

## 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

\* 田和康太<sup>1</sup>・佐川志朗<sup>1,2</sup>・内藤和明<sup>1,2</sup>

**Feeding habits of released free-living Oriental White Storks *Ciconia boyciana* based on monitoring data of storks for 9 years**

\* Kota Tawa<sup>1</sup>, Shiro Sagawa<sup>1,2</sup> and Kazuaki Naito<sup>1,2</sup>

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

<sup>2</sup> Hyogo Park of the Oriental White Stork, 128 Shounji, Toyooka, Hyogo Pref. 668-0814, Japan

\* E-mail: zil4ktawa@gmail.com

**Abstract** Since 2005, Oriental white storks *Ciconia boyciana* have been continuously reintroduced by Hyogo Park of the Oriental White Stork in the Toyooka Basin, Hyogo prefecture, Japan. Additionally, since 2007, storks have bred in there every year. The drastic decrease of animals inhabit paddy fields is one of the main causes of extinction of wild stork population in Japan in 1971, but there are only few information about their feeding habits. We studied feeding habits of reintroduced storks based on monitoring data of the total 335 individuals in and around Toyooka Basin from 2005 to 2013. A total of 40 categories were listed as food items of storks. Loaches, crucian carps, other fish, crayfishes, frogs, insects, and earthworms were preyed upon by storks all year around, while grasshoppers, locusts, tadpoles and snakes were intensively eaten in summer and autumn. Storks have preyed on these items in various habitats (river, channel, wetland, paddy field and short grassland). We suggested that these environments have important role of prey fields for storks not only in spring, summer and autumn but in winter. Then, vegetable matters were observed in food items, it was unclear whether storks preyed on these items

intentionally.

**Key words** Food habit, Paddy, Reintroduced storks, River, Toyooka Basin, Wetland

### はじめに

コウノトリ *Ciconia boyciana* は水田水域や河川の浅場、湿地を主な採餌場所として利用し、魚類、両生類、爬虫類、昆虫類、甲殻類など様々な種類の動物を採餌するといわれる (清棲 1978; Hancock et al. 1992; Yoon et al. 2012)。しかし、日本の野外におけるコウノトリの食性に関する知見には、未解明な点が多く、その採餌環境や餌となる動物を明らかにした例は、兵庫県豊岡市に飛来した1羽の野生コウノトリを対象とした Naito and Ikeda (2007) しか見当たらない。日本における野生コウノトリが絶滅した大きな要因の一つとして、水田環境や湿地環境の悪化に起因する餌となる動物の激減が挙げられている (菊地・池田 2006)。そのため、再導入されたコウノトリがどのような採餌環境で、また、どのような種類の動物を採餌しているかといった知見は、今後のコウノトリの野生復帰を更に推し進めていく上で欠かせない。

兵庫県但馬地域では、2005年から野外へのコウノトリの再導入が開始され、2007年からはこれらの再導入個体群が野外において繁殖し、2015年現在まで毎年新しい野生個体が巣立っている (兵庫県立コウノトリの郷公園 2015a)。そして、2005年から2015年の間に放鳥されたコウノトリの個体数は37個体にも上る。兵庫県立コウノトリの郷公園では、2005年の放鳥初年度から継続的に、放鳥個体および野外で生まれ巣立ちを終えた幼鳥を対象とした追跡調査を実施している。その主な目的は、1. 各個体の利用範囲と行動の把握、2. 負傷の有無など各個体の健康状態の把握であり、複数の観察者が対象となる個体をそれぞれ設定し、その個体を経時的に追跡する個体追跡法が基本的な調査方法となっている (内藤・大迫 2011)。観察時の行動の記録については、各観察者に一任した自由記述となっており、これは、記録すべき行動を限定せずに情報の欠落を可能な限り防ぐことが狙いで

<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二ヶ谷128番地

<sup>2</sup> 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

\* E-mail: zil4ktawa@gmail.com

ある (内藤・大迫 2011). そこでは, 当然採餌に関する行動も記録されるため, 野外コウノトリの採餌環境やその餌に関する重要な情報が膨大に含有されている.

ところが, この記録方法では, 各観察者によって情報量や記述方式が異なるため, 一律に結果を評価することが困難となる. 採餌に関する記録について例にとると, 各観察者の種同定能力や記述能力によって餌の種類や採餌環境の情報量が左右される. また, これらの観察記録は繁殖期および非繁殖期における放鳥個体, および野外で巣立ちを終えた幼鳥を対象としたものであるが, 特に繁殖個体や放鳥直後の個体, 巣立ち後間もない幼鳥について重点的に追跡調査が行われる. 言い換えれば, 放鳥後一年以上経過し, かつ繁殖を行っていない個体に関しては, これらの個体に比べて観察時間が極端に少ない. そのため, そこから得られる採餌情報も, 重点的に追跡されている個体に比べて大幅に限定されてしまう. 結果的に, 観察記録から得られるコウノトリの採餌情報は個体によって大きくばらつくため, 定量的な評価が困難となっている. 再導入元年の2005年から2015年現在に至るまで膨大な量のデータが存在しながら, それらを元に野外コウノトリの食性や採餌環境の評価がなされてこなかったのは, こうした背景によるところが大きい.

しかしながら, 野外コウノトリにおける追跡調査に基づいた野外での食性情報は, たとえその知見が定性的な性質のものであったとしても, 今後の野生復帰におけるコウノトリの餌場環境の造成において新たな示唆を示すものだと考えられる. そこで筆者らは兵庫県立コウノトリの郷公園に保管されている野外コウノトリの追跡調査記録から, コウノトリの採餌物と採餌環境に関する記録を抜粋し, 放鳥元年からの野外コウノトリの食性に関する知見を集約することを目指した.

### 解析方法

2005年から2013年の間に実施された野外コウノトリの追跡調査結果を解析対象とした. 追跡調査のエリアとなっていたのは, 豊岡盆地, 兵庫県養父市の伊佐地区, 同朝来市の三保地区および京都府京丹後市の永留地区であった (Fig. 1). 豊岡盆地では, 2015年8月5日現在までに, 合計28羽のコウノトリが放鳥されている. 伊佐地区と三保地区は, 豊岡盆地以外におけるコウノトリの放鳥拠点となっており, 2013年には, 両地区ともに初めて野外へのコウノトリの放鳥が行われた. 2015年8月5日現在までに, 伊佐地区では合計4羽, 三保地区では合計

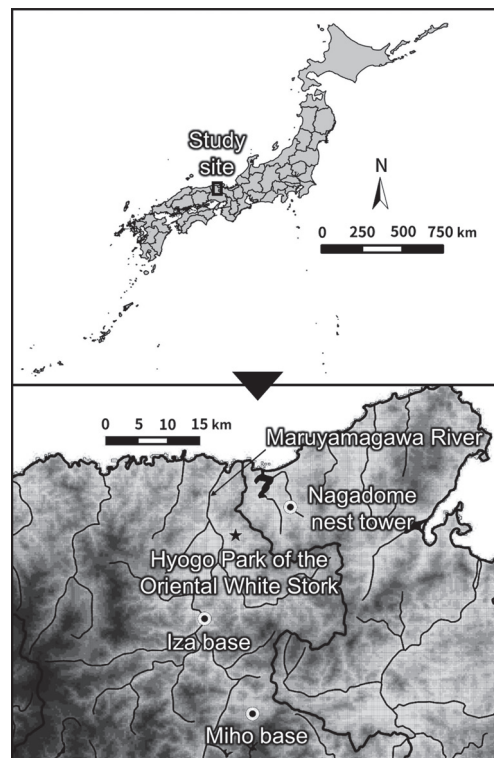


Fig. 1. Map of the Hyogo Park of the Oriental White Stork, Iza base, Miho base, and Nagadome nest tower.

Table 1. A list of the storks monitored from 2005 to 2013. The number of “Mating” indicates total number of male and female.

Year	Stork				Total
	Released	Mating	Non-mating	Juvenile	
2005	5	0	0	0	5
2006	9	0	5	0	14
2007	5	4	8	1	18
2008	2	8	8	6	24
2009	2	12	16	9	39
2010	4	16	20	9	49
2011	0	18	25	8	51
2012	1	24	19	12	56
2013	4	26	28	21	79
Total	32	108	129	66	335

5羽のコウノトリが放鳥されている. 永留地区では, 地区内にある人工巣塔において野外コウノトリが2012年および2013年に繁殖し, 2015年8月5日現在までに, 合計8羽のコウノトリが巣立っている (兵庫県立コウノトリの郷公園 2015b).

解析方法については, 9年間の豊岡盆地におけるコウノトリの観察記録から, 採餌物とその採餌環境が判明している記録のみを抽出した. 今回, 解析対象としたコウノトリの個体数は9年間でのべ335個体になった (Table 1).

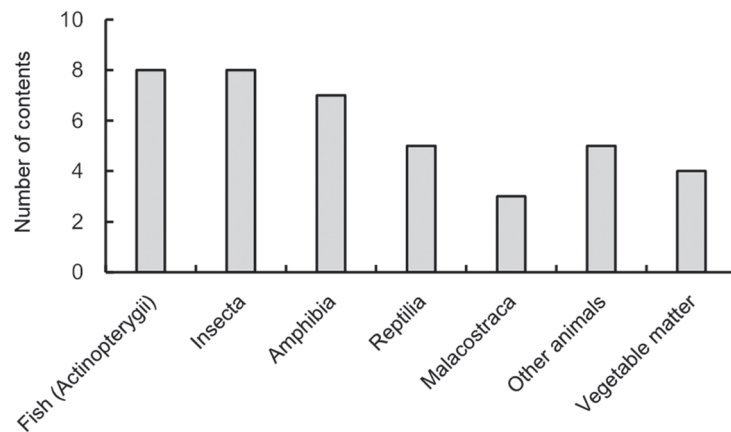


Fig. 2. Number of animal and vegetable contents preyed upon by 335 storks from 2005 to 2013.

採餌物については、観察記録に示されている名称から、観察された季節、環境、生活史などを勘案し、可能な限り正確な分類群にまとめた。また、両生綱について、同一分類群あっても幼生と成体が確認された場合には、幼生期と成体期とで生活様式や水域への依存度が大きく異なることから、それぞれ別のカテゴリーとして扱った。同様の理由で、昆虫綱のうち、幼虫期のみ水中生活を送るものについては、幼虫と成虫をそれぞれ別のカテゴリーとして扱った。また、正確な分類群は明示されておらず、綱や目レベルのみでしか分類できなかったものについては、科レベル以下まで分類されているものと重複している可能性があった。しかし、本研究の目的はあくまでコウノトリの採餌物を明らかにするという目的に則っているため、こうした場合にも、それぞれ別のカテゴリーとして扱うこととした。なお、生体と死体が採餌されていた動物群については、リスト化する際には併記したが、カテゴリーとしては、まとめて同一に扱った。なお、これ以降本研究では、採餌物のカテゴリーのことを「種類」と便宜的に呼称することとする。

採餌環境については、その特徴から、以下のパターンに便宜的に分類した。1. 河川（サイフォンゲートやワンドなどを含む河川域）、2. 水路（魚道、排水路、土水路などを含む）、3. 池沼、4. 湿地（湛水状態および湿地状態の休耕田、ピオトープ、貯水田、水溜り、ハス田などを含む）、5. 水田、6. 畦畔、7. 畑地、8. 裸地（工事中の水田、造成地、盛り土、都市整備された道路など）、9. 短草地（埋立地、河川の土手および堤防、休耕田、空き地、草地、転作田、農道、牧草地、麦畑など）、10. 長草地（ヨシ群落、放棄水田、コウノトリが隠れてしまう程度の草丈の草地など）、11. 切り株、以上の11パターンであった。なお、後述の結果で示すよう

に、短草地で水生動物の採餌がみられることがあったが、これは河川の土手沿いや空き地といった短草地に目視が困難なほどのわずかな水域が存在していたためと考えられる。しかし、こうした記述は観察記録に残されておらず、十分な確証がなかったため、短草地として採餌環境を分類したことを留意されたい。

これらの結果を用いて、各月ごとの採餌物の種類およびその採餌環境をまとめた。なお、ある餌の種類が同一の採餌環境で9か月以上採餌されていた場合、その種類は対象となる採餌環境において周年採餌されたものとみなした。

## 結 果

のべ335個体の野外コウノトリの観察記録から、計40種類の採餌物が確認された。最も多く確認されたのは魚類（条鰭綱）と昆虫綱でそれぞれ8種類であった。それに次いで、両生綱が7種類、爬虫綱が5種類となった。また、動物以外に植物質も採餌物として認められた（Fig 1）。野外コウノトリの採餌物を季節別にみると、ドジョウ科、フナ属、新鱗亜綱複数種、カエル目成体、貧毛綱（ミミズ類）、アメリカザリガニ*Procambarus clarkii*、そして昆虫綱複数種が周年採餌されていた（Table 2）。採餌物の総種類数を季節別にみると、8～10月にピークがみられ、9月の種類数が25と最多であった。1月と4月の種類数はそれぞれ7、9と少なかった。また、40種類の採餌物を採っていた環境をみると、河川、水路、湿地、水田、畦畔、そして短草地が周年の採餌場所となっていた（Table 3）

魚類（条鰭綱）の種類ごとの採餌環境とその季節変化をAppendix 1 (a)に示した。魚種では、ドジョウ科



Table 3. A list of foraging sites based on monitoring data of 335 storks from 2005 to 2013. Black dots indicate preyed upon by storks.

Foraging site	Month											
	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
River	○	○	○	○	○	—	○	○	○	○	○	○
Channel	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Pond	—	○	○	—	○	○	○	○	○	○	—	—
Wetland	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Paddy	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Ridge	—	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	—
Farmland	—	—	—	—	—	—	—	—	—	○	—	—
Short grass	—	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Long grass	—	○	○	—	○	—	○	○	○	○	—	—
Tree stump	—	—	—	—	—	○	—	—	—	—	—	—
Bare field	—	—	—	—	—	—	—	○	○	○	○	○

やナマズ *Silurus asotus*, ハゼ亜目, ドンコ *Odontobutis obscura* といった底生魚類が目立った。フナ属, ドジョウ科, ナマズ, そして新鱈亜綱複数種といった種類は, 河川, 水路, 湿地などの様々な環境で採餌されていた。特にドジョウ科が水路や湿地, 水田において周年に渡り餌として確認された。また, 新鱈亜綱複数種は, 河川や水路, 湿地において周年採餌されていた。ナマズについては, 死体も採餌されていた。

両生綱の種類ごとの採餌環境とその季節変化を Appendix 1 (b) に示した。カエル目成体は水路や湿地, 水田, 短草地といった環境で周年採餌されていた。その一方で, カエル目幼生は4月から10月に水路, 湿地, 水田, 短草地といった環境を中心に採餌されていた。カエル目成体で種まで判明したものは, ニホンアマガエル *Hyla japonica*, トノサマガエル *Pelophylax nigromaculatus*, そして外来種のウシガエル *Lithobates catesbeianus* であった。また, ウシガエル成体については, 死体も採餌されていた。カエル目幼生で種まで判明したものはウシガエルであった。このように, 確認された両生綱については, そのほとんどがカエル目であったが, 有尾目のアカハライモリ *Cynops pyrrhogaster* も採餌されていた。

爬虫綱および哺乳綱について種類ごとの採餌環境とその季節変化を Appendix 1 (c) に示した。爬虫綱のヘビ亜目が様々な環境で採餌されていた。ヘビ亜目は5月から11月といった時期に集中的に採餌されていた。この時期には, 水田, 畦畔, 短草地での採餌が目立った。ヘビ亜目で種が確認されたものは, ニホンマムシ *Gloydius blomhoffii* およびアオダイショウ *Elaphe climacophora* の2種であった。哺乳綱のモグラ科については, 死体の採餌も認められた。

貧毛綱, 腹足綱, クモ綱, ムカデ綱およびエビ綱の種

類ごとの採餌環境とその季節変化を Appendix 1 (d) に示した。貧毛綱 (ミミズ類) やアメリカザリガニは様々な環境で採餌されていた。貧毛綱は水田で周年採餌されていた。また, 短草地でも5月以降, 常に採餌されていた。アメリカザリガニは, 特に水路, 湿地, 水田といった環境で周年採餌されていた。

昆虫綱の種類ごとの採餌環境とその季節変化を Appendix 1 (e) に示した。昆虫綱複数種やバッタ目, イナゴ科は特に8月から11月の時期に様々な環境で集中的に採餌されていた。さらに, 昆虫綱複数種は水田において周年採餌されていた。昆虫綱の種類をみると, トンボ目成虫やバッタ目, イナゴ科, コオロギ亜科, カマキリ目といった陸生昆虫と, トンボ目幼虫, アメンボ科といった水生昆虫の両方がみられた。

植物質の採餌環境とその季節変化を Appendix 1 (f) に示した。枯れ草や枯れ葉, 雑草, コケ類といった種類がみられた。他の植物質の種類に比べて, コケ類は比較的長期間におよび採餌物として認められた。コケ類は8月から12月の間に短草地, 畦畔, 湿地, 裸地で採餌されていた。

## 考 察

一般的にコウノトリは, 野外において魚類, 甲殻類, 昆虫類, 両生類などの様々な動物を餌とするジェネラリスト的な食性を示すといわれる (清棲 1978; Hancock et al. 1992; 江崎 2012)。本研究の結果, 調査地である豊岡盆地およびその周辺地域でも, 魚類, 両生類, 爬虫類, 甲殻類, 昆虫類, 哺乳類など, 野外のコウノトリは様々な動物を餌としており, 同様の傾向を示していることが示唆された。

Naito and Ikeda (2007) は, 豊岡盆地に飛来した野生コ

ウノトリの主要な採餌場所が、季節的に変化していたことを報告しており、そのことは、主要な餌を季節ごとに変えていることを示すと述べている。本研究では、Naito and Ikeda (2007) のように、特定の個体を対象としたものではなかったため、採餌環境の割合を季節的に比較することができなかったが、餌としてドジョウ科、フナ属、新鱗亜綱複数種、アメリカザリガニ、昆虫綱複数種、カエル目成体、ミミズ類などのように、一年の内、大半の季節に渡って採餌されている動物や、カエル目幼生、バッタ目、イナゴ科、ヘビ亜目などのように、ある季節に集中して採餌されている動物が存在する傾向が認められた。本項では、これらの特徴的な動物に注目し、餌としての検討を行う。さらに、本来動物食であるコウノトリの採餌物として、枯れ葉やコケ類などの植物質が確認されたことも特筆すべき結果であるため、餌としての植物質についても検討する。

#### 1. 周年に渡って採餌されていた動物の重要性

周年の採餌が確認された動物は、野外にコウノトリの餌が激減する冬期においても採餌されていたことを意味する。特に1月に野外コウノトリの採餌物の種類数が極端に少なかったことから、これらの動物は厳冬期の野外コウノトリの餌として重要だと考えられる。

まず、魚類では、フナ属やドジョウ科が周年に渡り採餌されていた。特にドジョウ科は水路、湿地、水田といった様々な環境で周年採餌されていた。フナ属やドジョウ科のドジョウ *Misgurnus anguillicaudatus* は、水田やその周辺水域を主な生息・繁殖場所として利用する (斉藤ほか 1988; 田中 1999)。また、湿地や排水不良の水田、土水路などは、これらの魚類の越冬場所となる (鈴木ほか 2004; 皆川ほか 2012; 田和ほか 2013)。豊岡市では、水田と連続した恒久的水域 (マルチトープ) や水田魚道の設置、湿地、ビオトープの造成など、魚類に代表される水生動物の生息環境を保全するための様々な取り組みが実施されている (佐川 2012; 佐竹 2014)。さらに、豊岡盆地では、厳冬期の日照時間が短く、降雨や積雪が多いため (気象庁 2015)、地域によっては水はけの悪い水田が集中している。こうした環境がこれらの魚類の生息・繁殖・越冬場所として利用されるため、結果的に野外コウノトリの周年に渡る採餌物として確認されるものと推察される。また、河川において周年魚類が採餌されていたことも注目すべき点である。豊岡盆地の円山川水系では、魚類などの生息環境を維持し、野外コウノトリの採餌環境を造成するために、低

水護岸部におけるワンドの造成など、河川に生態的機能を付加させる取り組みが数々実施されている (佐川 2012)。餌となる動物の個体数が減少し、積雪の多い冬期の豊岡盆地では、こうした水域における魚類がコウノトリの餌として寄与するものと考えられる。

次に、アメリカザリガニは水路や湿地で周年採餌され、水田や短草地でもよく採餌されていた。特に、厳冬期にも様々な環境でアメリカザリガニの採餌が確認されており、野外コウノトリの主要な餌であることが伺える。コウノトリと同様に、アメリカザリガニは、サギ類 (Lane and Fujioka 1998; 濱尾ほか 2013)、サシバ *Butastur indicus* (Kadowaki et al. 2007) といった水田地域を餌場とする鳥類の主要な餌の一つとなることが報告されている。しかし、その一方で、外来種であるアメリカザリガニは、クロモ *Hydrilla verticillata* (L. f.) Royle などの在来沈水植物や (久保ほか 2012)、トウキョウサンショウウオ *Hynobius tokyoensis* 幼生といった水生動物の脅威となることが報告され (竹内ほか 2011)、水稻にも多大な被害を与えるといわれる (Anastacio et al. 2005)。また、アメリカザリガニは高い拡散能力を有しているため、効果的な駆除対策が存在しない (西川ほか 2009)。小杉 (1960) は、サギ科のアメリカザリガニに対する捕食圧は農業上、非常に有益となると述べている。同様に、豊岡盆地でも、アメリカザリガニの個体数がコウノトリの主要な餌となることで抑制されている可能性がある。今後、野外コウノトリのアメリカザリガニに対する捕食圧を定量的に評価していく必要があるだろう。

続いて、昆虫綱複数種は水田において周年採餌されていた。また、厳冬期にも河川や湿地で採餌されていた。しかし、今回、昆虫綱とされた種類では、水生のものか、陸生のものかが不明であった。陸生昆虫は1月から4月には確認されていなかった一方で、水生昆虫のトンボ目幼虫は水路で3月に採餌されていた。このように、冬期などに採餌されている昆虫綱では、水生昆虫が主となる可能性もある。今後、陸生昆虫と水生昆虫が季節的にどのような割合でコウノトリの餌になっているか、明らかにする必要がある。

次に、カエル目成体は水路や湿地、水田、短草地といった環境において周年採餌されていた。豊岡盆地周辺において、こうした環境を生息場所または繁殖場所として利用する主なカエル目には、ニホンアカガエル *Rana japonica*、ヤマアカガエル *Rana ornativentris*、トノサマガエル、ニホンアマガエル、シュレーゲルアオガエル

*Rhacophorus schlegelii*, モリアオガエル*Rhacophorus arboreus*, ヌマガエル*Fejervarya kawamurai*, ツチガエル*Glandirana rugosa*, そして外来種のウシガエル*Lithobates catesbeianus*などが挙げられる(田和 未発表). 豊岡市では, コウノトリ育む農法の一環で, トノサマガエルを中心とするカエル目幼生の上陸時期を考慮した7月までの中干し延期が行われており, 主にトノサマガエルの増加が報告されている(内藤・池田 2009). そして, 先述の水田脇におけるマルチトープの設置もカエル類の上陸には効果的だと考えられる. また, ヌマガエルや, 今回, 採餌の確認されたニホンアマガエル, トノサマガエルは, 水田周辺の草原や水田の土中およびトラクターの轍跡の水域などで越冬することができる(林・木村 2004; 吉村ほか 2008). 豊岡盆地の水田地域では, これらのカエル目成体が越冬可能な土畦の水田や非作付期にも水域の残存する水田が多く見られる. さらに, 2月, 3月といった時期に繁殖期を迎えるニホンアカガエルやヤマアカガエルは, この時期になると水田や湿地に集まって産卵を行う(長谷川 1998). 実際に筆者は2015年の2月から3月に豊岡盆地にある祥雲寺地区の水域が残存した水田や山際に隣接した湿地において, これらのカエル類の卵塊を多数確認している(田和 未発表). このように, 様々なカエル目成体の生息場所や越冬場所が維持されていることで, カエル目成体が豊岡盆地における野外コウノトリの周年に渡る餌として寄与しているものと推察される. その一方で, ウシガエルは, その高い繁殖力や在来生物に対する影響から, 環境省の特定外来生物に指定されており(環境省 2006), 豊岡盆地の在来種への影響が懸念される. アメリカザリガニと同様に, 野外コウノトリのウシガエルに対する捕食圧についても検討する必要があるだろう.

最後に, 貧毛綱は水田や短草地において周年採餌されていたが, 水生のものか, 陸生のものか今回の記述からは判断できなかった. しかし, 上記の動物と同様に, 周年採餌されていた結果は注目に値する.

## 2. 特定の時期に集中的に採餌されていた動物の重要性

カエル目幼生や, バッタ目, イナゴ科, ヘビ亜目などは, その生活史や越冬生態などが起因し, ある時期に集中的に採餌されていたものと考えられる.

まず, カエル目幼生は水路や湿地, 水田, 短草地といった環境で, 5月から9月に集中的に採餌されていた. 今回, カエル目幼生の中で種が判明したものはウシガエルであったが, ウシガエルは基本的にはため池など

の深い水域で産卵するとされており(林 2007), 積極的には水田や湿地等の浅い水域を産卵場所として利用しないものと推察される. また, 一部のツチガエルを除き, その他のカエル目については, 9月には基本的に変体上陸を終えてしまう(林 2007). そのため, コウノトリは, 先述の在来カエル類の幼生を中心に採餌していた可能性が高いと考えられる.

次に, バッタ目やイナゴ科であるが, これらの昆虫類は7月から11月にかけて様々な環境で採餌されていた. 筆者らが2014年および2015年の夏期に豊岡盆地内の水田において陸上動物を調査した際, 6月には確認されなかったショウリヨウバッタ*Acrida chinerea*やオンブバッタ*Atractomorpha lata*, イナゴ科の幼生が7月に多数出現し, その後8月になるとこれらの個体数はさらに増加しており, 成虫の占める割合が高くなっていった(田和 未発表). 加藤ほか(1988)は, 山形県の水田においてイナゴ科のコバネイナゴ*Oxya yezoensis*の発消長を調査した際, 6月上旬に若齢幼虫が出現した後, 7月になると中齢幼虫が増加し, 8月下旬には成虫密度がピークに達することを報告している. また, 高田ほか(2015)は, コバネイナゴやハネナガイナゴ*Oxya japonica*は10月下旬や11月上旬といった季節にも牧草地などにみられたことを, 秦ほか(2003)は, ショウリヨウバッタが10月下旬に緑地でみられたことを, それぞれ報告している. 以上を併せると, バッタ目やイナゴ科の発生時期とコウノトリに採餌されていた時期がほぼ同一であることがわかる. さらに, これらの昆虫類は大量に発生するため, この時期に限定すると, 他の動物よりも効率的に採餌されている可能性がある. こうした昆虫類は餌としては小型であるが, 個体数や捕食効率から勘案すると, 夏期から秋期にかけてのコウノトリにとって重要な餌となっていることが推察される.

最後に, ヘビ亜目については, その越冬時期と越冬場所が関係しているものと推察される. 水田周辺域に生息するヘビ亜目には, 今回, 採餌が確認されたアオダイショウ*Elaphe climacophora*やニホンマムシ*Gloydius blomhoffii*のほかに, ヤマカガシ*Rhabdophis tigrinus*やシマヘビ*Elaphe quadrivirgata*がその代表種として挙げられる(門脇 1992). 実際に筆者は2014年および2015年の豊岡盆地の水田地域において, ヤマカガシおよびシマヘビを多数確認しており(田和 未発表), そのことを踏まえると, 野外コウノトリが採餌していたヘビ亜目には, これらのヘビ類も含有されていた可能性が高い. これらのヘビ類は4月から11~12月頃までが活動期である

といわれており (深田 1957), これは, 野外コウノトリにヘビ亜目が採餌されていた時期とほぼ一致する。これらのヘビ類はその他の時期には越冬しているが, その主な越冬場所が石垣と考えられている (深田 1957)。そのため, 野外コウノトリにとってこれらのヘビ類の越冬個体を採餌するのは畦などに潜って越冬しているカエル類に比べると, 容易でないと推察される。しかし, ヘビ亜目はコウノトリの餌の中でも大型の部類に入るため, 活動期には野外コウノトリの餌として大きく寄与していると推察される。

### 3. 野外コウノトリにおける植物質の採餌

野外コウノトリの採餌物としては, 動物だけでなく, 枯れ草や枯れ葉, 雑草, コケ類といった植物質のものが認められた。Winter (1982) は, ロシアの野生コウノトリ数個体の胃内容物として, 落葉, コケ類, 枝, 種子などの植物質が多量に含まれていたことを報告している。これらについて SW Winter (pers. comm. 1990) は, 動物を採餌した際に, 偶然に紛れ込んだ植物質が消化されずに, 胃内に残った結果だと推測している。今回確認された野外コウノトリにおける植物質の採餌に関しても, 同様の可能性がある。

しかしその一方で, Shi (1991) は, 中国で越冬していた野生コウノトリが, 意図的に植物体を採餌していたことを報告している。また, これまでにも動物食の鳥類が植物質のものを採餌していた例がいくつか報告されている。例えば, 小川 (1977) は, モズ *Lanius bucephalus* の食性をペリットによって調べた際, 12月になると常緑樹であるマサキ *Euonymus japonicus* Thunb. の種子が急増したことを報告している。小林 (1955) は, タマシギ *Rostratula benghalensis* のヒナや幼鳥の砂嚢に多数の植物種子や植物繊維が認められたことから, ヒナおよび幼鳥の時期には植物質を中心とした食性を示すと結論付けている。以上のような知見が存在することからも, 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は十分に考えられる。今後, 野外コウノトリに対する植物質の効果や餌としての寄与を検討するためには, ペリットおよび糞の解析や食物網構造の推定などを行う必要がある。

### 4. 野外コウノトリにおける食性および採餌環境データの扱いと今後の展開

本稿の導入部でも断りを入れたが, 今回扱ったデータは定性的なものであるため, そこから得られるコウノ

トリの食性を過大, もしくは過小評価している可能性は否定できない。また, 観察記録といった調査方法でコウノトリの餌を評価すると, どうしても小型のものが見落とされてしまう傾向が強い。近年では, そうした背景を踏まえ, 野生のスズメ類やカモメ類, サギ類など様々な鳥類において, 炭素・窒素安定同位体比分析と餌の寄与率推定を組み合わせて食性や食物網構造を解析する手法が導入されており, 目覚ましい成果を挙げている (Moreno et al. 2010; Beaulieu and Sockman 2014; El-Hacen et al. 2014)。今後は, これまでの野外コウノトリの観察記録による食性調査に加えて, 安定同位体比分析に代表される, これまでとはアプローチの異なる新たな解析方法の導入を検討していく必要があると考えられる。

### 摘要

兵庫県但馬地域の豊岡盆地周辺に再導入されたコウノトリのモニタリングデータから, 採餌物とその採餌環境を抽出し, 再導入後のコウノトリの食性および採餌環境を明らかにすることを目指した。その結果, 2005年から2013年までの間に, のべ335個体のコウノトリから, 40種類の採餌物が確認された。頻繁に採餌された動物は, ドジョウ科, フナ属, 魚類 (新鱗亜綱複数種), アメリカザリガニ, 昆虫綱複数種, カエル目成体, ミズミズ類のように, 周年採餌されていた動物と, カエル目幼生, バッタ目, イナゴ科, ヘビ亜目のように, ある時期に集中して採餌されていた動物とに大別できた。こうした採餌のされ方の違いは, 各動物群の生活史を反映しているものと推察された。また, これらの動物が頻繁に採餌されていたのは, 河川, 水路, 湿地, 水田, 短草地などの環境であり, こうした環境を周年に渡るコウノトリの採餌環境と捉えることが重要だと考えられた。

キーワード: 食性, 水田, 再導入されたコウノトリ, 河川, 豊岡盆地, 湿地

### 謝辞

本研究はJSPS科研費 (26340009) および, 公益財団法人河川財団の河川整備基金助成事業によって実施された。

### 引用文献

\*印のものは入手できなかった。  
Anastacio PM, Vasco SP, Alexandra MC (2005) Crayfish



- effects on seeds and seedlings: identification and quantification of damage. *Freshwater Biology*, 50:697–704.
- Beaulieu M, Sockman KW (2014) Comparison of optimal foraging versus life-history decisions during nestling care in Lincoln's Sparrows *Melospiza lincolni* through stable isotope analysis. *Ibis*, 156:424–432.
- El-Hacen EHM, Piersma T, Jouta J, Overdijk O, Lok T (2014) Seasonal variation in the diet of spoonbill chicks in the Wadden Sea: a stable isotopes approach. *Journal of Ornithology*, 155:611–619.
- 江崎保男 (2012) コウノトリの野生復帰とメタ個体群構築. 野生復帰, 2:3–10.
- 深田 祝 (1957) 蛇類の野外における観察. 防虫科学, 22:69–75.
- 濱尾章二・秋葉 亮・棗田孝晴 (2013) 採食環境が競合するアオサギとダイサギにおける餌生物および獲得食物量の比較. *Bird Research*, 9:23–29.
- Hancock J, Kushlan JA, Kahl MP (1992) *Storks, ibises and spoonbills of the world*. Academic Press, New York, 385 p.
- 長谷川雅美 (1998) 水田耕作に依存するカエル類群集. 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—. 朝倉書店, 東京, pp. 53–66.
- 秦 裕史・中尾史郎・養父志乃夫・中島敦司・山田宏之 (2003) 公園緑地におけるバッタ類の微視的生息場所選択. *ランドスケープ研究*, 66:607–612.
- 林 光武 (2007) 水田で産卵する両生類の生態. 水谷正一 (編) 農村の生きものを大切に—水田生態工学入門. 農山漁村文化協会, 東京, pp. 57–64.
- 林 光武・木村有紀 (2004) ヌマガエル *Rana limnocharis* の越冬場所. *爬虫両棲類学会報*, 2004:121–123.
- 門脇正史 (1992) 水田地帯に同所的に生息するシマヘビ *Elaphe quadrivirgata* とヤマカガシ *Rhabdophis tigrinus* の食物重複度. *日本生態学会誌*, 42:1–7.
- Kadowaki S, Murayama T, Kojima Y (2007) Differences in the Utilization of Cultivated and Uncultivated Paddy Fields as Hunting Grounds by the Grey-faced Buzzard-eagle, *Butastur indicus*. *Journal of the Yamashina Institute for Ornithology*, 39:19–26.
- 加藤智弘・斎藤 隆・渡辺和弘・横山克至 (1988) 山形県におけるコバネイナゴの発生生態. *北日本病害虫研究会報*, 39:182–184.
- 菊地直樹・池田 啓 (2006) シリーズ但馬Ⅴ 但馬のこうのとりに. 但馬文化協会, 兵庫, 304 p.
- 清棲幸保 (1978) *日本鳥類大図鑑Ⅲ*. 講談社, 東京, 536 p.
- 小林平一 (1955) タマシギの観察(2). *鳥*, 14(66):1–13.
- 小杉昭光 (1960) 数種のサギ科の鳥類の食性について. *山階鳥類研究所研究報告*, 2:89–98.
- 久保 優・照井 慧・西廣 淳・鷺谷いづみ (2012) 福井県三方湖周辺の水路・小河川における在来沈水植物の分布に対する外来生物の影響. *保全生態学研究*, 17:165–173.
- Lane SJ, Fujioka M (1998) The impact of changes in irrigation practices on the distribution of foraging egrets and herons (Ardeidae) in the rice fields of central Japan. *Biological Conservation*, 83:221–230.
- 皆川明子・高木強治・須戸 幹・小谷廣通・岩間憲治・金木亮一 (2012) 非灌漑期の農業水路における魚類の越冬場造成の試み. *農業農村工学会論文集*, 80:445–454.
- Moreno R, Jover L, Munilla I, Velando A, Sanpera C (2010) A three-isotope approach to disentangling the diet of a generalist consumer: the yellow-legged gull in northwest Spain. *Marine Biology*, 157:545–553.
- 内藤和明・大迫義人 (2011) 放鳥個体の追跡記録の記述に基づくコウノトリの行動の類型化とモニタリングへのフィードバック. *野生復帰*, 1:57–62.
- Naito K, Ikeda H (2007) Habitat restoration for the reintroduction of oriental white storks. *Global Environmental Research*, 11:217–221.
- 内藤和明・池田 啓 (2009) 農業生態系の修復—コウノトリの野生復帰を旗印に—. 大串隆之・近藤倫生・椿 宜高 (編) シリーズ群集生態学6 新たな保全と管理を考える. 京都大学学術出版会, 京都, pp. 129–158.
- 西川 潮・今田美穂・赤坂宗光・高村典子 (2009) ため池の管理形態が水棲外来動物の分布に及ぼす影響. *陸水学雑誌*, 70:261–266.
- 小川 巖 (1977) ペリットによるモズの食性分析とその季節変化. *鳥*, 26(2–3):63–75.
- 佐川志朗 (2012) コウノトリ育む環境整備の進め方. *野生復帰*, 2:27–31.
- 齋藤憲治・片野 修・小泉顕雄 (1988) 淡水魚の水田周辺における一時的な水域への侵入と産卵. *日本生態学会誌*, 38:35–47.
- 佐竹節夫 (2014) 地域住民と協同した生物生息地の造成. *野生復帰*, 3:25–28.
- \*Shi Z (1991) Preliminary observations on the winter foraging ecology of oriental white storks (*Ciconia boyciana*) in Jiangsu Province, China. Coulter MC, Wang Q, Luthin GS (eds) *Biology and Conservation of Oriental White Stork Ciconia boyciana*. Savannah River Ecology Laboratory, South Carolina, pp. 107–113.
- 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.
- 高田 要・薦田佳郎・宮武美恵子・隅野光代・井原敏明・西浦陸子・河井典子・住田公一郎・住田鈴子・吉田滋弘 (2015) ハネナガイナゴの分布に関する調査. *共生のひろば*, 10:40–43.
- 竹内将俊・稲垣仁太・横山能史 (2011) トウキョウサンショウウオ幼生の生存に及ぼすアメリカザリガニの影響. *日本環境動物昆虫学会誌*, 22:33–37.
- 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影響. *魚類学雑誌*, 46:75–81.
- 田和康太・中西康介・村上大介・西田隆義・沢田裕一 (2013) 中山間部の湿田とその側溝における大型水生動物の生息状況. *保全生態学研究*, 18:77–89.
- \*Winter SW (1982) Nesting of the Black-billed White Stork (*Ciconia boyciana* Swinhoe) in the middle Amur Region. In Gavrillov VM, Potapov RL (eds) *Ornithological Studies in the USSR*, vol. 1. USSR Academy of Sciences, Moscow, pp. 75–100.
- Yoon J, Na SH, Kim SK, Park SR (2012) Use of the foraging area by captive bred oriental storks (*Ciconia boyciana*) in a closed semi natural paddy field. *Journal of ecology and field biology*, 35:149–155.
- 吉村友里・千家正照・伊藤健吾 (2008) 柿畑で越冬するカエル類の観察例. *爬虫両棲類学会報*, 2008:19–22.
- 付 記  
兵庫県立コウノトリの郷公園 (2015a) 最新放鳥情報. 兵庫県

立コウノトリの郷公園. [[http://www.stork.u-hyogo.ac.jp/reintr/index\\_cate.php](http://www.stork.u-hyogo.ac.jp/reintr/index_cate.php)]  
 兵庫県立コウノトリの郷公園 (2015b) 足環カタログ. 兵庫県立コウノトリの郷公園. [[http://www.stork.u-hyogo.ac.jp/reintr/reintr\\_file/ind\\_identif.pdf](http://www.stork.u-hyogo.ac.jp/reintr/reintr_file/ind_identif.pdf)]

気象庁 (2015) 希少統計情報. 国土交通省気象庁. [<http://www.jma.go.jp/jma/menu/report.html>]  
 環境省 (2015) 外来生物法. 環境省. [<http://www.env.go.jp/nature/intro/1outline/list/L-ryo-04.html>]

(2016年1月31日受理)

Appendix 1. A list of (a) Fish (Actinopterygii), (b) Amphibia, (c) Reptilia and Mammalia, (d) Oligochaeta, Gastropoda, Arachnida, Chilopoda, and Malacostraca, (e) Insecta, and (f) Vegetable matters preyed upon by 335 storks, and their foraging habitats. Black dots indicate preyed upon by storks.

Taxon	Class	Order	Family	Species name	Foraging site	Month																			
						Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.								
(a)	Actinopterygii	Osmeriformes	Osmeridae	<i>Plecoglossus altivelis altivelis</i>	River	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	○	-							
			Cypriniformes	Cyprinidae	<i>Carassius</i> spp.	River	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	-	○	-					
		Channel				-	-	-	-	○	-	-	-	-	-	-	-	○	-	-					
		Pond				-	-	-	-	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
		Wetland				○	○	○	-	-	-	-	-	-	-	○	-	-	-	-	○				
		Paddy				-	○	-	○	○	○	○	○	-	-	-	-	-	-	-	-				
		<i>Cyprinus carpio</i>				Pond	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	-	-	-	-	-				
		Cobitidae	Cobitidae	Cobitidae	Cobitidae	River	-	-	-	○	-	-	-	-	-	○	-	-	-	-					
						Channel	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○			
						Pond	-	-	○	-	-	-	-	○	-	○	○	-	-	-	-	-			
						Wetland	-	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○			
						Paddy	-	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○			
						Ridge	-	-	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	-	-			
						Short grass	-	-	○	-	○	-	-	-	-	-	○	-	-	-	○	-			
						Siluriformes	Siluridae	<i>Silurus asotus</i>	River	-	-	○	-	-	-	-	-	-	-	○	○	○	-		
									Channel	-	○	○	-	-	-	-	-	○	○	-	-	-	-	-	-
									Wetland	-	-	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		<i>S. asotus</i> (dead)	Channel	-	-				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	-				
		Paddy	-	○	○	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-							
		Perciformes		Gobiioidei	Gobiioidei	Channel	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	-	○	-	-					
						Wetland	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	○	-	-	-				
						Odontobutidae	<i>Odontobutis obscura</i>	Wetland	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	○	-	-	-			
								Neopterygii	River	○	○	○	○	○	-	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
Channel	○								○	○	-	-	○	-	○	○	○	○	○	○	○	○			
Pond	-								○	○	-	○	○	○	-	○	-	-	-	-	-	-			
Wetland	○	○	○	○	○	○	-		○	○	○	○	○	○	○	○									
Paddy	-	-	-	○	○	○	○	○	○	-	○	○	○	○	○										
Short grass	-	-	-	-	○	-	-	-	-	-	○	-	-	-	-	○									
Long grass	-	○	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-									
(b)	Amphibia	Anura	Anura	Anura	River	-	-	-	-	-	-	-	○	-	○	-	-	-							
					Channel	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○					
					Pond	-	-	-	-	○	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
					Wetland	-	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○					
					Paddy	-	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○					
					Ridge	-	-	-	○	○	○	○	-	○	○	-	-	-	-	-					
					Farmland	-	-	-	○	-	-	-	-	-	-	-	○	-	-	-					
					Short grass	-	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-					
					Long grass	-	-	-	-	○	-	○	-	-	-	-	-	-	-	-					
					Bare field	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	-	-	-	-	○				
					Anura	Anura	Anura	Anura	Channel	-	-	-	-	○	-	-	○	-	○	-	-	-			
									Wetland	-	-	-	○	○	○	-	○	○	-	-	-	-	-		
									Paddy	-	-	-	-	○	○	○	-	-	-	-	-	-	-		
									Short grass	-	-	-	-	-	○	○	○	○	-	-	-	-	-		
									Long grass	-	-	-	-	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
					Hylidae	Hylidae	<i>Hyla japonica</i>	Paddy	-	-	-	-	-	○	-	-	-	-	-	-	-				
								Short grass	-	-	-	-	-	○	-	-	-	-	-	-	-				

Appendix 1. Continued.

Taxon	Class	Order	Family	Species name	Foraging site	Month												
						Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	
			Ranidae	<i>Pelophylax nigromaculatus</i>	Channel	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	-	-	-
				<i>Lithobates catesbeianus</i>	Wetland	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○
					Paddy	-	○	-	-	-	○	-	-	-	-	-	-	-
					Short grass	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	-
				<i>L. catesbeianus</i> (dead)	Paddy	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				<i>L. catesbeianus</i> (larvae)	Pond	-	-	-	-	-	-	-	○	-	-	-	-	-
		Caudata	Salamandridae	<i>Cynops pyrrhogaster</i>	Channel	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	-	-
					Paddy	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	-	-
					Short grass	-	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(c)	Reptilia	Squamata		Serpentes spp.	River	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	-	-	-
					Channel	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	-	-
					Wetland	-	-	-	-	-	-	-	○	○	-	-	-	○
					Paddy	-	-	○	-	○	○	○	-	○	○	○	○	-
					Ridge	-	-	-	-	○	○	-	-	○	-	-	-	-
					Farm land	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	-	-
					Short grass	-	-	-	-	-	○	○	-	○	○	○	○	-
					Long grass	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	-	-
					Bare field	-	-	-	-	-	-	-	-	○	-	-	-	-
			Viperidae	<i>Gloydius blomhoffii</i>	Paddy	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	-	-	-
			Colubridae	<i>Elaphe climacophora</i>	Wetland	-	-	-	-	-	-	-	○	-	-	-	-	-
		Squamata		Sauria sp.	Paddy	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	-	-
		Testudines		Cryptodira spp.	Paddy	-	-	-	-	-	○	○	-	-	-	-	-	-
	Mammalia	Soricomorpha	Talpidae	Talpidae spp.	Ridge	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	-	-	-
					Short grass	-	-	-	-	-	-	-	-	○	-	-	-	-
				Talpidae spp. (dead)	Wetland	-	-	-	-	-	-	-	○	-	-	-	-	-
(d)	Oligochaeta			Oligochaeta spp.	Channel	○	-	-	○	-	-	-	-	-	-	○	-	-
					Wetland	-	-	○	○	-	-	○	○	○	-	-	-	-
					Paddy	○	○	○	-	○	○	-	○	○	○	○	○	○
					Ridge	-	-	-	-	○	-	-	○	-	-	-	-	-
					Short grass	-	○	-	-	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	Gastropoda	Architaenioglossa	Viviparidae	Viviparidae sp.	Paddy	-	-	-	-	-	-	○	-	-	-	-	-	-
	Arachnida			Arachnida sp.	Short grass	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	-	-	-
	Chilopoda			Chilopoda sp.	Short grass	-	-	-	-	-	-	○	-	-	○	-	-	-
	Malacostraca	Decapoda	Cambaridae	<i>Procambarus clarkii</i>	River	○	-	○	-	-	-	○	-	○	○	-	○	○
					Channel	○	○	○	○	○	○	-	○	○	○	○	○	○
					Pond	-	-	-	-	○	-	-	-	-	-	○	-	-
					Wetland	○	○	○	-	○	○	○	○	○	○	○	○	○
					Paddy	○	○	○	-	-	○	○	-	-	○	○	○	○
					Ridge	-	○	-	-	-	-	-	○	○	○	○	-	-
					Short grass	-	○	-	-	○	○	○	○	○	○	○	-	○
				Brachyura spp.	Paddy	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	-	-
					Short grass	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	-	-
			Potamidae	<i>Geothelphusa dehaani</i>	Short grass	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	-
(e)	Insecta			Insecta spp.	Channel	-	○	-	-	-	-	○	-	○	○	-	○	○
					Pond	-	-	-	-	-	-	-	-	○	-	-	-	-
					Wetland	-	○	-	-	-	○	-	○	○	○	○	○	○
					Paddy	-	○	○	-	○	○	○	○	○	○	○	○	○
					Ridge	-	-	-	○	○	-	-	○	○	○	○	○	-
					Short grass	-	-	-	-	○	○	-	○	○	○	○	○	○
					Long grass	-	-	-	-	-	-	○	-	○	-	-	-	-
					Tree stump	-	-	-	-	-	○	-	-	-	-	-	-	-
					Bare field	-	-	-	-	-	-	-	○	○	○	-	-	-
		Odonata		Odonata spp.	Paddy	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	-	○	-
					Short grass	-	-	-	-	-	-	-	-	○	○	○	-	-
				O. spp. (larvae)	Channel	-	-	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
					Wetland	-	-	-	-	-	-	-	○	-	-	-	-	-

Appendix 1. Continued.

Taxon	Class	Order	Family	Species name	Foraging site	Month											
						Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
		Orthoptera		Orthoptera spp.	River	-	-	-	-	-	-	-	○	-	-	-	-
					Channel	-	-	-	-	-	-	-	○	-	○	-	○
					Pond	-	-	-	-	-	-	-	○	-	-	-	-
					Wetland	-	-	-	-	-	-	-	○	○	○	-	-
					Paddy	-	-	-	-	-	-	○	○	○	○	○	-
					Ridge	-	-	-	-	-	-	○	○	○	○	○	-
					Short grass	-	-	-	-	○	○	○	○	○	○	○	○
					Bare field	-	-	-	-	-	-	-	○	○	○	-	-
			Catantopidae	Catantopidae spp.	Channel	-	-	-	-	-	-	-	-	○	○	-	○
					Paddy	-	-	-	-	-	-	-	○	○	○	○	○
					Ridge	-	-	-	-	-	-	-	-	○	○	○	-
					Short grass	-	-	-	-	-	-	-	○	○	○	○	-
					Long grass	-	-	-	-	-	-	-	○	○	-	-	-
			Gryllidae	Gryllidae sp.	Paddy	-	-	-	-	-	-	-	-	○	-	-	-
		Mantodea		Mantodea spp.	Paddy	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	○	-
					Short grass	-	-	-	-	-	-	-	-	○	○	-	-
		Hemiptera	Gerridae	Gerridae spp.	Wetland	-	-	-	-	○	-	-	-	-	-	-	-
(f)				Dried grass	Short grass	-	-	-	-	-	-	-	-	○	-	-	-
				Dead leaves	Wetland	-	-	-	-	-	-	-	-	○	-	-	-
				Weed	Paddy	-	-	-	-	-	-	-	-	○	-	-	-
					Ridge	-	-	-	-	-	-	-	-	○	-	-	-
					Short grass	-	-	-	-	-	-	-	○	○	-	-	○
				Lichen, moss	Short grass	-	-	-	-	-	-	-	○	○	-	○	○
					Ridge	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	-
					Wetland	-	-	-	-	-	-	-	○	-	-	○	○
					Bare field	-	-	-	-	-	-	-	-	○	○	○	-