

農地における再導入コウノトリ *Ciconia boyciana* の救護・死亡箇所の特徴とその食性

田和康太¹・松本令以²・佐川志朗^{2,3}

Characteristics of rescue and mortality sites of the Oriental Stork *Ciconia boyciana* in agricultural lands and their feeding habits

* Kota Tawa¹, Rei Matsumoto² and Shiro Sagawa^{2,3}

¹ River Restoration Team, Water Environment Research Group, Public Works Research Institute

1-6, Minamihara, Tsukuba, Ibaraki Pref. 305-8516, Japan

² Hyogo Park of the Oriental White Stork

128 Shounji, Toyooka, Hyogo Pref. 668-0814, Japan

³ Graduate School of Regional Resource Management, University of Hyogo

128 Shounji, Toyooka, Hyogo Pref. 668-0814, Japan

* E-mail: zi14ktawa@gmail.com

Abstract We studied the characteristics of rescue and mortality cases of the oriental stork *Ciconia boyciana*, focusing on agricultural lands, its primary habitat. We also examined the oesophageal and stomach contents of two dead storks for research purposes. There were 53 cases in the Tajima region and Kyotango city, and a significant positive correlation was detected between the number of cases and number of nests in each year. Most cases had occurred in paddy fields, and their peak was observed in June and July. There was a sharp decline in the number of cases after August. Therefore, we suggested that storks flying into paddy fields during periods of high feeding rates can be rescued or dead. In other areas, the cases had occurred in lotus paddy fields and irrigation ponds. We observed aquatic insects such as the water scavenger beetle *Hydrophilus acuminatus* and the ferocious water bug *Appasus japonicus* in two storks,

and the status of feeding on aquatic insects was clarified. We consider that the number of rescue cases in agricultural areas would increase in the future. Therefore, we suggest securing habitats for aquatic animals by natural restoration and making appropriate arrangements considering the safety for storks.

Key words aquatic Coleoptera, aquatic Hemiptera, feeding habit, paddy field water body, rescue, utilization of dead stork,

はじめに

再導入されたコウノトリの野外個体数が100個体を超えたのは、再導入元年の2005年から12年が経過した2017年のことであったが、そのわずか3年後の2020年6月には野外個体数が200個体を超えた（兵庫県立コウノトリの郷公園 2021）。またコウノトリの野外営巣地についても、特に西日本を中心に2017年以降急速に拡大しており（江崎 2019）、2020年には再導入以降初となる東日本での繁殖が記録された（国土交通省関東地方整備局 2020）。

このようにコウノトリの野生復帰が急速な進展を見せる中で、新たな問題が顕在化するようになった。それは野外個体の救護・死体回収事例の増加である（松本 2021）。これらの要因として、他個体との闘争などコウノトリの生態に起因するものがある一方、人間活動に起因するものも無視できない（Matsumoto et al. 2019）。2005年から2020年11月末までに救護または死体回収されたコウノトリはのべ147個体であったが、そのうち43.5%にあたる64個体の救護・死亡要因が防獣ネット、電気通信設備、猟具など、人間活動に起因するものであったことが記録されている（松本 2021）。

国際自然保護連合（IUCN）は、野生生物の再導入およびその保全に関するガイドラインを制定している。その中で、対象個体群の死因を正確に特定することは、野生復帰の進捗状況を評価し、定着した個体群が直面している課題を明らかにする上で重要となることが示されている（IUCN 2013）。コウノトリについても、今後、更なる野生復帰の拡大が見込まれる中、このような観点か

¹ 国立研究開発法人土壌研究所水環境研究グループ河川生態チーム

305-8516 茨城県つくば市南原1番地6

² 兵庫県立コウノトリの郷公園

668-0814 兵庫県豊岡市祥雲寺二ヶ谷128番地

³ 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二ヶ谷128番地

* E-mail: zi14ktawa@gmail.com

表1. 但馬地域・京丹後市とその他の地域における再導入コウノトリの農地での救護・死体収容件数のタイプ別比較.

Table 1. Comparison of the number of rescues and carcasses of the oriental stork *Ciconia boyciana* in agricultural lands in the Tajima region (Toyooka and Yabu cities), Kyotango city, and other regions.

Habitat type	Tajima region and Kyotango city	Other area
Rice paddy field	31	5
Fallow field	3	
Lotus paddy field		3
Farmland	5	
Irrigation creek	11	8
Farm road	3	1
Irrigation pond		3
Total	53	20

ら野外における救護・死亡状況の傾向について整理しておく必要がある。また、野生復帰において野外個体の情報は大変貴重であるため、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) では、救護個体や死亡個体に関して血液、羽毛、糞便、ペリット等のサンプルの採取、死亡個体の剥製化などによる他の研究への学術的活用が推奨されている (山岸 2018)。実際に野外死亡個体の筋肉や野外死亡個体および救護による一時収容個体の羽毛を活用した安定同位体比解析が実施されるなど (田和ほか 2016a; Tawa and Sagawa 2021)、その学術的利用例は増えつつある。

本稿では、はじめにコウノトリの主要な生息場所の一つである農地に着目し、救護・死亡箇所の景観的特徴をまとめた。次に、農地およびその近辺で収容された死亡個体を活用し、それらの食道および胃内容物を分析することで、野外におけるコウノトリの食性に関する新たな知見を得ることを目指した。これらの結果を合わせ、今後のコウノトリ野生復帰における留意点を考察した。

研究方法

1. 農地におけるコウノトリ救護・死体回収箇所の整理

兵庫県立コウノトリの郷公園に収蔵されている野外コウノトリの救護・死体回収に関するデータを活用した。これらのデータは日々更新されているが、本研究では2005年10月24日から2020年10月5日までののべ147個体分を活用した。これらのデータには、救護・死体回収の対象となった野外コウノトリの個体情報や救護・死体回収場所の情報等が詳細に記録されている。本研究では、これらのうち農地での事例を抽出し、各個体の救護・死体回収箇所を水田、休耕田、ハス *Nelumbo nucifera* 田、畑地、農道、農業用水路、ため池のカテゴリに分けて整理した。

これらの農地でのデータについて、野外コウノトリの繁殖中心地である但馬地域 (豊岡市および養父市)・京丹後市とその他の地域とに分けてまとめた。また、但馬地域・京丹後市における年ごとの野外営巣数を整理し、農地における救護・死体回収事例数との関係性を調べた。

2. 死亡個体の食道および胃内容物の分析

2018年に豊岡市で死体回収された個体 (個体番号 J0194) の食道内容物および茨城県小美玉市で救護され、後に死亡した個体 (個体番号 J0191) の胃内容物を調べた。J0194は2018年4月7日に豊岡市日高町山本の人工巣塔で生まれ、同年6月23日に巣立った。しかし同年7月13日に人工巣塔付近の水田地帯にある送電線鉄塔と接触し感電死したものである。J0194の死体回収は死亡翌日に行われたこともあり、食道内容物が多く残っている状態であった。J0191は千葉県野田市のコウノトリ飼育施設で2018年3月26日に生まれ、同年6月9日に野外へ放鳥された。しかし同年8月27日に茨城県小美玉市のハス田において防鳥ネットに羅網していたところを救護され、その3日後に死亡したものである。

各個体の食道内容物および胃内容物は、病理解剖後ただちに冷凍保存された。後日、大脇ほか (2015) に従い、内容物を解凍し、バット上で水道水によりほぐしながら、出現した動物群の目視同定を可能な限り下位の分類群まで行った。

結果

但馬地域および京丹後市の農地における救護・死体回収箇所の特徴

2005年10月24日から2020年9月25日の間に但馬地域・京丹後市では計111事例の救護・死体収容事例があった。そのうちの56事例 (50.5%) が農地におけるものであった。56事例のうち、野外への解放直後の衝突等、人的要因を除く53事例について、救護箇所の内訳を示した (表1)。最も多かったのは水田での救護であり、全体の31事例 (58.4%) を占めた。他に農業用水路11事例、畑地5事例、農道3事例、休耕田3事例となった (表1)。

農地における救護・死体回収発生箇所の分布図を図1に示した。特に但馬地域の複数のエリアにおいて事例発生箇所が集中していた。また、盆地の谷や山際の農地での事例が多くみられた。

農地における救護・死体収容件数の年次変化をみると、ある程度の変動はあるものの、年の経過とともに増加傾向

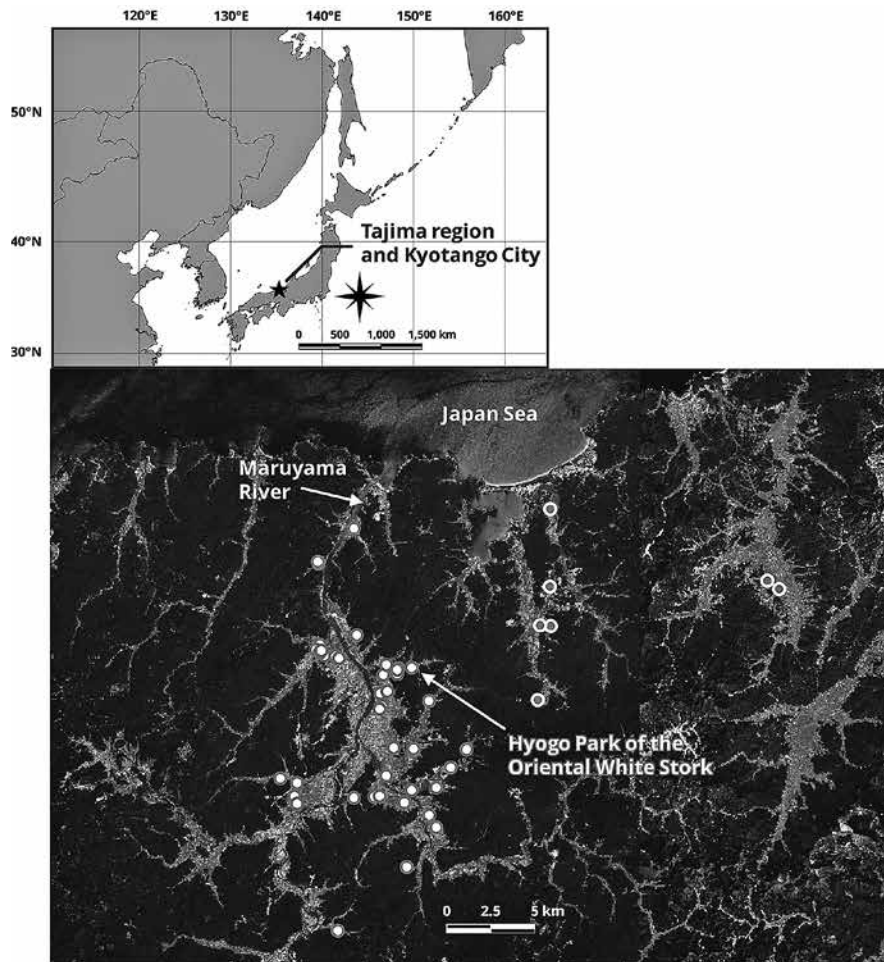


図1. 2008年から2020年までの但馬地域（豊岡市および養父市）・京丹後市の農地におけるコウノトリの救護箇所。白色プロットと灰色プロットはそれぞれ但馬地域と京丹後市における事例発生箇所を示す。背景には、Sentinel-2によって撮影された2019年5月24日および2021年2月22日の衛星写真を使用した。これらの衛星写真については、産業技術総合研究所のLandBrowser (<https://landbrowser.airc.aist.go.jp/landbrowser/index.html>) からダウンロードした。

Fig. 1. Rescue and carcass-recovery sites of the oriental stork *Ciconia boyciana* in agricultural lands in the Tajima region (Toyooka and Yabu cities) and Kyotango city from 2008 to 2020. White and grey circles indicate occurrence sites in the Tajima region and Kyotango city, respectively. The source data of satellite images (24 May 2019 and 22 February 2021) were downloaded from AIST's LandBrowser, (<https://landbrowser.airc.aist.go.jp/landbrowser/index.html>). Sentinel-2 data courtesy of the ESA remote sensing data.

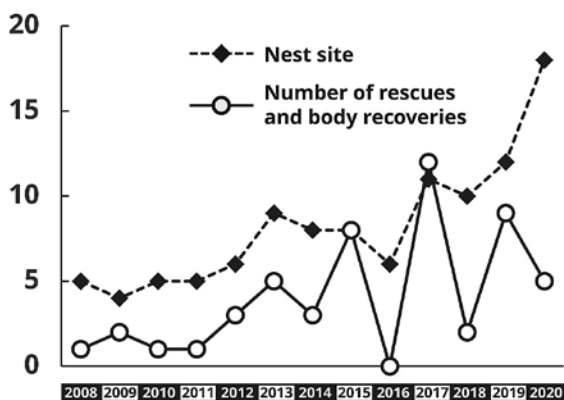


図2. 2008年から2020年までの但馬地域（豊岡市および養父市）・京丹後市の農地におけるコウノトリの救護・死体回収件数および営巣数の年変化。

Fig. 2. Annual changes in the number of rescues, carcasses recovered and nesting sites of the oriental stork *Ciconia boyciana* in agricultural lands in the Tajima region (Toyooka and Yabu cities) and Kyotango city, Japan, from 2008 to 2020.

向が示された。また但馬地域・京丹後市における各年の野外営巣数とも高い相関が得られた（図2, Kendallの順位相関, $\tau = 0.52$, $p < 0.05$ ）。農地における救護・死体回収の月別季節変化をみると、6月から7月に顕著なピークがみられた（図3）。特にこの2か月は水田における件数が多かった。8月になると水田の件数が急激に低下した。

他地域の農地における救護・死体回収箇所の特徴

その他の地域では、2009年1月8日から2020年10月9日までの間に36事例の救護・死体回収件数があった。そのうち20事例（56%）が農地におけるものだった。20事例の救護・死体回収箇所の内訳は、農業用水路が8事例、

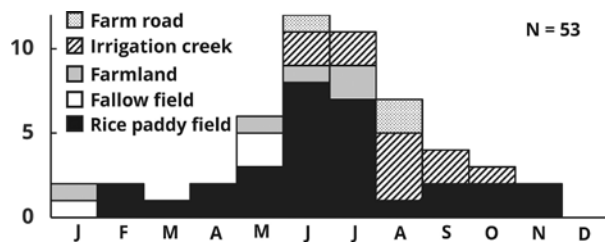


図3. 2008年から2020年までの但馬地域（豊岡市および養父市）・京丹後市の農地におけるコウノトリの救護・死体収容件数の季節変化。
Fig. 3. Seasonal changes in the number of rescues and carcasses of the oriental stork *Ciconia boyciana* in agricultural lands in the Tajima region (Toyooka and Yabu cities) and Kyotango city, Japan, from 2008 to 2020.



図4. 都道府県別に見た農地におけるコウノトリの救護・死体収容件数。
Fig. 4. The number of rescues and carcasses of the oriental stork *Ciconia boyciana* in agricultural lands by prefecture in Japan.

水田が5事例、ハス田とため池がそれぞれ3事例、農道が1事例であった（表1）。農地における20事例の発生箇所を都道府県別にみると、兵庫県、京都府以外では、徳島県での事例が多かった（図4）。また、地域別には中国・四国地方に集中していた。その他、茨城県と石川県でも複数の事例があった。農地における20事例の年次変化をみると、特に2017年以降、急激な増加傾向がみられた（図5）。農地における救護・死体回収の月別季節変化には、顕著なピークがみられなかった（図6）。但馬地域・京丹後市ではみられなかったハス田やため池での事例は8月から1月の間にみられた。

死体回収された野外コウノトリの食性解析

J0194の食道内容物として、ドジョウ属 *Misgurnus* sp.,

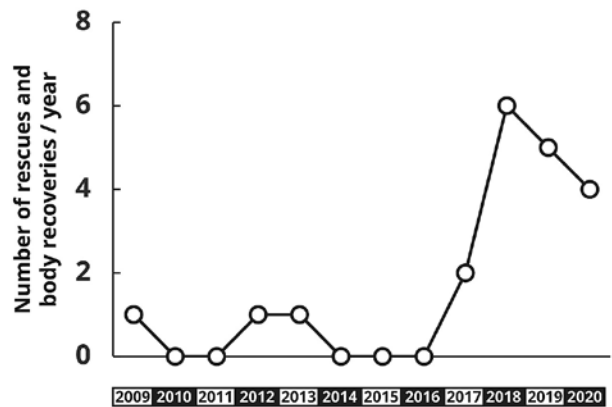


図5. 2009年から2020年までの但馬地域（豊岡市および養父市）・京丹後市以外の地域の農地におけるコウノトリの救護・死体収容件数の年変化。
Fig. 5. Annual changes in the number of rescues and carcasses of the oriental stork *Ciconia boyciana* in agricultural lands except in the Tajima region (Toyooka and Yabu cities) and Kyotango city, Japan, from 2009 to 2020.

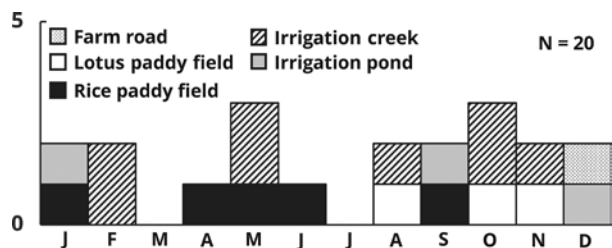


図6. 但馬地域・京丹後市以外の地域の農地における再導入コウノトリの救護・死体収容件数の季節変化。
Fig. 6. Seasonal changes in the number of rescues and carcasses of the oriental stork in agricultural lands except in the Tajima region (Toyooka and Yabu cities) and Kyotango city, Japan, from 2009 to 2020.

トノサマガエル *Pelophylax nigromaculata* 成体、トンボ科幼虫、ガムシ *Hydrophilus acuminatus* 成虫（付図1a）、コガムシ *Hydrochara affinis* 成虫、コオイムシ *Appasus japonicus* 成虫（付図1b）などが検出された（表2）。その他、カワゴケ科等の植物も検出された（付図1e）。カワゴケ科は約10cm×7cm程度のかたまりであったため、食道内容物のかなりの容積を占めており、このカワゴケ科植物に動物群が絡みついていた。J0191の胃内容物として、ハイイロゲンゴロウ *Eretes griseus* 成虫（付図1c）、アメリカザリガニ *Procambarus clarkii*（付図1d）等が検出された。その他、カヤツリグサ科の塊茎（付図1f）や徐放性肥料カプセルが多数検出された（表2）。

表2. 2018年に農地で死亡したコウノトリの食道および胃内容物の一覧。

Table 2. Details of oesophageal and gastric contents of two oriental storks (J0191 and J0194) that died in agricultural lands in 2018.

Taxa or item	和名	J0194	J0191	Note
		Esophageal contents	Gastric contents	
Fish	<i>Misgurnus</i> sp.	●		Probabry 7 individuals*
	Actinopterygii sp.		●	Bone fragment
Amphibia	<i>Pelophylax nigromaculata</i>	●		4 individuals
—	Vertebrata sp.	●		Bone fragment
Insecta	Libellulidae sp.	●		1 individual and 1 mandible
	<i>Appasus japonicus</i>	●		3 individuals
	<i>Hydrochara affinis</i>	●		1 individual
	<i>Hydrophilus acuminatus</i>	●		1 individual
	<i>Eretes griseus</i>		●	1 individual
	Coleoptera sp.1	●		1 elytra
	Coleoptera sp.2	●		1 pair of elytra
	Insecta sp.	●		1 walking leg
Crustacean	<i>Procambarus clarkii</i>		●	15 fragments of chelipeds and walking legs
Vegetable	Fontinalaceae sp.	●		1 mass
	Cyperaceae sp.		●	20 tubers
	Monocotyl edonous plant	●	●	
Other	Capsule of chemical fertilizer		●	16 capsules

*The exact species and number of individuals are unknown due to severe damage.

考察

農地における野外コウノトリの救護・死亡箇所からみえるもの

農地、特に水田水域はコウノトリにとって主要かつ周年の採餌景観となる (Naito et al. 2014). 但馬地域・京丹後市では、6月から7月に農地における救護・死体回収事例のピークがみられた。豊岡市の慣行栽培田では6月中旬頃まで、環境配慮型のコウノトリ育む農法の水田では7月初旬まで、それぞれ田面の湛水状態が維持される (西村・江崎 2019)。また、この時期は水田において多種の水生動物の個体数が増加する時期である (内藤ほか 2020)。実際に7月13日に死亡したJ0194の食道からは、ドジョウ属やトノサマガエル成体、トンボ科幼虫、コオイムシ成虫、コガムシ成虫、ガムシ成虫といった水生動物が検出された。なお、救護・死体回収箇所が必ずしも事案の発生箇所ではないため、その点に留意する必要があるが、この時期に農地でコウノトリが救護・死体回収対象となりやすいのは、主に水田において野外コウノトリが採餌のために頻繁に訪れる結果によりもたらされていると考えられる。その一方で、8月になると水田での救護・死体回収件数が激減している。この時期は慣行栽培田、コウノトリ育む農法の水田ともに中干し実施期以降であり (西村・江崎 2019)、田面の水域は不安定となる。また、中島ほか (2006) は豊岡盆地を流れる円山川周辺

の水田地帯でサギ類の水田利用状況を調査した際、8月になると田面で全く採餌しなくなったことを報告している。この一因として、8月の田面は伸長したイネ *Oryza sativa* によって覆い尽くされるため、餌となる動物の有無に関わらず、サギ類の餌場として機能しにくくなることが挙げられている。コウノトリについても同様の理由で8月の田面を積極的に利用しない可能性が高い。そのため、8月の救護・死体回収件数が減少するものと考えられる。

年ごとの但馬地域・京丹後市の営巣数と農地における救護・死体回収件数との間には正の相関があった。但馬地域にとどまる野外コウノトリの個体数は約50個体前後で頭打ちになるとされる (江崎 2016)。しかしながら、Fig. 2のとおり、但馬地域・京丹後市におけるコウノトリの野外営巣数は顕著な増加傾向にある。また、再導入後の但馬地域におけるコウノトリは、営巣時に100 ha程度のなわばりを形成する (山岸 2018)。一例として、コウノトリと同様、特別天然記念物かつ大型渉禽類であるタンチョウ *Grus japonensis* では、近年繁殖期における保護件数が増加しており、個体群密度の上昇等がその一因と考えられている (吉野 2017)。コウノトリにおいても同様に、営巣数の増加に伴って採餌環境や営巣地を巡る闘争が激化していることが推察される。救護・死体回収個体のその要因については他の機会に公表の場を譲るため、ここでは詳細について言及しないが、実際に繁殖ベ

アのなわばりに侵入したことで攻撃を受け、間接的に防獣ネットや電気柵に羅網してしまった事例も観察されている（松本 私信）。また、但馬地域の複数のエリアにおいて事例発生箇所が集中していることにも何かしらの原因があると推測される。今後、事例発生エリア周辺の人工巣塔の存在やその立地条件、救護・死体回収個体の発育段階、性別など、原因究明のための詳細な検討が望まれる。

但馬地域・京丹後市以外の地域では、徳島県における救護・死体回収件数の多さが目立った。また、地域的には中国・四国地方に件数が集中していた。先述の通り、2017年以降コウノトリの野外営巣地は西日本を中心に急速に拡大しており（江崎 2019）、救護・死体回収事例の多かった徳島県や複数の事例があった島根県、鳥取県には実際にコウノトリが営巣している（兵庫県立コウノトリの郷公園 2021b）。そして、救護・死体回収件数は2017年以降急激な増加傾向をみせたことから、野生復帰の拡大とともに農地における救護・死体回収事例が顕在化してきたことがうかがえる。なお、救護・死体回収件数の季節的なピークはみられない一方で、但馬地域・京丹後市では記録のないハス田やため池での事例があった。池干しで水位の低下したため池は、水田（イネ田）の非作付期においてコウノトリの重要な採餌環境となる（兵庫県東播磨県民局いなみ野ため池ミュージアム運営協力協議会 2021）。また、ハス田についても、秋期や冬期にシギ・チドリ類やサギ類等の渉禽類の重要な採餌環境となることが報告されており（北沢・渡辺 1992；Sato & Maruyama 1996）、コウノトリも同様の時期にハス田で採餌すると推測される。J0194はハス田の防鳥ネットにおける羅網が死亡要因となったが、このように野生復帰におけるコウノトリの他地域への分散とともに、但馬地域・京丹後市の農地では想定されなかったような時期、場所で救護・死亡事例が起こっている。今後、このような事例はさらに増加する可能性があるだろう。

死亡個体を活用した食性解析による新知見

これまで、ドジョウ科やトノサマガエル、アメリカザリガニは観察によるモニタリングデータからもコウノトリの採餌物として記録されていたものの（田和ほか 2016b）、水生昆虫の採餌に関する情報は限定されていた。また、豊岡市におけるコウノトリの秋期ペリットを調べた伊崎・江崎（2019）では、内容物としてゲンゴロウ科やガムシ科、コオイムシ属 *Appasus* spp.までは同定されているが、本研究ではさらにコオイムシ、コガムシ、ガ

ムシ、ハイイロゲンゴロウが採餌されていることが判明した。このように死体回収された個体の食道内容物や胃内容物を活用したことで、野外コウノトリの食性に関する新たな知見を得ることができた。さらに、J0194の食道内容物は、コウノトリがジェネラリスト的食性であることを改めて示唆するものとなった。

Britto and Bugoni（2015）は、動物食性であるヘラサギ *Platalea leucorodia* の胃内容物として植物体が多く検出されることがあり、これはヘラサギが触覚を使った採餌を主とするため、濾過や偶発的な摂取によって取り込まれる結果もたらされると述べている。今回、J0191の胃内容物としてカヤツリグサ科の塊茎や水田用の徐放性肥料カプセルが多数検出されたが、これらについては、ヘラサギの例と同様、救護箇所であるハス田や水田でJ0191が採餌していた際に餌動物と一緒に取り込まれた可能性や飲水時に取り込まれた可能性がある。さらにシユバシコウ *Ciconia ciconia* の例にあるように（Henry et al. 2011）、これらを餌動物と誤認し、摂取した可能性がある。その一方で、J0194の食道内容物ではカワゴケ科がかなりの容積を占めていた。食道内容物は直近の食性を示すが、これだけの量を餌動物と一緒に偶発的に取り込むことは考えにくい。田和ほか（2016b）では、野外個体の観察によってコケ類の摂取が確認され、伊崎・江崎ほか（2019）ではコウノトリのペリットから少量の植物が検出されている。例えば、コケ類を摂取することによりペリットを生成しやすくなるなど、そこにはなんらかの意図が存在する可能性がある。コウノトリの採餌生態における植物の寄与については、今後大いに検討の余地があるだろう。

農地におけるコウノトリの救護箇所の特徴とそれらの食性からみた今後の野生復帰

今回、野外コウノトリの餌動物として種まで判明した水生昆虫はいずれも主に水田水域における水田やため池等の止水域を生息場所とする（西城 2001；市川 2015）。内藤ほか（2020）では、豊岡市の水田で実施されているコウノトリ育む農法によって、コオイムシ科やゲンゴロウ科およびガムシ科の成虫と幼虫にとってコウノトリ育む農法が正の効果をもたらすこと、田和ほか（2016c）では、コオイムシが豊岡市の水田ビオトープ（周年湛水した休耕田）で越冬していたことが明らかになっている。このような環境保全型農法の推進および湿地環境の創出は止水性水生昆虫の保全に大きく貢献し、また、コウノトリの採餌環境創出にも正の効果をもたらすことが期待

される。しかしながら、このような水田水域における自然再生地をコウノトリが採餌場所として利用する際、その周辺の安全性にも配慮されている必要がある。但馬地域では、兵庫県立コウノトリの郷公園と豊岡市、電力会社が協力して、人工物に起因する野外コウノトリの事故対策が進められている（松本 2021）。また、他地域においても、例えば茨城県ではハス田への水鳥類の羅網被害について以前から問題視されており（渡辺 2012）、現行の防鳥ネットでは水鳥類のレンコンの食害防止に有効でないことから、羅網被害を減少させる新たな防鳥策が提案されている（小田谷ほか 2019）。コウノトリの野生復帰が全国各地の農地におけるこのような問題を考えるきっかけとなり、より効果的かつ野生動物を加害しない対策の実施へと繋がることが期待される。

謝 辞

コウノトリの食道および胃内容物の植物を判別いただいた秋田県立秋田中央高等学校の片桐浩司博士に御礼申し上げます。なお、本研究は、JSPS科研費18K11729の補助を受けて行われた。

摘 要

近年急増するコウノトリの救護・死亡事例について、コウノトリの主な生息地である農地に着目し、発生箇所の特徴を整理した。また、農地での死亡個体を学術活用し、食道・胃内容物から食性を調べた。但馬地域・京丹後市では、農地での事例が53件あり、各年の事例数と営巣数との間に有意な正の相関があった。水田での事例が最も多く、件数は6月から7月にピークとなった。その一方で8月以降は急減し、餌場としての価値が高い時期に水田へ採餌に訪れたコウノトリが救護あるいは死亡している現状が推察された。その他地域では、ため池やハス田における事例があった。死亡個体からは、ガムシ、コオイムシ等の水生昆虫が検出され、水生昆虫の採餌実態が示された。農地におけるコウノトリの救護は今後も増加する可能性があり、自然再生により水生昆虫等の水生動物の生息地を確保する一方で、それらの自然再生地の安全面を考慮した適切な配置を行っていく必要がある。

キーワード 水生コウチュウ目, 水生カメムシ目, 食性, 水田水域, 救護, 死亡個体の活用,

ecology of great egrets and roseate spoonbills in limnetic and estuarine colonies. *Hydrobiologia*, 744:187–210.

江崎保男（2016）コウノトリ再導入個体群の動態と社会構造。江崎保男（代表）文部科学省科学研究費補助金基盤研究（C）研究成果報告書－アダプティブ・マネジメントによるコウノトリ野生復帰の研究と実行－（課題番号：24310033）。兵庫県立大学大学院地域資源マネジメント研究科, 豊岡, 259 p.

江崎保男・大迫義人（2019）野生復帰事業によるコウノトリ *Ciconia boyciana* 繁殖個体群の再生。日本鳥学会誌, 68:183–192.

Henry PY, Wey G, Balança G (2011) Rubber band ingestion by a rubbish dump dweller, the White Stork (*Ciconia ciconia*). *Waterbirds*, 34: 504–508.

市川憲平（2015）兵庫県西部におけるタガメとゲンゴロウが繁殖する池と水田の水生昆虫相。日本環境動物昆虫学会誌, 26:89–93.

IUCN (2013) Guidelines for reintroductions and other conservation translocations. IUCN, Switzerland, 72 p.

伊崎実那・江崎保男（2019）コウノトリ *Ciconia boyciana* のペリット－秋季の食性解明－野生復帰, 7:31–37.

北沢秀機・渡辺朝一（1992）新潟県大口ハス田におけるシギ・チドリ類の渡来状況。日本鳥類標識協会誌, 7:40–46.

松本令以（2021）人為的要因によるコウノトリの事故を防ぐための取り組み。キコニアレター, 25:2.

Matsumoto R, Funakoshi M, Ohsako Y, Sagawa S, Ezaki Y (2019) The first report on the death of an Oriental White Stork from the Japanese reintroduced population caused by the accidental ingestion of an artificial material. *Japanese Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, 24:169–173.

内藤和明・福島庸介・田和康太・丸山勇気・佐川志朗（2020）豊岡盆地の水田におけるコウノトリ育む農法の生物多様性保全効果。日本生態学会誌, 70:217–230.

Naito K, Sagawa S, Ohsako Y (2014) Using the oriental white stork as an indicator species for farmland restoration. Miyashita M, Usio N (eds) *Social-ecological restoration in paddy-dominated landscapes*. Springer, Tokyo, pp. 123–138.

中島 拓・江崎保男・中上善史・大迫義人（2006）水田と河川、コウノトリ野生復帰地での餌場の相対的価値－豊岡盆地に生息するサギ類を指標として－保全生態学研究, 11:35–42.

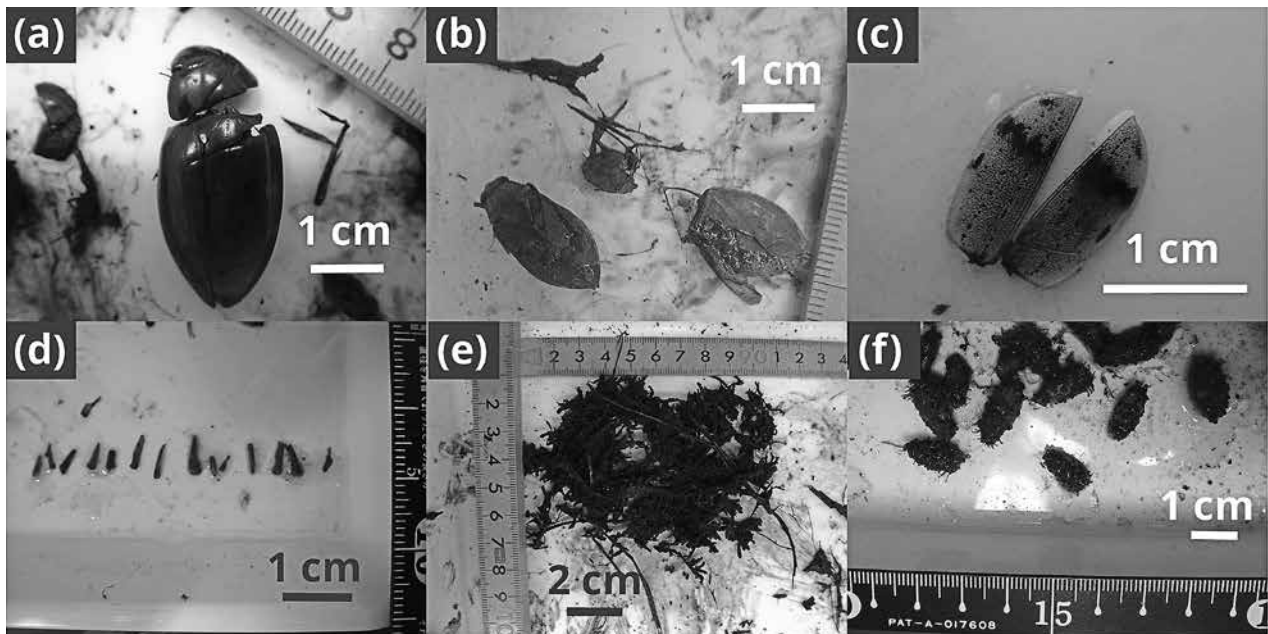
引用文献

Britto VO, Bugoni L (2015) The contrasting feeding

- 西村いつき・江崎保男 (2019) コウノトリ育む農法の確立ー野生復帰を支える農業を目指してー 日本鳥学会誌, 68:217-231.
- 小田谷嘉弥・山口恭弘・熊田那央 (2019) ハス田における防鳥ネットの水鳥類侵入抑制効果. 日本鳥学会誌, 68:317-325.
- 大脇 淳・高橋雅雄・本間穂積・金子良則・柴田直之・永田尚志 (2015) 野外で死亡したトキの胃内容物. *Strix*, 31:193-200.
- 西城 洋 (2001) 鳥根県の水田と溜め池における水生昆虫の季節的消長と移動. 日本生態学会誌, 51:1-11.
- Sato N, Maruyama N (1996) Foraging site preference of intermediate egrets *Egretta intermedia* during the breeding season in the eastern part of the Kanto Plain, Japan. *Journal of the Yamashina Institute for Ornithology*, 28:19-34.
- Tawa K, Sagawa S (2021) Stable isotopic analysis of stuffed specimens revealed the feeding habits of Oriental Storks *Ciconia boyciana* in Japan before their extinction in the wild. *Journal of Ornithology*, 162:193-206.
- 田和康太・佐川志朗・丸山勇気・日和佳政・水谷瑞希 (2016c) 兵庫県豊岡市の水田ビオトープにおける水生動物群集の越冬状況. 野生復帰, 4:87-93.
- 田和康太・佐川志朗・三橋陽子 (2016a) コウノトリ *Ciconia boyciana* の再導入個体群における安定同位体比を用いた食性解析. 応用生態工学, 19:13-20.
- 田和康太・佐川志朗・内藤和明 (2016b) 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.
- 渡辺朝一 (2012) ハス田に敷設された防鳥ネットに羅網した野鳥の被害状況と防鳥ネット敷設が鳥類の生息に与える影響. *Bird Research*, 8:A11-A18.
- 山岸 哲 (2018) コウノトリ野生復帰の手引書. コウノトリの個体群管理に関する機関・施設間パネル, 豊岡, 97 p.
- 吉野智生 (2017) 冷凍庫と現場をつなぐためにー釧路市動物園におけるタンチョウの保護と死体の活用ー 日本野生動物医学会誌, 22:9-14.

付記

- 国土交通省関東地方整備局 (2021) 渡良瀬遊水地で東日本初のコウノトリのヒナが誕生. 国土交通省関東地方整備局記者発表資料. [https://www.ktr.mlit.go.jp/river/news/river_news00000009.pdf]
- 兵庫県東播磨県民局いなみ野ため池ミュージアム運営協力協議会 (2021) いなみ野ため池ミュージアムため池コウノトリプロジェクト. いなみ野ため池ミュージアムホームページ. [<https://www.inamino-tameike-museum.com/pond-museum/kounotori-project.html>]
- 兵庫県立コウノトリの郷公園 (2021a) 野外コウノトリ200羽到達について. 兵庫県立コウノトリの郷公園ホームページ. [http://www.stork.u-hyogo.ac.jp/posts_announce/11933.html]
- 兵庫県立コウノトリの郷公園 (2021b) 足環カタログー自由に空を飛ぶコウノトリたちー2020年12月14日現在. 兵庫県立コウノトリの郷公園ホームページ. [http://www.stork.u-hyogo.ac.jp/downloads/ind_identif.pdf]



付図1. 2018年に死亡したコウノトリ (J0191, J0194) の食道および胃内容物. (a) ガムシ, (b) コオイムシ, (c) ハイイロゲンゴロウの上翅, (d) アメリカザリガニの鋏脚および歩脚, (e) カワゴケ科, (f) カヤツリグサ科の塊茎.

Appendix. Oesophageal and stomach contents of two oriental storks (J0191 and J0194) that died in 2018. (a) The water scavenger beetle *Hydrophilus acuminatus*. (b) The ferocious water bug *Appasus japonicus*. (c) An elytra of the diving beetle *Eretes sticticus*. (d) Chelipeds and walking legs of the red swamp crayfish *Procambarus clarkii*. (e) Fontinalaceae sp.. (f) Tubers of Cyperaceae sp..

