

短 報

滋賀県湖東地域における水鳥による一年を通じた被食型種子散布

滋賀県立大学大学院環境科学研究科 藪 内 喜 人^{*1}

滋賀県立大学環境科学部 浜 端 悦 治^{*2}

Endozoochory of seeds by waterbirds throughout a year at eastern shore of Lake Biwa in Shiga Prefecture, Japan. Yoshihito Yabuuchi (*Graduate School of Environmental Science, The University of Shiga Prefecture*) and Etsuji Hamabata (*The University of Shiga Prefecture*)

To identify the endozoochory of seeds by waterbirds, we investigated seeds in fecal samples collected between November 2008 and October 2009 at the eastern shore of Lake Biwa in Shiga prefecture. After washing the feces with water and straining through a 0.5-mm sieve, we identified intact seeds in the residue using the naked eye. The analysis of 511 feces samples revealed 314 seeds (belonging to Hydrocharitaceae, Potamogetonaceae, Pontederiaceae, Cyperaceae, Gramineae, Caryophyllaceae, Polygonaceae, and Labiatae, as well as seeds of unknown provenance). Waterbirds were inferred to travel between the Lake Biwa and paddy fields daily, because many of the seeds were paddy field weeds, and some feces contained rice husks. Thus, there is a high possibility that they participate in seeds dispersal, at least over short distances. Moreover, the seeds of submerged plants were also found to be dispersed, but to a lesser extent.

Keywords: seed dispersal, waterbirds, wetland plants

要旨: 水鳥による周食型種子散布を明らかにするために2008年11月から2009年10月に滋賀県湖東地域の湖岸でカモ類の糞を採集し分析を行った。分析は糞を0.5mmメッシュの篩で水洗した後、残渣から肉眼で壊れていない種子を探した。511個の糞を分析した結果、トチカガミ科、ヒルムシロ科、ミズアオイ科、カヤツリグサ科、イネ科、ナデシコ科、タデ科、シソ科、不明種子の314個の種子が見つかった。糞からは7月と糞を採集できなかった6月を除いてほぼ年間を通して種子が見つかり、見つかった種子は水田雑草が多かった。本調査で分析した糞を排泄したと推定される水鳥の中には水田などと琵琶湖を行き来しているものがあると考えられ、日常的に少なくとも近距離の散布をしている可能性が高かった。また、少ないながらも沈水植物の種子も散布されることがわかった。

キーワード: 種子散布, 水鳥, 湿生植物

はじめに

湖や湿地は独立して存在することが多く、そこに生育する植物は流域を越えて種子を移動させることが難しい。一方で、水辺に多く生息するガン

カモ類は流域を越えて移動することができ、水鳥による種子散布は重要な役割を持っているとされる (Figuerola & Green, 2002; Green et al., 2002)。

さらに、水鳥による種子散布はシードバンクの

ない場所での水生植物群落の再生に有効である可能性がある（西野ほか，2008）。自然が改変された場所に植生を復元するために，植物体や種子の導入，シードバンクを用いる方法があるが，植物体や種子の導入には移入種となる危険性やシードバンクがすでに失われている場合も考えられるためである。したがって，湿地の復元を計画するためにもどのようなグループの種子が水鳥によって運ばれていてどのような種子の移動が制限されているのかといった情報は重要である（Green et al., 2013）。

水鳥による種子散布は周食型散布と付着型散布の二つがある（Figuerola & Green, 2002）。本研究では，周食型散布に注目し滋賀県湖東地域において，水鳥の糞分析を行った。

本研究において，中海水鳥国際交流基金財団の神谷要氏，滋賀県立大学環境科学部環境生態学科の皆様，編集者および査読者の方から多大なご助言を頂いた。これらの方々に深く感謝を申し上げます。

方法

滋賀県彦根市の地点A，B，Cの湖岸で糞の採集を行い（図1），2008年11月は地点A，B，C，12月は地点B，C，2009年1月から10月は地点C

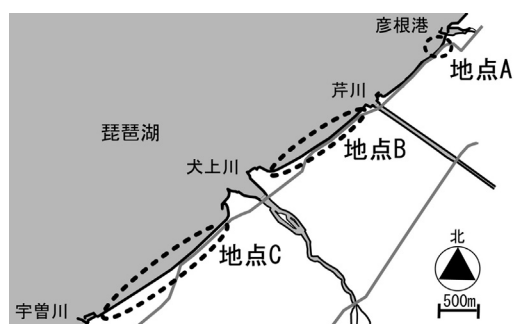


図1．調査地．糞の採集地点を示す．

で採集した。地点A，Bは砂浜湖岸であり，地点Cは彦根水産試験場周辺と宇曽川河口右岸側の三津屋港がコンクリート護岸となっている以外は砂浜湖岸であった。

糞は砂浜もしくは護岸で水鳥が休息・背眠していた場所から円筒形で新鮮なものを採集し，その際に採集場所にいたカモ類の糞と仮定した。採集は月に2から8回無作為に行い，糞は分析までは暗所4℃で保存した。分析は糞を5%アルコールで溶き，0.5mmメッシュの篩で水洗した後，残渣を白いバットに広げ肉眼で壊れていない種子を探した。種子は全てデジタル顕微鏡で撮影した。

結果

調査期間中に511個の糞を採集した。糞の採集時に調査地にいたカモ類はカルガモ *Anas zonorhyncha*，ヒドリガモ *A. penelope*，コガモ *A. crecca*，マガモ *A. platyrhynchos*であった。

糞からは7月と，糞が採集できなかった6月を除いて種子が見つかり（図2），トチカガミ科 Hydrocharitaceae，ヒルムシロ科 Potamogetonaceae，ミズアオイ科 Pontederiaceae，カヤツリグサ科 Cyperaceae，イネ科 Poaceae，ナデシコ科 Caryophyllaceae，タデ科 Polygonaceae，シソ科 Lamiaceae，不明種子の314個が見つかった（表1）。

種子を含む糞の割合は4月が55.6%と高く，次に8月，5月が33.3%，27.3%と高くなった。7月に採集した糞からは種子が見つからなかった（表1）。

糞1個あたりに含まれる種子数は4月のスズメノカタビラ *Poa annua* が3.56個で最も多かった。次に多いのが10月のオオイヌタデ *Persicaria lapathifolia* で1.28個であり，それ以外の種子は1個以下であった（表1）。

表 1. 糞の採集内容と糞に含まれた種子. 各月における糞のサンプリング回数, 糞の採集時にいたカモ類 (採集時にいたカモ類を○で示す), 調査した糞数, 種子を含んだ糞数とその割合 (括弧内), 粉殻を含んだ糞数とその割合 (括弧内), 各種子の個数と糞一つ当たりの種子数 (括弧内) を示す. なお, 属の仲間として示した植物種には複数の種を含む可能性がある.

		2008年				2009年								合計
		11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	
サンプリング回数		8	6	2	3	3	3	2	2	2	2	2	5	
カモ類	ヒドリガモ	○	○	○	○	○	○	○					○	
	マガモ	○												
	カルガモ	○	○	○	○	○	○	○		○	○	○	○	
	コガモ		○											
糞数		149	112	11	47	20	18	11	0	8	6	18	111	511
種子を含んだ糞数		9(6.0%)	4(3.6%)	2(18.2%)	7(14.9%)	3(15.0%)	10(55.6%)	3(27.3%)	-	0(0%)	2(33.3%)	1(5.6%)	6(5.4%)	47(9.2%)
粉殻を含んだ糞数		32(21.5%)	2(1.8%)	0(0.0%)	1(2.1%)	0(0.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)	-	1(12.5%)	0(0.0%)	1(5.6%)	4(3.6%)	41(8.0%)
トチカガミ科	スズバ												1(0.01)	1(0.00)
ヒルムシロ科	ヒルムシロ属の仲間											1(0.06)	1(0.01)	2(0.00)
	ヒロハノエビモ	8(0.05)												8(0.02)
ミズアオイ科	コナギ	6(0.04)												6(0.01)
カヤツリグサ科	ホタルイ属の仲間	1(0.01)		4(0.36)										5(0.01)
イネ科	スズメノカタビラ					2(0.10)	64(3.56)	5(0.45)						71(0.14)
	メヒシバ	6(0.04)			1(0.02)	2(0.10)							7(0.06)	16(0.03)
	スズメノヒエ属の仲間		2(0.02)											2(0.00)
	イヌビエ属の仲間	2(0.01)	1(0.01)							5(0.83)			1(0.01)	9(0.02)
ナデシコ科	イネ科の仲間		1(0.01)		1(0.02)	2(0.10)								4(0.01)
	ミドリハコベ					1(0.05)								1(0.00)
	オオイヌタデ		2(0.02)		2(0.04)								142(1.28)	146(0.29)
	イヌタデ				1(0.02)	2(0.10)							1(0.01)	4(0.01)
タデ科	タデ科の仲間	3(0.02)		3(0.27)	2(0.04)	2(0.10)				1(0.17)				11(0.02)
シソ科	シソ科の仲間	1(0.01)			1(0.02)									2(0.00)
不明種子A		1(0.01)		1(0.09)	17(0.36)									19(0.04)
不明種子B					1(0.02)									1(0.00)
不明種子C						1(0.05)								1(0.00)
不明種子D						1(0.05)								1(0.00)
不明種子E						1(0.05)								1(0.00)
不明種子F												1(0.01)		1(0.00)
不明種子G		1(0.01)												1(0.00)
不明種子H		1(0.01)												1(0.00)
合計		30(0.20)	6(0.05)	8(0.73)	26(0.55)	14(0.7)	64(3.56)	5(0.45)	-	0	6(1.00)	1(0.06)	154(1.39)	314(0.61)

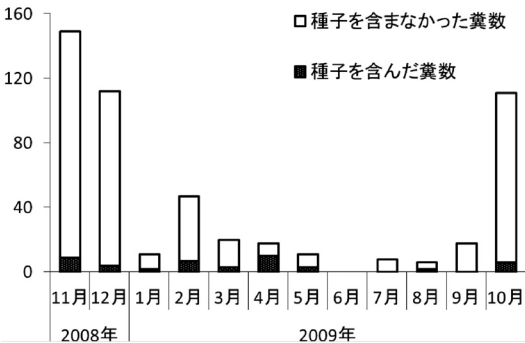


図 2. 種子を含む糞数の季節変化. 各月における種子を含まなかった糞と数種子を含んだ糞数を示す.

糞の内容物は主に緑色の植物片であったが, 11月, 12月, 2月, 7月, 9月, 10月の糞に粉を含むものが見られた (表 1)。

考察

調査地ではカモ類の他にイソシギ *Actitis hypoleucos*, サギ科の鳥類 *Ardeidae*, オオバン *Fulica atra*を観察した。イソシギ, サギ科の鳥類は主に動物食であり (イソシギ: 清棲, 1978a; サギ科: 清棲, 1978b), 動物食の鳥類の糞は液状である (Brown et al., 2003)。また, オオバンは植物食であるが (清棲, 1978a), 調査地では 1, 2羽しか観察しなかったうえ, 陸上では観察しなかった。また, 哺乳類にもキツネやタヌキなど円筒形の糞をするものがあるが (熊谷, 2011),

糞があった環境や内容物、匂いから哺乳類のものとは考えられなかった。そのため、採集した糞はイソシギ、サギ科の鳥類、オオバンや哺乳類のものではなくカモ類の糞である。本稿では、採集時にその場にいたカルガモ、ヒドリガモ、コガモ、マガモの糞であると仮定した。

本調査は採集した糞数に季節によるばらつきが大きいことや、糞をしたカモ種の特定まではできていないなど十分とは言えない。しかし、水鳥を介してどの分類群の植物が新しい環境に定着するかを予測するために、よく散布される種子、散布が制限される種子を知ることは重要である (Green et al., 2013)。本稿は琵琶湖湖東地域におけるカモ類による被食型種子散布の貴重な知見である。

本調査では糞当たり平均0.61個の種子が見つかった (表1)。これは西野ら (2008) が琵琶湖の北東岸に位置する早崎ビオトープで行った調査での糞当たり11.8個 (2005年度)、14.7個 (2006年度) と比べると少なかった。西野ら (2008) では糞すべてを調べていることに対して本調査では0.5 mm メッシュの篩をかけて残渣を調べたこと、調査地での食性の違いや、糞をした水鳥種の違い、採食行動の違いが考えられる。

糞中からは7月と糞を採集できなかった6月を除いてほぼ年間を通して種子が見つかった。早崎ビオトープにおいても8月から翌1月にかけて11月を除く全ての月で糞中から種子が見つかっており (西野ほか, 2008)、カモ類による種子散布は一年を通して起こっているといえる。

糞から見つかった種子はオオイヌタデとスズメカタビラの2種で69%と多数を占めた。早崎ビオトープの調査においても大きな偏りがあり、種子数が多い2種が90%を占めた (西野ほか, 2008)。西野ら (2008) は、水鳥により特に運搬されることを種子散布の中心的戦略とする植物と頻度は低

いが、水鳥にも散布される植物の2つのタイプがいるためと考察しており、本調査地ではオオイヌタデとスズメカタビラが水鳥により運搬されることを種子散布の中心的戦略とした植物と考えられる。

オオイヌタデやスズメカタビラをはじめ、同定できた種子は水田雑草や畦に多い植物が多かった。糞を排泄したと推測されたカモ類は羽田 (1955) によると陸上及び水面採食型社会に分類され、水面で採食する以外に夜間に田畑などで採食する。また、琵琶湖に飛来するオオヒシクイ *Anser fabalis middendorffii* は水田での採食と琵琶湖岸やため池での休息・採食のため、一日の内に行き来し、その距離は最大で10数kmほどであることが報告されている (村上ほか, 2000)。粃穀を含む糞が見つかったことから、同じように水田などと琵琶湖を行き来しているものがあると考えられる。よって、日常的に少なくとも近距離の散布をしている可能性が高い。

沈水植物ではヒルムシロ属の種子とスブタ *Blyxa echinosperma* の種子が見つかった。ヒルムシロ属の水草は調査地周辺の琵琶湖湖岸域にも生育しており (水資源機構琵琶湖開発総合管理所, 2009)、琵琶湖で採食したものと思われる。ヒロハノエビモ *Potamogeton perfoliatus* の種子は11月、ヒルムシロ属の仲間は9月と10月に少数が含まれていた。早崎ビオトープにおいてもヒロハノエビモの種子が10月に少数含まれていたことが報告されており (西野ほか, 2008)、よく似たパターンとなった。スブタは近年に琵琶湖で記録がなく (Hamabata & Yabuuchi, 2012)、周辺の溜池や休耕田で採食したものと思われる。

これらのことから、水鳥によって少なくとも近距離の種子散布がされている可能性が高く、少ないながらも沈水植物の種子も散布されることがわかった。また、過去には琵琶湖においてリュウノ

ヒゲモ *P. pectinatus* の記録がある (山口, 1943)。リュウノヒゲモは海岸近くの汽水域に生育することが多い種であり (角野, 2014), 水鳥によって長距離散布が起こっている可能性もある。

本研究では糞を分析することができなかったが、近年、琵琶湖で個体数が増加しているオオバン (Hashimoto et al., 2012) は主に沈水植物を採食し (羽田, 1962), 糞から種子が見つかった例がある (Charalambidou & Santamaria, 2005; Green et al., 2013)。琵琶湖には冬季に 5 万羽以上の個体が飛来するため (日本野鳥の会滋賀, 2013), 種子散布についても大きな影響を与えている可能性がある。今後、調査が必要である。

引用文献

- Brown, R., J. Ferguson, M. Lawrence & D. Lees. 2003. DROPPINGS. In: Tracks and signs of the birds of Britain and Europe. (eds. Brown, R., J. Ferguson, M. Lawrence, & D. Lees), pp. 135-140. Christopher Helm, London.
- Charalambidou, I. & L. Santamaría. 2005. Field evidence for the potential of waterbirds as dispersers of aquatic organisms. *Wetlands*, 25 : 252-258.
- Figuerola, J. & A. J. Green. 2002. Dispersal of aquatic organisms by waterbirds: a review of past research and priorities for future studies. *Freshwater Biology*, 47 : 483-494.
- Green, A. J., J. Figuerola & M. I. Sanchez. 2002. Implications of waterbird ecology for the dispersal of aquatic organisms. *Acta Oecologica*, 23 : 177-189.
- , D. Frisch, T. C. Michot, L. K. Allain & W. C. Barrow. 2013. Endozoochory of seeds and invertebrates by migratory waterbirds in Oklahoma, USA. *Limnetica*, 32 : 39-46.
- Hamabata, E. & Y. Yabuuchi. 2012. Submerged macrophyte flora and their long-term changes. In: Lake Biwa: Interaction between Nature and People. (eds. H. Kawanabe, M. Nishino & M. Maehata), pp. 51-59. Springer, Berlin Heidelberg.
- 羽田健三. 1955. 内水面に棲息する雁鴨科鳥類に於ける生態・Kineto-adaptation並びにAllometryに関する研究II. 雁鴨科鳥類集団の社会生態学的研究—すみわけ構造の解析を中心として—. 信大教育学部研究論集, 5 : 39-70.
- . 1962. 内水面に生活する雁鴨科鳥類の採食型と群集に関する研究XⅢ. 雁鴨科鳥類の食物. 生理生態, 10 : 98-129.
- Hashimoto, H., H. Sugawa & K. Kameda. 2012. Characteristics and long-term trends of the avifauna of Lake Biwa. In: Lake Biwa: Interaction between Nature and People. (eds. H. Kawanabe, M. Nishino & M. Maehata), pp. 129-134. Springer, Berlin Heidelberg.
- 角野康郎. 2014. ネイチャーガイド 日本の水草. 328pp. 文一総合出版, 東京.
- 清棲幸保. 1978a. 増補改訂版日本鳥類大図鑑Ⅱ. 654pp. 講談社, 東京.
- . 1978b. 増補改訂版日本鳥類大図鑑Ⅲ. 536 pp. 講談社, 東京.
- 熊谷さとし. 2011. 哺乳類のフィールドサイン観察ガイド. 144pp. 文一総合出版, 東京.
- 水資源機構琵琶湖開発総合管理所. 2009. 琵琶湖沈水植物図説. 253pp. 水資源機構琵琶湖開発総合管理所, 大津.
- 村上 悟・片岡優子・山崎 歩. 2000. 湖北地方

のオオヒシクイの生態と生息地保全（特集記事
水鳥の保護と湿地保全）．滋賀県琵琶湖研究所
所報，18：109－115．

日本野鳥の会滋賀．2013．保護研究部だより 水
鳥一斉調査2013 調査結果報告．におのうみ，
32：11－20．

西野麻知子・細谷和海・藤田朝彦・大野朋子・前

中久行・藤井伸二・金子有子・前迫ゆり・神谷
要．2008．流域の地域特性に基づく生物多様性
保全手法の構築．滋賀県琵琶湖・環境科学研究
センター試験研究報告，3：134－178．

山口久直．1943．琵琶湖の水草：琵琶湖沿岸帯生
物群聚の研究 1．陸水学雑誌，13：92－104．