

速報

カラ類によるアカメガシワ種子の種皮剥皮が発芽に与える影響*¹平尾多聞*²・平田令子*³・伊藤 哲*³

平尾多聞・平田令子・伊藤 哲：カラ類によるアカメガシワ種子の種皮剥皮が発芽に与える影響 九州森林研究 75：137－140，2022
 アカメガシワの果実は果肉がなく蒴果で裂開し、黒い種子を露出させる。既往文献によるとアカメガシワの種子散布者としてヤマガラが種子を丸飲みし被食散布することが示されている。一方で、筆者らのこれまでの室内実験と野外観察で、カラ類は外種皮のみを剥皮し摂食していることが観察された。そこで本研究では、カラ類による外種皮剥皮がアカメガシワ種子の散布や発芽に与える影響を明らかにすることを目的とした。カラ類に剥皮された種子と人工剥皮処理、未処理の種子で発芽実験を行った結果、カラ類に剥皮された種子の発芽率は人工剥皮処理に比べ低く、人工剥皮処理と未処理の間に有意差は認められなかった。カラ類により剥皮された種子は保存状態が悪く発芽率が低くなった可能性があるが、人工剥皮によって発芽率は低下しなかったため外種皮の剥皮が発芽に与える影響は大きくないことが考えられた。

キーワード：種子散布、ヤマガラ、シジュウカラ、蒴果、シードトラップ

I. はじめに

アカメガシワ *Mallotus japonicus* はトウダイグサ科に属し、雌雄異株の落葉高木である（大場，1989）。アカメガシワの果実は蒴果であり3片に胞背裂開し、黒い種子が露出する（北村・村田，1971）。

アカメガシワの種子散布にかかわる鳥種については、佐藤・酒井（2005）の野外観察によって調べられており、キビタキ *Ficedula narcissina*・メジロ *Zosterops japonicus*・ヤマガラ *Poecile varius* などがアカメガシワの種子を丸飲みし、液果と同様に被食型の種子散布を行うことが示されている。しかし、平尾ほか（2021）による室内実験では、ヤマガラとシジュウカラがアカメガシワ種子を丸飲みせず、その代わりに外種皮のみを摂食すること、そして外種皮の無くなった種子を下に落としていることが観察された。さらに、野外観察においてもシジュウカラによるアカメガシワ種子の外種皮のみの摂食が、1例のみであったが観察された（平尾ほか2021）。このような採食行動がアカメガシワ種子の散布や発芽に負の影響を与えるのであれば、カラ類は採食方法によって種子散布者として機能する場合としない場合があるということになる。

種子散布プロセスにおいては鳥類による種子散布は果実の採食の過程（取り去り removal）と、採食後に母樹から離れた場所に運搬する過程がある。カラ類が外種皮のみを摂食する行動は、種子散布プロセスにおいて removal の過程までで、種子を運搬する過程までは至らないのではないかと推察される。そこで本研究では、まず、野外においても外種皮のみの摂食が行われ、アカメガシワ結実木下にそのような種子が落下することがあるのかを確かめることを1つ目の目的とした。

鳥類による果肉の除去が種子に与える影響については、鳥類に丸飲みされ糞として排泄された種子が人工的に果肉を除去した種

子より発芽率が高い例（唐沢，1982）や、同程度の発芽率を示した例（八木橋，2001）がある。また、アカメガシワの種子においては種皮剥皮が発芽促進効果（富川ほか，2013）がみられている。一方、ヤマガラが外種皮を剥皮する際に種子を破壊し胚乳が露出する場合があること（平尾ほか，2021）も確認されており、アカメガシワ種子の発芽にとって外種皮摂食は正負両方の影響が考えられる。そこで、アカメガシワ種子の外種皮のみの摂食が種子の発芽へ与える影響について発芽実験で明らかにすることを本研究のもう1つの目的とした。

II. 材料と方法

1. アカメガシワ結実木下への落下種子の捕捉

宮崎大学木花キャンパス（東経131°24′，北緯31°49′，標高22.0～29.7 m，宮崎市学園木花台西1-1）構内のアカメガシ



図-1. シードトラップの設置状況

*¹ Hirao, T., Hirata, R and Ito, S. : Effect of seed coat peeling by Varied Tit and Japanese Tit on germination of *Mallotus japonicus* seeds.

*² 宮崎大学大学院農学研究科 Grad. Sch. Agric., Univ. Miyazaki 889 - 2192, Japan

*³ 宮崎大学農学部 Fac. Agr., Univ. Miyazaki, Miyazaki 889 - 2192, Japan

ワ結実木を5個体選び、樹冠下に開口部面積0.5m²のシードトラップ(図-1)を1基ずつ、計5基設置した。アカメガシワの結実木5個体は平均樹高5.8±1.7m(±標準偏差, 最大7.4m, 最小2.8m), 平均胸高直径は9.3±3.5cm(最大12.6cm, 最小4.1cm)だった。

2021年8月3日に3基, 8月5日に2基で種子の捕捉を開始し, 結実木に種子が見られなくなった2021年9月22日に終了した。調査期間中, 週に1回の頻度で捕捉された内容物を回収し持ち帰った。回収した内容物からアカメガシワ種子を分別する際に, 外種皮なし, 外種皮あり, 果序付き種子の3種類(図-2)に分類し, カウントした。なお, 台風9号(2021年8月8日宮崎県上陸)通過後の2021年8月10日の回収分についてはカウントに含めなかった。また, 裂開せずに果実中に含まれている種子についても, 果序付き種子としてカウントした。

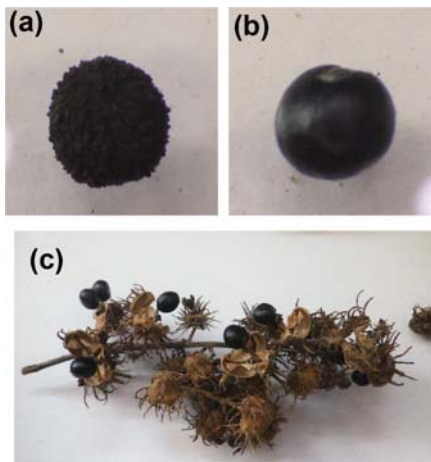


図-2. 捕捉したアカメガシワ種子の分類
(a) 外種皮なし, (b) 外種皮あり, (c) 果序付き

2. 発芽実験

カラ類によるアカメガシワ種子の外種皮のみの摂食が発芽へ与える影響について明らかにするために発芽実験を行った。

発芽実験には以下①~③の3種類の処理を施したアカメガシワ種子を使用した。

処理①: カラ類による外種皮剥皮(図-3①)

2019年9月, 2020年9月に果序ごと採取し, その後すぐにヤマガラもしくはシジュウカラ1羽を入れた鳥かごに果実(果序ごと)を入れ, 外種皮のみの摂食により剥皮させた。採食状況はビデオカメラで撮影し, 外種皮のみの摂食であることを確認した。その後2020年10月30日まで, 紙袋に入れ室温で保存した。なお, 実験に用いたこれらの鳥類は宮崎大学木花キャンパス構内で捕獲した。捕獲および実験の詳細については平尾ほか(2021)に記載している。鳥類の捕獲は環境省の許可を得てから行った(許可番号: 10-0116, 10-270)。

処理②: 人工剥皮処理(図-3②)

2020年10月に果序ごと採取し冷蔵保存した後, 播種前日に果序から取り外しニトリルゴム製の手袋をはめて種子を水に浸しながらピンセットと指で外種皮を剥皮した。

処理③: 未処理(図-3③)

2020年10月に果序ごと採取し冷蔵保存した後, 播種前日に果

序から取り外した。外種皮の剥皮は行わなかった。

すべての種子において, 2020年10月30日から実験開始までチャック付き袋で約12℃で冷蔵保存した。2021年4月8日にプラスチック製シャーレに脱脂綿を敷き, 各シャーレに5個ずつ播種した。その後は乾燥しないように適宜水を与えた。

アカメガシワの発芽特性として, 鷺谷(1993)はアカメガシワ種子が発芽過程の途中相に数時間だけ35℃前後の温度を要求することを報告している。そこで本実験では, 外種皮の剥皮がアカメガシワ種子の温度要求性に与える影響を明らかにするために, 2台のインキュベーター(I, II)を用いて温度を管理した。インキュベーター(I)は25℃一定, インキュベーター(II)はWashitani *et al.* (1987)を参考に25℃で7日間ののち35℃を8時間だけ与え, 再び25℃に戻した。インキュベーター(I, II)には播種したシャーレを各処理半数ずつ入れた(表-1)。インキュベーター(I)において発芽がまったく見られなかったことを確認した(実験開始から42日後の2021年5月20日)後, 2021年5月21日からインキュベーター(I, II)の温度設定を変更し実験を続行した。インキュベーター(I)は24時間サイクルで25℃を16時間, 35℃を8時間, インキュベーター(II)はもう一度35℃を8時間だけ与え, その後25℃一定とした。実験終了時の発芽率については, インキュベーター(I・II)の結果をまとめて解析した。実験は92日後の2021年7月8日に終了した。

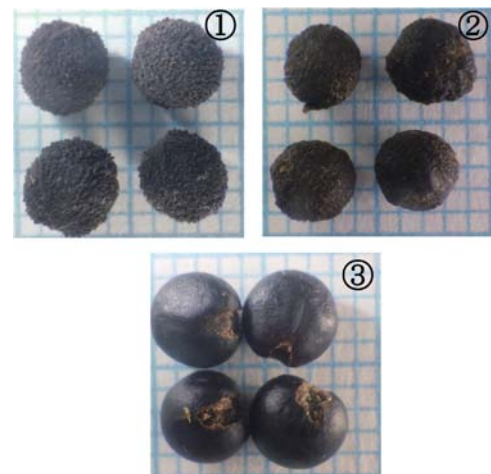


図-3. 3種類の処理を施したアカメガシワ種子
①カラ類剥皮種子, ②人工剥皮種子, ③未処理種子
※方眼1マスは1mmを示す。

表-1 実験に使用した種子数及びシャーレの数

インキュベーター	種子数(シャーレ数)		
	①カラ類剥皮	②人工剥皮	③未処理
I	30 (6)	50 (10)	50 (10)
II	30 (6)	50 (10)	50 (10)

Ⅲ. 結果

1. アカメガシワ結実木下への種子の落下形態

シードトラップにより, 合計1907個の種子が捕捉された(表-2)。破壊された種子や糞に含まれていた種子は確認されなかつ

表-2 各シードトラップで捕捉されたアカメガシワ種子の落下形態ごとの種子数

落下形態	種子数 (割合: %)					合計
	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	
(a) 外種皮なし	29 (10.3)	7 (1.7)	35 (4.4)	9 (3.0)	22 (16.7)	102 (5.3)
(b) 外種皮あり	97 (34.4)	40 (10.0)	204 (25.9)	73 (24.1)	66 (50.0)	480 (25.2)
(c) 果序付き	156 (55.3)	355 (88.3)	549 (69.7)	221 (72.9)	44 (33.3)	1325 (69.5)
合計	282	402	788	303	132	1907

括弧内の数字は各シードトラップでの総種子数に対する落下形態ごとの種子数の割合

た。外種皮の無い種子 (図-2 a) は全てのトラップで捕捉された。各トラップで捕捉された総種子数に対する外種皮の無い種子の割合は平均7.2% (範囲1.7%~16.7%) であった (表-2)。

2. 発芽実験

発芽実験の結果, 42日後 (2021年5月20日) の時点でインキュベーター (I) では, 播種した130個の種子のうち発芽がみられたものはなかった。インキュベーター (II) においても播種した130個の種子のうち発芽したのは人工剥皮種子1個, カラ類剥皮種子1個の計2個のみだった (図-4)。

温度設定を変更してから発芽がみられるようになった。実験終了時点での発芽率を表-3に示す。発芽率の処理間差について, 各処理の発芽種子数と未発芽種子数でカイ二乗検定を行い, p値をBonferroni法で補正した結果 (表-3), カラ類剥皮種子の発芽率は人工剥皮種子に比べて有意に低かった ($p < 0.05$)。人工剥皮種子と未処理種子の発芽率は人工剥皮種子のほうが高い傾向にあったが, 両者の間に有意な差は認められなかった ($p = 0.09$)。なお, 実験期間中に未処理種子の外種皮が腐敗などにより失われているような状態は観察されなかった。

表-3 実験終了時点の各処理の発芽種子数, 未発芽種子数, 最終発芽率

処理	発芽種子数	未発芽種子数	最終発芽率 (%)
①カラ類剥皮	6	54	10.0 ^a
②人工剥皮	48	52	48.0 ^b
③未処理	32	68	32.0 ^b

異なるアルファベットは有意に異なることを示す (Bonferroni法 $p < 0.05$)。

IV. 考察

平尾ほか (2021) では, 室内の給餌実験においてヤマガラとシジュウカラによる外種皮の摂食が観察されていた。本研究で野外の結実木下にて外種皮のない種子が各トラップである程度の割合で捕捉されたことから, 室内実験だけでなく野外においても外種皮のみの摂食が行われ, 結実木下に落とすことがあると示唆された。ただし, 種子を丸のみにした場合も外種皮のみ剥皮されて排出される可能性はある。今回の調査ではそれらを区別できなかったが, 今後は被食散布により散布されたアカメガシワ種子の外種皮の有無を確認する必要がある。

発芽実験において, インキュベーター (I) では, 25℃一定設定の温度変更前に発芽が見られず, 温度設定変更後にすべての処理において発芽数が増加した (図-4 (I))。このことは, 外種皮を剥皮してもアカメガシワの発芽には35℃前後の温度 (鷲谷, 1993) が必要であることを示す。したがって, 外種皮剥皮は温度要求性に影響しないと考えられた。今回, 35℃を8時間だけ与えたインキュベーター (II) では, 人工剥皮種子 (4月28日発芽) とカラ類剥皮種子 (5月2日発芽) でそれぞれ1個だけだが発芽した (図-4 (II))。しかし, 未処理種子は発芽しなかった。Washitani *et al.* (1987) は, 35℃を8時間だけ与える実験で未処理の種子でも20~70%程度発芽したことを報告している。今回未処理の種子が発芽しなかった原因はわからなかった。なお, 剥皮処理に関して, 外種皮剥皮された種子 (人工剥皮とカラ類剥皮) が未処理と比べて早く発芽した (図-4 (II)) ことは, 観察できたのが少数のため確実なことは言えないが, 外種皮剥皮が発芽率ではなく発芽のタイミングを早める効果を示している可能性

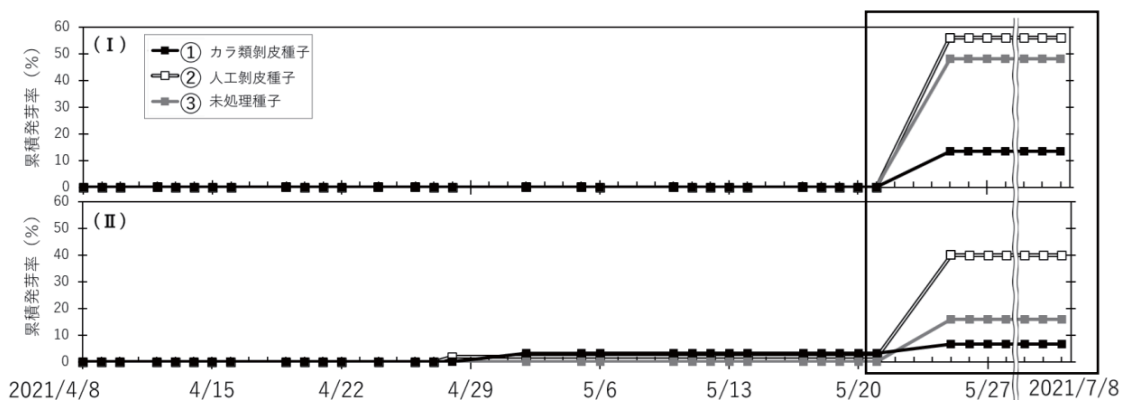


図-4 各インキュベーター (I・II) の累積発芽率の日変化
□内は温度設定変更後

もある。

今回、人工剥皮種子と未処理種子の間に有意な差は認められなかった。富川ほか(2013)の実験結果(種皮剥皮:23.8%,未処理:0.8% 35℃24時間後25℃一定)では、人工剥皮種子の発芽率のほうが高い傾向にあり、この傾向は本研究でも確認された(表-3)。これらのことから、外種皮の剥皮が発芽に負の影響を与えることはないと考えられた。ただし、カラ類剥皮種子の発芽率が人工剥皮種子に比べて有意に低くなっていた(表-3)。これはカラ類剥皮種子と他の2処理の種子の保存方法が異なっていたことが原因かもしれない。カラ類剥皮種子は紙袋に入れて室温で保存していたため、種子の状態が他と異なった可能性が考えられた。今後は条件を合わせて試験を行い、カラ類による剥皮の発芽率の影響を確かめる必要がある。

謝辞

本研究の一部はJSPS科研費(18K05749)の支援を受けて行った。

引用文献

- 平尾ほか(2021)九州森林研究 74:81-84
唐沢孝一(1982)鳥 31:75-76
北村四郎・村田源(1971)原色日本植物図鑑 木本編(I), 538 pp, 保育社, 大阪
正木 隆(2009)日本生態学会誌 59:13-24
大場秀章(1989)日本の野生植物 I (佐竹義輔ほか編集), 平凡社, 東京, 257-271
佐藤重穂・酒井 敦(2005)日鳥学誌 54:23-28
富川ほか(2013)鳥根中山間七研報 9:117-123
八木橋勉(2001)北大農演研報 58:37-59
鷺谷いづみ(1993)化学と生物 31:382-384
Washitani I *et al.* (1987) Ecol. Res. 2:191-201
(2021年11月14日受付;2021年12月24日受理)