

## コウノトリの個体群管理に関する機関・施設間パネル(IPPM-OWS)によるコウノトリ保全活動

### コウノトリの個体群管理に関する機関・施設間パネル (IPPM-OWS)

代表 高見 一利 (豊橋総合動植物公園)

コウノトリは、東アジアに広く生息していますが、その数は限られており、絶滅危惧種に指定されています。日本国内では 1971 年に野外の最後の個体が、1986 年には飼育されていた最後の 1 羽が死亡し、絶滅しました。その後、大陸から導入した個体の飼育下繁殖に成功し、2005 年から飼育下で増やした個体を野外に放鳥することで、再び野外でコウノトリが見られるようになりました。一度絶滅してしまった動物を取り戻すことは、容易ではありません。多くの、様々な取り組みが行われ、現在も進められています。

コウノトリの個体群管理に関する機関・施設間パネル(IPPM-OWS)は、自治体や保護施設、動物園など様々な関係者が集まり、コウノトリの保全のために活動している組織です。野外(生息域内)と飼育下(生息域外)の双方で取り組みを行っていますが、双方の事業を連携させることで、効果的に保全を進めようとしています。

IPPM-OWS は 2015 年に「東京宣言」という活動目標を打ち立て、域内・域外での個体群管理、生息地での環境づくり、普及啓発などを行ってきました。その結果、野外では個体数が急速に増加し、この 2 年で 100 羽近く増え 300 羽を超えました。飼育下では血縁に配慮した個体群の維持が進みました。また、国内各地でコウノトリの定着に向けての環境整備が行われ、より多くの人に知られる鳥になってきました。一方で、野外では個体数や生息地の急激な増加に対応が追いつかなくなりつつあり、飼育下では飼育スペースが上限に達しているなど、保全が進んだことによる新たな課題が生じています。

そのため、IPPM-OWS では 2020 年に「コウノトリ保全方針 2020」を策定し、現状に沿った中長期的な目標を定めました。中期的には、飼育下で飼育個体群が安定的に維持され、野外で遺伝的状况を把握しつつ持続可能な規模の野外個体群が維持され、双方の個体群を管理するための連携が構築されていることを目指しています。長期的には、国内に複数の繁殖集団が形成され安定的に維持されること、人とコウノトリが共生できる環境づくりが全国で行われることを目指しています。現在、飼育下では飼育繁殖計画の策定や、個体や有精卵の施設間移動などを、野外では放鳥計画の策定や繁殖個体への標識装着などを、さらには手引書の作成や普及啓発事業などを実施していますが、今後、刻々と変わる状況に応じて、新たな取り組みに挑戦していく必要が生じるものと思われます。

一度絶滅してしまったコウノトリを取り戻す取り組みは、多くの関係者の尽力により様々な壁を乗り越え、これまでのところ目覚ましい成果を上げてきました。ようやく日本の空に戻ってきたコウノトリを希少種ではなく普通の鳥にするために、今、次の段階の取り組みに進む必要があります。コウノトリの保全に携わる多様な関係者の集合体である IPPM-OWS は、コウノトリ保全計画 2020 を当面の道標として、コウノトリが普通の鳥となるよう取り組みを進めます。

## コウノトリの遺伝的管理のこれまでとこれから

内藤 和明 (兵庫県立大学・地域資源マネジメント研究科)  
(兵庫県立コウノトリの郷公園)

日本のコウノトリの飼育下での保護増殖は野生個体群が最後まで残った豊岡のコウノトリ飼育場で1965年に始まった。また、国内の動物園においても国外から導入された個体などが飼育されていたが、飼育下での繁殖は1988年の多摩動物公園と続く1989年のコウノトリ飼育場から始まった。初期には、家系が異なる組合せとなるように、ミトコンドリアDNAの塩基配列の違い(ハプロタイプ)を考慮したペアリングが行われたが、飼育下での継代が進み家系が複雑化した現在では、血統登録書に基づく近縁度から計算される遺伝的パラメータを用いて、個体群全体の遺伝子多様度を高めるように、言い換えると個体群内の遺伝的な偏りをなくして世代交代に伴う偶然の遺伝子消失が少なくなるように繁殖計画が立てられている。また、2005年から始まった野外個体群の復元に際しては、足環を装着して現在も野外巣立ち個体を含むほぼ全ての個体を識別できる状態にあり、リリース個体の選定も飼育個体群と同様の考え方で行われている。

野外個体群の遺伝的パラメータの推移を見ると、野外個体数は2020年に飼育個体数を上回る200個体に達し2022年に300個体を超えた。とはいえ、野外個体群は飼育個体群を遺伝的ソースとして形成されているので、遺伝子多様度は創始個体の数に換算(FGE)して8.9で飼育個体群のそれよりも小さい。野外で巣立った個体が繁殖し野外第3世代が増加し始めた2012年以降は平均近交係数が徐々に上昇している。一方、計画的に管理できる飼育個体群の遺伝的パラメータは比較的安定して推移している。

現在野外で成立している繁殖ペアについて、子が1個体増加したときの遺伝子多様度の変化を見ると、2020年以降に成立した繁殖ペアの一部が遺伝子多様度の増加に寄与するのに対し、それより前に成立した繁殖履歴が長いペアは血縁個体が少なからずいるため寄与しないことが示唆された。一方で、飼育下の繁殖ペアの子をリリースしたときの遺伝子多様度の変化を見ると、野外ペア以上に遺伝子多様度の増加に寄与するペアがあり、個体のリリースが依然として有効であることが示された。

従来は、日本の野外個体群全体を1つのまとまりとして捉えていたが、主に野田市からリリースされた個体で構成される関東個体群は、それ以外の地域から個体が移動して繁殖に参加したわずかな例があるものの遺伝的に幾分独立した状況にある。個体のリリースによる効果は、関東個体群のみに対してと野外個体群全体に対してでは異なるので、今後は野外個体群の内部構造を考慮したリリースが必要になるかもしれない。

野外個体群の遺伝的管理は個体識別と血統登録を前提にしているので、巣立ち個体に足環を装着することが今度も重要である。しかし、個体数の増加により装着が困難になることも予想されるので、DNA情報に基づく解析など血統情報がなくても可能な手法も検討していきたい。

# California Condor Conservation and Reintroduction

Oliver A. Ryder, PhD  
Kleberg Endowed Director of Conservation Genetics  
San Diego Zoo Wildlife Alliance  
San Diego, California, USA

The California condor has the largest wingspan of any bird in North America. A member of the New World Vulture family, it was first described to the scientific community in 1797 by George Shaw, although it was well-known to the indigenous peoples for millennia. It is a relic species from the Pleistocene and is thought to have ranged across North America, with fossil and subfossil evidence from California across the west and also from the State of Florida.

The largest remaining population was in California, but the species declined dramatically after the population influx into the state after the discovery of gold in 1848. It was listed as endangered under U.S. Endangered Species Act in 1967. In the 1980's the population declined precipitously and the last free-flying California condor was captured and added to the captive breeding program in 1987. At the lowest point in its known history, the entire population of California condors numbered 22 individuals. The decline in the population was due to multiple factors including loss of habitat, electrocution on powerlines, poisoning associated with animals considered pests, eggshell thinning due to DDT, and lead poisoning,

Reintroduction of California condors began in 1992, with the release of two captive-bred birds. This was possible because of the success of the captive breeding program. The first hatch of a captive-bred California condor was in 1988. A method of identifying sex of California condor adults (for adults in the wild population) and chicks produced after all adults had their sex identified was developed by the San Diego Zoo. Initially, this involved chromosomal analysis, but is now done with molecular sexing methods. Over 1,278 California condors have had their sex determined by our laboratory. We have a collection of DNA from California condors that includes nearly every bird. Parentage is confirmed for wild-hatched condors from the reintroduction program using molecular methods developed by San Diego Zoo. Samples from chicks produced by wild condor parents have been obtained when chicks are examined in nests and vaccinated against West Nile Virus infection, a disease introduced into North America that can be lethal to condors. Samples are also obtained when free-ranging condors are trapped for evaluation of blood lead levels. Applying parentage testing to include the captive-bred birds identified two cases of parthenogenetic development.

Lead poisoning from ammunition fragments in carcasses scavenged by wild California condors remains a major source of mortality. Lead poisoning is responsible for 51 percent of the 234 condor deaths where a cause of death has been determined. Lead-free ammunition is broadly available, but not preferred by some hunters. Lead free ammunition is mandated in the State of California.

As of December 31, 2020, there was a total world population of California condors of 537 individuals, of which 334 were free-flying,

## IPPM-OWS コウノトリ保全セミナー2023

オリバーライダー博士講演 日本語訳

### スライド 1

カリフォルニアコンドルはアメリカ合衆国絶滅危惧種法において保護されている種である。カリフォルニアコンドルに関する公式な情報はアメリカ合衆国魚類野生生物局によって交付され、年間の個体数動態も同局によって発表される。2021年12月に発表された最新の情報によると、世界に生息するカリフォルニアコンドルの総数は537羽で、内334羽が複数の野生生息地域に生息している。カリフォルニアコンドルはアメリカ合衆国のカリフォルニア州、アリゾナ州、ユタ州とメキシコに生息している。

### スライド 2

動物園、政府機関、北米原住民がカリフォルニアコンドルの野生復帰と個体数の回復に関わっている。

### スライド 3

カリフォルニアコンドルの先史時代の生息域は広大で、アメリカ合衆国の西海岸、東海岸の一部、ニューイングランド地区/東海岸の北部にまで及ぶ。歴史的な生息域は化石や洞窟に残っていた骨、ラ・ブレアタールピット（カリフォルニア州ロサンゼルスにあるタールピット）で見つかった化石から判明した。

### スライド 4

前世紀の中頃から現在までカリフォルニアコンドルの生息域はカリフォルニア州に限られており、生息地は減少している。カリフォルニアコンドルは *Gymnogyps* 属で現在生息している唯一の種となる。*Gymnogyps* 属は化石記録によると100,000年前に遡る。カリフォルニアコンドルの過去の生息域は北米全域に及び、北はカナダのブリティッシュコロンビア、南はメキシコのバハカリフォルニアまで生息していたと考えられている。東部はフロリダ州の沿岸でも生息が確認されている。その他の地域では、アリゾナ州、テキサス州、ニューメキシコ州、そしてニューヨーク州でも営巣を確認している。これらの地域からコンドルをはじめとする大型腐肉食性鳥類が消失したことは更新世に起きた「メガファウナ」と呼ばれる巨大型の哺乳類の大量絶滅に関連している。16世紀までにカリフォルニアコンドルは北米西海岸沿岸の限られた地域にのみ生息が確認されていた。最近のカリフォルニアコンドルの生息域はカリフォルニア州中部に限定されており、前世紀においてコンドルの生息域は著しく減少した。カリフォルニアコンドルは1971年に絶滅危惧種となった。カリフォルニアコンドルの保全プログラムは1980年ごろから開始され、野生で最後のカリフォルニアコンドルが1987年に捕獲された。飼育下でのカリフォルニアコンドルの繁殖は

成功し、カリフォルニア州、アリゾナ州、バハカリフォルニアへ再導入された。  
ニホンコウノトリのように、カリフォルニアコンドルは外見では雌雄を見分けることが難しい。個体の性別を判定することは個体群の評価や繁殖プログラムを運営する上で必須となる。コンドルの性別判定は実施されたことがなかったが、サンディエゴ動物園野生動物アライアンスでは迅速で簡単に性別を判定できるいくつかの手法を開発することに成功した。サンディエゴ動物園の保全遺伝学研究所では保全プログラムで管理されているすべての個体のサンプルを受け取り、性別の判定やその他の DNA 解析のための遺伝子バンクの管理を行っている。

カリフォルニアコンドルの飼育下での管理が始まった当初は、個体間の血縁関係や血縁度が分からなかった。また、個体の年齢や寿命についても分かっておらず、個体群の成長にとって有害となりうる近親交配を避けたかった。飼育下で管理された個体のうち、野生から卵で保護された個体については血縁が分かっていた。回収した卵を人工孵化されている間にペアは卵を産み足す。

3羽のカリフォルニアコンドルの子孫がその当時（1980年代中～後期）の DNA フィンガープリント技術を使って識別された。個体は直系の家族または血縁があると判定された。このような情報は記録され、ファウンダーや数羽の子孫における全ゲノム配列解析によって古い情報は更新された。

スライド 5

コンドルの性別判定

スライド 6

このスライドは血統管理に関するスライドです。すべてのカリフォルニアコンドルが飼育下で管理されていた時代には、DNA とゲノム情報に基づき繁殖ペアを決定していた。DNA とゲノム情報は管理下にあった時代にファウンダーとなったコンドルの遺伝的多様性を保つために現在も使用されている。

スライド 7

全ゲノム配列解析技術はコンドルの血統管理を磨き上げた。現在も管理下に置かれている個体で直系の血縁または血縁がある個体が認められているが、それらの個体間では繁殖を制限している。

スライド 8

野生ではコンドルは洞窟や大きな木に空いた穴に巣を作る。1年おきに 1~2 個の卵を産卵する。

#### スライド 9

管理下では卵を人工孵化させ、必要な場合は孵化を補助することもある。人工孵化させた雛は個体ごとに管理され、コンドルの形をしたパペットや成鳥のコンドルの鳴き声の音声が育雛に使用される。コンドルは一夫一婦制で、巣と一緒にいる両親は雛の両親と考えられていた。しかし、野生個体群においては必ずしも一夫一婦制ではないことが性別判定のために採取したサンプルの遺伝的解析から判明している。

#### スライド 10

コンドルの野生個体数は増加しているとは言え、彼らは生息環境中に存在する鉛による影響を受けている。コンドルが影響を受ける鉛は主に弾薬に含まれているものである。コンドルは腐肉食性の動物なので、狩猟によって死亡した動物の肉を食すこともある。鉛を含む弾薬が狩猟で使用されると、コンドルは肉と一緒に弾薬の破片も一緒に食べてしまい、血中の鉛濃度が上がる。これは現在も続く問題で、定期的に野生のコンドルを捕獲し血液検査を実施する必要がある。治療が必要な場合には一時的に飼育下で個体を管理することもある。

#### スライド 11

野生個体の剖検結果から鉛中毒が原因の死亡がかなりの数を占めていることが判明している。具体的には、鉛中毒による死亡は死因が判明している死亡例の 51% を占める。

#### スライド 12

これは鉛でコーティングされた弾薬です。鉛を使用していない弾薬もあります。2014年にカリフォルニア州は鉛の弾薬が禁止になり、2019年にはカリフォルニア州では鉛の弾薬の販売がなくなった。しかし、鉛の弾薬の販売はカリフォルニア州でのみ禁止となっている。国内法では規制がない。このスライドでは死因が判明している 234 例の主な死因を示す。最近発生した中央カリフォルニアの森林火災により多くのコンドルが死亡した。

#### スライド 13

現在はゲノム配列の解読により種が辿った歴史や遺伝的動態を知ることができる。コンドルにおいてもここ数年で少しずつ判明している。

#### スライド 14

これはコンドルの基準となるゲノムで、遺伝的多様性を評価するのに使われる。基準となるゲノムによる遺伝的多様性の評価によると、コンドルは更新世に個体数を減らしていることが分かった。アンデスコンドルやヒメコンドルなど他の大型ハゲワシにも起こった現象である。この個体数の減少は大型哺乳類の絶滅による生息環境の変化によるものと考えられる。カリフォルニアコンドルは更新世からの遺存種である。

#### スライド 15

DNA 配列解読によるゲノム全域のバリエーションの調査を通じて、コンドルの個体群動態や遺伝的な弱点に関するより詳細な理解を得ることができた。我々はまだ得られた情報を精査している段階であり、遺伝情報をコンドルの管理に適用しようとしている。

#### スライド 16

それぞれの染色体の全ゲノムにおける遺伝的多様性レベルは 2 羽のカリフォルニアコンドル、1 羽のアンデスコンドル、1 羽のヒメコンドルにおいて比較された。この比較においてカリフォルニアコンドルのゲノムに関して 2 つのポイントが挙げられる；1 つ目はカリフォルニアコンドルにおける遺伝的多様性はアンデスコンドルより高く、個体数が多いヒメコンドルに比較しても遺伝的多様性はやや高かった。2 つ目は過去の繁殖において近親交配があった痕跡が示されたことである。これはゲノムのある領域において個体間でのバリエーションがなく、まったく同じ配列が見られたことから過去の近親交配が疑われた。私たちはカリフォルニアコンドルの遺伝的な弱点や彼らの個体群回復能力を正しく評価するために必要な情報を集めた。

#### スライド 17

これはカリフォルニアコンドルの過去 10 年間の個体数の増加を示している。飼育下個体群は 170~200 羽で維持されていることが分かる。一方、野生個体群は 340 羽にまで増加した。

#### スライド 18

これはコンドル保全プログラムにおける年間の達成状況を示している；野生で巣立った雛の数、個体の野生復帰、そして野生個体の死亡例。個体数は増加傾向にあるが、この増加傾向は主に飼育下個体の野生復帰によるものである。個体群の増加がこのまま続くことで問題になるのは野生から飼育下への個体の導入で、これは鉛のコンドルへの影響を減らすアクションに左右される。

#### スライド 19

野生最後のカリフォルニアコンドルは 1987 年に捕獲され、これにより野生個体は絶滅した。20 年前のカリフォルニアコンドルの野生への再導入は原住民の間で祝われた。これは原住民にとってカリフォルニアコンドルは歴史的/文化的に特別な意味を持っているためである。

#### スライド 20

ユロク族はコンドルを神聖な動物とする数多くの原住民文化を持つ部族の 1 つである。ユロクの信仰ではコンドルはこの世が始まったときから文化と自然を結ぶものとしている。

ユロク族で語り継がれる部族の起源において、コンドルは極めて重要とされており、コンドルの羽と鳴き声は部族の儀式に欠かせないものとなっている。

ユロク族が生活する地域および北米西海岸北部におけるコンドルの管理と保全はこの世にバランスをもたらすための部族の義務の1つとなっている。ユロク族は西洋からの人々の侵入や科学者の介入が起こる前のコンドルを知っている。2008年にユロク族はコンドルの野生復帰プログラムをアメリカ合衆国魚類野生生物局や他の野生生物に関連する機関と共に開始した。

#### スライド21

この写真はコンドルがユロク族のコンドル保全施設において野生への放鳥前の順化の様子を撮影したものである。順化施設へ野生のコンドルが飛来することも珍しくない。

ありがとうございました。これは今日私がプレゼンテーションにおいて話したことに協力してくれている人たちです。

#### <チャットに書き込まれた質問>

カリフォルニアコンドルの減少によって何か生態系への影響はありましたか

(例えば、オオカミの減少により鹿が増え、食害が起きた、というようなことがコンドルの場合でもありましたか)

#### <オリバーライダー博士からの回答>

カリフォルニアコンドルの野生での個体数の減少が生態系にどのような影響を与えたかについて言及することは難しい。というのも、他の大型の捕食者（オオカミやクマ）も個体数が減っているので、何か直接的にカリフォルニアコンドルに関わっているのかを判断することが難しい。しかし、小型の腐肉食性の鳥類（ヒメコンドルやカラス）は個体数が増えていることは事実である。カリフォルニア州においてシカは狩猟やピューマ（Mountain lion）により個体数が管理されている。ピューマ（Mountain lion）はカリフォルニア州では保護されており、ピューマの主な食物となるシカは適正な個体数を維持するように管理されている。