

脳の原型は5億年前のヤツメウナギに始まる

最近、ヤツメウナギに関する新しい研究成果が英・科学誌『nature』(2016年、531号、97-100頁)に掲載されたので、この内容を含めて、もう一度本種を生物学的視点で考察する。

スナヤツメを含むヤツメウナギ類は、脊椎動物の中では最も下等で顎をもたない「円口類」に属し、このグループから顎をもつ「顎口類(サメやエイなどの軟骨魚類)」へと進化(分岐)したと考えられている。さらに、人類にいたる脳の基本構造は、今から4億5千万年前に誕生したこの顎口類の段階で形成されたと考えられてきた。ところがそうではなく、5億年前の円口類が誕生した頃、あるいはそれ以前の段階ですでに脳は形成されていた、という論文である。

なお、この研究を中心的に実施してきたのは理化学研究所(理研)である。2016年2月16日、理研は所属研究員が当該『nature』誌に発表した研究成果を記者発表(プレスリリース)したさいに提出した資料、「脳の進化的起源を解明—脊椎動物の脳の領域化は5億年以上前に成立—」、およびこの研究を進めてきた理研の倉谷滋主任研究員と菅原文昭客員研究員(兵庫医科大学講師)が、2016年3月2日、Web上の「ライフサイエンス 新着論文レビュー」に発表した論文、「円口類から解き明かされる脳の領域化の進化的な起源」の論文を参考にして、以下に概要を紹介する。

菅原・倉谷らは、ヤツメウナギとヌタウナギの二つのグループのみが現存する円口類と(図1)、サメやエイなど顎口類としては下等な軟骨魚類の発生期の脳を比較調査することが、脳を構成するのに必要な遺伝子の発現パターンを明らかにできる方法だと考え、研究をおこなった。



図1 ヌタウナギ(奥)とヤツメウナギ(手前)。(理化学研究所提供)

そこで最初にはじめた実験は、深海に生息するヌタウナギの捕獲と人工飼育だった。幸運にもスタッフに恵まれたことから、2007年、難しいとされていた日本産ヌタウナギの受精卵を世界で初めて人工的に得ることに成功した。これがその後の研究を成功へ導く契機となった。それまで、円口類には形成されないとされていた大脳基底核(内側基底核隆起)の一部、および小脳が発生する領域(菱脳唇)が、ヌタウナギの発生実験で初めて確認され、その後ヤツメウナギでも確認されたことが大きな成果となった。

これによって、脳の基本構造の形成時期が従来の定説より5千万年さかのぼり、ヤツメウナギなど円口類の誕生以前で、しかも顎口類と共通祖先をもっていたことを明らかにした。

スナヤツメは北方型と南方型に分かれる

ヤツメウナギ類は、今から5億年前に誕生し、2億5千万年前以降は現在とほぼ同じ姿形になった、いわゆる「生きた化石」である。3億5千万年前から形態を変えないシーラカンスや、2億年前から形態を変えないカブトガニと同じレリック(遺存種)と考えてよい。むしろ、ヤツメウナギは硬骨魚類のシーラ

カンスよりもより進化的に古く、下等な形態を残す初期の脊椎動物で、脊椎動物そのものの誕生過程を「幼生」の成長過程の中に残す珍しい動物である。そのためかどうかは未解明だが、顎口類にはコラーゲンに富む軟骨をもつものは多いが、円口類では特殊な軟骨のためコラーゲンはあまり含まれていない。

ヤツメウナギ類は、世界におよそ40種が分布するとされている。そのうち日本にはカワヤツメ属3種(カワヤツメ、シベリアヤツメ、スナヤツメ)とミツバヤツメ属1種(ミツバヤツメ)が生息する。さらに、スナヤツメは北方型と南方型の二つのタイプに分類されることがわかってきた(図2)。



図2 スナヤツメ隠蔽種群の分布。背景写真はロシア・アナディール地方。富山大学理学部生物学科山崎研究室のホームページより引用。

図2に示したように、北方型のみが分布するのは青森以北で、南方型のみは近畿以南である。これら二つのタイプが分布するのはその中間だが、それぞれが単独で分布する場合もあれば同所的に分布する場合もある。ただ同所的に分布する場合、すなわち同じ水系に分布する個体群は、それぞれの繁殖個体群が北方型、南方型に分かれて繁殖することが知られている。これは明らかに生殖的隔離が進んでいることを示している。

一般に、生殖隔離が起きるのは、個体群が遺伝的に分化した場合が想定される。そのことが明確になると、別種に分けられる可能性がある。実際、山崎裕富山大学准教授らがアロザイム解析やミトコンドリアDNA解析をおこなうと、二つのタイプは遺伝学的に明確に分けられた。それは、南方型と北方型の2種がはっきり分けられただけでなく、南方型とそれ以外の北方型、カワヤツメ、シベリアヤツメ、ミツバヤツメとも明確に区分されたという結果である。これは、今後、南方型と北方型とは別種扱いにされる可能性が高いことを示唆している。

いずれにおいても、親神からの「知恵の仕込み」に応えられるようになるには、人類は脳の存在と機能を継続的に維持させる必要があった。そのためには、川に棲むヤツメウナギ類、すなわち「み」が誕生した5億年前から、絶えることなく、川という存在、脳という存在が今日まで引き継がれ、また連綿と続いてこなければならなかったのである。

まさに「皮(川)つなぎの道具」がスナヤツメ、すなわち「み」に宿込まれるゆえんの一つが、ここにあるのではないだろうか。

[参考文献]

Sugahara F, Pascual-Anaya J, Oisi Y, Kuraku S, Aota S, Adachi N, Takagi W, Hirai T, Sato N, Murakami Y, Kuratani S. (2016) Evidence from cyclostomes for complex regionalization of the ancestral vertebrate brain. *Nature*, 531: 97-100.