



東京大学農学部公開セミナー
第53回

「香り、味、フェロモンと
わたしたちの生活」

講演要旨集

~~~~~ プログラム ~~~~~

【 開会の挨拶 】

13:35~14:25

いい香り、不快な匂い、何が違う？

応用生命化学専攻

教授

東原 和成

【 休憩（10分） 】

14:35~15:25

おいしさとは何か？

応用生命化学専攻

准教授

三坂 巧

【 休憩（10分） 】

15:35~16:25

暮らしに役立つ!?哺乳類フェロモン

応用動物科学専攻

教授

武内 ゆかり

【 閉会の挨拶 】

司会

教授

清水 謙多郎

日時 2017年11月11日（土）13:30~16:30  
場所 東京大学弥生講堂・一条ホール  
主催 東京大学大学院農学生命科学研究科・農学部  
共催 (公財)農学会

## プロフィール

とうはら かずしげ  
**東原 和成**

応用生命化学専攻 生物化学研究室

### 主な研究活動

マウス、昆虫、植物、ヒトなど様々な生物を対象に、匂いやフェロモンに関する基礎研究を行っています。一方で、視聴覚の高度な利用に比べて遅れている嗅覚をターゲットとした、ヒューメインなサービス社会実現への貢献を目指しています。最近、匂いカード付き本「ワインの香り」（虹有社）を出版しました。

みさか たくみ  
**三坂 巧**

応用生命化学専攻 生物機能開発化学研究室

### 主な研究活動

「おいしいかどうか」というのは、何を食べるかを決めるのに重要な判断基準となります。味をどのように感じているのか、味の強さや味の質を変えるような物質があるのか、個人ごとの食の好みがどうして違うのか等、おいしさに関わる研究テーマはたくさんあります。「おいしさ」の謎解きをするのが、研究の目標のひとつです。

たけうち ゆかり  
**武内 ゆかり**

応用動物科学専攻 獣医動物行動学研究室

### 主な研究活動

「ソロモンの指環をさがそう」という研究室スローガンのもと、動物の「心」を理解することを目指しています。具体的には、動物たちの行動パターンを決定する2要因、すなわち「ケミカルコミュニケーション」と「気質に影響する遺伝的多型」に着目し、総合的に研究を行っています。詳細はホームページへどうぞ。

# いい香り、不快な匂い、何が違う？

応用生命化学専攻 教授 東原 和成

## 1. 匂いとは？

におい、匂い、臭い、ニオイ、香り、そもそも匂いって何だろう？料理の美味しそうな香り、花の芳しい香り、体臭、そして悪臭、私達の生活空間には様々な匂いで溢れている。匂い物質はいくつくらいあるのだろうか？匂いは目に見えないけど、空間にどれくらいの量、存在しているのだろうか？

## 2. いろいろな匂いを感知して識別できるしくみ

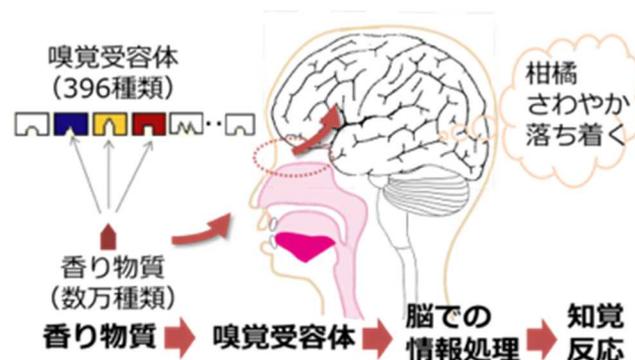
カレー、うなぎ、焼き鳥、バナナ、バラ、ラベンダー、いろいろな匂いが存在するのはなぜだろう？私達の鼻の中には、様々な匂いを感知するたくさんの種類の嗅覚受容体が存在する。何種類の受容体があるのだろうか？同じ匂いでも、それぞれの人によって感じ方が違うのはなぜだろう？

## 3. 匂いが情動や記憶に働きかけるしくみ

鼻の中の嗅覚受容体によって感知された匂いの情報は、脳のどこへ伝わるのだろうか？匂いを嗅ぐと気持ちが変わったりリラックスするのはなぜだろう？好きな匂い、嫌いな匂いがあるのはなぜだろう？匂いを嗅ぐと昔の記憶が蘇るのはなぜだろう？

## 4. 嗅覚をターゲットとした社会要望

匂いというと、悪臭問題がよく取り上げられる。一方で、食品、生活用品、リラクセーション、販売促進など、ビジネスに役立つ匂いの使い道は多岐に渡る。嗅覚をターゲットとしたサービスインダストリーの創出とその理論実装が今後の課題である。そのためにはどんな基礎研究が必要なのだろうか？



# おいしさとは何か？

応用生命化学専攻 准教授 三坂 巧

## 1. はじめに

我々が毎日食べている食品は、肉・野菜・魚など、農業生産物を加工してできている。これが、食品を対象とする研究が農学に属する所以である。食品科学の研究領域は広く、食品にどのような成分が含有されるか、それらが加工・貯蔵中にどのように変化するかを解析するのも、食品科学研究の一つである。また、食品がどのような感覚刺激を引き起こすかなど、人間の生理機能に対してどう影響するかを検証する食品機能学とよばれる研究は、最近、我が国で盛んに行われるようになった。

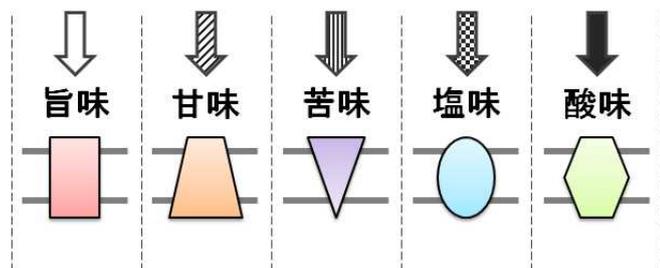
## 2. 味を感じる仕組み

食品を摂取すると、知らず知らずのうちに色々な感覚が活性化される。食べ物の外見や匂い、味、食感などに関する表現が非常にバラエティに富んでいることからわかるように、食品からは様々な情報が入力される。これに呼応し、五感をはじめとする種々の感覚を感知し、総合的に食品の価値を判断しているのである。

我々の舌の上皮には味蕾（みらい）という、味を感じる器官が存在している。味蕾は味細胞とよばれる細胞で構成されており、この細胞が食品の味を感じている。味細胞における味を感じる仕組みが科学的に解明されたのは、実は、つい最近のことである。西暦 2000 年に米国研究者らが、味覚受容体という呈味物質を識別するセンサーの正体を初めて発見した。それ以来、嗜好科学に関する研究は大いに発展し、これまでに味の種類ごとにそれぞれ専用の味細胞が存在することや、「甘い」「苦い」といった味を受容するときの詳細な仕組みなどが、明らかにされたのである。

このような研究は、生体センサーを用いた味の測定といった方面にも応用され、今では、「昆布だし」と「カツオだし」を足すとなぜ旨味の相乗効果が生ずるのかも、きちんと理解できるようになってきた。

### 口腔内には5種類の味細胞が存在する



### 3. 食べ物の「好き嫌い」

口腔内の味細胞で入力された味刺激は、「好き」「嫌い」といった判断に大きく寄与する。この能力は動物には本能的に備わっており、例えば、母乳しか飲んでいない生後すぐの乳児であっても、初めて味わった甘味に対しては“にこっ”と笑う一方で、強い酸味や苦味に対しては“おえっ”と反応する。つまり人間の味覚は、人生で初めての食べ物に対しても、「甘いもの」は食べていい味、「すごく苦いもの」と「すごく酸っぱいもの」は食べてはいけない味、というように、きちんと反応するのである。本能に刻まれた嗜好性というのが、食べ物に対する基本の判断材料となる。

しかし、食べ物の好みは、人それぞれに異なることもある。また同じ人の中でも、子どものころ好きだったものと、大人になってから好きなものは、異なることもしばしばある。子どものころあまり好きではなかったはずの煮魚やチーズも、いつの間にか食べられるようになってしま

### 食べ物の好みは大きく異なる

子供のころ好きだった → 大人になってから好き



う。このような変化はどうして生じてしまうのであろうか。

その要因の一つは、過去にどんなものを食べてきたのかという、いわゆる食経験である。以前に経験した味覚刺激が、成長後の味覚感度や嗜好性に影響を与えることもあることは、科学的な実験でも示されている。「おふくろの味」のような大人になってから好きなものは、実は小さい頃に心に刷り込まれているとも言えよう。

### 4. おわりに

成長後の個人における「おいしさ」は、人によって大きく異なっている。このような個人ごとの好き嫌いは、各個人の脳が判定していることであり、食嗜好の個人差を生み出す根源には、個人ごとのおいしさの記憶が関与している。幼い頃に食物による呈味刺激を受けることで、その時に生じた出来事や記憶とリンクされるが、このような経験の蓄積が、食に関する嗜好性を変えてしまう。正しい食習慣を身につけるためには、小さい頃からの食事体験が非常に重要なのである。

# 暮らしに役立つ！？哺乳類フェロモン

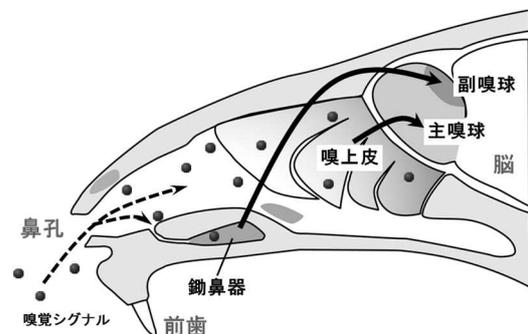
応用動物科学専攻 教授 武内 ゆかり

## 1. 哺乳類フェロモンとは？

「フェロモン(Pheromone)」は、1959年に Karlson と Luscher によってギリシャ語の「運ぶ=pherein」と、「興奮させる=hormōn」から作られた造語であり、当時「ある個体から放出され、同種他個体に例えば明確な行動反応や発達過程の変化といった、ある特定の反応を微量で引き起こす物質」と定義された。しかしながら、この定義は昆虫における研究成果をもとに作られたために、哺乳類にそのまま適用することが難しく、現時点でも、「伝達されることにより、送り手と受け手の両者に利益が生じる物質」、「ある個体から環境中に放出される揮発性の化学シグナルで、同種他個体の生理や行動に影響を与える物質」や「ある個体から放出され、同種他個体に、例えば常同的な行動や発達過程の変化といった、特定の反応を引き起こすために進化してきた物質であり、混合物の場合はある特定の混合比率にて効果を発揮する物質」など、多様な定義が提唱されている。私たちの研究室ではこれらの論議を参考に、「生存している個体から放出され、同種の他個体が受容したときに非常に微量で特定の反応を誘起し、動物の進化を考える上で適応的な機能を持つコミュニケーションに利用される物質」という定義を提唱している。

## 2. 哺乳類に存在する2つの嗅覚系

多くの哺乳類には、主嗅覚系および鋤鼻系という2つの嗅覚系が存在し、鼻腔内に運ばれた化学物質（嗅覚シグナル）を受容する。主嗅覚系では、鼻腔内の感覚上皮（嗅上皮）を構成している嗅神経細胞上に発現している嗅覚受容体と化学物質が結合することで情報が受容され、その情報は主嗅球という脳領域に集約された後、大脳皮質を含む広範な脳領域へと伝達されていく。ヒトを含む哺乳類は、この主嗅覚系によっていわゆる「匂い」を知覚することとなる。一方、鋤鼻系では、吸気やフレーメンと呼ばれる行動などによって、鼻中隔の基部に存在する鋤鼻器という特別な器官に化学物質が取り込まれ、鋤鼻器内の感覚上皮（鋤鼻上皮）を構



「2つの嗅覚系」

ラット前頭部の正中より少しずれた断面図。嗅覚シグナルは鼻孔から取り込まれて嗅上皮や鋤鼻上皮で受容され、その情報はそれぞれ主嗅球と副嗅球へ伝達される。

成している鋤鼻神経細胞上に発現している鋤鼻受容体と結合して情報が受容される。この情報は副嗅球という脳領域を介して、本能を司ると考えられている視床下部や扁桃体へと伝達されていく。哺乳類における鋤鼻器の存在は古くから確認されており、構造の特殊性から、フェロモンを受容する器官と考えられてきた。残念ながら、ヒトでは退行してしまっているため、鋤鼻系で嗅覚シグナルを知覚できるのか？という点について知る術がない。ただし、ヒトに鋤鼻器がないからといって、ヒトに作用するフェロモンがないとは言い切れない。近年では、特定の動物種において、鋤鼻神経細胞のみならず、嗅神経細胞にも鋤鼻受容体が発現していることが確認されている。

### 3. 暮らしに役立つ！？哺乳類フェロモン

そもそも、哺乳類のケミカルコミュニケーションに興味をもってスタートした研究ではあったが、近年私たちの研究室で同定され、将来、私たちの暮らしに役立つかもしれない哺乳類フェロモンを紹介する。

**【ヤギの雄効果フェロモン】** 季節性繁殖動物であるヤギやヒツジにおいて、非繁殖期にある雌の群れに雄を導入すると、排卵や発情が誘起される「雄効果」という現象が古くから知られていた。この現象は、成熟雄の被毛に付着した揮発性成分の呈示のみでも再現できることから、フェロモンの存在が示唆されていた。私たちはこの現象に着目し、長年の研究を経て、生殖制御中枢に促進的に作用するフェロモンとして、4エチルオクタナールという新奇の揮発性化合物を同定した。近年、畜産学分野においては、肉牛や乳牛における繁殖率低下による生産性低下が問題視されているが、牛はヤギの近縁種でもあることから、私たちの技術を応用して、現在は雄牛フェロモンを同定すべく研究を続けている。

**【ラットの警報フェロモン】** 危険を感じた動物が発する匂いの存在は、マウスやラットといったネズミだけでなく、シカ、ウシ、ブタや、私たち人間においても報告されている。そのため、危険を伝える匂いは哺乳類にとって重要なものと考えられており、動物種によっては警報フェロモンとも呼ばれている。私たちは、実験動物であるラットを用いて、危険を伝える匂いに含まれる4メチルペンタナールとヘキサナールの2種の混合物が、受容したラットの不安を増大させるフェロモンであることを明らかにした。私たちが用いたラットと、昔から害獣として駆除の対象となっているドブネズミは、その起源が同一であることから、今後このフェロモンの応用が期待される。

**文献：**化学と生物 (2015) 53 : 681-688., Curr Biol (2014) 24 : 681-686., Proc Natl Acad Sci U S A (2014) 111 : 18751-18756.