

PRESS RELEASE (2021-08-14)

海洋生物資源科学科

〒252-0880 神奈川県藤沢市亀井野 1866

TEL・FAX : 0466-84-3683

E-mail: suzuki.miwa@nihon-u.ac.jp

## アカエイ (*Hemitrygon akajei*) 子宮乳の 成分分析と妊娠段階に伴うその変化

### 研究成果のポイント

- ・アカエイを含む子宮乳型板鰐類は、子宮から乳様物質を分泌し、胎仔に与えると言われている。子宮乳の役割と胎仔の発達段階によるその変化を明らかにすることを目指して、妊娠段階ごとの子宮乳成分の変化を詳細に調べた。
- ・子宮乳の性状や粗成分は妊娠段階によって変化し、妊娠初期は薄く、妊娠中期に濃くなった。これは卵黄が枯渇して退縮する中期胎仔の成長を、卵黄に替わってサポートするためと考えられる
- ・全妊娠期を通して、子宮乳には抗菌や鉄の輸送に関わるタンパク質が含まれており、胎仔の健康維持と呼吸の補助に関与すると示唆された。また、妊娠中期には、板鰐類（サメ・エイ類）の骨格形成を担う軟骨の伸長を促すタンパク質が検出された。
- ・板鰐類の卵黄に含まれない C18:2 や C18:3、脂質代謝に関与する C16:1 などの脂肪酸が子宮乳に豊富に含まれており、アカエイ胎仔の急激な成長を支えると示唆された。
- ・以上のことから、アカエイ子宮乳は卵黄からの栄養供給が減少する胎仔の急激な成長を支えるために豊富な栄養や成長因子を含む可能性がある結論づけた。

## 研究成果の概要

### (背景)

胎生板鰓類は多様な繁殖様式で胎仔を育てる。基本的に胎仔は子宮内で、自らの卵黄を吸収し成長するが、他の卵や胎仔を食べてしまう種（卵食・共食い型）、哺乳類のように胎盤を作る種（胎盤型）や子宮内に乳を分泌する種（子宮乳型）などが存在する。

子宮乳型板鰓類の妊娠期間は、胎生板鰓類の中で最も短く、1~3カ月ほどであり、成体と類似した形態の胎仔を複数尾出産する。発生初期の胎仔は卵黄の栄養で成長するが、その後子宮乳を摂取することによって急激に成長するとされている。しかし、その成分や機能の詳細は明らかとなっていない。我々は、子宮乳型板鰓類のモデル生物としてアカエイを選定し、子宮乳の粗成分や含有タンパク質、脂肪酸について調べた。また、妊娠段階によって乳の性状が変化するため、その成分変化についても明らかにすることを目指した。

### (研究手法)

神奈川県藤沢市の海岸にて妊娠期のアカエイを釣獲し、子宮から胎仔と子宮乳を採取した。まず、胎仔の形態からアカエイの妊娠期（初期・中期・後期）を決定した（図1）。そして、各妊娠期の子宮乳成分（粗成分、タンパク質組成、脂肪酸組成）を明らかにした。粗成分分析として、タンパク質含量を Bradford 法で測定し、脂質濃度を Bligh & Dyer 法で抽出して重量比から算出した。全固形分量は子宮乳を乾固させ、湿重量との重量比から算出した。

タンパク質の組成については、SDS-PAGE で分離後に銀染色を行い、各バンドに含まれる高分解能多目的質量分析機 Q-Exactive をもちいて検出・同定した。脂肪酸組成はガスクロマトグラフィーを用いて検出・同定した。

(研究成果) 実験の結果、以下のことが判明した。

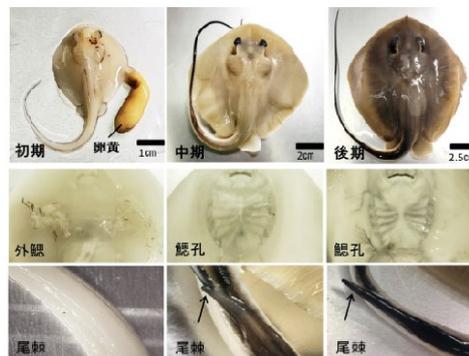


図1. アカエイにおける胎仔の形態を用いた妊娠段階の決定

胎仔の卵黄、外鰓、尾棘の有無、体色で母体の妊娠段階を決定した。

**粗成分**：子宮乳にはタンパク質・脂質が豊富に含まれていた。妊娠初期に最も薄く、中期に最も豊富になり、後期に減少した。それに伴い、子宮乳の性状や色の変化も見られた(図2)。妊娠中期にはタンパク質と脂質がそれぞれ6.6%、11%含まれていた。これらの値は、成長が早いラット等の哺乳類の乳組成と類似する。

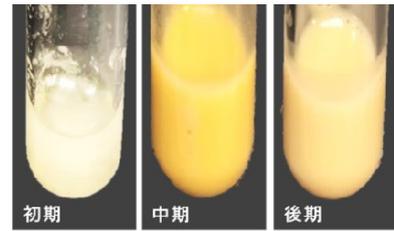


図2. 妊娠段階に伴うアカエイ子宮乳の性状の変化

**タンパク質組成**：全妊娠期間を通して、子宮乳から111個のタンパク質が検出できた。抗菌、鉄の輸送や細胞内での調節に関わる transferrin や aconitase が全妊娠期にわたり検出されたことから、子宮乳が胎仔の健康維持や呼吸をサポートする機能を持つことが示唆された。また、妊娠中期には軟骨伸長に関わる複数のタンパク質が検出され、子宮乳が成長にも直接関与すると考えられた。

**脂肪酸組成**：子宮乳には一価不飽和脂肪酸、多価不飽和脂肪酸、飽和脂肪酸の順に多く含まれていた。大まかな脂肪酸組成は一般的な板鰓類の卵黄に含まれるものと類似していたが、C18:2 と C18:3 や脂肪酸代謝に関与する C16:1 など、卵黄には含まれない脂肪酸も多く検出された。胎仔は子宮乳に大きく依存し始める中期以降に急成長することから、卵黄に含まれない上記の脂肪酸が胎仔の成長を促す可能性が示された。

以上の結果から、子宮乳は(1) 妊娠段階に関わらず抗菌作用や胎仔の呼吸をサポートする機能を持つこと、(2) 卵黄からの栄養供給が減少する中期胎仔の成長をサポートするように成分が豊富になること、(3) 骨格形成を補助するタンパク質や高エネルギーを産生し脂質代謝を向上させる脂肪酸等により急成長を促すこと、が示唆された。

(今後の展望) 子宮乳には豊富な栄養と、胎仔の成長をサポートする機能性物質が多く含まれることが明らかとなったが、胎仔が成分をどのように吸収し、利用するかは不明である。また、子宮乳がどこで合成されているかについても不明な点が多い。これらのことを明らかにすることで、子宮乳型板鰓類の繁殖システムの全容の理解につなげたい。

#### 発表論文の概要

**Kina T, Masuda T, Asahina K, Suzuki M.** 2021. Composition of uterine milk and its changes with gestational period in red stingrays (*Hemitrygon akajei*). *Journal of Fish Biology* 99 (1): 240-252.

(DOI: 10.1111/jfb.14716)

公開日 2021年3月

## お問い合わせ先

日本大学生物資源科学部海洋生物資源科学科 海洋生物生理学研究室

鈴木美和（すずき みわ）

TEL/FAX 0466 (84) 3677

E-mail: [suzuki.miwa@nihon-u.ac.jp](mailto:suzuki.miwa@nihon-u.ac.jp)

文責：海洋生物生理学研究室 博士課程後期3年 喜納泰斗

教授 鈴木美和