

令和 2 年 5 月 19 日現在

機関番号：82105

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2016～2019

課題番号：16H04943

研究課題名(和文)ニホンライチョウの分布変遷の解明と気候変化への脆弱性評価

研究課題名(英文) Impact assessment of climate changes in past and future on the rock ptarmigan in Japan

研究代表者

津山 幾太郎 (Tsuyama, Ikutaro)

国立研究開発法人森林研究・整備機構・森林総合研究所・主任研究員 等

研究者番号：80725648

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 12,300,000円

研究成果の概要(和文)：ライチョウの分布変遷について、1)韓半島経由でユーラシア大陸から日本に移入し、北海道には未到達である、2)北方から北海道を經由して本州中部まで移入したものの、北海道からは最終氷期以前に植生変化以外の何らかの理由で消滅した、という仮説が構築された。南アルプスの集団は、個体数が少ない上に遺伝的多様性が世界で最も低く、将来の潜在生息域も大きく減少すると予測されたことから、保全上の優先順位が最も高いと考えられる。将来の逃避地として、昇温の度合いが大きい場合は、生息域外の富士山と大雪山系のみが候補地になると予測されたことから、域外保全や移動補助といった適応策の検討が今後重要になると考えられる。

研究成果の学術的意義や社会的意義

ニホンライチョウの分布変遷を潜在生息域(生息環境の好適さ)の変化や遺跡試料、遺伝情報に基づいて予測し、マップ化した世界で初めての研究であり、学術的な価値は高い。遺伝情報や、将来の気候変動による生息環境への影響予測に基づいて、最も保全の優先順位が高い集団を特定したことは、ニホンライチョウの保護増殖事業を進める上で重要な基盤情報となり得る。

研究成果の概要(英文)：We reached following hypotheses on changes of the rock ptarmigan distribution in Japan after late Pleistocene: the rock ptarmigan had migrated from Eurasia to western Japan via Korean Peninsula, and the species has not reached Hokkaido Island; the rock ptarmigan had migrated from Eurasia to Honshu Island via Hokkaido, and the population in Hokkaido had disappeared for some reason except changes in vegetation before the last glacial maximum. The rock ptarmigan populations in Southern Alps are considered to be most vulnerable to the future climate change and have high priority to be protected: they have low number of individuals and least genetic diversity in the world; most of their potential habitat was predicted to disappear at the end of this century. Mt Fuji and Mts Daisetsu, located in out of current habitat of the rock ptarmigan, were only predicted to be as future refugia. Adaptive strategy such as assisted migration will be required for the conservation of the species in Japan.

研究分野：植物生態学

キーワード：潜在生息域 分布変遷 気候変動 脆弱性評価 集団遺伝構造 遺跡試料 古文書

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

高山生態系は、地球温暖化に対して最も脆弱な生態系の一つである。日本の高山生態系を象徴する生物であるニホンライチョウは、世界最南端に生息するライチョウであり、その数は既に2000羽程度まで減少していると推定されている。その上、寒冷な環境への依存度が高く、孤立的に分布するため、地球温暖化に対して、特に脆弱であると危惧されている。ニホンライチョウの潜在的な生息地(潜在生息域)を特定し、温暖化による変化を面的に予測することは、人為的な移動補助も含めた効果的な保全策を検討する上で、危急的な課題と言える。

遺伝解析に基づく研究から、ニホンライチョウは、約5万年前に大陸のライチョウと分岐し、最終氷期最寒冷期(約2万1千年前)に北方から南下して本州に至ったと推定されている(馬場ほか準備中)。その後、現在につながる間氷期の温暖化によって生息域が縮小し、中部山岳の高山帯にのみ、遺存したと考えられている(Baba et al. 2001)。しかし、最終氷期に北海道や東北にニホンライチョウが生息した明確な証拠は見つかっておらず、現在、生息可能な環境にあると考えられるこれらの地域の高山帯に、なぜニホンライチョウが生息しないのか?についても、明らかにされていない。こうした、過去の気候変化が現在の生息域に及ぼす影響を明らかにすることは、将来の気候変化がニホンライチョウの生息域に及ぼす影響を予測し、適切な保全策を策定する上で重要である。

2. 研究の目的

本研究の目的は、ニホンライチョウについて、(1)空間統計モデル(生態ニッチモデル)を用いて過去と現在の潜在生息域を明らかにし、遺伝情報や化石の分布情報と併せることで、分布変遷を明らかにする、(2)将来の潜在生息域を推定し、遺伝情報と併せることで、温暖化に対して脆弱または持続的な地域個体群を特定し、優先的に保全すべき集団や、将来の逃避地を明らかにすることである。

3. 研究の方法

ニホンライチョウの現在の分布と、高山植生との関係性をモデル化することで、ニホンライチョウの分布を規定する要因を明らかにするとともに、現在の気候における潜在生息域を特定する。高山植生については、ニホンライチョウの生息に重要な3つの群落の被覆率データをGISを用いて作成し、気候や地形などの環境データとの関係性をモデル化することで、面的に推定する。これらの生態ニッチモデルと、過去の気候シナリオを用いることにより、過去のニホンライチョウの潜在生息域を推定する。推定した過去の潜在生息域と、遺伝情報や化石の分布情報を重ねあわせることで、ニホンライチョウの分布変遷を明らかにする。遺伝解析は、マイクロサテライトDNAの分析を行うことで、各地域個体群の遺伝的多様性や遺伝的交流などを明らかにする。化石解析は、ニホンライチョウを含むキジ科の化石を形態から種同定することにより、過去のニホンライチョウの分布を明らかにするとともに、古代DNA分析から、母系系統を明らかにする。

構築した高山植生の生態ニッチモデルに、将来の気候シナリオを当てはめることにより、将来の高山植生の分布と質(各群落の被覆率)的な変化を推定する。予測された将来の高山植生の分布・質と、ニホンライチョウの生態ニッチモデルから、将来の潜在生息域を推定する。予測された将来の潜在生息域と、遺伝的な固有性を基に、各地域個体群の温暖化を加味した脆弱性・持続性を評価するとともに、移動補助を視野に入れた将来の逃避地となりうる場所を特定する。

4. 研究成果

生態ニッチモデルによる解析の結果、ライチョウの潜在生息域は、最終氷期から現在に至るまで一貫して、現在の生息域より北方に存在したことがわかった(図1)。遺跡試料と文献史料の分析の結果、過去約1万年における北海道の遺跡からはライチョウの骨は見つからず、アイヌ語にニホンライチョウを示す言葉は無いことが明らかになった。ライチョウのミトコンドリアDNAを用いた遺伝解析の結果、日本のライチョウはベーリング海周辺の大陸集団に最も近縁で、これらの集団から孤立して5~6万年を経過していることが明らかになった。これらの結果から、1)ライチョウは韓半島経由でユーラシア大陸から日本に移入し、北海道には未到達であるか、2)北方から北海道を経由して本州中部まで移入したものの、北海道からは最終氷期以前に植生変化以外の何らかの理由で消滅した、という仮説が構築された。

20遺伝子座のマイクロサテライトDNAを用いた遺伝解析の結果、現在のライチョウの集団は、南アルプスと御嶽山以北の2集団に分けられ、御嶽山以北の集団は集団間の交流があるが、南アルプスの集団は孤立していることが明らかになった。今世紀末の潜在生息域の予測結果から、将来の逃避地としては、昇温の度合いが少ない気候シナリオ(RCP2.6)の場合、現在の生息域内では御嶽山、乗鞍岳、北アルプスの各山頂部が、生息域外では富士山や北海道の大雪山系が候補となることが示唆された。昇温の度合いが大きい気候シナリオ(RCP8.5)の場合、生息域外の富士山と大雪山系のみが逃避地候補になると予測された(図2)。南アルプスの集団は、個体数が少ない上に遺伝的多様性が世界で最も低く、将来の潜在生息域も大きく減少することが予測されることから、保全上の優先順位が最も高いと考えられる。また、昇温の度合いが大きい場合を想定すると、域外保全や移動補助といった適応策も今後検討していく必要があると考えられる。

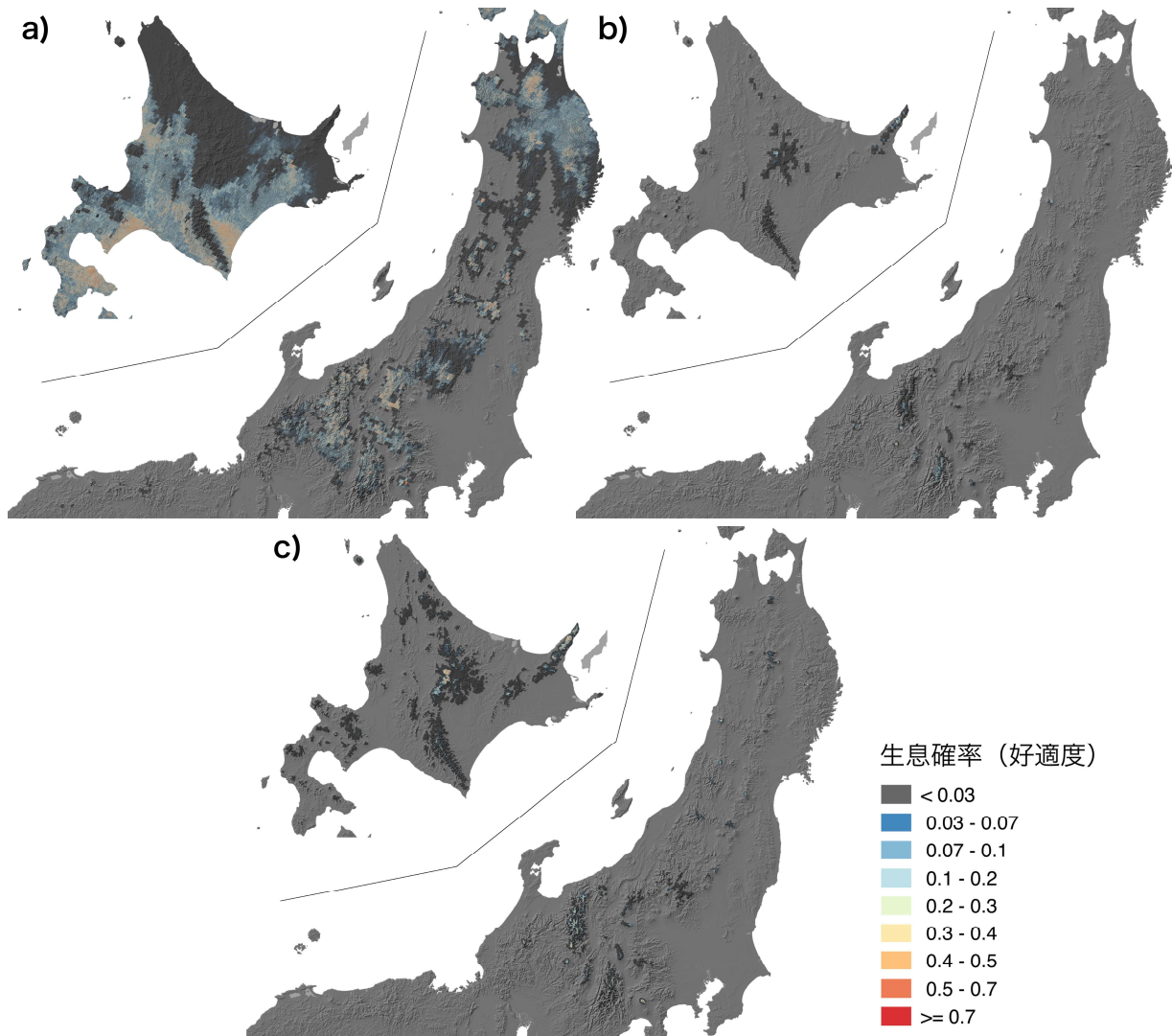


図1 a)最終氷期最寒冷期(約21,000年前)、b)ヒプシサーマル期(約6000年前)、c)現在におけるニホンライチョウの生息確率。値が大きい(赤色に近い)ほど、生息に好適であることを示す。

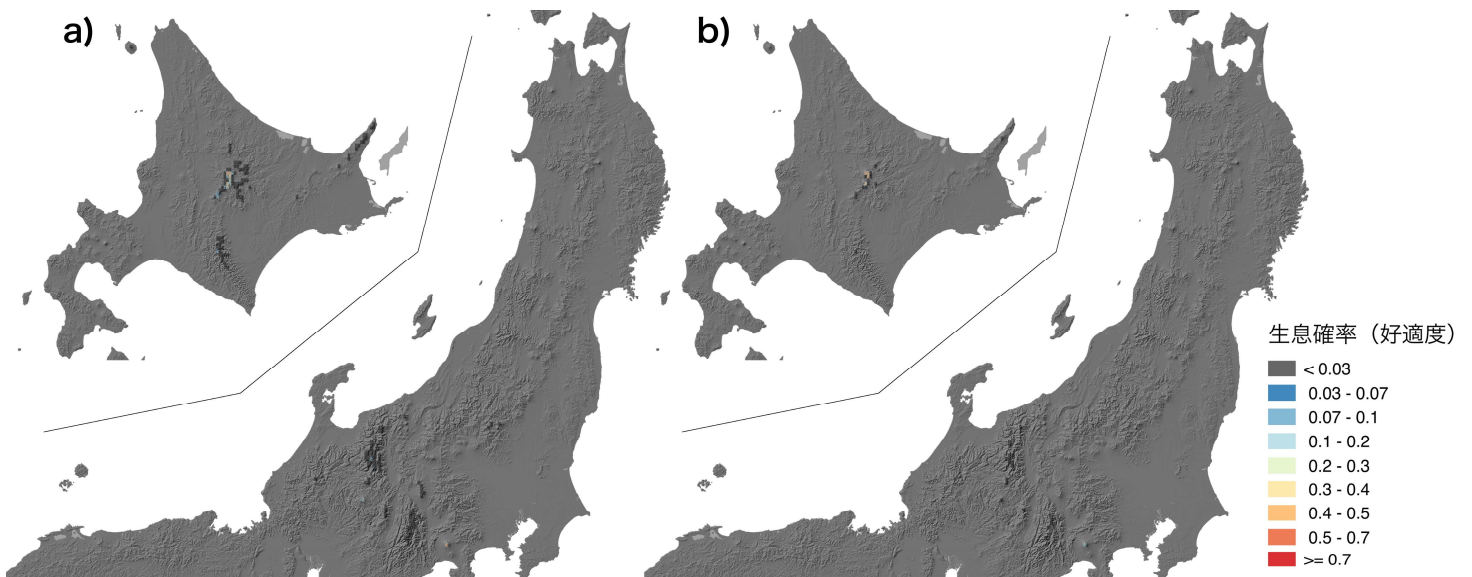


図2 a)昇温の度合いが低い場合(RCP2.6)、b)昇温の度合いが高い場合(RCP8.5)の今世紀末におけるニホンライチョウの生息確率。値が大きい(赤色に近い)ほど、生息に好適であることを示す。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 1件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Hotta Masanobu, Tsuyama Ikutaro, Nakao Katsuhiko, Ozeki Masaaki, Higa Motoki, Kominami Yuji, Hamada Takashi, Matsui Tetsuya, Yasuda Masatsugu, Tanaka Nobuyuki	4. 巻 19
2. 論文標題 Modeling future wildlife habitat suitability: serious climate change impacts on the potential distribution of the Rock Ptarmigan <i>Lagopus muta japonica</i> in Japan's northern Alps	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 BMC Ecology	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1186/s12898-019-0238-8	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 津山幾太郎、堀田昌伸	4. 巻 71
2. 論文標題 高山鳥ニホンライチョウへの温暖化影響を評価する	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 北方林業	6. 最初と最後の頁 9-12
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計7件（うち招待講演 0件/うち国際学会 2件）

1. 発表者名 TSUYAMA Ikutaro, HOTTA Masanobu, NAKAO Katsuhiko, OZEKI Masaaki, HIGA Motoki, KOMINAMI Yuji, HAMADA Takashi, MATSUI Tetsuya, YASUDA Masatsugu, TANAKA Nobuyuki
2. 発表標題 Climate change impact assessment on the southern limit populations of the rock ptarmigan, <i>Lagopus muta japonica</i>
3. 学会等名 14th International Grouse Symposium (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 HOTTA Masanobu, HIGA Motoki, TSUYAMA Ikutaro, TAKANO Kouhei, OZEKI Masaaki, NAKAO Katsuhiko, MATSUI Tetsuya, HATANAKA Kenichiro
2. 発表標題 Characteristics of the ptarmigan data observed by trekkers
3. 学会等名 14th International Grouse Symposium (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 堀田昌伸、高野宏平、津山幾太郎、比嘉基紀、尾関雅章、中尾勝洋、松井哲哉、畑中健一郎
2. 発表標題 登山者情報をもとにしたライチョウの生息状況把握の有効性
3. 学会等名 日本鳥学会2017年度大会（筑波大学、茨城県つくば市）
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 堀田昌伸、高野宏平、津山幾太郎、比嘉基紀、尾関雅章、中尾勝洋、松井哲哉、竹内祥生、畑中健一郎
2. 発表標題 山小屋や登山者によるライチョウの生息状況把握
3. 学会等名 第65回日本生態学会大会（札幌コンベンションセンター、北海道札幌市）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 坂本大地、長太伸章、中村浩志、西海功
2. 発表標題 ライチョウの集団遺伝構造とその規定要因
3. 学会等名 第65回日本生態学会大会（札幌コンベンションセンター、北海道札幌市）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 坂本大地、長太伸章、西海功
2. 発表標題 次世代シーケンサーを用いたニホンライチョウの集団遺伝学的解析
3. 学会等名 日本生態学会第64回全国大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 久井貴世、江田真毅
2. 発表標題 遺跡試料と文献史料から探るニホンライチョウの過去の分布
3. 学会等名 日本鳥学会2019年度大会（帝京科学大学、東京都足立区）
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔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
研究分担者	松井 哲哉 (Matsui Tetsuya) (20414493)	国立研究開発法人森林研究・整備機構・森林総合研究所・主任研究員 等 (82105)	
研究分担者	江田 真毅 (Eda Masaki) (60452546)	北海道大学・総合博物館・講師 (10101)	
研究分担者	比嘉 基紀 (Higa Motoki) (60709385)	高知大学・教育研究部自然科学系理工学部門・講師 (16401)	
研究分担者	西海 功 (Nishiumi Isao) (90290866)	独立行政法人国立科学博物館・動物研究部・研究主幹 (82617)	
研究協力者	堀田 昌伸 (Hotta Masanobu)	長野県環境保全研究所	

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	尾関 雅章 (Ozeki Masaaki)	長野県環境保全研究所	
研究協力者	田中 信行 (Tanaka Nobuyuki)	東京農業大学	
研究協力者	中尾 勝洋 (Nakao Katsuhiko)	国立研究開発法人森林研究・整備機構・森林総合研究所	