

# 佐渡の空に 60 羽のトキはつつがなく舞うか—個体群存続可能性分析から

三浦 慎悟(新潟大学 農学部 フィールド科学センター)

環境省, 国土交通省, 農林水産省は「2015年頃に小佐渡東部に60羽のトキを定着させる」との野生復帰目標を設定している。この60羽という数値は, 年増加率1.0783, 生存率0.735と仮定した決定論的モデルから, 50年後に絶滅を回避できる個体数30羽に安全性を見込んで2倍にした数値とされている(自然研2003)。こうした分析は, 一般に個体群存続可能性分析(PVA, Population Viability Analysis)と呼ばれる。しかしながら, この計算はあまりにも単純であり, リスクを評価できない。PVAは本来一定期間後の絶滅リスクを, 生存率や繁殖率の人口学的確率性, 遺伝的多様性の変化, 環境のゆらぎなどを考慮して確率論的に評価するものであって, 決定論的に求められるものではない。

ここでは近年中国でデータが蓄積されている人口学的パラメーターをもとに, PVAを試算する。ただし, トキについてはとくに近親交配による近交弱勢の影響, 交配集団の有限性による遺伝的多様性の減少など遺伝的劣化が指摘されるが, その影響を評価する十分なデータがないため, ここでは考慮しない。同様にカストロフィックな環境変動も取り入れないこととする。果たして60羽はトキの安定的な存続を保証しているだろうか。

まずトキの年齢と発育段階を考慮して0歳, 1歳, 2歳, 3歳以上の成鳥, の4つの成長ステージに区分する。繁殖期は短期間に集中する(繁殖パルスをもつ)ので, 繁殖期直前の各ステージの個体数を問題とすれば, 個体数は次式のように記述できる。

$$\begin{bmatrix} N_{0,t+1} \\ N_{1,t+1} \\ N_{af,t+1} \\ N_{am,t+1} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & F & 0 \\ S_1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & S_2/2 & S_a & 0 \\ 0 & S_2/2 & 0 & S_a \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} N_{0,t} \\ N_{1,t} \\ N_{af,t} \\ N_{am,t} \end{bmatrix}$$

ただし,  $N_0$ ,  $N_1$ ,  $N_{af}$ ,  $N_{am}$  は0歳(1歳直前の), 1歳(2歳直前), メス成鳥(3歳直前とそれ以上), オス成鳥それぞれの個体数,  $S$  はそれぞれの生存率,  $F$  は孵化数であり, メス成鳥の繁殖率 $\times$ 孵化率 $\times S_0$ (0歳の生存率)によって求める。性比は1:1とする。

次に, 生存率と孵化数の変動を考えるが, Li and Li(1998)とLu et al.(2000)のデータに基づいてここでは以下の4つの変動を与えることとする。

シナリオ1: 0歳, 1歳, 2歳, 成鳥の生存率の平均値に20%, 15%, 5%, 10%の変動幅(分散)をもつ正規乱数(ミュラー・ボックス法による)を与える。孵化数は, 年変動が著しいことを考慮し, メス成鳥の繁殖率の平均(63.5%)に15%, 孵化率の平均(1.8363)に20%の変動幅をもつ正規乱数を与える。

シナリオ2: 生存率, 繁殖率, 孵化率の平均値それぞれに, さらに10%の変動幅を上乗せした正規乱数を与える。

シナリオ3: 0歳, 1歳, 2歳, 成鳥の生存率の平均を中間値として,  $\pm 20\%$ ,  $\pm 15\%$ ,  $\pm 5\%$ ,  $\pm 10\%$ の変動幅をもつ一様乱数を与える。繁殖率は1990~96年の実測値46.15%~80%(Li and Li 1998)を変動幅

とする一様乱数を与え、孵化率は平均値 (1.8363) に±20%の変動幅をもつ一様乱数を与える。

シナリオ4：生存率、繁殖率、孵化率の上記の変動幅に、さらに10%の変動幅を上乗せした一様規乱数を与える。

シナリオ1, 3がほぼ現状の観測値を踏まえた個体数予測であり、シナリオ2, 4がより高い変動リスクを見込んだ上での予測ということになる。60羽の初期齢構成を0歳=10, 1歳=10, 2歳以上のメス=20, 2歳以上のオス=20として、20年後までの個体数変動を500回分シミュレーションした。なお、PVAは通常50年後、100年後を求めるが、いたずらに長期間の動態を求めてもあまり意味がないのでここでは20年後とする。結果は以下のとおりであった。

まず、シナリオ1ではいずれも個体数は増加し、20年後に100羽以下となることは予測できなかった。1000羽以上の予測が約10%、400~700羽が約56%であった。シナリオ3も同様に増加し、最低でも400羽以上となり、1000羽以上が全体の56%を占めた。放鳥後の状況が中国個体群の現状とほぼ同様に推移するとすれば、60羽の目標は集団の存続にとって問題がないといえる。続いてシナリオ4をみると、100羽以下はないものの、200羽以下が6%、300羽以下が8%認められ、存続性についてやや懸念がある。シナリオ2は、もっとも個体数変動が激しく、1000羽以上が約10%のいっぽうで、400羽以下が全体の58%を占めた。なかでも100羽以下が11%、さらに50羽以下が5%認められた。このうち最少数は15羽で絶滅寸前であった。2つの計算ともかなり大きな変動幅を想定しているので、現実には起こりにくいと考えられるが、大きな環境変動や別の要因(例えば近交弱勢など)が加わるような場合には十分に安全な生息数とはいえないことがわかる。

総じて、生息数60羽は放鳥目標としては不適切ではないものの、大きな環境変動やその他の予測できないような要因が発生すれば、きわめて脆い側面をもっている。放鳥後の状況をきめ細かくモニタリングし、不測の事態や要因をできるかぎり排除し、その推移を見守っていく必要がある。今回の試算は簡単なモデルを使用したきわめて暫定的なものである。今後は他のパラメーターの評価や検討も加え、より厳密なPVAが求められる。

## 文献

Li, X. and Li, D. 1998. Current state and the future of the crested ibis (*Nipponia nippon*): A case study by population viability analysis. *Ecological Research* 13: 323-333.

Lu, B. W. Fu, T. Zhai, Y. Zang, Y. Xi, and L. Huang. 2000. Study on population structure and population dynamics of the crested ibis. 稀世珍禽—朱鷺, '99 国際朱鷺保護研究討論会文集 97-103, 中国林業出版社.

自然環境研究センター. 2003. 共生と循環の地域社会づくりモデル事業(佐渡地域)報告書. 自然環境研究センター, 307pp.