帯広市の公園林における植生と鳥相の関係

中本雪絵¹⁾・佐藤雅俊²⁾・丸山純孝²⁾

1) 帯広畜産大学大学院畜産学研究科 Grad. Sch. of Agric. Sci., Obihiro Univ.

2) 帯広畜産大学畜産学部 Obihiro Univ. of Agri. and Vet. Med.

摘要: 本研究は、帯広市近郊にある公園林を対象に鳥類の種組成や多様性と植生や林の階層構造の違いとの対応関係を明らかにすることを目的とした。9箇所の調査林分について植生調査を行い、鳥相調査は繁殖期においてルートセンサス法により種名・個体数を記録した。調査林分は階層構造により4つの発達型にまとめられ、TWINSpanにより4つの鳥相タイプ、4つの木本層タイプ、7つの草本層タイプに分類された。結果、階層構造の発達型と鳥相タイプにそれぞれ含まれる林分は一致しており、草本層の出現種による類型と鳥相タイプにも対応がみられた。草本種の組成の違いはそれぞれ異なる林床環境を生み、林内の構造が多様になることはより多くの生活空間を鳥類に与え、鳥相を変化させた。

キーワード: 公園林, 植生, 鳥相, 階層構造, 草本層

NAKAMOTO, Yukie, SATO, Masatoshi and MARUYAMA, Junkoh: The Relationship between Vegetation and Avifauna of Park woods in Obihiro, eastern Hokkaido

Abstract: The purpose of this study is to clarify the relationship between avifauna and vegetation or stratification in park woods of suburban area in Obihiro, Hokkaido. Vegetation were surveyed in 9 study plots, number of birds were recorded at there in breeding season. Based on development of stratifications, study plots were classified into 4 development types. By TWINSpan, avifauna, vegetation of tree layer, and herb layer were classified into 4 avifauna types, 4 tree layer types, 7 herb layer types, respectively. Development types correspond with avifauna types completely, and herb layer types correspond with avifauna types to some extent. Transition of herbaceous species and diversity of forest structure gives much variety of habitats for bird.

Key words: park woods, vegetation, avifauna, stratification, herb layer

1. はじめに

近年、都市部における森林・緑地面積の減少はますます進み、都市公園や緑地は人々に憩いの空間を与える場所として、また数少ない動植物の生息地¹⁴⁾として重要性が増している。しかし、面積の拡大や連続性の確保といった緑地の量的拡大は、都市部などの開発の進んだ地域では難しいのが現状である。このような場所では現存する限られた緑地の中で、いかに動植物の生息地としての質を高めるかが重要になってくる。市街地にある緑地として本研究では、本来の森林の復元を目的とし植樹が行われ、公園として利用されている林を公園林とし、帯広市にある「帯広の森」の公園林を取り上げた。「帯広の森」は、1975年から植樹が行われその植樹面積は112 haにのぼる。そして現在、「帯広の森」は植樹から育樹への移行時期を迎えており、今後林の質的充実を図るためにも、森林の種類や構成種・林内の構造と鳥類に関する生態学的な研究は不可欠である。これまでの植生と鳥類に関する研究では、森林の構成及び構造について、樹高が高くよく発達した森林や、樹種が混交した森林、具体的には冷温帯壮齢人工林(広葉樹混交)、ミズナラ林等で鳥類

の種数が多いとされ、またシイ・カシ・タブ林、冷温帯壮齢人工林(広葉樹混交)、亜寒帯針葉樹林等の、森林の発達程度や規模が大きい林では鳥類の生息密度は高いと報告されている^{15,18)}。森林に限らず都市緑地や公園に利用されている林について、植生の階層ごとの植被率・種数を用い、越冬期の多様な鳥類群集を維持させるには林の階層構造の発達が有効であるとの報告があり¹¹⁾、特に冬期では林床の利用度が高く、林床の状況や管理に鳥相が影響を受けるとされる⁴⁾。これらの研究は、本州において越冬期での鳥類の種数が多く鳥類の都市緑地での利用度が高くなるため、越冬期の鳥類と植生の構造の関係を示したものが多く。しかし北海道では、夏鳥の種数が多く総個体数も夏期に最も多い上に²⁾、植生も本州とは異なる。よって、北海道において夏期の鳥類と植生との関係を明らかにすることが、この地における林の質の向上を図る上で必要になる。

さらに、人間による攪乱や管理の影響を強く受ける公園林における研究や、造成後の経過に伴う鳥相の変化及びモニタリング調査に関する報告はまだ少ない。よって本研究では、帯広市の公園林を対象に植生や林の階層構造の発達と鳥類の種組成、多様性の関係について明らかにし、今後の公園の造成・

図-1 調査地の位置

Fig. 1 Location of the study area.

管理等に活かせる指針を得ることを目的とした。

2. 調査地の概要

調査地は「帯広の森」の公園林とした(図-1)。「帯広の森」は、郷土の森の復元を目標に造成され、十勝川と札内川からなる十勝川水系緑地とともに帯広市をグリーンベルトで囲む都市遮断帯としての役割も担っている。植樹は、帯広の森造成計画に基づき主に郷土種を用いて行われている。公園林は植樹された樹種により、針葉樹林・広葉樹林・混交林と言った異なる樹林タイプを含む。総面積は405.6 haであり、うち森林区が238.4 haで植樹面積は112 haを占める。植樹林は、樹種の違いや植樹からの経過年数による樹高等の差より、隣接する植樹地とは区別することができる。周辺は住宅地の他、農地として利用されている部分が多い。また、公園林との比較のため、帯広市にある帯広農業高校内の自然林も調査地に加えた。この林はカシワ(*Quercus dentate* Thunb)を主とする広葉樹林で、「帯広の森」の約1.5 km東に位置し、周辺は主に住宅地である。

3. 方法

3.1 植生調査

植生調査に先立ち、調査地から調査林分の選出を行った。調査林分は、「帯広の森」の公園林のうち針葉樹広葉樹混交林区から4箇所(以下混A・混B・混C・混D区とする)、針葉樹林区から2箇所(以下針A・針B区とする)、広葉樹林区から2箇所(以下広A・広B区とする)とした(表-1)。また帯広農業高校内の自然林1箇所を自然林区とし計9箇所を調査林分とした。主に植樹

表-1 調査区の概要

Table 1 Outline of study plots.

樹林タイプ	調査区名	面積(ha)	主な樹種
針広混交林	混A	14.6	トドマツ・シラカンバ
針広混交林	混B	6.9	チョウセンゴヨウ・ミズナラ
針広混交林	混C	4.9	ハルニレ・チョウセンゴヨウ
針広混交林	混D	4.4	トドマツ・シラカンバ
針葉樹林	針A	8.2	トドマツ・アカエゾマツ
針葉樹林	針B	3.8	チョウセンゴヨウ・ゴヨウマツ
広葉樹林	広A	7.8	ハルニレ・ヤチダモ
広葉樹林	広B	16.6	ミズナラ・カシワ
広葉樹林	自然林	15.0	カシワ

されている樹種は、広葉樹ではシラカンバ(*Betula platyphylla* var. *japonica* Hara)やハルニレ(*Ulmus davidiana* var. *japonica* Nakai)・ミズナラ(*Quercus crispula* Blume)・ヤチダモ(*Fraxinus mandshurica* var. *japonica* Maxim)で、針葉樹ではチョウセンゴヨウ(*Pinus koraiensis* Sieb. et Zucc)・トドマツ(*Abies sachalinensis* Masters)・カラマツ(*Larix leptolepis* Gordon(*L. kaempferi* Carr))であった。調査林分は、混A・混C・混D・針B区が大きな2車線道路に一部面しており、混B区が農地と一部接しているほかはほぼ他の樹林地に囲まれるような立地であった。また、目立つ植栽の抜け落ちも見られなかった。

植生調査は、各調査林分に10 m×10 mの植生調査区を3箇所ずつ設けて行った。ただし混A区と自然林区で樹高が20 mを超える場所では、調査区を隣接して4区設けたため、調査林分に設置した植生調査区は計42箇所となった。調査項目は、階層構造が鳥類の多様性に影響を与えていると考え、草本層・低木層・亜高木層・高木層の階層ごとに、植被率・樹高(草高)・出現種名・被度とした。調査期間は2002年7月中旬から8月上旬とした。植生調査における各植生調査区の階層の植被率及び樹高の平均値を用い、調査林分を階層構造の発達段階によってまとめた。また植生を草本層と、高木層・亜高木層・低木層をまとめた木本層とに分け、TWINSPAN[®]により出現種の被度を用いて調査林分の類型化を行った。さらに多様性指数(H指数)をShannon-Wiener関数¹²⁾により求めた。

$$H = - \sum_i p_i \log_2 p_i$$

p_i = 構成比(n_i/N) N = 総個体数

n_i = i 番目の群落の個体数

3.2 鳥相調査

鳥類については、調査林分全体をどのような鳥類が利用しているかを明らかにすることを目的とした。よって、調査林分を利用する種をできるだけ多く記録するために、上記の調査林分内にはほぼ全体が確認できる調査ルート进行を設け、ラインセンサス法^{16,17)}により行った。片側25 mの調査帯に出現した鳥類の種名及び個体数について記録した。ただし、同一調査林分内で

上記の調査帯以外に出現した種、及び調査帯の上空を通過したのみの種については種名だけを記録した。調査は晴れ又は薄曇りの日で鳥類の活動が活発な日の出から8時までの間に行い、調査時刻による結果の偏りをなくするために、調査時刻を4時～6時、6時～8時の2つの時間帯に分けた。個々の調査林分についてそれぞれの時間帯に2回ずつ、計4回の調査をランダムに行った。センサスは1.0km/h程度でゆっくり歩き全ての調査林分において90分で終了するように調査ルートを設定した。調査期間は鳥類の繁殖期にあたる2002年5月下旬から7月中旬とした。植生と同様に調査林分ごとの多様度指数を求めた。また、各調査林分において4回の調査で記録された種の在・不在データを用いTWINSPANにより調査林分を類型化した。

3.3 植生と鳥相の対応の検討

植生と鳥相の対応については、階層構造の発達型・草本層の類型結果及び多様度指数・木本層の類型結果及び多様度指数と、鳥相タイプ及び鳥類の多様度指数を用いて行った。階層構造の発達段階と鳥相の対応の有無を明らかにすることを目的に、階層構造と鳥相により類型化されたそれぞれの林分に対応があるか検討した。階層構造の発達段階と鳥類の多様度指数についても対応の検討を行った。異なる樹林タイプや林床植生を鳥類が特異的に利用しているかについて明らかにするため、草本層と木本層のそれぞれの類型と鳥相による調査林分の類型結果とを比較し対応について検討した。鳥類の種多様性と草本層・木本層の種多様性について、対応の有無をそれぞれ検討した。

4. 結果

4.1 植生調査

各調査林分の階層構造は、高発達型・中発達型・低発達型・未発達型の4つの発達型にまとめられた(表-2)。高発達型は樹高が高く各階層にそれぞれ発達がみられ、これに分類された調査林分は自然林区であった。中発達型に含まれる調査林分は混A・混B・混D・針A区であり比較的高い位置で高木層が発達し、亜高木・低木層の発達はあまり見られず中間に開けた空間があった。低発達型に含まれたのは広A・混C・針B区であり、草本層と高木層に発達がみられ、亜高木・低木層の発達は見られないが、樹高が低く高木層と草本層が接近していたため、中発達型のような中間に開けた空間はなかった。未発達型に含まれたのは広B区で、草本層にのみ発達がみられた。また、階層構造の発達は植樹からの経過年数の増加にともない進んだ。

植生のTWINSPANによる植生調査区の種類の結果、木本層はレベル2で4つのグループに分かれた(図-2)。これをそれぞれ広葉樹単層型、広葉樹複層型、針広混交林型、針葉樹型とした。広葉樹単層型は高木層においてハルニレが特に優占しており、他の階層に高被度で出現する種はなかった。広葉樹複層型は主にカシワ・ミズナラ・オオヤマザクラ(*Prunus sargentii* Rehder)等の広葉樹が高木層、亜高木層、低木層の3層にわたって出現していた。針広混交林型ではチョウセンゴヨウ・シラ

表-2 階層構造の発達型

Table 2 Development stage of stratification.

発達型	調査区	高発達型				中発達型				低発達型				未発達型
		自然林	混A	混B	混D	針A	混A	混C	針B	混A	混C	針B	混B	
高木層	樹高(m)	21.9	16.5	10.0	15.7	15.0	11.5	10.0	10.0	—	—	—	—	—
	植被率(%)	87.9	54.4	76.7	95.0	95.0	66.7	91.7	43.3	—	—	—	—	—
亜高木層	樹高(m)	11.5	8.2	6.7	6.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	植被率(%)	4.2	4.4	6.7	10.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
低木層	樹高(m)	6.3	4.3	3.0	3.0	4.0	4.3	2.0	—	—	—	—	—	1.7
	植被率(%)	25.0	2.8	23.3	1.7	0.3	23.7	1.7	—	—	—	—	—	8.3
草本層	樹高(m)	1.2	0.6	1.3	1.1	0.7	1.5	1.2	0.3	0.4	—	—	—	0.4
	植被率(%)	77.5	75.6	86.7	65.0	21.7	90.0	63.3	83.3	83.3	—	—	—	83.3
植樹年		—	S52	S58	S53	S51・52	H7	H1	S59	H11・12

図-2 TWINSPANによる木本層の分類

数字は調査林分に設けた植生調査区の番号を示す。

Fig. 2 Classification of tree layer by TWINSPAN. Arabic numerals indicate the number of vegetation samples in study plots.

カンバ・ブンゲンストウヒ(*Picea pungens* Engelm)が優占し、アカエゾマツ(*Picea glehnii* Masters)・トドマツについては針葉樹型でも同様に高被度で出現していた。調査林分に設けたそれぞれの植生調査区は、調査林分の樹林タイプに関係なく各木本層タイプにばらばらに含まれていた。

草本層は、レベル3で7つのグループに分かれた(図-3)。これを自然林ササ型1、自然林ササ型2、植樹林ササ型、野草型、畑地雑草型、イネ科短草型、イネ科長草型とした。自然林ササ型1・2、植樹林ササ型はミヤコザサが特に優占し、自然林ササ型1はヤマブドウ(*Vitis coignetiae* Pulliat)が、自然林ササ型2はサルナシ(*Actinidia arguta* Planch)が特徴的に出現していた。

図-3 TWINSpanによる草本層の分類

数字は図-2と同様植生調査区の番号を示す。

Fig. 3 Classification of herb layer by TWINSpan. Arabic numerals indicate the number of vegetation samples in Fig.2.

表-3 植生の多様度指数

Table 3 Diversity index of vegetation.

調査地	混A	混B	混C	混D	針A	針B	広A	広B	自然林
木本層	2.464	2.573	2.328	1.855	1.707	1.619	1.333	1.205	1.504
草本層	2.977	2.980	2.453	3.235	2.553	2.614	2.455	1.436	1.424

野草型はハコベ (*Stellaria media* Villars)・ミツバ (*Cryptotaenia japonica* Hassk)・ベニバナイチヤクソウ (*Pyrola incarnate* Fisher)等が優占し、オオアワガエリ (*Phleum pretense* L)はイネ科長草型と、オオアワガエリ・キツリフネ (*Impatiens noli-tangera* L)は畑地雑草型でも同じ種が見られた。畑地雑草型はオオアワダチソウ (*Solidago gigantea* Ait var. Fernald)・ヒロードスゲ (*Carex fedia* Nees var. Miyabei)等が優占していた。イネ科短草型の植生調査区は芝生(パークゴルフ場)として利用されており、ナガハグサ (*Poa pratensis* L)・スズメノカタビラ (*Poa annua* L)が優占していた。イネ科長草型の植生調査区は以前採草地に利用されていたためオオアワガエリが優占していた。

多様度指数については、木本層において混B区で最も高く次いで混A・混C・混D・針A・針B・自然林・広A・広B区の順となっていた(表-3)。草本層の多様度指数は、混D区でもっとも高く次いで混B・混A・針B・針A・広A・混C・

広B・自然林区の順で低くなった。

4.2 鳥相調査

18日間計36回の調査で確認された鳥類は、総計6目20科36種1510羽であった。調査帯以外で観察された種及び上空通過種を除くと35種1410羽であり、分析にはこれを用いた。調査林分全体を通して最も多く記録された種はアオジ (*Enberiza spodocephala*)で、センダイムシクイ (*Ppylloscopus coronatus*)・カワラヒワ (*Carduelis sinica*)の出現も多かった。調査林分ごとの4回の調査の平均出現種数は自然林区で最も多く広A・混B・混C・混A・混D及び針A・広B・針B区の順になった(表-4)。総個体数では多い順に広A・自然林・混B及び混C・広B・混A・針A・混D・針B区であった。多様度指数においては、自然林区で最も高く広A・針A・混A・混B・混D・混C・針B・広B区の順であった。針A区や混A区は、種数・総個体数は少ない傾向にあったが多様度指数は高かった。TWINSPANの結果、9箇所の調査林分はタイプ1・2・3・4の4つに分かれた(図-4)。タイプ1は自然林区、タイプ2は混A・B・D・針A区、タイプ3は混C・針B・広A区、タイプ4は広B区でそれぞれ構成されている。タイプ1のみで観察された種はコアカゲラ (*Dendrocopos minor*)・オオタカ (*Accipiter gentiles*)・ハシブトガラス (*Corvus macrorhynchos*)で、タイプ1である自然林区はセンダイムシクイが特に多く出現し、他の調査林分で優占しているアオジがあまり観察されないなど公園林とは種組成が異なっていた。ほとんどの調査林分では森林性鳥類が優占していたが、タイプ4では草原性鳥類のノビタキ (*Saxicola torquata*)が出現し、オオジシギ (*Gallinago hardwickii*)の出現が多かった。さらに、アオジの出現が少なく公園林の中でも他と違う鳥相を示した。アオジ・シジュウカラ (*Parus major*)・カワラヒワ・ヒヨドリ (*Hypsipetes amaurotis*)は全てのタイプで観察され、センダイムシクイ・ハシブトガラ (*Parus palustris*)・キジバト (*Streptopelia orientalis*)・アカゲラ (*Dendrocopos major*)はタイプ1・2・3で観察された。ヒガラ (*Parus ater*)はタイプ1・2で、オオジシギはタイプ3・4でのみ観察された。

4.3 植生と鳥相の対応の検討

階層構造の発達段階によって分けられた林分と鳥類の出現種によって分けられた林分はぴったり一致した(図-5)。高発達型の林分ではタイプ1の鳥類が、中発達型の林分ではタイプ2、低発達型の林分ではタイプ3、未発達型の林分ではタイプ4の鳥類が見られ、階層構造の発達にともなって鳥相は変化するという対応関係が見られた。さらに、多様度指数は階層構造の発達に応じて高くなる傾向にあった。木本層と鳥相では、木本層の出現種によって分類された植生調査区と、鳥類の出現種によって分類された林分は対応しておらず関係は見られなかった。草本層と鳥相においては、鳥類の出現種によって分けられた林分と草本層の出現種により分けられた林分が対応していた(図-6)。自然林ササ型1・2に分類された植生調査区ではタイプ1の鳥類が、植樹林ササ型、野

表-4 鳥類の多様度指数

Table 4 Diversity index of bird.

調査地	混A	混B	混C	混D	針A	針B	広A	広B	自然林
種数	15	18	16	14	14	10	19	11	20
個体数(羽)	132	192	192	107	122	77	236	147	230
多様性指数	3.381	3.240	2.954	3.066	3.399	2.558	3.469	2.373	3.891

図-4 TWINSpanによる鳥類の分類

数字は総個体数の階級を示す。

1: 1~3 2: 4~10 3: 11~20 4: 21~50 5: >50

Fig. 4 Classification of bird by TWINSpan. Arabic numerals indicate number of birds.

1: 1~3 2: 4~10 3: 11~20 4: 21~50 5: >50

図-5 階層構造の発達型と鳥相の対応

Fig. 5 Correspondence between stratification and avifauna.

図-6 草本層の分類と鳥相の対応

Fig. 6 Correspondence between classification of herb layer and avifauna.

草型及びイネ科短草型の植生調査区ではタイプ2、畑地雑草型の植生調査区ではタイプ3、イネ科長草型の植生調査区ではタイプ4の鳥類が見られ、草本層の出現種の変化にともなって鳥相は変化するという対応関係があった。

5. 考察

本調査の鳥類の出現種について、帯広市の公園で観察された鳥類¹⁰⁾と比較すると、主に公園内で観察されるスズメ (*Passer montanus*)やハシボソガラス (*Corvus corone*)・ハクセキレイ (*Motacilla alba*)は、本調査ではあまり観察されなかった。一方、北海道十勝地方の新得山の落葉広葉樹林で観察された鳥類³⁾と比較すると、アカゲラやヒヨドリ・エナガ (*Aegithalos caudatus*)・ハシブトガラ・シジュウカラ等の出現が類似していた。これは、「帯広の森」が市内の公園に比べ面積⁵⁾も大きく樹木率⁷⁾も高いため、より森林の要素を多く含む森林性鳥類の生息に適していたと考えられる。「帯広の森」の公園林は、人工的に造成された林であっても自然の森に近い鳥相であり、多くの鳥類に生息環境を提供できる貴重な役割を担っていることが示唆された。

今回の調査において、植樹からの経過年数に応じて階層構造は発達が進み、それに対応して鳥類の種組成と多様性は変化するという関係が見られた。これは、林内の構造の多様性を示す尺度として群葉高多様度(FHD)を用い、鳥類の多様性と正の相関を示したいくつかの先行研究にも見られる結果である^{9,13)}。階層構造の発達段階がより進んだ林分では各階層の発達が均等になり、生息及び利用環境の構造的多様化は鳥類に多様な生活空間を提供し鳥類の多様性は高くなることを意味している。さらに本研究結果から、階層構造の発達段階において群葉の密度は低くともそこに空間が存在するだけでも鳥類の多様性に影響を与えることが考えられた。草本層の種組成の変化に応じて、鳥類の種組成も変化するという関係が見られた。これは林分の発達段階で、上層の木本植物の成長による

光の量の減少や、土壌の発達等の林内の物理的環境が変化し、草本層の出現種が変化するため、異なる林床環境を作り出し、それぞれの環境に適応した鳥類が利用するようになるためであると考えられた。本調査においては、植生の種多様性と鳥類の種多様性には関係が見られなかった。これらのことから、鳥類の種組成及び多様性は、植生の種多様性よりも、遷移や出現種の変化に伴う林分の持つ環境の変化および空間の多様性に影響を受けていると考えられた。

植樹からの経過年数の増加にともない鳥類の種組成が変化した。よりよい生息地を鳥類に提供し緑地の質を高めるためには、公園林の造成及び管理には造成後の植生の遷移や、周辺の土地利用による種の移入等の影響を考慮して行われることが望まれる。今回の調査で多く観察されたアオジは、カワラヒワとともに農耕地で多く観察される種でもある¹⁾。これは農耕地から公園林への侵入であることが推測され、もともと森に住む森林性鳥類と、餌資源や繁殖場所等において、競争関係になることが予想される。今後異なる環境に住む鳥類同士が干渉するのを避け、それぞれの生活場所を確保するためにも、バッファゾーン⁸⁾の設置も考えていかなければならない。加えて、帯広市の草原(草地)は減少傾向にあり、草原性鳥類の生息地が失われつつあることが近年問題になっている。本調査においても、造成からの経過年数にともない林分全体の鳥類の多様性は増したが、樹木の成長によりノビタキ・ヒバリ(*Alauda arvensis*)・オオジシギなどの草原性鳥類は出現しなくなった。緑地の造成・管理等において、森林性鳥類の多様性と草原性鳥類の多様性の確保はそれぞれに検討されるべきであり、草地を持続させるような刈り取りや、灌木林の造成も必要であると思われる。

引用文献

- 1) 穴田哲・藤巻裕蔵(1984)帯広市における農耕地と住宅地の繁殖期の鳥相, Strix3: 19-27
- 2) 藤巻裕蔵(1970)北海道中央部における天然林と人工林の鳥

相の比較, 北海道林業試験場報告8: 43-551

- 3) 藤巻裕蔵(1980)北海道十勝地方の鳥類 1. 新得山とその付近の鳥類, 山階鳥類研究報告57: 40-52
- 4) 葉山嘉一(1985)都市内緑地における鳥類と植生の関係に関する研究—東京世田谷区等々力緑地を事例として—応用植物社会学研究14: 19-345
- 5) 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, Strix1: 70-78
- 6) Hill, M.O.(1979)TWINSPAN, a FORTRAN program for arranging multivariate data in an ordered two-way table by classification of the individuals and attributes. Cornell University, Ithaca, New York. 30pp
- 7) 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率と鳥の種数との関係, Strix4: 33-42
- 8) 一ノ瀬友博(1999)都市近郊の農村地域の樹林地における鳥類の分布に影響を及ぼす諸要因について, 農村計画論文集1: 259-264
- 9) 石田健(1987)植生断面図によって評価した森林の空間構造と鳥類の多様性, 東京大学演習林報告76: 267-278
- 10) 伊藤育子・藤巻裕蔵(1990)帯広市の公園の鳥類, 日本鳥学会誌38: 119-129
- 11) 加藤和弘(1996)都市緑地内の樹林地における越冬木の鳥類と植生の構造の関係, ランドスケープ研究59: 77-80
- 12) 木元新作(1976)動物群集研究法 I 多様性と種類組成, 生態学研究法講座14, 共立, 東京, 192pp
- 13) MacArthur, R. H and MacArthur J. W.(1972)On bird species diversity, Ecology 42, 594-598
- 14) 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—, 山階鳥類研究報告25: 105-136
- 15) 村井英紀・樋口広芳(1988)森林性鳥類の多様性に影響する諸要因, Strix7: 83-100
- 16) 由井正敏(1978)森林原野性鳥類のラインセンサス法の研究 I. 記録率の日周変化, 山階鳥類研究報告51.52: 70-81
- 17) 由井正敏(1980)森林原野性鳥類のラインセンサス法の研究 II. 天候と記録率, 山階鳥類研究報告57: 1-6
- 18) 由井正敏(1988)森に住む野鳥の生態学, 創文, 東京, 237pp

(2004.5.15 受理)