

帯広畜産大学原虫病研究センター共同研究報告書

2026 年 5 月 31 日

採択番号	2025 共同-1		
研究部門	診断治療研究部門	原虫病研究センター 内共同研究担当教員	白藤 梨可
研究課題名	ハダニの卵黄形成における光周性の分子機構		
研究代表者	(ふりがな) 氏 名	所属部局等・職名	
	すずき たけし 鈴木 丈詞	東京農工大学大学院農学研究院・教授	
研究分担者	りすまやに Rismayani	東京農工大学大学院生物システム応用科学府・大学院生	
	しらふじ りか 白藤 梨可	帯広畜産大学原虫病研究センター・准教授	
研究期間	2025 年 4 月 1 日 ～ 2026 年 3 月 31 日		
目的・趣旨	殺虫剤抵抗性が発達しやすい難防除害虫であるナミハダニ(以下、ハダニ)は、温帯および冷帯地域では秋から春にかけて休眠状態で越冬する。ハダニは産雄性単為生殖であり、その休眠は雌のみ成虫の段階で長夜により誘導される。休眠が誘導された雌成虫では、体色がアスタキサンチンの蓄積により黄緑色からオレンジ色に変化するとともに、生殖が停止する。近年のゲノム解析により、体色変化に関与するカロテノイド合成遺伝子や卵黄タンパク質前駆体ビテロジェニン(Vg)が同定されているが、体色変化と生殖停止(卵黄形成)を協調させる共通の上流因子は不明である。マダニでは卵形成の分子機構研究が進展していることから、本研究では、マダニの卵黄形成の専門家である白藤博士との共同研究により、休眠雌・非休眠雌の比較プロテオーム解析と RNAi を組み合わせ、光周期に応答して両形質を結びつける分子機構の解明を目指す。		
研究経過の概要	孵化直後から休眠誘導条件(長夜:16 時間/日)および非誘導条件(短夜:8 時間/日)下、18 °C でハダニ雌個体を飼育した。成虫後 0～7 日目まで経時的にサンプリングして、液体クロマトグラフィー・タンデム質量分析(LC・MS/MS)による比較プロテオーム解析を実施した。得られた発現変動タンパク質の中から、休眠雌で顕著に増加するカロテノイド合成酵素(TuPDS・TuLCPS)、および機能未知の単一 PLAT ドメインタンパク質(TuPLAT10)を候補因子として選抜した。続いて、これら候補遺伝子に対する二本鎖 RNA(dsRNA)の経口投与による RNAi で各遺伝子をノックダウンし、体色(オレンジ・黄・緑の判別)、β-カロテンおよびアスタキサンチン含量、産卵数・生存率への影響を評価した。本成果は bioRxiv でプレプリントとして公開済みであり、現在は国際専門誌で査読中である。		

研究成果の 概要	比較プロテオーム解析により、休眠雌では非休眠雌に比べてカロテノイド合成酵素 TuPDS および TuLCPS の発現量が増加することを確認した。RNAi によりこれらを抑制するとオレンジ色素形成、β-カロテンおよびアスタキサンチン含量がいずれも顕著に低下し、これらの酵素が休眠特異的な色素形成に必須であることを機能的に示した。さらに、休眠雌で最も強く増加するタンパク質の一つとして TuPLAT10 を同定した。TuPLAT10 の RNAi は、色素形成を抑制すると同時に、休眠誘導条件下でも産卵を再開させ、配列相同性がないにもかかわらず TuPDS および TuLCPS のタンパク質量を低下させた。これらの結果は、TuPLAT10 が色素形成と生殖停止の双方を上流で制御する協調因子であることを示す。この協調機構を脂質代謝の観点から解釈した。PLAT ドメインは脂質結合モジュールであり、配列解析から TuPLAT10 は酵素活性を持たず、膜に係留されてホスファチジン酸 (PA) と結合するキャリアと推定された。ハダニは独立した脂肪体や発達した血リンパを欠き、消化・脂質貯蔵・Vg 合成が中腸上皮に集約されており、オレンジ色の原因となるアスタキサンチン脂肪酸エステルも同じ中腸上皮細胞の脂質滴に蓄積する。このため PA は、ジアシルグリセロールを経て膜リン脂質・貯蔵脂質 (卵黄への脂質供給) へ向かう経路と、遊離脂肪酸として放出されアスタキサンチンのエステル化に用いられる経路との分岐点に位置する。実際、TuPLAT10 をノックダウンするとエステル型アスタキサンチン量が減少しており、エステル化への脂肪酸供給の低下が示唆された。以上より、光周期情報に応じた TuPLAT10 の発現が、PA 由来脂肪酸をアスタキサンチンのエステル化 (長夜・休眠) と卵黄脂質供給 (短夜・生殖) の間で振り分ける「脂質配分スイッチ」として働き、生殖停止と色素形成を協調させるとするモデル (PA 配分モデル) を発表した (Rismayani et al., 2026, <i>bioRxiv</i>)。
研究成果の 発表	【論文】 <u>Rismayani</u>, K. Sai, T. Ohsako, K. Murata, Y. Arai, N. Takeda, M. Yamamoto, <u>R. Umemiya-Shirafuji</u> and <u>T. Suzuki</u> (2026) A single PLAT domain protein couples reproductive arrest and carotenoid pigmentation during diapause in the two-spotted spider mite, <i>Tetranychus urticae</i> Koch. <i>bioRxiv</i> 2026.05.13. 724795. DOI: 10.64898/2026.05.13.724795 【学会発表】 <u>Rismayani</u>, K. Sai, T. Ohsako, K. Murata, Y. Arai, N. Takeda, M. Yamamoto and <u>T. Suzuki</u> (2025, October 27–29). Proteomic evidence for carotenoid and lipid metabolism associated with photoperiodic induction of diapause in the two-spotted spider mite, <i>Tetranychus urticae</i> Koch. 15th Spider Mite Genome Meeting, Logroño, Spain. (口頭) <u>Rismayani</u>, K. Sai, T. Ohsako, K. Murata, Y. Arai, N. Takeda, M. Yamamoto and <u>T. Suzuki</u> (2025) Carotenoid and lipid metabolism associated with diapause induction in the two-spotted spider mite, <i>Tetranychus urticae</i> Koch. 第 34 回日本ダニ学会東京大会, 東京, 2025 年 9 月 26-28 日 (口頭)