

コウノトリ野生復帰の進展と課題

—科学と実践—

第 12 期自然環境市民大学修了式・公開記念講演会

2015年3月11日

江崎 保男

(兵庫県立大学大学院地域資源マネジメント研究科・教授)

はじめに

大抵のものごとは実践に始まり、実践の成果が理論化され、理論が整備された後、再び実践に応用されるという歴史を繰り返す。筆者が専門とする動物生態学も、わが国においては水産や害虫防除といった応用が先にあり、20世紀半ばから理論が整備されて、かつての博物学から科学へと脱皮した。そして筆者が現在取り組んでいるコウノトリの野生復帰は、20世紀に確立された科学としての生態学理論を基盤にし、アダプティブマネジメント（理論と実践の繰り返し）の手法をもちいて行っているものである。

コウノトリの科学

豊岡を中心とする但馬地方にはかつて、コウノトリ *Ciconia boyciana* の野生繁殖個体群が生息していた事がわかっている。特に大正から昭和初期にかけては、個体数が多かったと考えられており、現在は豊岡市の一部となっている出石の鶴山では「つるの巣籠り見物」という、コウノトリの営巣地を見せる観光が行われていた。

豊岡盆地の野生繁殖個体群に関する情報は、豊岡高校の生物部を指導した岩佐（1936）がコウノトリの巣場所の記録を残しており、これにより、当時のコウノトリが豊岡盆地の水田を臨む丘陵斜面に営巣していた事がわかっている。また複数の写真により、コウノトリがマツ大径木の頂上に巣をかけていたことも明らかである。しかし、岩佐の記録は複数年のデータがコミになっており、「博物学の限界」を示すものでもある。

但馬のコウノトリは1971年に絶滅したが、その直接的要因が有機水銀を含んだ農薬の散布であったことがわかっている（阪本 1966）。光合成により有機水銀を取り込んだ植物に始まる食物連鎖の過程で「生物濃縮」が起り、生物群集の頂点捕食者であるコウノトリが打撃を受けたのである。またこの時代には、コウノトリと同様に頂点捕食者であるヒトにも大きな被害が及んだことは広く知られるところである。

ところで、コウノトリ絶滅の要因は農薬だけではない。生物の細胞内（細胞質）には呼吸（有機物の分解によるエネルギーの取り出し）をつかさどるミトコンドリアが存在する

が、ここには核外 DNA がある。受精にあたって卵細胞は細胞質を含むのでミトコンドリア DNA を有しているが、精子は核 DNA のみを有しているので、子のミトコンドリア DNA はメス親のものである。そこで、ミトコンドリア DNA のタイプ（これを一般的にハプロタイプと呼んでいる）を明らかにすることにより母系を辿ることができる。大陸のコウノトリには、これまで 20 以上のハプロタイプが認められているが、Murata et al. (2004) は、但馬地方に残されているコウノトリの剥製からミトコンドリア DNA を抽出し、大正から昭和初期のものには大陸のハプロタイプのうち少なくとも 4 つを見出したのに対し、絶滅直前にはわずか 1 つのハプロタイプしか見出せないことを明らかにした。このことは、絶滅直前には但馬の個体群から遺伝的多様性が失われており、コウノトリがすでに「絶滅の渦」に入っていたこと、そして近親婚が起きていた事を強く示唆している。このように考えると、残った野生個体を捕獲・飼育し、飼育下繁殖を約 30 年間続けたにも拘わらず、胚発生の途中で死亡するといった繁殖失敗が続いたこと、そしてロシアから新たなペアを導入した途端に飼育下繁殖が成功したことも容易に説明できる。

つまり、コウノトリ絶滅の直接的な要因には、少なくとも「強力な農薬」とともに「遺伝的多様性の低下」という 2 つが認められるのである。

ところでコウノトリは、一般的には体重が軽い鳥類（エナガだと、わずか 7g）にあつて 5kg の体重をもち、飼育下では 1 日あたり 500g の餌を食う大食漢である。そしてその餌は魚類にとどまらず、両生類・昆虫、そしてへびにまで及ぶ。兵庫県立コウノトリの郷公園（以後、郷公園）は、2005 年のリリース（放鳥）開始以降、野外生まれの個体にも組合せを変えた色足環を装着することにより、ほぼ全個体を識別しており、このことにより「コウノトリの野外科学」が可能になった。

野外繁殖は 2007 年に始まったが、それ以降 2011 年までの 5 年間に 8 ペアが 9 か所の人工巣塔でヒナを巣立たせた（図 1）。表 1 はこれら 8 ペアがどこで営巣したのかを示しているが、ペアはいったん繁殖を開始すると同じ場所で繁殖するのが原則であること（例外は 1 例）、そして何より、いったん成立したペアは配偶者が死なない限り維持されることがわかる。コウノトリが一夫一妻であることは図鑑やハンドブックに書かれているが、いずれも定性的な記載にとどまっており、野生復帰事業において個体識別した鳥を連続的に追跡する中で初めて科学的な証明がなされたことになる。



図-1 コウノトリ野生復帰開始後 5 年間（2007-2011 年）の巣場所（アルファベット）。Ezaki & Ohsako (2012) を改変

表1. ペアと巣場所. 破線がペアを区分している. Ezaki & Ohsako (2012)を改変.

個体コード	性	生れ年	年					繁殖開始年齢
			2007	2008	2009	2010	2011	
JO275	male	2000	Y	Y	Y	Y	Y	7
JO228	female	1998	Y	Y	Y	Y	Y	9
JO389	male	2004	A	F	A	A	†	3
JO384	female	2004	A	F	A	A		3
JO391	male	2004		T	T	T	T	4
JO294	female	2001		T	T	T	T	7
JO001	male	2006		N	N	N	N	2
JO362	female	2003		N	N	N	N	5
JO381	male	2004		I	I	I	I	5
JO296	female	2001		I	I	I	I	7
JO405	male	2006			S	S	S	3
NB	female	unknown			S	S	S	unknown
JO408	male	2006				H	†	4
JO002	female	2006				H		4
NB	male	2008					YM	3
JO399	female	2005					YM	6

†: 事故による死亡

また、表 1 から、コウノトリは一般的に 3 歳もしくは 4 歳から繁殖開始をすることも明らかである。このように「皆が経験的に知っていること、あるいは単に信じているに過ぎないことを定量的に証明する」のが科学の一側面なのである。またペアが周年、なわばりをもっていることも定量的に証明されている（大迫・江崎、準備中）。

さて、豊岡盆地の中心を流れる円山川の支流、出石川で 1960 年夏に撮影された有名な写真がある。ウシの体を洗うために農家の女性が川のなかを歩いており、その周囲に 10 数羽のコウノトリが集団をなしているもので、この写真を使ったポスターが野生復帰事業をずいぶん後押しした。そしてこのポスターが有名になるにつれて「コウノトリは群れで生活している」と、多くの人が信じるようになったのだが、野生復帰開始から 3 年後の 2008 年 10 月 9 日にこれとまったく同じ光景が円山川で再現された。今回は全個体が色足環によって識別可能なので、集団の組成が明らかになったが、その主体をなしていたのは成熟前の若鳥たちであった。前述のように、コウノトリは成熟に数年を要するので、コウノトリの社会にはフローターと呼ばれる若鳥がたくさんおり、これらは普段、ペアなわばりの隙間、あるいはなわばり内に居候として生活している（野口ほか、未発表）。この集団がいた場所には落ちアユが観察されているので、ポスターの集団は、好適な餌場にできた一時的な「むらがり」に過ぎなかったのである。このようにして、「コウノトリは群れで生活している」という一般的な憶測は、科学の力で否定されたのである。

野生復帰の現状

2005 年のリリース開始以降、野外に生息するコウノトリは順調に増加を続け、2014 年末現在、70 羽を越えている。ところで、2013 年の繁殖期には豊岡盆地に営巣する 9 ペアから 22 羽の若鳥が巣立った。ただし、ペア間で巣立ち数には大きなバラツキがあり、最も多い

ものでは5羽が巣立ったのに対し、1羽だけのものもある。コウノトリのクラッチサイズ(一巣卵数)は本来3~4であり(山階 1941, Ezaki & Ohsako 2012)。5という巣立ち数は異例と言えるものだが、これには明確な理由が存在する。このペアには地元住民がかなりの量の給餌を行っており、このことが5というクラッチサイズ、およびそれらが皆巣立つという異例の事態を引き起こしたのは間違いない。

次にヒナの死亡要因であるが、この年、捕食されたヒナはいなかった。自然界においては、コウノトリのような頂点捕食者にあっても卵・ヒナが捕食されるのが普通である。百獣の王ライオンとて、子は他の肉食獣あるいは、ハイエナの群れにいつも狙われているし、国内の猛禽でも卵やヒナが捕食に遭うのはごく普通のことである。そしてここでも、但馬のコウノトリに特有の理由がある。1960年代の保護運動の時代から、開けた水田の真中(丘陵斜面のマツ樹上とは全く異なった場所)に人工巣塔が建てられるようになった。おそらく、かつての丘陵斜面のマツにかけられた巣には、テンやイタチといった地上性肉食獣あるいはヘビの侵入が容易であり、これらに起因して卵・ヒナの捕食が普通に起きていたと考えられる。ところが、現在田んぼの真中に立っている高さ10m以上の人工巣塔には、これらの捕食者はアクセスすることさえ不可能である。

そこで、生態学的な観点から見ると、現在の野外個体群においては「繁殖成功が良すぎる」と考えられる。そして、このことは別の大きな問題を引き起こしている。現在の個体群構成には家系の偏りがみられ、1羽の子孫のみ生き残っている家系がある一方で、10羽の兄弟姉妹が生き残っている家系まで存在する。このため後者においては兄弟姉妹によるペアリング、つまり近親婚の確率が高まっている。前述のように、かつての野生個体群絶滅の一因は近親婚にあると考えられ、いまだ個体群サイズが小さい段階においては、危機管理の観点から近親婚は未然に回避されねばならない。実際、ここ数年近親婚カップルが誕生し、郷公園スタッフがこれらのカップルによる産卵の防止にかなりの労力を割かざるをえない状態にある。このように野生復帰においては、全てがうまく行っているわけではなく、解決すべき問題がたくさんある。

真の野生復帰

郷公園は、現在のコウノトリ個体群について「真の野生復帰は今後の課題」と捉えている(HPOWS 2011)。一番の理由は、彼らが「自立していない」からである。郷公園では1999年の開園時から、観光客のために定期的に羽根を切る(哺乳類の毛に相当するので、いわば「散髪」である)ことにより飛べなくしたコウノトリを屋根のないオープンケージで生態展示しているのだが、これらの展示個体に給餌する時間になると、野外個体がこれを狙って飛来し、自由に飛べる彼らが飼育個体よりも先に餌を食べてしまう。そしてこの野外個体の飛来が観光客にとっては大きな魅力となっているので、オープンケージの閉鎖

は、少なくとも現時点では社会的要因により実現が困難な状況にある。また、豊岡盆地においては、農家が「コウノトリ育む農法」という環境保全型農法により水田の餌動物量の増大に貢献してはいるものの、大食漢のコウノトリを完全に支えるほどの餌は野外にないと考えられる。

このことつまり、餌不足は国内に普遍の現象と考えられる。原因は、1970年代以降に全国で行われた水田の圃場整備事業にある。それ以前の水田においては、田面への給排水は水路から直接行われており、そのために田面高と水路の水面高はほぼ同じである必要があった。しかし農業の機械化にともない、水田の区画整理を行うと同時に、稲刈り等に機械を使用するため農閑期には田面を一刻も早く乾かす必要が生じ、排水路は深く掘り下げられた。

この影響を大きく受けたのが、それまで水路から田面に侵入し産卵していたコイ・フナ・ナマズ等の淡水魚である。水田は浅く水が張られた「一時的水域」であり、そこに肥料が撒かれるわけであるから、ここでは植物プランクトンとこれを食う動物プランクトンが大量に発生する。このため、そこでふ化する淡水魚の稚魚たちは、たっぷりの餌を食って成長し、中干しまでに水路に移出し、その後本川へと戻っていったのである。つまりかつての田んぼは「稚魚のゆりかご」だったのであり、それゆえに日本の水田生態系にはサカナがあふれていた。そしてその光景こそが「春の小川」だったのである。しかし、時代の要請により田んぼと水路のつながりは分断され、現在の田んぼにサカナの姿はほとんどない。むろん、圃場整備事業はそれまで重労働に苦しんでいた農家を大いに助けた。特に豊岡盆地は元来、低湿地であり、舟を使って田植えが行われていたというから、この事業の効果は極めて高かったといえる。

一方、生物多様性の危機が叫ばれはじめた20世紀末から、水田と水路のつながりを復活させようとする試みが行われてきた。「水田魚道」と呼ばれるものであり、豊岡盆地でも数多くの魚道が設置されてきた。しかし、たとえ魚道をサカナがのぼったとしても、一気に淡水魚の増加を望むことには無理がある。なぜなら、彼らの「生活史」を考慮した環境整備がなされていないからである。たとえばサカナたちには、産卵場は当然のこととして、捕食者から逃れる隠れ場が必要である。つまり「サカナの立場」に立つとともに、サカナたちが「適度に食われ、適度に生き残って」子孫を残せる、「捕食・被食のバランスを考慮した環境整備」が必要である。筆者はこのことを「構造的整備」と呼んでいる。

陸域の生物多様性復元

現在の水田は、ほぼコメの生産工場に特化している。しかし半世紀前を考えると、水田は淡水魚の生産現場でもあった。農家はイネに肥料を与えると同時に、コイやフナの稚魚にも莫大な量の餌を、おそらくは無意識に、提供していたのである。そして日本人は淡水

魚を普通に食べていた。しかし、圃場整備事業とほぼ時を同じくして海の栽培漁業がさかんになるとともに、輸入魚介が比較的安く手に入るようになった。そしてこのことが、農業と内水面漁業の分断および内水面漁業の衰退、そして陸域の淡水魚を中心とする生物多様性の衰退をもたらしたと考えられる。

ここで発想を転換してみよう。今後世界的に食糧不足が予想され、カロリーベースでわずか40%の食糧自給率しかもたないわが国において、淡水魚を食べる文化の復活、つまり内水面漁業の復活は重要な意義をもっているといえるだろう。世界が食糧不足に陥ったとき、安い価格でわが国に魚介を輸出してくれる国があるだろうか？また現代は、これまであまり魚を消費することのなかった諸外国が海産魚の漁獲競争に参入し、海の魚たちの絶滅が危惧される時代である。このような時代においては、内水面漁業の復活こそが、日本の陸域における生物多様性復元の起爆剤になると筆者は考えるものである。

さらなる繁殖地の拡大

コウノトリに話を戻そう。現在の野生復帰において「自立」以外の大きな課題は、「若鳥が分散しないこと」である。全国各地に若鳥が飛んで行ってマスコミをにぎわしてはいるものの、そのほとんどが豊岡盆地に舞いもどる。飛んで行った先に十分な餌がないのである。ため池が干される秋冬期には、水たまりにサカナが取り残され、サギ類のように遊泳魚を巧みに狩ることのできないコウノトリにも好適な餌場ができることがあり、そういった地域を同一個体が毎年訪れることがある。しかし、その時期を過ぎるとそこにも餌がなくなり、他の地域を放浪する、あるいは豊岡盆地に舞いもどる。また、仮に十分な餌が採れてもそこにコウノトリの他個体がないことも分散・定着に至らない大きな要因と考えられる。

国内でのコウノトリ飛来履歴と地形の特徴を元に三橋（未発表）は、GISソフトをもちいてコウノトリの生息適地解析を行ったが、野生復帰開始後にコウノトリが頻繁に舞い降りた地域の分布はほぼこれに重なっている。科学的な予測が的中しているのだ。今後は、これらの地域での環境整備とともに、そこにコウノトリを居つかせる方策、たとえばアホウドリで成功をおさめた「デコイ作戦（ただし、生きたデコイ）」等が有効と考えている。

引用文献

Ezaki, Y. & Ohsako Y. 2012. Breeding biology of the Oriental White Stork reintroduced in Central Japan—Effects of artificial feeding and nest-tower arrangement upon breeding season and nesting success. *Reintroduction* 2:43-50.

兵庫県立コウノトリの郷公園(HPOWS) 2011. コウノトリ野生復帰ランドデザイン. 兵庫県立コウノトリの郷公園, 豊岡

岩佐修理 1936. カフノトリ. 兵庫県博物学会会誌 11:21-27.

Murata K. Satou, M. Matsushima, 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.

阪本 勝 1966. コウノトリ. 神戸新聞出版社, 神戸

山階芳麿 1941. 日本の鳥類と其生態第二卷. 岩波書店, 東京