

## コウノトリの野生復帰とメタ個体群構築

\* 江崎保男<sup>1,2</sup>

### Reintroduction of the Oriental White Stork *Ciconia boyciana* aiming at reconstructing its meta-population structure in Japan

\* Yasuo Ezaki<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Division of Ecology, INES, University of Hyogo/ Museum of Nature and Human Activities, Hyogo, Yayoi-ga-oka 6, Sanda, Hyogo 669-1546, Japan

<sup>2</sup> Division of Rural Ecology, INES, University of Hyogo/ Division of Research, Hyogo Park of the Oriental White Stork, Sho-un-ji 128, Toyo-oka, Hyogo 668-0814, Japan

\* E-mail: ezaki@hitohaku.jp

**Abstract** In this paper I describe the history of extinction and the fruit of reintroduction of the Oriental White Stork in Tajima District, central Japan. Theory of science is indispensable to reintroduction. As ecology of this species is not well known, reintroduction was practiced using the method of adaptive management. Scientific analysis on the reintroduced population whose members are banded almost completely evidenced that this species has territory defended by pairs all the year round and young birds form an underworld. And some but important social misunderstandings on its ecology, e.g. degree of harm to rice plant, preferable food, nest location, were dispelled by science. The reintroduction project is going into the stage of reforming a meta-population structure within Japan. Problem and its solution, especially on availability of food in rice-agricultural ecosystem are discussed also.

**Key words** Adaptive management, Meta-population, Reintroduction, Structural restoration, Theory and practice

<sup>1</sup> 兵庫県立大学自然・環境科学研究所生態研究部門/兵庫県立人と自然の博物館

669-1546 兵庫県三田市弥生が丘 6

<sup>2</sup> 兵庫県立大学自然・環境科学研究所田園生態保全管理研究部門/兵庫県立コウノトリの郷公園

668-0814 兵庫県豊岡市祥雲寺128

\* E-mail: ezaki@hitohaku.jp

### 野生復帰

野生復帰とは、いったん「絶滅した種をもとの場所にかえすこと」である。また「絶滅」とは、野生生物が生息していた場所からいなくなることである。国内ではニホンオオカミ、ニホンカワウソ、カンムリツクシガモなどは、種そのものが地球上から消失してしまったものであるが、コウノトリやトキの場合には、国内の野生個体群は絶滅したものの、大陸に同種の野生個体群が残っている。また、「もとの場所に返す」ことは一般的に重要である。もとの場所に返さない極端な例が外来種であり、これがいかに大問題であるかは、アライグマ・オオクチバス・マングースといった特定外来種の例から明白である。また、もとの場所にかえすためには、一時的な飼育が必要であり、コウノトリもトキも、そして最近ではイタセンパラなどの淡水魚が一時的に飼育されている。このことを「生息域外保全（域外保全）」と呼んでおり、それに対して、野外個体群の保全のことを「生息域内保全（域内保全）」と呼んでいる。もとの場所にかえさねばならない理由は、生物が地域で進化してきたからであり、このことについては、本稿最後に詳しく述べる。

なぜ野生復帰するのか。一般的に「なぜ？」という問いには複数の回答が存在する。1つ目の答えは、「コウノトリとの約束」である。1960年代にキャノンネットを使って、絶滅直前の野外個体を捕獲した。その時に、「いずれ必ず野に戻す」という約束をしたというのである。むろん、このことは、社会的な意味合いをもつものであり、コウノトリ野生復帰における地域の合意形成において強力な理由として用いられものである。また合意形成において、但馬県民局・豊岡市・兵庫県立コウノトリの郷公園（以下、郷公園）が行った共同調査（豊岡農林水産振興事務所 2008）による科学的知見が大きな役割を果たした。コウノトリが水田において踏みつけるイネの株数と踏みつけられたイネのうちどれだけが回復するかということを示した定量データであるが、これにより踏みつけられるイネの割合が1%以下であり、さらに、踏みつけられたイネの8割が回復することが客観的に示されたのである（表1）。このようにして、「コウノトリは害鳥」というかつての意識が誤解であったことが科学的に

表1. コウノトリによるイネの踏みつけ (a) とその回復 (b) (豊岡農林水産振興事務所 2008をもとに作成).

a)			
事象	平成17年	平成18年	平成19年
コウノトリ歩数 (A)	15,594	3,598	6,921
踏付株数 (B)	38	25	17
踏付割合 (B/A)	1/410	1/144	1/407

b)			
株数	平成17年	平成18年	平成19年
踏付株数 (B)	38	25	17
回復株数 (C)	データなし	19	13
回復率 (C/B)	データなし	0.76	0.76

立証されたのである。なお、野生復帰のもっとも深いわけは進化の問題であり、最後に詳述する。

### コウノトリの歴史

但馬地方におけるコウノトリの個体数変化を、池田 (2000) が推定した結果が図1である。大正から昭和のはじめにかけて個体数のピークがあり、その後急激に減少し、各種の保護施策がとられたものの、1960年代には絶滅の危機にあるという判断のもと、捕獲が開始された。ただし、このように野生個体の飼育が開始されたものの、飼育下繁殖はうまくいかなかった。しかし、ロシアから新たなペアを導入したところ、繁殖に成功し2000年時点で82個体、その後100羽を超えたので、2005年から試験放鳥が開始された。

ところで写真記録がコウノトリの歴史を語るにおいては欠かせない。かつてコウノトリが、大きなマツの樹上に巣をつくっていた証拠写真が残っている。一方、1960年の夏、女性が牛を洗うために出石川のなかを歩いており、そのまわりにコウノトリが集団でいる有名な写真が

ある。このことにより、コウノトリは群れで生活するものだと一般に信じられることになった。また絶滅寸前のコウノトリを護ろうということで、「ドジョウ一匹運動」が展開された。このときには、ドジョウがコウノトリの好物なのだという、これも一般的な誤解が生まれた。こういった写真あるいは人の行動によって形成される記憶というのは、社会的に大きな影響力をもつものである。そして最終的に絶滅にいたるわけであるが、そのころにはすでに人工巣塔が水田の真ん中に立てられていた。そして、百合地 (ゆるじ) の人工巣塔のすぐ横で農家が農薬をまいている、これも有名な写真が残っている。1950年代から60年代にかけては、強力な農薬が使われ、これと並行してコウノトリの死亡例が増加していったのだが、死体を解剖したら水銀中毒であることが判明したという新聞記事が残っている。いっぽう、かつての野生個体群に関する情報で非常に大切なのは、コウノトリの巣の分布である。岩佐 (1936 a, b) により、大正から昭和初期にかけて、野生個体群は水田を臨む丘陵斜面を巣場所としていたことは明白である。

### 野生復帰の理論と実践

野生復帰には科学と実践が必要である。なお、ここでの科学は基礎科学のことであり理論を提供するものである。理論なしの野生復帰はありえないのであり、理論なしの実践は一般的に単なる試行錯誤に陥るものである。図2は科学と実践の関係を示しているが、科学はまず観察 (もしくは観測) と文献調査を含む調査にはじまる。そして調査でえられたデータに対して解析が行われる。適切な解析が行われると、そこから仮説が生まれ、次に、仮説の検証が行われることになる。そして検証がうまくいき、当該の仮説が間違っていないと判断されると、実践が行われるというのが一般的な手順である。し

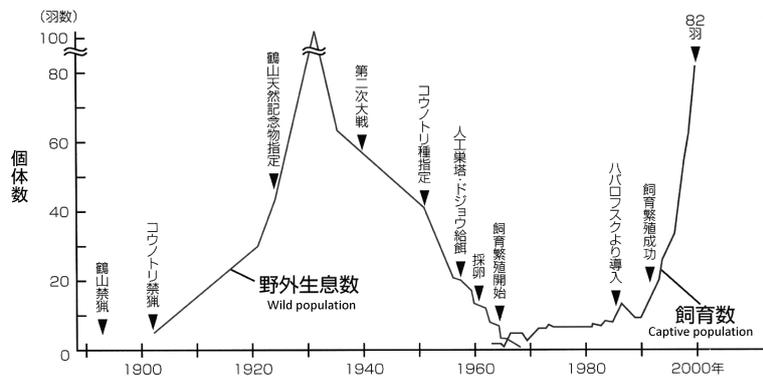


図1. 但馬地方のコウノトリ個体数の変化。1960年代に野外個体数がゼロになり、その後飼育数が増加した (池田 2000を改変)。

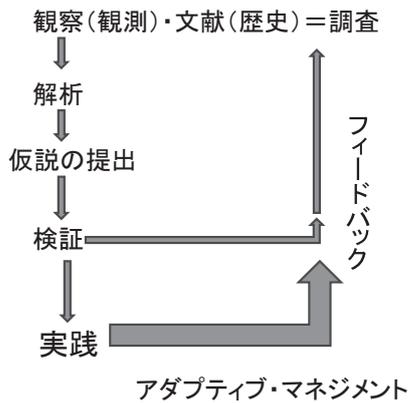


図2. 科学における理論と実践の関係。

しかし、検証の結果、仮説が必ずしも正しくないといった場合が往々にしてあり、その場合には、検証結果をもとにフィードバックが行われ、再度調査が行われ、仮説がより確かなものに洗練されていく、それが科学の一般論である。ところが、この一般論にしたがわず、仮説の検証を行わぬまま実践を行うことがあり、これをアダプティブ・マネジメントと呼んでいる。調査を行おうにも、それが不可能な場合にとられる手法であり、コウノトリの野生復帰においては、このことが行われた。2005年からはじまった試験放鳥である。なぜなら、この鳥の真の生態がわかっていないからである。ロシアや中国には野生個体群が生息するものの、その生態がよくわかっていない。あるいは大陸で調査を行おうとしても、非現実的である。だから、まず試験的にリリースして、コウノトリの行動と生態を調査するということが行われたのである。そして今もアダプティブ・マネジメントの手法を駆使して野生復帰事業が行われている。

## 試験放鳥の成果

試験放鳥は2005年から2010年まで行われ、色足環を装着して個体識別された27個体がリリースされた。また、野外繁殖で巣立った個体も原則、色足環を装着しており、この個体群では、ほぼ完全な個体識別が可能である。コウノトリは完全肉食であるが、魚類・両生類をとるのはもちろんのこと、ヘビを狩り、バッタ類も大量に捉えるジェネラリストである。動物生態学の一般論からいえば、ナマズに代表される大型の淡水魚がもっとも好適な餌だと考えられる。ドジョウも良い餌には違いないが、サイズが小さいので他の餌がとれない時期はともかく、もっとも大量の餌を必要とする繁殖期の最良の餌とは考えにくい。また餌場はいわゆる湿地であり、この中には、水田だけでなく、河川の浅場も含まれる。

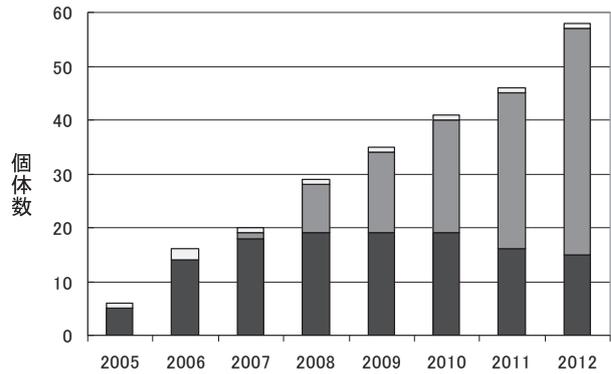


図3. コウノトリ野外個体群の成長。濃さの違うヒストグラムは、下からそれぞれ、リリース個体、巣立ち個体、移入個体の年末の個体数を示している。

試験放鳥以降、野外で巣立った若鳥を含むコウノトリが、捕食された事実はない。おそらく傷つき、弱っていない限り捕食されることはないと考えられる。つまり、いったん巣立ってしまえば、捕食者はいないと考えられ、コウノトリは平地の猛禽であるといえる。ただし、卵やヒナの段階ではカラスやトビといった空中からやってくる捕食者がいる。また、ヘビや哺乳類といった地上性捕食者は、人工巣塔にのぼることができないことにより、巣に近づくことができないと考えられ、このことはかつての野生個体群の生態と大きく違っている点だと考えられる (Ezaki and Ohsako 2012)。

試験放鳥開始後、個体数は順調に増加しており、リリースされたものに巣立ちしたものが加わり、さらに大陸から飛来したと考えられるメス1個体が繁殖個体群に参入しており、2012年現在では野外の個体数は60に迫っている (図3)。また、個体数の増加にともなって繁殖地が拡大し、豊岡盆地のみならず、2012年は京都府の久美浜に新たな営巣地ができた。兵庫県外での繁殖はこれが初めてである。

## 野生復帰の科学

絶滅の直接の理由、いいかえると絶滅の引き鉄となったのが農薬中毒であったことは疑いもないが、このことは科学的には「生物濃縮」と一般的に呼ばれているものである。生物は自然界にもともと存在しない物質を分解することはできないので、食物連鎖の上位に位置するものに有毒物質が高濃度に蓄積される現象をさし、頂点捕食者であるコウノトリがその被害者となったと考えられる。ただし、「なぜ絶滅したのか？」との質問にも、当然ながら複数の回答が存在する。

さて、遺伝子 DNA は細胞の核内だけでなく、核外、

つまり細胞質内のミトコンドリアにも存在する。したがってミトコンドリアのDNAは雌親がつくる卵細胞には含まれるが、雄親がつくる精子には受け継がれない。そこで、ミトコンドリアDNAを調べると、母系が辿れることになるが、ミトコンドリアDNAのタイプを一般的にハプロタイプと呼んでいる。

現在、コウノトリのハプロタイプは20余り知られているのだが、Murata et al. (2004) が、国内に残っている剥製標本のハプロタイプを調査したところ、1945年以前の剥製からは、少なくとも4つのタイプが見つかったのに、1960年代つまり絶滅直前の剥製からはひとつのタイプしか見つからなかった。このことは、絶滅直前には遺伝的多様性がきわめて低下していたことを示唆している。きっと近親婚が進んでいたのだと推察される。

だから、絶滅の理由のひとつは、強力な農薬であり、ふたつめは、遺伝的多様性の低下であったと考えられる。後者は最近では「絶滅の渦にはいていた」と表現されるのだが、このように考えると、ロシアから新たな家系を導入した途端に飼育下繁殖が成功したことも理解できることになる。

試験放鳥の結果、コウノトリの社会も明らかになった。2005年から2010年の間に、27羽をリリースしたが、このうち2010年末まで生き残っていたのは19羽である。またこの間に、28羽が野外で巣立ち、このうち21羽が2010年末まで生き残っていた。また前述のように、大陸から飛来したと考えられるメスが1羽いるので、2010年末つまり、2011年の繁殖開始時の野外個体数は41ということになる。いっぽう、コウノトリはつがいになわばりをもつことがわかった。このことは個体識別により明らかとなったものであるが、2011年の繁殖期には7つがいが存在していた(図4)。つがいになわばりをもつことは科学的に証明される必要があるが、各オスの行動圏を描くと概ね巣場所を中心とした半径2kmの範囲におさまる。メスも同様である。またつがいの雌雄が侵入者を追い払う地点、あるいは他の鳥類における囀りにあたるクラッタリングの地点をプロットしていくといずれも行動圏のなかの中心部におさまってしまうことが分かっている(大迫ほか未発表)。というようにして、コウノトリがなわばり社会をもつことが科学的に証明できる。

ところで、野外に生息する41羽のなかに、7つがい、つまり14羽がいるということは、残りの27羽はなわばりをもたないアブレ個体であるということになる。そして試験放鳥開始3年後の2008年10月19日、円山川にかかる堀川橋付近で、かつての1960年代の有名な写真とまったく同じ光景が見られた(図5)。今回はすべて個体識別さ

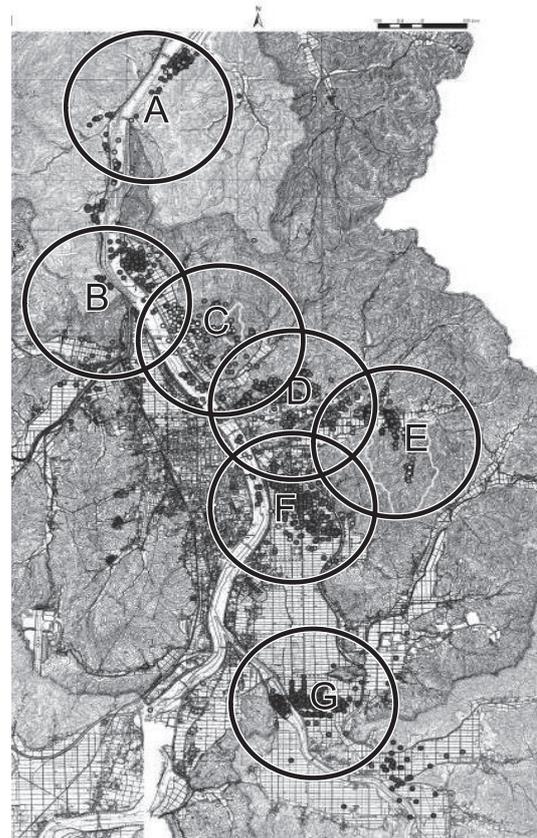


図4. 2011年繁殖期のコウノトリのなわばり。A～Gの7つがいがなわばりをもっていた。巣を中心とした半径2kmの範囲が概ねなわばりに相当する(郷公園2011を改変)。



図5. 円山川のコウノトリ集団(撮影: 大迫義人)。

れているので、この集団の構成者がわかるのだが、アブレ個体を基本とする集団であることがわかった。落ちアユの時期であり、好適な餌場にできた一時的な集団であることが証明されたのである。このように科学を行うことにより、コウノトリの社会は従来信じられていたような、群れ社会ではなく、なわばり社会であることがわかったのである。アブレ個体の存在は他の鳥類でも知られており、こういったばあいには「underworldが存在し

ている」と表現される。コウノトリのような大型鳥類の場合には、成熟するまでに数年はかかるのが普通なので、一般的には若鳥がこのようなアブレ個体としてなわばりの隙間で生活し、成熟とともに、つがいとなって、なわばりを形成し、繁殖すると考えられる。

## 仮説と検証

試験放鳥開始前に豊岡に出現した野生個体がいる。「ハチゴロウ」の愛称で親しまれた個体であるが、これが試験放鳥開始後の2007年2月に死亡した。この死亡については、リリースされたオスとの闘争において嘴で激しくつつかれたことが原因ではないかと考えられている（江崎ほか 2012）。また中国でも激しい種内闘争による個体の死亡が知られている。あるいは、豊岡の野外個体群において、繁殖に失敗したつがいが、隣接つがいの巣を襲ってヒナを死亡させた例がある（Ezaki and Ohsako 2012）。このように、巣立ってしまうと捕食者がいないと考えられるコウノトリにとって、一番の敵は同種の他個体であると考えられる。

かつての野生個体群の巣の分布を、GISをもちいて解析すると、コウノトリは互いが直接見えないように、巣を配置していたふしがある。一見近いところに営巣していた場合でも、その間には必ず尾根が存在しており、互いの視界をさえぎっていたと考えられる。そこで、かつての巣場所から500 m半径および2 km半径の可視領域をパソコン画面上に発生させ、その面積を計算すると500 m可視領域は非常に狭いが、2 kmをとると可視領域が一気に広がるという結論が得られた。このことから、かつての野生個体群では、「巣は、同種他個体に対して防衛しやすい一方で、餌場を見渡しやすい位置につくられていたのではないか」との仮説が生まれることになる（郷公園 2011）。そして、これこそがコウノトリの真の生態の一側面ではないかと考えられるのである。

いっぽう現在、人工巣塔の一部は広い水田の真ん中に立てられており、これを利用して繁殖するつがいが存在するが、このつがいの繁殖成功率は他のつがいに比して著しく低いことがわかっている。水田の真ん中に位置するという事は、巣から全方向が見渡せるということであるが、立場をかえると、全方向から丸見えだというこ

とであり、このことが低い繁殖成功率の原因である可能性がある。

## 野生復帰実践の必要条件

野生復帰を成功に導くための必要条件は、絶滅要因の裏返しということになるので、まずは遺伝的多様性を高める必要がある。この点において、現状は楽観的なものではない。なぜなら、郷公園で飼育している家系が必ずしも多様性に富んでいると言えないからだ。このことに関しては、今後国内外の飼育施設との交換を含めた対策が緊急に必要であり、実際にそのことを進めつつある。

次の問題は、餌である。かつての個体群が前述のように、農薬中毒で絶滅したからである。しかし、現在ではコウノトリを死に至らしめるような強力な農薬は使用されていないので、この問題は大きなものではない。むしろ、現在では量的な問題が存在する。その一番大きな原因は1970年代以降に全国的に行われた圃場整備にある。

圃場整備は、かつての不定形だった水田を区画整理し、農業の機械化を可能にした事業であるが、機械が田面にはいるためには、田面が乾燥している必要がある。湿っているのは機械が沈んでしまうからである。かつての水路は用排水兼用であり、そのためには、田面と水路の高さに差があってはならなかった。差がないから、板きれ一枚で、水を自由に出し入れできたのである。しかし、これでは田面は常時、程度の差こそあれ、湿っていることになり、機械が入れない。そこで、田面に水が必要でなくなったとき、たとえば稲刈り時には、可能な限り迅速に田面から水路に水を落としてしまう必要がある。そのために、水路は深く掘り下げられた。また排水はパイプを通して行われることとなった。また、給水は地下のパイプラインを通じて行われることになり、今では栓をひねるだけで、田面に水が入る（図6）。

このことによって大きな影響を受けたのは淡水魚であった。「生活史」とよぶのだが、日本の淡水魚たちは一年を周期として、川・水路・水田の間を移動する。そして、かつてのコイ・フナ・ナマズにとって水田は産卵場所であった（図7）。水田は浅い一時的水域であり、ここに肥料を投入するのであるから、植物の行う光合成にとって必要な、栄養・光エネルギー・高温のすべてがそ

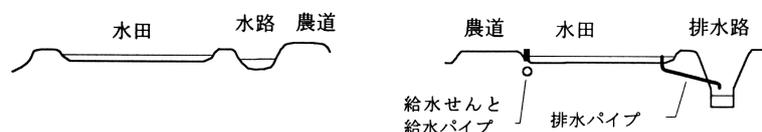


図6. 圃場整備。左は整備前、右は整備後（藤岡 1998を改変）。

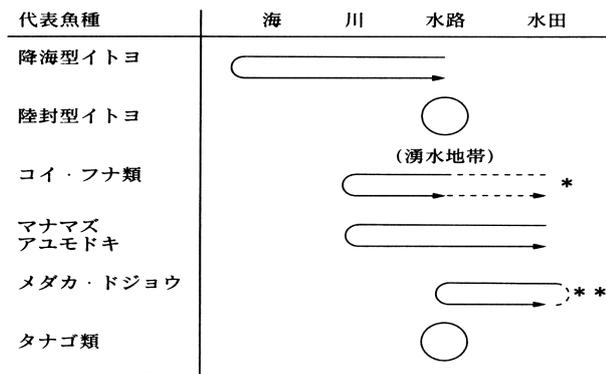


図7. 淡水魚の生活史 (端 1998を改変). 矢印の終点は産卵場所, \*は水田に遡上した場合は水田で産卵すること, \*\*は水田で生活することを示す.

ろっており、ここでは大量の植物プランクトンが発生する。するとこれを食う大量の動物プランクトンが発生し、これが稚魚たちの絶好の餌となっていたのである。だから水田は「稚魚のゆりかご」だったのであり、ここでたつぷりと餌を食った稚魚たちが大きくなって、水路を通じ、成魚となるべく河川に戻っていったのである。そしてそこに見られた光景がかつての「春の小川」であった。しかし、現在の圃場整備された水田に淡水魚が遡上することが極めて困難であることは明白であろう。その結果、淡水魚の現存量がこの40年間に激減し、春の小川は「昔の語り草」となったのである。

だから、圃場整備はコウノトリ絶滅の「見えない第3の理由」であると言える。なぜ見えないのかというと、圃場整備が行われる以前にコウノトリは絶滅してしまっていたからである。ただし、現在ではこの見えない理由が野生復帰にとって一番大きな壁となっている。実際、現在のコウノトリのヒナたちに運ばれる餌は、人が与えるものを除いて、オタマジャクシなどの小動物が主体であり、コウノトリの食卓はきわめて貧しい状況にあると考えられる。

そこで、野生復帰にもっとも必要なものは、かつてのように魚類を主体とする餌動物が大量に存在する水田生態系を取り戻すことにあると考えられる。そして、それを果たすためには「構造的な環境整備」が必要となる。これまで、魚道の整備・河川の自然再生・コウノトリ育む農法などの各種努力がなされてきた。これらの効果は認められるが、部分的に水系をつなぐことだけ、コウノトリが舞い降りる水域を増やすことだけ、田面の餌を増やすだけ、にとどまっており、その効果は限られている。そして本川と田面の間には、魚類が越え難い壁、つまり河川横断構造物が多数存在するし、魚道をのぼる小数の魚はいとも簡単にサギ類に食われてしまう。また流

水中でコウノトリが餌をとることは困難であり、魚類が遡上しない田面での餌は小型のものに限られ、大食漢のコウノトリを養うに不十分である。魚類が繁殖し、大量の稚魚が生産され、かつこれらの内かなりが食われたとしても生き残って大きくなるものがいてこそ、コウノトリが食っていけるようになると考えられる。そこではコウノトリだけではなく、餌動物、なかでも淡水魚の視点に立って環境整備を行うことが必須である。つまり、「構造的な環境整備」とは、「つながりと余裕をもった環境整備である」と言い換えることができる。

### 野生復帰の深いわけ

食物連鎖の概念は広く知られている。コウノトリは食物連鎖のなかの頂点捕食者であるが、さらに上位に位置する「最上位頂点捕食者」は人間である。私たち人は、他の生物を食べて生きる動物である。しかも、コウノトリや猛禽・猛獣と違って、幼い時にも捕食者がいない。そして人は、この世の美味なるありとあらゆるものを食べて生きている。コウノトリさえもかつての出石藩主は食べていた。いっぽう、地球上の食糧をつくっているのは光合成をおこなう植物であり、動物はもちろんのこと、バクテリアに代表される分解者も、もとはといえば、植物が生産した有機物に依存して生きている。また、植物とて、分解者たちが有機物を最終的に無機物に分解するからこそ光合成を行えるのであって、地球上の生物はすべて依存関係にあり、つながっている。そして、こうした生物間のつながりが現実存在しているのは「地域」においてであり、生態学では、このように地域でつながって生きている生物集団を「共同体」とみなし、「(生物) 群集、コミュニティ」と呼んでいるが、群集という地域生物集団の存在が生物学的な視点からみた地域の実像である。また、群集には原則として無駄な存在はないと考えられる。なぜなら、動物が食う餌は種によって異なり、それぞれの餌がないと、それぞれの種が生きていけないからである。

人は農業により、食物を生産しているのではないかと、という人がいるかもしれない。しかし、農業という行為は、もともと自然界から入手した生物の「たね」を数千年にわたって品種改良しながら一時的にストックし、それを農地にまき、生物たちを含む自然の力を借りて、食糧を栽培しているに過ぎない。栽培漁業もまったく同様であり、これらの営為はそれだけでは、「持続可能」ではない。常に、自然界の生物群集の存在があってこそ、私たちの食糧が保証されているのである。遠洋漁業など

は、そのわかりやすい一例である。

近年「生物多様性の保全」が声高く叫ばれるのは、このことによるのであり、多様な生物がいないと私たちの食糧がなくなるのである。あるいは分解者がいないと、地球は廃棄物の山となり果てるのである。このように考えると、コウノトリがいることには何らかの意味があると考えるのが無難なのである。確かに、コウノトリがいなかったこの40年間、目に見えて困ったことはなかったかもしれない。しかし、それが本当かどうか、だれにもわからない。そして少なくとも、コウノトリの野生復帰は、餌となる動物たちの保全を必要としており、そのことが環境保全型農業や自然再生事業の追い風となっている。だから、コウノトリ野生復帰のもっとも深いわけは、「地域の生物多様性保全」にあると言える。

### メタ個体群

生物は地域で進化してきたものである。このことは淡水魚を考えれば簡単に想像がつく。淡水魚や淡水に生息する生物たちは、原則地域から離れられない。なぜなら陸に上がることはできないし、海を隔てた隣の河川に移動することができないからである。そこで、生物学的に明確な地域の単位は「流域」だということになる。ちなみに流域とは、山の尾根の片側斜面に降った雨がすべて一本の河川として海にそそぐ、その範囲のことである。淡水魚たちは前述のようにかなりの移動能力をもつので、流域内では移動可能であるが、流域間を移動することは不可能であり、流域内で遺伝子を混ぜ合わせて子孫を残してきた。だから、淡水魚に代表される「淡水性生物は流域という地域で進化してきた」と明言できる。また移動能力に乏しい陸生動物にとっても山の尾根は越え難い壁であり、これらの動物たちも流域で進化してきたと考えて大きな間違いはない。ただし、何万年あるいはそれ以上の時間スケールを考えると、「縄文海進」で知られるように、海水面の高さが大きく変化する時があり、そういった時には、現在では異なった流域となっている地域が淡水でつながることがあり、だから、流域によって淡水動物の遺伝子タイプは多少異なっている、今も同じ種なのである。

いっぽう、鳥の移動能力は非常に高い。鳥は流域を越え、コウノトリのような大型鳥類は日本海をも簡単に越えてしまう。前述のハチゴロウも、あるいは現在、豊岡でつがいとなっているメスも日本海をこえて、大陸からやってきたものと考えられる。すると、その様子は図8のようなイメージとなる。コウノトリの場合は現在、ロ

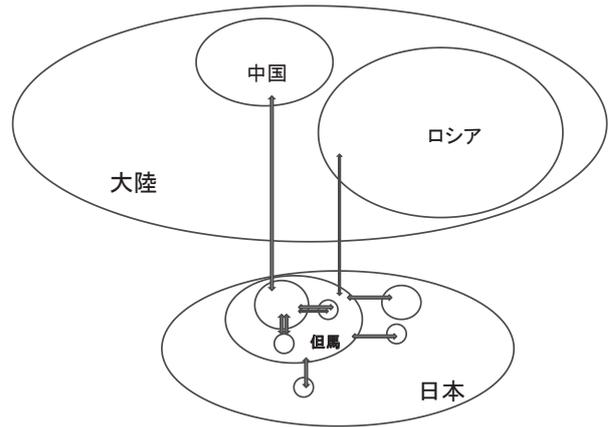


図8. コウノトリのメタ個体群構造.

シアと中国に比較的大規模な野生個体群が存在する。いっぽう、かつての日本には但馬だけでなく、江戸の街中や静岡城でコウノトリが繁殖していたことがわかっており、複数の野生個体群が国内のあちこちに存在したと想像される。これら国内外の野生個体群は普段はそれぞれの個体群として生息しているのだが、おそらく国内ではかなり頻繁に個体の移動が起こり、また日本海を隔てては、時たま個体の移動が起こって、遺伝子の交換をしていたと考えられる。だから、国は違ってもコウノトリは同じ種なのである。コウノトリは移動能力が高いため、こういったことが起こるのであり、この全体構造のことを生態学では「メタ個体群」と呼んでいる。メタ個体群はありとあらゆる生物に共通の構造と考えられるが、生物により移動能力が異なるので、メタ個体群の空間スケールが種によって異なることになる。だから、たとえば淡水動物であるオオサンショウウオも国内ではメタ個体群構造をつくっていると考えられるが、移動能力が相対的に低いので、コウノトリと違って、中国と日本では種が違うのである。

### おわりに

但馬でのコウノトリ野生復帰の現状は、豊岡盆地とその周辺に個体群ができた段階にある。しかし、野生復帰がめざすものは、コウノトリのメタ個体群構造の再生にある。そして、これから行われる南但馬における再導入のこころみは、国内のメタ個体群構造再構築の第一歩と位置付けられる。

さて、2011年には「コウノトリ野生復帰ランドデザイン（郷公園 2011）」が作成された。そこには、短期目標がいくつかあげられている。ひとつめは、「安定した野生個体群の確立」である。このことは、単に「野外で生息

しておればよい」という意味ではない。安定して繁殖し、個体群を維持させないといけないということである。そして、重要なことは、「野生」という言葉である。現在の豊岡を中心とする個体群は野外に生息し、繁殖してはいるものの、給餌にかなり助けられている。先に述べた、構造的環境整備を進め、給餌に頼らなくともコウノトリが子育てをできるような、かつての生物多様性を復活させる必要がある。また、コウノトリは互いに巣がみえると攻撃しあうので、かつての野生個体群の真の生態に近づけるべく、巣塔を段階的に丘陵に近づけ、互いに巣が見えない巣塔の再配置を行う必要がある。また、家系が限られている上に、現在は野外の性比が著しく雌に偏っており、これの是正を行う必要がある。

短期目標のふたつめは、豊岡盆地個体群から但馬個体群への拡大である。このことはすでに京丹後市での繁殖開始によってはじまっているが、南但馬に分布が拡大することでさらに進展することが期待される。

そして、このことにおいては、地域の努力がなによりも求められる。構造的環境整備なくしてメタ個体群の再構築は不可能だからである。今後は、但馬地方に限らず、地域で環境整備が行われ、コウノトリみずからが、日本全国に分散定着して、国内メタ個体群構造が再構築されることが何よりも望まれる。

## 謝 辞

大迫義人博士には写真を拝借するだけでなく、本文執筆においていろいろとお世話になった。また、堀名香代氏には図表作成を手伝っていただいた。ここに厚くお礼申し上げる。また、コウノトリ野生復帰の研究は文部科学省科学研究費 B (ID24310033) の助成を受けている。

キーワード アダプティブ・マネジメント, 構造的環境整備, メタ個体群, 野生復帰, 理論と実践

## 引用文献

- 江崎保男・佐竹節夫・吉沢拓祥・三橋陽子・大迫義人 (2012) 兵庫県豊岡市に飛来・定着した野生コウノトリの死亡とその原因-激しい種内競争?. 山階鳥類学雑誌, 43: 197-201.
- Ezaki Y, Ohsako Y. (2012) Breeding biology of the Oriental White Stork that was reintroduced in Hyogo, Japan-Effects of artificial feeding and nest-towers upon breeding season and nesting success. *Reintroduction*, 2: 43-50.
- 藤岡正博 (1998) サギが警告する田んぼの危機. 江崎保男・田中哲夫 (編) 水辺環境の保全-生物群集の視点から-. 朝倉書店, 東京, pp. 34-52.
- 端 憲二 (1998) 水田灌漑システムの魚類生息への影響と今後の展望. 農業土木学会誌, 66: 143-148.
- 兵庫県立コウノトリ郷公園 (2011) コウノトリ野生復帰グランドデザイン. 豊岡, 36 p.
- 池田 啓 (2000) コウノトリの野生復帰をめざして-地域の人々と研究者が取り組む新しい科学. 科学, 70(7): 569-578.
- 岩佐修理 (1936a) カフノトリ (鸛) 兵庫県博物学会会誌, 11: 21-27.
- 岩佐修理 (1936b) カフノトリ (II) 兵庫県博物学会会誌, 12: 59-61.
- Murata K, Satou M, Matushima K, Satake S, Yamamoto Y (2004) Retrospective estimation of genetic diversity of an extinct Oriental White Stork (*Ciconia boyciana*) population in Japan using mounted specimens and implications for reintroduction programs. *Conservation Genetics*, 5: 553-560.
- 豊岡農林水産振興事務所 (2008) コウノトリと共生する農業の拡大に向けて. 兵庫県但馬県民局, 豊岡, 7 p.

(2012年12月15日受理)