

霊長類と鯨類の感覚能力の環境適応に関する研究

Molecular and Brain Diversities of Sensory Perceptions in Primates and Whales

京都大学霊長類研究所 今井啓雄

嗅覚受容体や鋤鼻受容体、それに味覚受容体など、脊椎動物の化学感覚を司る多くの受容体がこの20年間で単離されてきた。こうした化学感覚受容体のレパートリーは、視覚受容体と同様に種ごとに大きく異なっており、それぞれの種の生息環境などに応じて容易に変化しうることが知られている。特に哺乳類の中では、ヒトを含む霊長類と海に棲む鯨類が、進化の過程でそれらの受容体を大幅に失った。だが、霊長類は森に、鯨類は海に生息しており、生息環境が完全に異なる。両者の退化傾向の差異から、それぞれの生態への化学感覚の適応進化の過程が浮かび上がるのではないだろうか。本研究では、霊長類と鯨類、およびそれらの近縁種の持つ化学感覚受容体遺伝子のレパートリーを解明し、分子進化的な解析を行った。特に、それぞれのグループのタンパク質の機能や、脳内の関連部位の構造を検討し、これら二つのグループの感覚特性を個体レベルで明らかにした。それぞれの種に特徴的な受容体のリガンドを同定することで、彼らの化学感覚能力を定性的に明らかにし、それぞれの生態とどのように関連しているのかを検証した。

まず、霊長類に関しては苦味受容体やうま味受容体を中心に機能の種間比較を行った。苦味受容体はTAS2Rと名付けられたタンパク質であり、ヒトのゲノムには26種類のTAS2Rをコードする遺伝子が存在する。ヒト以外の霊長類でも数は異なるが同様なTAS2Rを持っている。ところが、その機能が種ごと・個体ごとに異なっていることがわかってきた。例えば、ニホンザルは冬場に樹皮を食べて飢えをしのぐが、樹皮には植物の二次代謝物等が含まれ、ヒトにとっては苦くて食べられないものも多い。ヤナギの樹皮にはサリシンという苦味物質が含まれ、サリシンは鎮痛剤としても働くがヒトには苦くて薬としてもなかなか服用できないため、その構造を参考にアスピリンが開発された経緯がある。ところが、ニホンザルは平気でヤナギの樹皮を食べるため、その原因が不思議に思われていた。我々は、細胞に発現させたTAS2Rの機能をヒトやニホンザル等の様々な霊長類種間で比較した結果、サリシンに対してはヒトが最も敏感であり、ニホンザルはそれよりも非常に鈍感であることを発見した。この結果は、行動実験でも確かめることができた。このような受容体の機能はタンパク質を構成するアミノ酸残基の置換によってもたらされるが、その原因となるアミノ酸残基を同定することができた。さらに、ヒトやニホンザルだけでなく、南米に住む新世界ザル間でも同様な苦味受容体の多様化例を見いだすことができた。また、うま味受容体においても霊長類種間で反応するアミノ酸の種類が異なり、その原因となるアミノ酸残基を同定することができた。近年、味覚受容体は舌だけでなく、消化管や気管・精巣等でも発現していることが発見されている。我々も盲腸における味覚受容体の発現を報告したが、このような受容体の発現部位の多様化と機能の多様化が食性の進化に関わっていると考えられる。

鯨類については、従来、味覚受容体や嗅覚受容体の多くを失っていると考えられていた。我々は特にヒゲクジラ類の味覚・嗅覚受容体の有無を検討した結果、イルカなどのハクジラ類では失っている感覚を保っている可能性を示した。脳内で嗅覚情報処理をする嗅球についてもハクジラ類では失われているが、ヒゲクジラ類では構造を保っていた。ただし、一部の受容体の欠損に対応して、嗅球の構造自体がその入力部分を欠失していることがわかった。