

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 21 日現在

機関番号：17301

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26440245

研究課題名(和文) 変わりゆく地球気象の中を旅する鳥たち：気候変動が渡り鳥の移動に及ぼす影響の評価

研究課題名(英文) Birds travel in changing global climate: Evaluation of the effect of climate change on the movements of migratory birds.

研究代表者

山口 典之 (YAMAGUCHI, Noriyuki)

長崎大学・水産・環境科学総合研究科(環境)・准教授

研究者番号：60436764

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,900,000円

研究成果の概要(和文)：気象条件が渡り鳥の移動におよぼす影響について、現在および将来の状態を評価した。ハチクマは秋の渡りの際に、五島列島から東シナ海を直接横断し、中国に到達する。その際の気象条件を調査したところ、同海域上空には秋期にハチクマにとっては追風となる風が安定的に吹いており、移動の際の助けになっていることが分かった。ところが IPCC の温室効果ガス排出シナリオのもとでの気象予測データをもとに解析したところ、今世紀末には、このような風が同種の秋の渡りの時期にほとんど吹かなくなることが分かった。本種の渡り経路あるいは渡り時期が、なんらかの影響を受ける可能性が示唆された。

研究成果の概要(英文)：We examined the effects of current and future weather conditions on movements of migratory raptors. Oriental Honey Buzzards breeding in Japan cross the East China Sea directly from Goto Islands in autumn. We found that the stable and strong tail winds blew over the ocean at the timing of their autumn migrations. However, the projected weather conditions based on several IPCC RCPs indicates winds favorable for the direct crossing of Oriental Honey Buzzards disappear at the end of this century. The autumn migration of this species may be affected by the climate change.

研究分野：行動生態学・鳥類学

キーワード：気象条件 渡り鳥 将来予測

様式 C-19、F-19-1、Z-19、CK-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

野生動物は、気温変化、降雨・降雪、風、台風といった様々な気象およびそれに関連する大気物理条件にさらされる。これらの気象条件は複雑かつ様々な規模で変動し、動物の生存や繁殖に影響をおよぼす。

近年の平均気温上昇が生活史戦略、生存、捕食被食関係におよぼす効果、それらの波及効果が群集におよぼす影響等に関する研究成果が多く公表されている。ところが気候・気象変動が動物の「移動」におよぼすインパクトに関する課題の研究は立ち遅れている。動物は資源を求めて移動する。移動可能性に気象条件がおよぼす効果は適応度に直接影響し、その蓄積が個体群から群集に、ボトムアップ的に正・負の影響をおよぼす可能性がある。例えば、渡り鳥の死体が春・秋に海岸に大量漂着する事例が多く知られており、これは予期せぬ悪天候に見舞われたためであると考えられる。渡り鳥には、アラスカ～ニュージーランド間の太平洋を無休で飛び続ける鳥種も存在するが、太平洋上空の風況や天候等の気象条件が温暖化・海水温上昇により大きく変動すれば、このダイナミックな渡りが実現不能になるかもしれない。すると、この鳥種の個体群動態だけでなく、繁殖地や越冬地でこの鳥が関与する捕食・被食関係から広がる群集動態が変化する可能性がある。

2. 研究の目的

本研究では、以下を目的とした。

- (1) 近過去の気象条件が渡り鳥の渡り行動におよぼした影響の定量評価、
- (2) 将来の気候変動により渡り時期や経路に生じる気象変化の予測、移動にかかるコストや死亡リスク変化の評価、
- (3) 気候変動により渡り鳥が被る影響が大きい地域や地形の特定

3. 研究の方法

- (1) 近過去～現在の気象解析および移動時期・経路との関連を探る統計的解析

気象データについては、東南アジア域および東ロシア域の気象解析には全球客観解析等を利用し、日本周辺域ではメソ客観解析の予測値を利用した。積雪域については、National Snow and Ice Data Center の Ice Mapping System が提供するデータを利用した。

海域横断・迂回と気象（主に風況）の関係をみるモデル地域として東シナ海を採用した。積雪域の空間分布と春の北上の関係をみるモデル地域として中国北東からロシア東部を採用した。

得られた気象データの要約、追跡個体の移動速度・方向とその変化の関係の推定に関する統計的解析および、気象条件変化の

動画に移動パターンを重ね、気象の影響を視覚的にとらえる方法論の大枠は

Yamaguchi et al. (2012) で既に確立している。これに加え、ニッチモデリング等により、渡り鳥にとって好適な気象条件がどのように空間分布しているかを調査した。

(2) GPS を利用した渡り鳥の遠隔追跡

気象条件、主に風況の影響を調査するにあたり、広い海域を直接横断あるいは迂回しながら温帯・(亜)熱帯間を長距離移動する渡り性猛禽類であるハチクマおよびサシバを対象とした。積雪が春の北上におよぼす影響を調査するにあたり、地上のネズミ類を視覚情報をもとに捕食し（積雪すると採餌が困難になる）、日本・中国の越冬地からロシア北東部の繁殖地まで長距離を移動するケアシノスリを対象とした。移動経路・パターンに関する良質なデータを取得するため、遠隔追跡調査を実施した。また研究分担者（樋口）が既に持っている追跡データも積極的に解析に利用した。

(3) 気候変動が渡り鳥の移動におよぼす影響の予測

近い将来予測される気象条件の平均および変動幅の変化にともない、現在みられる渡り経路や移動パターンがどの程度影響を受けるのかを調査するために、将来気象予測データの元で、渡りに好適な気象条件がどの程度空間分布しているか、ニッチモデリングにより解析した。将来気象予測データには、CORDEX を採用した。将来気象予測の元となる温室効果ガス排出シナリオには RCP4.5 と 8.5 を仮定した。対象となる渡り鳥は、モデル地域である東シナ海を秋に直接横断するハチクマとした。

4. 研究成果

- (1) 近過去～現在の気象と渡り鳥の移動時期・経路との関連 [論文]

ハチクマは、秋に東シナ海を五島列島から直接横断して中国に到達したのち、さらに南下するが、春には同海域を迂回し、朝鮮半島を縦断して対馬海峡を渡り、日本に到達する。この春秋の渡り経路の違いは、同海域の風況が原因となっていることが、Yamaguchi et al (2012) でパターンとしては分かっていた。今回はニッチモデリングの手法を利用し、具体的にどのような風況が分布しているかを確かめた。利用した気象データは、メソ客観解析 (MSM) である。ハチクマの移動にとって好適な強度の追い風は、秋は東シナ海域にのみ潤沢に分布しており、春には朝鮮半島を中心とする陸域にのみ分布していた。地域スケールで、ハチクマの渡り経路と好適な風況が一致していることが分かった。

ケアシノスリは、日本には冬鳥として主に本州北部から北海道に渡来する。ネズミ類を視覚で探索し、捕食することから、積雪により地面が覆われると、採食効率が低下するため局所移動することが知られている。しかし、季節移動と積雪域分布の関係については分かっていなかった。今回、地域スケールの積雪域の北上パターンと衛星追跡により確かめられた個体の春の北上パターンを比較したところ、よく一致していることが分かった。追跡例数をさらに増すことで、さらに定量的な解析を実施することが可能になるだろう。

(2)気候変動が渡り鳥の移動におよぼす影響 [論文]

秋期の東シナ海域にはハチクマの渡りに好適な風が分布しているが、近年みられる気候変動のもと、将来もこの気象条件が保証されるとは限らない。今回我々は、気候変動がハチクマの移動（特に秋の東シナ海域の移動）におよぼす影響について予測した。その結果、今世紀半ばまでに、東シナ海にハチクマの直接横断に好適な風況が現在より減少することが予測された。今世紀末には、そのような好適な風況がほぼ完全に消失することが予測された。このような気候変動により、日本で繁殖し、秋に東シナ海を直接横断するハチクマの渡りは、その移動経路あるいは移動時期が100年の時間スケールの中で変化する可能性が示唆された。

(3)その他 [論文]

気候変動は海水温にも影響をもたらし、様々なスケールの海流・潮流変化を引き起こす可能性がある。長距離を継続的に飛行せず、浮遊にある程度頼って移動する鳥種の現状の渡り経路を把握しておく目的で、日本・韓国近海のみならず生息するカムリウミスズメの非繁殖期の移動経路を調査した。西日本の異なる3箇所の繁殖地から追跡された個体は、様々な経路を移動していたが、いずれも春から夏には、日本の太平洋側を北上し、夏期は東北沖や北海道からサハリンにかけての沿岸域を利用していた。秋は日本海側を南下し、対馬海峡や沿海州～朝鮮半島沿岸に滞在する個体と、太平洋側を南下する個体に分けられた。

その他の研究成果として、帆翔をよく行う鳥種において気象条件が渡り行動におよぼす影響に関する総説と、本研究課題に利用可能な気象データに関する総説を発表した。さらに、日本鳥学会誌の国際誌である *Ornithological Science* 16 (1) に特集 *The effects of weather conditions on avian movements* を企画・発表した。

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6件)

Elham Nourani, Noriyuki M. Yamaguchi and Hiroyoshi Higuchi 2017. Climate change alters the optimal wind-dependent flight routes of an avian migrant. *Proceeding of the Royal Society B*. DOI: 10.1098/rspb.2017.0149 (査読有)

Atsuyoshi Manda, Noriyuki M. Yamaguchi, Elham Nourani and Yuzo Arisawa. 2017. Atmospheric data for ornithology: an introduction. (査読有) *Ornithological Science* 16(1) 43-49.

Noriyuki M. Yamaguchi, Emiko Hiraoka, Naoya Hijikata and Hiroyoshi Higuchi. 2017. Migration routes of satellite-tracked Rough-legged Buzzards from Japan: the relationship between movement patterns and snow cover. *Ornithological Science* 16(1): 33-41. (査読有)

Elham Nourani and Noriyuki M. Yamaguchi 2017. The effect of atmospheric currents on the migratory behavior of soaring birds: a review. *Ornithological Science* 16(1): 5-15. (査読有)

Noriyuki M. Yamaguchi, Tomohiko Iida, Yutaka Nakamura, Hiroto Okabe, Kazuhisa Oue, Takashi Yamamoto, and Hiroyoshi Higuchi. 2016. Seasonal movements of Japanese Murrelets revealed by geolocators. *Ornithological Science* 15(1): 47-54. (査読有)

Elham Nourani, Noriyuki M. Yamaguchi, Atsuyoshi Manda, and Hiroyoshi Higuchi. 2016. Wind conditions facilitate the seasonal water-crossing behaviour of Oriental Honey-buzzards over the East China Sea. *Ibis* 158: 506-518. (査読有)

[学会発表] (計3件)

Elham Nourani, Noriyuki M. Yamaguchi, and Hiroyoshi Higuchi. Migratory birds; response to climate change: reshaping of migratory routes and flyways. BOU 2017 Annual Conference: From avian tracking to population processes, 2017.3.28-30, University of Warwick, Coventry, UK.

Elham Nourani and Noriyuki Yamaguchi. Niche modeling explains the unique

sea-crossing behavior of the
Oriental honey buzzard over East
China Sea. International Symposium
between Nagasaki University and
Pukyong National University,
2015.10.22, Pukyong National
University, Busan, Korea.

山口典之・中村 豊・飯田知彦・福島
英樹・奥田 悠・古中隆裕・中村 昇・
岡部海都・尾上和久・山本誉士・樋口
広芳．ジオロケーターにより明らかに
なったカンムリウミスズメの移動経路．
日本鳥学会 2014 年度大会，
2014.8.22-25，立教大学，東京都豊島
区．

6. 研究組織

(1) 研究代表者

山口 典之 (YAMAGUCHI, Noriyuki)
長崎大学・水産・環境科学総合研究科(環
境)・准教授
研究者番号：60436764

(2) 研究分担者

万田 敦昌 (MANDA, Atsuyoshi)
三重大学・生物資源学研究科・准教授
研究者番号：00343343

島田 泰夫 (SIMADA, Yasuo)
一般財団法人日本気象協会・環境影響評
価室・主任技師
研究者番号：70621077

樋口 広芳 (HIGUCHI, Hiroyoshi)
慶応義塾大学・政策・メディア研究科(藤
沢)・特任教授
研究者番号：10111486

(3) 連携研究者

森本 元 (MORIMOTO, Gen)
公益財団法人山階鳥類研究所・保全研究
室・研究員
研究者番号：60468717

(4) 研究協力者

中山 文仁 (NAKAYAMA, Fumihito)
有澤 有三 (ARISAWA, Yuzo)