

(論文内容の要旨)

コウノトリ目トキ科トキ亜科に属するトキ *Nipponia nippon* は、絶滅危惧種の国際保護鳥である。かつては、東部シベリア、中国、朝鮮半島、日本列島各地に広く分布していたが、わが国では1981年に野生絶滅種となり、日本産のトキは2003年に絶滅した。そこで、中国から新たに始祖となる個体を導入して人工飼育による増殖を図り、2008年からは自然環境下への再導入が開始されている。しかし、トキは国の特別天然記念物に指定されていることなどから、その採食習性や採餌環境に深く係わる解剖学的特徴と生体機構の詳細はこれまで不明である。そこで、本研究では、トキの採食器官である頭蓋、頸椎および頸部筋系の解剖学的解析を行うとともに、トキ科近縁種およびサギ科鳥類との間で当該器官の比較解剖学的解析を行い、採食環境に適応した形態の特徴について検討した。

各章の主な内容は、以下のとおりである。

第 1 章では、わが国におけるトキの生息数の歴史的推移ならびに鳥類における採食器官の形態と採食行動との関係について概説し、研究の背景を記述した。

第 2 章では、頭蓋の解剖学的解析を行い、頭蓋骨における形態的特徴の詳細について検討した。また、トキとは生息環境や採餌行動が異なるホオアカトキやショウジョウトキ、自然環境下ではトキと生息域が重なり、同様の食性を備えるアオサギやコサギなどの頭蓋を取り上げて比較解剖学的に解析した。その結果、大孔および後頭顆の形態、下顎の関節後突起の発達、口蓋間裂の位置などにおけるトキに特有の特徴を明らかにした。さらに、トキやショウジョウトキの大孔と後頭顆の形態は頭部の左右運動に対応しており、後頭旁突起と下顎の関節後突起の発達は、嘴を開けて採餌する採食行動に関連していることを示した。また、トキの嘴先端部全面には、密集して開口した神経小体窩を認め、視覚だけでは水生動物の捕獲が困難な湿田などの採食環境への適応と推察された。

第 3 章では、主に採餌時の運動と支持に関与する頸椎の形態と構造について、解剖学的に検討した。また、椎骨の突起や稜を定量的かつ比較解剖学的に分析し、頸部骨格系の採食行動に関連した機能的適応について検討を加えた。その結果、ホオアカトキでは、軸椎棘突起や体腹側突起、前位列頸椎の肋骨突起、中間列頸椎の椎骨横突起、後位列頸椎の体腹側稜が大きく、頭部の上下運動による採食特性に適応していたが、特殊化した採食習性を示さないショウジョウトキでは、顕著に発達した突起や稜は認められなかった。トキでは、環椎肋骨突起、環椎および軸椎後関節突起、中間列頸椎の肋骨突起および後位列頸椎の椎骨横突起の発達が認められ、頭部を下げて左右に振るトキに特有の採餌行動に適応したものと考えられた。

第 4 章では、頸部筋系における各筋の同定を行うとともに、起始と停止について解析し、採食行動に関連した筋系の機能的適応について検討した。その結果、頸部を瞬間的に

突出する採餌行動をとるアオサギとは異なり、トキでは、頭頸筋である背頭直筋や腹頭直筋、腹側頸筋である外側頸屈筋や内側頸屈筋、背側頸筋である背頸長筋前部、外側頸筋である横突間筋などが顕著かつ特異的に発達していることが明らかとなり、骨格の場合と同様に、湿地や水田などで頭部を下方や左右に振って行う特有の採餌行動に対応した形態であると推論された。

第5章では、総合考察を行い、トキ、トキ近縁種およびサギ科鳥類における採食行動に關与する筋・骨格系の形態と構造について、比較解剖学的に要約した。また、トキの採食器官の形態的特徴は、視覚だけでは水生動物の捕獲が困難な水田などの湿地環境に高度に適応した形質であると推論した。さらに、本研究で明らかとなった採食器官の機能形態的適応と採食形態の違いから、自然環境下において多様な餌場、とくに湿地や常水田などの環境が確保されれば、再導入されたトキとサギ類との共存は可能であると推察した。

(論文審査の結果の要旨)

絶滅危惧種の国際保護鳥であるトキの再導入計画は、わが国における野生再生計画のモデルケースの一つと位置づけられており、国家的プロジェクトとして推進されている。しかし、トキは国の特別天然記念物であり、「絶滅のおそれのある野生動植物の種の保存に関する法律」の対象に指定されていることなどから、従前の解剖学的および機能形態学的な研究は皆無であり、トキの採食行動に関与する器官の解剖学的特徴と生体機構については不明であった。本論文は、トキの主な採食器官である頭蓋、頸椎および頸部筋系における形態と構造の詳細を明らかにし、トキ近縁種およびサギ科鳥類との比較によって採食器官の機能形態的特徴を解明するとともに、自然環境下に再導入されたトキの生態的地位と他の鳥類との共存に論及したものである。

評価すべき主な点は、以下のとおりである。

1. 採食器官である頭蓋、頸椎および頸部筋系の形態と構造の詳細を初めて明らかにし、頭蓋では、大孔および後頭顆の形態、下顎の関節後突起の発達、口蓋間裂の位置、歯骨および切歯骨の神経小体窩の分布などにおける特有の特徴を明らかにした。また、頸椎および頸部筋系では、環椎肋骨突起、環椎後関節突起、軸椎後関節突起、中間列頸椎の肋骨突起および後位列頸椎の椎骨横突起における特徴的な突出とこれらの突起や稜に付着する頭頸筋および腹側頸筋の顕著な発達ならびに背頸長筋前部の特徴的な形態を明らかにした。

2. トキ、トキ近縁種およびサギ科鳥類の採食器官の形態と構造の比較解剖学的解析などを通じて、トキの当該器官における適応形質について検討を加え、下顎の関節後突起の顕著な突出は湿地などで嘴を開けて探餌する採食行動と関連していること、柔軟な嘴と神経小体窩が先端部全面に密集した構造は、湿地環境下での魚類や両生類の採食に係わる適応であること、骨口蓋の口蓋間裂は水中や湿地に深く嘴を差し込む探餌行動に係わる適応であること、腹頸長筋が停止する中間列の肋骨突起が最も突出した頸椎の形態は、頭部を下げて左右に振る探餌行動に係わる高度な適応であることなど、多くの特徴的な機能的適応を明らかにした。

3. 再導入されたトキの生態的地位に関し、トキの採食器官における多くの機能形態的適応の結果から、自然の好適探餌環境下ではトキと同様の食性と生態的地位を占めるサギ類との共存が可能であることを推論した。

以上のように、本論文は、トキの採食行動に関与する筋・骨格系の形態的特徴と機能的適応を示すとともに、再導入後の共存に係わる基礎的知見を提供したものであり、比較解剖学、生体機構学、動物分類学および保全生物学の分野に寄与するところが多い。

よって、本論文は博士（農学）の学位論文として価値あるものと認める。

なお、平成21年10月15日、論文並びにそれに関連した分野にわたり試問した結果、博士（農学）の学位を授与される学力が十分あるものと認めた。