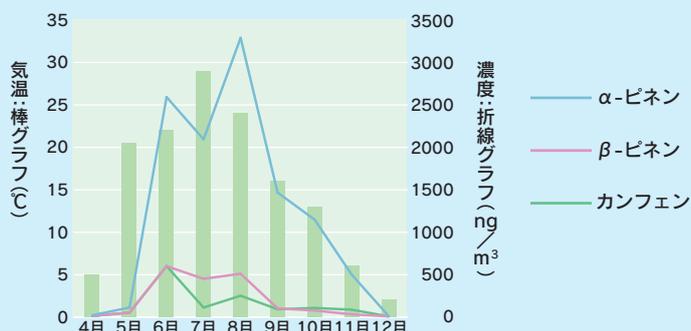
揮発性有機化合物 (VOC) の研究は、人為的に排出した窒素酸化物やフロンなどの物質が、光化学スモッグの生成やオゾン層の破壊、地球温暖化など、どのように地球環境に影響しているかを調べる中で研究が進められてきました。やがて、草や樹木、海藻や微生物などの生物がVOCを放出していることがわかり、それを生物起源揮発性有機化合物 (BVOC) と呼ぶようになりました。

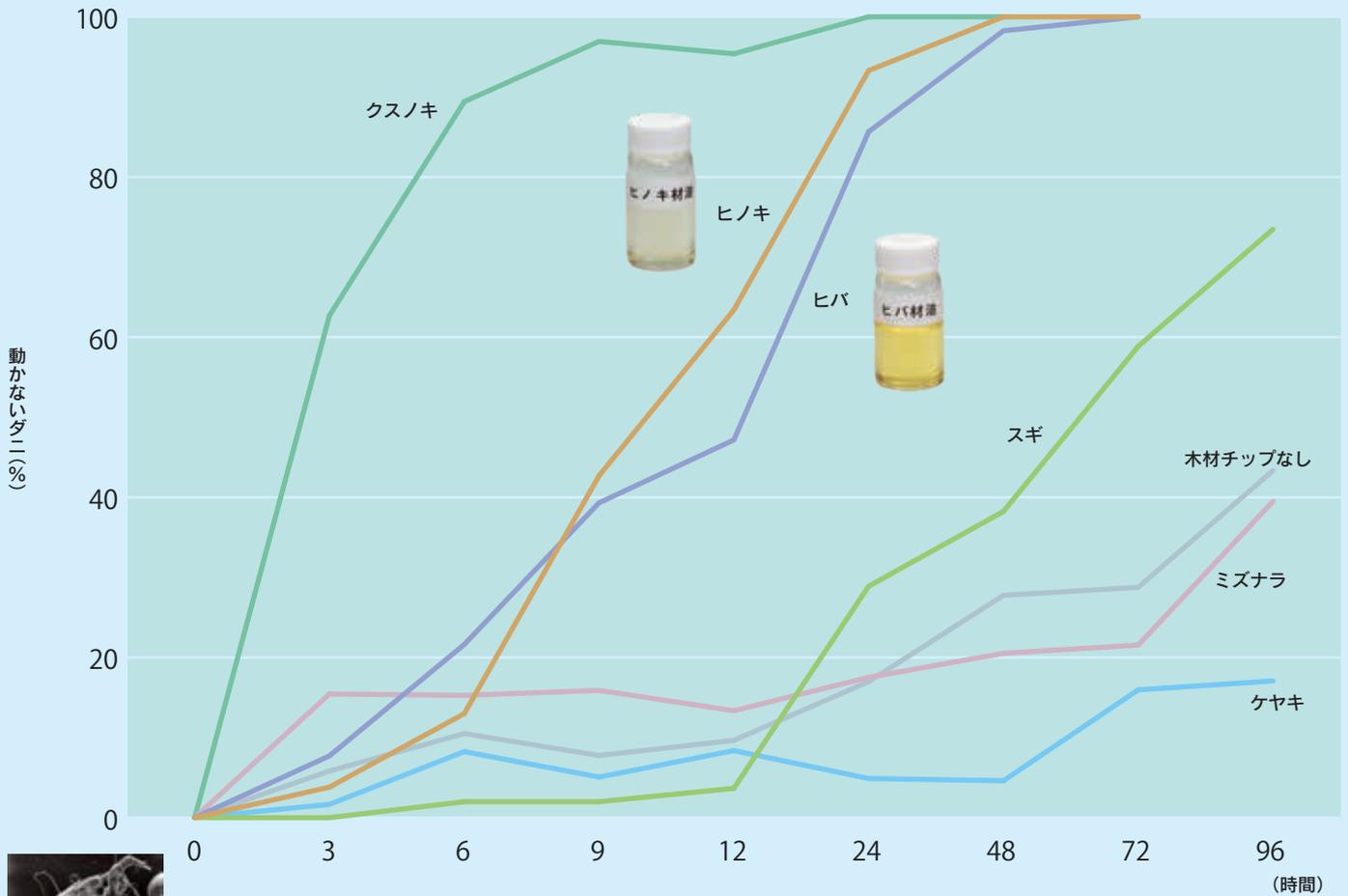
たとえば、スギやヒノキなどの針葉樹では、針葉の内部の細胞に精油が含まれており、必要に応じて気孔などから放出しています (▼ P. 14 「研究の森から」参照)。また、材などの内部には松ヤニのような粘性を有する樹脂が含まれている細胞があります。樹脂は、植物が傷ついたときに、菌類や細菌などの微生物に冒されないように抗菌作用を発揮したり、傷をふさぐ役割を持っています。この樹脂には

樹木から放出されたBVOCの測定例 (季節変動)

気温の高い夏の時期に、揮発性の高いα-ピネンなどのBVOCの濃度が高まり、気温の低い冬の時期には、ほとんど放出されていないことがわかった。アカマツ林にて測定。

出典：大平辰朗、森林の香り、木材の香り (八十一出版)





各樹種のチップの揮発成分によるダニの行動抑制効果

クスノキの揮発成分は、ほぼ24時間で100%のダニを動かなくする。クスノキにふくまれるモノテルペン類は、むかしから樟腦(カンフル)として防虫剤等に使用されてきた。(Y.Hiramatsu and Y.Miyazaki, J.Wood Sci., 47(1), 13-17 (2001)を改変)
 左の写真は実験に使われたヤケヒョウヒダニのメス(写真提供:千葉大学 宮崎良文)。

針葉中の精油のように揮発性の高い成分も含まれています。これらの揮発性の高い、すなわち常温でも気体になりやすい成分が大気中に漂い、BVOCとなつていきます。では、植物は、なぜ、わざわざ自分の体のまわりの環境にBVOCを放出しているのでしょうか？

生物は自分で環境をつくりだす？

樹木から得られる精油などの成分には、病気をもたらす菌類や細菌などの微生物に対する抗菌・殺菌作用があることがわかっています。また、ダニなどに対しての忌避作用があることも森林総研の研究で解明されてきました。

樹木は、自らつくりだした樹脂で直接的に外敵からの攻撃を防ぐとともに、BVOCなどを放出することによって、森林内を浄化しているともいえるかもしれません。

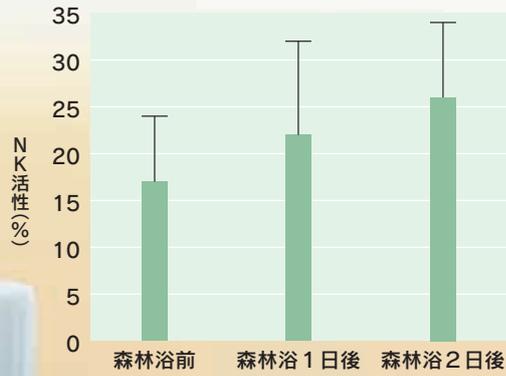
ブルーヘイズという現象があります。夏の日などに遠くの山に青いモヤがかかったようにみえる現象です。これは、BVOCが大気に放出されると大気中でさまざまな反応が生じ、やがて微小粒子となり、それが太陽の光を乱反射させることで青いモヤがかかったようにみえると考えられています。この現象は、夏の暑い日に微小粒子をふやしてモヤのようにすること



ブルーヘイズ

遠くの山なみが青くみえるのは、エアロゾル(微小粒子)が、太陽の光を乱反射させているためだ。

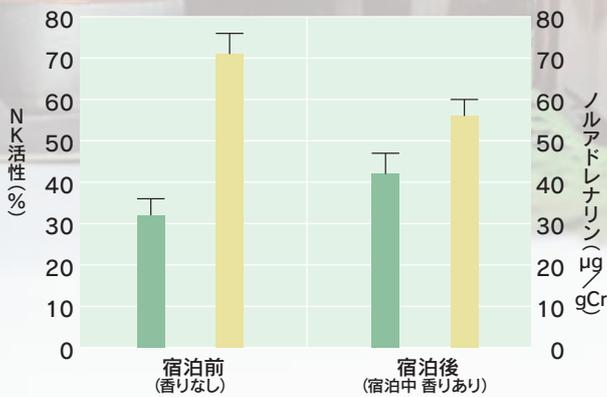
特集
森の香り
 を科学する



森林浴が、NK 活性にあたえる影響

森林浴を行う前と、2時間森林内を散策する森林浴を2日間にわたって行ったときのNK活性を調べたところ、NK活性が高まっていることがわかった。

出典：Li Q 他、Int. J. Immunopathol. Pharmacol., 20(2), 3-8(2007)



木材の香りが免疫機能を上昇させる

37～60歳の男性にホテルに3泊してもらい、3晩ともアロマ加湿器で発生させたヒノキ材油の香りをかきながら睡眠をとってもらったところ、宿泊後には宿泊前と比較してNK活性が有意に上昇し、尿中ノルアドレナリンが有意に減少した。

■ NK 活性：免疫系細胞（ナチュラルキラー細胞）の活性、大きいほど免疫力が高い。

■ ノルアドレナリン：ストレス時に分泌されるため、ストレスの指標として使われる。

出典：Li Q, 他、Int. J. Immunopathol. Pharmacol., 22(4), 951-9(2009)

森林の中で樹木が放出するBVOCの中には、人の免疫力を高める成分も含まれていることがわかってきています。たとえば木材の香りは、免疫力を高めるナチュラルキラー（NK）細胞を活性化させているという研究報告があります。

また、これまでの研究によって樹木から抽出した精油成分には、抗菌、防虫、抗酸化、癒し効果の他、有害・悪臭物質に対する浄化機能があることが明らかになってきています。たとえばトドマツ葉の精油などには、環境汚染物質である窒素酸化物を除去する優れた効果があります。伐採後の枝葉などの未利用資源を利

香気物質の利用と研究成果

で、森林内の温度が上がりすぎないようにする日よけの役割を果たしているとも考えられます。夏でも森林の中では、涼しく感じる体験をした人も多いでしょう。

また、BVOCが日光を乱反射させることで、森林の下の層にまで散乱光を届け、下層の葉の光合成を助けるとも考えられています。

しかし、BVOCは放出量の多い樹木もあれば、ほとんど放出しない樹木もあることから、なぜ植物がBVOCを放出するのか、まだそのほんとうの答えが解明されているとはいえません。これから研究に期待したいところです。

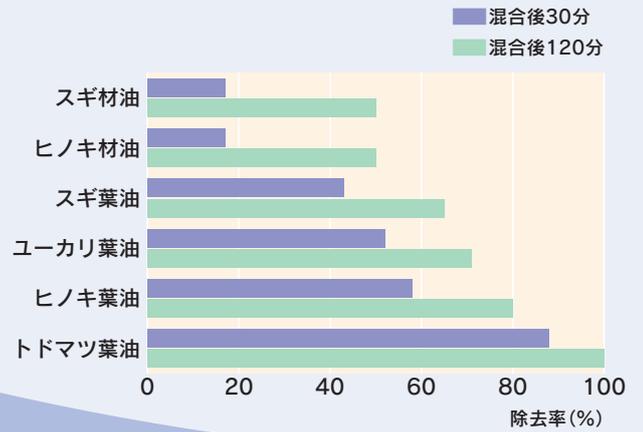
樹木の機能性成分の利用

樹木の樹液にふくまれる物質は、これまで伝統的にさまざまな形で利用されてきている。前号で紹介した漆液や、カエデの樹液のメープルシロップ、パラゴムの木のラテックスなどだ。さらに、木材のセルロースを粉碎して糖化し、エタノールをつくりだす研究も進められている。バイオマスからのエタノール生産では、ブラジルのトウモロコシなどの例もあるが、森林総合研究所では、木を原料としたお酒をつくることに成功した（▶P.16「研究の森から」参照）。



精油の抽出残渣から開発した消臭剤（エステル、ダイキン、イオン）

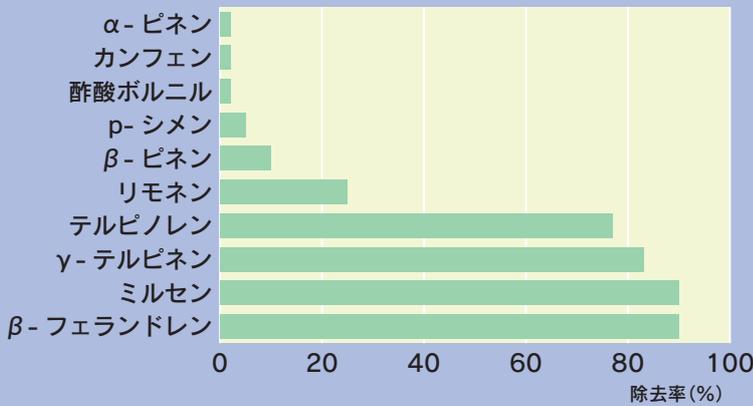
共同開発したもので「クリアフォレスト」という共通ブランドになっている。



各種樹木精油の二酸化窒素浄化能

濃度 7ppm の二酸化窒素の中に、さまざまな樹種の精油を混合させたところ、グラフのような割合で二酸化窒素を除去することがわかった。

出典：大平辰朗、木材学会誌、61(3)、226-231(2015)



トドマツ精油の構成物質の二酸化窒素浄化能

さらに、二酸化窒素浄化能の高かったトドマツ精油を構成する物質のうち、どの物質の浄化能が高いかを調べたところ、テルピノレン、γ-テルピネン、ミルセン、β-フェランドレンなどの浄化能が高かった。

出典：大平辰朗、木材学会誌、61(3)、226-231(2015)

用することで、こうした樹木の精油成分のもつ機能性を活かすことができたなら、多角的な林業へ向けての新たな資源として寄与できるかもしれません。

環境問題への貢献と課題

樹木が放出するBVOCについては、まだわかっていないことがたくさんあります。ただひとつ言えることは、BVOCは、地球の環境に何らかの影響を与えているということです。たとえば、BVOCと紫外線等との化学的な反応によりエアロゾルやオゾンなどが生成することが見出されています。

地球の肺と呼ばれる熱帯林だけでなく、さまざまな森林が地球の気候を形づくる上でとても大きな役割を果たしているということが、BVOCの研究を通してしだいにみえてきています。

アロマやフィトンチッドなどは、人間の生理や微気象に影響を与えると同時に、地球規模での気候変動にも大きな影響をおよぼしているのです。

遺伝資源としての森林の多様性を保全するとともに、バイオマスとしての利用や、精油成分などの機能性を研究することで、人間はこれからも森林と良い関係を保ち続けることができるでしょう。



左から宿泊施設用消臭剤(エステートレーディング)、ペット用消臭剤(ユニチャーム)、空気浄化剤(エステー)

これらの商品群はエステーグループの日本かおり研究所と(国研)森林研究・整備機構とが

特集◎ 森の香りを科学する