



巻頭●対談

世界は、 香りに満ちている

東京大学農学部・生物化学研究室にて
Photo by Godo Keiko

東京大学大学院農学生命科学研究科教授 **東原 和成** × **大平 辰朗** 森林資源化学研究領域長

匂い物質とその知覚について研究されている嗅覚研究の第一人者・東原和成東大教授と、
香りをはじめとする樹木の機能成分の解明に力を注ぐ大平辰朗森林資源化学研究領域長に、
「匂い」とはどのようなものなのか、幅広く「匂い」をめぐる話をしました。

大平 ●東原先生が、匂いの研究をはじめたきっかけというのは？

東原 ●じつは私、原田知世さんのファンで、「時をかける少女」(大林宣彦監督)という映画を高校生のときに観て、主人公が実験室で嗅いだラベンダーの香りが引き金となって時空間をさ迷う。「香りってこんな力があるんだ」と思ったのが、そもそものはじまりで……。

大平 ●香りが、人間に何かしらの生理的な反応を引き起こすということはありますね。森林総研も、五感を通じた刺激が癒し効果につながるという研究を行っています。

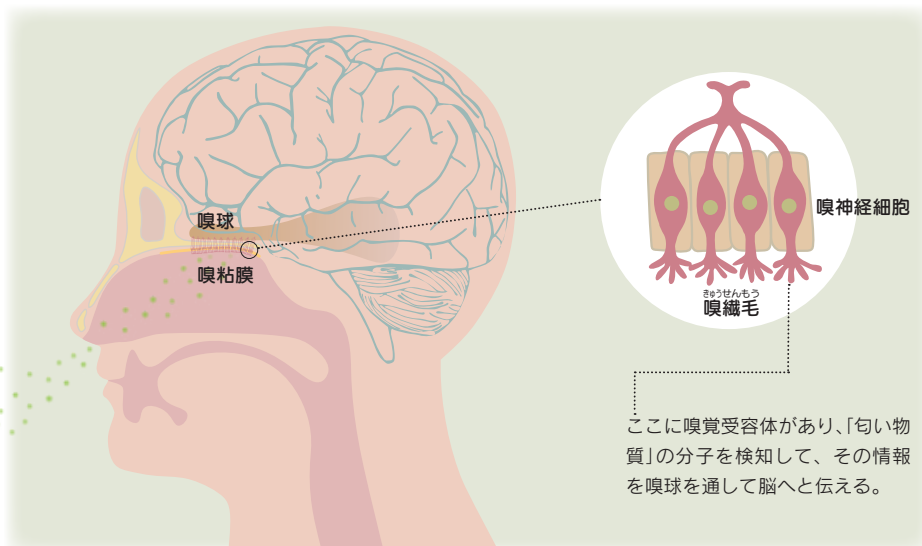
東原 ●大学では建築志望だったので、空間が人間に与える影響にすごく興味があったんです。香りやフェロモンは、空間にあるものです。たとえば森林では、ある動物はここに棲んで、ある植物はここに生えてという生態系が作り上げられている。生物たちは、匂いを頼りにエサやパートナーを求め、天敵と駆け引きをしながら、棲み分けをしている。野生生物の世界は、匂いでコントロールされていて、じつは環境を作っているのは、匂いといつてもいいくらいです。人間の暮らしも、五感からの信号で成り立っていて、とくに匂いが果たす役割は大きいと思っています。

大平 ●森に行くくと漂ってくる木々の香りに癒やされますね。そもそも、匂いとはどういったものなのでしょう？

東原 ●「匂い物質」は、世の中に数十万種類あるといわれています。たとえば、お茶の香りも300〜400種類ぐらいの「匂い物質」の混合で、わたしたちはそれらを全体として

* Key Words 嗅覚受容体

「匂い物質」が鼻の中に入ると、嗅粘膜にある嗅神経細胞からでている嗅繊毛でキャッチされる。嗅繊毛の先端には、嗅覚受容体とよばれる「匂い物質」の分子を認識するタンパク質があり、センサーの役目を果たしている。さまざまな匂いを嗅ぎ分ける能力は、その生物がもっている嗅覚受容体の種類と数によって決まる。



ひとつの「匂い」と感じているわけです。一つひとつの「匂い物質」は、鼻の中の嗅覚受容体*というセンサーで認識されています。人間には約400種類のセンサーがあつて、「匂い物質」とセンサーが多対多の関係で識別されます。約400種類の組み合わせですから、計算上では1万とか数十万種類の「匂い」を識別できるわけですね*。その識別のシグナルが脳に伝わって認識されるわけです。

大平 ●匂いを嗅ぐと、瞬間的に記憶が呼び覚まされることがありますね。

東原 ●ヒトは大腦を発達させた生物ですが、脳の根幹に辺縁系*と呼ばれるところがあります。鼻に入ってきた匂いの信号は一回神経を乗り換えるだけで辺縁系に非常に短距離で入って行きます。扁桃体や視床下部といった情動や気持ちを左右する場所に入力され、さらに記憶を司る海馬にも入る。また、前頭野*で何の匂いかを認知する。本能行動を司る辺縁系に短距離で入力されるので、瞬間的に内分泌に影響を与えて生理効果としてからだに現れるわけです。匂いを嗅ぐと昔のことを思い出すのは、海馬との結びつきですね。

匂いは、大腦の根幹部分で認識されるので、生理効果や記憶とストレートに結びつき、情動を変化させる、そういう力を持っているわけです。こうしたしくみが、明らかになってきたのは、この30年ほどのことです。

大平 ●嗅覚受容体の種類数は、他の動物たとえばイヌとかはヒトより多いのでしょうか。

東原 ●イヌはおよそ800種類で、ネズミが1000種類くらいでしょうか。いちばん嗅

覚受容体が多いのがアフリカゾウです。

大平 ●アフリカゾウ？！

東原 ●約2000種類あります。生物の中で最大ですね。アフリカゾウは非常に匂いの識別能力が高い。感度がいいというより、センサーが多い分、識別能力が上がるわけです。

大平 ●じつは私の参加している研究チームで木材の外敵のシロアリがどこにいるか特定するのに、シロアリ探知犬を使って解明しようという研究を今年から始めたんです。イヌは、シロアリのいるところに、すぐ反応するんです。あれは、イヌにとってはシロアリがエサとか、遊びとかに結びつくのでしょうか？

東原 ●おそらく、それは麻薬探知犬と同じで、ハンドラー（犬を扱う飼い主）との信頼関係ですね。シロアリの匂いを覚えて、それを見つけたら飼い主と遊んでもらえる、ご褒美をもらえる。その喜びですね。そういうトレーニングをするわけです。

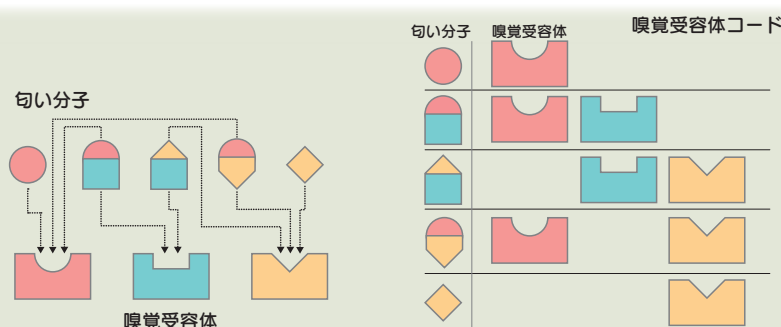
大平 ●何回か試験したのですが、イヌがここにシロアリがいるといつても、我々人間にはまったく匂わないんですよ。それはやはりセンサーの数の違いでしょうか。

東原 ●それもですが、イヌは嗅上皮自体が人間より数十倍広くて、さらに嗅神経細胞から出ている嗅繊毛が太いんです。なので嗅覚受容体の密度が高くなっているのかなと。

大平 ●最近アロマがブームで、国産材の精油を見直そうとか、海外からもいろいろ輸入されてくる中で、日本人が好きな香り、他の国の方が好きな香りというのがそれぞれ違うみたいですね。

* Key Words 「匂い」の識別

「匂い物質」の分子と嗅覚受容体との関係は、図のように、複数の匂い分子が1つの嗅覚受容体で検知される一方、1つの匂い分子を複数の嗅覚受容体で検知するという、多対多の関係となっている。1つの匂い分子が、いくつかの嗅覚受容体によって検知された信号の組み合わせを「嗅覚受容体コード」といい、そのコードごとにひとつの「匂い」として認識される。ヒトでは嗅覚受容体が400種類ほどあるので、その組み合わせは、数十万種類の匂い物質を嗅ぎ分けるのに十分な能力を持っている。





東原 和成 (とうはら かずしげ)

1966年東京都生まれ。1989年東京大学農学部農芸化学科卒業。1993年ニューヨーク州立大学化学科博士課程修了。Ph.D. in Biological Chemistry。1998年神戸大学バイオシグナル研究センター助手等を経て2009年より東京大学大学院農学生命科学研究科応用生命化学専攻生物化学研究室 教授。ERATO東原化学感覚シグナルプロジェクト研究総括。



「神社は植物の香りを含んだ、いい「気」が流れていて好きな嗅覚空間です。いい飲み屋も「気」を嗅ぎとって見つけます。」

巻頭●対談

イヌはおよそ 800 種類で、ネズミが 1000 種類くらい。いちばん嗅覚受容体が多いのがアフリカゾウです。

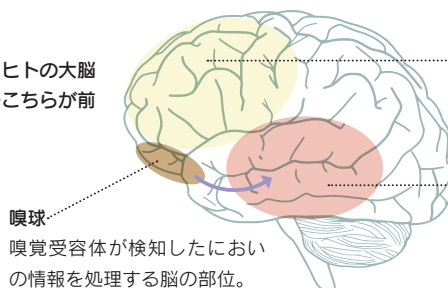
東原 ●やはり食文化など、どういう香りを経験して育ったかは、非常に大きいですね。
大平 ●匂いの記憶ということでしょうか？
東原 ●そうですね。たとえば納豆や出汁の香りは大方の日本人にとっていい匂いですね。でも外国の人にとっては、腐臭や生臭さを感じるようです。それはやはりそうした食文化で育ってないからです。逆に日本人があまり好まないのは、たとえば香水とか、教会の香り。もちろん人によりますが、どちらかというと日本人は、教会よりお寺の匂いに安らぎを感じるようです。ヒノキの香りは、圧倒的に日本人が好みますね。
大平 ●それは昔から身近にあって、記憶に刻まれているわけですね。お寺から漂うお香とか、どんど焼きの匂いとか。
東原 ●そうそう、お香の匂いは国によってちがいますが、日本人にとってお寺とお香のつながりは、馴染み深い匂いですね。
大平 ●森の産物というと、松茸の香りは日本人にとって高級感のある香りです。フィンランドでも松茸はたくさんでるそうですが、現地の方はあまり興味を示さない。これは身近にあるけど食の経験がないからでしょうか？
東原 ●日本では高級食材として子どもの頃から「これはすごく美味しくて高級なもの」と刷り込まれるわけです。そうした記憶と結びついた香りなんですね。ところが、そういう食文化のない人にとっては、あれは単なるキノコくさい、土臭い匂いを感じるわけです。逆にヨーロッパの人はトリュフはおいしいキノコで、すごくいい匂いなわけです。日本人

にはトリュフの香りは、馴染みが薄いわけではじめて嗅ぐと違和感がある。
大平 ●トリュフは豚が匂いで探すそうですね。
東原 ●なんで豚が探すかというと、トリュフの匂いに豚のフェロモンと同じ物質が入っているからなんです。それで雌豚が反応する。
大平 ●そういうことですか！
東原 ●豚のオスの唾液から出るフェロモンで、それをメスが感じるとお尻を突き出して受け入れ行動をとるんです。
大平 ●フェロモンと匂い物質というのは、どのように区分けしてるのでしょうか？
東原 ●匂い物質は、分子量的に300以下ぐらいの低分子で、揮発して鼻の中に入ると、センサーで匂いとして感じている。フェロモンも同様ですが、ある個体が出した物質が微量でも遠くまで届いて、同種の別の個体が受け取り、ある行動あるいは生理的な変化を引き起こす。そうした画一的な作用をする物質をフェロモンと呼んでいます。また、必ずしも鼻で感知するわけでもありません。だからフェロモンは匂わなくてもいいんです。たとえば、有名なカイコガのメスがオスを引きつけるボンビコールというフェロモン物質、あれはヒトにはほとんど匂わないですね。カイコは触角でボンビコールを感じとります。
大平 ●匂いの識別は生まれたばかりの赤ちゃんでも、本能的にできるのでしょいか？
東原 ●生まれる前からできてるようです。フランスの有名な研究があって、妊娠しているお母さんたちの実験で、フランス人がよく使うアニスをふんだんに使った料理を食べつづ

*Key Words 前頭野と辺縁系

前頭野は知能や理性など思考を司り、情動とのバランスをとる脳部位と考えられている。哺乳類で大きく進化し、とくにヒトでは脳の30%ほどを占めることから、ヒトをヒトたらしめている中枢といえる。それに対して、大脳辺縁系には本能や情動などを司る扁桃体、視床下部、海馬などがあり、ホルモンを分泌する内分泌系や内臓機能を調節する自律神経系に直接働きかける。

ヒトの大脳
←こちらが前



前頭野の位置

大脳辺縁系の位置

嗅球
嗅覚受容体が発知したにおいの情報を処理する脳の部位。

大平 辰朗 (おおひら たつろう)

1963年愛知県生まれ。静岡大学農学部林産学科卒業。林野庁入庁、林業試験場林産化学部研究員、森林総合研究所生物機能開発部主任研究官、同所樹木抽出成分研究室室長、同所森林資源化学研究領域長、関西支所長、現在に至る。農学博士(筑波大学)。東京大学、名古屋大学大学院非常勤講師。専門分野:天然物化学、バイオマス化学。植物由来の生物活性物質に関する研究に従事。



「何気ない生活の中で体験する香りは「ときめき」や「安らぎ」などを感じさせてくれ、平凡な毎日のアクセントになっています。」



巻頭●対談

温泉は、長い時間をかけて雨水が土壌にしみこんだものなので、そこに木由来の物質があってあたりまえなのでしょうね。

けた母親と、全くアニスを食べなかった母親とで比べると、アニスを食べた母親から生まれた子どもは、生まれた後にアニスの香りを嗅がせても嫌がらないけれど、アニスを食べなかった母親から生まれた子どもは、アニスの香りを嫌がるそうです。胎児の時からお母さんがどういうものを食べているかを記憶しているということですね。で、生まれるとお母さんの母乳の記憶を持つ。なので、別の母親の母乳と自分の母親の母乳を与えて選ばせると母親の母乳を選ぶそうです。

大平 ●匂いは奥深いですね。現代社会において人間は、あまり匂いを意識しなくなったと言われるけれども、じつは無意識に匂いが大きな影響を与えているのでしょうか。

東原 ●ありますね。植物の匂いも新緑の季節でうわあーっと出ない限りは、あんまり意識しないですが、植物の匂いはふだんからそこら中にあるわけで、世界は香りに満ちています。認知まではされないけれど、検知はしている。鼻には情報が入ってきています。だから実験で完全に匂いを遮断しちゃうと、そのことに気づいて、非常に不安感を感じるんです。

調香師さんとか匂いを嗅ぎつつける仕事をする人は、鼻が疲れてくると匂いがわからなくなる。そんなとき彼らが鼻をリセットするためにするのが、自分の匂いを嗅ぐことなんです。これで元に戻すんです。自分の匂いなんてそんなに匂わない。でも、じつはいっぱい匂いが出てるんですよ。人って何気なく鼻をすることがありますね。あれも、自分の匂いを嗅いでリラックスしているんです。

大平 ●そういうことなんだ！

東原 ●自分の匂いを嗅ぐと、安心するんです。科学的な根拠があるわけではないんだけど。

大平 ●先生の発見かと思いました。

東原 ●いやいや(笑)。匂わなくても無意識のうちにいろんな匂いの信号は入っているということですよ。

大平 ●一定の値を超えたものと超えないもので反応がちがうということでしょうか。

東原 ●まず無意識に検知している。その次の段階としてなんか匂うけれどなんの匂いかわからない。さらに濃くなると、たとえばカレーの匂いだとか、認知する、そういういくつかの段階に分かれますね。

大平 ●ものすごく強い匂いとそれが薄まった時のほわつとした匂いがありますよね。その濃度も関係あるんですか？ たとえば、犬はものすごく嗅覚が良くて、強い匂いでも弱い匂いでも全然平気なわけですよね。

東原 ●探知犬とかは、薄い匂いと濃い匂いの両方覚えさせているんです。薄い匂いだけだと、濃い匂いは検知できなかつたりするので。なぜかという、味覚は、濃くても薄くても甘いものは甘い。甘みのセンサーは一種類しかないからです。でも、匂いの場合には数百種類あって、その組み合わせで認識しています。そうになると、濃度によってセンサーが受け取るパターンが違ってきます。だから匂いの質も変わる。つまり匂いは薄い時と濃い時とは、質が変わるんです。それで麻薬探知犬には、麻薬の匂いの濃度を変えて、いろんなパターンで覚えさせるわけです。

*Key Words BVOC(生物起源揮発性有機化合物)

Biogenic Volatile Organic Compound の略で、常温で揮発する有機化合物のこと。近年の研究では、森林をはじめとして多くの植物がBVOCを放出していることがわかっている。また、海や土壌、人為的な発生もあり、地球規模での環境問題への影響が研究・解明されつつある。



古い本は、バニラの匂い

生物化学研究室の初代教授がビタミンB1を発見した鈴木梅太郎先生で、先生の古い本の匂いを嗅ぐと、バニラの香りがした。調べるとバニラの香り成分のバニリンが検出される。木にはフェノールやベンゼン系の物質が含まれていて、それが長い年月をかけてバニラの香りを作りだす。ワイン樽なども、樽木が熟成とともにバニラなど甘い香りを作りだし、ワインに香りがつくと考えられる。

大平 ● 質が変わるというのは、物質は同じだけれどそれを受ける側のパターンが変わる？

東原 ● そうなんです。たとえばジャスミンの匂いに含まれる香りにインドールというのがあります。あれは薄いとジャスミンらしい香りですが、濃くなると動物のフンの匂いになります。それは受容体のパターンが、変化することで、匂いの質がちがうものとして認識されるということなわけです。

大平 ● 森林などを散策すると、木だけじゃなくて土とか苔とかいろんなものの匂いがしますよね。これまで数十カ所の森林の香りを調べてきましたが、検出されるものは葉から出ているもの以外にたくさんあって、土の香りとか、腐葉土の香りとかいろんな微生物も出していて、BVOC*といいますが……。

アンケート調査によると、日本人はヒノキの香りが好きで、これは身近にあったということも大きいのでしょうか。ヒノキ風呂とか桶とか身近に使ってきましたから。

東原 ● そう、記憶ですね。いい記憶とやはり結びついている。ヒノキの匂いを嗅ぎながら温泉に入ったりラックスして気持ちよくなるという刷り込みもあるのだと思います。

大平 ● 温泉の成分を調べていくと、その周りがある木々の成分が微量ですが検出されたんです。温泉は、長い時間をかけて雨水が土壌にしみこんだものなので、そこに木由来の物質があつてあたりまえなのでしょうね。また、静岡県沖の深層海層水を調べた先生がいて、すると富士山麓のスギの成分が含まれていたそうです。

東原 ● ミネラルウォーターの中にも何か検出されるんですか、そうした匂い物質が？

大平 ● 可能性はあると思います。いまの話がまさにその証明になると思うんです。

東原 ● 非常に微量かもしれませんが、どこにいてもわたしたちの暮らしているところ、樹木の香りで満たされているということですね。

大平 ● 針葉樹は、テルペン類が多い。広葉樹は炭化水素系のものが多いかな。主となる物質がそれぞれ異なっています。日本は木材でお椀を作ったり、割り箸を作ったり、クロモジで爪楊枝を作ったり。醤油や味噌などの調味料やお酒など、木材で作った樽を使って作ってきた。

東原 ● 当然、なんらかの香りが影響を与えますよね。

大平 ● 森林総研の最近の研究では、木材を使った空気浄化や、木材そのものからお酒を作るといような研究もやっています。

東原 ● それは、面白いですね。樹木にはそれぞれに特徴的な成分が含まれていますから、さまざまな面で活用できるでしょうね。

匂い物質ですが、そうした樹木たちが持っているさまざまな成分は、文明を支えてきた貴重な遺伝資源ですね。それらのさらなる解明はとても重要な研究です。最近目は目の成果ばかりを求める風潮も強いですが、森林総研にはぜひ長期的な視点で、環境問題や、森林、農業といった分野に貢献できるような基礎研究の場をしっかりと維持してもらえと心強いと思っています。

◎東原和成先生の
本



左から

『化学受容の科学』(化学同人)

『生きものたちをつなぐ「かおり」』(共著 フレグランスジャーナル社)

『ワインの香り』(共著 虹有社)