

佐渡の空にトキはつつがなく舞うか(2) - 個体群存続可能性分析から

富田宏・三浦慎悟(新潟大学・農学部)

はじめに

トキ (*Nipponia nippon*) は、かつて日本国内に広く分布していたことが知られている(安田, 2002)。しかし、19世紀以降の乱獲や生息環境の悪化によって個体数は減少し、1970年代には数十羽のトキが能登や佐渡島に生息するのみとなった。1981年に飼育による個体数の回復を目的とした捕獲が行われ、これによって日本国内においてトキは野生絶滅した。その後、1985年に中国からトキの保護を目的とした移譲が始まった。佐渡トキ保護センターでは飼育や繁殖の試みが行われ、日本産個体とのペアリングこそ実現できなかったが、現在では97羽のトキが施設で飼育されている。

こうしたトキの個体数の回復を受け環境庁は2003年に「佐渡地域環境再生ビジョン」を発表し、トキの野生化に向けた取り組みを公表した。そこでは以下の二つの目標が掲げられている。

「トキ個体の確保」のために、「人工増殖及び野生順化」を進めること、「トキが生息できる環境づくり」のために、少なくとも60羽のトキが定着できる「自然環境づくり」及び「社会環境づくり」を進めることである。この目標で掲げられている「60羽のトキの定着」は、「中国の事例から得られた(個体群の)成長率1.0783、(個体の)生存率0.735をもとにMVR(存続可能最少個体数)を分析し50年後でも絶滅を回避できる羽数30を得て、安全を見込んでそれを2倍した数値」とされている。

一般に、個体群の存続可能性分析(PVA)では、その予測が信頼できるものとして満たすべき条件が2つ示されている。1つは、生存率などのパラメータ値は平均やばらつきを踏まえ十分に質が高いこと。もう1つは、将来においても同様のパラメータ値が実現されると考えられることである(Coulson *et al.*, 2001)。こうしたパラメータの不確実性や非定常性にもとづいた解析は、その予測に信頼性を与えるだけでなく、異なった

シナリオを想定したパラメータ値を設けることによって保全管理上の選択肢に量的な判断基準を与えることができる(Staples *et al.*, 2005)。この研究では、中国で得られたトキ個体群に関する人口学的な研究をもとずき、実現されるパラメータ値の不確実性や非定常性を考慮して、佐渡に再導入されるトキ個体群の存続性について検討する。

1. 方法と材料

データコレクション：トキの生態については、日本国内では清棲(1959)や佐藤(1978)の報告がある。また中国では、総括的な報告として中国林業技術協会(1999)やLi(1998)、丁(2003)が挙げられる。

モデルの構築：個体群の動態を予測するモデルや手法にはさまざまな試みがある。特に齢や形態、ステージ(発育段階)ごとに異なった特性をもつ種においては、行列モデルを用いた例が多く知られている。齢やステージ構造をもった個体群について、各ステージに特有な値を行列の各要素と対応付けた正方行列と、ある時点でステージごとの個体数を掛け合わせることによって、次の時点での個体数を算出する(詳細な説明は、Beissinger and Westphal, 1998)。

〔シミュレーション：パラメータの不確実性〕

トキ個体群の人口学的なパラメータは、Li(1998)やLu(1999)による報告がある。これら報告によるトキの生存率や繁殖率はそれぞれにばらつきをもっている。そのため、上に挙げた報告などから最も高いパラメータ値と最も低いパラメータ値、その中間値を求めた。まずこれら3段階のパラメータに基づき個体群動態を推定した。また、パラメータ値にそれぞれ20%、30%の分散をもつ正規分布にしたがった乱数を与え、パラメータ値の変動によるばらつきが個体群の存続性に与える影響について検討した。

〔シミュレーション：個体群の非定常性〕多くの野生動物個体群では密度の増加に伴った制

約が働くことで、増加率が低減することが知られている。こうした個体群の動態は、

$$N_{t+1} = N_t \left[R(1 - (N_t / K)^p) \right] \quad (\text{式 1})$$

で表されるロジスティック成長式やそれを応用した解析によって予測される (Morris and Doak, 2002)。トキの再導入において、こうした密度効果による個体群の増加率の低減は、保護地域内の過密化やそれに伴った個体の移動分散、また繁殖地や縄張り形成の制約によって生ずると予測される。個体数の増加に伴ったパラメータの低下を想定するために、行列モデルの各要素に (式 - 1) の右項、ロジスティック係数を掛けることでその効果を導入した。また乗数 R に $4 \cdot 1 \cdot 0.3$ の各値を挿入することで異なった密度効果を想定した。この場合、密度効果によるパラメータの低下は 0.3 が最も強い低減の経過を示す。

2. 結果

〔シミュレーション〕 3段階に設定したパラメータ値をもとに再導入されたトキ個体群の動態を予測した結果、「高」または「中」のパラメータが実現されたとき個体群はプラスの成長を示すが、「低」のパラメータが実現されたときには短期間のうちに急速に絶滅した。次にパラメータ値の確率的な変動について。「中」のパラメータにそれぞれ変動を与えた場合、パラメータ値が分散 20% の変動では絶滅は生じないものの、30% の変動が生じた場合には個体群は 2% の絶滅が生じると予測された。

〔シミュレーション〕 密度による負の効果を想定した場合、その効果の強さによって個体群の存続性は大幅に異なった。すなわち、今回のシミュレーションでは R が密度効果の強さに相当するが、 $R = 4$ と最も穏やかな密度効果を想定した場合、60 羽以上の環境収容力があるときには 95% 以上の個体群の存続性を保証した。これに対し、最も強い密度効果を想定した場合には 400 羽以上の環境収容力を想定しなければ 95% 以上の個体群の存続は保証されないことがわかった。

3. 考察

先に示したように個体群の存続を保証するパラメータ値として、「中」以上のパラメータが分散 20% 以下の変動を示した場合には個体群はプラスの成長を示すが、このことは放鳥後のモニタリングにおいて、個体数のカウントだけではなく実際の放鳥個体群の人口学的パラメータについてデータを収集することの重要性を示している (Staples *et al.*, 2005)。

密度効果を想定したシミュレーションについてみると、予測される動態は、密度効果の強さと環境収容力という 2 つの要因によって決定されている。トキ個体群の存続を可能とするために必要な条件として、 $R = 1$ を想定した場合には 60 羽の個体群を存続させるために 120 羽が棲息できる環境を、 $R = 0.3$ と厳しい密度効果を想定した場合には 350 羽が棲息できる環境を、それぞれ整備する必要がある。トキの密度依存性については今後十分に追跡される必要があるが、これらの結果は、個体群の存続に必要な環境収容力は、ある特定の生息地だけに生息可能な羽数を示すのではなく、分布域全体の平均的な値として評価されるべきであること。したがって分布の拡大によって著しい生息環境の悪化が想定されるような場合には、より大きな環境収容力を整備する必要があるだろう。密度効果がどのように働くのか、つまりその強度は環境収容力以上に個体群の存続性に影響を与える。このことは、トキの生息環境の整備にあたって、餌場や繁殖地の配置などそのマクロな構造をいかに密度効果の少ないものにしていくかという課題を提起している。