ハシボソガラス *Corvus corone* の投下法によるクルミ割り行動

荒 奏美¹・三上かつら²・三上 修^{1,*}

¹ 北海道教育大学教育学部函館校 〒040-8567 北海道函館市八幡町 1-2

² バードリサーチ 〒183-0034 東京都府中市住吉町 1-29-9

(2018 年 3 月 6 日受付；2018 年 6 月 23 日受理)

キーワード：オニグルミ，テウチグルミ，クルミ割り行動，ハシボソガラス，函館。

日本鳥学会誌

Japanese Journal of
Ornithology

© The Ornithological Society
of Japan 2018

Kanami ARA¹, Katsura MIKAMI², Osamu K. MIKAMI^{1,*}. Nut-dropping behavior of Carrion Crows in Hakodate City, Hokkaido. Jpn J Ornithol 67: 243–248. (2018)

Abstract. We observed the nut-dropping behavior of Carrion Crow *Corvus corone* from October to December 2016 in Hakodate, Hokkaido, Japan. Carrion Crows dropped two species of walnuts, mostly *Juglans mandshurica*, but occasionally also *J. regia* var. *orientis*. Nut-cracking behavior, using automobiles, was often observed at intersections rather than on straight roads, but nut-dropping behavior was observed equally at both. The average height from which crows dropped nuts was related to their success rate: higher drops led to more nuts being broken.

Key words: *Juglans mandshurica*, *Juglans regia* var. *orientis*, Nut-cracking, Carrion Crow, Hakodate.

¹ Department of International and Regional Studies, Hakodate Campus, Hokkaido University of Education, Hachimancho 1–2, Hakodate, Hokkaido 040–8567, Japan.

² Japan Bird Research Association, 1–29–9 Sumiyoshi, Fuchu, Tokyo 183–0034, Japan.

はじめに

クルミ科クルミ属の核果の中には、硬い殻に包まれた栄養豊富な子葉（千葉 2016）が入っている。この硬い殻と内部の子葉を合わせたものは、一般的にはクルミと呼ばれている。ハシボソガラス *Corvus corone* は、このクルミ内部の子葉を食べるために、大きく分けると 2 通りのやり方でクルミを割る。1 つは、高いところから落として割る投下法であり、もう一つは、車に轆かせて割る車利用法である（仁平 1995, 1997a; 足立 1996）。

この 2 つの方法には、それぞれ利点があると考えられる。まず、投下法には次の 4 つが想定される。1 つ目は、習得が簡単な点である。車利用法では、車がどこを通るかなど、割れる確率を上げるために複雑な学習過程が必要である（仁平 1995,

1997a, 1997b）。一方、投下法はそれに比べて過程が単純である。実際、多くの鳥類が貝や骨などを高いところから落として食べる行動を行う（Chisholm 1954; van Lawick-Goodall & van Lawick-Goodall 1966; Zach 1978, 1979; 高木・上田 2002）。2 つ目は場所の選択肢が広いことである。車利用法では車が頻繁にしかも低速で通行する場所（仁平 1997b; 荒ら 投稿中）を選ぶ必要があるが、投下法では、地面が硬い場所さえあればよい。3 つ目は、可食部の回収が容易ということである。車利用法では、タイヤに轆かれてクルミが粉々になってしまう場合があるが、投下法では、縫合線から綺麗に真っ二つに割れることも多く（青山ら 2017）、その場合ハシボソガラスは殻内部の可食部である子葉を塊のまま食べることができる。4 つ目は、安全であるということである。車利用法では、タイヤの軌道上にクルミを置かなければならず、設置時に車に轆かれる危険性が存在するが、投下法にはそれがない。

* E-mail: osamu.k.mikami@gmail.com

doi:10.3838/jjo.67.243

一方、車利用法の利点として3つが想定される。1つ目は、硬い殻を割るために必要なエネルギーが少なく済むということである(足立 1996)。車利用法では、クルミを置いて待つだけなので、繰り返し飛翔する投下法と比べてクルミを破碎するまでにかかるエネルギーが少なく済む。2つ目に、クルミの状態に拘わらず行えるということである(仁平 1995)。クルミの周囲にやわらかい外果皮がついている場合、投下法では衝撃が吸収されハシボソガラスはクルミをうまく割ることができない。しかし車利用法では、クルミがどのような状態でも割ることができる。3つ目に道路の路面状態に拘わらず行えるということである(仁平 1995)。投下法では、雪が積もったやわらかい路面などにクルミを投下しても割ることができないが、車利用法では、これを克服できる。

ただし、これらは仙台市で観察された限定的なデータから考えられることである。特に投下法については、これまでに詳細な記載が十分になされているとはいえない。そこで本研究では、クルミ

割り行動の基礎的な情報を集めるために、北海道の函館市において、投下法が、どのような場所で行われているのか、どのくらいの高さから何回行われるのか、どのくらい成功するか、特徴的な行動はみられるか、といったことに注目して調査を行った。

方 法

調査は北海道教育大学函館校キャンパスの近辺(図1、北緯41度47分43.25秒 東経140度44分37.17秒)において、2016年10月5日から12月19日までのうちの43日間行った。調査範囲内を自転車または徒歩で回り、ハシボソガラスがクルミ割り行動をしている現場を発見し次第観察を始めた。目視、静止画・動画撮影、ボイスレコーダを併用して観察および記録した。調査を行った時刻は午前9時から午後3時の間の任意の時間としたが、午後4時まで調査を行った日が1日あった。

投下法と車利用法を次の基準で分けた。投下法は、クルミを咥えて飛翔し、空中あるいは電線等

図1. 調査地およびクルミ割り行動が観察された地点。黒丸は直線道路、黒菱形は交差点で観察されたことを表している。国土地理院の電子地形図25000を使用。

Fig. 1. Study area. A to N are points where nut-cracking behavior was observed. Circles indicate points on straight roads and diamonds those at intersections. This map is a reproduction of the Digital Map 25000 (Map Image) published by Geospatial Information Authority of Japan.

にとまってから、上に放り投げる、あるいは下を向いてクルミを落とし、その直後に落下したクルミを追いかける行動とした。

一方、車利用法は、上空や電線からハシボソガラスがクルミを投下しても、すぐにクルミを追わずに様子をうかがってしばらく待つ場合、あるいは設置の場面は観察できなかったが、車道にクルミを置いてハシボソガラスが近くで様子をうかがっている場合とした。つまり投下法と異なり、車が通過するのをハシボソガラスが待っている状態とみなした。

投下法が観察された場合、場所、投下した回数、ハシボソガラスが嘴からクルミを放した高さ、および投下するときの具体的な行動、成否（割れたかどうか）について可能な限り記録を行った。成否については、成功（殻が割れた）、放置（そのクルミを放置して別の行動に移る）、中断（クルミを咥えて観察できない場所に移動してしまう）、不明（分類不能または確認できず）の4つに分けた。なお投下した回数は観察を開始してからのものであり、観察前に、すでに投下していた可能性もある。高さは、周辺の構造物等の高さを事前にレーザー高度計で測っておき、それと比較して目測で記録した（記録できなかった場合もあった）。電線などに止まった場合は、一義的に高さを決めることが出来るが、飛行中の場合10–12 m程度と決めきれない場合も多かった。その場合は中間の値の11 mを用いた。

以下では「例」と「回」を次のように使い分けた。ある個体の一連のクルミ割り行動を観察した場合、クルミ1つを単位として1「例」と数えた。

「回」については1例の中で試行した回数とする。たとえば、1例の中で投下法を3度繰り返した場合3回というような使い方をした。これが5例みられたら、その合計を15回投下したという使い方もした。2個を同時に投下した場合は特殊だが1回であり、かつ2例と数えた。ひとつながりの行動の途中でクルミが入れ替わる特殊な場合があったがそれについては2例と表記した。

結 果

1) 使用されたクルミの種および状態

クルミ割り行動が14地点（図1）、98例観察された（表1）。このうち95例はオニグルミ *Juglans mandshurica* を割ったものであり、3例はテウチグルミ（別名カシグルミ）*J. regia* var. *orientis* を割ったものだった。テウチグルミの3例はすべて地点Nで観察され、同地点ではオニグルミを用いたクルミ割り行動は観察されなかった。この3例のテウチグルミを割った行動のうち、2例ではハシボソガラスは、クルミを2–3 mほどの高さから数回投下し、割ることに成功した。残り1例では、嘴で数回つついて殻に穴を開け子葉を取り出した。

オニグルミを割ろうとした95例中、投下法は26例、車利用法は55例、途中で方法が切り替わったものが10例、不明が4例だった（表1）。

車利用法では、外果皮のついたクルミが用いられたこともあったが（荒ら 未発表）、投下法で用いられたクルミは、すべて外果皮がついていなかった。これ以降、特に明示しない場合は、オニグルミの結果を示す。

表1. 各地点におけるクルミ割り行動。
Table 1. Number of cases observed at each point.

方法 Methods	場所 Points															
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N		
投下法 Dropping	0	13	0	2	4	0	2	4	0	0	0	0	1	3	29	
車利用法 Use of automobiles	9	10	4	8	1	3	1	14	1	3	1	0	0	0	55	
方法切替 Both	0	2	0	3	2	0	0	2	0	0	0	1	0	0	10	
不明 Unclassified	1	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	4	
計 Total	10	27	4	13	7	3	4	20	1	3	1	1	1	3	98	

2) クルミ割り行動が観察された場所

車利用法は直線道路よりも交差点で多く行われていた（図2）。投下法は交差点と直線道路で行われた例数に差があまりなかった。ただし、各地点の観察時間は一定ではないため、本研究で示した例数はクルミ割りの発生頻度を必ずしも反映しない。

3) 投下法で観察されたカラスの行動

投下法でクルミを投下する際、ハシボソガラスが口にクルミを咥えて飛翔して上昇し、空中で咥えていたクルミをすこし上に放り投げて空中から投下するやり方と、クルミを咥えて電線や道路標識に一旦とまったのち、口からクルミを放すやり方が観察された。空中からの投下が89回、電線からの投下が21回、道路標識からの投下が5回、樹木からの投下が1回、観察された。

全観察のうちアスファルト以外の地面にクルミが投下されたのは3回あり、雪、草地、砂利がそれぞれ1例ずつだった。雪の上に投下されたクルミは割れなかったが、試行の後半に投下場所はアスファルト上に移り成功した。草地と砂利の上に投下されたクルミは割れなかった。

4) 投下法における投下高度と回数

投下法が含まれた36例（投下法のみと、投下法と車利用法の併用）において、投下行動を観察できたのは116回だった。このなかに2個のクルミを同時に投下した1回が含まれた。

図2. オニグルミに対するクルミ割り行動の観察例数。
Fig. 2. Number of cases of nut-cracking behavior (only *Juglans mandshurica*).

投下法のみ行われた26例（2個同時投下がみられ、定義上2例として数えている）のうち、成功は7例、中断は10例、放置は4例、不明は5例であった（図3）。成功した7例のうち、投下によって割れたものが5例、投下したクルミが偶然（と思われる）、車に轢かれて割れたものが1例、投下したクルミが走行中の車に当たって地面に落ちた後に割れたものが1例だった。投下回数の例数で、最多だったのは1回の8例、次に3回の6例であった。1例のうちでもっとも投下回数が多かったのは15回だった。ただし前述したように途中からの観察も含まれているので、これらは投下した総回数ではなく最低投下回数となる。1例のなかで投下する高さは異なる場合と、同じ高さから繰り返し投下した例があった。ハシボソガラスが飛行しながら投下した場合、8 m 前後のことが多く、20 m からの投下も1回観察された。ハシボソガラスが電線などの人工構造物にとまってクルミを投下した場合は4–8 m であった。投下した高度の平均は、割れた例では8.7 m (n=33回)、割れなかった例では5.6 m (n=46回) であった。

考 察

1) オニグルミとテウチグルミ

ハシボソガラスがテウチグルミを割る行動が3例観察された。テウチグルミの木は、我々の知る限り調査を行った範囲では、N地点（表1、図1）の近くにある2本だけである。そのため、観察例が少なかったと思われる。3例中2例は低い位置からの投下により割り、1例は嘴で殻を突いて割った。テウチグルミはオニグルミに比べて殻が薄い（千葉2016）ため、低い高さからでも十分に割れ、また突くだけでも割れたと思われる。例数は少ないためはっきりとは言えないが、ハシボソガラスがクルミの性質の違いを認識してやり方を変えていた可能性は考えられる。たとえば、アメリカガラス *C. brachyrhynchos hesperis* は硬さが異なる2種類のクルミ（シナノクルミ *J. regia* とカリフォルニアクログルミ *J. hindsii*）を割る方法を使い分けしている、と示唆する報告がある（Cristol & Switzer 1999; Switzer & Christol 1999）。

2) 車利用法と投下法が観察された道路環境の違い

車利用法は、交差点で多く行われていた（図2）。仁平（1997b）は、仙台市での車利用法の観察から、車利用法が交差点で行われる理由として、

図3. ハシボソガラスがオニグルミを投下法のみでクルミ割り行動をした際の、投下回数、投下高度 (m) の平均と、成否。横軸のアルファベットは観察地点を、高さのエラーバーはSDを表している。数字の2は2個を同時に投下した結果を示している。投下高度で記録がないものは、投下高度を観察できなかったものである。

Fig. 3. Dropping times, average dropping height (meter), and the results of nut-cracking behavior. "2" indicates when a crow dropped two walnuts simultaneously.

車の速度が落ちること、曲がる際に前輪と後輪がずれるため割れる確率が高いことを挙げている。函館市でもこれが当てはまると思われる。

一方、投下法は、直線道路と交差点でほぼ同数観察された (図2)。これは、車利用法ほど場所を選ばないためと思われる。ただし、個体識別をしていないので、特定の個体の行動を繰り返し観察したことによって過大評価している可能性もある。今後、本稿の調査結果を踏まえてクルミ割りがよく観察される場所において、定点カメラを設置するなどの観測法を取り入れることで、場所による特性についてより定量的な評価が可能になると考えられる。

3) 投下法の高さと回数

投下法でクルミを投下する高さは、ほぼ同じ場

合と、毎回異なる場合が見られた (図3)。本研究では、個体識別をほとんどできていないためはっきりしないが、個体によって、同じ高さで繰り返す個体、クルミの状態に応じて高さを変える個体がいるのかもしれない。

投下法によってクルミを割るのに成功していた事例は、失敗していた事例よりも、より高いところからクルミを投下していた。青山ら (2017) は実験的に、30個のオニグルミを4.8 mと12.7 mから10回ずつ落として割れた数を記録しているが、4.8 mから落とした場合1個、12.7 mから落とした場合は9個であり、より高いところから落としたほうが割れる確率が高いことを示している。ハシボソガラスは、高い位置から投下して割るか、あるいは同じ高さでも投下を繰り返すことで、クルミにダメージを蓄積させるか、あるいは単に試

行回数を増やすかによって（ダメージの蓄積が仮に全く無くても1回の投下よりも2回の投下のほうが割れる確率が高い）、割れる確率を上げていると思われる。また、投下するたびに嘴でクルミをつつく行動が見られたが、これはおそらくダメージが入ったクルミに対し突いて割れないか確かめていると思われる。さらに、この行動自体が、クルミの殻にダメージを与え、割れやすくしているかもしれない。

まとめると、函館市のハシボソガラスのクルミ割りでは、投下する場所、高さ、回数、成否にそれぞれバリエーションが見られた。割ることに成功しなかったもののなかにもバリエーションがあり、クルミを持ち去る場合（中断）とクルミを放置する場合があった。さらに割れそうにない地面への投下など、学習の途中と推察される行動もみられた。今後は、クルミ割りに関わる技術の個体内で習得、および個体間での伝播を明らかにするために、個体識別できる観察事例を増やし、定量的な記録を蓄積する必要がある。

本論文を作成するうえで、三上研究室のメンバーには様々な協力をいただいた。また、長谷 昭、加藤 恵の両氏にはオニグルミの名称や生態に関し、詳しくご教示いただいた。また責任編集者および2名の査読者からも貴重なご意見をいただいた。この場を借りてお礼を申し上げる。

摘 要

北海道函館市で、ハシボソガラスの投下法によるクルミ割り行動を観察した。ハシボソガラスは2種のクルミを割っていた。多く割っていたのは、木の本数が多いオニグルミであった。車利用法は、交差点で多く見られたが、投下法は、交差点と直

線道路と両方で見られた。投下法で、クルミを割ることに成功した場合、投下した高さは失敗したときよりも高い傾向があった。

引用文献

- 足立泰啓 (1996) なぜ、カラスは車を使ったのか? *Birder* 13: 80–86.
- 青山怜史・須藤 翼・柿崎浩佑・三上 修 (2017) オニグルミの種子の重さによる割れやすさ: ハシボソガラスはどんな重さのクルミを投下すべきか. *日鳥学誌* 66: 11–17.
- 千葉俊之 (2016) 岩手県産クルミの栄養成分の特徴について. 岩手県立大学盛岡短期大学部研究論集 18: 47–51.
- Chisholm (1954) The use by bird of “tools” or “instruments”. *Ibis* 96: 380–383.
- Cristol DA & Switzer PV (1999) Avian prey-dropping behavior II: American crows and walnuts. *Behav Eco* 10: 220–226.
- 仁平義明 (1995) ハシボソガラスの自動車を利用したクルミ割り行動のバリエーション. *日鳥学誌* 44: 21–35.
- 仁平義明 (1997a) スキーマ理論からみたハシボソガラスの自動車利用行動. *基礎心理学研究* 16: 93–99.
- 仁平義明 (1997b) 認知心理学のスキーマ論からみた鳥の学習—解の学習から複数解の学習へ—仁平義明編「行動の伝播と進化—鳥からチンパンジーまでそして人間の文化を考える—」. *現代のエスプリ* 359: 157–164.
- Switzer PV & Cristol DA (1999) Avian prey-dropping behavior I: Effects of prey characteristics and prey loss. *Behav Eco* 10: 213–219.
- 高木憲太郎・上田恵介 (2002) 日本国内におけるカラス・カモメ類の貝落とし行動の分布. *Strix* 20: 61–70.
- van Lawick-Goodall & van Lawick-Goodall (1966) Use of tools by the Egyptian Vulture, *Neophoron percnopterus*. *Nature* 212: 1468–1469.
- Zach R (1978) Selection and dropping of whelks by northwestern crows. *Behaviour* 67: 134–147.
- Zach R (1979) Shell dropping: decision-making and optimal foraging in northwestern crows. *Behaviour* 68: 106–117.