

コウノトリ *Ciconia boyciana* のペリット — 秋季の食性解明 —

*伊崎実那^{1,2}・江崎保男^{1,3}

A study on pellets of the Oriental White Stork *Ciconia boyciana* — the feeding habits in autumn —

* Mina Izaki^{1,2} and Yasuo Ezaki^{1,3}

¹ Graduate School of Regional Resource Management, University of Hyogo, 128 Shounji, Toyooka, Hyogo 668-0814, Japan

² Local Government of Toyooka city, Division for Coexistence with the Oriental White Stork, 2-4 Chucho, Toyooka, Hyogo 668-8666, Japan

³ Hyogo Park of the Oriental White Stork, 128 Shounji, Toyooka, Hyogo 668-0814, Japan

* E-mail: naoiza0609@gmail.com

Abstract Pellets of the Oriental White Stork *Ciconia boyciana* were collected on 10 consecutive days in early to mid-October, at the foot of 4 electric poles that were used for roosting. Their morphology and contents were examined for the study of food and feeding habits. On the day after the stork roosted on the electric pole, new pellets were found under the roost without fail, summing up to 12 samples. Three orders of insects were found in the samples: Orthoptera, Coleoptera and Hemiptera. Orthoptera was found most frequently, followed by three Coleopteran families (Hydrophilidae, Dytiscidae and Carabidae). This study reveals that the pellets provide important information on storks' feeding habits especially on small insects. Fish and amphibians that are usually observed to be eaten in the field were never found in the samples. Seven pellets regurgitated by a male and 5 other pellets by other individuals were separated using the

male's tracking data obtained through GPS transmitter. They were examined and compared, but no differences were found both in morphology and contents. Also, a special attention was paid to the foraging habitat of the male on the day just before the regurgitation that are available from his tracking data. It turned out that 80% of foraging habitats were paddy field, which does not contradict the contents of the pellets that are mainly composed of small insects.

Key words GPS tracking, Insects, Oriental White Stork, Pellet, Roosting

はじめに

フクロウやタカなどの猛禽類やカラス科などの鳥類では、採餌物の不消化部分をペリットとして吐き出すことが知られており（松岡 1976；後藤ほか2015など）、ペリットを用いて広く食性の研究がなされている。また、ヨーロッパを繁殖地とするシュバシコウ *Ciconia ciconia* もペリットを吐き出すことが知られており、その内容物には多くの昆虫が含まれている（Vrezec 2009；Cherik et al. 2014）。ペリットの内容物からは、欠損があるものの採餌物の「物証」が得られることから、食性の解明に有効であるが、極東に生息するコウノトリ *Ciconia boyciana* のペリットに関する報告は、現時点では見当たらない。

コウノトリはコウノトリ目コウノトリ科に属する大型の水鳥で、魚類を主食とし、昆虫やカエルなど様々な生物を採食する（del Hoyo et al. 1992）。日本国内では水田の広がる里地に生息しており、2005年の再導入以降これまでに行われた食性に関する研究において、両生類、魚類、爬虫類など多様な動物を採ることが明らかになっているが（Naito and Ikeda 2007；田和ほか 2016）、これらは目視により得られた情報であり、サイズの小さな動物、とりわけ昆虫類の情報は少ない。

そこで本研究では、野外コウノトリのペリットを採集し、その形態の記載および特に昆虫に注目した内容物の解明を行った。また、コウノトリに取り付けた発信機の

¹ 兵庫県立大学大学院地域資源マネジメント研究科
668-0814 兵庫県豊岡市祥雲寺字二ヶ谷128番地

² 豊岡市コウノトリ共生部コウノトリ共生課
668-8666 兵庫県豊岡市中央町2番4号

³ 兵庫県立コウノトリの郷公園
668-0814 兵庫県豊岡市祥雲寺字二ヶ谷128番地

* E-mail: naoiza0609@gmail.com

GPSデータを活用し、ペリットの吐き出し主の特定およびペリットに含まれる採餌物を摂取したハビタットの把握を試みた。

調査地と方法

調査地の兵庫県豊岡市出石町には、色足環により個体識別が可能なコウノトリ、97オス（2014年生まれ）と110メス（2015年生まれ）が定着している。2017年の調査で、当該雌雄はペア形成中であり、調査地内で頻繁な連添い行動を行なっていることが判明し、2018年4月には調査地内に移設した人工巣塔での造巣行動と交尾を確認した（伊崎 未発表）。この雌雄についての2017年からの1年間にわたるモニタリングでは、日中にペリットを吐き出したことはなかったため、本研究ではねぐらに着目した。当該雌雄は、最初に連れ添い行動を確認した2017年10月から、しばしば近接した電柱上でねぐらをとることがわかっており、2018年の秋期においては、その主たる場所は4つの電柱（ α 、 β 、 γ 、 δ ）であった（図1）。なお、2017年の調査開始以降、当該電柱でねぐら入りした記録がある個体は97オスと110メスのみであり、1本の電柱につき1羽がねぐら入りすることが通例であった。また、コウノトリはねぐら入り後から翌朝の飛び立ちまでに移動しないことが報告されている（Ezaki and Miyara 1996）。

これらをふまえ、2018年10月8日から2018年10月17日までの連続する10日間の夕刻、4つの電柱（ α 、 β 、 γ 、 δ ）へのコウノトリ飛来の有無及び電柱下にペリットが落ちていないことを確認した。そして翌朝、電柱下を巡回し、ペリットの有無を調べた。なお、電柱へのコウノ

トリの飛来の有無は目視で確認することができたが、夕刻は暗く足環による個体識別ができなかった。しかし、これまでの調査記録から、調査対象の4つの電柱に飛来する個体は97オスと110メスである可能性が極めて高い。さらに後述のとおり97オスにはGPS発信機が装着されているので、発信機データを基にねぐら入り個体の推定を試みた。そして、ねぐら入り個体が一晩電柱上で過ごしたとみなし、その直下に落ちていたペリットはねぐら入り個体の吐き出したものと推定した。

ペリットを見つけた場合には、大きさを計測できるように定規を当て写真撮影のうえ、密閉できる袋に回収して整理番号を付し、冷凍保存した。計測にあたっては、一番大きなペリットの長径及び面積を測った。計測には測定ツールキットLeafareacounter Plusを使用した。次に採集したペリットの湿重量と乾燥重量を計測した。湿重量は、密閉袋のまま計測した後、袋の重さを引いた値であり、乾燥重量は、採集したすべてのペリットを同時に定温乾燥機に入れ、60℃で24時間乾燥させた重量とした。計測後、水で攪拌し、1mmメッシュのふるいでろ過し、内容物について目視による同定を行った。

なお、97オスには、GPS発信機が装着されており、2時間おきに位置情報を取得できる。そこで、ねぐら入り後の20時から翌朝4時までの位置情報5点を地理情報システム（Q-GIS）によって解析し、97オス由来のペリットを特定した。特定後、97オスのペリットとその他のペリットについて形態的な差の有無を、計測値を用いて解析した。また、前日の8時から16時までの位置情報5点を、航空写真上に落とし込み、97オスの利用ハビタットを解析した。

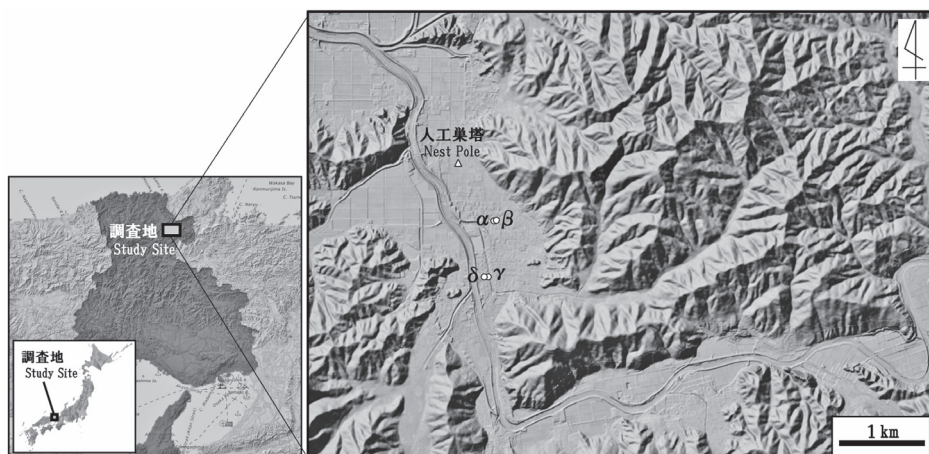


図1. 兵庫県豊岡市出石町の調査地。調査地内にはコウノトリがねぐらとして使った4本の電柱（ α 、 β 、 γ 、 δ ）と、2018年の繁殖期に雌雄2羽が造巣した人工巣塔が存在している。（地理院タイル：基本測量成果、全国最新写真、標高タイルを加工して作成）

表1. 4つの電柱 ($\alpha, \beta, \gamma, \delta$) のねぐら利用とペリットの有無. 夕刻にコウノトリのねぐら入りを確認した電柱の下には、翌朝例外なくペリットが確認でき、これら12個をA~Lと名付けた. 空欄はペリットがなかったことを示し、*は当該電柱で97オスがねぐらを取ったことを示している. なお、10月12日、13日及び15日には、このオスは調査地外でねぐらをとったことが分かっている.

ねぐら入り 確認日	α	β	γ	δ	ペリット数
10月8日	A	B*			2
10月9日	C*				1
10月10日			D*		1
10月11日			E	F*	2
10月12日				G	1
10月13日					0
10月14日			H	I*	2
10月15日					0
10月16日				J*	1
10月17日			K	L*	2
ペリット数	2	1	4	5	12

結果

調査初日の10月8日には、 α と β の2つの電柱にコウノトリがねぐらをとったが、このうち β 電柱にねぐらをとったのは後述のように、97オスであったことがわかっている. 10日間の調査で、4つの電柱のいずれにもコウノトリがねぐらをとらなかったのは、10月13日及び15日の2日のみであり、これら以外の8日は、97オスを含む2羽(4日)あるいは97オスのみ(3日)、もしくは97オスではない1羽(1日)がねぐらをとった. その翌日には当該電柱の下に、必ず新しいペリットが落ちていた. また、2羽がねぐらをとった日には、必ず α と β もしくは γ と δ の組み合わせであった. 結果的には、 α 電柱下で2個、 β 電柱下で1個、 γ 電柱下で4個、 δ 電柱下で5個を採集し、これら12個のペリットにA~Lの名前を与えた(表1). なお、A~Lのうち7個のペリットを吐き出したのが97オスであることは、GPS発信機データの記録の解析によって裏付けられた(図2).

ペリットは硬めのペースト状で、海水と酢酸を混ぜたような臭気を発していた. 色はレンガのような赤みがかかった茶色であることが多く、ミートソースに似ている. 1個が単独で落ちている場合と、複数が落ちている場合があるが、後者の場合にも、群を抜いて大きなものがひとつ(メインペリット)存在した(図3). ペリット(もしくはメインペリット)の長径は46.6~102.6mmで平均は82.3mm、面積は13.0~64.7cm²で平均は

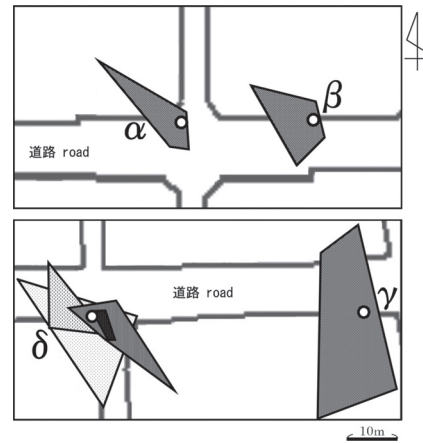


図2. 97オスのねぐら位置を示すGPS情報. 7つの多角形はそれぞれ、一晚(20時~翌朝4時の間で2時間おき)に得られた5点の最外郭を結んだものであり、すべてのプロットがねぐら電柱を含んでおり、かつ電柱近傍に分布することを示している. δ 電柱には4夜、その他の3電柱には、それぞれ1夜ねぐらをとった. (地理院タイル: 基本測量成果を加工して作成)

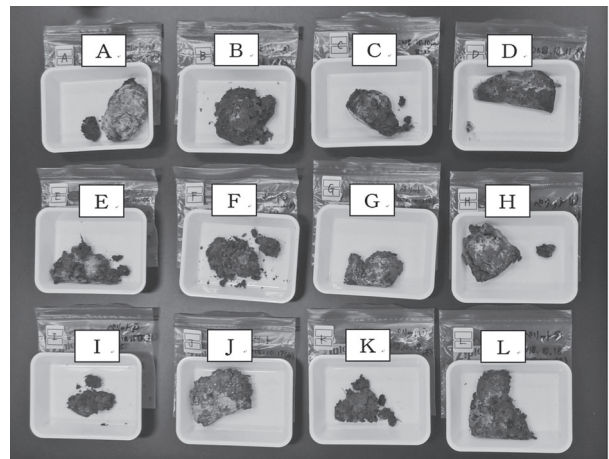


図3. 採集した12個のペリットA~L(乾燥前).

38.6cm²であった. 湿重量は9.0~82.5gで平均は37.0g、乾燥重量は4.0~32.0gで平均は15.7gであった. 乾燥重量/湿重量は0.39~0.57であり、水分が半分かそれ以上を占めていたことになる(表2). なお、97オスの吐いたものが、そうでないものよりも大きい、あるいは重いといった傾向は、マン・ホイットニーのU検定を行ったところ、認められなかった($P > 0.05$).

ペリット内容物をペリット別に表3に示すが、最も数が多かったものは直翅目であり、すべてのペリットから検出された. ペリット1個当たり8~87頭、平均で40.5頭をカウントした. また、その後肢の特徴等からイナゴ亜科が同定できた. 鞘翅目もすべてのペリットから検出され、頭部の特徴から水生昆虫であるガムシ科とゲンゴロウ科、陸生昆虫であるオサムシ科と同定できた. オサムシ科については、脚部や上翅も多数含まれており、

表2. ペリット全12個のサイズと重さ. Dの収集時は雨天であり, Lはクルマに轆かれていたので, それぞれの重量データとサイズデータ (カッコ内) は, 平均値算出及び検定時には除いてある. *は表1に同じ.

ペリット	サイズ		重量		
	長径(mm)	面積(cm ²)	湿重量(g)	乾重量(g)	乾重量/湿重量
A	97.3	64.7	59.0	22.5	0.39
B*	93.3	51.1	36.0	20.5	0.57
C*	79.5	36.7	42.5	16.5	0.39
D*	79.7	36.1	(57.5)	(13.5)	(0.24)
E	70.1	25.4	30.0	12.0	0.40
F*	94.3	28.2	25.0	12.5	0.50
G	60.3	23.8	22.0	9.0	0.41
H	89.5	44.1	45.5	19.5	0.43
I*	46.6	13.0	9.0	4.0	0.45
J*	102.6	62.1	82.5	32.0	0.39
K	91.5	38.6	17.5	7.5	0.43
L*	(93.7)	(56.1)	37.0	16.0	0.44
平均	82.3	38.6	37.0	15.7	-

表3. ペリット内容物. 直翅目については一対の後肢, 鞘翅目と半翅目については頭部を一頭とカウントすることにより, 個体数を算出した. +は, 個体数算定の基準情報が得られず, かつ少量であったことを示す. *は表1に同じ.

ペリット	昆虫類			甲殻類	植物
	直翅目	鞘翅目	半翅目	十脚目	
A	72	2		+	+
B*	70	5			+
C*	28	1			+
D*	17	4	1	+	+
E	43	5			+
F*	45	1			+
G	25	3	2		+
H	33	3		+	+
I*	8	+		+	+
J*	87	11			+
K	23	1		+	+
L*	35	5	1	+	+

表4. 97オスのペリット7個を採集した前日の利用ハビタット. このオスの日中(8時~16時の間で2時間おき), 1日あたり計5点のGPS情報を, 航空写真に重ね合わせるにより, 4つのハビタットカテゴリーに配分してある.

ペリット	ハビタット				計
	水田	河川	その他	判別不可	
B	4	1			5
C	3	1	4		5
D	5				5
F	5				5
I	4			1	5
J	3		2		5
L	4		1		5
計	28	2	4	1	35

その特徴的な上翅からエゾカタビロオサムシ*Campalita chinense*を検出・同定することができた. 半翅目は3個のペリットから検出され, 頭部の特徴からコオイムシ属 spp.と同定できた. また, すべてのペリットからイネ科の根や茎, もみ殻などの植物を少量検出したほか, 6個のペリットから十脚目を少量検出した. なお, 97オスの

ペリット7個に着目した場合, 構成には変動があるものの主に直翅目と鞘翅目からなる点において変わることはなく, またこの7個とそれ以外の5個との間にも直翅目と鞘翅目の数において差は認められなかった(いずれも, マン・ホイットニーのU検定, $P > 0.05$).

GPS発信機データから, 97オスがペリットを吐き

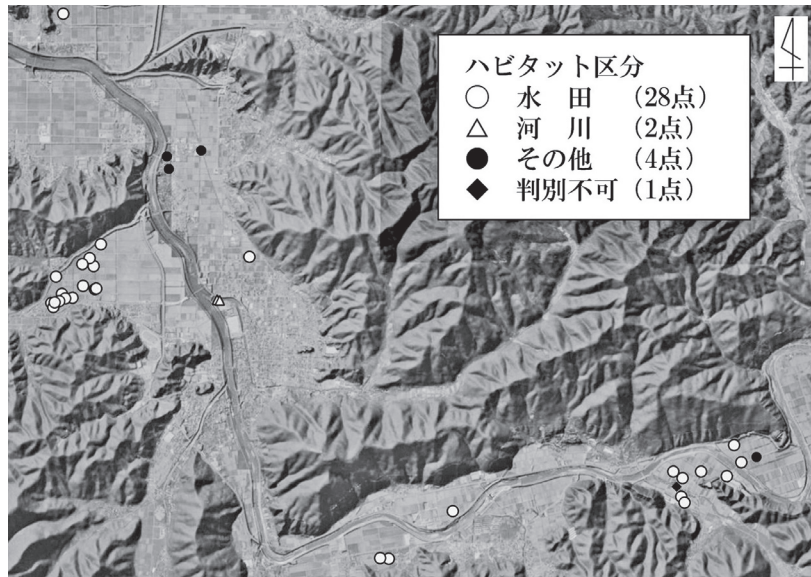


図4. 97オスがペリットを吐き出す前日中でのハビタット区分別GPSポイント7日分、計35点。なお、河川の2点はほぼ同位置に重なっている。（地理院タイル：全国最新写真を加工して作成）

出した前日の8時～16時の位置情報5点の7日分、合計35点から、このオスの利用ハビタットを解析した（図4）。調査地を水田、河川、その他（住宅地、大型排水路、森林など）の3つに区分し、航空写真上に位置情報を表示し、利用ハビタットを読み取ると、水田が28点（80.0%）、河川が2点（5.7%）、その他が4点（11.4%）、判別不可が1点（2.9%）であった（表4）。また、このうち河川を使っていた翌日のペリットはBとCであったが、これら2つと他のペリットの間で内容物において特段の差は認められなかった（表3参照）。

考 察

今回の調査期間において、コウノトリは10日中の8日間、ペリットを吐き出しており、少なくとも秋季には、ねぐら下での継続的なペリットの採集ができることが分かった。また、ペリットの吐き出し時刻については、早い時刻はもちろんのこと、電柱下を目視確認した最も遅い時刻である20時40分にもペリットがねぐら電柱下に確認できなかったことから、ねぐら入り後すぐに吐き出すわけではないと考えられる。

ペリットの内容物で最も多くカウントされた生物は直翅目であり、秋季のコウノトリの主食の1つと推定できる。豊岡市では無農薬・減農薬の「コウノトリ育む農法」による稲作面積が年々増加しており、豊岡市農林水産課によれば2018年には市内の水田の約15%で実践されている。直翅目は稲を食べることから稲作では「害虫」と見

なされているが、同農法では殺虫剤を使用しないため直翅目の増加が懸念されており、コウノトリは直翅目の個体数抑制に寄与している可能性がある。この点については、引き続きコウノトリのモニタリング調査および水田における直翅目の密度調査などを経て定量的に評価していく必要がある。

次に、コウノトリのペリットには鞘翅目の頭部が比較的形をとどめて残っており、3科を同定するに至った。これらの同定により、新たな知見として鞘翅目の陸生昆虫である「オサムシ科」が検出された。サイズが小さく、目視調査や画像などでは識別の難しい鞘翅目を同定できたことは、ペリットがコウノトリの食性解明に有効であることを改めて裏付けた。また、直翅目に次ぐ検出数の多さから、鞘翅目は秋季のコウノトリの重要な餌生物であると考えられる。

いっぽう、モニタリングでは餌生物として頻りに確認されている魚類及び両生類が、本研究ではまったく検出されなかった。堀田（2004）は、サギ類のペリットには食した魚や両生類、哺乳類の証拠はほとんど残らないと述べており、また、兵庫県立コウノトリの郷公園が飼育しているコウノトリにはアジやドジョウなどの魚類が毎日与えられているが、ペリットをめったに吐かないことが分かっている（船越 未発表）。これらのことは、コウノトリが魚類及び両生類については、骨まで消化しきっていることを示唆しており、ペリットから魚類と両生類を検出することは難しいと考えられる。

また、全てのペリットから植物を検出したが少量で

あった。その量から、餌動物にまぎれて摂取されただけの可能性もあるが、田和ほか (2016) は、野外コウノトリが意図的に植物体を採餌している可能性を示唆しており、この点については引き続き研究が必要である。

さて今回、GPS発信機データから、全12個中7個のペリットが97オスの物であると特定できた。ここで、97オスのペリット以外の別個体のペリットの吐き出し主は、これまでの追跡調査から連添い行動をしている110メスと推測される。本研究で2羽が電柱にねぐらをとった日には必ず、隣接した電柱が使われた事実もこのことを支持している。そして両者のペリットの間に形態的な差はまったく認められなかった。このことは、ペリットの形態については性差がない可能性を示している。また、97オスがペリットを吐き出す前日の利用ハビタットの80%は水田であった。この結果は、今回のペリットの主な内容物である昆虫のハビタットと矛盾しない (八尋2008; 関 2012)。Naito and Ikeda (2007) は2002年に定着した1羽の野生個体の調査から、10月のコウノトリの採餌場は50%以上が河川であるとしているが、今回の結果は、秋季の主要な採餌場が水田であることを示唆している。なお、97オスがペリットB及びDを吐き出した前日には、河川を利用していた。河川では、魚類が採られていた可能性があるが、仮にそうであったとしても、前述のように「コウノトリが魚類の骨を消化しきっている」としたら、魚類が検出されないのは当然のことであり、目視調査の重要性がうかがわれる。今後もGPS発信機データを活用し、個体レベルの採餌ハビタットとペリット内容物の分析をセットにした調査と、目視による食性調査を併せた研究によって、コウノトリの採餌生態の解明を進める必要があるだろう。

摘要

10月上旬から中旬にかけての連続10日間、ねぐらとなっている4本の電柱の下でコウノトリ *Ciconia boyciana* のペリットを探索、採集し、形態の記載、内容物から見た食性の解明及び採餌ハビタットの推定を行った。コウノトリが電柱にねぐら入りをした計8日の翌日には必ず、新たなペリットを当該電柱の下で発見し、計12個を採集した。内容物からは、直翅目、鞘翅目、半翅目の昆虫3目を検出し、直翅目が最も多くカウントされた。次いで多かった鞘翅目からは、ガムシ科、ゲンゴロウ科、オサムシ科を検出した。このように、コウノトリの食性を解明するうえでペリットが、特に昆虫について重要な物証を提供することが分かった。この他に、少量の植物

と十脚目を検出した。なお、モニタリングで頻繁に観察される魚類及び両生類は検出されなかったが、このことには、これらの骨が消化されやすいことが関係している可能性がある。最後に、GPS発信機の夜間データによりペリットの吐き出し主の特定を行い、特定できたオスのペリットとそれ以外のペリットの形態および内容物を比較したところ、いずれにおいても差は認められなかった。また、GPS発信機の日中データをもちいて、吐き出し前日の採餌ハビタットの推定を行ったところ、水田の利用が80%であり、ペリットから検出された昆虫のハビタットと矛盾しなかった。

キーワード GPS発信機データ、昆虫、コウノトリ、ペリット、ねぐら

謝辞

本研究を行うにあたり、片岡宜彦氏にはペリット採集についてご教示いただいた。コウノトリ市民研究所代表理事の上田尚志氏には、ペリット内容物の同定にご協力いただいた。兵庫県立大学の大迫義人准教授にはGPS発信機データを提供いただいた。兵庫県立コウノトリの郷公園の船越稔主任飼育員には飼育個体のペリット吐き出しについて情報提供いただいた。2名の査読者からは、原稿に関して有益な助言をいただいた。この場を借りて、みなさまに深く感謝申しあげる。本研究は、文部科学省科学研究費補助金基盤研究 (B) 16H02994の成果である。

引用文献

- Cheriak L, Barbraud C, Doumandji S, Boudouessa S (2014) Diet variability in the White Stork *Ciconia ciconia* in eastern Algeria. *Ostrich*, 85:201–204. doi: 10.2989/00306525.2014.971451
- del Hoyo J, Elliott A, Sargatal J (eds) (1992) *Handbook of the Birds of the World*. Vol. 1. Lynx Edicions, Barcelona, 461 p.
- Ezaki Y, Miyara Z (1996) Communal Roosting of Wintering Oriental White Storks *Ciconia boyciana* in Yonaguni Island, the Westernmost Japan. *Japanese Journal of Ornithology*, 45:31–35.
- 後藤美千代・鈴木雪絵・永幡嘉之・梅津和夫・五十嵐敬司・桐谷圭治 (2015) 庄内地方におけるカラス3種のペリット内容物から見た食性. *日本鳥学会誌*, 64:207–218.
- 堀田昌伸 (2004) ペリット. 山岸 哲・森岡弘之・樋口広芳 (監修) *鳥類学事典*. 昭和堂, 京都, pp. 759–760.
- 松岡 茂 (1976) 北海道大学苫小牧地方演習林における冬期間のフクロウの食性について. *北海道大学農学部演習林研究報告*, 34:161–173.
- Naito K, Ikeda H (2007) Habitat restoration for the reintroduction of oriental white storks. *Global*

Environmental Research, 11:217–221.

関 慎太郎 (2012) ポケット図鑑 田んぼの生きもの400. 文一総合出版, 東京, 320 p.

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.

Vrezec A (2009) Insects in the White Stork *Ciconia ciconia* diet as indicators of its feeding conditions: The first diet study in Slovenia. *Acrocephalus*, 30:25–29.

八尋克郎 (2008) オサムシー飛ぶことを忘れた虫の魅惑ー. 八坂書房, 東京, 222 p.

(2019年3月15日受理)

