

ウズラの脳内で光を受容する新規な視物質を発見

【ポイント】

- ・ ウズラの脳深部に存在する新規な視物質「オプシン 5」を発見
- ・ オプシン 5 陽性細胞は発生過程の眼の視細胞と良く似た形態をもつ
- ・ オプシン 5 は紫色の光に応答し、繁殖活動をコントロールする

【特色】

日本を代表するキジ科の鳥、「ウズラ」を用いた我が国ならではの研究成果である。ウズラは英名、学名をそれぞれ Japanese quail (*Coturnix japonica*)といい、我が国で家畜化された唯一の動物種とされる(注:和牛や日本鶏は外国で家畜化されたものを我が国の風土にあうように改良された)。室町時代より武士の間で鳴き声を楽しむために飼い馴らされるようになった。愛知県が日本一の生産量を誇る。

【概要】

名古屋大学大学院生命農学研究科の吉村崇教授(生命農学研究科附属鳥類バイオサイエンス研究センター長兼務)及び中根右介(大学院生、日本学術振興会特別研究員)らの研究グループは、自然科学研究機構 生理学研究所(久保義弘教授)及び基礎生物学研究所(吉田松生教授)との共同研究によりウズラの脳深部で光を感知する新規な視物質「オプシン 5」を発見しました。

哺乳類以外の脊椎動物が頭の中で光を感じていることは約 100 年前から知られていましたが、それを司る視物質の実体は謎に包まれていました。研究グループはウズラの脳深部に新規な視物質「オプシン 5」が発現していることを発見しました。オプシン 5 は発生過程の眼の視細胞と類似した形態を持つ「髄液接触ニューロン」と呼ばれる神経細胞に存在していました。また、オプシン 5 は紫色に最も高い感受性を示す視物質であり、太陽光線のうち、青色から紫外線までの短い波長の光を感知して季節を読み取っていると考えられます。マウスやヒトなどの哺乳類にもオプシン 5 遺伝子は存在し、眼や脳に発現していることが知られています。したがって私たち哺乳類も脳の中で光を受容しているのかもしれない。

本研究成果は、米国科学アカデミー紀要に8月2日の週にオンライン掲載されません。

【背景】

動物たちは1日の中で明るい時間の長さ(日長)の変化をカレンダーとして利用しながら四季の環境の変化に適応しており、この現象を光周性と呼びます。熱帯以外の地域に生息するほとんどの動物は次世代(仔)が、エサが豊富で温暖な季節に成長できるように春に出産、あるいは産卵のラッシュを迎えます。すなわち、動物たちは日長の変化を感知して春に出産、産卵できるように、特定の季節にのみ精巣、卵巣を発達させるのです。

哺乳類以外の脊椎動物では眼と松果体に光受容器が存在しますが、それらの動物は眼及び松果体がなくても、光に応答できることが知られています。カール・フォン・フリッシュは、1911年にヒメハヤの脳深部に体色変化を制御する脳深部光受容器が存在することを世界で初めて報告しました。その後1935年にアヒルの脳深部に局所的に光を照射すると精巣が発達すること、1970年にスズメの頭皮と頭蓋骨の間に墨汁を注入すると精巣の発達が抑制されることが報告され、脳深部に光受容器が存在することは周知の事実となりました。しかし、フリッシュの報告から約100年経った今日まで脳深部光受容器の実態は謎に包まれていました。

【成果の内容】

研究グループはウズラの脳内において視物質(オプシン)ファミリーに属する遺伝子の網羅的発現解析を実施しました。その結果、視床下部の室傍器官(paraventricular organ: PVO)において、これまで光受容能が確認されていなかった新規な視物質「オプシン5」の発現を確認しました。オプシン5は室傍器官において「髄液接触ニューロン(CSF-contacting neuron)」と呼ばれる神経細胞に存在していました。髄液接触ニューロンは脳脊髄液に突起状の構造を伸ばす双極性のニューロンであり、発生中の網膜の視細胞と酷似した形態をもつことから、古くから脳深部光受容器の候補として疑われていた細胞でした。次にオプシン5の機能を電気生理学的な手法により解析したところ、紫色(420nm)に最も高い感受性を示す視物質であることが明らかになりました。一般的に青色などの短波長の光よりも、赤色などの長波長の光の方が組織を透過しやすいことが知られていますが、紫外線を含む短波長の光も組織を透過することが確認されています。そこで松果体除去及び目隠しを施したウズラに青色及び紫外線(UV-A, UV-B)の短波長の光を照射したところ、ウズラは長日刺激として認識し、精巣の発達が促されました。以上の結果より、オプシン5が日長を感知する脳深部光受容器であることが示唆されました。

本研究は科学研究費補助金「若手研究(S)」、「新学術領域研究(配偶子幹細胞制御機構)」、グローバル COE「システム生命科学の展開:生命機能の設計」、三菱財団自然科学助成、豊秋奨学会研究助成金及び日本学術振興会特別研究員研究奨励費により実施しました。

【補足説明】

- ・ カール・フォン・フリッシュ: オーストリアの動物行動学者。1973年にミツバチのコミュニケーションなどの業績でノーベル賞を受賞。
- ・ 視床下部: 自律神経系や内分泌系を制御するとともに情動行動や本能的行動も調節する生命活動の司令塔。
- ・ 脳脊髄液(cerebrospinal fluid: CSF): 脳脊髄内を満たしている血液由来の体液。脈絡叢で産生され、細胞成分はほとんど含まれず、脳の電気的活動に貢献するとともにクッションの役割も果たしている。
- ・ 可視光線: 電磁波のスペクトルのうち、人の目で様々な色に見える波長領域。オプシン5は紫色(420nm)に最も高い感受性を持ち、脳内では青色から紫外線までの光を感知して生殖腺の発達を制御していると考えられる。

