

## 新潟県佐渡島の3地域における、 非繁殖期の放鳥トキ *Nipponia nippon* の生息地利用

中津 弘<sup>1</sup>・永田尚志<sup>2</sup>・山岸 哲<sup>3</sup>

### Habitat use of reintroduced Crested Ibises *Nipponia nippon* in non-breeding seasons, in three areas on Sado Island, Niigata, Japan

\* Hiromu Nakatsu<sup>1</sup>, Hisashi Nagata<sup>2</sup>, and Satoshi Yamagishi<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Center for Toki and Ecological Restoration (Sado), Niigata University, 1101-1, Niibokatagami, Sado City, Niigata Prefecture 952-0103, Japan

<sup>2</sup> Center for Toki and Ecological Restoration (Niigata), Niigata University, 8050 Ikarashi-Ninocho, Nishi-ku, Niigata 950-2181, Japan

<sup>3</sup> Hyogo Park of the Oriental White Stork, 128, Shounji, Toyooka City, Hyogo Prefecture 668-0814, Japan

\* E-mail: nakatsu@cc.niigata-u.ac.jp

**Abstract** We observed daily behavior of reintroduced Crested Ibises *Nipponia nippon* in three different areas on Sado Island, Niigata, Japan, in non-breeding seasons, and compared habitat use in the daily behavior of birds in these areas. Among the three areas, there were no significant differences in the numbers of perch or foraging sites used, and of foraging sites revisited per day, the maximum and minimum elevations of foraging sites of the day, elevations of roost sites, the daily maximum distance from the roost to foraging sites, and the size of daily home range. In most cases, Crested Ibises made perches in trees, foraged on farmlands at low elevation within 2,500 m from their roosts, and revisited and used some part of the foraging sites in an activity range of approximately 100 ha, in a day. The elevations of the

bird's roosts were also low. Reintroduced Crested Ibises make use of habitats adjacent to human activities, in contrast to the population that existed more than 30 years ago. We conclude that the bird's habitats should consist of woods and farmlands in close configurations and point that the bird's ecology is somewhat plastic responding to attributes of habitats and human activities.

**Key words** Crested Ibis *Nipponia nippon*, Daily behavior, Habitat use, Home range

### はじめに

日本国内におけるトキ *Nipponia nippon* の生態は、村本 (1972) と佐藤 (1978) によって断片的な観察記録が報告されているものの、限られた情報しか得られないうちにトキは野生絶滅に至った (山階・中西 1983)。トキの生態が体系的に研究されるようになったのは、本種の放鳥が新潟県佐渡島で開始された2008年9月 (第1回放鳥) 以降である。これまでに放鳥トキの生態について、餌メニュー (大脇ほか 2015)、採餌行動と環境利用 (永田 2010, 中津ほか 2011, 永田 2012, 中津ほか 2012, Endo and Nagata 2013)、営巣行動 (越田ほか 2014) などの知見が蓄積されてきたが、トキの生息地の構成要素や空間スケールについての情報は不足している。これらの情報は、本種の野生復帰実施地域の選定や環境整備に役立ち、本種が野生絶滅前に生息域を狭めていった要因を考えていく上でも必要である。トキが利用する生息地について知る上で、日周行動の観察は有用である。特定の個体を1日追跡することで、罾と採餌場所の位置関係や行動圏など、トキの生活と生息地の結び付きを明確に示す基礎情報が得られる。加えて、放鳥トキは佐渡島の複数の地域に分散して生活しており、その日周行動がどの地域でも類似したパターンを示すのか、あるいは地域ごとに異なるのかを検証することで、トキの生息地の属性についての知見が得られる。本研究では、非繁殖期に佐渡島内3地域の放鳥トキで観察された日周行動の中での生息地利用を比較した上で、生息地の構成要素やスケール等について考察する。

<sup>1</sup> 新潟大学 研究推進機構  
朱鷺・自然再生学研究センター (佐渡)  
952-0103 新潟県佐渡市新穂湯上1101-1

<sup>2</sup> 新潟大学 研究推進機構  
朱鷺・自然再生学研究センター (新潟)  
950-2181 新潟市西区五十嵐2の町8050

<sup>3</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字二ヶ谷128

\* E-mail: nakatsu@cc.niigata-u.ac.jp

## 調査方法

### 1. 調査地と材料

調査は、放鳥トキが定着している新潟県佐渡島（佐渡市）の中東部（金井・新穂・両津地区）、中西部（真野・畑野地区）、および南部（羽茂地区）の3地域で行った。いずれの地域も、丘陵地から沖積平野へと緩やかに移行する地形である。丘陵地にはコナラ *Quercus serrata* が優占する二次林やスギ *Cryptomeria japonica* の植林などが見られ、谷部分には水田や休耕田が点在する。平野部には水田が広がり、その中に、スギやケヤキ *Zelkova serrata*、コナラなどが生育する屋敷林や社寺林、その他の二次林がパッチ状に点在し、また、小規模な人家集落が存在する。これらの3地域には調査期間を通じて常にトキが生息していたが、新規個体の放鳥と野外生まれの幼鳥の加入によって、各地域の個体数は増加し、一部個体の地域間移動もあった。

本研究は、2010年11月から2013年10月にかけて、後に述べる調査方法で収集した観察データのうち、トキの非繁殖期（丁ほか 2007）にあたる7月から12月および1月に3地域で収集した60日（中東部27日、中西部22日、南部11日）・追跡観察合計634時間51分のものを利用して解析した。利用した60日分のデータは、(1) 日中に群れで活動する複数個体のうち少なくとも特定の1羽を、離峙から就峙まで連続して1日中追跡できていること（終日追跡）、(2) 追跡した個体は、放鳥後2ヶ月以上野外で生活している成鳥であること、(3) 追跡個体は、巢外育雛中に幼鳥とともに行動し給餌を行う親鳥ではないこと、という3つの条件を満たしていた。日周行動を記述するために、利用データは終日追跡のものとした。また、飼育・訓練後に放鳥され、野外環境に順応して生活している個体のみを解析対象とし、放鳥直後の個体と野外生まれの幼鳥のデータは除外した。

3地域のいずれにおいても、トキの非繁殖期である7–12月および1月の各月について少なくとも1日の終日追跡データが得られた。本研究で解析したデータセットのうち、中西部の14日分は、中津ほか（2012）が既に発表したものの中で、上記の3条件を満たす非繁殖期の終日追跡データである。終日追跡ができたのは3地域で計34個体であった（注）。調査期間中に地域間を移動したF3については、中東部と南部の2地域で終日追跡データが得られた。

### 2. 調査方法

調査は、日出時刻の10分前から日没時刻まで継続して行った。注目するトキの行動を妨げないように、車両内から7倍および10倍の双眼鏡と20–60倍の望遠鏡を用いて観察し、トキの動きに従って農道や道路を移動して追跡した。トキの行動を、飛翔、樹上の止まり（停留）場所での滞在、地上の採餌場所での滞在の3つに類型化して記録し、追跡中のトキの行動が他の類型に変化すれば、その時刻を書きとめていった。群れの個体構成についても、変化があればその都度記録した。放鳥された全てのトキは、跗蹠または脛に1–3個のカラーリングと個体番号を表示したリングが装着されており、個体識別が可能であった。トキが利用した採餌場所と止まり場所の位置、および飛翔経路は、約1:5,000あるいは1:10,000の地図に記録した。採餌場所は、トキが水田などを面的に歩き回って採餌する場合は直径10mの円形を最小単位に面として地図上に記入し、畦や農道づたいに採餌する場合は線分として記入した。直径10mの円形は、野外で読図の上で地図に書き込める最小範囲であった。また、調査地の畦や農道は幅0.5–4mの小さな構造であるため、地図上では採餌場所を線的に記録した。観察する群れが分裂して複数の採餌場所や止まり場所を利用した場合には、注目個体の位置や行動を優先して記録した。終日追跡を行ったトキの一部には発信機（Microwave社製 ARGOS/GPS PTT）が装着されており、これらのGPS位置情報は止まりや峙などの位置についての補足情報として利用した。

### 3. データ処理と解析

#### 3-1) 止まり場所・採餌場所の利用

日出時刻の10分前以降での峙からの最初の飛び立ちを離峙、日没時刻の前後30分の夕刻時間帯に滞在する止まり場所への最後の進入を就峙と定義し、離峙後・就峙前の日中に観察したトキの日周行動について、60日分の終日追跡データの処理と解析を行った。日周行動の主要な構成要素として止まりおよび採餌に注目し、日中の止まり場所および採餌場所を調べた。離峙後・就峙前の止まりは全て日中の止まりとし、日中に峙の林に入り、飛び立った場合は就峙・離峙とはみなさなかった。日中の1ヶ所の止まり場所、または採餌場所での連続した滞在時間を1回のバウトと定義して、1日ごとの止まりおよび採餌のバウト数を集計した。止まり場所や採餌場所から飛び立ったトキが、他の場所へ移動せず元の場所へ戻った場合は、同じ1回のバウトが継続していたとみな

した。また、飛び立ったトキが他の止まり場所あるいは採餌場所へ移動した場合には、そのバウトが終了し、次のバウトが開始したとみなした。同じ林の中の異なる場所での止まり木の利用であっても、直径100mの円内に入るものは同じ止まり場所（止まり木群）の利用とみなし、最も多く利用された場所を代表点として処理した。また、トキが1日のうちに利用した止まり場所と採餌場所の数も集計した。1回の採餌バウト中にトキが餌を探索して歩いた範囲を1つの採餌パッチとした上で、この採餌パッチについて、中津ほか（2011）の基準と同じように、(1) 同じ日の異なる採餌バウトで観察した採餌パッチの一部が重複する、あるいは外縁が接する場合には同じ場所を繰り返して利用したとみなし（日内の再訪採餌）、(2) 隣り合う水田などを1日のうちの複数の採餌バウトで利用する場合でも、各バウトでの採餌パッチが離れているならば別の場所の利用とみなした上で、各追跡日における日内の再訪採餌の場所数と、その日に利用した全ての採餌場所数に占める再訪採餌場所数の割合を求めた。

### 3-2) 採餌場所および畦の標高

トキの生息地の地勢を知るために、採餌場所と畦の標高を調べた。追跡した個体が当該の終日追跡日内に利用した採餌場所の最小・最大標高を、Google Earth（Google社）のステータスバー表示機能の利用、および国土地理院発行の1:25,000地図の読図によって調べた。60日の終日追跡日ごとに最小・最大標高をそれぞれ集計し、3地域間で比較できるようにした。Google Earthでの表示と国土地理院地図からの読み取りで採餌場所の標高値が異なった場合は、国土地理院地図の値を優先して採用した。畦については、採餌場所と同様の方法で、調査時に各地域で追跡個体が利用した場所の地表面の標高を調べた上で、3地域間で比較した。

### 3-3) 行動圏

トキの行動圏の指標として、追跡日ごとに、採餌場所への最大の移動距離と日あたり行動圏面積を算出した。トキが飛び出した畦から最も遠い採餌地点までの直線距離をその日の最大採餌距離と定義し、Google EarthおよびGoogle Earth Pro（Google社）を利用してその距離を測定した。また、終日追跡したトキの1日の確認位置を囲む最外郭の多角形（MCP100%法）を日あたりの行動圏と定義し、Google EarthおよびGoogle Earth Proを用いてその面積を測定した。日あたりの最大採餌距離と行

動圏面積の相関関係も解析した。さらに、日あたり行動圏面積の測定と同様の手順によって、3地域それぞれでの全ての終日追跡個体の確認位置の最外郭を囲む多角形を群れの積算行動圏として、面積を測定した。

3地域間でデータを比較する場合は、ノンパラメトリック法のKruskal-Wallis testによって差の有無を調べた。日あたりの最大採餌距離と行動圏面積の相関を調べる際には、間隔尺度データが含まれるため、Spearmanの順位相関係数を利用した。R version 3.0.2（R Development Core Team 2013）を利用して、統計解析を行った。以下の結果では、特に断らない限り、平均値を示す際には、直後の括弧内に標準偏差と標本数を併記した。

## 結果

### 1. 採餌場所・止まり場所

トキが日あたりで利用した採餌場所数には、地域間で差はなかった（Kruskal-Wallis test,  $\chi^2=2.575$ ,  $df=2$ ,  $p=0.276$ , 表1）。日あたりの採餌場所数は、最小例では1回の止まりを挟んで1ヶ所の谷戸を再訪して利用しただけであり、最大例では23ヶ所を利用した。いずれの地域のトキも、採餌には農地内の水田、休耕田、調整水田、畦、農道、江、水路を利用して採餌した。江は承水路とも呼ばれ、水田内を部分的に掘り下げた水辺であり（森本 2012）、江の設置は、佐渡市が推進する「朱鷺と暮らす郷認証制度」の認証米要件に含まれる「生きものを育む農法」の取り組みの1つである（渡辺 2012）。1日のうちに同じ場所を繰り返して利用する日内再訪採餌場所の数および割合には、地域間で差はなかった（いずれもKruskal-Wallis test,  $df=2$ , 再訪採餌場所数： $\chi^2=4.088$ ,  $p=0.130$ , 再訪採餌場所割合： $\chi^2=2.229$ ,  $p=0.328$ , 表1）。再訪採餌が観察されなかった日は、中東部で8日（地域の終日追跡日の29.6%）、中西部で2日（同9.1%）、南部では1日（同9.1%）であった。日あたりの採餌バウト数でも、地域間で差はなかった（Kruskal-Wallis test,  $df=2$ ,  $\chi^2=3.319$ ,  $p=0.190$ , 表1）。いずれの追跡日にも、トキが同じ採餌場所に1日中連続的に滞在することはなく、複数の採餌場所の利用あるいは止まり場所への移動があったため、1日あたりの採餌バウト数は常に2回以上となった。人や車両の接近、トビ*Milvus migrans*やノスリ*Buteo buteo*の飛来により、1回の採餌バウトが終了し飛去することもあったが、トキが自発的に別の採餌場所や止まり場所へ移動す

の様子も観察された。トキが利用した採餌場所の標高については、日内の最大および最小のいずれでも地域間で差はなかった (Kruskal-Wallis test,  $df=2$ , 最大標高:  $\chi^2=5.411$ ,  $p=0.067$ , 最小標高:  $\chi^2=5.271$ ,  $p=0.072$ , 表

1)。採餌場所の最大標高が20m以上となった日は、中東部で5日 (地域の終日追跡日の18.5%), 中西部で2日 (同9.1%), 南部で3日 (同27.3%) であった。日あたりの止まり場所数, 止まりバウト数について

表1. 1日あたりのトキの行動圏面積, 採餌場所・止まり場所の利用, および各行動のバウト数. 表中の値は, 平均±標準偏差を示す.

Table 1. Daily home range, use of foraging and perch sites, and numbers of behavioral bouts in a day. The values are shown in Mean ± SD.

	Study areas			All combined (n=60)	$p^{(1)}$
	Mid-east (n=27)	Mid-west (n=22)	South (n=11)		
行動圏 (MCP 100%) Home range (MCP 100%)					
日あたりの行動圏面積 (ha) Daily home range (ha)	146 ± 129	142 ± 85	91 ± 61	134 ± 105	0.304
日あたりの採餌場所利用 Use of foraging sites in a day					
採餌場所数 Total no. of foraging sites visited	4.78 ± 1.99	5.05 ± 3.12	7.45 ± 5.70	5.37 ± 3.42	0.276
日内再訪採餌場所数 <sup>(2)</sup> No. of foraging sites revisited in a day <sup>(2)</sup>	1.00 ± 0.83	1.32 ± 0.72	1.73 ± 1.19	1.25 ± 0.89	0.130
日内再訪採餌場所割合 <sup>(3)</sup> Proportion of foraging sites revisited <sup>(3)</sup>	0.24 ± 0.24	0.33 ± 0.24	0.28 ± 19.9	0.28 ± 0.23	0.328
最大採餌距離 (m) Maximum distance from roost to foraging site (m)	1,481 ± 732	1,947 ± 822	1,436 ± 622	1,644 ± 772	0.090
日内の採餌場所の最大標高 (m) Maximum elevation of foraging sites used in a day (m)	13.89 ± 5.71	11.86 ± 14.21	16.36 ± 14.58	13.60 ± 11.17	0.067
日内の採餌場所の最小標高 (m) Minimum elevation of foraging sites used in a day (m)	4.22 ± 3.79	4.18 ± 10.94	6.18 ± 8.59	4.57 ± 7.88	0.072
日あたり止まり場所 Perch sites used in a day					
止まり場所数 No. of perch sites	2.15 ± 1.10	1.77 ± 0.92	1.73 ± 1.10	1.93 ± 1.04	0.351
日あたりの主要行動のバウト数 <sup>(4)</sup> Numbers of foraging and perching bouts in a day <sup>(4)</sup>					
採餌バウト数 Number of foraging bouts	6.41 ± 2.75	7.18 ± 3.45	9.64 ± 6.52	7.28 ± 4.02	0.190
止まりバウト数 Number of perching bouts	2.89 ± 1.74	3.23 ± 1.77	2.00 ± 1.55	2.85 ± 1.74	0.150

(1) 3地域間で差があるか, Kruskal-Wallis testを行った.

(2) トキが同じ日に再訪して利用した採餌場所の数.

(3) 日内再訪採餌場所割合 = その日の再訪採餌場所数 / その日の採餌場所数

(4) 同じ場所でのトキのひと続きの滞在を1回のバウトと定義し, 別の場所へ移動すると, そのバウトが終了して新しいバウトに移行すると考えて集計した.

(1) We conducted Kruskal-Wallis tests to determine whether data were different for the three study areas.

(2) A revisited foraging site was defined as a site where birds visited and foraged more than once within a day.

(3) Proportion of revisited foraging sites was calculated from the number of revisited foraging sites divided by the total number of foraging sites visited in a day.

(4) A single bout was defined as a sequence of time spent on the same foraging or perch site. Then, once birds left the site for another one, we recognized that the bout ended.

も、3地域の間で差はなかった (Kruskal-Wallis test,  $df=2$ , 止まり場所数:  $\chi^2=2.0916$ ,  $p=0.351$ , 止まりバウト数:  $\chi^2=3.7994$ ,  $p=0.150$ , 表1). 止まりが観察されないケースは中東部で2日 (地域の終日追跡日の7.4%), 中西部で1日 (同4.5%), 南部で2日 (同18.2%) だった. なお, いずれの地域でも, 人工物上での止まりは観察されなかった.

## 2. 罫

トキが利用した罫は, いずれの地域でも3ヶ所ずつ認められた. 中東部では, アカマツ *Pinus densiflora* やコナラなどが混交する二次林1ヶ所, スギが優占する屋敷林1ヶ所, およびスギ植林にケヤキなどが混交する林1ヶ所が利用された. 中西部では, クロマツ *Pinus thunbergii* が優占する防風林1ヶ所, ケヤキやスギなどが混交する屋敷林2ヶ所, 南部では, タブノキ *Machilus thunbergii* やスギなどが混交する二次林1ヶ所, タブノキなどが混交する社寺林2ヶ所が罫となっていた. 林の内部あるいは林縁にある樹木が罫に選ばれた. 罫は南部の2ヶ所のみ丘陵地山麓部であったが, 他の7ヶ所は全て平野部の林であった. 同じ地域内の異なる罫は, 少なくとも600m隔たっていた. 終日追跡日に離罫と就罫が異なる林となったのは, 中東部で2日 (地域の終日追跡日の7.4%), 中西部で4日 (同18.2%), 南部では2日 (同18.2%) であった. いずれの地域においても, 日中の止まりに最も多く利用された林は, 3ヶ所の罫のうち1ヶ所であった. 利用した罫の地表面の標高は, 中東部で平均14.67m ( $\pm 6.51$ ,  $n=3$ ), 中西部で平均10.67m ( $\pm 4.73$ ,  $n=3$ ), 南部では平均17.00m ( $\pm 11.53$ ,  $n=3$ ) であり, 地域間で差はなかった (Kruskal-Wallis test,  $\chi^2=0.605$ ,  $df=2$ ,  $p=0.739$ ). 3地域を合せた罫の平均標高は14.11m ( $\pm 7.56$ ,  $n=9$ ) であった.

## 3. 行動圏

日あたりの行動圏は, 各地域とも追跡日ごと異なるとともに (図1), その面積は最小10.8haから最大547haまで大きな変異があった. 日あたりの行動圏面積には, 地域間で差はなかった (Kruskal-Wallis test,  $\chi^2=2.383$ ,  $df=2$ ,  $p=0.304$ , 表1, 図2). 3地域とも, いずれの追跡日でも, トキの行動圏内には人家集落が含まれていた. 積算行動圏の面積は, 中東部で1,350ha, 中西部で1,217ha, 南部では376haであった. 積算行動圏は地域間で重複しなかった. 日あたりでの罫からの最大採餌距離は, 最も小さいもので426m, 最も大きなもので3,853m

であった. 最大採餌距離についても, 地域間で差はなかった (Kruskal-Wallis test,  $\chi^2=4.813$ ,  $df=2$ ,  $p=0.090$ , 表1, 図3). 最大採餌距離が2,500m以上に及んだ日は, 中東部で3日 (地域の終日追跡日の11.1%), 中西部で5日 (同22.7%), 南部で0日 (同0.0%) であった. いずれの地域でも, 日あたりの最大採餌距離と行動圏面積の間には, 有意な正の相関が認められた (中東部:  $r_s=0.809$ ,  $p<0.001$ ,  $n=27$ , 中西部:  $r_s=0.604$ ,  $p=0.003$ ,  $n=22$ , 南部:  $r_s=0.752$ ,  $p=0.008$ ,  $n=11$ ).

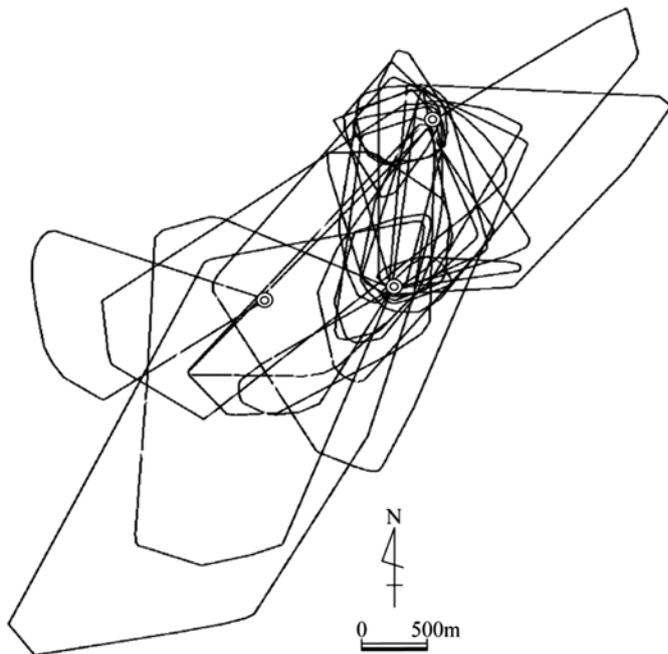
なお, 観察時の群れサイズの最大値は中東部で26羽, 中西部で9羽, 南部で11羽であり, 追跡個体が単独になったのは, 合計追跡時間の3.9%に過ぎなかった.

## 考 察

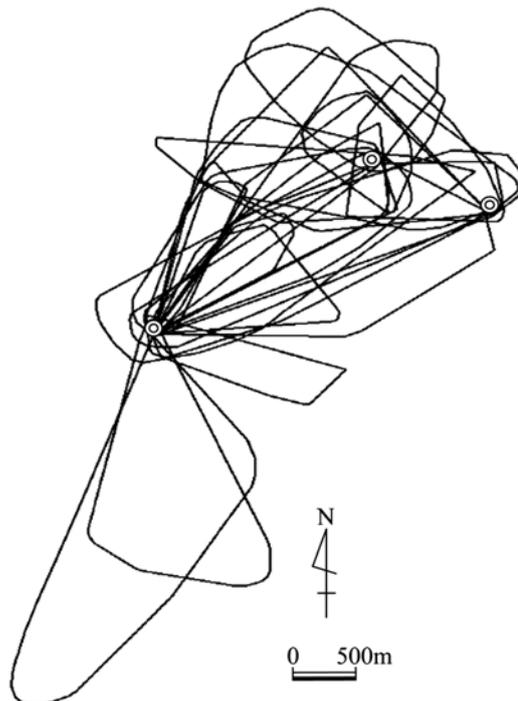
調査を行った3地域の間で, 日あたりの行動圏面積や最大採餌距離, 採餌場所・止まり場所の利用に差はなかった. 各地域とも多くの追跡日で, トキは低標高地で活動し, 複数の場所での採餌と樹上での止まりを繰り返した. 佐渡島の放鳥トキは, 小型ケージでの飼育後に, 約80×50mの順化ケージ内での訓練期間を経て放鳥され, 野外生活を始めるため, 野外の空間内に存在する採餌場所や止まり場所の利用などについて学習できるのは放鳥後である. また, 調査期間中の地域間の個体交流は頻繁ではなかった. 野外の各個体が群れ生活の中で学習する生息地の利用方法には, 地域間で共通の基礎があるわけではない. 動物の集団は地域に特徴的な文化を獲得することがあるが (例えば, Slater 1985), 佐渡島の3地域の放鳥トキでは, 放鳥開始後2-5年では, 日周行動の中での生息地利用に差を生むような文化的な差異が発生してはいないのかもしれないし, あるいは低頻度の個体交流と相互の学習によって地域間の違いは小さくなる可能性もある. 3地域では, トキが選択する生息地の景観構造が似ていて採餌場所や罫などの資源の分布様式に差が生まれなかったのかもしれないが, この点については今後検証していく必要がある.

本研究で報告した3地域の行動圏面積は, 中津ほか (2011) が報告した単独個体 (M33) のそれに比べて, 積算行動圏面積で3倍以上大きく, 日あたりの平均行動圏面積でも, 南部地域を除いて3倍以上の大きさであった. 佐渡島の放鳥トキでは, 営巣初期で失敗するペアが多いため繁殖ペアの行動圏は不明であるが, 中国の陝西省洋県で繁殖する8ペアを観察したLiu et al. (2003)

1-a) 中東部 Mid-east



1-b) 中西部 Mid-west



1-c) 南部 South

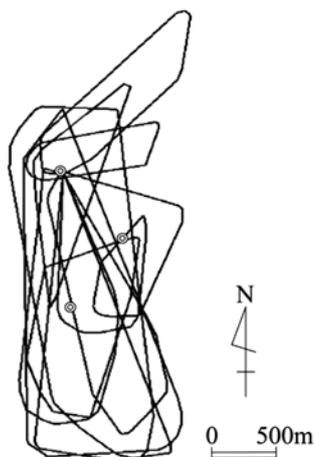


図1. 3地域の日あたり行動圏と罾の位置. 各地域で得られた日あたり行動圏をMCP100%法で示す. ◎は罾の位置である. 飛行経路が行動圏の外縁部において湾曲あるいは旋回をともなった場合, 最外郭は弧になった.

Fig. 1. Daily home ranges and roost sites in three areas. Polygons show daily home ranges of birds observed in three study areas (MCP 100 %). Double circles (◎) show the locations of roost sites. When the bird flew curving or circling in the outer part, the MCP line goes around therein.

は, 1ペアあたりの積算行動圏面積を平均100.8ha (値の範囲は51.5-197.3) と報告している. 佐渡島の3地域における非繁殖期の群れの積算行動圏面積は, 洋島の繁殖ペアのもの3-13倍の大きさであった. また, 丁ほ

か(2007)は, 洋島とその周辺のトキが非繁殖期のうちに低標高域と高標高域を漂行して生活することを報告しているが, 佐渡島の3地域の群れはこのような季節移動を行わず, 同じ地域に定着して非繁殖期を過ごしていた(図1). 加えて, 3地域の群れ構成個体の多くは, 繁殖期になると同じ地域内でペアを形成し営巣したため, 非繁殖期の積算行動圏に複数の繁殖ペアの行動圏が内包されていた(中津ほか, 未発表). 巣内の卵や雛の世話をする必要がない非繁殖期には, トキはより遠方で採餌できる上, 複数の林を罾として利用できる. このため, 行動圏は広くなりやすいであろう. 日あたりの行動圏面積と最大採餌距離の間に認められた相関関係は, トキが罾から遠い採餌場所を利用した日は行動圏が広がるという関係を示している.

3地域のトキは, 平野部から丘陵地山麓にある屋敷林や社寺林, その他の二次林を罾として利用していた. 採餌場所の標高も, 多くの場合で20m以下と低かった. これは, 平野部から山麓谷戸の農地を選んでトキが採餌していたからである. また, いずれの地域でも多くの追跡日で最大採餌距離が2,500m以下であり, 複数の採餌場所を利用したことは, 罾の林から2,500m以内の範囲で複数の採餌場所が存在する環境を選択してトキが生活していることを示す. 佐藤(1962)は, 野生絶滅直前の佐渡島のトキが罾から2-4kmの範囲内で採餌していたと報告しており, 3地域で観察された放鳥トキにおける

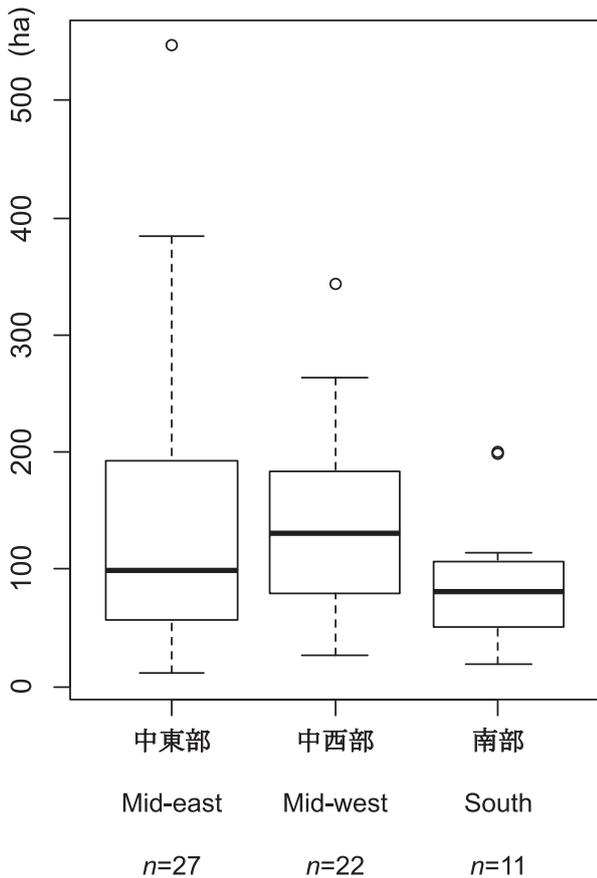


図2. 3地域の日あたりの行動圏面積. 箱の上下端はそれぞれ第1および第4四分位値, 太線は中央値を示す. ○は外れ値である.

Fig. 2. Daily home ranges in three areas. Horizontal lines on the upper and lower ends of the boxes indicate first and third quartiles respectively, and broad lines represent medians. Small circles show outliers.

峙から採餌場所への最大距離はこの範囲に収まっている (表1参照). 採餌場所と峙が離れて長距離飛翔が必要になると, 移動のエネルギーは増大する. 峙に近接している方が採餌場所への移動効率が高い. 野生絶滅直前にトキが生息していた小佐渡丘陵東部山中の棚田では, 戦後急速に耕作放棄が拡大した (原田ほか 2005). このような山中の採餌場所の減少は, 放鳥トキが現在低地の農地を利用して採餌する要因の1つになっているであろう. また, 本研究で得られた積算行動圏面積は最小の南部でも376haと算出され, 複数の峙や採餌場所を含む生息地を広域スケールでとらえる必要がある. トキの行動圏には, 人家集落も内包されるため, 地域社会の住民にも受け入れられる生息地保全方策が望ましいと思われる.

トキの生息地は3地域とも, 峙あるいは止まり場所になる複数の林と採餌場所の農地がセットになっている低

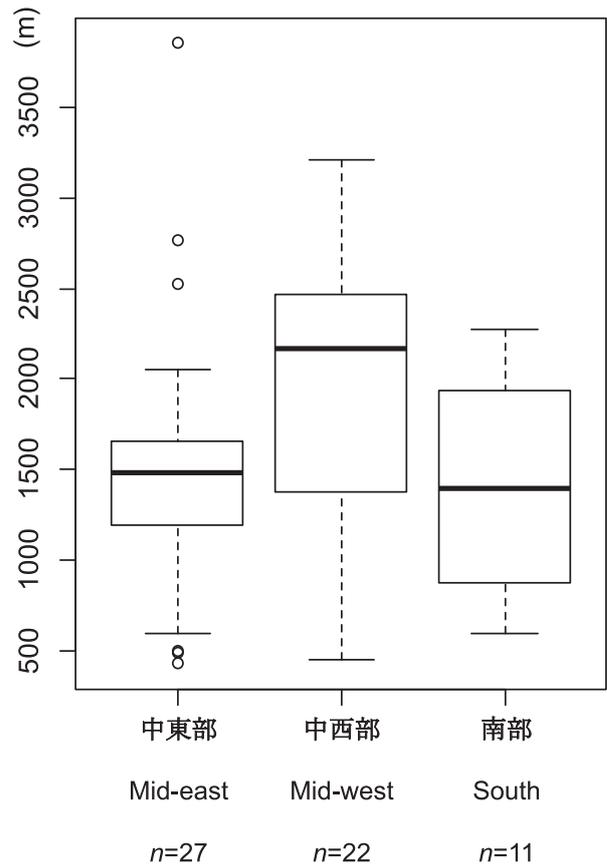


図3. 3地域の日あたりの最大採餌距離. 箱の上下端はそれぞれ第1および第4四分位値, 太線は中央値を示す. ○は外れ値である.

Fig. 3. Maximum distances from roosts to foraging sites in three areas. Horizontal lines on the upper and lower ends of the boxes indicate first and third quartiles respectively, and broad lines represent medians. Small circles show outliers.

地であり, いわゆる里山あるいは里地里山 (例えば, 田端 1997, 武内ほか 2001) であると言える. トキの生息にとって, 広域スケールで里山の環境の保全が重要である. このような視点は, トキだけでなく, 他の生物の生息地保全とも密接に関わる. 例えば, 田端 (1997) は, 里山にある複数タイプの生息環境を利用する生物の保全のために, 少なくとも幅1,000–1,500mの水田を, 林に隣接させて残す必要があるとしている. 佐渡市 (2012) は, 豊かな自然環境のシンボルとしてトキを位置付け, 生物多様性保全を進めることを目標に掲げているが, ここでは農地と林を利用するトキをアンブレラ種 (例えば, 鷺谷・矢原 1996) として普及啓発に活用し, 市民の理解や協力を得て, 局所的な農地や林を広域的なネットワークの中で保全管理することが出来れば, 地域の生物多様性保全にも資するであろう.

国内で野生絶滅を遂げる直前の20世紀半ばから後半に

おけるトキの生息地利用については、定性的な記述が残るのみであるが、本種は警戒心が強く、山中に生息し、人間の生活圏への進入は稀であったと報告されている(村本 1972, 佐藤 1978, 内田 1986)。他方で放鳥トキは、定常的に人間の生活圏と重複して行動しており、野生絶滅直前のトキとは生息地利用のあり方が異なっていると言える。この違いが生まれた要因として、まず、佐藤(1978)と内田(1986)が指摘するように、狩猟などの迫害を受けてきた結果、野生絶滅直前のトキでは人間に対する警戒心が極端に強くなっていたことが考えられる。また、既に述べたように、耕作放棄の増加により山中で入手可能な採餌場所自体が減少してきたために、放鳥が行われている現在では、採餌場所の多い低地の方がトキの生息に適しているであろう。中国の陝西省洋県のトキは、従来は山間の高標高地でのみ繁殖していたが、保護策を継続した結果、低標高地や人の生活圏で繁殖するペアが近年増加している(Li et al. 2002)。佐渡島での野生絶滅直前のトキと放鳥トキの生息地利用の違い、および洋県での低標高地や人の生活圏へのトキの進出は、トキの生態の可塑性を示唆している。人間活動の直接的な影響や、採餌場所となる農地の管理状況などとの関わりの中で、トキの生態をとらえていく必要がある。トキの生態の可塑性を考える上では、本種の生息地利用の様々な側面について中長期的に地域間で、あるいは時期間で比較していくことには意義がある。

## 注

各地域で終日追跡をした個体は以下のとおりである。なお、Mは雄、Fは雌を示す。今回のデータセットで終日追跡した個体数は計34羽であるが、中東部と南部を行き来したF3が2地域で終日追跡されたため、地域ごとの終日追跡個体数を単純合計すると約35羽となる：

- ・中東部…M1, F3, M8, F18, F21, M23, F25, F26, F27, F31, F32, M50, F66, M67, M76, F80, M87, F95, M107, F113, F114 (計21羽)
- ・中西部…M33, F38, M68, M72, M74, F78, F96 (計7羽)
- ・南部…F3, M6, M11, M48, F53, F69, M71 (計7羽)

## 謝辞

本研究は、放鳥トキの観察に携わる多くの方々から頂いた調査協力や情報提供などのご支援なくしては成り立

たなかった。特に、金子邦明氏、葛野イツ子氏、近藤敬一氏、酒川善一・あさふ夫妻、笹野正光氏、高橋紗季子氏、近辻道子氏、土屋正起氏、長尾俊一氏、古屋栄作氏、山本一夫・ひとみ夫妻には日々力添え頂いた。トキ生息地の住民のみなさんには、地域にお邪魔して長時間行った調査にもご理解・ご協力を頂いた。新潟大学朱鷺・自然再生学研究センターの高橋雅雄・特任助手(当時)には、草稿に対して数多くのコメントを頂き、同じく金子洋平・助手(当時)からも有用な情報を頂戴した。また、環境省佐渡自然保護官事務所と財団法人自然環境研究センター佐渡事務所のみなさんからも様々な形でご助力を頂いた。厚くお礼申し上げる。本研究は、「佐渡市動植物生息実態調査」の重点種調査で得られた観察データの一部を含んでいる。

## 摘要

新潟県佐渡島の3地域で、非繁殖期に放鳥トキの追跡観察を行い、日周行動の中での生息地利用を地域間で比較した。日あたりの行動圏面積、罫の林から採餌場所への最大距離、止まり場所の数、採餌場所の数、同じ日のうちに再訪して利用する採餌場所の数などでは地域間で差が見られなかった。多くの場合、トキは農地での採餌と止まり木での休息を繰り返して1日を過ごし、複数の採餌場所のうち一部を同じ日のうちに再訪していた。罫から採餌場所への最大距離は、いずれの地域でも大半の追跡日で2,500m以内であり、罫や止まり木を提供する林と、採餌場所となる農地が近接したセットが生息地の重要な構成要素であると考えられる。また、トキが利用した罫および採餌場所は3地域とも低地であり、どの追跡日にも行動圏内に人家集落が含まれ、いずれの地域でも人間の生活圏近くでトキが生活していることが明らかになった。放鳥トキの生息地利用の実態は、人との関係では野生絶滅直前のものと異なっている。

キーワード トキ *Nipponia nippon*, 日周行動, 生息地利用, 行動圏

## 引用文献

- Endo C, Nagata H (2013) Seasonal changes of foraging habitats and prey species in the Japanese Crested Ibis *Nipponia nippon* reintroduced on Sado Island, Japan. *Bird Conservation International*, 23:445–453.
- 原田綾乃・山岸宏光・澤田雅代(2005)小佐渡旧新穂村の棚田の変遷について. 新潟大学学術リポジトリ, 2 p. [<http://dspace.lib.niigata-u.ac.jp/dspace/bitstream/10191/6670/1/toki-project2004-HYS.pdf>]

- 越田智恵子・上野裕介・中津 弘・永田尚志・山岸 哲  
(2014) 放鳥されたトキの造巢・抱卵期における雌雄の繁殖行動. 山階鳥類学雑誌, 46:1-13.
- Li X, Li D, Li Y, Ma Z, Zhai T (2002) Habitat evaluation for crested ibis: A GIS-based approach. *Ecological Research*, 17:565-573.
- Liu D, Ding C, Chu G (2003) Home range and habitat utilization of the Crested Ibis in the breeding period. *Acta Zoologica Sinica* 49:755-763.
- 村本義雄 (1972) 能登のトキ. 北国出版社, 金沢, 188 p.
- 森本幸裕 (編) (2012) 景観の生態史観. 京都通信社, 京都, 223 p.
- 永田尚志 (2010) 佐渡島における放鳥トキの移動分散と採餌行動. *環境研究*, 158:69-74.
- 永田尚志 (2012) トキの野生復帰の現状と展望. *野生復帰*, 2:11-16.
- 中津 弘・上野裕介・永田尚志・山岸 哲 (2011) 新潟県佐渡島における放鳥トキ *Nipponia nippon* 単独個体の環境利用. *野生復帰*, 1:63-70.
- 中津 弘・永田尚志・山岸 哲 (2012) 新潟県佐渡島中部で非繁殖期に群れ生活を営む放鳥トキ *Nipponia nippon* の環境利用と日周行動. *野生復帰*, 2:63-73.
- 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.
- R Development Core Team (2013) R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. [<http://www.R-project.org>]
- 佐渡市 (2012) トキと暮らす島 生物多様性佐渡戦略, 佐渡, 121 p.
- 佐藤春雄 (1962) 国際保護鳥 トキ. 野鳥新潟, 1:4-5.
- 佐藤春雄 (1978) はばたけ朱鷺. 研成社, 東京, 220 p.
- Slater PJB (1985) *An Introduction to Ethology*. Cambridge University Press, Cambridge, 196 p.
- 田端英雄 (1997) エコロジーガイド 里山の自然. 保育社, 大阪, 199 p.
- 武内和彦・鷺谷いづみ・恒川篤史編 (2001) 里山の環境学. 東京大学出版会, 東京, 257 p.
- 丁 長青 (編)・蘇 雲山・市田則孝 (訳)・山岸 哲 (監修) (2007) トキの研究. 新樹社, 東京, 406 p.
- 内田康男 (1986) トキ 滅びゆく野生の美. ペリNZCM・ミドルトンALA (編)・黒田長久 (監修) 動物大百科7 鳥類 I. 平凡社, 東京, pp. 96-97.
- 鷺谷いづみ・矢原徹一 (1996) 保全生態学入門 遺伝子から景観まで. 文一総合出版, 東京, 270 p.
- 渡辺竜五 (2012) 人とトキが共に生きる鳥づくりを目指して. *野生復帰*, 2:17-19.
- 山階芳麿・中西悟堂 (1983) トキ *Nipponia nippon* 黄昏に消えた飛翔の詩. 教育社, 東京, 301 p.

(2017年3月9日受理)