

学 位 論 文 題 名

A population viability analysis of
Tancho *Grus japonensis* in Hokkaido, Japan

（日本産タンチョウの個体群存続確率分析）

学位論文内容の要旨

タンチョウ *Grus japonensis* はツル目ツル科タンチョウ属に含まれる種であり、アジア北東部に生息している。IUCN のレッドリストでは、絶滅危惧種 (EN C1) に分類されている。成鳥は、全長が 109~150cm 程、体重は 6~11kg で、目から頸の上部、次列、三列風切羽が黒いほかは白色で、頭頂は皮膚が赤く裸出している。タンチョウには、大きく分けて 2 つの個体群が存在する。一方は北海道東部に生息する留鳥性個体群であり、もう一方は中国北部やロシアで繁殖し、朝鮮半島や中国南東部で越冬する回帰移動性個体群である。後者の個体群は春と秋に繁殖地と越冬地の約 1,000-3,000km を移動し、個体群サイズは約 1,600 である。

北海道東部に生息するタンチョウは、4 月から 6 月にかけて主に湖沼や河川沿いの湿地で繁殖し、冬には多くの個体が釧路地方にある給餌場に集まる。この個体群は 1900 年代初頭に絶滅の危機に瀕したが、現在は給餌等の保護活動により 1000 羽を超えるまで個体数が回復した。しかし、個体数の増加にともない、事故死亡率の増加、繁殖地や越冬地における環境収容力の限界、越冬期における給餌場での過密化、農業被害など、さまざまな問題が生じている。したがって、今後の北海道のタンチョウ個体群を保全する上で、将来のタンチョウ個体群の変化を予測することが重要となる。

本研究では、将来の北海道のタンチョウ個体群の変化や絶滅リスクを評価するために、個体群存続性分析 (PVA) を使用した。PVA で用いた齢段階行列は、15 年間の冬期間の個体数調査と、標識個体の追跡調査データに基づき作成した。将来の個体群に影響を与えられとされる要因として、繁殖率の変化、事故死亡率の増加、環境収容力およびカタストロフィを考え、それらについて以下のように算出した。

繁殖期における 6 年間の営巣調査データと気象データから、繁殖成功率と気象との関係を調べた。最大日降水量の増加により、繁殖期における繁殖成功率が減少する結果が得られた。さらに、地球温暖化の気象条件の変化予測から、現在のタンチョウの繁殖地における降水量の変動により、将来的に繁殖率が減少すると推測した。これら最大日降水量と繁殖成功率の関係から、100 年後には繁殖率が 0.036 減少すると概算した。

事故死亡率は、釧路市立動物園に収集された死体、あるいは重傷を負ったツルの数から概算したが、1991-2004 の 14 年間で 0.072%/年、1995-2004 の 10 年間で 0.105%/年、および 1999-2004 の 6 年間で 0.132%/年の増加傾向を示した。

現在タンチョウが分布している地域を 7 つに分け、湿原面積に基づき繁殖地における環境収容力 K を推定することを試みた。現在の繁殖状況から各地域における平均テリトリーサイズを算出し、1 番い当たりのテリトリー内における湿地面積を湿原環境の GIS データから概算した。これにより、各地域における最大繁殖可能番い数を算出した。これまでの調査結果から、繁殖番い数と個体数には相関関係があ

るという結果が得られたので、各地域の最大繁殖可能番い数と個体数の関係より、環境収容力 K は北海道南東部で 1,659 と推定された。また、現在のタンチョウの繁殖が確認された地域での環境収容力は 2,112 と推定された。

北海道のタンチョウ個体群において、19 世紀の初めに絶滅の危機に瀕して以来、これまでカタストロフィが起こったことは確認されていない。しかし、今後繁殖地や越冬地における密度が高まった場合、一度に多くの個体数を減少させるカタストロフィが起こる可能性が高くなると予想される。特に危惧されるのは、伝染病による大量死である。越冬期には人工給餌を行っているので、給餌場に多くのタンチョウが集まる。それゆえ、現在の状況下では伝染病によるカタストロフィの危険性は今後も高まると予想される。そこで、本稿ではカタストロフィを、飼育下におけるアメリカシロツルの病気の発生率 0.025 と死亡率 0.179 を試算値として用いた。

齢段階行列、繁殖率の変化、事故死亡率、 K (1,659 および 2,112)、およびカタストロフィの発生率・死亡率を用い、シミュレーションを次の 7 つの条件下で行った：1) 繁殖率の変化、2) 事故死亡率の増加、3) 環境収容力 ($K=1,659$) の限界、4) カタストロフィの発生、5) 1)-3) のうち 2 つの同時発生とカタストロフィの有無、6) 1)-3) の同時発生とカタストロフィの有無、7) $K=2,112$ における 1)-3) の同時発生とカタストロフィの有無。なお、すべてのシミュレーションは、試行回数 10,000 回、期間 100 年で行った。

条件 1) - 4) の結果として、繁殖率だけが大きく減少しても、個体群サイズに大きな影響はなく、100 年間の絶滅確率は 0 であった。また、環境収容力の限界とカタストロフィの発生が単体で起こった場合にも、100 年間の絶滅確率が 0 であった。事故死亡率が増加した場合は、個体群サイズが大きく減少し、絶滅確率が発生した。条件 5) の結果として、2 つの要因が同時に発生することにより、1 つの要因だけの場合よりも個体群サイズおよび絶滅リスクが増大した。特に、繁殖率が減少し、事故死亡率が増加した場合には、絶滅確率が大きくなった。また、カタストロフィが発生し場合には、絶滅確率の増加することが確認された。条件 6) の結果として、3 つの要因が同時発生するので、前述の条件下の結果よりも個体群サイズの減少と絶滅リスクの増大がみられた。また、100 年間の絶滅確率は、カタストロフィが発生しない場合は 0.003-0.248 であり、カタストロフィが発生した場合は 0.004-0.338 であった。条件 7) の結果として、環境収容力が大きい値の場合、個体群サイズの増加と絶滅リスクの減少が確認された。設定したいずれの条件下でも 50 年間の絶滅確率はほぼ 0 であったが、100 年間では絶滅リスクが大きく増大する可能性が示された。

したがって、短期間で北海道のタンチョウが絶滅する可能性は低く、存続可能であるが、長期的には絶滅リスクが存在すると考えられる。特に、事故死亡率が増加した場合には、個体群サイズが大きく減少する可能性がある。事故死亡率の増加の原因として、個体群サイズが大きくなり事故に会う個体数が増加しただけでなく、タンチョウが人馴れしたために、人の生活圏に近づき、交通事故や電線等への衝突が増加したことが考えられる。短期的に個体群増加の制限要因となるのは、環境収容力であると考えられる。環境収容力が高くなれば、長期的にも絶滅確率が低くなる。したがって、カタストロフィが起きた場合に、個体群に与える影響度を低下させ、絶滅リスクを減少させるために、北海道北部や中央部へ繁殖地を分散させ、この分布域拡大により絶滅確率を低くする可能性について議論した。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 東 正 剛

副 査 教 授 岩 熊 敏 夫

副 査 教 授 高 田 壮 則

副 査 名誉教授 藤 巻 裕 蔵 (帯広畜産大学)

学 位 論 文 題 名

A population viability analysis of Tancho *Grus japonensis* in Hokkaido, Japan

(日本産タンチョウの個体群存続確率分析)

ツル科 15 種のうち 9 種は絶滅の恐れがあるとされ、各国で様々な保護策がとられており、極東ユーラシアと北海道に分布するタンチョウもその 1 種である。日本では 19 世紀から 20 世紀初めにかけて激減し、一時期絶滅したと考えられていたが、1924 年に釧路湿原で約 20 羽の生息が確認されて以来、冬季における地元住民の給餌活動や国による特別天然記念物指定などもあり、徐々に個体数が増え、現在約 1000 羽が確認されている。この間、冬季における精度の高い個体数調査、飛行機による繁殖ペア数調査、年間を通じた標識個体の追跡調査などが継続され、個体群生態学的データが蓄積されてきた。申請者は、これらのデータをもとに齢段階行列を求めて個体群存続確率分析 (PVA) を行い、生存率、繁殖率、環境収容力、カタストロフィーの発生頻度とそれによる死亡率などのパラメータを操作することによって、環境変化が個体群動態や絶滅リスクに及ぼす影響を考察している。多くの PVA では、その心臓部とも言える齢段階行列のいくつかの要素を仮の数値で補うことも多く、具体的なデータに基づいて全ての要素を求めた本研究のレベルは高い。また、ツルで唯一行われたアメリカシロツルの PVA に比べても、個体群動態に関するデータが豊富であり、分析精度が高いと思われる。

シミュレーションは、まず、次の 4 つのケースについて実行された。1) 繁殖番数の調査結果と気象庁の地球温暖化予測情報をもとに、100 年後の繁殖率 F_{100} を予測し、現在の繁殖率 F_0 が直線的に F_{100} に至るという仮定の下で、洪水頻度の増加に伴う繁殖率の減少が個体群変動に及ぼす影響を検討している。その結果、平均寿命の長いタンチョウでは繁殖率の減少はあまり絶滅リスクを増加させないという意外な結論を得ており、注目に値する。2) 釧路動物園に持ち込まれる負傷・死亡個体の増加傾向から、事故による死亡率 ADR の増加率を求め、ヒトとの接触頻度の増加に伴う ADR 増加の影響を検討した。その結果、ADR

の影響は最初は小さいものの、数十年 ADR 増加が続くと個体数を減少させる主要な要因となり、絶滅リスクを上昇させることが明らかとなっている。死亡率の増加は環境収容力の限界を設定しなくてもわずか 100 年の間に絶滅を引き起こし得るという結果は、重要な知見である。3) 巢周辺の平均湿地面積と道東域全体の湿地面積から道東における環境収容力 K を求めて K の影響を検討し、 K に達する時間は K に多少の幅を持たせても余り変わらず、比較的短いことが示されている。これにより、生息域の拡大による環境収容力の増大は、タンチョウの絶滅リスクを減少させる上で極めて有効であることを示唆しており、注目に値する。4) アメリカシロヅルで起こった伝染病の例から、カタストロフィーの発生頻度と死亡率を設定し、その影響を検討している。その結果、道東では伝染病の発生率が極めて低いこと、台風の来襲頻度も日本の他の地域に比べると低いことなどから、カタストロフィーによる絶滅の可能性はほとんどないが、地球温暖化の影響により発生頻度 0.05 以上、死亡率 0.5 以上のカタストロフィーが生じるようになると、絶滅の主要因になり得ることを示唆している。

申請者は、上記 4 つのケースを組み合わせさらに 5 ケースを設定し、要因が複合した場合の個体群変動と絶滅リスクについて検討している。それらの結果から、有効な保全策として以下の提言を行っている。1) 死亡率の増加は長期的にみると大きな絶滅要因となり得るので、ヒトに慣れ過ぎて増加している事故死を減らす必要がある。冬季の給餌が必要以上にヒトに慣れてしまう主な原因となっているので、ツルがいないときに餌を置く、給餌場をヒトの居住区域からもっと離すなど、給餌のあり方を再検討する必要がある。2) 環境収容力の増大は絶滅リスクを下げる上で即効性があるので、現在兆候が認められる網走やサロベツ原野などへの自然分散を保全し、道東以外でも繁殖と越冬ができる生息地を増やしていく。3) 繁殖率には繁殖期の最大降雨量が最も悪影響を及ぼす。繁殖率の減少は、単独ではあまり絶滅リスクを上昇させないものの、小さな環境収容力の下では主要な絶滅要因となり得る。カタストロフィーも現在の環境条件では絶滅要因にはならないが、小さな環境収容力の下で発生頻度が増え、主要な絶滅要因となり得る。地球温暖化に伴って繁殖期の降雨量が増加するとともに、台風の襲来頻度も高まると予測されており、繁殖率減少やカタストロフィーに伴う絶滅リスクの上昇を回避する上でも、分布域の拡大を助けることは有効である。

世界的に注目されるほど長期に亘って蓄積されてきたデータに基づいたこれらの科学的提言は、特別天然記念物であるタンチョウとその生息地を持続的に保護・保全していく上で重要であり、保全生態学上の意義も大きい。

審査委員一同は、これらの成果を高く評価し、また研究者として誠実かつ熱心であり、大学院博士課程における研鑽や修得単位などもあわせて、申請者が博士（地球環境科学）の学位を受けるのに十分な資格を有するものと判定した。