

氏名（本籍）	LUIS CARRASCO TORNERO		
学位の種類	博 士（ 理 学 ）		
学位記番号	博 甲 第	7325	号
学位授与年月日	平成 27 年 3 月 25 日		
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当		
審査研究科	生命環境科学研究科		
学位論文題目	Colony Site Selection of Herons and Egrets: From Landscapes to Behavior (サギ類におけるコロニー場所選択：景観から行動へ)		
主査	筑波大学准教授	博士（理学）	徳永 幸彦
副査	筑波大学准教授	理学博士	藤岡 正博
副査	筑波大学准教授	博士（理学）	廣田 充
副査	筑波大学准教授	博士（理学）	稲垣 祐司

論 文 の 要 旨

鳥類の中には集団繁殖地（コロニー）を形成する種が存在し、海鳥や水辺に棲息する鳥はその代表格である。サギ類も繁殖期において単一種、あるいは複数種から構成されるコロニーを形成する。海鳥では、島や岩場などコロニーの形成場所が物理的に制限されていることが多いが、サギ類にとって繁殖可能な場所は、針葉樹、広葉樹、あるいは竹から成る林であり、海鳥の場合に比べて普遍的に存在する。それにも関わらず、これらの繁殖可能な場所のほとんどは使われてはおらず、ほんの一部分の場所だけが使われ、中には同一の場所が繰り返し何年にもわたってコロニーとして利用される場合もある。本論文では、サギ類が数多ある繁殖可能な候補地の中から、どのような意思決定を行ってコロニー位置を選択するのかについて、サギ類の長期個体群動態のデータに最新の情報科学の手法を応用することによって議論した。

調査地である茨城県およびその周辺には、アオサギ、ダイサギ、チュウサギ、コサギ、アマサギ、ゴイサギの6種からなるコロニーが、繁殖期（3月～9月）に毎年20箇所ほど形成される。これらのコロニーは非繁殖期には崩壊し、毎年春が来ると新しく作られる。論文著者の所属する研究室には、1980年代以降の調査地におけるサギ類のコロニーの位置を記録したアーカイブがある。このデータと2011年にJAXAが公表した土地利用図を用い、地理情報システムを使った統計解析と、意思決定過程をモデル化するRandom Forest (RF) の手法を組み合わせることにより、サギ類のコロニーの位置決定過程の時空間的変化を解析した。

まず、2011年の調査地におけるサギ類のコロニーの分布から、サギ類がどのような空間スケールで、どのような土地利用情報に基づき、コロニー位置を決定しているかを、意思決定あるいは非線形回帰モデルであるRFを用いて解析した。RFはデータや変数の一部を解析に使い、残りを推定値の評価に使うこと（クロスバリデーション）により、モデルのデータへの特殊化を防止し、多様なデータに対して頑強な推定値を得ることができる手法である。推定精度が高いRFモデルを選ぶことによって、サギ類のコロニーの位置を決定するのに有効な空間スケールの大きさと、土地利用変数を解析した。その結果、サギ類のコロニー場所選択には、4kmとそれよりも大きい10kmあるいは15kmの、2段階の空間スケールが存在することが分かった。そして4kmの空間スケールでは常緑樹の存在がサギ類を引きつける効果として働き、10～15kmの空間スケールでは、市街地

やその周辺の裸地がサギ類を遠ざける効果として働いていることが分かった。一方、従来の研究では重要と考えられていた、サギ類にとって餌場となる水田や河川などの分布は、コロニー場所選択において重要ではなかった。

次に、隣接する茨城県と千葉県の2011年の土地利用図と、両県のサギ類のコロニーの分布を用いて、2つの調査地のサギ類がどのような空間スケールをコロニー場所選択の意思決定に採用しているのかについて解析した。既存の観察や理論に基づく研究からは、より複雑な土地利用パターンでは、より小さな空間スケールが採用されると予測される。土地利用の空間パターンを解析した結果、千葉県の方が茨城県よりも、水田や緑地の分布の複雑性が高かった。この複雑性の異なる土地利用パターンへの反応を見る為に、同一RFモデル内で使われるクロスバリデーションを、異なるRFモデル間にも拡張して適用した。すなわち、茨城県の土地利用図で作成したRFモデルを千葉県の土地利用図上で、千葉県の土地利用図で作成したRFモデルを茨城県の土地利用図上で走らせることによって、推定精度の高いRFモデルにおいて、どの土地利用変数と空間スケールが選ばれるのかを検討した。その結果、両県において土地利用変数はほぼ同じものが選択されたにも関わらず、空間スケールは千葉県の方が1kmと、茨城県のスケール4kmよりも小さくなり、土地利用パターンの複雑さの違いから予測される通りの結果になった。

最後に、2011年のJAXAの茨城県周辺の土地利用図とランドサット画像のマッチングを行うことによって、1985年～2013年の土地利用図を作成した。この推定された土地利用図上で、1985年～2013年までのサギ類のコロニーの分布を推定するRFモデルを構築した。コロニーに場所固執性 (site fidelity) がある場合とない場合の2つのRFモデルを構築し、土地利用変数の好みに対する場所固執性の強度の変化を解析した。その結果、2008年くらいまでは、土地利用変数に対する好みと場所固執性のそれぞれの依存度は大きく変動していたが、2009年以降は安定して高い場所固執性が検出された。この場所固執性の上昇は、2005年以降に調査地内で急増したアオサギの個体数と強い正の相関を示していた。アオサギは茨城県において、サギ類コロニーの創設と存続に正の効果をもたらすことが明らかになっており、場所固執性の増加と近年のコロニー形成におけるアオサギの貢献との関係が強く示唆された。

本研究は、コロニー場所選択という集団レベルの意思決定行動を、地理情報システムと意思決定モデルを組み合わせることにより明らかにした意欲的な研究である。従来の景観生態学に既存の動物行動学を組み合わせるのではなく、あくまでもデータの解像度は景観生態学のレベルにありながら、個々のサギ個体の行動レベルを推測するという点で、非常にユニークな研究であるといえる。

審 査 の 要 旨

長期データの宝庫である鳥類群集の研究は、21世紀を迎え、新しい解析方法に飢えている。本研究は、サギ類のコロニー場所選択の過程を、長期個体群データと単年の土地利用図、そして複数年にわたるランドサット画像とを組み合わせ、意思決定モデルであるRandom Forest (RF) を拡張して応用し、集団の意思決定行動の推定を見事に成功させている。また、餌場以外の土地利用分布の重要性や、土地利用パターンの複雑性に対する空間スケールの調節など、サギ類のコロニー場所選択における行動様式についても、これまでの知見とは異なる見解を明らかにしている点で、大変評価できる。

平成27年2月3日、学位論文審査委員会において、審査委員全員出席のもとに論文の審査及び最終試験を行い、本論文について著者に説明を求め、関連事項について質疑応答を行った。その結果、審査委員全員によって合格と判定された。

よって、著者は博士 (理学) の学位を受けるのに十分な資格を有するものとして認める。