

令和 5 年 5 月 30 日現在

機関番号：82401

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2019～2022

課題番号：19K23768

研究課題名（和文）寄生者による宿主操：その適応進化動態と食物網動態の間のフィードバック構造の解明

研究課題名（英文）Host-manipulation by parasites: revealing the feedback structure between evolutionary and trophic dynamics

研究代表者

入谷 亮介 (Iritani, Ryosuke)

国立研究開発法人理化学研究所・数理創造プログラム・研究員

研究者番号：10843980

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,200,000円

研究成果の概要（和文）：寄生者による宿主操作は、宿主の行動を様々な様式で改變します。今回の理論研究では、寄生者による宿主操作が、生態系全体の、被食者・捕食者の個体数のバランス（構造）にいかにか寄与するのかを調べた。特に、宿主操作に伴って、宿主の捕食傾向（選好性など）にさまざまな變化がフィードバック効果によって生じうる可能性がある。この問題に対して本件は、行動・進化・生態の観点から取り組んだ。

研究成果の学術的意義や社会的意義

寄生者による宿主操作は、宿主という外部の生物学的構成を寄生者が改變するという「延長された表現型」の非常に重要な一例として、進化生物学では古くから重要課題であるとされてきた。本研究はその宿主操作が、生態系の構造にまで影響を与えることを理論的に研究するものであり、生態系生態学と進化生物学を結びつけるという意義がある。また、宿主操作は社会的認知度も高く、本研究の遂行は、科学コミュニケーションの題材としても意義がある。

研究成果の概要（英文）：Parasite-induced host manipulation alters the behavior of the host in various ways. In this theoretical study, we examined how parasite-induced host manipulation contributes to the overall balance (structure) of prey-predator populations in an ecosystem. Specifically, we explored the potential for various changes in the host's predatory tendencies (such as preference) to occur as a feedback effect accompanying host manipulation. This study addressed the issue from the perspectives of behavior, evolution, and ecology.

研究分野：数理生物学

キーワード：進化生物学 宿主・寄生者 生態系生態学

## 様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

寄生者の中には、まず中間宿主を利用し、それから終宿主へと感染を遂げるという、複雑な生活史を持つものがある。その上で、宿主操作によって中間宿主の行動を改変することで、終宿主に捕食される確率(捕食強度)を高める寄生者の存在が、古くから指摘されている。特に、寄生者による宿主操作が、中間宿主の行動を活性化することで、中間宿主の生態系間の移動が誘発される。これによって、活性化は、複数の生態系間の物質循環を駆動するという類稀な役割を担う。したがって、寄生者による活性化は進化生態学における重要な研究対象である。

### 2. 研究の目的

本研究では、(1) ノイズ捕食(ターゲットである終宿主以外の捕食者にも食べられやすくなってしまう現象)が活性化の進化的制約であるということ、(2) 選好性シフト(終宿主からの被食強度が、中間宿主にシフトすること)によって他の被食者種が相対的に増大し、食物網内の種ごとの個体数の構成が改変されるということ、を調べるための理論的枠組の確立を目指した。

### 3. 研究の方法

まず、未感染の終宿主、感染終宿主、未感染の中間宿主、感染中間宿主、ノイズ捕食者(中間宿主を捕食)、他種被食者の個体数の変化を表現するための個体群動態モデルを構築した。中間宿主は高々一個体の寄生者のみに感染されるが、終宿主は、理論上は、いくつもの寄生者に感染しうると仮定した(重複感染)。この仮定のもとでは、必要な微分方程式が無数個で、dynamical sufficiency が問題となるが、重複感染のプロセスは、他のプロセスに比べて十分に速いものと仮定することによって、微分方程式系を「閉じる」ことが可能である。

このもとで、寄生者による宿主操作がもたらす影響を以下のように考える。まず、寄生者による宿主操作は、捕食者個体レベルでの選好性に影響を及ぼす。これは、捕食者の表現型可塑性や学習によって引き起こされる可能性がある。または、宿主操作によって中間宿主のバイオマスが捕食者群集に移行され、捕食者の個体数が増加する可能性がある。果には、宿主操作によって捕食者の選好性が自然選択を通じて遺伝的に同化される可能性もある。これら、異なるタイムスケールを持つ3つのプロセス(生理・生態・進化、と呼ぶ)が宿主操作の進化にもたらす影響は、数理モデルを用いて表現することによって、調べることができる。

さらに、寄生者の宿主操作の進化をモデリングするために、適応ダイナミクス理論を用いて、生態・進化のタイムスケールを分離した。これによって、宿主操作に関する連続形質が進化するための条件を数理的に調べ、そのカノニカルな支配方程式を導出することが可能となる。

### 4. 研究成果

解析中につき、結果概略を記すにとどめる。生理的メカニズムが介在するケースは、迅速な変化の一つと考えられるが、宿主操作の進化に対して、生態メカニズムと比べて限られた影響しか持たない可能性が示唆された。これは、迅速な変化には、個体成長の観点からは影響があ

っても、生態レベルでの変化には至らないことによるかもしれない。一方で、進化メカニズムの介在ケースでは、共進化にともなう複雑な進化的帰結が予測されており、現在はその生物学的な意味を整理すべく、解析を実施中である。

本研究をさらに遂行して結果を整理することによって、捕食者の応答の様々なタイムスケールでの応答が、寄生者による宿主操作に及ぼす影響を包括的に理解できる可能性がある。この理論をさらに拡張し、ノイズ捕食者の進化や、他種被食者の形質進化についても網羅的に検討できる可能性がある。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 1件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 入谷亮介
2. 発表標題 宿主操作の群集進化生態学における重要性：延長された表現型の延長
3. 学会等名 RIMS研究集会「生物数学の理論と応用」（招待講演）
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 Robert Poulin、片平 浩孝、川西 亮太、入谷 亮介	4. 発行年 2022年
2. 出版社 共立出版	5. 総ページ数 440
3. 書名 寄生虫進化生態学	

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------