— 原 著 論 文 —

新潟市の海岸林における鳥類による秋季の果実利用

金子尚樹^{1,**}・中田 誠^{1,*}・千葉 晃²・伊藤泰夫³

¹ 新潟大学大学院自然科学研究科 〒950-2181 新潟市西区五十嵐2の町 8050

² 日本歯科大学新潟生命歯学部 〒951-8580 新潟市中央区浜浦町 1-8

³ 日本鳥類標識協会新潟グループ 〒950-2054 新潟市西区寺尾東 1-13-11

(2011年4月8日受付；2011年12月10日受理)

キーワード：果実サイズ，口角幅，常緑広葉樹，食性，糞分析。

日本鳥学会誌
Japanese Journal of
Ornithology
© The Ornithological Society
of Japan 2012

Naoki Kaneko¹, Makoto Nakata^{1,*}, Akira Chiba², Yasuo Itoh³. 2012. Autumnal use of fruits by bird vectors in a coastal forest near the city of Niigata. Jpn. J. Ornithol. 61: 100–111.

Abstract. We examined the use of fruits by birds by means of fecal analysis of specimens captured during banding research. Investigations were conducted over two autumns in a coastal forest near the city of Niigata, Japan. Japanese White-eye *Zosterops japonicus* fed on 12 species of relatively small fruits. Among bird species analyzed in this study, both the number of seeds obtained from feces and the percentage of individuals containing seeds were highest in the Japanese White-eye. Although the percentage of Japanese Bush Warbler *Cettia diphone* containing seeds was low, the number of individuals captured was the highest and nine species of seeds growing in the forest understory occurred in its feces. Most fruits eaten by birds were either significantly smaller than their bill gape widths, or not significantly different in size compared with their gape widths. In cases where fruit size was significantly larger than gape width, the ranges of fruit sizes and gape widths partly overlapped. The gape widths of Brown-eared Bulbul *Hypsipetes amaurotis* and several species of large thrushes *Turdus* spp. were significantly larger than fruit sizes in all plant species identified. These birds fed on relatively large fruits of evergreen broad-leaved trees such as Japanese Machilus *Persea thunbergii*, Neolitsea *Neolitsea sericea*, and Nepal Holly *Ilex integra*. However, bird species having large gape widths showed no tendencies to prefer large fruits. We considered that there were sufficient resources (plant species and fruits) for bird species in each habitat or foraging position in this coastal forest in autumn. Most of the species of seeds in bird feces were present as fruits in the forest stand studied. Plant species growing abundantly in or near this forest and producing relatively small fruits (e.g., Chinese Hackberry *Celtis sinensis*) were often food sources for many bird species. We suggest that in the future, immigration of new plant species from gardens of neighboring residential areas may occur as a result of birds feeding on them and distributing their seeds in their droppings.

Key words: Fruit size, Gape width, Evergreen broad-leaved tree, Feeding habit, Feces analysis.

¹ Graduate School of Science and Technology, Niigata University, 2-8050, Ikarashi, Nishi-ku, Niigata 950-2181, Japan.

² School of Life Dentistry at Niigata, Nippon Dental University, 1-8, Hamaura-cho, Chuo-ku, Niigata 951-8580, Japan.

³ Niigata Group, Japanese Bird Banding Association, 1-13-11, Teraohigashi, Nishi-ku, Niigata 950-2054, Japan.

* E-mail: nakata@agr.niigata-u.ac.jp

** 現所属 新潟市農林水産部農村整備課

〒951-8550 新潟市中央区学校町通 1-602-1

doi:10.3838/jjo.61.100

JOI:JST.JSTAGE/jjo/61.100

はじめに

鳥類にとって果実は重要な食物資源であり（正木 2009），とくに昆虫類が減少する秋から冬にかけて多く利用される．その一方で，植物にとって鳥類は，種子を糞やペリットとして母樹から離れた場所へ運搬する種子散布者としての役割を果たしている（湯本 1992）．鳥類はさまざまな方法で果実を採食するが，とくに果実を丸飲みする鳥類は，食物とする植物種が多く，種子散布者としての潜在能力が高いとされている（Yoshikawa *et al.* 2009）．さらに，果実は丸飲みされ，種子だけの状態で排泄されることにより，果肉が付いたままの状態に比べて発芽率が高まることが知られている（唐沢 1982, Fukui 1995, 八木橋 2001）．鳥類が果実を丸飲みする際は口角幅が物理的な制限要因となり（Wheelwright 1985），一般に鳥類は口角幅を超える果実を採食しないとされている（Fukui 1995, 佐藤・酒井 2005）．口角幅が小さい鳥は小さいサイズの果実のみを採食し，大きな口角幅を持つ鳥はさまざまなサイズの果実を採食するという報告（Wheelwright 1985, Noma & Yumoto 1997）がある一方，口角幅が大きな鳥は大きな果実を選択して採食するという報告（Leck 1971, Diamond 1973）もある．また，都市緑地のように小面積で利用可能な果実の種数が少ない場所では，鳥類が口角幅の制約を超えた大きな果実を採食する場合があります（濱尾ら 2010），通常では採食しない果実を利用する可能性が指摘されている．このように，鳥類の口角幅と採食する果実サイズの関係は，地域や条件により異なると考えられる．

鳥類による果実利用や種子散布に関するこれまでの研究は，おもに直接観察やシードトラップによる方法で行われてきた（例えば，Noma & Yumoto 1997, Kominami *et al.* 2003, 佐藤・酒井 2005, 平田ら 2006）．しかし，これらの方法では糞を排泄した鳥種を正確に特定できないことや，藪を好む鳥種など，直接観察が困難な種では情報を得にくいという問題点がある（平田ら 2009, 濱尾ら 2010）．それに対して，かすみ網で捕獲した鳥類の糞内容を直接調べる方法は，上記の方法に比べて果実の採食効率や種子の散布距離などの情報を得にくい，鳥種ごとに実際に採食した果実種を知ることができる．また，糞から回収された種子が外見上健全であるかどうかはわかるため，その鳥種が種子散布者として機能している可能性を評価できる．この手法による研究は欧米で先行して

おり（例えば，Ingold & Craycraft 1983, Herrera 1984），アジアでも Corlett (1998) などにより行われているものの，日本における小鳥類の糞や吐き戻しから鳥類の果実食性を明らかにした研究は，ヒヨドリ *Hypsipetes amaurotis*（唐沢 1978, Fukui 1995），ムクドリ *Sturnus cineraceus*（唐沢 1978, 橋口・上田 1990），シジュウカラ *Parus major*（Fujita & Takahashi 2009）など，特定の鳥種に関するものが多く，同時期に複数種の鳥類を扱った研究は少ない．鳥類の種子散布者としての可能性を評価するためには，どの鳥種がどのような果実を利用しているのかを詳細に調べることが必要であり，近年はそのような研究が九州（平田ら 2009）や関東地方（濱尾ら 2010）で行われているが，本州の日本海側での研究事例はない．

そこで本研究は，海岸線と住宅地や市街地に挟まれており，比較的限られた緑地空間と考えられる新潟市の海岸クロマツ *Pinus thunbergii* 林において，鳥類標識調査に合わせて実施した糞分析により，鳥類の果実利用特性と，口角幅と果実サイズの関係，および鳥類の種子散布者としての可能性について評価した．

調査地および方法

1) 調査地

調査は，新潟市中央区にある西海岸公園のクロマツ林で行った（図 1）．本調査地は新潟市の海岸線に沿って北東から南西方向へ帯状に延びる飛砂防備・保健保安林の一部である．このクロマツ林の長さは約 5 km，本調査地付近の林帯幅は 180–210 m であり，内陸側は住宅地や市街地に接している．西海岸公園内には「野鳥の森」と呼ばれるフェンスで囲まれた面積約 1 ha の区画が 2 箇所に

図 1. 調査地.
Fig. 1. Study sites.

あり（それぞれA場、B場と仮称）、環境省委託による鳥類標識調査が1987年秋から毎年、春季と秋季の鳥類の渡り期に行われている（伊藤 2006, 中田ら 2011a）。本調査地の気象条件は、東へ約3 km離れた位置にある新潟地方気象台（37°55'N, 139°3'E, 海拔2 m）における1971～2010年の40年間の観測では、年平均気温が13.7°C、年間降水量の平均値が1796 mm、最深積雪の平均値が37 cmである（気象庁 2011）。

この「野鳥の森」の付近で、西海岸公園内の遷移の進行したクロマツ林の典型的な林分において、2007年に植生調査が行われた（中田 誠 未発表）。その結果に基づいて、階層ごとの植被率と優占種の被度を次に示す。高木層の植被率は70%で、樹高20 m前後のクロマツから構成されていた。亜高木層（樹高4–12 m）の植被率は95%で、優占種の被度は、落葉広葉樹であるオオシマザクラ *Prunus speciosa* が40%、カスミザクラ *P. verecunda* が30%、ヤマグワ *Morus australis* が20%であるほか、常緑広葉樹であるタブノキ *Persea thunbergii* が25%、モチノキ *Ilex integra* が20%、シロダモ *Neolitsea sericea* が20%だった。低木層Ⅰ（高さ1.3–4 m）の植被率は35%で、優占種の被度は、アオキ *Aucuba japonica* が17%、ネズミモチ *Ligustrum japonicum* が8%、カクレミノ *Dendropanax trifidus* が3%、ヤマグワが3%だった。低木層Ⅱ（高さ1.3 m未満）の植被率は35%で、優占種の被度は、アオキが26%、ヤツデ *Fatsia japonica* が4%だった。草本植物層の植被率は1%で、ミズヒキ *Antennaria filiforme* が被度1%であるほかは、きわめて貧弱だった。つる植物の植被率は1%で、ナツヅタ *Parthenocissus tricuspidata* が被度1%であるほかは、きわめて貧弱だった。このように、現況植生では亜高木層から低木層にかけて常緑性の樹種を中心に多様な樹木や低木類が自然侵入して密な群落を形成しており、それによる被陰で林床の草本植物層はきわめて貧弱だった。なお、本調査地である「野鳥の森」には生育していないが、西海岸公園内の歩道沿いには、生垣として高さ1 m前後に刈り込まれたハマヒサカキ *Eurya emarginata* が多数植栽されている。

2) 調査方法

(a) 鳥類の捕獲および糞採取

本研究では、鳥類標識調査のために実施している捕獲作業と連携して糞採取を行った。鳥類捕獲のためのかすみ網は30 mmメッシュと36 mmメッ

シュのものを使用し、長さ12 m、0.3–2.5 mの高さに設置した。かすみ網の設置場所と枚数は、A場では水場（人工池）の周りに4枚、それ以外は林内に開設した幅1 mほどの通路沿いに2–11枚を設置した。B場では、水場周辺に3枚、それ以外の林内の通路沿いに1–6枚のかすみ網を設置した。

糞採取は、最も多くの果実が存在する秋季を中心に行った。調査期間は、2009年9月21日から11月20日のうち35日間、および2010年8月5日から11月13日のうち22日間である。いずれの期間も、調査は日の出直後から日没直前まで、原則として1時間間隔で捕獲された鳥類を回収し、足環の装着と計測・記録・放鳥を行った。また、2009年10月19日から11月6日にかけての期間に6日間、A場とB場の調査地以外に、海岸林内で低木層を刈りはらった場所に追加の調査地を2箇所造成し（図1）、林内にそれぞれ7枚と3枚のかすみ網を設置して鳥類捕獲を行った。この調査は上述の調査日数に含まれており、このデータも合わせて解析を行った。なお、鳥類の体内で種子が滞留する時間は短く、ヒヨドリで平均10–20分とされている（Fukui 2003）。また、大きな種子よりも小さな種子の方が長く体内に滞留する傾向があることから、1時間間隔で回収された鳥類は、網にかかっている間に糞とともに種子を排泄している可能性が考えられた。そこで、前述した2009年にA場とB場の調査地以外で行った追加調査の際に、かすみ網の下に幅1 mの布製シートを敷き、網にかかっている間に排泄した糞を調査した。この方法は、果実食性コウモリの糞からの種子回収に有効とされているが（Galindo-Gonzalez *et al.* 2009）、今回試みた結果、網に掛かっている間に排泄された種子は少なく（金子尚樹 私信）、後述する糞採取の方法で十分に種子を回収できると判断した。

鳥類の糞採取は、標識調査の際に野鳥を捕獲した後、すべての鳥種を対象として布製の袋（20 cm×30 cm）に30分間収容して行った。この作業によって糞を得られた場合は、袋の中で個々の糞と種子を識別することが困難であったため、糞数をカウントせず、同一個体の糞として同じチャック付きビニール袋に保管した。その後、実験室において実体顕微鏡で観察しながら、種子・果皮などの植物質と、節足動物の外骨格などの動物質に区分した。種子については、外見上健全な形で回収できたものに対して、その植物名を同定すると

ともに、個数を記録した。種子の同定には中山ら (2000) と、調査地周辺で直接採取した種子サンプルを用いた。

(b) 鳥類の口角幅と果実サイズの測定

鳥類の口角幅は、標識調査の際に捕獲した個体に対して、鳥種により 6~30 個体で測定を行った。嘴の最大幅、すなわち羽毛から露出した上嘴と下嘴の接合点である嘴の基部の横幅をデジタルノギスにより 0.01 mm 単位で測定した (Fukui 1995, 佐藤・酒井 2005)。植物の果実サイズは、調査地周辺で結実している複数の植物個体から 15~29 個の果実を採取し、長さ (果柄の付け根から先端まで)、最大直径及び最小直径 (それぞれ、果実の「長さ」に対して直交する断面の長径及び短径とする) をデジタルノギスにより 0.01 mm 単位で測定した。本研究では、これらのうちの最小値を果実サイズとした。なお、鳥類の糞中から種子が得られた植物のうち、14 種については果実サイズを直接測定できたが、果実サイズを測定できなかったサンゴジュ *Viburnum odoratissimum* var. *awabuki*, チシャノキ *Ehretia ovalifolia*, ムラサキシキブ *Callicarpa japonica* については北村・村田 (1971), ヨウシュヤマゴボウ *Phytolacca americana*, ミズヒキは北村・村田 (1961), チヂミザサ *Oplismenus undulatifolius* は北村ら (1964) の記載に基づいて、果実サイズを求めた。ただし、これらの図鑑では果実の「径」または「長さ」として表示されているため、本研究で用いた最小径による果実サイズに比べて過大である可能性がある。

本研究では、鳥類の和名および学名は日本鳥類目録編集委員会 (2000) に、植物の和名および学名は北村・村田 (1961, 1971, 1979), 北村ら (1957, 1964) に準拠した。

結 果

1) 鳥類による果実利用

糞を採取できた鳥種とその個体数、植物の種子・種数を表 1 に示した。本調査では、37 種 1,293 個体の鳥類から糞を採取した。そのうち、糞中に外見上健全な形の種子が含まれていた鳥類は 18 種、354 個体で、種子数の合計は 964 個だった。それに対して、糞中から外見上健全な形の種子をまったく得られなかった鳥類は 19 種だった。糞に含まれていた種子のうち、植物種を同定できたものは 20 種で、種子数では 937 個だった。それに対

して、種を同定できなかった種子は 27 個で、全種子数の 2.8% だった。なお、未同定種は形態的に 10 種程度が識別され、イネ科などの草本植物が主体と考えられた。

糞から得られた種子のうち、同定できた植物種と、その果実を採食した鳥種との関係を表 2 に示した。最も多くの種子が得られたのはエノキ *Celtis sinensis* で、かつ最も多い 15 種の鳥類に採食されていた。それ以外では、ナツツタが 6 種、シロダモとヨウシュヤマゴボウがいずれも 4 種の鳥類に採食されていた。糞から得られた種子で同定できた植物は、チシャノキを除いて、すべて本調査地周辺の海岸林内に果実が存在するものだった (金子尚樹 私信)。

糞から最も多くの種子が得られた鳥はメジロ *Zosterops japonicus* で、植物種を同定できたもので 12 種、種子含有率 (同一個体から得られた糞中に 1 個でも種子の含まれている率とする) は 77% で、いずれも調査対象とした鳥種の中で最も高い数値だった (表 1)。メジロの糞中に最も多かった種子はエノキで、次いでサンゴジュだった。これら 2 種は、いずれも 1 個の果実の中に 1 個の種子が含まれているが、メジロの同一個体の糞中にエノキの種子は最大 4 個、サンゴジュの種子は最大 6 個が含まれていた。サンゴジュは本調査地では 8 月下旬頃から果実が熟しており、渡り鳥の比較的小ない夏の終わりから秋の初めにかけて、本調査で得られたサンゴジュの種子の 98% をメジロが占めていた。

メジロに次いで多くの種子が得られたのはウグイス *Cettia diphone* で、植物種を同定できたもので 9 種だったが、種子含有率は 10% と低かった。ウグイスの糞中に最も多かった種子はハマヒサカキで、次いでチヂミザサ、ヨウシュヤマゴボウだった。ハマヒサカキの果実 1 個には 28 個程度の種子が含まれているが (中山ら 2000), ウグイスの同一個体の糞中に最大で 62 個のハマヒサカキの種子が含まれていた。

シロハラ *Turdus pallidus* の糞から得られた種子では 5 種の植物が同定でき、種子含有率は 37% だった。シロハラの糞からはエノキの種子が最も多く得られ、次いでナツツタだったが、そのほかに本調査で得られたシロダモの種子の 69% をシロハラが占めていた。果実を食物とする他の鳥種では、ヒヨドリ、マミチャジナイ *T. obscurus*, クロツグミ *T. cardis* の糞から、植物種を同定できたもので各 3 種の種子が得られた。これらの中ではエ

表 1. 糞および種子を得られた鳥種・個体数と、糞に見られた植物の種子・種数.

Table 1. Number of birds from which feces and seeds were obtained; number of plant seeds and species found in feces.

鳥 種	Bird species	糞を得た 個体数 No. of birds from which feces were obtained	種子を含 む個体数 No. of birds containing seeds	種子含有 率 (%) Percentage of birds containing seeds	種子総数 Sum of seeds	同定できた 種子数 No. of seeds identified	未同定種 子数 No. of seeds unidentified	同定でき た植物の 種数 No. of plant species identified
ウグイス	<i>Cettia diphone</i>	400	38	10	177	169	8	9
メジロ	<i>Zosterops japonicus</i>	294	226	77	566	558	8	12
シジュウカラ	<i>Parus major</i>	113	3	3	5	1	4	1
シロハラ	<i>Turdus pallidus</i>	109	40	37	88	88	0	5
ルリビタキ	<i>Tarsiger cyanurus</i>	83	5	6	15	10	5	2
アオジ	<i>Emberiza spodocephala</i>	64	1	2	1	1	0	1
クロツグミ	<i>Turdus cardis</i>	35	7	20	15	14	1	3
オオルリ	<i>Cyanoptila cyanomelana</i>	32	2	6	7	7	0	2
クロジ	<i>Emberiza variabilis</i>	22	0	0	0	0	0	0
コマドリ	<i>Erithacus akahige</i>	20	0	0	0	0	0	0
ヒヨドリ	<i>Hypsipetes amaurotis</i>	17	10	59	21	21	0	3
マミチャジナイ	<i>Turdus obscurus</i>	17	9	53	24	23	1	3
ヒガラ	<i>Parus ater</i>	13	1	8	1	1	0	1
ヤマガラ	<i>Parus varius</i>	7	1	14	1	1	0	1
ジョウビタキ	<i>Phoenicurus aureus</i>	6	3	50	26	26	0	2
ミソサザイ	<i>Troglodytes troglodytes</i>	6	1	17	1	1	0	1
コゲラ	<i>Dendrocopos kizuki</i>	6	0	0	0	0	0	0
メボソムシクイ	<i>Phylloscopus borealis</i>	5	1	20	1	1	0	1
アカゲラ	<i>Dendrocopos major</i>	5	0	0	0	0	0	0
キクイタダキ	<i>Regulus regulus</i>	5	0	0	0	0	0	0
ツグミ	<i>Turdus naumanni</i>	4	3	75	8	8	0	2
アカハラ	<i>Turdus chrysolaus</i>	4	2	50	6	6	0	2
モズ	<i>Lanius bucephalus</i>	3	0	0	0	0	0	0
マヒワ	<i>Carduelis spinus</i>	3	0	0	0	0	0	0
アトリ	<i>Fringilla montifringilla</i>	3	0	0	0	0	0	0
シメ	<i>Coccothraustes coccothraustes</i>	3	0	0	0	0	0	0
ヤブサメ	<i>Urosphena squameiceps</i>	2	1	50	1	1	0	1
キビタキ	<i>Ficedula narcissina</i>	2	0	0	0	0	0	0
スズメ	<i>Passer montanus</i>	2	0	0	0	0	0	0
ノゴマ	<i>Luscinia calliope</i>	1	0	0	0	0	0	0
トラツグミ	<i>Zoothera dauma</i>	1	0	0	0	0	0	0
エゾムシクイ	<i>Phylloscopus borealoides</i>	1	0	0	0	0	0	0
センダイムシクイ	<i>Phylloscopus coronatus</i>	1	0	0	0	0	0	0
ムギマキ	<i>Ficedula mugimaki</i>	1	0	0	0	0	0	0
コサメビタキ	<i>Muscicapa dauurica</i>	1	0	0	0	0	0	0
サメビタキ	<i>Muscicapa sibirica</i>	1	0	0	0	0	0	0
ミヤマホオジロ	<i>Emberiza elegans</i>	1	0	0	0	0	0	0
合 計	Total	1,293	354	27 ¹⁾	964	937	27	20 ²⁾

1) すべての鳥種の合計から算出.

2) 本研究で同定できた植物の総種数.

1) This value was calculated from the total of all bird species.

2) Number of all plant species identified in this study.

ノキが最も多かったが、そのほかにシロダモ、タブノキといった、本調査地では比較的大型の果実を着ける樹木の種子が得られた。ヒヨドリとマミチャジナイの糞における種子含有率は、それぞれ

59%, 53%で、メジロに次いで高い値だった。

2) 鳥類の口角幅と果実サイズの関係

果実を採食した鳥類の口角幅と果実サイズの関

係を表2に示した。測定した鳥種のうち、最も大きな口角幅を持つヒヨドリのほか、アカハラ *T. chrysolaus*、クロツグミ、シロハラ、マミチャジナイ、ツグミ *T. naumanni*、オオルリ *Cyanoptila cyanomelana* の口角幅は平均 10–13 mm で、本研究で種子を得られたすべての植物の果実サイズよりも有意に大きかった (t 検定, 不等分散の場合は Welch の補正あり)。それらの鳥種では、本調査地で果実が最も大型で平均 9–10 mm だったシロダモ、タブノキ、モチノキ以外に、エノキやナツヅタといった平均 6–7 mm 程度の果実も多く採食していた。それ以外の鳥種では、果実サイズが口角幅よりも有意に小さいか、または口角幅と統計的な有意差が認められない果実種を採食している場合が多かった。しかし、最も多くの植物種を採食していたメジロの口角幅は平均 6.0 mm で、本研究の対象とした鳥種の中では比較的小型だったが、エノキ、ツルウメモドキ *Celastrus orbiculatus* といった、果実サイズが口角幅よりも有意に大きい植物も多く採食していた (メジロ–エノキ: $t_{50} = 3.94$, $P < 0.001$; メジロ–ツルウメモドキ: $t_{32.19} = 3.39$, $P < 0.01$, Welch の補正あり)。しかし、メジロの口角幅の範囲はエノキ、ツルウメモドキの果実サイズの範囲と重複があった (表2)。同様に、ウグイスも果実サイズの方が有意に大きいツルウメモドキを採食していたが ($t_{43} = 20.09$, $P < 0.001$)、ウグイスの口角幅の範囲はツルウメモドキの果実サイズの範囲と重複していた。一方、最も多くの鳥類によって採食されていたエノキは、ほとんどの場合に果実サイズが口角幅よりも有意に小さいか、または統計的な有意差がなかったが、前述のメジロのほか、メボソムシクイ *Phylloscopus borealis* とヤブサメ *Urosphena squameiceps* でも、口角幅の方が有意に小さかった (メボソムシクイ–エノキ: $t_{50} = 4.00$, $P < 0.001$; ヤブサメ–エノキ: $t_{42} = 13.90$, $P < 0.001$)。この場合でも、メボソムシクイの口角幅の範囲はエノキの果実サイズの範囲と重複があった。

メジロとウグイスはヨウシュヤマゴボウも多く採食していた。本研究ではヨウシュヤマゴボウの果実サイズを計測しておらず、北村・村田 (1961) の記載では径が 7 mm であった。この値は、本研究で用いた最小径でないと判断されるが、メジロとウグイスの口角幅の平均値はこれよりも小さかった。また、口角幅が平均 4.6 mm とかなり小さいミソサザイ *Troglodytes troglodytes* もヨウシュヤマゴボウを採食していた。

考 察

1) 鳥類の果実利用特性

秋季を中心とした本調査では、利用した果実の種数、糞の種子含有率ともメジロが最も高かった。メジロは本調査地では年間を通して生息し、標識調査において秋季に最も多く捕獲される鳥種である (中田ら 2011b)。本調査地の標識調査における鳥類捕獲数は 10 月中旬にピークを示し、これには本州中部以北で繁殖を行ったと考えられるメジロの渡来が多くを占めている (伊藤泰夫 私信)。メジロはエノキを最も多く利用していたが、果実を採食する鳥類の少ない 8 月にも海岸林に生息し、サンゴジュなどの秋季の比較的早い時期に果実が熟す植物を利用していた。それに加えて、メジロのみが利用していた植物種も多かった (表2)。このように、メジロは比較的小型の果実を着ける植物において、外見上健全な形の種子を糞中に多数含んでいたことから、本調査地における植物の種子散布に大きく寄与している可能性がある。本研究と同様の方法を用いて香港の低木群落で冬季に行った調査でも、メジロが重要な種子散布者であったと報告されている (Corlett 1998)。

ウグイスはおもに昆虫を食物とし、果実や花蜜も利用するとされている (樋口ら 1997)。ウグイスの生息場所や採食場所はおもに藪の中であるため (中村・中村 1995)、直接観察が困難な鳥種である。本研究では、チヂミザサ、ヨウシュヤマゴボウ、ミズヒキといった草本植物を含む、多くの植物の種子がウグイスの糞から得られた。ウグイスは一般に漂鳥とされ、繁殖はおもに山地で行い、秋に低地や温暖な地方へ移動する (樋口ら 1997)。本調査地には越冬地へ向かう個体群が 10 月下旬頃に渡来し (伊藤泰夫 私信)、果実を利用していると考えられる。九州地方における平田ら (2009) の調査でも、秋季にウグイスの糞から種子を得ているが、1 種のみであった。それに対して、本調査地ではウグイスの種子含有率は 10% と低かったものの、個体数が多く、メジロに次いで多くの植物種を採食していたことから、比較的小型の果実や、草本植物の種子など、林内の下層にある植物の利用が多いと考えられる。なお、今回の調査ではウグイスの捕獲数が最も多かったが、これは 2009 年秋季の A 場、B 場の外での捕獲調査の際に、ウグイスの群れが通過したためと考えられる (伊藤泰夫 私信)。

表 2. 糞から得られた鳥種・植物種ごとの種子数と、鳥類の口角幅と果実サイズの関係。

Table 2. Number of seeds in each bird and plant species obtained from feces, and relationship between bird gape width

鳥種 ¹⁾ Bird species 口角幅 ²⁾ Gape width	植物種 ¹⁾ Plant species 果実サイズ ²⁾ Fruit size	ミズヒキ <i>Antenoron filiforme</i>	チヂミササ <i>Opismenus undulatifolius</i>	ムラサキキキブ <i>Callicarpa japonica</i>	アカメガシワ (26) <i>Mallotus japonicus</i>	チシヤノキ <i>Ehretia ovalifolia</i>	マサキ (29) <i>Euonymus japonicus</i>	コマユミ (21) <i>Euonymus alatus</i> f. <i>ciliatidentatus</i>	ハゼノキ (24) <i>Rhus succedanea</i>	ハマヒサカキ (28) <i>Eurya emarginata</i>
		2.5 ³⁾	3 ⁴⁾	3 ⁵⁾	3.93 ± 0.15 3.44 – 4.15	4 ⁵⁾	4.11 ± 0.68 2.82 – 6.45	4.31 ± 0.54 3.27 – 5.19	4.82 ± 0.63 3.81 – 5.86	5.06 ± 0.42 4.30 – 6.01
ヒヨドリ (30) <i>Hypsipetes amaurotis</i>	13.04 ± 1.49 10.14 – 15.56	–	–	–	○	–	○	○	○	○
アカハラ (6) <i>Turdus chrysolaus</i>	12.42 ± 1.04 10.96 – 13.49	–	–	–	○	–	○	○	○	○
クロツグミ (30) <i>Turdus cardis</i>	12.25 ± 0.91 10.60 – 14.53	–	–	–	○	–	○	○	○	○
シロハラ (30) <i>Turdus pallidus</i>	12.21 ± 0.64 11.23 – 13.87	–	–	–	○	–	○	○	● 1	○
マミチャジナイ (30) <i>Turdus obscurus</i>	11.67 ± 0.97 9.31 – 13.20	–	–	–	○	–	○	○	○	○
ツグミ (12) <i>Turdus naumanni</i>	11.29 ± 0.88 9.50 – 12.42	–	–	–	○	–	○	○	○	○
オオルリ (30) <i>Cyanoptila cyanomelana</i>	10.37 ± 0.81 8.74 – 11.87	–	–	–	○	–	○	○	○	○
ジョウビタキ (30) <i>Phoenicurus aureus</i>	7.57 ± 0.66 6.19 – 9.27	–	–	◎ 25	○	–	○	○	○	○
アオジ (30) <i>Emberiza spodocephala</i>	7.25 ± 0.44 6.20 – 8.19	–	–	–	○	–	○	○	○	○
ルリビタキ (30) <i>Tarsiger cyanurus</i>	6.62 ± 0.84 5.00 – 8.40	–	–	–	○	–	○	○	● 1	○
ヤマガラ (30) <i>Parus varius</i>	6.60 ± 0.79 4.50 – 9.03	–	–	–	○	–	○	○	○	○
ウグイス (30) <i>Cettia diphone</i>	6.29 ± 0.42 5.65 – 7.08	◎ 2	◎ 45	–	○	–	○	○	○	● 79
シジュウカラ (30) <i>Parus major</i>	6.24 ± 0.45 5.44 – 7.68	–	–	–	○	–	○	○	○	○
メジロ (30) <i>Zosterops japonicus</i>	6.00 ± 0.44 4.79 – 6.72	–	–	–	● 5	◎ 5	● 5	● 2	○	● 41
メボソムシクイ (30) <i>Phylloscopus borealis</i>	6.00 ± 0.44 5.26 – 6.68	–	–	–	○	–	○	○	○	○
ヒガラ (16) <i>Parus ater</i>	4.86 ± 0.43 4.36 – 5.78	◎ 1	–	–	○	–	○	○	□	□
ミソサザイ (16) <i>Troglodytes troglodytes</i>	4.60 ± 0.51 3.64 – 5.50	–	–	–	○	–	○	□	□	△
ヤブサメ (22) <i>Urosphena squameiceps</i>	4.35 ± 0.57 3.42 – 5.51	–	–	–	○	–	□	□	△	△
種子数の合計 Sum of seeds		3	45	25	5	5	5	2	2	120

1) 種名の後のカッコ内の数字は口角幅または果実サイズの測定数。

2) 上段の数値は平均 ± 1SD (mm), 下段の数値は測定値の範囲 (mm)。

3) 果実サイズは北村・村田 (1961) による。

4) 果実サイズは北村・村田 (1964) による。

5) 果実サイズは北村・村田 (1971) による。

注 1: 表中の太線より上側は、平均値が口角幅 > 果実サイズ, または口角幅 = 果実サイズ。

注 2: 表中の太線より下側は、平均値が口角幅 < 果実サイズ。

注 3: 各シンボルの凡例は次のとおり (t 検定による, 不等分散の場合は Welch の補正あり)。

●: 採食あり, 口角幅が果実サイズより有意に大きい ($P < 0.05$)。○: 採食なし, 口角幅が果実サイズより有意に大きい ($P < 0.05$)。■: 採食あり, 口角幅と果実サイズに有意差なし ($P > 0.05$)。□: 採食なし, 口角幅と果実サイズに有意差なし ($P > 0.05$)。▲: 採食あり, 口角幅が果実サイズより有意に小さい ($P < 0.05$)。△: 採食なし, 口角幅が果実サイズより有意に小さい ($P < 0.05$)。

◎: 採食あり。

–: 採食なし。

注 4: シンボルの右側の数字は得られた種子数を示す。

and fruit size.

ヘクソカズラ (22) <i>Paederia scandens</i>	アネツツラフジ (21) <i>Cocculus trilobus</i>	サンゴジュ <i>Viburnum odoratissimum</i> var. <i>awabuki</i>	ネズミモチ (21) <i>Ligustrum japonicum</i>	ナツヅタ (24) <i>Parthenocissus tricuspidata</i>	エノキ (22) <i>Celtis sinensis</i>	ソルウメモチ (22) <i>Celastrus orbiculatus</i>	ヨウシユヤマゴボウ <i>Phytolacca americana</i>	モチノキ (15) <i>Ilex integra</i>	タブノキ (21) <i>Persea thunbergii</i>	シロダモ (26) <i>Neolitsea sericea</i>
5.73 ± 0.39 4.69 – 6.35	5.82 ± 0.39 5.17 – 6.59	6 ⁵⁾	6.07 ± 0.70 5.08 – 8.43	6.24 ± 0.52 5.27 – 7.10	6.49 ± 0.44 5.55 – 7.30	6.59 ± 0.73 5.49 – 7.76	7 ³⁾	9.30 ± 0.57 8.56 – 10.48	9.58 ± 0.64 8.07 – 10.92	9.88 ± 0.27 9.24 – 10.29
○	○	–	○	○	● 18	○	–	○	● 2	● 1
○	○	–	○	○	● 5	○	–	● 1	○	○
○	○	–	○	● 5	● 7	○	–	○	○	● 2
○	○	–	○	● 17	● 60	○	◎ 1	○	○	● 9
○	○	◎ 1	○	○	● 21	○	–	○	○	● 1
○	○	–	○	● 2	● 6	○	–	○	○	○
○	○	–	○	● 3	● 4	○	–	○	○	○
○	○	–	○	○	● 1	○	–	△	△	△
○	○	–	○	○	● 1	○	–	△	△	△
○	○	–	○	□	□	■ 9	–	△	△	△
○	○	–	○	□	■ 1	□	–	△	△	△
○	□	◎ 1	■ 1	■ 3	■ 9	▲ 2	◎ 27	△	△	△
○	○	–	□	□	■ 1	△	–	△	△	△
● 1	■ 3	◎ 85	□	■ 38	▲ 298	▲ 36	◎ 39	△	△	△
○	□	–	□	□	▲ 1	△	–	△	△	△
△	△	–	△	△	△	△	–	△	△	△
△	△	–	△	△	△	△	◎ 1	△	△	△
△	△	–	△	△	▲ 1	△	–	△	△	△
1	3	87	1	68	434	47	68	1	2	13

¹⁾ Numbers in parentheses following species names are measurements of bird gape width and fruit size.

²⁾ Upper and lower figures are averages ± 1SD (mm) and ranges of measured values (mm), respectively.

³⁾ Fruit size obtained from Kitamura & Murata (1961).

⁴⁾ Fruit size obtained from Kitamura & Murata (1964).

⁵⁾ Fruit size obtained from Kitamura & Murata (1971).

Note 1: Sections above the thick line in the table are those for which average gape width was either greater than or equal to fruit size.

Note 2: Sections below the thick line in the table are those for which average gape width was smaller than fruit size.

Note 3: Symbols indicate the following (t-tests; if variances were not homogeneous, the test was corrected following Welch):

- : Fruits were eaten by birds. Gape width was significantly larger than fruit size ($P < 0.05$).
- : Fruits were not eaten by birds. Gape width was significantly larger than fruit size ($P < 0.05$).
- : Fruits were eaten by birds. There was no significant difference between gape width and fruit size ($P > 0.05$).
- : Fruits were not eaten by birds. There was no significant difference between gape width and fruit size ($P > 0.05$).
- ▲ : Fruits were eaten by birds. Gape width was significantly smaller than fruit size ($P < 0.05$).
- △ : Fruits were not eaten by birds. Gape width was significantly smaller than fruit size ($P < 0.05$).
- ◎ : Fruits were eaten by birds.
- : Fruits were not eaten by birds.

Note 4: Figure to the right of each symbol indicates number of seeds obtained.

今回の調査では、一般に果実を採食するとされている鳥種（中村・中村 1995, 樋口ら 1997）のうち、コゲラ *Dendrocopos kizuki*, アカゲラ *D. major*, アトリ *Fringilla montifringilla*, キビタキ *Ficedula narcissina*, トラツグミ *Zoothera dauma* の糞からは種子が得られなかった。これは、いずれの鳥種も糞を得られた個体数が1~6個体と少なかったためと考えられる。それに対して、前述したウグイスに加えて、一般に昆虫食とされている（中村・中村 1995, 樋口ら 1997）メボソムシクイ、ヤブサメ、ミソサザイの糞からエノキやヨウシュヤマゴボウの種子が得られた。また、シジュウカラ、ヤマガラ *P. varius*, アオジ *Emberiza spodocephala*, ヒガラ *P. ater* などの、おもに種子を食物とする鳥種（中村・中村 1995, 樋口ら 1997）の糞から外見上健全な形の種子が得られた。これらは、おもな食性に関わらず、果実を採食することで種子散布を行う鳥種がいることを示唆している（Guerrero & Tye 2009, 濱尾ら 2010, Heleno *et al.* 2011）。しかし、本調査地でのこれらの鳥種の糞の種子含有率は数%程度であるか、または糞を得られた個体数が少なく、植物の種子散布者としての実際の寄与は小さいと考えられる。一方、ウグイスやヒガラの糞から種子を得られたミズヒキとチヂミザサは、一般に付着型散布種子とされている。しかし、本研究では、それらがほぐした糞の中から出てきたことと、外皮がとれていたことから採食されたものと判断した。そのため、付着型の種子であっても一部が採食され、散布されている可能性が示唆された。

2) 鳥類の口角幅と果実サイズの関係

本調査地では、メジロやウグイスをはじめ、多くの鳥類が利用していた植物の果実サイズは、口角幅よりも有意に小さいか、または同程度のものが多く、採食された果実のサイズが口角幅より有意に大きい場合でも両者の測定値の範囲には重複があり、丸飲みは十分に可能と考えられた。一般に、鳥類は口角幅を超える果実を採食しないとされている（Fukui 1995, 佐藤・酒井 2005）。しかし、濱尾ら（2010）は、冬季にメジロが口角幅と果実の直径に重複がないほど大きなイイギリ *Idesia polycarpa* の果実を利用していたと報告している。この理由として、小面積の都市緑地で食物として利用できる果実種が少なかったことから、通常は採食しない果実を利用せざるを得なかった可能性を指摘している。本調査地では、メジロとウグイ

スが口角幅よりも大きいヨウシュヤマゴボウの果実を多く採食していた。ヨウシュヤマゴボウの果実は扁球形であるため（北村・村田 1961）、その最小径は図鑑に記載されている径よりも小さいと考えられる。また、ヨウシュヤマゴボウは総状花序に実を着けるが、先端部分では果実サイズが小さい傾向がある（中田 誠 私信）。メジロ、ウグイスに加えて、口角幅のかなり小さいミソサザイまでもがヨウシュヤマゴボウの果実を利用できたのには、このような理由が考えられる。一方、ヨウシュヤマゴボウのように果肉が軟らかく、径3 mmの小型の種子（北村・村田 1961）が複数含まれる果実では、つつき食いによって採食されている可能性も考えられる。また、鳥種によっては口角幅の測定値よりも嘴が大きく開くことがあり、口角幅以上の果実を飲み込むことができる可能性も指摘されている（Dennis & Westcott 2006, 濱尾ら 2010）。

本調査地では、ヒヨドリや大型ツグミ類などは果実サイズが比較的大きい常緑広葉樹以外に、エノキやナツツタなどの比較的小型の果実も多く利用していた。このことから、口角幅の大きな鳥種が大きな果実を選好して採食する傾向は見られず、大きな口角幅を持つ鳥種がさまざまなサイズの果実を採食するという傾向を示した（Wheelwright 1985, Noma & Yumoto 1997）。本研究を行った西海岸公園のクロマツ林は、林帯幅が約200 mで、海岸と住宅地や市街地に隣接しているため、鳥類の採食環境として利用可能な果実資源が乏しいのではないかと考えられた。しかし、本研究の結果からは、鳥類の口角幅を超えた大きな果実の採食が見られなかったことから、秋季には鳥種ごとの生息・採食場所において、十分な種数と量の果実資源が存在していると推測される。

3) 海岸林における母樹と種子散布

西海岸公園内では植栽されたクロマツとともに、タブノキ、モチノキ、シロダモなどの自然侵入した常緑広葉樹を用いた複相林施業が進められている（山口・中田 2008）。これらの常緑広葉樹は直径9-10 mm程度の比較的大型の果実を着け、その種子散布にはシロハラ、クロツグミ、マミチャジナイ、アカハラなどの大型ツグミ類とヒヨドリが関わっている可能性が示された。とくにヒヨドリは、新潟市の中心部から南西へ約20 km離れた海岸線に近い山麓部で1995~1997年に通年で行った調査でも多数が観察され、調査地内に結実するす

すべての果実を丸飲みするのに十分な口角幅を持つことから、重要な種子散布者であるとされている (Takanose & Kamitani 2003)。本調査地では、2010年の標識調査を始めた8月5日以降、捕獲数は1日あたり0.2~0.3羽と少ないながらも安定していたが、11月上旬に秋季の渡り個体群の渡来 (中田ら 2011b) があり、1日あたり1.2羽に増加した。しかし、調査地付近でヒヨドリが多数観察されるわりに捕獲数は少なかった。ヒヨドリのおもな生息場所は樹上であり、採食も樹上で行うことが多い (中村・中村 1995)。そのため、林床付近に設置したかすみ網にかかりにくかったものと考えられる。

唐沢 (1978) は都市域における鳥類の種子散布距離を300 mと推定しており、同様に、Fukui (1995) もヒヨドリが周囲300 mの範囲に種子を散布できるとしている。本調査を行った「野鳥の森」から300 m以内の範囲には多くの住宅地が存在し (図1)、上述したクロマツ林内に生育している多数の木本植物は、ほとんどが住宅地の庭木などが起源となり、鳥類によって種子が散布されたものと考えられる。しかし、現在では、糞から種子が得られた植物のほとんどは海岸林内で果実が見られるものだった。とくに、エノキは西海岸公園の多くの場所に生育し、野鳥の森の中にも着果個体が見られた。果実を利用した鳥類の多くがエノキを採食していたことは、海岸林に多数の果実が存在していたことと、果実サイズが比較的小型で食べやすかったことが要因として考えられる。それに加えて、エノキの果実は人が食べても甘みがあり (沖野森生 私信)、食物としての栄養価が高いために鳥類に好まれるのかもしれない。また、メジロはサンゴジュの果実も多く採食していた。サンゴジュはA場の水場周辺に設置したかすみ網から数m離れた場所で数個体が果実を着けており、それらにメジロが集まり、採食しているのが観察されている (金子尚樹 私信)。そのため、メジロがサンゴジュの果実を採食し、すぐにかすみ網にかかったことで、糞から多くの種子が得られたと考えられる。ウグイスとメジロの糞からはハマヒサカキの種子が多く得られたが、これは西海岸公園内の歩道沿いに植栽されている生垣に着いた果実が利用されたものである。野鳥の森 (A場) の近くで、10年ほど前に下草刈りが行われたクロマツ林内に高さ1~2 mのハマヒサカキが多数更新しており (中田 誠 私信)、今後、分布範囲がさらに広がる可能性がある。一方、チシャノキは海岸

林内では結実個体が確認されず、この種子が海岸林の外からメジロによって運び込まれたと考えられる。このように、現在は海岸林内に生育しない植物でも、周辺の住宅地の庭木などから、今後も新しい植物種が侵入する可能性を示唆している。

おわりに

本調査地周辺で頻繁に観察されるムクドリ、オナガ *Cyanopica cyana*、ハシボソガラス *Corvus corone* など、かすみ網による方法では捕獲されにくい鳥種が種子散布者として機能している可能性がある。本調査地周辺で、ムクドリがタブノキの果実を、ハシボソガラスがエノキの果実をついばんだり、丸飲みしているのが観察されている (千葉 晃 私信)。さらに、カラス科のものと思われる糞に大量のハゼノキ *Rhus succedanea* の種子が含まれているのも確認されている (金子尚樹 私信)。このような鳥種による果実利用を明らかにするためにも、今後はかすみ網による方法に加えて、さまざまな方法を組み合わせた調査が必要である。また、本調査地に生育している常緑広葉樹には、カクレミノ、トベラ *Pittosporum tobira*、アオキ、ヤツデなど、晩秋から翌春にかけて果実が熟す樹種が多くあり、サクラ類やヤマグワなど、初夏に果実を着ける樹種も多数生育している。今回は、秋季の標識調査に合わせて糞採取を行ったが、今後は年間を通したデータを集積する必要がある。

本研究の野外調査に際して、日本鳥類標識協会新潟グループの赤原清枝氏、市村靖子氏、小松吉蔵氏、佐藤弘氏、太刀川勝喜氏、南雲照三氏、藤沢幹子氏、古川八重子氏、にいがた野鳥の会の沖野森生氏、川崎正明氏、矢部健吾氏、平野邦典氏、鶴間 匠氏、新潟大学大学院自然科学研究科の南 沙織氏、新潟大学農学部の方野奈帆美氏に協力していただいた。また、論文をまとめるにあたり、新潟大学超越研究機構の高野瀬洋一郎助教にアドバイスをいただいた。これらの方々にお礼申し上げます。本研究は、日本学術振興会科学研究費補助金 (課題番号 21580177) の支援を受けて実施した。

摘 要

新潟市の海岸林において、秋季2シーズンにわたる標識調査で捕獲された鳥類の糞分析により、鳥類の果実利用を評価した。メジロは糞から得られた種子数、種子含有率とも最も高く、12種の比較的小型の果実を利用していた。ウグイスの糞の種子含有率は低かったが、捕獲個体数が多く、林内の下層に生育する9種の植物を利用していた。

鳥類が利用していた果実は口角幅よりも有意に小さいか、または口角幅と統計的な有意差が認められない場合が多かった。果実サイズが口角幅よりも有意に大きい場合でも、両者の測定値の範囲には重複があった。ヒヨドリと大型ツグミ類の口角幅は、本研究で種子を得られたすべての植物の果実サイズよりも有意に大きく、海岸林内に多数生育し、比較的大型の果実を着けるタブノキ、シロダモ、モチノキなどの常緑広葉樹の果実を利用していた。しかし、口角幅の大きな鳥種が大きな果実を選好して利用する傾向は見られなかった。本調査地では、秋季には鳥種ごとの生息・採食場所において、十分な種数と量の果実資源が存在していると推測された。糞から種子が得られた植物のほとんどは、海岸林内で果実が見られるものだった。とくに、エノキのように調査地付近に多数生育し、比較的小型の果実を着ける植物が多く、鳥類により利用されていた。しかし、今後、周辺の住宅地の庭木などから新しい植物種が侵入する可能性も示唆された。

引用文献

- Corlett RT (1998) Frugivory and seed dispersal by birds in Hong Kong shrubland. *Forktail* **13**: 23–27.
- Dennis AJ & Westcott DA (2006) Reducing complexity when studying seed dispersal at community scales: a functional classification of vertebrate seed dispersers in tropical forests. *Oecologia* **149**: 620–634.
- Diamond JM (1973) Distributional ecology of New Guinea birds. *Science* **179**: 759–769.
- Fujita K & Takahashi T (2009) Ecological role of the great tit *Parus major* as a seed disperser during winter. *Ornithol. Sci.* **8**: 157–161.
- Fukui AW (1995) The role of the Brown-eared Bulbul *Hypsypetes amaurotis* as a seed dispersal agent. *Res. Popul. Ecol.* **37**: 211–218.
- Fukui AW (2003) Relationship between seed retention time in bird's gut and fruit characteristics. *Ornithol. Sci.* **2**: 41–48.
- Galindo-Gonzalez J, Vazquez-Dominguez G, Saldana-Vazquez RA & Hernandez-Montero JR (2009) A more efficient technique to collect seeds dispersed by bats. *J. Trop. Ecol.* **25**: 205–209.
- Guerrero AM & Tye A (2009) Darwin's finches as seed predators and dispersers. *Wilson J. Ornithol.* **121**: 752–764.
- 濱尾章二・宮下友美・萩原信介・森 貴久 (2010) 都市緑地における越冬鳥による種子散布及び口角幅と果実の大きさの関係。日鳥学誌 **59**: 139–147.
- 橋口大介・上田恵介 (1990) 果実食者としてのムクドリ *Sturnus cineraceus*—“ペリット”分析の有効性—。Strix **9**: 55–61.
- Heleno RH, Rosss G, Everard A, Memmott J & Ramos JA (2011) The role of avian 'seed predators' as seed dispersers. *Ibis* **153**: 199–203.
- Herrera CM (1984) A study of avian frugivores, bird-dispersed plants, and their interaction in Mediterranean scrublands. *Ecol. Monogr.* **54**: 1–23.
- 樋口広芳・森岡弘之・山岸 哲 (編) (1997) 日本動物大百科, 第4巻〈鳥類II〉。平凡社, 東京。
- 平田令子・畑 邦彦・曾根晃一 (2006) 果実食性鳥類による針葉樹人工林への種子散布。日林誌 **88**: 515–524.
- 平田令子・畑 邦彦・曾根晃一 (2009) 果実食性鳥類の糞の分析と針葉樹人工林への種子散布。日鳥学誌 **58**: 187–191.
- Ingold JL & Craycraft MJ (1983) Avian frugivory on honeysuckle (*Lonicera*) in southwestern Ohio in fall. *Ohio J. Sci.* **83**: 256–258.
- 伊藤泰夫 (2006) 新潟市関屋海岸保安林の鳥相。日本野鳥の会新潟県支部報 **61**: 2–8.
- 唐沢孝一 (1978) 都市における果実食鳥の食性と種子散布に関する研究。鳥 **27**: 1–20.
- 唐沢孝一 (1982) 鳥の糞に見い出されたネズミモチとヘクソカズラの種子の発芽率。鳥 **31**: 75–76.
- 気象庁。気象統計情報 (オンライン) <http://www.jma.go.jp/jma/menu/report.html>, 参照 2011-1-15.
- 北村四郎・村田 源 (1961) 原色日本植物図鑑〈草本編II〉。保育社, 大阪。
- 北村四郎・村田 源 (1971) 原色日本植物図鑑〈木本編I〉。保育社, 大阪。
- 北村四郎・村田 源 (1979) 原色日本植物図鑑〈木本編II〉。保育社, 大阪。
- 北村四郎・村田 源・堀 勝 (1957) 原色日本植物図鑑〈草本編I〉。保育社, 大阪。
- 北村四郎・村田 源・小山鐵夫 (1964) 原色日本植物図鑑〈草本編III〉。保育社, 大阪。
- Kominami Y, Sato T, Takeshita K, Manabe T, Endo A & Noma N (2003) Classification of bird-dispersed plants by fruiting phenology, fruit size and growth form in a primary lucidophyllous forest: an analysis, with implications for the conservation of fruit-bird interactions. *Ornithol. Sci.* **2**: 3–23.
- Leck CF (1971) Overlap in the diet of some neotropical birds. *Living Bird* **10**: 89–106.
- 正木 隆 (2009) 日本における動物による種子散布の研究と今後の課題。日本生態学会誌 **59**: 13–24.
- 中村登流・中村雅彦 (1995) 原色日本野鳥生態図鑑〈陸鳥編〉。保育社, 大阪。
- 中田 誠・千野奈帆美・千葉 晃・小松吉蔵・伊藤泰夫・赤原清枝・市村靖子・沖野森生・佐藤 弘・太刀川勝喜・藤澤幹子 (2011a) 新潟市の海岸林における鳥類の春季渡来時期の経年変化と気温との関係。日鳥学誌 **60**: 63–72.
- 中田 誠・南 沙織・千葉 晃・伊藤泰夫・小松吉蔵・赤原清枝・市村靖子・沖野森生・佐藤 弘・太刀川勝喜・藤澤幹子 (2011b) 新潟市の海岸林における鳥類捕獲数の経年変化と森林遷移との関係。日鳥学誌 **60**: 178–190.
- 中山至大・井之口希秀・南谷忠志 (2000) 日本植物種子図鑑。東北大学出版会, 仙台。
- 日本鳥類目録編集委員会 (2000) 日本鳥類目録改訂第6版。日本鳥学会, 帯広。

- Noma N & Yumoto T (1997) Fruiting phenology of animal-dispersed plants in response to winter migration of frugivores in a warm temperate forest on Yakushima Island, Japan. *Ecol. Res.* **12**: 119–129.
- 佐藤重穂・酒井 敦 (2005) 針葉樹人工林におけるアカメガシワの種子散布者としての鳥類. *日鳥学誌* **54**: 23–28.
- Takanose Y & Kamitani T (2003) Fruiting of fleshy-fruited plants and abundance of frugivorous birds: Phenological correspondence in a temperate forest in central Japan. *Ornithol. Sci.* **2**: 25–32.
- Wheelwright NT (1985) Fruit-size, gape width, and the diets of fruit-eating birds. *Ecology* **66**: 808–818.
- 八木橋 勉 (2001) 鳥類による木本種果実の被食が種子発芽に与える影響. *北大農演研報* **58**: 37–59.
- 山口友平・中田 誠 (2008) 市街地に隣接した海岸クロマツ林における常緑広葉樹の侵入と成長—新潟県新潟市の事例—. *海岸林学会誌* **7**(2): 7–15.
- Yoshikawa T, Isagi Y & Kikuzawa K (2009) Relationships between bird-dispersed plants and avian fruit consumers with different feeding strategies in Japan. *Ecol. Res.* **24**: 1301–1311.
- 湯本貴和 (1992) 動物による種子散布の方法—その目的と方法. *生物科学* **44**: 98–107.