

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 25 年 5 月 7 日現在

機関番号：10101

研究種目：基盤研究 C

研究期間：2010～2012

課題番号：22500250

研究課題名（和文）外来侵入アリの分布拡大と在来アリ群集攪乱評価の統計モデリング

研究課題名（英文）Statistical Modeling to predict spatial distribution of an exotic ant and to evaluate its effects on native ant community

研究代表者

久保 拓弥 (KUBO TAKUYA)

北海道大学・大学院地球環境科学研究院・助教

研究者番号：80344498

研究成果の概要（和文）：2000-2012 年の廿日市市内の多数の調査地点で得られたアリ群集の動態データにもとづき、ベイズ統計モデルを使って外来侵入種であるアルゼンチンアリの分布拡大の特徴ならびにこれが日本在来のアリ群集に与える影響を評価した。アルゼンチンアリの分布拡大を左右する地理的な要因は発見されなかったが、在来の各種アリの個体群密度を低下させる効果についてはデータにもとづいて定量することに成功した。

研究成果の概要（英文）：We analyzed the expanding dynamics and impact of Argentine ants (*Linepithema humile*), an invasive alien species in Japan, on native ant community using Bayesian statistical models based on a long-term monitoring data taken from 2000 to 2012 in Hatsukaichi-city, Japan. The results clearly showed that the Argentine ants in high density decreased the density of native ant species, while the ecological factors controlling on their expansion could not detected.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2010 年度	600,000	180,000	780,000
2011 年度	500,000	150,000	650,000
2012 年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
総計	1,600,000	480,000	2,080,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：統計科学

キーワード：アルゼンチンアリ，外来性侵入生物，群集動態，時系列データ解析，階層ベイズモデル

1. 研究開始当初の背景

アルゼンチンアリは南米原産の小型のアリで、世界各地でその分布域を拡大している著名な侵略種である。日本では広島県廿日市市周辺で遅くとも 1993 年ごろから定着が報告されている。それ以降、瀬戸内海各地や岐阜

県・愛知県・神奈川県などで分布が確認されている。このアルゼンチンアリが世界自然保護連合の選定した侵略生物ワースト 100 にあげられている理由は、分布拡大が速く、また生物群集に対する生態リスクが高いこと、さらに人間生活に及ぼす影響が甚大であるた

めである。生態リスクとは、アルゼンチンアリが局所的に増大することによって、アルゼンチンアリと同じ資源を利用する生物たち（例：他種のアリ）の集団サイズが減少・絶滅するリスクであり、さらにその生物に依存している他の生物にも影響が及んでしまう場合も含まれているとの指摘もある。研究分担者の伊藤は 2000 年から継続的に、(1) 廿日市周辺の公園 2000 年から 2006 年までのアリ種などから 77 ヶ所を継続調査地とする、(2) 毎年晩夏-初秋 のころに 数の変化、アルチンの有無・在来アリ相を定量的に調査する、といった方法で廿日市市内のアルゼンチンアリの分布拡大ならびに、アルゼンチンアリ侵入前後の在来アリ群集の構成の変化を記録してきた。

2. 研究の目的

本研究ではこの伊藤らの（他に類を見ない）アリ群集の長期観察データを、その時間的・空間的構造も考慮しつつベイズ統計モデル化し、観察されたパターンを説明できるような生物学的な機構を抽出する。

廿日市市を被覆する都市内スケールの時系列・空間のあるベイズ統計モデルを構築し、アルゼンチンアリの分布拡大を規程する地理的要因の推定ならびに、アルゼンチンアリの分布拡大によって在来アリの群集が受ける影響、ならびに在来アリ群集構成がアルゼンチンアリの分布拡大に与える影響を定量的に推定する。これによって空間構造のある長期観察データから生態学的な機構を推定する方法を発展させる。

3. 研究の方法

2000-2011 年の 12 年間にわたる廿日市市内アルゼンチンアリならびに在来アリ相のデータを解析し、これにもとづいて時系列・空

間構造を考慮した階層ベイズモデル（状態空間モデル）を設計した。モデリング・パラメーター推定は研究代表者の久保が担当し、研究分担者の伊藤は廿日市市における野外調査を継続して新しいデータを得た。アルゼンチンアリの分布拡大とアリ群集動態に関して、それぞれ個別にモデルを設計した。分布拡大モデルではアルゼンチンアリの個体群密度が三段階で変化するものと仮定し、ある地点での高密度化が周辺地域の密度増加を増大させるようなモデルとした。群集動態モデルはアルゼンチンアリを含む主要 7 種の時間変動から種間相互作用の効果を推定するためのものであり、時系列データにもとづいて相互作用行列の要素を推定できるように設計した。

4. 研究成果

分布拡大モデルを使った推定結果からは、調査地点間の空間相関を特徴づけることはできなかったものの、アルゼンチンアリの分布拡大を促進または阻害するような地理的要因を検出することはできなかった。この研究についてはひきつづきシミュレーションを繰り返してモデルと推定方法の妥当性を再検討し、その後論文として公開する予定である。一方で、群集動態モデルに関しては、従来アリ研究者たちが経験的に把握していたアリ種間相互作用の規則性に関して、データにもとづいて定量的に再現することができた。外来侵入種であるアルゼンチンアリが日本在来の主要なアリ種の個体群密度低下に明確な効果をもつことがわかった。またアルゼンチンアリの与える影響は在来アリ種ごとに異なっていることも判明した。逆に在来アリがアルゼンチンアリに与える影響はほとんどなく、アルゼンチンアリの分布拡大を阻害するような在来アリが存在しないことが示さ

れた。また、廿日市市に共存していた主要 6 種の在来アリは、それぞれの個体群密度の増減に関してほとんど他種の在来アリから影響を受けないことも判明した。アリは都市生態系における重要な生物種であり、本件旧の統計モデルのあてはめによって得られたこれらの知見を統合することによって、将来的にはアリ群集の動態を予測シミュレーションが可能となり、たとえば外来侵入アリに対して既存のアリ群集がどのように反応するかといった予測も可能になると考えられる。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 2 件)

1. Satoshi Miyazaki, Takahiro Murakami, Takuya Kubo, Noriko Azuma, Seigo Higashi and Toru Miura. 2010. Ergatoid queen development in the ant *Myrmecina nipponica*: Modular and heterochronic regulation of caste differentiation. *Proceedings of the Royal Society B* 277 (1690): 1953-1961. 査読.

DOI: 10.1098/rspb.2010.0142

2. Ikki Matsuda, Takuya Kubo, Augustine Tuuga, and Seigo Higashi. 2010. A Bayesian analysis of the temporal change of local density of proboscis monkeys: implications for environmental effects on a fission-fusion society. *American Journal of Physical Anthropology* 142: 235-245. 査読.

DOI: 10.1002/ajpa.21218

[学会発表] (計 8 件)

1. 久保拓弥. 「割算」やめて統計モデルで対処しよう. 日本生態学会第 60 回大会 (静岡) 自由集会「データ解析で出会う統計的問

題 - その「割算」あぶなくない?」, 2013 年 3 月 7 日. 静岡県コンベンションアーツセンター, 静岡.

2. 久保拓弥. 廿日市市のアルゼンチンアリは他種のアリを減らしているのか? アルゼンチンアリ研究会議, 2013 年 2 月 18 日. 香川大学, 高松.

3. 伊藤文紀. 市民と取り組むアルチン早期発見の試み. アルゼンチンアリ研究会議, 2013 年 2 月 18 日. 香川大学, 高松.

4. 久保拓弥. 分割表の作図・GLM・ベイズモデル. 日本生態学会第 59 回大会 (大津) 自由集会「データ解析で出会う統計的問題 - 分割表の問題と統計モデリング, 2012 年 3 月 19 日. 龍谷大学, 大津.

5. 久保拓弥. 廿日市市アルゼンチンアリデータのベイズ統計モデリング. アルゼンチンアリ研究会議, 2012 年 2 月 3 日. 香川大学, 高松.

6. 伊藤文紀. アルゼンチンアリが管住性ハチ類に及ぼす影響. アルゼンチンアリ研究会議, 2012 年 2 月 3 日. 香川大学, 高松.

7. 久保拓弥. 選択・勝敗の階層ベイズモデル. 日本生態学会第 58 回大会 (札幌) 自由集会「データ解析で出会う統計的問題 - 選択や勝負の統計モデル, 2011 年 3 月 9 日. 札幌コンベンションセンター, 札幌.

8. 伊藤文紀. アルゼンチンアリが地表歩行性動物に及ぼす影響. 第 2 回アルゼンチンアリ研究会議. 2011 年 1 月 28 日. 香川大学, 高松.

[図書] (計 1 件)

1. 久保拓弥. 2012. データ解析のための統計モデリング入門: 一般化線形モデル・階層ベイズモデル・MCMC. 岩波書店. 272 ページ.

[産業財産権]

○出願状況（計 0 件）

○取得状況（計 0 件）

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

久保 拓弥 (KUBO TAKUYA)

北海道大学・地球環境科学研究科（研究院）・
助教

研究者番号：80344498

(2) 研究分担者

伊藤 文紀 (ITO FUMINORI)

香川大学・農学部・教授

研究者番号：50260683

(3) 連携研究者