

魚が日照時間の変化を感じる「季節センサー」を発見

【概要】

名古屋大学トランスフォーマティブ生命分子研究所(WPI-ITbM)の吉村崇教授の研究グループは宇都宮大学の飯郷雅之教授の研究グループらと共同で、魚が季節を感じる「季節センサー」を発見しました。

サケ科の魚類は秋に川を遡って(遡上)産卵しますが、季節の変化を体のどこで感知して、繁殖活動を制御しているかは謎に包まれていました。今回の研究で、脳の腹側に位置する血管嚢(saccus vasculosus)に存在する王冠細胞(coronet cell)が日照時間の変化を感知して、繁殖活動を制御する「季節センサー」として働いていることを明らかにしました。

血管嚢は 1685 年に英国で出版された Samuel Collins 著『A Systeme of Anatomy』に描かれて以来、300 年以上にわたって多くの研究者によって、研究されてきた器官ですが、その働きは謎に包まれていました。今回の研究によって、遂にその働きが解明されました。

この成果は 2013 年 7 月 2 日発行の英科学誌ネイチャー・コミュニケーションズ(Nature Communications)に掲載されました。

【ポイント】

- ・ 魚類の脳の腹側に位置する血管嚢の働きは 300 年以上もの間、謎に包まれていたが、日照時間の変化を感知して繁殖活動を制御する「季節センサー」であることが明らかになった

【背景】

渡り、冬眠、繁殖活動などの動物の行動や生理機能は季節の移ろいに伴って変化しています。吉村教授らの研究グループは、従来の研究において哺乳類や鳥類が日照時間(日長)の変化を読み取り、四季の環境の変化に適応する仕組みを解明してきました(Nature 2003, 2008, PNAS, 2008, 2010 など)。その中で、哺乳類、鳥類においては、脳下垂体の付け根に位置する「下垂体隆起葉」と呼ばれる部位が、日照時間の情報を脳に伝える中枢として働いていることを示していましたが、魚類には下垂体隆起葉が存在しないため、魚類が季節の変化に適応する仕組みは謎に包まれていました。

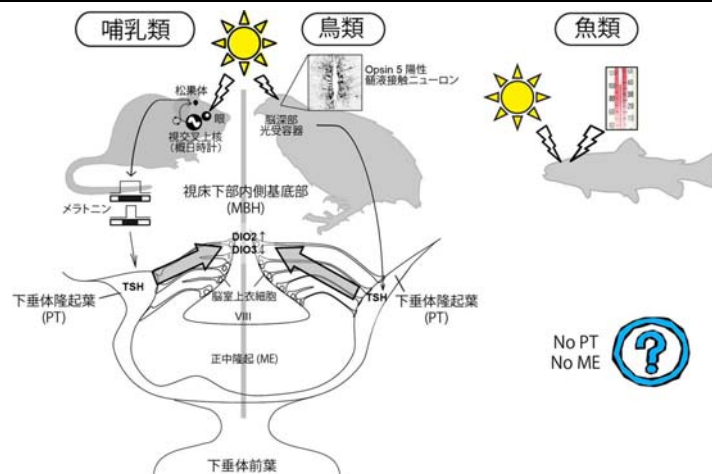


図. 哺乳類、鳥類が季節を感じる仕組み。哺乳類や鳥類においては正中隆起 (median eminence: ME) をとりまく下垂体隆起葉 (pars tuberalis: PT) が日照時間の情報を伝達する重要な中枢であるが、魚類には正中隆起と下垂体隆起葉は存在しないため、魚類が日長や水温の変化を介して季節を感じる仕組みは謎に包まれていた。

【成果の内容】

哺乳類や鳥類において、季節適応を司っている鍵因子 (甲状腺刺激ホルモン (TSH) と 2 型脱ヨード酵素 (DIO2)) が、早熟サクラマス (ヤマメ: *Oncorhynchus masou masou*) の脳のどこで働いているかを網羅的に解析したところ、血管嚢 (saccus vasculosus) と呼ばれる部位で日照時間の変化に応じて発現変動していることが明らかになりました。また、光受容蛋白質であるロドプシンファミリーについても網羅的に検討したところ、少なくとも 4 種類のロドプシンファミリーが血管嚢に発現していることがわかりました。さらに詳細な局在を調べたところ、これらは全て血管嚢の王冠細胞 (coronet cell) と呼ばれる特徴的な形を持つ細胞に存在していることが明らかになりました。また、血管嚢の機能を調べるため、血管嚢を取り出して、試験管の中で短日条件 (冬)、あるいは長日条件 (夏) でそれぞれ培養したところ、培養した血管嚢が日照時間の変化に応答できることがわかりました。また、血管嚢を外科的に摘出したヤマメは、本来生殖腺が発達するはずの短日条件下においても、生殖腺が発達しなかったことから、血管嚢が日照時間の変化を感知して、繁殖活動を制御する「季節センサー」として働いていることが明らかになりました。

【研究サポート】

本研究は最先端・次世代研究開発支援プログラムのサポートを受けて行われました。

【論文名】

“The saccus vasculosus of fish is a sensor of seasonal changes in day length”

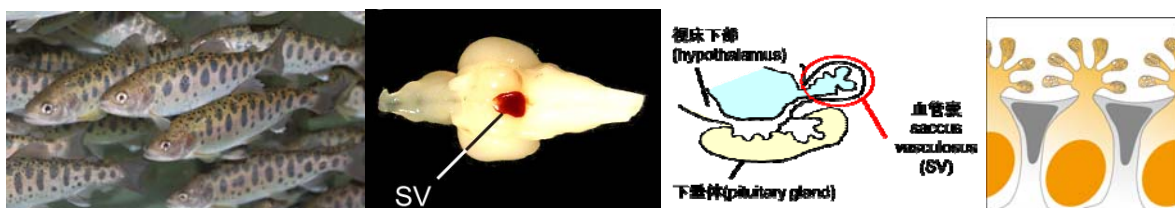
(魚類の血管嚢は日照時間の季節変化を感知するセンサーである)

Nakane Y, Ikegami K, Iigo M, Ono H, Takeda K, Takahashi D, Uesaka M, Kimijima M, Hashimoto R, Arai N, Suga T, Kosuge K, Abe T, Maeda R, Senga T, Amiya N, Azuma T, Amano M, Abe H, Yamamoto N, Yoshimura T., *Nature Communications* (4:2108) doi: 10.1038/NCOMMS3108

【補足説明】

・血管囊(saccus vasculosus):

魚類に特有の器官で、脳の底部に位置する。血管が発達しているためよく目立つ(下図)。1685年に出版されたCollins著『A Systeme of Anatomy』には、既にエイの血管囊が描かれている。血管囊に関する研究は数多く行われており、19世紀末から今日に至るまで、数百編の論文が発表されている。血管囊は分泌や吸収を担うという説や、水深や浸透圧を測るセンサーであるという説などが提唱されていたが、その生理機能については論争が続いていた。今回の研究で血管囊の王冠細胞(coronet cell)(下図)が季節センサーであることが明らかになった。



左から: ヤマメ、ヤマメの脳を腹側から見た写真、血管囊(SV)の位置、および王冠細胞の模式図

・Samuel Collins 著『A Systeme of Anatomy』 (1685):

Samuel Collins (1618-1710)(下図)は英国ロイヤル・カレッジ・オブ・フィジシャンズの会長を務めた解剖学者。様々な動物とヒトの脳を比べる「比較神経学」は17世紀の後半にイングランドで発祥したと言われているが、『A Systeme of Anatomy』はその当時出版された中の一つである。

