

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 15 日現在

機関番号：12605

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2014～2015

課題番号：26740029

研究課題名(和文)生物間相互作用を考慮したチョウ類の分布推定と環境変動による影響予測

研究課題名(英文)Projecting the geographical range of butterflies in Japan under environmental changes based on species distribution model considering biotic interaction

研究代表者

齋藤 昌幸 (SAITO, MASAYUKI)

東京農工大学・(連合)農学研究科(研究院)・研究員

研究者番号：90466003

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,500,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、気候要因、地形要因、土地利用に加えて寄主植物の分布を考慮した分布モデルをチョウ類22種に対して構築し、その分布モデルから環境変動下における分布域の変化の見積もりをおこなった。日本におけるチョウ類の分布規定要因としては気候要因の影響が大きいことが示され、土地利用の効果も一定の割合で見られた。また、分布モデルを構築する際の生物間関係を考慮する重要性が示唆された。環境変動下におけるシナリオ分析の結果、気温上昇は種に応じて分布域の増減のいずれにも影響を及ぼすことが示唆された。土地利用の変化シナリオにおいても多少の分布域変化が予想された。

研究成果の概要(英文)：For 22 butterfly species in Japan, I constructed the species distribution models (SDMs) considering climate, topography, land-use and the distribution of host plant species, and projected the future distribution under environmental change scenarios. Our models showed that climate is critical for the geographical range of Japanese butterflies. Also, land-use factors accounted for the distribution of some species. The contribution of the distribution of host plant species was high in 11 species. This indicates the importance of biotic interaction for SDM approach. The projection under environmental scenarios indicated that climate warming and land-use change affects both increase and decrease of range of butterfly species.

研究分野：景観生態学

キーワード：チョウ 寄主植物 マクロスケール 分布モデル シナリオ分析

1. 研究開始当初の背景

人間活動は気候変動や土地利用改変を駆動することで生態系を改変することが知られており、そのような改変は今後加速していくことが予想される。そのため、人間活動が生態系に与える影響を定量的に評価し、将来どのような変化が起こりうるのか明らかにすることは、地球上における生態系の保全・管理においてきわめて重要な課題とされている。環境変動による生態系への影響評価をおこなう際の空間スケールは、一般的に局所スケールとマクロスケール(例えば、日本全域)に分けられるが、日本においてはマクロスケールでの評価が十分でないことが指摘されている(天野ほか 2010)。これからの日本では気候の温暖化や里山の衰退などが生態系改変の駆動因になると考えられることから、国土全域を対象として生態系の状態変化を評価することは緊急の課題であると考えられる。

マクロスケールで生態系変化を予測する際には、主に気候要因や土地利用を用いて分布モデルを構築し、将来予測をおこなう事例が多かった(例えば、Pompe et al. 2008)。しかし、近年では気候要因や土地利用などの環境要因だけではなく生物間相互作用を考慮した分布予測の重要性が指摘されており、それによってより現実的な予測が可能になると指摘されている(Wisz et al. 2013)。このような取り組みは研究の蓄積に乏しいことから、今後の検証によって一般化していく必要がある。

チョウ類におけるこれまでの広域分布予測では気候要因や土地利用だけに注目することが多かった(例えば、Luoto et al. 2006)。しかし、チョウ類がその地域で個体群を維持するためには、幼虫の餌となる寄主植物の存在が不可欠であり、寄主植物が分布していなければ、例え気候や土地利用が成虫の生育に適していたとしても、個体群を維持することはできないはずである。加えて、環境改変は寄主植物の分布にも影響を与えることから、環境改変が直接チョウ類の分布に与える効果と寄主植物の分布を介して間接的に与える効果を同時に考慮した解析をおこなう必要がある。気候要因や土地利用が植物の分布に与える影響については先行研究の蓄積があることから(例えば、Randin et al. 2009)、環境変動がチョウ類に与える直接および間接効果を分離して考察することができると考えられる。そのため、本研究において対象とするチョウ 寄主植物の系は、生物間相互作用を考慮した生態系影響評価の研究事例として最適である。

2. 研究の目的

本研究では、以下の2つを明らかにすることを目的とする。

(1) 環境要因がチョウ類の分布に与える直接効果と寄主植物を介して分布に与える間接効果を考慮した分布モデルを構築し、分布推定における生物間相互作用の重要性を示す。

(2) 将来の気候変動と土地利用変化を考慮した環境変動シナリオを用意し、上記で構築した分布モデルに当てはめることで、寄主植物の分布変化まで踏まえたチョウ類の分布変化予測をおこなう。

3. 研究の方法

対象種として近年の減少が見られるチョウ類や里山環境に依存したチョウ類などから計22種を選択した。具体的には、アカシジミ、アサマイチモンジ、イチモンジチョウ、ウラキンシジミ、ウラゴマダラシジミ、オオイチモンジ、オオミドリシジミ、オオムラサキ、カラスアゲハ、キベリタテハ、クロアゲハ、ゴマダラチョウ、コムスジ、スジボソヤマキチョウ、スミナガシ、テングチョウ、ヒオドシチョウ、ホシミスジ、ミズイロオナガシジミ、ミドリシジミ、ミヤマカラスアゲハ、ルーミスシジミである。

(1) 分布モデルの作成

日本全体を対象に、種ごとに分布モデルの作成をおこなった。種の分布を説明する要因には、気候要因(年平均気温、夏季降水量、冬季降水量)や地形要因(地形的湿潤指数)、土地利用(周辺農地面積、周辺都市面積)に加えて、寄主植物の分布を用いた。ただし、寄主植物の分布は面的にわかっているわけではないので、各チョウにおける寄主植物の分布をgeneralized additive model (GAM)によって環境要因から推定することで面的な寄主植物分布を用意した。これらの要因から種の分布を推定する統計モデルを構築した。このとき、それらの統計モデルを用いて、ROC解析のAUC値に基づくモデルの精度と種の分布に影響を与える各要因の相対的な重要性(寄与率)を算出した。なお、解析は3次メッシュ単位でおこなった。

(2) 環境変動下における分布変化予測

上記の分布モデルを用いて、環境変動下におけるチョウ類の分布変化の予測をおこなった。今回の予測では、気候要因のシナリオとして年平均気温の上昇、土地利用変化のシナリオとして農地の減少と都市の増加を考慮した。具体的には、以下の4つのシナリオを用意した。

シナリオ1: 年平均気温が1 上昇する

シナリオ2: 農地面積が1%減少し、都市以外の面積の5%が都市化する

シナリオ3: シナリオ1とシナリオ2が同時に生じる

シナリオ4: 環境変化なし

シナリオごとに分布推定をおこない、その推定値を合計することで分布域の値とし、シナリオごとの比較をおこなった。

4. 研究成果

(1) 分布モデルの作成

分布モデルの結果を全体としてみると、日本におけるチョウ類の分布規定要因としては気候要因の影響が大きいことが示され、土地利用の効果も一定の割合で見られた。さらに、アカシジミやウラゴマダラシジミなどでは、寄主植物の影響が比較的大きく検出された。寄主植物の寄与率が25%以上だった種は半数の11種であった。これより、一定の種において、マクロスケールにおいても生物間関係を考慮することの重要性が示唆された。ただし、AUCの値が0.7を下回った種がいることや、寄主植物の分布は推定値を用いていること、単純に分布域の重なりを評価していることなどから、分布モデルの作成にはさらなる検討も必要だろう。

(2) 環境変動下における分布変化予測

作成した22種の分布モデルを用いてシナリオ分析をおこなった結果、気温上昇を組み込んだシナリオ(1と3)のほうが分布域の変化により大きな影響を与えることが示唆された。気温の上昇は種によって分布域の増減のいずれにも影響を及ぼすことが示唆されたが、山地性の種(オオイチモンジやスジボソヤマキチョウなど)ではより大きな分布域の減少が予測され、クロアゲハなどは気温上昇によって分布域が増加することが予測された。土地利用変化については全体としてはあまり影響が大きくなかったが、キペリタテハなどが分布域減少、クロアゲハなどが分布域増加として予想された。

<引用文献>

天野達也ほか(2010)日本の保全生物学が必要とするマクロスケールからの視点. 日本生態学会誌 60: 385-392.

Pompe, S., et al. (2008) Climate and land use change impacts on plant distributions in Germany. *Biology Letters* 4: 564-567.

Wiszniewski, M. S., et al. (2013) The role of biotic interactions in shaping distributions and realised assemblages of species: implications for species distribution modelling. *Biological Reviews* 88: 15-30.

Luoto, M., et al. (2006) Determinants of

the biogeographical distribution of butterflies in boreal regions. *Journal of Biogeography* 33: 1764-1778.

Randin, C. F., et al. (2009) Land use improves spatial predictions of mountain plant abundance but not presence-absence. *Journal of Vegetation Science* 996-1008.

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 5 件)

Saito, M. U., Jinbo, U., Yago, M., Kurashima, O. and Ito, M. (in press) Larval host records of butterflies in Japan. *Ecological Research*. 査読有

Saito, M. U., Kurashima, O. and Ito, M. (2016) Climate change and the northward shift of *Cryptotympana facialis* in Japan: evidence from national survey data. *Climate Research* 68: 13-23. 査読有

倉島 治・齋藤昌幸・伊藤元己(2016)チョウ類の分布解析から分かること。(矢後勝也・平井規央・神保宇嗣 編)日本産チョウ類の衰亡と保護 第7集. 日本鱗翅学会(東京), 東京. pp.15-21. 査読無

Saito, M. U., Kurashima, O. and Ito, M. (2015) Disentangling the effects of environmental factors on the distribution of vascular plants in Japan: the importance of land use for common species on a macroscale. *Plant Ecology & Diversity* 8: 529-536. 査読有

齋藤昌幸・矢後勝也・神保宇嗣・倉島 治・伊藤元己(2014)外来蝶アカボシゴマダラの潜在的生息適地: 原産地の標本情報と寄主植物の分布情報を用いた推定. 蝶と蛾 65(2): 79-87. 査読有

[学会発表](計 1 件)

齋藤昌幸・深澤圭太・石濱史子・矢後勝也・神保宇嗣・倉島 治・伊藤元己 日本列島におけるチョウ類の分布に関する縄文時代以降の人間活動の影響. 第62回日本生態学会大会, 鹿児島大学郡元キャンパス(鹿児島県鹿児島市), 2015年3月.

[その他]

ホームページ等

Saito, M. U., Jinbo, U., Yago, M., Kurashima, O. and Ito, M. (2016) Larval host records of butterflies in Japan.

Available at <http://hostbj.lepumus.net/>

Saito, M. U., Kurashima, O. and Ito, M. (2016) Maps of potential habitats for Japanese plant species. Available at <http://gnetum.c.u-tokyo.ac.jp/maphatjp/>

6 . 研究組織

(1)研究代表者

齋藤 昌幸 (SAITO, Masayuki)
東京農工大学・大学院農学研究院・研究員
研究者番号：90466003

(2)研究分担者

該当なし

(3)連携研究者

該当なし