



— 原著論文 —

## 野生復帰事業によるコウノトリ *Ciconia boyciana* 繁殖個体群の再生

江崎保男\*・大迫義人

兵庫県立大学大学院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エコ研究部  
〒668-0814 兵庫県豊岡市祥雲寺 128

(2017年10月15日受付；2018年6月23日受理)

キーワード：コウノトリ，国内繁殖個体群，メタ個体群構造，個体群の成長，野生復帰。

日本鳥学会誌

Japanese Journal of  
Ornithology

© The Ornithological Society  
of Japan 2019

Yasuo EZAKI\*, Yoshito OHSAKO. Reintroduction and successful re-establishment of a breeding population of the Oriental White Stork *Ciconia boyciana* in Japan. Jpn J Ornithol 68: 183-192. (2019)

**Abstract.** Reintroduction of the Oriental White Stork *Ciconia boyciana* in Tajima District, northern Hyogo Prefecture, Japan began in 2005. By June 2017 the population had exceeded 100 individuals including 12 breeding pairs, one of which fledged young in Tokushima Prefecture, on Shikoku Island. In this paper, we describe the process of reintroduction and establishment of the stork population. From 2005 to 2017, 51 captive bred birds were released, 126 birds fledged in the wild and two immigrated from the Asian continent bringing the population to 189 birds, of which 119 (60%) survive now in the wild in Japan. The characteristic features of this new population are: more than half are immature birds younger than three years old; 80% are solitary floaters including many solitary adults of both sexes. The sex ratio is greatly skewed toward females caused by the skew among fledglings. The higher survival rate of females compared with males seems to have caused this, but it is not clear if mortality in the wild is higher among males than females because direct impacts, both positive and negative, affect the storks inhabiting villages near human residences.

**Key words:** *Ciconia boyciana*, Japanese breeding population, Meta-population structure, Population growth, Reintroduction.

Graduate School of Regional Resource Management, University of Hyogo / Division of Ecology, Hyogo Park of the Oriental White Stork, 128, Shounji, Toyooka, Hyogo, 668-0814, Japan.

### はじめに

コウノトリ *Ciconia boyciana* は、ユーラシア大陸の東端にあたる極東に局所分布し、主にはアムール川流域を中心とするロシア及び中国北部の湿原で繁殖する大型鳥類である (del Hoyo et al. 1992)。わが国では古来よりツル類と混同されてきたが (阪本 1966)、これとは全く違う樹上営巣性

の完全肉食者であり、魚類・両生類・爬虫類に代表される脊椎動物から、昆虫やミミズといった小動物に至るまで、サイズあるいは水生・陸生を問わず、口に入る動物であればほぼ何でも食い、その食性はきわめて幅広い (田和ら 2016)。Bird-Life International (2000) によると、日本列島はコウノトリの越冬地とされるが、かつて国内にコウノトリが繁殖分布していたことは紛れもない事実である (Blakiston & Pryer 1878; 丹羽 1892; 岩佐 1936a, 1936b)。

兵庫県によるコウノトリ保護増殖事業は、県北

\* E-mail: ezaki@rrm.u-hyogo.ac.jp  
doi:10.3838/jjo.68.183

部の但馬地域に残っていた野生個体を1965年に捕獲し、豊岡市内で飼育することにより始動したが、1971年には、最後の野生個体の死亡にともなう国内野生絶滅という事態を迎えた。しかし、それから18年後の1989年に、ソビエト連邦（現ロシア）から導入した個体の飼育下繁殖が成功し、これを契機として飼育個体数が増大した（池田2000）。これにともない1999年には、野生復帰、つまり再導入による国内繁殖個体群の再生を目指す研究機関「兵庫県立コウノトリの郷公園」の設立に至った。なお、20世紀半ばから後半にかけての絶滅前後の歴史は、複数の書や論文（たとえば、山階・高野1959; 阪本1966; 兵庫県教育委員会・兵庫県立コウノトリの郷公園2011; HPBE & HPOWS 2014）に詳しいので、ここに繰り返すことはしない。

兵庫県立コウノトリの郷公園（以下、郷公園と呼ぶ）によるコウノトリの再導入は、飼育下で生まれ育った個体を野に放つ「リリース（放鳥）」によって、2005年9月に豊岡市内で開始された。その後2012年までは豊岡市内でのリリースが続けられたが、2013年以降は但馬地域全域に分布を拡大

すべく、豊岡市の南に隣接する養父市と朝来市において、これら2つの地方自治体と郷公園の連携事業としてのリリースが開始され、これが現在も続いている。また2015年からは、千葉県野田市と福井県越前市において、地方自治体としての野田市と福井県によるリリースが開始され、これも現在まで続いている。

一方野外での繁殖成功、つまりヒナの巣立ちは、2007年に豊岡市内で始まり、その後とぎれることなく現在まで続いているが、これまでの営巣場所は、ごく少数の例外を除き、地表から高さ10数メートルの人工巣塔上である。なお2016年までの繁殖成功（57回）は、2例を除きすべて豊岡市内で起きたものである。そしてこれら2例も、豊岡市の東に隣接する京都府京丹後市内、つまり広い意味での但馬地域、あるいは北近畿（近畿地方北部）で起きたものであったが、2017年6月には北近畿以外では初となる、徳島県鳴門市での繁殖成功が記録されると同時に、国内個体群のサイズが100を超えた。

なお、本稿に登場する国内各市・地域の位置は、図1に示すとおりであり、2017年の繁殖（厳密に

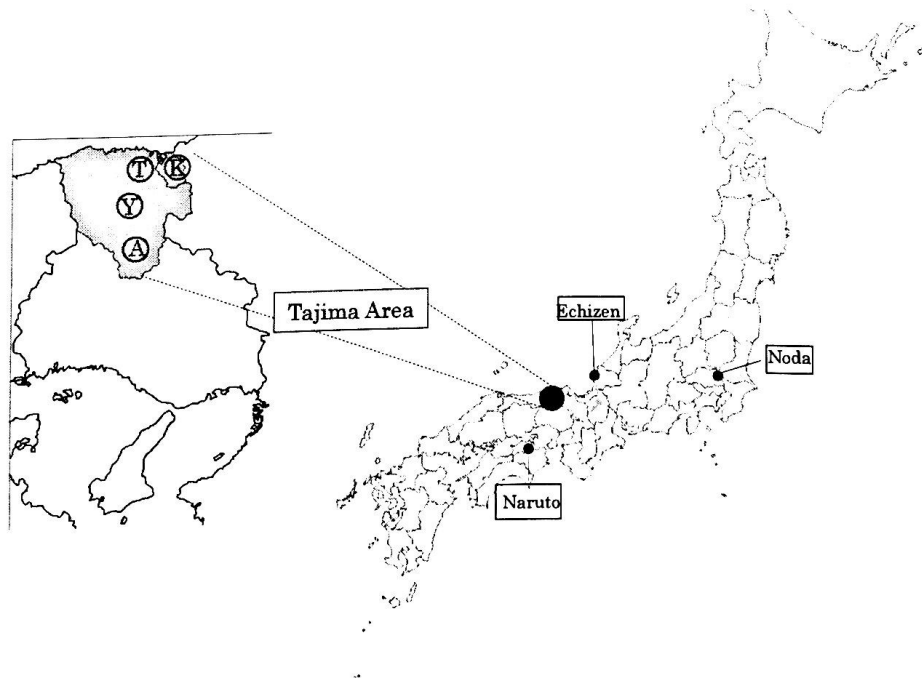


図1. コウノトリをリリースした、もしくは野外でヒナが巣立った全国の市。但馬地域については市名の頭文字で示す（T：豊岡；Y：養父；A：朝来；K：京丹後）。

Fig. 1. Map of cities where Oriental White Storks were released and/or young were fledged: Tajima Area cities (T: Toyooka, Y: Yabu and A: Asago in Hyogo Pref. and K: Kyotango in Kyoto Pref.), Echizen in Fukui Pref., Noda in Chiba Pref. and Naruto in Tokushima Pref.

は巣立ちヒナを生産した)つがい数は、但馬地域の11に鳴門の1を加えた12である。

これまで、この個体群を対象に行なわれた研究の結果、クラッチサイズ、抱卵日数、育雛日数に代表される繁殖生態の基本が明らかになっただけでなく (Ezaki & Ohsako 2012)、社会構造の基本がつかいのなわばりであり、それ以外の個体は自身のフローターであること (Ezaki et al. 2013)、一旦つがいになって繁殖に成功すると離婚することのない固い絆の一夫一妻であり、繁殖開始、つまり成熟齢は一般的に3歳であること (Ezaki & Ohsako 2012)、メスに偏っている性比の歪みが、いまだ少ない繁殖つがい数に起因すること (Ezaki et al. 2016) などが明らかにされてきた。

コウノトリは世界・国内を問わず絶滅を危惧される種であり (環境省 2014; IUCN 2017)、国内での野生絶滅を繰り返さないためには、現在のいまだ小規模な再導入個体群に対して、適切な人為を必要に応じて積極的に加える必要がある。

たとえば、野外で近親婚の可能性があるときには、郷公園自らが当該雌雄のいずれかを捕獲し、飼育下に取り込む努力をしてきた。なぜならば、かつて但馬地域に残っていた野生個体群に関しては、当時の剥製を材料にしたミトコンドリアDNAの解析により、野生絶滅直前に遺伝的多様性が極端に低下していたことがわかっており (Murata et al. 2004)、近親婚が絶滅の一因であった可能性が指摘されているからであり (兵庫県教育委員会・兵庫県立コウノトリの郷公園 2011; HPBE & HPOWS 2014)、一般的に、そのサイズが小さい期間の個体群保全には近親婚の回避が効果的であると考えられるからである (山村 2014)。

一方コウノトリは、少なくともわが国においては、人里に生活する大型鳥類であるが故に、常時人目に立つ存在でもある。また昨今、コウノトリの生息あるいは飛来が、地域住民に歓迎される向きがあるので (江崎 2015; 菊地 2017)、但馬地域に限らず、各地で傷を負った個体が発見されると、当該個体の救護を求める声が発せられ、結果的に郷公園がこれらの個体を一時的にせよ捕獲し、収容せざるを得ないことが往々にしてある。

本稿の目的は、これまでの国内コウノトリ繁殖個体群の再生プロセスを定量的に整理し提示するとともに、年齢構成や性比といった個体群の特性を示し、今後の研究課題を明確にすることにある。ただし、保全のために人為が加えられている現状に鑑み、本稿では再導入個体、その子孫の巣立ち、

およびこれらの野外での残存 (現時点での野外生息) に関する数値のみに着目して解析を行なうことにする。個体群生態学的に正当な解析を行なうためには、野外での死亡と生残に着目する必要があるが、上述のような人為が加わった状況下でこれを行なうには、Ezaki et al. (2016) が行なったように、死亡に至るプロセスを個体別に入念に解析する必要があるからであり、このことに多くの頁を割くことは、本稿の目的に合致しないからである。

なおここでは、野外個体数が119に達した2017年8月1日時点を「現在」とし、これまでの情報を取り扱うことにする。

## 方 法

これまで国内でリリースされたコウノトリはすべて、異なった色足環の組み合わせで標識されているので、個体識別が可能である (一部はGPS発信器を装着している)。また野外で巣立った鳥についても、原則色足環がつけられており、個体識別ができる。なお2009年には足環のない1個体が、リリースされたオスとつがいになって野外で産卵を開始し、翌年からは継続してヒナを巣立たせたが、2009年の産卵開始時点においては、国内生まれで未標識の個体はいなかったため、この個体が大陸から飛来した野生のメスであることは間違いなく、当時の羽色から2005年生まれと推定されている (大迫 未発表)。本稿では、この野生個体も再導入個体群の一員とみなす。また、再導入開始に先立つ2002年に大陸から豊岡に飛来・定着し、その後2007年2月に、リリースされたオスとの闘争により死亡したと考えられる足環のないオス個体 (江崎ら 2012) も、1年以上リリース個体と共存していたので、再導入個体群の一員とみなすことにする。

リリースあるいは野外巣立ちを問わず、性の判定は、鳥を捕獲して血管から直接的に、あるいは当該個体の羽軸から間接的に、血液検体を採取した後、検体からDNAを抽出し、W染色体上の塩基配列 (XH0.6) およびZ染色体上の塩基配列 (XH0.6RSM) をプライマーとしてPCR法で増幅し、アガロースゲル電気泳動をもちいる方法により行なった (Murata et al. 1998)。ただし野外巣立ち個体の内、2009年と2012年に巣立った計3個体に限っては、巣立ち後の捕獲に失敗したため、性判定ができなかった。しかしその後、巢内ヒナに足環を装着し血液を採取する技術が確立された

ので(船越ら 未発表), 2013年以降の巣立ち個体に性別不明個体はいない。

野外個体の動向, 特になわばりに周年とどまるつがい(Ezaki et al. 2013)とその繁殖, そしてフローターを含む各個体の生存については, 郷公園が但馬地域を中心とする完璧なモニタリング体制をとっており, 但馬地域においては情報のもれがない。また, 但馬地域外のコウノトリについては, この大型鳥への関心が全国的に高く, 各地から写真をもちいた信頼できる個体確認情報が適宜, 郷公園に届けられるので, 少なくとも繁殖情報のもれはなく, 生存情報も十分であると考えてよい。

さて, 本稿で野外個体と呼ぶものは「野外での生活経験をもつ個体」をさすが, これらは, ①現在野外で生活しているもの, ②これまでに死亡が確認されたもの, の2者以外に, ③野外生活の後に郷公園飼育ケージにとりこまれたもの, ④野外で怪我をし, 治療のために郷公園に一時収容されているもの, ④1年間野外での生存情報のない「行方不明」個体, に区分できる。そこで, これらの複雑な状況に鑑み, 本稿では, ①のカテゴリーに属する個体を「野外残存個体」と呼び, このカテゴリーの個体に関して解析を加える。

## 結 果

### 1) 再導入個体群の形成

2005年の再導入開始後, 現在までに国内でリリースされたコウノトリは51羽, 2007年の繁殖成功開始以降に野外で巣立ったコウノトリは136羽である。これ以外に, 巢内ビナの期間に片親が死亡した後, 地域住民と当該地方自治体の依頼に沿った, 郷公園による救護が2例あり, これらの事例では計9羽のヒナが一定期間の飼育後, 野に放たれたので, 飼育由来の個体とその子孫にあたる計196羽のコウノトリが野外での生活を経験した野外個体ということになる。また前述のように, いずれも大陸から飛来・定着したと考えられる, 2007年に死亡したオス1羽, および2009年にリリース個体とつがい形成したメス1羽, の計2羽を加えると, 国内の再導入個体群は, これまで198個体によって成立してきたことになる。そして, このうち現在も野外で生活しているもの, つまり野外残存個体は119羽である。そこで再導入個体群の野外残存率を単純に計算すると, 0.60(119/198)となる。

### 2) リリースと野外での残存

再導入の内容をみると, 2005年以降, 22羽のオスと19羽のメス, 計41羽のコウノトリが豊岡市内をはじめとする但馬地方でリリースされる一方, 野田市あるいは越前市において, 2015年以降, 6羽のオスと4羽のメス, 計10羽がリリースされた。したがって, これまでに国内でリリースされたコウノトリは51個体, その内訳はオスが28羽, メスが23羽であり(表1), リリース時の性比は

表1. 兵庫県立コウノトリの郷公園が但馬地域(兵庫県内)でリリース(a), あるいは他県で地方自治体がリリースした(b)年別コウノトリ個体数。野田市と越前市でのリリース主体は, それぞれ地方自治体としての, 野田市と福井県である。括弧内は2017年8月1日現在の野外残存個体数を示す。

Table 1. Number of storks released by HPOWS in Tajima District, Hyogo Prefecture (a) and by other organizations in other prefectures (b) before 1 August 2017. Noda municipal government and Fukui prefectural government released storks in Noda City and Echizen City, respectively. Numbers in parentheses indicate the number of birds alive in the wild on 1 August 2017.

Year	Release site (City)	Number of birds		Total
		male	female	
2005	Toyooka	2 (0)	5 (3)	7 (3)
2006	Toyooka	4 (2)	5 (3)	9 (5)
2007	Toyooka	3 (1)	2 (1)	5 (2)
2008	Toyooka	1 (1)	1 (1)	2 (2)
2009	Toyooka	1 (0)	1 (0)	2 (0)
2010	Toyooka	0 (0)	2 (0)	2 (0)
2012	Toyooka	1 (0)	0 (0)	1 (0)
2013	Yabu	2 (1)	0 (0)	2 (1)
2013	Asago	1 (1)	1 (1)	2 (2)
2014	Asago	1 (1)	1 (1)	2 (2)
2015	Yabu	2 (2)	0 (0)	2 (2)
2015	Asago	0 (0)	1 (1)	1 (1)
2016	Yabu	2 (2)	0 (0)	2 (2)
2016	Asago	2 (2)	0 (0)	2 (2)
Total		22 (13)	19 (11)	41 (24)

Year	Release site (City)	Number of birds		Total
		male	female	
2015	Noda	1 (1)	2 (1)	3 (2)
2015	Echizen	1 (1)	1 (1)	2 (2)
2016	Noda	2 (2)	0 (0)	2 (2)
2016	Echizen	1 (1)	1 (1)	2 (2)
2017	Noda	1 (1)	0 (0)	1 (1)
Total		6 (6)	4 (3)	10 (9)

1.21 (28/23) となる。

次に、これらのうち現在の野外残存個体は、但馬地方のオスが13羽、メスが11羽であり、残存率はそれぞれ0.59 (13/22)、0.58 (11/19) となり、性差は認められない (表1a)。いっぽう、野田と越前に関しては、野外残存個体は、オスが6羽、メスが3羽であり、残存率はそれぞれ1.00 (6/6)、0.75 (3/4) となり、ここでも性差は認められないが (表1b)、雌雄ともに、但馬より残存率が一見高いように見える。しかし、これがリリースを開始してからの経過年数の違い (但馬は12年、野田・越前は2年) の影響と考えるのは当然のことである。

そこで、野田・越前と同じ2015年以降にリリースされた但馬個体の野外残存率を計算すると、雌雄ともに1.00 (オス:6/6; メス:1/1) となり、野田・越前と同様高い値を示す。また、但馬のリリース個体を、前期 (2005年-2010年) と後期 (2011年-2016年) に分けると、雌雄込みの残存率は、前期の0.44 (12/27) に対して後期が0.86 (12/14) となり、後者が有意に高い ( $\chi^2_1=6.470, P=0.011$ ) という予想通りの結果が得られた。性別にみても、オスでは前期が0.36 (4/11)、後期が0.82 (9/11)、メスでは前期が0.50 (8/16)、後期1.00 (3/3) となり、予想通りであった。

またリリース個体全体についての、野外残存個体の性比は、1.36 (19/14) となり、リリース時の1.21 (28/23) と変わらなかった ( $\chi^2_1=0.058, P=0.809$ )。なお、リリース個体全体の野外残存率は0.65 (33/51) となる (以上、表1参照)。

### 3) 野外巣立ちと野外での残存

野外巣立ちについては (表2)、これまで136羽が巣立ったが、前述の性不明3羽を除くと、内訳はオス54羽、メス79羽の計133羽であり、性比は0.68 (54/79) と、メスに偏っている。これらのうち、現在の野外残存個体は、オス26羽、メス53羽であり、性比は0.49 (26/53) となり、巣立ち時よりもいっそうメスに偏っている。ただし、これら2つの性比に有意な差は認められなかった ( $\chi^2_1=1.247, P=0.264$ )。

いっぽう、野外残存率を計算すると、オスが0.48 (26/54)、メスが0.67 (53/79) であり、オスの残存率はメスの残存率よりも有意に低かった ( $\chi^2_1=4.771, P=0.029$ )。また、雌雄を含めた巣立ち個体全体 (性別不明の未標識個体を除く) の野外残存率は0.59 (79/133) となり、リリース個体

表2. 2005年の再導入開始後の13年間に野外で巣立った年別コウノトリ個体数。巣立ちは2007年に始まったが、これらはすべて兵庫県立コウノトリの郷公園がリリースした個体と大陸から移入した1羽の野生メスに由来する。2013年に現在の捕獲・標識方法が確立される以前に巣立ったうちの3個体は捕獲できなかったため性別が不明である。括弧内は2017年8月1日現在の野外残存個体数を示す。2017年には徳島県鳴門市において、近畿地方以外では初となる繁殖成功の結果、3羽が巣立った。ここに示す136羽以外に、巣内ビナ期に片親が死亡し、地域住民から要望に沿って、郷公園が救護しケージ内での飼育期間後、リリースされた2例、9羽の幼鳥 (オス5羽、メス4羽) がいる。

Table 2. Number of storks fledged in the wild in Japan (2007-2017) since reintroduction began in 2005. Successful breeding began in 2007. All fledglings are derived from storks released by HPOWS and a female that immigrated from the continent. Three birds were not captured and hence not sexed because they fledged before the present capture/banding method was established in 2013. Numbers in parentheses indicate those still alive in the wild on 1 August 2017. In 2017, 3 storks fledged in Naruto City, Tokushima Prefecture, the 1st successful breeding attempt outside the Kinki Region. In addition to the 136 fledglings listed here, 9 young (5 males and 4 females of which 3 males and 3 females are alive) were released after a period of artificial feeding in captivity because local people asked HPOWS to rescue and rear them after losing one of their parents while still nestlings.

Year	Nest site (City)	Number of birds			Total
		male	female	unknown	
2007	Toyooka	0 (0)	1 (0)	0 (0)	1 (0)
2008	Toyooka	3 (1)	5 (3)	0 (0)	8 (4)
2009	Toyooka	3 (1)	5 (4)	1 (0)	9 (5)
2010	Toyooka	5 (3)	4 (3)	0 (0)	9 (6)
2011	Toyooka	3 (2)	6 (3)	0 (0)	9 (5)
2012	Toyooka, Kyotango	4 (1)	8 (6)	2 (0)	14 (7)
2013	Toyooka, Kyotango	9 (2)	8 (1)	0 (0)	17 (3)
2014	Toyooka	9 (4)	7 (2)	0 (0)	16 (6)
2015	Toyooka	3 (0)	10 (8)	0 (0)	13 (8)
2016	Toyooka	4 (4)	8 (8)	0 (0)	12 (12)
2017	Toyooka, Naruto	11 (8)	17 (15)	0 (0)	28 (23)
	Total	54 (26)	79 (53)	3 (0)	136 (79)

の0.65 (33/51) と変わらなかった ( $\chi^2_1=0.436, P=0.509$ )。

ここでも、巣立ちからの年数、つまり野外での

生活年数と年齢の影響が予想されるが、巣立ち個体を2012年以前（現在5歳以上）と2013年以降（現在5歳未満）に2分すると、前者の野外残存率が0.55 (27/50) であるのに対し、後者では0.60 (52/86) となり、両者の間に差は認められなかった ( $\chi^2_1=0.543, P=0.461$ ).

そこで視点を変えて、成熟個体と未成熟個体の野外残存率を比較することにする。まず、2007年から2014年の8年間に生まれた、3歳以上の成熟オス36個体と成熟メス44個体の野外残存率を算出すると、オスが0.39 (14/36)、メスが0.50 (22/44)、雌雄あわせて0.45 (36/80) となった。

次に、2015年と2016年に生まれた未成熟オス7個体と未成熟メス18個体の野外残存率は、それぞれ0.57 (4/7)、0.89 (16/18)、雌雄あわせて0.80 (20/25) となり、雌雄を合わせた場合のみではあるが、野外での生活年数が短い（未成熟）個体の残存率が、生活年数の長い（成熟）個体よりも有意に高い ( $\chi^2_1=9.375, P=0.002$ ) という予想どおりの結果が得られた。

なお、上記の未成熟個体の計算において2017年生まれを除外したのは、本研究における現時点、つまり2017年8月1日は、2017年生まれの当歳個体が巣立った直後にあたるので、これらの残存率が高いのは当然と考えられるからであり、実際に残存率を算出すると、オスが8/11=0.73、メス

が15/17=0.88となり、上記未成熟個体のオス0.57、メス0.89に比して、高いあるいは変わらない値となった。

#### 4) 個体群の成長および年齢構成と配偶

2005年9月の再導入開始以降、毎月はじめ（各月の1日）の野外残存個体数の変化を表したのが図2である。繁殖期における増加、非繁殖期における減少を繰り返しながらも、全体的には右肩上がりであり個体群サイズが増大し、2017年6月中に100を突破したことがわかる。なお前述のように、2017年8月1日現在の野外残存個体数は119である。また、この右肩上がりの個体数変化は、傾き0.65、つまり1月当たり0.65個体が増加する直線により回帰 ( $F_{1,119}=3297.6, R^2=0.959, P<0.001$ ) できたので、ここまでの個体数変化は毎年一定数（約8個体）が増加するパターンを示している。

次に、これら119羽の年齢ピラミッドを描くと、最高齢は19歳の独身メス（リリース個体）であり、これを頂点とする文字通りのピラミッド型となった（図3）。コウノトリは3歳で成熟するので、3歳以上の成鳥と3歳未満の若鳥を区分すると、それぞれ58羽と61羽となり、個体群の過半数 (61/119=0.51) が若鳥、ということになる。

また性別個体数に着目すると、野外残存個体119羽は、オス48羽とメス71羽からなっており、

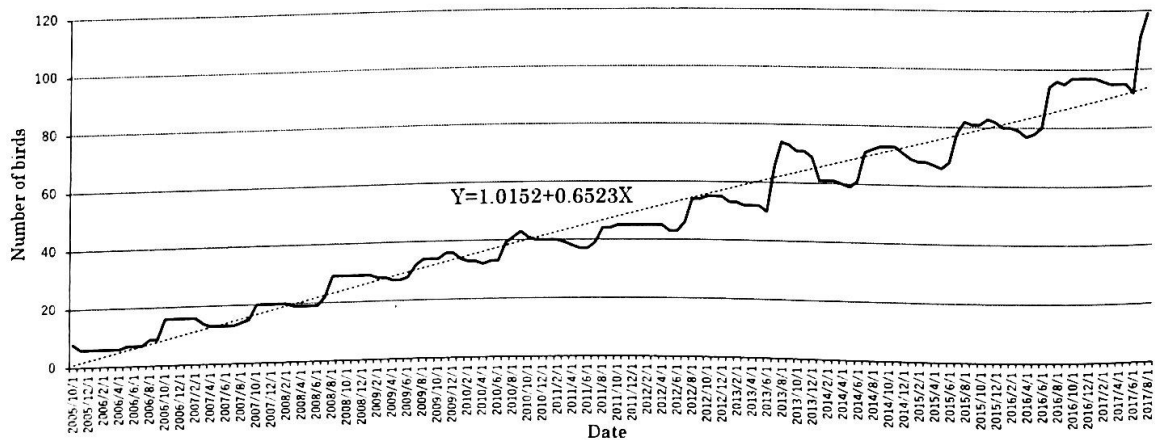


図2. 再導入個体群の成長。再導入は2005年9月に開始され、2017年6月中に100羽に達した。同年8月1日現在の個体群サイズは、大陸から飛来し2009年から産卵を開始した大陸由来の移入メスを含めて119である。図中の回帰直線は有意であり ( $P<0.01$ )。X値は再導入開始直後の2005年10月1日をゼロとした場合の月数である。

Fig. 2. Growth of the reintroduced stork population in Japan from 2005 to 2017. On 1 August 2017 the population consisted of 119 individuals, including a female that migrated from the continent and joined the Japanese breeding population in 2009. The regression line given is statistically significant ( $P < 0.01$ ); X values indicate the number of months since the beginning of stork reintroduction on 1 October 2005.

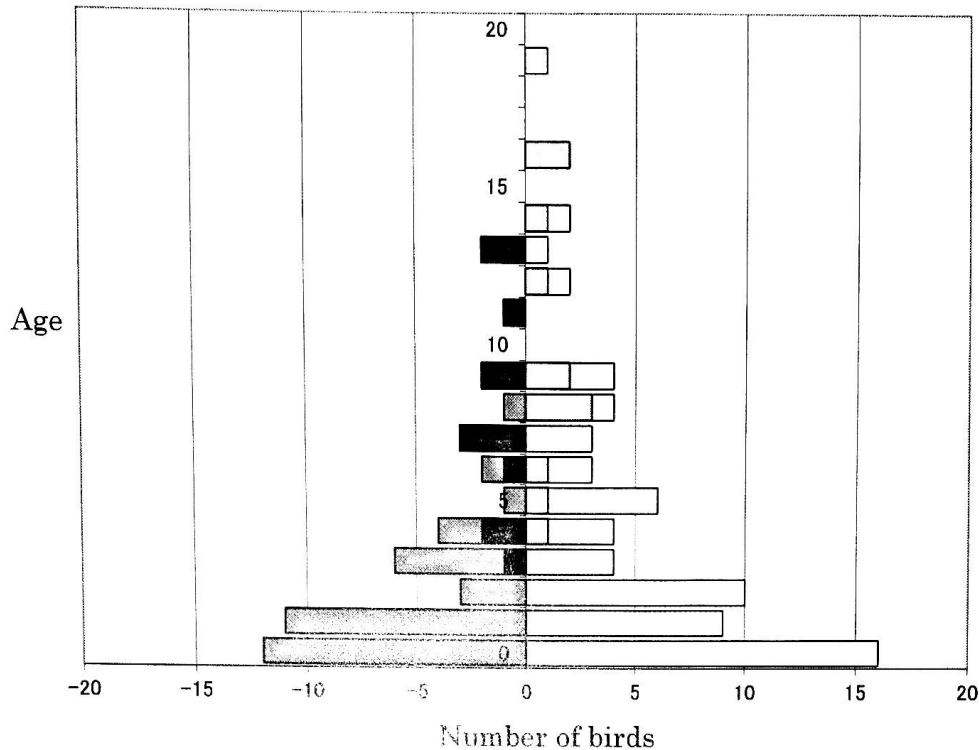


図3. 2017年8月1日現在における、コウノトリ国内個体群の年齢ピラミッド（48羽のオスと71羽のメス、計119羽）。図中央の縦線より左側がオス、右側がメスであり、塗りつぶした部分は配偶個体（24羽）を示す。最年長は19歳の独身メスであり、大陸から移入した野生メスは12歳である。  
 Fig. 3. Age pyramids of the Japanese stork population (119 birds: 48 males and 71 females) on 1 August 2017 (Males to the left, females to the right). Solid parts indicate mated individuals (24 birds) of both sexes. The eldest is a solitary, 19-year-old female. A wild, 12-year-old female that immigrated from the continent and joined the breeding population is also included.

性比は0.68 (48/71) とメスに大きく偏っているが、このことが、前述の野外巣立ち残存個体の低い性比 (0.49) に起因していることは明らかである。また、2017年のつがい数は12なので、オス36羽とメス59羽の計95個体が独身であり、独身フロッターの割合は0.80 (95/119) に達する。ただしコウノトリは3歳で成熟し、2歳以下の若鳥61羽 (オス26羽、メス35羽) が独身であるのは当然のことなので、3歳以上の成鳥58羽に着目すると、オス成鳥22羽のうち10羽 (10/22=0.45) とメス成鳥36羽のうち24羽 (24/36=0.66) が独身であることがわかる。雌雄をこみにすると、成鳥の独身割合は0.59 (34/58) ということになる。

考 察

本稿で示したように、2005年9月の再導入開始から12年を経た2017年6月に、日本のコウノトリ個体群は100羽を超えると同時に、これまで近畿地方北部の但馬地域に限定されていた繁殖集団

が、最初の1ペアに過ぎないというものの、徳島県鳴門市に新たな繁殖拠点を形成した。このことはかつて存在したと推測される、コウノトリの国内メタ個体群構造再生に向かったの大きな一歩である。また結果では触れなかったが、2017年には島根県雲南市と福井県越前市で、繁殖成功には至らなかったものの、雌雄の定着と産卵が記録されており、近い将来、鳴門と同じ事例が国内各地で起こる可能性がある。そうなれば、国内メタ個体群構造の確立に拍車がかかることは間違いない。

さて、本研究により、コウノトリ再導入個体群のいくつかの特性が明らかになった。その中でも興味深いのは、3歳未満の若鳥が過半数を占めること、3歳を超え成熟した雌雄58羽の半数以上が独身にとどまっていること、の2つである。

若鳥の比率に関しては、再導入個体群のサイズがようやく100に達したばかりであり、飼育下では30歳以上の個体が複数いる本種 (船越ら未発表) においては、少なくともあと10数年を待たね

ば安定した齢構成に至らないと考えるのが正当であろう。ただし、成熟までに3年かかるという本種の特性を考慮すると、安定した齢構成に達したとしても、若鳥が個体群の中で一定の割合を占めると推測できる。つまり、なわばりをもたずフローターとして過ごす若鳥が多く存在するのが、コウノトリ社会においては常態ということになる。

次に、成熟しているにも拘わらず独身でいる個体が雌雄双方に2桁存在する事実が、再導入個体群がごく一部の繁殖個体と大多数のフローター（現在は8割）によって構成されているという現状をもたらしているのは明らかである。

成熟個体の多くが独身フローターにとどまっている理由は、少なくとも2つ考えられる。一つ目は、このことが本種の配偶システム、つまり「固い絆の一夫一妻」と関わっているということである。本種ではいったん繁殖に成功したペアが離婚した例はない（Ezaki & Ohsako 2012）。このことは、一旦つがいになったら、その相手と一生協働して子育てをする一夫一妻の種、言い換えると、親による子への投資の性差が小さい種における、性を問わない（メスに限定されない）厳しい配偶者選択の存在（Burley 1977, 1981; Jones & Hunter 1993）を示唆している。実際これまでに、1例ではあるが、オスが日々異なるメスと連れ添った末、最後に連れ添ったメスとつがいになった事例、つまりオスが相手をきわめて慎重に選んだ事例が観察されている（大迫 未発表）。

もう一つは、繁殖するにふさわしい好適なハビタットが不足している可能性である。コウノトリの定着・繁殖には、まずは十分な餌を確保できるハビタットが必要であるが、国内では半世紀前に始まった圃場整備事業により、河川・水路・田面の水系連続が断ち切れ、水生動物、特に淡水魚類が激減した（片野 1998; 藤岡 1998）。このため体重5kgに達するコウノトリの、特に繁殖期の餌を十分に供給できるだけの良質なハビタットが国内では非常に限定されていると考えられる。このような状況下では、たとえ配偶可能な雌雄が存在したとしても、結果としてのつがい形成が起こらない可能性がある。ただし、この作業仮説の検証には、コウノトリのつがい形成プロセスの解明が必要なので、今後の研究を待つ必要がある。

本研究では、個体群全体での野外残存率が平均60%と高いこと（リリースと野外巣立ち間に有意差なし）が明らかになったが、このことが再導入開始以降の直線的な個体数増加を支えているのは

間違いない。一方、リリース個体で認められた「野外生活の長いものが、そうでないものよりも残存率が低い」という傾向が、野外巣立ち個体の成熟個体と未成熟個体を比較した場合にも認められた。野外での死亡率は毎年乗算されるはずであるから、このことは至極もつともであるが、未成熟個体の死亡率が成熟個体に比べて高いという鳥類に一般的な傾向の有無については、今後詳細な解析を行う必要がある。

さて、Ezaki et al. (2016) は、2014年末時点で、この個体群の生残と死亡を丹念に解析し、メスに偏る歪んだ性比が、死亡の性差によっては説明できず、そもそもの出生性比に原因を見出すしかない、と結論付けた。2017年時点での解析を行った本研究においても、野外残存個体の性比は2014年時点と同様、メスに大きく偏っていた。

野外巣立ち個体に関して、本研究では、オスの残存率がメスの残存率よりも有意に低いだけでなく、有意差は認められないものの、残存個体の性比が巣立ち時の性比に比べ高い値を示した。これらのことは、オスの死亡率がメスよりも大きいことを示唆するが、このことは、今後、個体単位あるいはコーホート単位での、生残と死亡に関する丹念な解析を行なうことにより、明確となるであろう。

最後に、今後のコウノトリ野生復帰の課題と展望を簡単に述べておこう。前述のように2017年に至って、但馬地域以外の複数地域で新たな繁殖地成立の兆しが見えた。また成熟個体が50羽を超え、希少性のランクダウン（環境省 2014）が数年後に実現する可能性も見えてきた。

ただし、日本のコウノトリは水田生態系という、水稻栽培を主たる目的として人が創り出した自然のなかで生活し、繁殖する種であるがために、常に強烈な人為のなかで生活している。それゆえ、新たな繁殖地の成立のためには、野生復帰に対する地域社会の理解と協力、これを後押しする行政、そして理論と実践法を提供する科学者、という「官民学の連携」が欠かせない。

たとえば兵庫県但馬地方においては、県が開発した「コウノトリ育む農法」と名付けられた有機農法の普及が、県と市の連携により推し進められ、コウノトリの野生復帰に対する農家の理解を大いに助けてきた。あるいは、コウノトリの餌として重要な役割をもつ淡水魚類ほかの水生動物群集の保全・再生を推し進めるため、豊岡では国土交通省・兵庫県・市町村・地域住民・科学者が一体と



なって河川の自然再生を協議する場が設定され、その機能を発揮している。

また、すでに新たな繁殖地となった徳島県鳴門市においては、「コウノトリ連絡推進協議会」という官民学連携の組織が繁殖成功を後押ししたのだが、現在繁殖地の創設に努力している但馬地域の養父市・朝来市あるいは福井県、千葉県野田市はもちろんのこと、新たにコウノトリのつがいが定着・繁殖する可能性のある地方においても同様の連携体制を構築する必要がある。

本研究は、兵庫県立コウノトリの郷公園エコ研究部の方々、特に松本令以氏と船越 稔氏の協力なしには、為しえなかった。また山本義弘兵庫医科大学名誉教授には、DNA解析において大変お世話になり、兵庫県立人と自然の博物館の布野隆之博士には文献収集にご協力をいただいた。さらに、2名の匿名査読者と学会誌編集幹事には貴重なコメントを頂戴した。これらの方々に厚く御礼を申し上げる。本研究はJSPS 科研費(24310033, 16H02994)の助成を受けて行なったものである。

### 摘 要

コウノトリ *Ciconia boyciana* の野生復帰事業は2005年から北近畿の但馬地域で行われてきたが、2017年6月には、野外個体数が100を超えるとともに、徳島県鳴門市において但馬以外で初となるヒナが巣立った。本研究は、日本の再導入個体群確立の経緯を報告するものである。これまでに51羽がリリースされ136羽が巣立ち、これに大陸から飛来した2羽の野生個体を加えた189羽が個体群を構成してきたが、このうち6割にあたる119羽が現在、野外で生活している。本個体群の特徴は、3歳未満の未成熟個体が過半数を占めること、これに3歳以上の独身成熟個体を加えると8割が独身のフローターであること、に認められる。また、性比はメスに大きく偏っているが、このことは野外巣立ち個体の性比に起因している。また、オスの野外残存率がメスに比べて低いことが、性比の歪みを助長している可能性がある。しかし人里に生活する目立つ大型種であるが故に、直接的な人為の影響を正負ともに受けているのが実情であり、果たしてオスの死亡率がメスに比べて高いか否かは、今後の研究を待つ必要がある。

### 引用文献

BirdLife International (2000) *Threatened birds of the world*. Lynx Edicions and BirdLife International, Barcelona and Cambridge.

Blakiston T & Pryer H (1878) A catalogue of the Birds of Japan. *Ibis* 7: 209–250.

Burley N (1977) Parental investment, mate choice, and mate quality. *Proc Nat Acad Sci* 74: 3476–3479.

Burley N (1981) Mate choice by multiple criteria in a monogamous species. *Amer Nat* 117: 515–528.

del Hoyo J, Elliott A & Sargatal J (eds) (1992) *Handbook of the Birds of the World. Vol.1*. Lynx Edicions, Barcelona.

江崎保男 (2015) コウノトリ野生復帰の薬効：ワイズユースによる地域社会づくり. *ECPR* 36: 3–10.

Ezaki Y, Mitsuhashi Y & Ohsako Y (2016) Survival, mortality and skewed sex ratio of the Japanese Oriental White Stork reintroduced population at the end of 2014. *Reintroduction* 4: 95–102.

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.

Ezaki Y, Ohsako Y & Yamagishi S (2013) Re-introduction of the oriental white stork for coexistence with humans in Japan. In: Soorae PS (ed) *Global Re-introduction Perspectives: 2013. Further case studies from around the globe*: 85–88. IUCN/SSC Re-introduction Specialist Group and Abu Dhabi, UAE: Environment Agency-Abu Dhabi, Gland.

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 – 激しい種内闘争? *山階鳥学誌* 43: 197–201.

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—*: 34–52. 朝倉書店, 東京.

兵庫県教育委員会・兵庫県立コウノトリの郷公園 (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.

Hyogo Prefectural Board of Education (HPBE) & Hyogo Park of the Oriental White Stork (HPOWS), Translated by Ezaki Y & Sagara J (2014) *Grand Design for Reintroduction of the Oriental White Stork*. *Reintroduction* 3: 67–86.

池田 啓 (2000) コウノトリの野生復帰をめざして. *科学* 70: 569–578.

IUCN (2017) *The IUCN Red List of Threatened Species*. Version 2017-1 (online) [www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org), accessed 2017-8-18.

岩佐修理 (1936a) カフノトリ (鶴). *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* 11: 59–61.

Jones IL & Hunter FM (1993) Mutual sexual selection in a monogamous seabird. *Nature* 362: 238–239.

環境省 (編) (2014) *レッドデータブック 2014 2 鳥類*. ぎょうせい, 東京.

片野 修 (1998) 水田・農業水路の魚類群集. 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—*: 67–79. 朝倉書店, 東京.

菊地直樹 (2017) 「ほっとけない」からの自然再生学 コウノトリ野生復帰の現場. 京都大学学術出版会, 京都.

- Murata K, Itoh Y, Ogawa A & Mizuno S (1998) Sexing the Oriental White Stork *Ciconia boyciana* by PCR using a single plucked feather as a source of DNA. *Jpn J Ornithol* 46: 157–162.
- 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. *Conser Genet* 5: 553–560.
- 丹羽甲子郎 (1892) 鳥日記. *動物学雑誌* 4: 271–273.
- 阪本 勝 (1966) コウノトリ. 神戸新聞社出版部, 神戸.
- 田和康太・佐川志朗・内藤和明 (2016) 9年間のモニタリングデータに基づく野外コウノトリ *Ciconia boyciana* の食性. *野生復帰* 4: 75–86.
- 山村則男 (2014) コウノトリとトキの野生復帰事業における近親交配への対処について. *野生復帰* 3: 63–65.
- 山階芳麿・高野伸二 (1959) 日本産のコウノトリ *Ciconia ciconia boyciana* Swinhoe の棲息数調査報告. *山階鳥研報* 1: 505–521.