

論 文

都市 - 耕作地 - 森林景観傾度に沿った繁殖期における鳥類のハビタット選好性

大植 恵理香^{1*}, 辻野 亮²

¹ 奈良教育大学教育学部, ² 奈良教育大学自然環境教育センター

Habitat preference of birds during the breeding season along urban-rural-forest landscape gradient

Erika Oue¹, Riyou Tsujino²

¹ Faculty of Education, Nara University of Education,

² Center for Natural Environmental Education, Nara University of Education

要旨: 本研究では、都市 - 耕作地 - 森林景観傾度に沿った繁殖期における鳥類の棲息地選好性を明らかにすることを目的として、奈良市の市街地と耕作地、森林を含む50 定点においてスポットセンサスを行い、定点周辺の植生率と鳥類の出現有無の関係を解析した。2014年5~7月の繁殖期における合計1,500 分間の観察によって、51 種4,641 羽の鳥類を記録した。よく出現した15種について、定点周辺の市街地率と耕作地率、森林率と鳥類の出現確率を一般化線形モデルによって解析したところ、市街地を好む種（ハシボソガラス）、耕作地を好む種群（ヒバリ、アオサギ、ケリ、ハクセキレイ）、市街地と耕作地を好む種群（ツバメ、スズメ、ムクドリ）、森林を好む種群（ハシブトガラス、イカル、ウグイス、キビタキ、シジュウカラ、コゲラ、ヒヨドリ）に分けられた。鳥類の繁殖期には市街地から耕作地を経て森林に至る景観傾度の中でさまざまな鳥類が生息しており、鳥種によって市街地や耕作地、森林の棲息地選好性が異なっていた。

大植 恵理香, 辻野 亮 (2015) 都市 - 耕作地 - 森林景観傾度に沿った繁殖期における鳥類のハビタット選好性. 奈良教育大学自然環境教育センター紀要, 16:25-36.

キーワード: 種多様性、植生、スポットセンサス、鳥類相、繁殖期

Abstract: The aim of this study is to clarify the habitat preferences of birds during breeding season along urban-rural-forest landscape gradient. We conducted the spot census method at 50 sites, including urban, rural and forested area in Nara city, and analyzed the relationship between bird occurrences and vegetation ratios around the census sites. We recorded 4,641 bird individuals of 51 spp. within the total 1,500 min. census effort during the breeding season from May to July, 2014. The generalized linear models for popular 15 spp. showed four groups of habitat preferences, such as urban species (*Corvus corone*), rural species (*Alauda arvensis*, *Ardea cinerea*, *Vanellus cinereus*, *Motacilla alba*), urban-rural species (*Hirundo rustica*, *Passer*

* 〒630-8528 奈良市高畑町 奈良教育大学

Faculty of Education, Nara University of Education, Takabatake-cho Nara, 630-8528 Japan

Email: a115718@student.nara-edu.ac.jp 2015年1月22日受付、2015年2月18日受理

montanus, *Sturnus cineraceus*), and forest species group (*Corvus macrorhynchos*, *Eophona personatas*, *Cettia diphone*, *Ficedula narcissina*, *Parus major*, *Picoides kizuki*, *Hypsipetes amaurotis*). During breeding season, various birds inhabited in the urban-rural-forest landscape gradients and they had different habitat preferences in each species.

Oue E, Tsujino R (2015) Habitat preference of birds during the breeding season along urban-rural-forest landscape gradient. Bulletin of Center for Natural Environment Education, Nara University of Education, 16:25-36.

Keywords: avifauna; breeding season; species diversity; spot census; vegetation

はじめに

都市化による景観構造の変化は、生物多様性や野生動物にとっての生息地を減少・分断化すると考えられる。逆に、都市において生物多様性を保全することができれば、都市に生きる人々への環境教育を行うことができ、さらに野生生物の生息地を確保する一歩につながることで生態系サービスが提供され、人類の福祉を向上させうる (Dearborn and Kark 2010)。たとえば、都市緑地は鳥類にとっての棲息地となっているだけでなく、都市緑地におけるバードウォッチングは人気の高い自然とのかかわりである。生物多様性国家戦略2012-2020には、「(2) 地域における人と自然の関係を見直し・再構築する」という基本方針が示されており (環境省 2012)、野生鳥獣を保全するとともに人とのかかわりの改善を目指している。

都市において生物多様性を保全する計画を立案するためには、まず都市やその周辺での生物の分布状況や生態的なつながりを理解する必要がある (Niemelä 1999)。たとえば、都市に生息する鳥類だと、どの鳥にとってどういう環境をどのくらいの広さで残せば生息できるのかという棲息地選好性に関する情報が必須である (樋口 1986)。しかしながら、このような基礎的な報告は少なく、鳥類の棲息地選好性に関する情報は限られた種におけるも報告が多い (たとえば、橋本・夏原 2002; 濱尾ほか 2006)。また、鳥類の種数と棲息環境の関係について、鳥類は植生の面積や森林との距離に応じて棲息しており (例えば、Melles et al. 2003)、森林の面積が大きくなるにつれて種数が増えることが知られている (樋口ほか 1982; Roth 1976; 前田 1993, 1998)。また、棲息環境面からみた報告としても、樹木率の増加による鳥種の変動や (平野ほか 1985)、舗装率による鳥種の変化に関する研究例 (黒沢 1994) があるが、いずれも個々の鳥種の出現に関する指標として、一つの植生状況からしか述べられておらず、さまざまな鳥種を対象として森林や耕作地、市街地を含めた議論はなされていない。

ところで奈良市周辺は、奈良公園などの芝地や都市緑地、春日山原始林などの森林、市街地、農地などさまざまな環境が混在した景観を形成している (奈良本ほか 1980)。また奈良県では、これまでに256種もの野鳥が記録されている (福田 2013; 日本鳥学会 2012)。したがって奈良市周辺は市街地と農耕地、森林を含む棲息地の多様さと多様な鳥類相が予想されるという点から、多様な鳥類相の棲息地選好性を明らかにするうえで適した調査地であると言える。そこで本研究では、1) 奈良市のさまざまな環境における鳥類相を明らかにするとともに、2) よく見られた鳥種の棲息地選好性を明らかにすることを目的とする。

方法

調査地

奈良県奈良市 (北緯34.6° , 東経135.8°) は、人口363,735人 (奈良県ウェブサイト、<http://www.pref.nara.jp/6265.htm>, 2014年12月1日現在)、人口密度は1.3人/km²である。また年間降水量は、年間1,316.0 mmで、平均気温は14.9°Cである (気象庁 <http://www.jma.go>.

jp/jma/index.html, 1981年から2010年までの平均)。JR線と近鉄線の二つの鉄道が通っており、市街地として交通機関が発達した地域である一方で、東には春日山原始林、奈良公園が広がっており、北西方向には古墳、南には水田や畑が広がっているため、豊かな自然にも恵まれた環境にあるといえる。

春日山原始林は、コジイ (*Castanopsis cuspidata*)、アカガシ (*Quercus acuta*)、ツクバネガシ (*Q. sessilifolia*)、ウラジロガシ (*Q. salicina*) など多数のブナ科常緑広葉樹、アカシデ (*Carpinus laxiflora*) やイヌシデ (*Car. tschonoskii*) などの落葉広葉樹、モミ (*Abies firma*) やツガ (*Tsuga sieboldii*) などの針葉樹が混生する発達した照葉樹林である (前迫2004)。奈良公園は芝地やクロマツ (*Pinus thunbergii*) などの針葉樹林疎林、ソメイヨシノ (*Cerasus × yedoensis*) などの落葉広葉樹やアラカシ (*Q. glauca*) などの常緑広葉樹 (前迫2004) がある。また奈良市にはいくつかの古墳が存在する (奈良本ほか 1980)。古墳には、アカマツ (*P. densiflora*) などの常緑針葉樹や竹林がある。また、古墳の外堀には水辺があり、人の手が入らない領域となっている (奈良本ほか 1980)。南部に広がる耕作地は主に水田稲作がおこなわれている。

鳥類調査

鳥の棲息有無を確認するためには、ラインセンサス法とスポットセンサス法がしばしば用いられている。スポットセンサス法は、ラインセンサス法に比べて多くの鳥種を観察できることから (平野ほか 2009)、現在ではスポットセンサス法が主流となりつつある (たとえば、Ralph et al. 1995; 環境省自然環境局生物多様性センター 2009; 植田ほか 2014)。よって本研究では、環境省自然環境局生物多様性センター (2009) が行っているスポットセンサス法をもちいて調査を行った。

調査コースを市街地 (C1、C2) と耕作地 (R1、R2、R3)、移行地帯 (T1、T2)、森林 (F1、F2、F3) とし、1 kmに10 コース設定し、それぞれのコースのスタート地点から250 mおきに定点間の距離が100 m以上になるように、5 定点 (A~E) 設定した (図1)。また、250 m間隔で設定すると植林ばかりで調査することになってしまう場合や、水場など鳥の集まる場所がわかっている場合は、調査コースにあるそのような環境をうまく含むことができるように定点を設定した。定点ごとに10 分間 (2 分×5 回) を1セッションとして、2 分間ごとに確認した種を記録した。調査は、晴れた日で、鳥のさえずりが盛んな日の出から4 時間以内に行った (Melles et al. 2003)。また、1 日2 回 (往復) 調査する重点コースと1 回 (片道) 調査する簡易コースをそれぞれ5 コースずつ、合計10 コース設定した。調査の各セッションは15 分間以上の間隔をあけて行った。

小船 (1975) による渡り鳥の移動が少ない繁殖期の時期を考慮して、繁殖期の前期 (2014年5月20、24、25、28日、6月3日) と後期 (6月25日、7月2、5、6、9日) に調査を行った。

統計解析

植生は、第6回・第7回自然環境保全基礎調査植生調査 (自然環境保全基礎調査、<http://www.vegetation.biodic.go.jp/index.html>) の植生データを使用し、QGIS 2.2.0 (<http://qgis.org/ja/site/>) をもちいて解析した。この植生図は2001年と2011年の調査に基づいて作成されており、本研究の行われた2014年の植生とはほぼ変わらない。各定点の植生を、自然環境保全基礎調査データにある属性データDAI_N (植生大区分の名称) の植生情報をもちいて読み取り、市街地、耕作地、森林、その他の4つの植生グループに分類した。市街地と耕作地は、属性データDAI_Nにあった市街地と耕作地をそのまま利用した。一方で森林には、岩角地・海岸断崖地針葉樹林、常緑広葉樹林、常緑針葉樹二次林、クロマツ・スギ・ヒノキなどの針葉樹林、暖温帯針

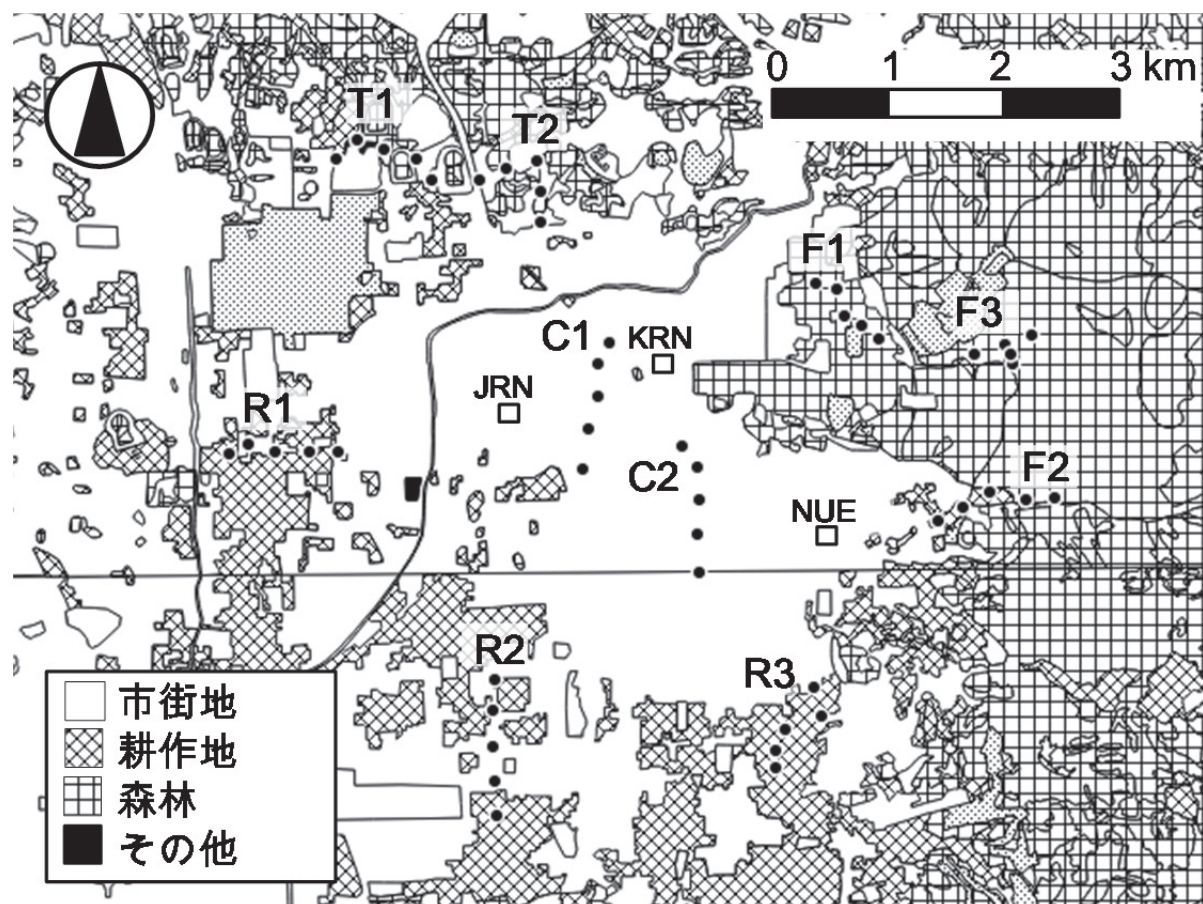


図1. 鳥調査定点と周辺植生。市街地 (C1、C2) と耕作地 (R1、R2、R3)、移行地帯 (T1、T2)、森林 (F1、F2、F3) に1 kmに10コース設定して、コース上に5定点設定した。NUE、KRN、JRNはそれぞれ奈良教育大学、近鉄奈良駅、JR奈良駅を示す。植生は、第6回・第7回自然環境保全基礎調査植生調査 (自然環境保全基礎調査、<http://www.vegetation.biodic.go.jp/index.html>) の植生データを使用した。

葉樹林、落葉広葉樹二次林、竹林を含めた。また、その他には、ヨシなどの湿原・河川・池沼植生、ススキなどの二次草原、ヤブツバキなどの伐採跡地群落、牧草地・ゴルフ場・芝地を含めた。しかし、その他に含めた植生は、本研究の調査コースに含まれていてもわずかだったため (図1)、解析には使用しなかった。

鳥類のポイントセンサス定点における周囲の植生率は、バッファ半径50、100、200、300、400、500、600、700、800、900、1,000 m円内における植生率 (市街地率と耕作地率、森林率) を算出した。また、1,000 m以上の植生に関しては鳥類調査定点間距離の影響で植生率に差がなくなるので、算出しなかった。植生率は、各定点における市街地面積、耕作地面積、森林面積を各定点の総面積で割って算出した。

定点ごとに、各コースの地点別に出現した種数とその地点のバッファ半径内の植生率を説明変数、鳥種の在否を目的変数として一般化線形モデルをもちいて解析した。ここでは3つの植生率と鳥種の在否の関係をそれぞれ個別の一般化線形モデル (GLM: generalized linear model)、つまり鳥種1種に対して3つのフルモデルで解析した。また鳥種の在否データには、2分間で確認されたものを用いた。鳥種の在否は、二項分布に従うとして、0/1データを用いた (福井ほか2005)。さらに、ステップワイズ法によって変数選択を行うとともに、最小のAIC (Akaike's Information Criterion) を示すバッファ半径でのモデルを最適モデルとして採択した。一般化線形モデルで推定された係数を用いて、3つの植生率、すなわち市街地率 (CT)、森林率 (FR)、

耕作地率 (AG) のモデルにおける鳥類の出現確率を求めた。統計解析には、R version 3.12.1 (R Core Team 2014) をもちいた。

解析対象鳥種は、全調査地点で30回以上出現した鳥種を確認頻度が高い種として15種 (アオサギ *Ardea cinerea*、イカル *Eophona personata*、ウグイス *Cettia diphone*、キビタキ *Ficedula narcissina*、ケリ *Vanellus cinereus*、コゲラ *Picoides kizuki*、シジュウカラ *Parus major*、スズメ *Passer montanus*、ツバメ *Hirundo rustica*、ハクセキレイ *Motacilla alba*、ハシブトガラス *Corvus macrorhynchos*、ハシボソガラス *Cor. corone*、ヒバリ *Alauda arvensis*、ヒヨドリ *Hypsipetes amaurotis*、ムクドリ *Sturnus cineraceus*) を選んだ (表1)。

結果

観察種数と構成

繁殖期における総観察時間1,500分の観察で、C1で9種765羽、C2で12種436羽、R1で23種568羽、R2で12種245羽、R3で18種259羽、T1で33種736羽、T2で16種206羽、F1で24種712羽、F2で21種229羽、F3で23種485羽、全調査コース総計では51種4,641羽の鳥類が観察された (表1)。

植生率と鳥種の出現確率との関係

一般化線形モデルによる解析の結果、ハシボソガラスのAGを除くすべての事例で、最小AICを示すバッファ半径における植生率を加味したフルモデルが選択された (表2、図2)。ハシボソガラスのAGでは、バッファ半径の大小に関わらずAGが説明変数として選択されなかった (表2)。

各鳥種の3つの植生率に対する一般化線形モデルの係数は、スズメ、ツバメ、ハクセキレイ、ハシボソガラス、ムクドリではCTの係数が正の値をとり、一方でアオサギ、イカル、ウグイス、キビタキ、ケリ、コゲラ、シジュウカラ、ハシブトガラス、ヒバリ、ヒヨドリでは負の値をとった (表2)。イカル、ウグイス、キビタキ、コゲラ、シジュウカラ、ハシブトガラス、ヒヨドリではFRの係数が正の値をとり、一方でアオサギ、ケリ、スズメ、ツバメ、ハクセキレイ、ハシボソガラス、ヒバリ、ムクドリでは負の値をとった (表2)。アオサギ、ケリ、スズメ、ツバメ、ハクセキレイ、ヒバリ、ムクドリではAGの係数が正の値をとり、一方でイカル、ウグイス、キビタキ、コゲラ、シジュウカラ、ハシブトガラス、ヒヨドリでは負の値をとった (表2)。

一般化線形モデルで推定された切片の値と植生率にかかる係数の値から出現確率を示す回帰曲線をそれぞれ描くと (図3)、市街地を好む種 (ハシボソガラス)、耕作地を好む種群 (ヒバリ、アオサギ、ケリ、ハクセキレイ)、市街地と耕作地を好む種群 (ツバメ、スズメ、ムクドリ)、森林を好む種群 (ハシブトガラス、イカル、ウグイス、キビタキ、シジュウカラ、コゲラ、ヒヨドリ) に分けられた。

考察

ハシボソガラスは、本来は森林性の鳥だが市街地でも棲息していることが知られている (ピッキオ2013)。本研究では、ハシボソガラスは市街地によく出現し、逆に森林ではあまり出現しないことが明らかになった (図3D)。このことから、本来森林性であっても市街地に近い景観構造の地域では、森林よりも市街地での棲息が好まれるのではないかと考えられる。また、耕作地率のモデルではAGが説明変数として選択されなかった (表2)、ハシボソガラスの棲息に耕作地の有無はそれほど重要でなく、一定の確率で生息すると推測される。

ヒバリは耕作地で出現確率が高かった (図3A)。ヒバリは住宅地、森林よりも草地や耕作地を棲息地として好むことが報告されていることや (藤巻2006)、200~300m幅の海岸草原で確認さ

表1. 観察された鳥種のセンサスルートにおける累積観察個体数。略号は解析対象種を示す。

略号	科名	和名	学名	センサスルート										総計
				C1	C2	R1	R2	R3	T1	T2	F1	F2	F3	
	Acrocephali	オオヨシキリ	<i>Acrocephalus arundinaceus</i>	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2
	Aegithali	エナガ	<i>Aegithalos caudatus</i>	0	0	0	0	0	6	1	23	0	0	30
A	Alaidid	ヒバリ	<i>Alauda arvensis</i>	0	1	47	6	36	15	0	0	0	0	105
	Alcedini	カワセミ	<i>Alcedo atthis</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
	Anati	マガモ	<i>Anas platyrhynchos</i>	0	0	17	0	0	65	0	0	0	0	82
	Anati	カルガモ	<i>Anas poecilorhyncha</i>	0	0	42	0	2	1	0	0	0	0	45
	Anati	ホシハジロ	<i>Aythya ferina</i>	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	11
	Anati	コブハクチョウ	<i>Cygnus olor</i>	0	0	0	0	0	17	0	0	0	0	17
B	Ardei	アオサギ	<i>Ardea cinerea</i>	0	0	6	0	1	23	0	0	8	0	38
	Ardei	チュウサギ	<i>Egretta intermedia</i>	0	1	9	0	5	17	0	0	0	0	32
C	Charadrii	ケリ	<i>Vanellus cinereus</i>	0	0	61	1	20	18	0	0	1	0	101
	Cisticoli	セッカ	<i>Cisticola juncidis</i>	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	3
	Columbi	ドバト	<i>Columba livia</i>	86	4	2	5	0	19	0	0	0	0	116
	Columbi	キジバト	<i>Streptopelia orientalis</i>	0	27	15	0	0	19	2	54	13	18	148
	Columbi	アオバト	<i>Treron sieboldii</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3	4
D	Corvi	ハシボソガラス	<i>Corvus corone</i>	54	53	44	39	14	18	10	52	5	6	295
E	Corvi	ハシブトガラス	<i>Corvus macrorhynchos</i>	559	22	14	7	15	46	21	106	16	92	898
	Corvi	カケス	<i>Garrulus glandarius</i>	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	3
	Cuculi	ホトトギス	<i>Cuculus poliocephalus</i>	0	0	0	0	0	1	7	3	0	0	11
	Cuculi	ツツドリ	<i>Cuculus saturatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
F	Estrildid	イカル	<i>Eophona personatas</i>	0	0	0	0	0	0	0	6	2	24	32
	Fringilli	カワラヒワ	<i>Carduelis cinica</i>	0	0	1	0	0	4	0	6	2	3	16
G	Hirundini	ツバメ	<i>Hirundo rustica</i>	23	89	50	41	29	87	5	3	25	0	352
	Laniid	アカモズ	<i>Lanius cristatus</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
	Motacilli	ビンズイ	<i>Anthus hodgsoni</i>	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	3
H	Motacilli	ハクセキレイ	<i>Motacilla alba</i>	2	0	39	14	18	2	0	5	1	0	81
	Motacilli	セグロセキレイ	<i>Motacilla grandis</i>	0	0	3	0	1	0	5	0	0	0	9
I	Muscicapi	ウグイス	<i>Cettia diphone</i>	0	0	0	0	5	81	25	49	24	19	203
	Muscicapi	ヤブサメ	<i>Cettia squameiceps</i>	0	0	0	0	0	0	0	11	1	12	24
	Muscicapi	オオルリ	<i>Cyanoptila cyanomelana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2
J	Muscicapi	キビタキ	<i>Ficedula narcissina</i>	0	0	0	0	0	1	3	6	0	38	48
	Muscicapi	サンショウクイ	<i>Pericrocotus divaricatus</i>	0	3	2	1	0	0	0	0	4	1	11
	Muscicapi	サンコウチョウ	<i>Terpsiphone atrocaudata</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	4	5
	Muscicapi	クロツグミ	<i>Turdus cardis</i>	0	0	0	0	0	2	0	0	0	3	5
	Pari	ヒガラ	<i>Parus ater</i>	0	0	0	0	0	0	0	3	0	2	5
K	Pari	シジュウカラ	<i>Parus major</i>	4	31	1	3	1	40	37	115	29	66	327
	Pari	コガラ	<i>Parus montanus</i>	0	0	0	0	0	0	0	13	0	2	15
	Pari	ヤマガラ	<i>Parus varius</i>	0	0	0	0	0	1	0	9	1	6	17
L	Passeri	スズメ	<i>Passer montanus</i>	28	133	117	79	50	72	27	40	27	0	573
	Phalacrocraci	カワウ	<i>Phalacrocorax carbo</i>	0	0	19	0	1	0	1	0	0	0	21
	Phasiani	キジ	<i>Phasianus versicolor</i>	0	0	0	0	25	2	0	0	0	0	27
M	Pici	コゲラ	<i>Picooides kizuki</i>	0	0	0	0	0	20	5	27	16	42	110
	Pici	オオアカゲラ	<i>Picooides leucotos</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	3
	Pici	アオゲラ	<i>Picus awokera</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
	Podicipedi	カイツブリ	<i>Podiceps ruficollis</i>	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	4
	Prunellid	ルリビタキ	<i>Erithacus cyanurus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
N	Pycnonoti	ヒヨドリ	<i>Hypsipetes amaurotis</i>	5	27	19	5	7	84	36	87	39	92	401
	Ralli	ヒクイナ	<i>Porzana fusca</i>	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	3
	Strigi	フクロウ	<i>Strix uralensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2
O	Stumi	ムクドリ	<i>Sturnus cineraceus</i>	4	44	43	44	28	51	20	77	9	0	320
	Zosteropi	メジロ	<i>Zosterops japonicus</i>	0	0	2	0	0	7	0	4	2	3	18
	Unknown	不明	Unknown	0	1	2	0	0	3	0	9	0	43	58
総カウント数				765	436	568	245	259	736	206	712	229	485	4641
種数				9	12	23	12	18	33	16	24	21	23	51
調査時間(分)				100	200	200	100	100	200	100	200	100	200	1500

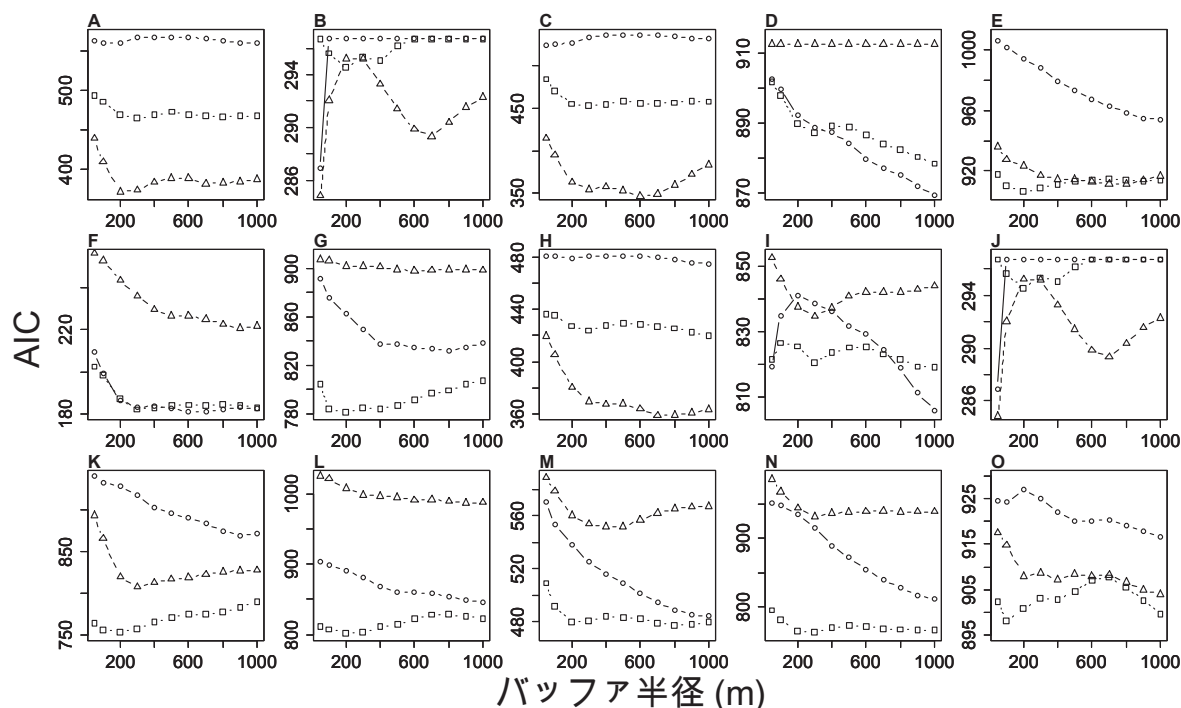


図2.異なるバッファ半径における植生率と鳥種の在否に関する一般化線形モデルの最小AIC値。横軸はバッファ半径,縦軸はそれぞれのバッファ半径における植生率に対する最小AIC値。○は市街地率,△は耕作地率,□は森林率での最小AIC値を示す。A) ヒバリ、B) アオサギ、C) ケリ、D) ハシボソガラス、E) ハシブトガラス、F) イカル、G) ツバメ、H) ハクセキレイ、I) ウグイス、J) キビタキ、K) シジュウカラ、L) スズメ、M) コゲラ、N) ヒヨドリ、O) ムクドリ。

れていること (玉田 2007)、本研究においてもバッファ半径200 mが選択されたことから、森林や市街地よりも耕作地が周囲200 m以内にある環境を好んで棲息することが示された。

アオサギは、森林などにコロニーを作って巣を樹上に作り、餌は昆虫や魚類を好むことから巣から餌場までの行動範囲が広いことが知られている (倉田・樋口 1972; 高川ほか 2011; 上山 2013)。しかし本研究では、耕作地が好適な生息環境として推測されたものの (図3B)、選択された耕作地率のバッファ半径は50 mであり範囲が狭かった (図2B)。このことから、アオサギは広い範囲を移動するが、餌場となる田んぼや川にピンポイントで着地し、それ以外の場所では移動のために上空を飛んでいるだけで出現確率は低くなりバッファ半径50 mが選択されたと考えられる。また、今回の調査ではアオサギのコロニーを調査地周辺の森林に見出すことはできなかったもので、森林率と出現確率のグラフがほぼ横ばいとなり (図3B)、アオサギの出現確率と森林との関係が確認できなかった。アオサギのように行動範囲の広い鳥類の棲息環境を議論する際には注意が必要であることが示唆される。

一方でケリは、アオサギと棲息範囲や環境が似ており、また餌も同じようである (高川ほか 2011) にもかかわらず、水田、川原、草地などの農耕地で繁殖する点で異なる (高野 1982; 福井ほか 1997)。そのため耕作地に位置する巣のまわりだけが棲息範囲となり、耕作地での出現確率が非常に高くなる (図3C)。

ハクセキレイの一般化線形モデルによると、AGとFRの係数はともに正であったものの、AGの係数に比べてFRの係数はそれほど大きくなかった。また、回帰曲線を描いた図3Hからも、ハクセキレイは、Fujioka et al. (2001) やMaeda (2001) が示しているように、耕作地などの開けた土地を主な棲息地としていると考えられる。

表2. 最小AICモデルのバッファ半径と一般化線形モデルの係数。解析対象15種の最小AICを示した一般化線形モデルの係数をそれぞれの植生率とともに示した。CT、AG、FRはそれぞれ市街地率、耕作地率、森林率を示す。

略号	和名	学名	市街地		耕作地		森林				
			バッファ半径	切片	CT	バッファ半径	切片	AG	バッファ半径	切片	FR
A	ヒバリ	<i>Alauda arvensis</i>	100	-1.60	-0.009	200	-3.80	0.051	300	-1.17	-0.070
B	アオサギ	<i>Ardea cinerea</i>	50	-2.50	-0.014	50	-3.41	0.015	200	-2.70	-0.010
C	ケリ	<i>Vanellus cinereus</i>	50	-1.68	-0.010	600	-4.64	0.098	300	-1.32	-0.056
D	ハシボソガラス	<i>Corvus corone</i>	1000	-1.93	0.019	NA	-0.86		1000	-0.42	-0.016
E	ハシブトガラス	<i>Corvus macrorhynchos</i>	1000	0.67	-0.020	800	0.30	-0.058	200	-1.07	0.020
F	イカル	<i>Eophona personata</i>	600	-1.19	-0.087	900	-2.08	-0.357	300	-7.80	0.067
G	ツバメ	<i>Hirundo rustica</i>	800	-2.42	0.028	600	-1.20	0.024	200	-0.10	-0.032
H	ハクセキレイ	<i>Motacilla alba</i>	1000	-2.91	0.012	700	-4.29	0.088	1000	-1.39	-0.053
I	ウグイス	<i>Horornis diphone</i>	1000	-0.11	-0.020	300	-0.81	-0.016	1000	-1.59	0.015
J	キビタキ	<i>Ficedula narcissina</i>	900	-0.77	-0.072	500	-1.82	-0.361	1000	-6.21	0.060
K	シジュウカラ	<i>Parus minor</i>	900	1.12	-0.032	300	0.33	-0.063	200	-1.61	0.033
L	スズメ	<i>Psittacus montanus</i>	1000	-2.15	0.040	900	-0.51	0.040	200	0.97	-0.034
M	コゲラ	<i>Dendrocopos kizuki</i>	1000	0.04	-0.046	500	-1.14	-0.074	800	-3.61	0.041
N	ヒヨドリ	<i>Hypsipetes amaurotis</i>	1000	2.35	-0.045	300	0.54	-0.034	300	-1.17	0.040
O	ムクドリ	<i>Sturnus cineraceus</i>	1000	-1.33	0.010	1000	-1.19	0.029	100	-0.48	-0.011

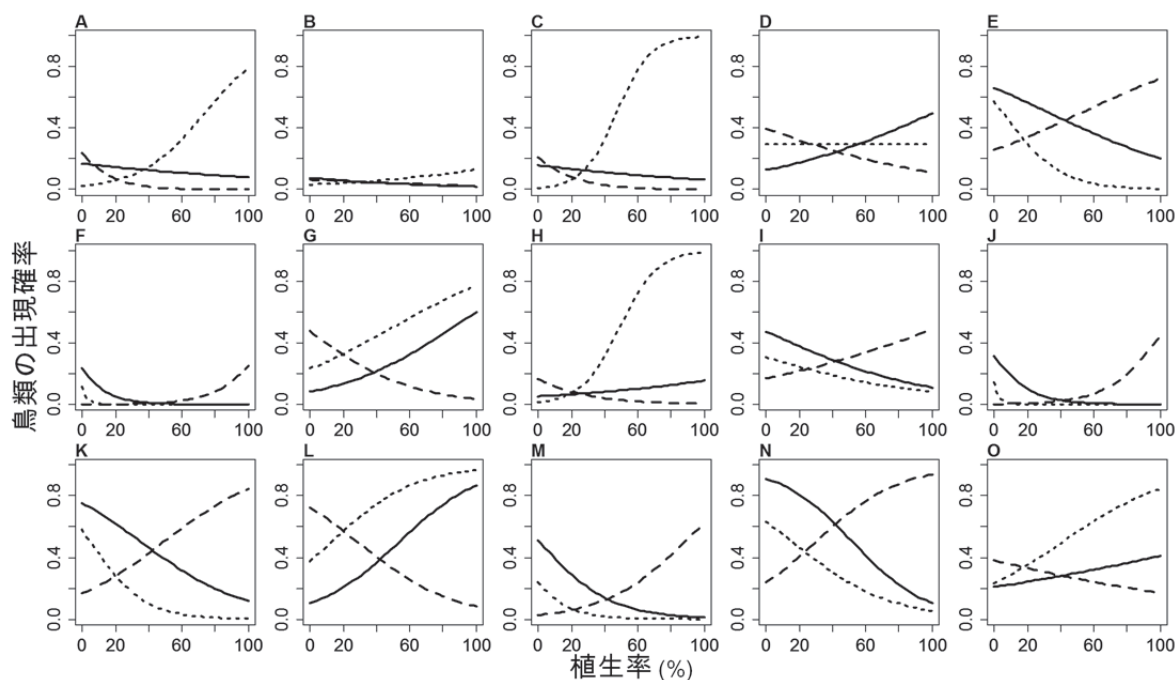


図3. 個々の鳥種における植生率に対する出現確率。実線が市街地率、点線が耕作地率、破線が森林率と鳥類の出現確率の関係を示す。A) ヒバリ、B) アオサギ、C) ケリ、D) ハシボソガラス、E) ハシブトガラス、F) イカル、G) ツバメ、H) ハクセキレイ、I) ウグイス、J) キビタキ、K) シジュウカラ、L) スズメ、M) コゲラ、N) ヒヨドリ、O) ムクドリ。

スズメ (図3L)、ツバメ (図3G)、ムクドリ (図3O) は市街地率や耕作地率の高い環境で出現確率が高い傾向を示した。これらの種はそれぞれ、人家付近や市街地、草地、耕作地に棲息することが知られている (高野 1982; Fujioka et al. 2001; Maeda 2001; Møller 2001; Evans et al. 2003; 岡崎ほか 2006; Zhang et al. 2011) ことから、本研究の結果と一致する。

本研究では、ハシブトガラスは森林率が高い環境で出現確率が高くなった (図3E)。また、森林率のモデルのバッファ半径は200 mであった。実際ハシブトガラスは森林の林床や草地、河川敷を好むとされており (Matsubara 2003)、巣から半径200~400 m圏内で餌を探すことが知られ

ている（ピッキオ2013）。したがって、半径200 m程度の範囲内に森林があるような環境にハシブトガラスは棲息する傾向があると考えられる。一方で、一般的にはハシブトガラスは都市にも広く分布していることが知られている（中村・中村 1995）。本研究では市街地率のモデルのCTの係数が負ではあったが、市街地率の高い環境においてもある程度出現確率が高かったことから（図3E）、森林と市街地の両方に出現することが示された。

ヒヨドリは森林率が高い環境で出現確率が高かった（図3N）ことから、森林を棲息地としていることが推測される。これは、ヒヨドリが森林性の鳥であることについてのべた先行研究例と一致する（藤巻 2004；山口・斎藤 2009；Naruse and Katoh 2010）。またヒヨドリの最小AICを選択したバッファ半径は、市街地率のモデルでは1,000 m、森林率のモデルでは300 m、耕作地率のモデルでは300 mであった。市街地率のモデルのバッファ半径が他の2つの植生率に対するバッファ半径に比べて大きいことから、市街地率はヒヨドリにとって局所的な棲息範囲内の環境としては関係がなく、むしろ森林や耕作地のような環境が局所的な棲息範囲（300 m程度の圏内）の中にどれくらいの割合が存在するかが、棲息状況を左右する要因となっていると推測される。

シジュウカラ（図3K）やコゲラ（図3M）についても、ヒヨドリと同様に、森林を棲息地としていることが推測される。橋本・夏原（2002）によると、シジュウカラの行動範囲は樹木から半径200 m内とされ、その範囲を飛び回って繁殖する。この報告は、シジュウカラのバッファ半径が200 mで最適となった今回の結果と一致する。コゲラは森林面積の広い環境に棲息する傾向があり（濱尾ほか 2006）、なわばりの半径は500 mほどであることが知られている（ピッキオ 2013）。このことは、森林を棲息地として好み、バッファ半径が800 mが選択された本研究の結果と矛盾しない。

イカルはバッファ半径300 m範囲の森林率が高い環境で出現率が高かった（図3F）ことから、森林を主な生息地としていると推測される。確かに、イカルは低地から山地の中心のような森林面積が大きい場所で棲息することが知られている（高野 1982、樋口ほか 1982）。また、森林面積との関係を調査した樋口ほか（1982）によるとイカルは10 ha以上の森林に出現したことから、本研究の結果と類似している。

ウグイス（図3I）とキビタキ（図3J）は、森林率が高い環境で出現確率が高かったので、森林を好んで棲息していることが推測できた。既存の研究からも、ウグイスは低標高の植林地や伐採跡地を好み、藪やササがあればどこにでも生息し（江口ほか 1989）、キビタキは森林性であることや（高野 1982）、森林面積が大きいところに棲息することなどが知られている（樋口ほか 1982）。ただし、ウグイスはバッファ半径1,000 mという広い範囲内に50%程度森林が存在すれば出現確率が比較的高まるものの、キビタキでは同じ範囲内に80%程度森林が存在しなければ出現確率は高まらない。このことから、これら二種はどちらも森林を好んで棲息するが、キビタキの方がより広い森林を必要とすることがわかる。

以上から、鳥類の繁殖期には市街地から耕作地を経て森林に至る景観傾度の中でさまざまな鳥類が生息していることがわかった。しかし棲息状況は一定ではなく、鳥種によって市街地や耕作地、森林の棲息地選好性が異なっていた。今回明らかにした鳥相および鳥種の棲息地選好性は奈良市の一部に過ぎないが、今後は、観察事例が少なく解析できなかった鳥種などを含めて、多くの鳥種について市街地 - 耕作地 - 森林を含む環境傾度の中での棲息地選好性を求めることが課題である。

謝辞

本研究を行うにあたり、野鳥観察に関して奈良教育大学自然環境教育センター鳥居春己特任教

授、岡口晃子氏に鳥類に関する情報提供や観察にあたって助言頂いた。また、匿名の査読者2名からは有益なコメントを頂いた。ここに記してお礼申し上げる。

引用文献

- Dearborn DC, Kark S (2010) Motivations for conserving urban biodiversity. *Conservation Biology*, 24:432-440.
- 江口 和洋, 武石 全慈, 永田 尚志, 逸見 泰久, 川路 則友 (1989) 屋久島における森林棲鳥類の垂直分布. I. 繁殖期. *日本生態会誌*, 39:53-65.
- Evans KL, Bradbury RB, Wilson JD (2003) Selection of hedgerows by Swallows *Hirundo rustica* foraging on farmland: the influence of local habitat and weather: The loss of hedgerows may have reduced the quality of agricultural land for breeding Swallows. *Bird Study*, 50:8-14.
- 藤巻 裕蔵 (1981) 北海道十勝地方の鳥類3. 帯広市における植被と鳥類の関係. *山階鳥研報*, 13: 50-60.
- 藤巻 裕蔵 (2004) 北海道中部・南東部におけるヒヨドリの繁殖期の生息状況. *Strix*, 22:35-43.
- 藤巻 裕蔵 (2006) 南東部におけるヒバリの繁殖期の生息状況. *Strix*, 24:1-7.
- Fujioka M, Armacost JW, Yoshida H, Maeda T (2001) Value of fallow farmlands as summer habitats for waterbirds in a Japanese rural area. *Ecological Research*, 16:555-567.
- 福田 和夫 (2013) 奈良県下の観察種類の変化及び現状. (小船 武司 監, 日本野鳥の会奈良支部 編) 奈良の野鳥ものがたり-今、自然におきていること-, 241-252. トンボ出版, 大阪.
- 福井 晶子, 安田 雅俊, 神山 和夫, 金井 裕 (2005) 全国的な鳥類調査「鳥の棲息環境モニタリング調査」で明らかになった繁殖期の鳥類群集の種構成. *Strix*, 23:1-29.
- 福井 亘, 近藤 公夫, 安部 大就, 増田 昇 (1997) 神戸市西区の都市近郊農村における農村環境と鳥類生息に関する研究. *ランドスケープ研究*, 60:553-556.
- 橋本 啓史, 夏原 由博 (2002) ロジスティック回帰をもちいた都市におけるシジュウカラの生息環境適合モデル. *ランドスケープ研究*, 65:539-542.
- 樋口 広芳 (1986) 鳥たちの生態学. 朝日新聞社, 東京.
- 樋口 広芳, 塚本 洋三, 花輪 伸一, 武田 宗也 (1982) 森林面積と鳥の種数との関係. *Strix*, 1: 70-78.
- 濱尾 章二, 山下 大和, 山口 典之, 上田 恵介 (2006) 都市緑地におけるコゲラの生息に関わる要因. *日本鳥学会誌*, 55:96-101.
- 平野 敏明 (2005) 宇都宮市におけるセキレイ類3種の生息分布と生息環境の変化. *Bird Research*, 1:A25-A32.
- 平野 敏明, 遠藤 孝一, 仁平 康介, 金原 啓一, 樋口 広芳 (1985) 宇都宮市における樹木と鳥の種数との関係. *Strix*, 4:33-42.
- 平野 敏明, 植田 睦之, 今森 達也, 川崎 慎二, 内田 博, 加藤 和明, 金井 裕 (2009) 森林におけるスポットセンサスとラインセンサスによる鳥の記録率の比較. *Bird Research*, 5:T1-T13.
- 環境省 (2012) 生物多様性国家戦略2012-2020. 環境省.
- 環境省自然環境局生物多様性センター (2009) 森林・草原の鳥類調査ガイドブック. 環境省.
- 小船 武司 (1975) 春日大社境内原生林の鳥類. (春日顕彰会 編) 昭和49年度春日大社境内原生林調査報告-植物・動物-, 45-51. 春日顕彰会, 奈良.
- 倉田 篤, 樋口 行雄 (1972) 三重県佐波留島におけるアオサギの繁殖について. *鳥*, 21:308-315.
- 黒沢 令子 (1994) 東京における鳥類相と環境要因としての舗装率. *Strix*, 13:155-164.
- 前田 琢 (1993) 鳥類保護と都市環境-鳥のすめる街づくりへのアプローチ-. *山階鳥研報*, 25:

105-136.

- 前田 琢 (1998) 住宅地における鳥類群集の特徴と棲息環境のかかわり. 山階鳥研報, 30:83-100.
- 前迫 ゆり (2004) 春日山原始林の特定植物群落 (コジイ林) における17年間の動態. 奈良佐保短期大学研究紀要, 11:37-43.
- Maeda T (2001) Patterns of bird abundance and habitat use in rice fields of the Kanto Plain, central Japan. *Ecological Research*, 16:569-585.
- Matsubara H (2003) Comparative study of territoriality and habitat use in syntopic Jungle Crow (*Corvus macrorhynchos*) and Carrion Crow (*C. corone*). *Ornithological Science*, 2:103-111.
- Melles S, Glenn S, Martin K (2003) Urban bird diversity and landscape complexity: species environment associations along a multiscale habitat gradient. *Conservation Ecology*, 7:5.
- Møller AP (2001) The effect of dairy farming on barn swallow *Hirundo rustica* abundance, distribution and reproduction. *Journal of Applied Ecology*, 38:378-389.
- 中村 登流, 中村 雅彦 (1995) 日本野鳥生態図鑑陸鳥編. 保育社, 大阪.
- 奈良本 辰也, 渡辺 まなぶ, 北小路 健 (1980) 日本の山河⑨奈良天と地の旅. 株式会社. 国書刊行会, 東京.
- Naruse M, Katoh M (2010) Distribution of bird habitats using UCD-image analysis: the case of the Shinshu university campus research forest. *Journal of the Faculty of Agriculture Shinshu University*, 46:113-118.
- Niemelä J (1999) Ecology and urban planning. *Biodiversity and Conservation*, 8:119-131.
- 日本鳥学会 (2012) 日本鳥類目録 改訂第7版. 日本鳥学会, 東京.
- 日本野鳥の会 (1986) 都立光が丘公園野鳥棲息現況調査報告書. 東京都建設局公園緑地部, 東京.
- 岡崎 樹里, 秋山 幸也, 加藤 和弘 (2006) 都市緑地における樹林地の構造と鳥類の利用について. *ランドスケープ研究*, 69:519-522.
- ピッキオ (2013) 改訂版鳥のおもしろ私生活. 主婦と生活社, 東京.
- Ralph CJ, Droege S, Sauer JR (1995) Managing and monitoring birds using point counts: standards and applications. USDA Forest Service Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-149, 161-169.
- Roth RR (1976) Spatial heterogeneity and bird species diversity. *Ecology*, 57:773-782.
- 高川 晋一, 植田 睦之, 天野 達也, 岡久 雄二, 上沖 正欣, 高木 憲太郎, 高橋 雅雄, 葉山 政治, 平野 敏明, 三上 修, 森 さやか, 森本 元, 山浦 悠一 (2011) 日本に生息する鳥類の生活史・生態・形態的特性に関するデータベース [JAVIAN Database]. *Bird Research*, 7:R9-R12.
- 高野 伸二 (1982) フィールドガイド日本の野鳥. 財団法人日本野鳥の会, 東京.
- 玉田 克巳 (2007) 知床半島先端部の海岸台地における草原性鳥類. *Strix*, 25:119-124.
- 植田 睦之, 岩本 富雄, 中村 豊, 川崎 慎二, 今野 怜, 佐藤 重穂, 高 美喜男, 高嶋 敦史, 滝沢 和彦, 沼野 正博, 原田 修, 平野 敏明, 堀田 昌伸, 三上 かつら, 柳田 和美, 松井 理生, 荒木田 義隆, 才木 道雄, 雪本 晋資 (2014) 全国規模の森林モニタリングが示す5年間の鳥類の変化. *Bird Research*, 10:F3-F11.
- 上山 義之 (2013) 大和平野で見られるサギ類8種の生息状況の移り変わり - 1977年から2011年までの35年間 -. (小船 武司 監, 日本野鳥の会奈良支部 編) 奈良の野鳥ものがたり - 今、自然におきていること -, 59-80. トンボ出版, 大阪.
- Wilcox BA, Murphy DO (1985) Conservation strategy: the effects of fragmentation on extinction. *American Naturalist*, 125:879-887.
- 山口 恭弘, 斎藤 昌幸 (2009) 茨城県南部におけるヒヨドリの営巣密度予測と環境利用. 日本鳥学

会誌, 58:179-186.

Zhang S, Lei F, Liu S, Li D, Chen C, Wang P (2011) Variation in baseline corticosterone levels of Tree Sparrow (*Passer montanus*) populations along an urban gradient in Beijing, China. *Journal of Ornithology*, 152:801-806.