

氏 名 中山 慧

授与した学位 博士

専攻分野の名称 学 術

学位授与番号 博甲第 4293 号

学位授与の日付 平成 23 年 3 月 25 日

学位授与の要件 環境学研究科 生命環境学専攻

(学位規則第 5 条第 1 項該当)

学位論文の題目 Genetic correlation between behavioral traits in relation to tonic immobility : cost and evolutionary force of tonic immobility

(不動に関わる行動形質間の遺伝相関：不動のコストと進化力)

論文審査委員 教授 宮竹 貴久 准教授 松浦 健二 教授 坂本 圭児

学位論文内容の要旨

複数の異なる行動形質の関係において、一貫した個体差 (行動シンドローム) が存在する (例えば、親の攻撃性と子への世話行動には相関があって、攻撃的な親ほど子への給餌行動を怠る傾向にあり、この傾向が持続する) ことが、様々な動物種での観察から明らかとなり、進化生態学及び行動生態学の分野で近年注目を浴びている。もしこうした行動シンドロームが遺伝的基盤をもったものであるならば、ある一方の行動に対して選択がはたらくと、それと相関した別の行動にも間接的に選択がはたらくと予期される。この現象に注目すれば、生物のある行動がいかにして進化してきたのか、あるいは同じ集団内にも関わらず、なぜ個体間の行動に大きな変異が存在するのかということに対してさらなる理解が進むだろう。行動シンドロームを軸に、これらに切り込むためには、1) シンドロームの遺伝的基盤 (行動形質間の遺伝相関)、2) シンドロームの適応的意義、この二点を踏まえたうえでの研究が必要であるが、このような研究例はほとんどない。

本研究では、様々な動物分類群で見られ、捕食回避行動の一つである不動 (外部からの刺激に対して咄嗟に動きを止め動かなくなること、死に真似や擬死とも呼ばれる) に注目し、これに関わる行動シンドロームについての進化生態学的研究を、三つの昆虫種 (コクヌストモドキ *Tribolium castaneum*、ヒラタコクヌストモドキ *T. confusum*、アズキゾウムシ *Callosobruchus chinensis*) を用いて展開した。これまで、刺激に対して不動をしやすい個体ほど、普段からあまり動かない大人しい個体であるという報告が、いくつかの動物種においてなされている。そこでまず、不動及び歩行活動性への人為選択に対する直接反応と相関反応を調査することで、この二つの行動の遺伝的な関係について明らかにした。まず上記の三種において、外部刺激に対して起こる不動状態の継続時間への人為選択により、不動率が高く不動時間の長い Long (L) 系統と不動率が低く時間が短い Short (S) 系統を確立した。これらの系統間で歩行活動性を比較したところ、L 系統は S 系統に比べて低い歩行活動性 (歩行活動距離) を示した。また *T. castaneum* においては、歩行活動性が低く (or 高く) なる方向に選択をかけた別の系統では、刺激に対して不動をする傾向が強く (or 弱く) なった。これらの結果は、外部刺激に対する不動と活動性には遺伝相関が存在することを示している。続いて本研究では、*T. castaneum* と *C. chinensis* における実験から、活動性の低い L 系統の雄は、例えば捕食者がいない状況であっても S 系統の雄に比べて雌との交尾成功 (交尾回数) が低いことを明らかにした。さらに *C. chinensis* を用いた実験では、L 系統は S 系統に比べて寿命が長いうえ、寄主植物からの成虫の出現率が高く発育期間も短い (大きな卵を産むため) ことが判明した。これは、L 系統では活動性が低いことで節約されたエネルギーが、個体の生命維持や繁殖に回されたために起こったと考えられる。

以上の結果から、外部刺激に対する不動と活動性には遺伝相関が存在し、この遺伝相関は捕食回避と資源 (交尾相手) 獲得という面においては進化的制約としても機能し、また一方では、不動と生活史形質の遺伝的關係を通じて、不動の進化を助長するという側面もあることが示された。

論文審査結果の要旨

中山慧さんの学位論文は、対捕食者戦略のひとつである不動が様々な種類の甲虫において著しい遺伝変異を持っていること。また不動という行動の有無が、擬死行動、脳内のドーパミンの発現、交尾行動と遺伝レベルで直結するという、いわゆる行動シンドロームを形成していることを複数の甲虫種で明らかにした。まずコクヌストモドキの擬死時間の長さ到人為選抜をかけた実験では、長い間不動になる系統では天敵からは上手く逃げることができるが雄において交尾相手の探索には不利であるのに対し、不動になることができない系統では天敵から逃れるのが苦手な反面、配偶者を見つける点では利点があるという関係が存在する子を明らかにされた。同様の傾向は、ヒラタコクヌストモドキを用いた実験でも明らかにされた。またコクヌストモドキの活動性に対して選抜を行った実験では、不動率の高低が天敵に対する擬死行動の高低と遺伝的な相関関係にあることが明らかとなった。またアズキゾウムシの擬死時間に対する人為選抜実験においては、擬死できない非不動系統では、長い時間不動する系統に比べて、産卵数が少なく、寿命が短かった。これは普段から頻繁に不動を示す系統では、繁殖や生存に対する投資量を増やすことができた結果と考えられた。このように、本研究の結果、外部刺激に対する不動と活動性には遺伝相関が存在し、この遺伝相関は捕食回避と資源（配偶相手）獲得という面においては進化的制約としても機能し、また一方では、不動と生活史形質の遺伝的関係を通じて、不動の進化を助長するという側面もあることが明らかとなった。以上の研究結果は、動物のパーソナリティーを考える際に行動生態学の新しい視点を提供できることを明らかにしたものとして世界的に高い評価を受ける研究結果となった。また本学位論文に含まれる研究結果は英国王立協会誌紀要、国際行動学雑誌を含む欧米等の国際雑誌に5本の原著論文（いずれもインパクトファクターを有する査読付きジャーナルである）として公表されており、それらの内容は創造性に富んだものとしてすでに世界の多くの論文に引用されつつある。以上のことより本学位論文は、岡山大学環境学研究科の博士学位論文（学術）の早期修了として十分に値すると判断される。