

# 同所的に生息するコウノトリ、ダイサギ、およびアオサギの採餌行動と餌動物の比較

石川裕貴<sup>1,2</sup>・\*布野隆之<sup>3</sup>

## Foraging behavior and diet composition of three competitive wading birds: the Oriental White Stork, the Great Egret and the Grey Heron.

Hiroki Ishikawa<sup>1,2</sup>, \*Takayuki Funo<sup>3</sup>

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

<sup>2</sup>Sogo Environment Planning Co., Ltd., 3-13, 1 chome, Itachibori, Nishiku, Osaka 550-0012, Japan

<sup>3</sup>The Museum of Nature and Human Activities, Hyogo, 6 chome, Yayoigaoka Sanda, Hyogo 669-1546, Japan

\*Email: funo@hitohaku.jp

### はじめに

コウノトリ *Ciconia boyciana* は、河川、湖沼、湿地、干潟などに生息する大型の渉禽である。魚類、両生類、爬虫類、甲殻類、陸生昆虫、水生昆虫、貧毛類など多様な生物を捕食する (田和ほか 2016)。我が国では、江戸時代～昭和初期にかけて全国各地で生息・繁殖に関する記録が残されているもの (e.g., 丹羽 1892; 神宮司 1910; 岩佐 1936a, b; 安田 1987), 1930年代以降急激に減少し、1971年には、兵庫県豊岡市で保護された個体を最後に、国内の野生コウノトリは絶滅した (池田 1994, 2000)。しかし、1989年に旧ソ連のハバロフスクから譲り受けたコウノトリのペアが飼育下繁殖に成功し (池田 2000), 2005年9月には、最後の生息地であった豊岡盆地で、兵庫県立コウノトリの郷公園による飼育個体の放鳥が初めて行われ、コウノトリの再導入が開始された。

再導入されたコウノトリは、色足環の組み合わせにより個体識別されており、2007年以降、豊岡市内に設置された人工巣塔などにおいて、毎年、繁殖に成功している。

2012年頃には、豊岡を含む但馬地域の野外コウノトリの生息数は50羽に達し、それ以降、全国各地の湖沼、河川、水田といった水域に広く分散する傾向が確認されている (大迫 未発表)。日本各地の水辺には、ダイサギ *Ardea alba*、アオサギ *A. cinerea*、チュウサギ *Egretta intermedia*、コサギ *E. garzetta*、およびアマサギ *Bubulcus ibis* などの渉禽が生息している。このため、コウノトリが全国に分散・定着する場合、上記の渉禽と、営巣場所や餌動物などの資源において競合する可能性が高い。特に、ダイサギおよびアオサギは、コウノトリに近い体サイズ (全長: ダイサギ80-104cm, アオサギ90-98cm, コウノトリ100-115cm) をもち (del Hoyo et al. 1992), 国内に生息する渉禽の中では、コウノトリにとって最大の競合種であると推察される。

そこで本研究では、コウノトリ、ダイサギ、およびアオサギの採餌行動や餌動物の利用様式を詳細に解明すると共に、その特性を比較し、同所的に生息する3種の共存機構を考察する。

### 調査地と方法

#### 調査地

調査地は兵庫県豊岡市の豊岡盆地東部に広がる約600 haの六方たんぼに設置した (図1)。六方たんぼは、円山川とその支流である出石川、六方川に囲まれた但馬地方随一の穀倉地帯であり、最北部から最南部までの距離は5.8kmにも及ぶ。当地の大部分では水稲栽培が行われており、その他には大豆栽培やハウス栽培などが行われている。当地は野生復帰 (再導入) 開始後初めてコウノトリが営巣した場所であり、調査期間中には、3ペアのコウノトリが営巣していた (ただし、2016年3月26日に1ペアが解消し、それ以降は2ペアが営巣) ほか、数羽のフローターが観察された。ダイサギ、アオサギ、チュウサギ、コサギ、およびアマサギなどのサギ類も見られた。

#### 調査方法

水稲期間である春期と水稲後 (稲刈り後) の秋期におけるコウノトリ、ダイサギ、およびアオサギの採餌行動 (図2参照) をそれぞれビデオ撮影した。調査地を週1-2

<sup>1</sup> 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128

<sup>2</sup> 株式会社 総合環境計画  
550-0012 大阪府大阪市西区立売堀1丁目3-13

<sup>3</sup> 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丁目

\*E-mail: funo@hitohaku.jp

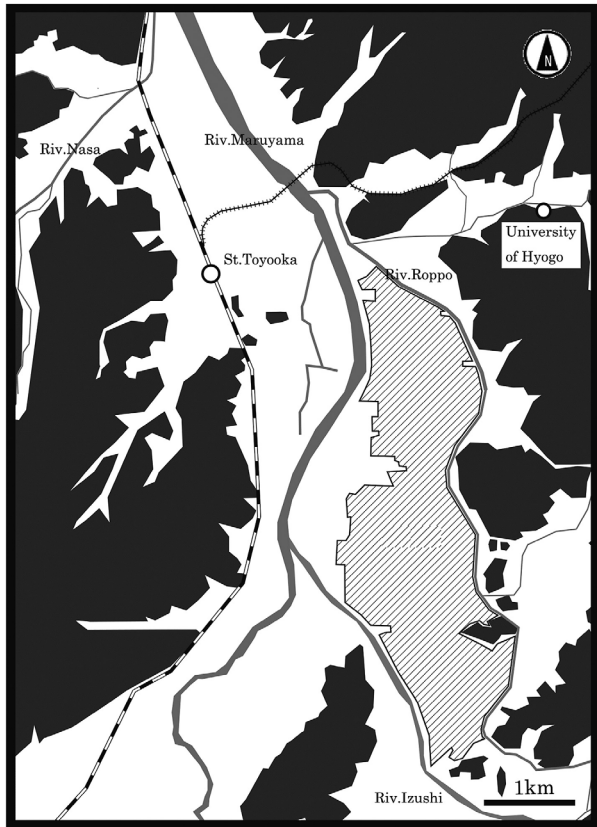


図1. 兵庫県豊岡盆地. 斜線部は調査地を示している. 白色部および暗色部は, 平野および丘陵地をそれぞれ表す.

Fig. 1. Toyooka Basin, Hyogo Prefecture. Study area is shown by dashed part. White and dark colors indicate plains and hills, respectively.

日の頻度で訪れ, 自動車を用い調査地内で採餌しているコウノトリ, ダイサギ, アオサギを探し, これらを発見したら自動車でゆっくりと接近し, 車内からカメラを用いて採餌行動の録画を行った. 1個体の連続撮影時間(これを1回, とする)は20分までとしたが, 20分経過以前に撮影可能範囲外へ飛び去ってしまう個体もいた. 春期の調査期間は2015年4月12日から6月3日および2016年3月5日から6月19日であり, この期間にコウノトリ9回(累計採餌時間112分, 以下同じ), ダイサギ31回(319分), およびアオサギ9回(92分)の撮影に成功した. また, 秋期の調査期間は2015年9月30日から12月5日および2016年9月27日から12月25日であり, コウノトリを15回(170分)およびダイサギを18回(217分)撮影した. なお, 秋期の調査において, 調査地内にアオサギは見られたものの, その個体数と採餌時間が少なく, ビデオ撮影はできなかった.

次に, 撮影した動画データをパソコンで再生し, 採餌行動の解析を行った. 1回の採餌行動と, これを構成するそれぞれの行動を図2に示す. コウノトリとサギ類の採餌行動は, 餌の「探索」に始まる. 餌を発見すると,

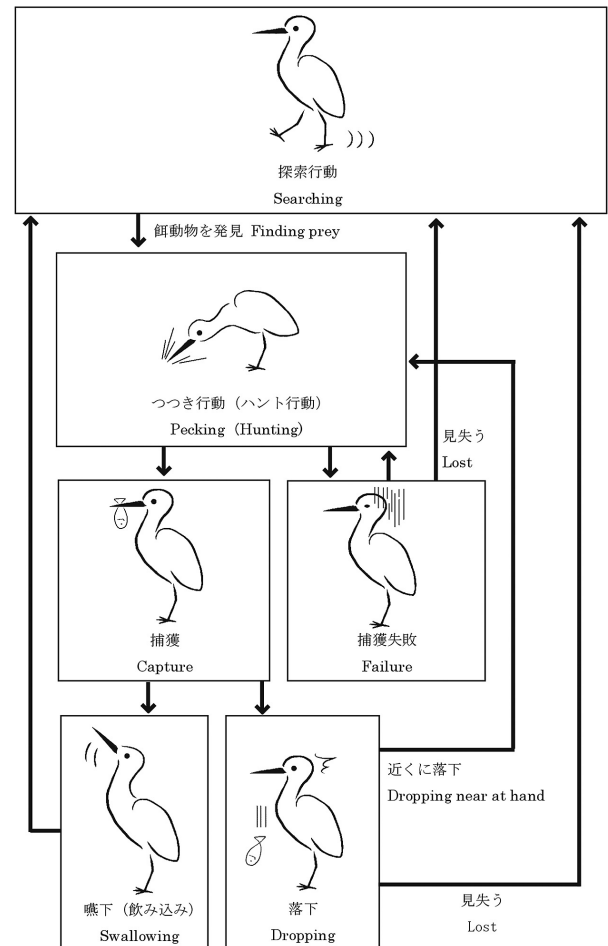


図2. 3種に共通する採餌行動.

Fig. 2. Flowchart of foraging behaviour common to 3 species.

これに「つつき行動」が続き, 首尾よく餌を「捕獲」すると, これを飲み込みもうとし, 「嚥下 (飲み込み)」に成功することが多いが, 時には餌を落としてしまうことがある(「落下」). 近くに落とした場合は「つつき行動」が再開されるが, 餌を見失った場合には, 最初の「探索」に戻る. また, 「つつき行動」後の「捕獲」に失敗した場合には, 「つつき行動」を再開するか, あるいは最初の「探索行動」に戻る. 1回の採餌行動には, 上記の流れに沿った複数回の嚥下が含まれるのが一般的である. 本研究では, 一連の採餌行動をもとに, 歩数, つつき回数, および嚥下の回数をそれぞれカウントした. 歩数は, 採餌行動の活動性を表す指標, つつき回数は, 採餌中に発見した餌動物に対する捕獲行動の活動性を示す指標, 嚥下の回数は, 餌動物の捕獲成功を表す指標として, それぞれ取り扱った. また, コウノトリ, ダイサギ, およびアオサギが餌の捕獲に成功した場合は, スローモーションやコマ送りをを用い, 繰り返し見ることにより可能な限り, 餌動物の種を同定した. しかしながら, ドジョウ *Misgurnus anguillicaudatus*を除き, 餌動物の種を同定す

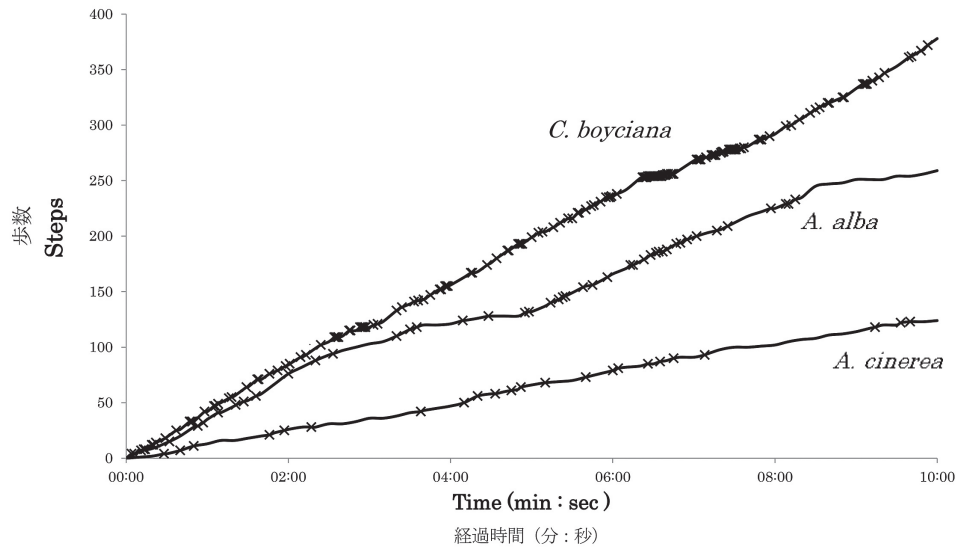


図3. 時間経過に伴う3種の累積歩数の変化。縦軸および横軸は、歩数および経過時間をそれぞれ示す。×はつつき行動を表す。

Fig. 3. Changes in cumulative number of steps for the 3 species. The vertical and horizontal axes indicate the number of steps and the elapsed time, respectively. Pecking is indicated by symbol ×.

ることは困難であったため、コウノトリ、ダイサギ、およびアオサギが捕らえた餌動物を、ドジョウ、他の魚類、カエル類、オタマジャクシ、昆虫類、ミミズ類、その他、および不明、の8項目に区分した。田和・佐川（2017）は、調査地内の水田には、ニホンアマガエル *Hyla japonica*、ツチガエル *Glandirana rugosa*、トノサマガエル *Pelophylax nigromaculatus*、ヌマガエル *Fejervarya limnocharis*、シュレーゲルアオガエル *Rhacophorus schlegelii*、モリアオガエル *Rhacophorus arboreus*、およびウシガエル *Lithobates catesbeianus* が生息することを報告している。このため、本調査におけるカエル類およびオタマジャクシには、既往の調査で確認された、これら7種が混在していると考えられる。また、コウノトリ、ダイサギ、およびアオサギの採餌行動観察中にバッタやコオロギなどの直翅目 Orthoptera をはじめ、甲虫目 Coleoptera、およびトンボ目 Odonata が観察されたことから、昆虫類には、上記した複数の目が含まれている。

ビデオ解析を行った後、コウノトリ、ダイサギ、およびアオサギについて1分あたりの歩数およびつつき回数を明らかにするために、歩数およびつつき回数を採餌時間で割り、それらの平均値を算出した。また、コウノトリおよびサギ類の採餌成功率および1分あたりの採餌成功回数を評価するために、嚙下の回数に基づき、それぞれ以下のとおり算出した。

ビデオ解析において、コウノトリ、ダイサギ、およびアオサギが餌動物を捕獲する場面は、伸長した稲などの影響により視認できないことがあったものの、嚙下行動

により採餌に成功したことを判断できた。そこで本研究では、嚙下の回数をつつき回数で割り、採餌成功率を算出した。また、嚙下の回数を採餌時間で割り、1分あたりの採餌成功回数を算出した。

#### 統計解析

コウノトリ、ダイサギ、およびアオサギの歩数、つつき回数、および1分あたりの採餌成功回数については、Kruskal-Wallis test を実施し、種間に有意差が認められた場合は、Steel-Dwass test の多重比較により、その差異を詳細に評価した。また、採餌成功率については、カイ二乗検定により、コウノトリとダイサギ間、コウノトリとアオサギ間、およびダイサギとアオサギ間における差異をそれぞれ評価した。

なお、秋期はアオサギの採餌行動データを収集できなかったため、歩数、つつき回数、および1分あたりの採餌成功回数については、コウノトリとダイサギ間について、Mann-Whitney U test を実施した。また、採餌成功率については、カイ二乗検定により、コウノトリとダイサギ間における差異を評価した。

すべての統計解析は、オープンソース・フリー統計ソフトウェア R のバージョン 4.0.3 で実施した。

## 結果

### 3種の採餌行動

コウノトリ、ダイサギ、アオサギによる採餌行動の

表1. 3種の採餌行動の比較. 1分あたりの値を平均値 (±標準誤差) で示す. 異なるアルファベットは種間にP < 0.05の有意差があることを表す.

Table 1. Comparison of foraging behaviour between the 3 species. Average values per minute are given by mean (±SE) . Different alphabets show existence of significant differences (< 0.05) between species.

	歩数 No. of steps	つつき数 No. of pecks
Spring		
<i>Ciconia boyciana</i>	34.2 (±3.6)a	20.5 (±4.7)a
<i>Ardea alba</i>	23.4 (±1.7)b	3.9 (±0.5)b
<i>Ardea cinerea</i>	13.6 (±1.8)c	2.0 (±0.5)b
Autumn		
<i>Ciconia boyciana</i>	39.3 (±3.0)a	19.5 (±4.4)a
<i>Ardea alba</i>	22.6 (±1.9)b	1.5 (±0.3)b

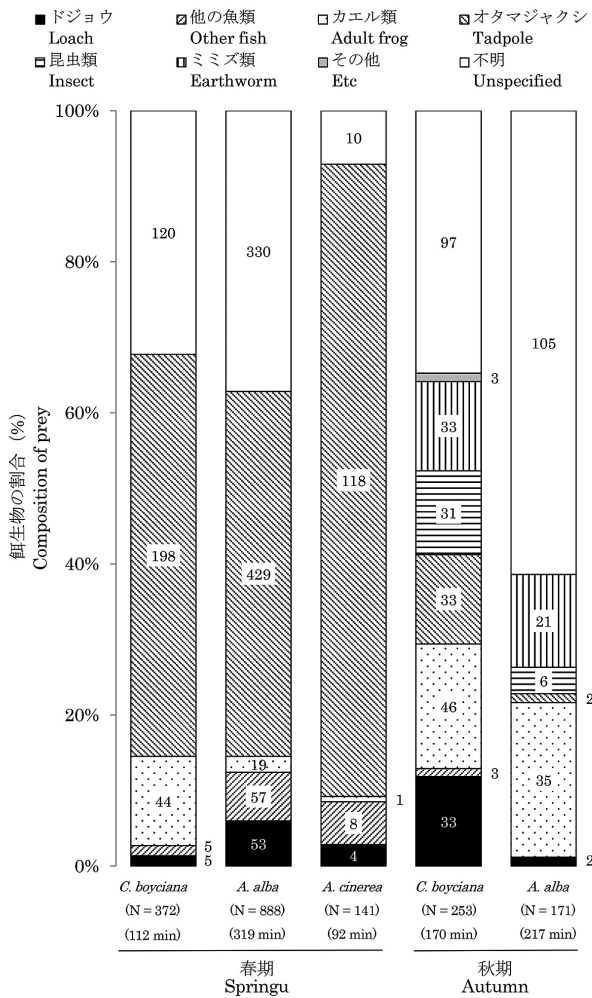


図4. 餌動物とその割合. 個体数を棒の中または右に示す.  
Fig. 4. Proportion of dietary items. The actual number of prey taken is given inside or right-side of each bar.

代表的な例を図3に示す. 10分間に歩いた歩数は, 多い順にコウノトリの378歩, ダイサギの259歩, アオサギの124歩であった. また, この間のつつき回数は, コウノトリでは151回, ダイサギでは42回, アオサギでは23回であり, コウノトリが最も多かった.

採餌行動調査の結果をすべて, まとめたものが表1である. 春期における歩数およびつつき回数の平均値は,

いずれも, コウノトリがサギ類より高い値を示した. 歩数においては, 3種間すべての組み合わせにおいて有意差が認められ (Steel-Dwass test, コウノトリとダイサギ:  $t = 2.720, P = 0.017$ , コウノトリとアオサギ:  $t = 3.399, P = 0.001$ , ダイサギとアオサギ:  $t = 2.639, P = 0.022$ ), コウノトリの1分間あたりの歩数は, ダイサギの1.5倍, アオサギの2.5倍であった. また, つつき回数では, コウノトリ-ダイサギ間とコウノトリ-アオサギ間に有意な差が認められ (Steel-Dwass test, コウノトリとダイサギ:  $t = 4.279, P = 0.000$ , コウノトリとアオサギ:  $t = 3.464, P = 0.001$ ), コウノトリの値は, ダイサギおよびアオサギに比べて, それぞれ5.3倍および10.3倍であった. なお, ダイサギとアオサギのつつき回数には, 有意な差は認められなかった (Steel-Dwass test,  $t = 1.685, P = 0.210$ ).

秋期においても全ての項目においてコウノトリがダイサギより高い平均値を示した. 歩数ではコウノトリが1分間あたり  $39.3 \pm 3.0$  歩, およびダイサギが  $22.6 \pm 1.9$  歩であり, 種間に有意差が認められた (Mann-Whitney U test,  $U = 29, P = 0.000$ ). つつき回数ではコウノトリ  $19.5 \pm 4.4$  回, およびダイサギ  $1.5 \pm 0.3$  回であり, ここでも, 種間に有意差が認められた (Mann-Whitney U test,  $U = 10, P = 0.000$ ). これらのことから, 春期および秋期の両期において, コウノトリがサギ類より頻りに歩き, 多数回つついていることが明らかとなった.

餌動物

コウノトリ, ダイサギ, およびアオサギが捕獲した餌動物の比率を図4に示した. 春期の餌動物全体におけるオタマジャクシの比率は, コウノトリ53% (198/372), ダイサギ48% (429/888), およびアオサギ84% (118/141) であり, いずれの種においても, 最も高かった. また, (不明以外で) 餌動物全体に占める比率が, オタマジャクシに次いで高かった餌動物は, コウノトリではカエ



表2. 3種の採餌成功率と採餌成功回数. 成功率における括弧内数値は標準誤差を, 成功回数における括弧内数値は餌の実数を, それぞれ示す. 異なるアルファベットは種間に $P < 0.05$ の有意差があることを表す.

Table 2. Foraging success and number of prey captured by the 3 species. The actual number of prey items and standard error are given in parentheses. Different alphabets show existence of significant differences ( $< 0.05$ ) between species.

	成功率 Success rate	成功回数 No. of prey captured
Spring		
<i>Ciconia boyciana</i>	16 (372 / 2263)a	3.5 ( $\pm 1.5$ )a
<i>Ardea alba</i>	67 (888 / 1328)b	2.4 ( $\pm 0.4$ )a
<i>Ardea cinerea</i>	66 (141 / 213)b	1.4 ( $\pm 0.3$ )a
Autumn		
<i>Ciconia boyciana</i>	8 (253 / 3246)a	1.6 ( $\pm 0.4$ )a
<i>Ardea alba</i>	57 (171 / 301)b	0.9 ( $\pm 0.2$ )a

ル類12%(44/372), ダイサギでは他の魚類6%(57/888)およびドジョウ6%(53/888), アオサギでは他の魚類6%(8/141)およびドジョウ3%(4/141)であった. 一方, 秋期における餌動物の比率は, コウノトリでは, カエル類18%(46/253), ドジョウ13%(33/253), ミミズ類13%(33/253), および昆虫類12%(31/253)の順で, ダイサギでは, カエル類20%(35/171), ミミズ類12%(21/171), および昆虫類4%(6/171)の順で高かった. 秋期における餌動物の比率は, ドジョウを除くと, カエル類, ミミズ類, 昆虫類の順で高く, その傾向はコウノトリとダイサギに共通していた.

#### 採餌成功率および採餌成功回数

春期における採餌の成功率は, コウノトリでは16%, ダイサギでは67%, およびアオサギでは66%であり, ダイサギ-アオサギ間には有意な差異が認められなかったものの(カイ二乗検定,  $\chi^2 = 0.037$ ,  $P = 0.847$ ), コウノトリ-ダイサギ間およびコウノトリ-アオサギ間にはそれぞれ有意差があった(カイ二乗検定, コウノトリとダイサギ:  $\chi^2 = 934.432$ ,  $P = 0.000$ , コウノトリとアオサギ:  $\chi^2 = 293.438$ ,  $P = 0.000$ ) (表2). また, 秋期における採餌の成功率は, コウノトリでは8%, ダイサギでは57%であり, 種間に有意差が認められた(カイ二乗検定,  $\chi^2 = 628.813$ ,  $P = 0.000$ ) (表2). 以上より, 採餌成功率は, 春期および秋期ともに, コウノトリの値が低く, サギ類の値が高いことが明らかとなった.

一方, 春期における採餌成功回数は, コウノトリの値が, ダイサギやアオサギに比べて高い傾向を示したものの, 3種間に有意な差は認められなかった(Kruskal-Wallis test,  $\chi^2 = 1.334$ ,  $df = 2$ ,  $P = 0.513$ ) (表2). また, 秋期における採餌成功回数においても, コウノトリとダイサギの間に有意差は認められなかった(Mann-Whitney U test,  $U = 70$ ,  $P = 0.131$ ) (表2).

#### 考察

既往の研究により, アオサギは静止して餌動物の接近を待つ待ち伏せ法の採餌を行うことが知られている(中村・中村 1995). また, アオサギに比べて頻度は少ないものの, ダイサギも待ち伏せ法を用いることが知られている(Tojo 1996). 本研究において, ダイサギおよびアオサギの歩数・つき回数がコウノトリに比べて少なかったことは(図3, 表1), 上記の待ち伏せ法が大きく影響していると考えられる. 一方, コウノトリは, ダイサギやアオサギに比べて歩数が1.5倍以上, つき回数は5倍以上に達することが, 本研究により初めて解明された(図3, 表1). これらの結果は, コウノトリが待ち伏せ法ではなく, 水田内を広域に歩き回りながら餌の探索・捕獲を行う「歩行法」を用いることを示している.

アカネズミ *Apodemus speciosus* およびヒメネズミ *A. argenteus* の採餌行動の相違に着目した関島(2008)は, 移動性の高いアカネズミではパッチ切り上げ密度(giving-up density; 以下, GUDとする)の値が高く, 餌密度が低下すると, 餌が豊富な場所に迅速に移動して採餌を行うのに対し, GUDの低いヒメネズミが餌の少ない場所でも採餌を行うことにより, 2種のげっ歯類が餌の密度による棲み分けを行っていることを報告している. 以下では, 関島の報告をもとに, コウノトリとサギ類の餌をめぐる競争回避の可能性の一つとして, 試論を行ってみる.

コウノトリ, ダイサギ, およびアオサギの春期における主要な餌動物は共にオタマジャクシであったものの(図4), 関島の報告を踏まえると, 歩行法を用いるコウノトリがオタマジャクシの高密度域を見つけここで採餌し, 待ち伏せ法を用いるダイサギおよびアオサギがオタマジャクシの低密度域で採餌を行い, 結果として, 餌資源を分割していた可能性を指摘できる. また, 当地に生息するカエル類の産卵期は本研究の春期調査期間と

重なっており (丸山 未発表), この期間中にトノサマガエルでは1匹あたり2000-3000個の卵を産む (奥山・松橋 2002) ことになるが, 孵化したオタマジャクシは田面の起伏や稲などの遮蔽物といった物理的な環境の変化により水田内に様々な密度で分布するため, コウノトリ, ダイサギ, およびアオサギがそれぞれの採餌法に適した餌密度帯を利用することにより, 競合する餌資源を分割している可能性がある。ただし, 本研究では, 田面内におけるオタマジャクシの密度や, コウノトリとサギ類の採餌場所特性に関するデータを収集していないため, 今後は, これらのデータに基づき, 上記した餌資源の分割に関する可能性を詳細に検討する必要がある。また, オタマジャクシが豊富に生息することにより, 田面内における競争が生じていない可能性も, あわせて検討する必要がある。

「待ち伏せ法」と「歩行法」という採餌法の違いは, コウノトリ, ダイサギ, およびアオサギが捕獲する餌の種類にも大きく影響すると考えられる。本研究で観察されたダイサギおよびアオサギの待ち伏せ法は, 田面で立ち止まり, 水面にゆっくりと顔を近づけた後, 嘴を素早く水中に突き入れて餌を捕らえるといった一連の行動である。この採餌法により, ダイサギおよびアオサギはドジョウや他の魚類を頻繁に捕食していた (図4)。Ficken et al. (1971) は, コアホウドリ *Diomedea immutabilis* やシロカツオドリ *Morus bassanus* などの鳥類の, 目の前後に線状に広がる暗色模様は水面の乱反射を軽減し, 水中の餌の視認に役立つことを報告している。この報告を踏まえると, 目の前後に線状の暗色模様を有するダイサギやアオサギは, 水面の乱反射に影響されることなく, 水中のドジョウなどの魚類を視認できると推察される。また, ダイサギやアオサギは水中の餌動物を視認することにより, 嘴を素早く水面下に突き入れた際にも, 餌を的確に嘴で挟み込むことができると考えられる。一般に, ドジョウなどの魚類の俊敏性は高く, 優れた逃避能力を有するものの, ダイサギおよびアオサギは, 水中の餌動物を視認できることに加えて, 嘴で素早く突くことができるため, 俊敏性の高い餌の捕獲も可能であると考えられるのである。なお, 6~7月に茨城と栃木で実施された直接観察によるダイサギとアオサギの餌動物調査でも, 本研究と同様に, ドジョウを含む魚類とオタマジャクシが主な餌動物であることが報告されており (片山ほか 2015), ダイサギおよびアオサギが水面下の餌動物の捕食に特化していることが伺える。

一方, 「歩行法」を用いるコウノトリは, カエル類を

高頻度に捕食していた (図4)。コウノトリの歩行法には, 田面を歩き回ることに加え, つつき回数が多いという特徴がある (図3, 表1)。この採餌法は, コウノトリの脚や嘴から多数の衝撃を田面に伝えることになるため, その振動を察知した様々な餌動物は一斉にコウノトリから逃避することになる。しかしながら, カエル類の跳躍や遊泳といった逃避行動の速度は, ドジョウや他の魚類に比べて著しく遅いため, これらの逃げ遅れた餌動物がコウノトリに採餌された可能性が高い。また, カエル類の逃避行動が陸上や水面付近で行われ, 水面の乱反射の影響が最小限であることも, コウノトリがカエル類を捕食した一因になっていると考えられる。

次に秋期の採餌行動および餌利用様式を考察する。秋期においても, コウノトリは「歩行法」, ダイサギは「待ち伏せ法」をとっていた (表1)。また, 餌動物の割合は, ドジョウを除き, コウノトリとダイサギでともに, カエル類, ミミズ類, 昆虫類の順で高く, その傾向は同じだった (図4)。本調査地の水田に生息する大量のオタマジャクシは夏期から秋期に成体へと変態するため, 秋期の田面には, 多数のカエル類が生息することになる。このため, コウノトリとダイサギは, カエル類を最も高頻度に採餌したと考えられる。また, 秋期に実施される水田の水抜きによる水生の餌動物の減少に伴って, コウノトリとダイサギは, 陸生のミミズ類および昆虫類を頻繁に採餌したものと考えられる。このように, 秋期の水田では, 餌動物の季節的な生息数の変化に伴い, カエル類, ミミズ類, および昆虫類がコウノトリおよびサギ類に共通する餌動物として利用された可能性が高い。それでは, 秋期の水田では, コウノトリとサギ類はどのように共存しているのだろうか。以下では, 秋期の水田におけるコウノトリとサギ類の共存機構について考察する。

秋期の水田におけるコウノトリとサギ類の共存機構には, 以下の2点が考えられる。1点目は, コウノトリがドジョウを高頻度に採餌したことにある (図4)。落水した水田では, 田面の起伏により小規模の水溜りが点在する。これらの水溜りには, 越冬前のドジョウが生息することが報告されており (田中 1999), 1筆あたりの生息数は90個体以上におよぶこともある (鈴木ほか 2004)。歩行法を用いるコウノトリは, 田面に点在する水溜りを迅速に探索できるため, 待ち伏せ法を用いるサギ類に比べてドジョウを高頻度に採餌できる。また, ドジョウが越冬時に湿った土壌に潜行すること (久保田 1961; 中島 2020), およびコウノトリが濁水や泥土中の餌を嘴の触覚を用いて採餌すること (武田 2005) を考慮すると,

コウノトリが越冬前のドジョウを独占的に採餌した可能性が高く、その結果、サギ類と競合する餌（カエル類、ミミズ類、および昆虫類）の採餌頻度が低下し、水田におけるコウノトリとサギ類の共存が可能になったと考えられる。2点目は、サギ類が水田外の水辺において頻繁に採餌することである。本調査地では、秋期の水田で採餌するダイサギおよびアオサギの個体数は著しく少なく、水路での採餌時間が大幅に増加したことがわかっている（石川 未発表）。サギ類にとって水田は主要な餌場である一方で（山階 1941；佐原ほか 1994）、水田ではなく、干潟、河川、およびため池を主な採餌場とすることも報告されている（Tojo 1996；工・江崎 1998；中島ほか 2006）。また、ダイサギやアオサギによるヒメタニシ *Sinotia quadrata* の高頻度な採餌（濱尾ほか 2013）や、ダイサギの甲殻類に対する積極的な採餌（Tojo 1996）を考慮すると、秋期のダイサギおよびアオサギは、水路を主な餌場とし、水中の餌動物を利用した可能性がある。

以上より、コウノトリ、ダイサギ、およびアオサギは、採餌方法の相違に起因して、春期には餌の密度（オタマジャクシ）と餌の種類（カエル類と魚類）の2点において餌資源を分割し、同所で共存していたと考えられる。その一方、秋期においては、コウノトリが水田でドジョウを捕食したのに対し、ダイサギ（および、おそらくはアオサギ）が水田だけでなく水路も餌場としたことにより、3種の共存が可能になったと考えられる。

また、コウノトリ、ダイサギ、およびアオサギの採餌成功率には有意な差があったものの（表2）、1分あたりの採餌成功回数には有意差がなかったこと（表1）は、3種の潜在的な採餌効率が同等であることを意味しており、これも、種間の餌消費競争の緩和を介して、同所での共存に寄与した可能性がある。また、餌の獲得量では、コウノトリが1分間あたり  $4.5 \pm 2.5\text{g}$  であり、ダイサギ ( $1.4 \pm 0.2\text{g}$ ) やアオサギ ( $0.9 \pm 0.3\text{g}$ ) に比べて、高い傾向を示しているものの、種間における有意差は認められていない（石川 未発表データ）。ただし、石川（未発表データ）で用いた餌動物の重量は調査地外の値であり、加えて、収集データも少ないため、今後は、調査地内において餌動物の重量を明らかにすると共に、採餌行動データをさらに収集し、餌の獲得量をより詳細に評価することが課題である。

## 謝 辞

本研究を行うにあたって、第1著者は、兵庫県立コウノトリの郷公園江崎保男園長から、研究計画と論文執筆

について、たくさんのご教授いただいた。また、兵庫県立大学大学院地域資源マネジメント研究科大迫義人教授には一部動画データを提供していただいた。この場を借りて深く感謝申し上げる。

## 摘 要

コウノトリ、ダイサギ、およびアオサギの採餌行動を兵庫県の水田帯で観察した。コウノトリは、サギ類に比べて歩数が多く、つつき回数も多かった。このことから、兵庫県の水田帯では、コウノトリは「歩行法」を、サギ類は「待ち伏せ法」を多用していることがわかった。春期において、コウノトリおよびサギ類の主な餌動物はオタマジャクシであり、重複していた。しかし、採餌法の相違に起因し、オタマジャクシの捕獲場所が異なる可能性がある。また、コウノトリはカエル類を、サギ類は魚類を捕食し、餌をめぐる競争を回避していた。そして、秋期には、コウノトリとサギ類は陸生の餌動物に関して重複していた一方で、コウノトリが田面に点在する水溜りのドジョウを、サギ類が水路の水生の餌動物を捕食することによって餌をめぐる競争を緩和していた。以上より、コウノトリとサギ類は、餌の捕獲場所と餌種を変えることにより、共存していると考えられる。

キーワード：採餌、競争、共存、野生復帰、再導入

## 引用文献

- del Hoyo J, Elliott A, Sargatal J (eds) (1992) Handbook of the birds of the world. Vol. 1. Lynx Edicions, Barcelona, 640 p.
- Ficken RW, Matthiae PE, Horwich R (1971) Eye marks in vertebrates: AIDS to vision. *Science*, 173 (4000):936–939.
- 濱尾章二・秋葉 亮・棗田孝晴 (2013) 採餌環境が競合するアオサギとダイサギにおける餌動物および獲得食物量の比較. *Bird Research*, 9:A23–A29.
- 池田 啓 (1994) コウノトリの飼育下繁殖と野生復帰. *関西自然保護機構会誌*, 16:123–130.
- 池田 啓 (2000) コウノトリの野生復帰を目指して—地域の人々と研究者が取り組む新しい科学. *科学*, 70:569–578.
- 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*, 12:59–61.

- 神宮司庁 (1910) 古事類苑動物部. 神宮司庁, 東京.
- 片山直樹・村山恒也・益子美由希 (2015) 水田の有機農法がサギ類の採餌効率および個体数に与える影響. 日本鳥学会誌, 64:183-193.
- 久保田善二郎 (1961) ドジョウの生態に関する研究I - 生態的分布. 農林省水産講習所研究報告, 333:141-176.
- 中島 淳 (2020) ドジョウの実態とその保全. 農業および園芸, 96:113-122.
- 中島 拓・江崎保男・中上喜史・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.
- 中村登流・中村雅彦 (1995) 原色日本野鳥生態図鑑 水鳥編. 保育社, 大阪, 304 p.
- 丹羽甲子郎 (1892) 鳥日記. 動物学雑誌, 4:271-273.
- 奥山風太郎・松橋利光 (2002) 日本のカエル+サンショウウオ類 (山溪ハンディ図鑑). 山と溪谷社, 東京, 192 p.
- 佐原雄二・作山宗樹・出町 玄 (1994) 繁殖期におけるアオサギ *Ardea cinerea* のエサと採餌場利用. 日本鳥学会誌, 43:61-71.
- 関島恒夫 (2008) 種間競争と共存 アカネズミとヒメネズミ. 本川雅治 (編) 日本の哺乳類学① 小型哺乳類. 東京大学出版会, 東京, pp. 247-272.
- 鈴木正貴・水谷正一・後藤 章 (2004) 小規模魚道による水田, 農業水路および河川の接続が魚類の生息に及ぼす効果の検証. 農業土木学会論文集, 234:641-651.
- 武田広子 (2005) 兵庫県豊岡市円山川下流域に生息する野生コウノトリ *Ciconia boyciana* の採食行動: 河床の形態との関係. 平成16年度特別問題研究報告書, 1-32.
- 工 義尚・江崎保男 (1998) ため池・水田地帯におけるサギ類の生息場所分離. 日本生態学会誌, 48:17-26.
- 田中道明 (1999) 水田周辺の水環境の違いがドジョウの分布と生息密度に及ぼす研究. 魚類学雑誌, 46:75-81.
- 田和康太・佐川志朗 (2017) 兵庫県豊岡市祥雲寺地区の水田域とビオトープ域におけるカエル目の繁殖場所. 野生復帰, 5:29-38.
- 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.
- Tojo H (1996) Habitat selection, foraging behaviour and prey of five heron species in Japan. *Japanese Journal of Ornithology*, 45:141-158.
- 山階芳麿 (1941) 日本の鳥類と其生態 第2巻. 岩波書店, 東京, 1080 p.
- 安田 健 (1987) 江戸諸国産物帳 丹羽正伯の人と仕事. 晶文社, 東京, 139 p.