

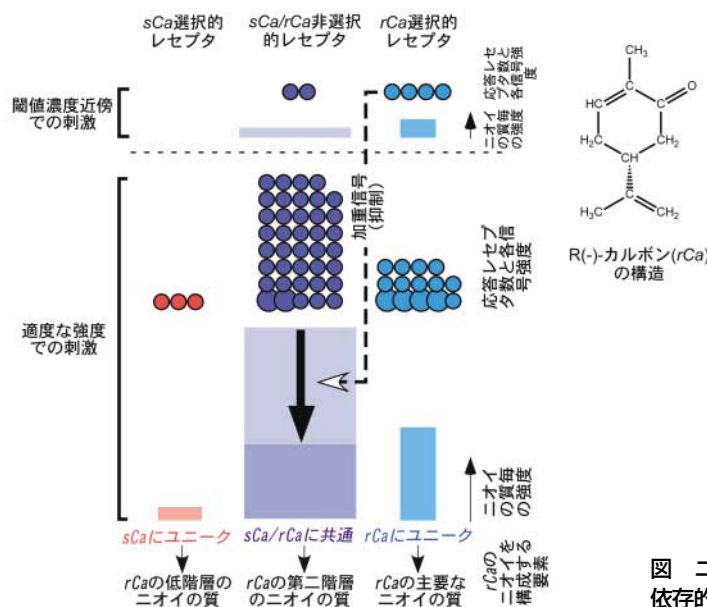
嗅覚でのニオイ情報の階層的符号化

生物は外界の複雑な情報を感覚器にあるレセプタで検出し、その信号をヒトでは一千億個の神経細胞で構成される脳で情報処理し認識している。嗅覚中枢の発達には脳に原皮質の付加を促し、大脳皮質をもつ脳への進化の転機となったと考えられる点から、嗅覚のニオイ識別機構の解明は、脳の情報処理の基本的特徴を明らかにするとともに期待させる。しかし、確立されたニオイ刺激分類尺度もなく、マウスのレセプタの種類は約一千と視覚の100倍以上もある複雑さのため、ニオイが識別される仕組みの詳細は分かっていなかった。そこで、約2年半かけて2種のニオイ刺激に反応するレセプタを網羅的に検索した結果、この難問への初めての解答例が得られた。

嗅覚の優れた分子識別能の例として、2種のカルボン光学異性体の識別がある。光学異性体は機器分離が難しいとされるが、嗅覚はS(+)-カルボン(sCa)とR(-)-カルボン(rCa)を、それぞれキャラウェイ様、スペアミント様の異なるニオイとして容易に識別できる。約千種のレセプタをほぼ網羅すべく、その3倍弱の嗅細胞(レセプタは1種/細胞)の応答感受性を調べ、応答細胞から得た嗅覚レセプタの遺伝子配列を比較した。その結果、カルボンに反応するレセプタは70±α種と推定された。そして、これらの信号はレセプタの感度順に階層化された重み付け処理を受け、信号の特徴毎に選別加算されて要

素情報を表現しているとする新仮説を得た。

263個のカルボン応答レセプタを応答性で分類すると、応答閾値付近の刺激強度では、rCaに対してはrCa選択的レセプタが最も多いなど、両者のニオイ分子間には特徴的に異なっていた。ところが、その10倍程度の刺激強度では、最大の応答グループは、両者同じくsCa/rCa非識別タイプであった。そして、rCa選択的レセプタ群は、sCa/rCa非識別タイプの約1/3のレセプタ数しかない2番目の多数グループに減退した。rCa選択的レセプタはrCaにユニークなニオイ情報を符号化し、sCa/rCa非識別レセプタはsCaとrCaに共通するニオイ情報を符号化しているとすれば、rCaに感じるニオイの主要な質は濃度が10倍程度変化しただけで、rCaに特徴的な質からsCaにも共通する質に変化しなければならない。しかし、マウスにsCaとrCaを識別させる行動実験の結果からはこの刺激強度で両者のニオイが類似し識別し難くなったとは考えにくい。ニオイの質を変えない仕組みがあるはずである。最も感度の高いレセプタが感度の低いレセプタの信号を抑制する重み付けがこれを可能にすると考えられる(図)。つまり、レセプタの感度順に階層化された情報の抽出機構が脳内にあると想定された。この仮説はさらなる検証を通して、人工鼻開発など感覚機能代替システムの設計における基本概念に発展すると期待される。



さとうたかあき
佐藤孝明
taka-sato@aist.go.jp
ティッシュエンジニアリング研究センター

関連情報

- Hamana,H., Hirono,J., Kizumi,M. and Sato,T., Chem.Senses 28: 87-104 (2003).