

令和5年7月27日

Reticulitermes speratus (ヤマトシロアリ) の

カーストや加齢に特徴的な脳の形態と行動についての発見

<研究成果のポイント>

- 長寿モデル動物であるヤマトシロアリを用いた研究から、カースト（階級）や加齢によって脳の形態や行動に違いがあることが初めて明らかになりました。
- 社会性昆虫のヤマトシロアリにおいて、生殖活動を担う王や女王のシロアリは、兵蟻やワーカー（職蟻）よりも長寿であることが知られています。
- 今回、王と女王は兵蟻やワーカーよりも大きな脳を持っていることがわかりました。
- さらに、成熟した王では視覚に関わる脳領域（視葉）が顕著に縮小し、視覚機能を失うことが明らかになりました。
- 今回の研究成果は、長寿モデル動物として研究が進むシロアリのカーストの特徴を形態学・行動学の観点から捉えた成果となります。

※本研究成果は、日本発生生物学会誌 *Development, Growth & Differentiation* に2023年6月25日に発表されました。

<概要>

京都大学昆虫生態学研究室 松浦健二教授と浜松医科大学細胞分子解剖学講座 瀬藤光利教授を中心とする共同研究チームは、*Reticulitermes speratus* (ヤマトシロアリ) の生殖分業や加齢によって脳の形態や行動に違いがあることを初めて明らかにしました。

<研究の背景>

社会性昆虫のシロアリでは、生殖活動を担う王や女王は、兵蟻やワーカー（職蟻）よりも長寿であることが知られています。これらのカースト（階級）間では労働分業が成り立っており、シロアリの巣の中では、女王が産卵し、ワーカーが働いています。このようなカーストによる分業は、カースト固有の脳機能・行動と関連しています。しかし、カーストや加齢に特徴的な脳の形態や行動については不明でした。今回、光学顕微鏡とマイクロCT（コンピュータ断層撮影）による形態観察、およびシロアリの行動解析から、カーストや加齢に特徴的な脳の形態と行動について調べました。

<研究の成果>

研究グループは、兵蟻、ワーカー、有翅虫（王や女王になる前段階）、ニンフ（有翅虫の前段階）のオスとメスから脳を摘出し、その大きさを比較しました。その結果、将来生殖活動を担う有翅虫やニンフの脳が生殖活動に関わらない兵蟻やワーカーよりも大きいことが明らかになりました（図1）。また、マイクロCTによる若い王と成熟した王のシロアリの解析では、成熟した王の脳が小さく、視覚に関わる視葉が縮小していることがわかりました（図2）。さらに、成熟したシロアリは、黒い壁と透明な壁を区別することができずにつつかってしまうことから、視葉の縮小は行動の変化にも影響を与えることが明らかになりました（図3）。

<今後の展開>

今回の研究の結果は、社会性昆虫のカースト間ならびに加齢過程における形態および行動の変化を理解するのに貢献します。寿命と生殖分業との間で関連性があることは既に示されていましたが、寿命と脳の大きさとも関連性があることが明らかになったことで、脳科学の観点から長寿研究にアプローチする展開が期待されます。また、加齢によってみられる縮小脳領域を同定したことから、その脳領域に着目した分子生物学的解析が進むことで、加齢分子メカニズムの解明が期待されます。

<用語解説>

社会性昆虫：カースト（階級）間での労働分業により巣の維持と繁殖を行う昆虫。

カースト：同種個体のグループで、外見が異なるもの。

マイクロ CT：試料に X 線を色々な角度から照射し、透過像を連続的に撮影して得られた画像をコンピュータで再構成して 3D イメージングする技術。病院の CT スキャンで使用されるものと原理は同じで、大幅に解像度を上げたもの。

<発表雑誌>

Development, Growth & Differentiation (DOI : 10.1111/dgd.12873)

<論文タイトル>

Plastic brain structure changes associated with the division of labor and aging in termites

<著者>

石橋 朋樹, エ-エスエム ワリウラ, 荒牧 修平, 神谷 正貴, 華表 友暁, 中村 和正, 田崎 英祐, 高田守, 瀬藤 光利, 松浦 健二

<研究グループ>

この研究は、日本学術振興会（JSPS）の科学研究費助成金（基盤研究 S : 18H05268、挑戦的研究[先駆的] : 18H05372）によって支援されています。

<本件に関するお問い合わせ先>

国立大学法人 浜松医科大学細胞分子解剖学講座・国際マスイメージングセンター
教授・センター長 瀬藤 光利

Tel: 053-435-2086、Fax: 053-435-2468

E-mail: setou@hama-med.ac.jp

<参考図>

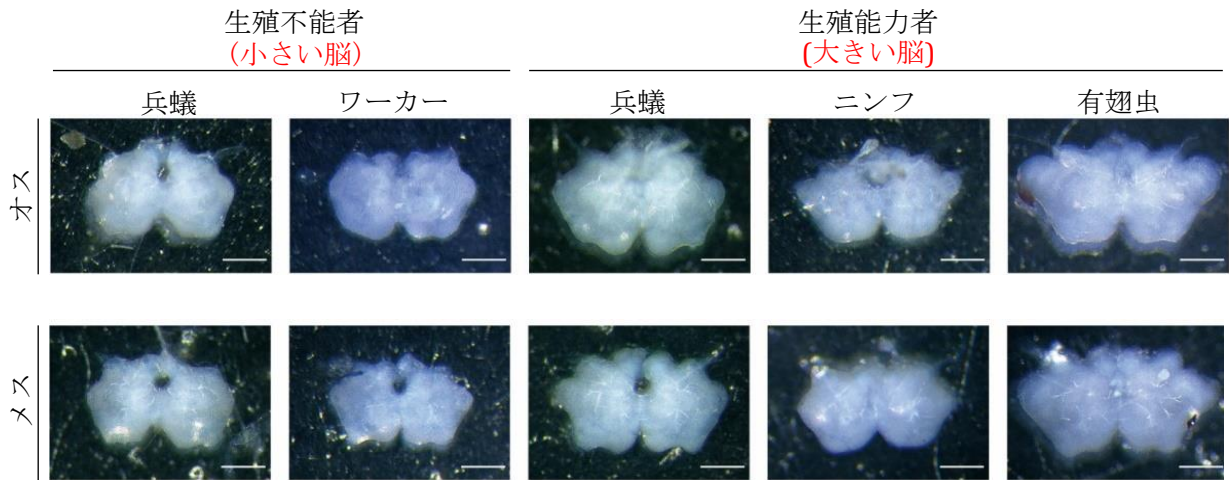


図1：カーストごとの脳の大きさ比較

将来生殖活動を担うニンフと有翅虫の脳は、生殖能を持たない兵蟻とワーカーと比べて大きかった。

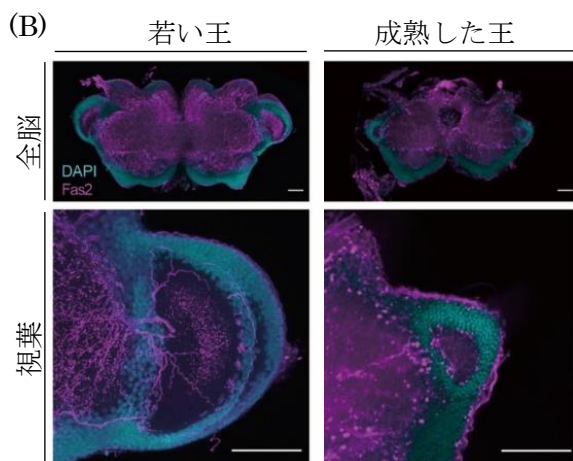
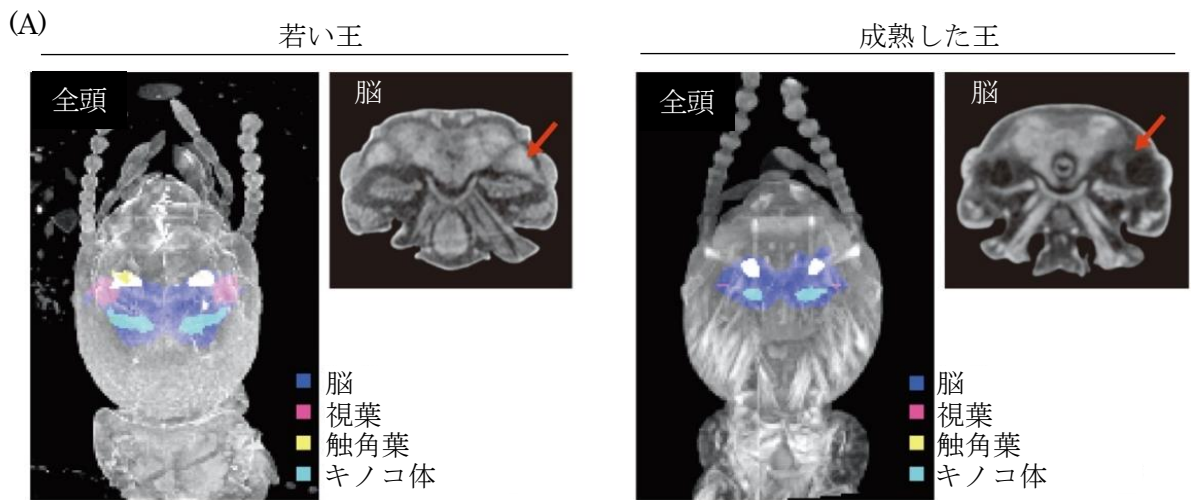


図2：若い王と成熟した王の脳形態解析

(A) マイクロCTによる王の頭部イメージ。成熟した王(右)では全体の脳のサイズが若い王(左)と比べて縮小していた。特に視葉領域(矢印)が顕著に縮小していた。(B)免疫組織化学染色による王の頭部切片イメージ。神経突起のマーカである Fas2 タンパク質を染色。成熟した王の視葉が縮小していた。

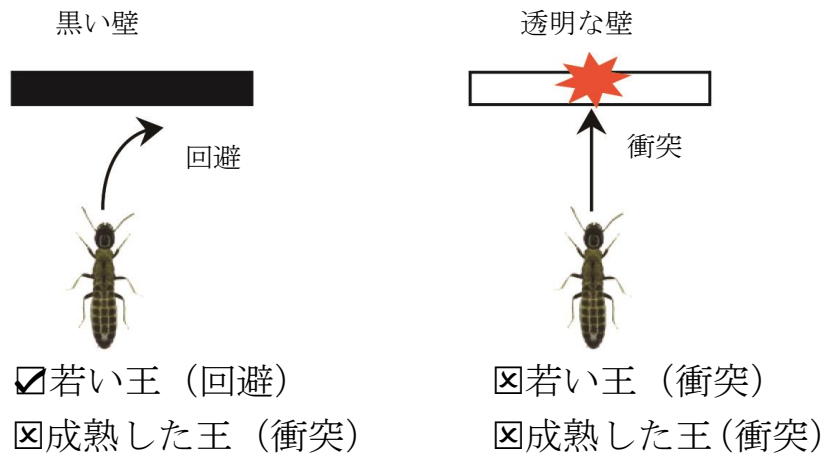


図3：若い王と成熟した王の視覚機能に関連する行動テスト。

若い王は黒い壁を回避できたが、成熟した王は黒い壁でも透明の壁でもぶつかってしまった。