



PRESS RELEASE

令和7年1月23日

プロラクチンが羽成長を促進する分子メカニズムの解明 ～インスリン様成長因子と甲状腺ホルモンが協働し急速な成長を実現～

◆発表のポイント

- ・ 初生雛⁽¹⁾を用いた研究により、プロラクチン (PRL)⁽²⁾がインスリン様成長因子 (IGF)⁽³⁾および甲状腺ホルモン (T3)⁽⁴⁾のシグナル伝達を調整し、羽の成長を促進するメカニズムを解明しました。
- ・ インスリン様成長因子と甲状腺ホルモンは、互いに作用を強め合う正のフィードバックループを形成し、細胞増殖を促進することで羽の迅速な伸長を可能にします。
- ・ 本研究の成果は、長年未解明であった換羽の分子メカニズムの解明に新たな道を切り拓くことが期待されます。

岡山大学学術研究院環境生命自然科学学域（理）の竹内栄教授、相澤清香准教授、環境生命自然科学研究科（博士前期課程）の野沢優里大学院生らの研究グループは、ニワトリ初生雛を用いた研究で、プロラクチン (PRL) がインスリン様成長因子 (IGF) および甲状腺ホルモン (T3) と連携して羽の伸長を促進するメカニズムを解明しました。この研究成果は、2024年12月17日に国際比較内分泌学会連合の機関誌『*General and Comparative Endocrinology*』のオンライン版に掲載されました。

鳥類の季節的な換羽は、生存や繁殖において重要な役割を果たします。これまで、PRL や T3 が換羽を誘導するホルモンとして知られ、近年では IGF の関与も報告されてきました。しかし、羽形成の場である羽包において、これらのホルモンがどのように作用し、互いにどのような相互関係をもつかは不明でした。

本研究では、初生雛および培養細胞にホルモンを投与し、その効果を RT-qPCR や免疫組織化学の手法で調べることで、PRL が羽包内で IGF および甲状腺ホルモン活性化酵素 (DIO2)⁽⁵⁾の発現を促進することを明らかにしました。さらに、DIO2 によって生成された T3 と IGF が正のフィードバックループを形成し、羽細胞の急速な増殖を促進する仕組みを解明しました。

これらの成果は、羽の成長メカニズムに関する理解を深め、長年未解明であった換羽の分子メカニズムの解明に大きく寄与します。また、羽形成の制御メカニズムに関する知見は、ニワトリを含む鳥類全体の生態や繁殖行動の理解をさらに進展させることが期待されます。

◆研究者からのひとこと

この研究テーマには学部生の頃から継続して取り組んできました。その研究成果を論文に残すことができ、大変嬉しく思います。

春夏の季節になると、実家で飼っている文鳥たちが換羽を始めます。ケージに落ちた羽を見ていると、この子たちにも私の発見した機構がはたらいっているのかなあとつい考えてしまいます。



野沢 大学院生



PRESS RELEASE

■発表内容

<現状>

鳥類の羽は、飛行や体温調節、外部刺激からの防御に加え、種や年齢、社会的地位を表現する重要な役割を担っています。そのため、羽が定期的に生え変わる「換羽」は、鳥にとって欠かせない重要なプロセスです。この換羽のタイミングは、繁殖や渡りといった重要なライフイベントと重ならないよう精緻に調整されています。これまでの研究により、PRLやT3がこの過程に深く関与していることが示唆され、近年ではIGFの関与も報告されています。しかし、これらのホルモンが羽形成の場である羽包においてどのように作用し合うのか、その詳細なメカニズムは未解明のままです。

これまで当研究グループは、養鶏で広く利用されている遅羽遺伝子が、PRL作用を抑制することで初生雛オスの羽伸長を遅らせることを明らかにしました（図1）。今回の研究では、PRLが羽伸長をどのように促進するのか、その具体的な分子メカニズムを解明することを目的としました。



図1 初生雛の雌雄鑑別

伴性遺伝する遅羽遺伝子を利用し、オス（♂）の主翼羽の伸長をメス（♀）より遅らせることで、雌雄鑑別を容易にする「羽毛鑑別法」が広く用いられています。図中の赤色の矢印はメスの主翼羽を示しており、オスの翼では主翼羽が発達していないことが確認できます。

<研究成果の内容>

今回の研究では、PRLが羽の伸長を促進するメカニズムを解明しました（図2）。脳下垂体から分泌されるPRLは、羽包の基部に作用し、IGFおよびDIO2の発現を促進します。DIO2は、不活性型甲状腺ホルモンであるチロキシン（T4）^④をT3に変換する酵素です。このDIO2の作用で生成されたT3はIGFの発現をさらに高め、IGFがDIO2の発現を促進することで、正のフィードバックループが形成されます。このフィードバックループにより羽細胞の増殖が加速され、羽の迅速かつ効率的な成長が可能となることが判明しました。さらに、PRL、T3、IGFが換羽ホルモンとして知られていることから、このメカニズムは初生雛の羽の成長だけでなく、季節的な換羽にも関与している可能性が高いと考えられます。

<社会的な意義>

羽が成長し生え変わる。この一見単純に見える現象の背後には、極めて巧妙な仕組みが隠されています。本研究では、鳥の羽の成長を支えるホルモンがどのように連携し、効率的な成長を実現しているのかを解明しました。この発見は、普段見過ごされがちな生命現象を新たな視点で捉えるきっかけを与えます。

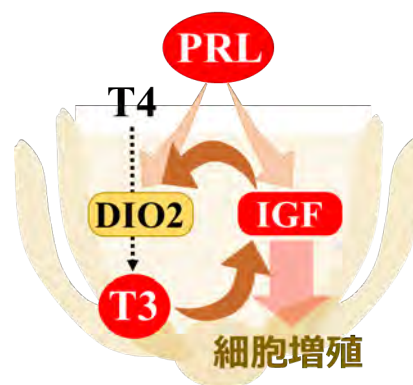


図2 羽伸長の制御モデル（羽包）

白抜き文字で示された3つのホルモン（PRL、IGF、T3）は、換羽を誘導することが報告されています。PRLは脳下垂体から、T4は甲状腺からそれぞれ分泌され、羽包内で相互に作用することで羽伸長を制御します。



PRESS RELEASE

基礎科学の研究は、即座に実用的な技術を生み出すものではありませんが、生命現象の「なぜ？」を解き明かすことで、私たちの世界観を広げる重要な役割を果たします。本研究は、鳥類の羽の成長というテーマを通じて、自然界における生命の巧妙さと科学の可能性を示し、新たな知識の喜びを提供するとともに、鳥類だけでなく他の生物にも応用可能な知見をもたらします。

■論文情報

論文名：Crosstalk between Prolactin, Insulin-like Growth Factors, and Thyroid Hormones in Feather Growth Regulation in Neonatal Chick Wings

掲載紙：General and Comparative Endocrinology Volume 361, 2025, 114657, ISSN 0016-6480

著者：Yuri Nozawa, Ayako Okamura, Hibiki Fukuchi, Masamichi Shinohara, Sayaka Aizawa and Sakae Takeuchi

DOI：10.1016/j.ygcen.2024.114657.

URL：<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S001664802400220X>

■研究資金

本研究は、科学研究費補助金の支援を受けて実施しました（基盤研究C：23K05851）。

■補足・用語説明

- (1) 初生雛：卵から孵化したばかりのヒナを指し、通常は誕生から数日間の新生児期のヒナを指します。この時期は体の発達や免疫機能が急速に進行する重要な段階です。
- (2) プロラクチン（PRL）：英語名 prolactin（略称 PRL）。PRL は脳下垂体前葉から分泌されるホルモんで、母乳の生成を助けるほか、体の成長や繁殖、免疫、行動の調節など、多岐にわたる生理作用を持ちます。ヒトの毛髪の調節にも関与することが報告されています。
- (3) インスリン様成長因子（IGF）：英語名 insulin-like growth factor（略称 IGF）。IGF は、体の成長や発達を促進するホルモんで、筋肉や骨の形成、細胞の増殖や修復に関与します。
- (4) 甲状腺ホルモン（T3 と T4）：甲状腺から分泌されるホルモんで、T3（トリヨードチロニン）と T4（サイロキシン）があります。T4 は不活性型で、T3 が活性型として体内で作用します。T3 はエネルギー代謝や体温調節を助け、成長や発達、特に脳や神経系の正常な機能に重要な役割を果たします。ヒトの毛髪の調節にも関与することが知られています。
- (5) 甲状腺ホルモン活性化酵素（DIO2）：英語名 deiodinase type 2（略称 DIO2）。DIO2 は、T4（サイロキシン）を活性型の T3（トリヨードチロニン）に変換する酵素です。この酵素は、甲状腺ホルモンの作用を調節する重要な役割を果たし、体内のエネルギー代謝や成長、発達に関与しています。



<お問い合わせ>

岡山大学学術研究院環境生命自然科学学域（理）

教授 竹内 栄

（電話番号） 086-251-7868

（FAX） 086-251-7876



岡山大学
OKAYAMA UNIVERSITY

SUSTAINABLE
DEVELOPMENT
GOALS

岡山大学は持続可能な開発目標 (SDGs) を支援しています。

