

## 速報

煮沸によるマテバシイ堅果の発芽・発根能力消失実験  
およびカケスによる堅果の持ち去り試験\*<sup>1</sup>西 鈴音\*<sup>2</sup>・平田令子\*<sup>3</sup>・伊藤 哲\*<sup>3</sup>

西 鈴音・平田令子・伊藤 哲：煮沸によるマテバシイ堅果の発芽・発根能力消失実験およびカケスによる堅果の持ち去り試験 九州森林研究 76：107－110, 2023 カケスはブナ科樹木堅果の貯食行動から、二次散布者としての役割を持つと考えられる。しかし、供試堅果の持ち去り試験では、供試堅果による、試験地の遺伝子攪乱や試験地周辺で森林動態をモニタリングするような研究への影響が懸念される。そこで本実験ではマテバシイを対象に、煮沸処理によりマテバシイ堅果の発芽・発根能力が消失するか明らかにすることを目的とした。また、野外にも煮沸処理堅果を設置し、カケスによる持ち去り試験を行った。2年間冷蔵保存した堅果を2022年5月に煮沸し、未処理堅果とともにコンテナに播種した。その後、温室で4ヶ月間、発芽状況を観察した。同年8～10月に林内に餌台を1台設置し、センサーカメラでカケスによる持ち去り状況を調べた。発芽・発根率は未処理が33%、煮沸処理が0%となり、煮沸処理がマテバシイ堅果の発芽・発根能力を消失させることが明らかとなった。持ち去り試験において、カケスは確認されなかった。

キーワード：種子散布、遺伝子攪乱、カケス、餌台、播種

## I. はじめに

カケス *Garrulus glandarius* は森林性の鳥類であり、ブナ科樹木堅果の貯食行動をとることが知られている(高野, 1988)。この行動により、二次散布者としての役割を持つと考えられる。

堅果の持ち去りを調べる方法として、これまでに母樹上と地上での採食行動の観察や、餌台を設置し供試堅果に発信器を埋め込む、あるいはカケスに直接発信器を装着し追跡する方法が用いられてきた。たとえば、中村・江口(2020)はルリカケス *G. lidthi* による、結実したスタジイ *Castanopsis sieboldii*・アラカシ *Quercus glauca* 木での堅果の採食行動を、双眼鏡を用いて観察し、ルリカケスが両樹種の堅果を持ち去ったことを報告している。Pons and Pausas(2007)はカケスによるブナ科樹木堅果(セイヨウヒイラギガシ *Q. ilex* とコルクオーク *Q. suber*) 運搬について、餌台に設置した供試堅果に無線送信機を埋め込み、持ち去られた堅果の追跡調査を行った。また、中村(1998)はカケスのミズナラ *Q. crispula* 堅果運搬について、餌台を設置し直接観察を行い、更にカケスに発信器をつけ追跡調査を行った。しかし、このような供試堅果の持ち去り試験では、供試堅果により試験地の遺伝子攪乱が起こる危険性が考えられる。また、森林動態をモニタリングしているような試験地が近くにある場合には、供試堅果が発芽した場合に試験地に人為的な影響を与える可能性があるかもしれない。これらの問題を解決するために、中西ほか(2019)はネズミ(アカネズミ *Apodemus speciosus* とヒメネズミ *A. argenteus*) によるミズナラ堅果の持ち去り試験で、供試堅果の煮沸処理による発根能力消失実験を行った。結果、全ての堅果の発根能力が消失し、ネズミの持ち去りにも影響はなかったとしている。

そこで本研究では、マテバシイ *Lithocarpus edulis* 堅果を対象とし、煮沸処理がマテバシイ堅果の発芽・発根能力を消失させるか検証することを目的とした。また、煮沸処理堅果を野外に設置し、カケスにより煮沸処理堅果が持ち去られるかの検証を試みた。

## II. 試験地

マテバシイ堅果の発芽・発根能力消失実験は宮崎大学キャンパス内(東経131°24′, 北緯31°49′, 標高22.0~29.7 m, 宮崎県宮崎市学園木花台西1-1)で行った。

カケスによるマテバシイ堅果の持ち去り試験は宮崎大学田野演習林(東経131°36′, 北緯31°86′, 標高100~300 m, 宮崎県宮崎市田野町乙11300)の常緑広葉樹林(99年生, 10.53 ha)とヒノキ人工林(100年生, 6.51 ha)で行った。常緑広葉樹林は各階層が発達し、100年生のヒノキ人工林は広葉樹が多く侵入していた。2林分とも本試験を行う前からカケスの生息が観察されていた(西ほか, 未発表)。

## III. 方法

## 1. マテバシイ堅果の発芽・発根能力消失実験

2022年5月から9月にマテバシイ堅果の発芽・発根能力消失実験を行った。堅果の煮沸処理は研究室内でを行い、その後、温室でこれらの堅果の発芽観察を行った。実験に使用したマテバシイ堅果は2020年10月から研究室の冷蔵庫に保存されていたものである。この堅果はキャンパス内で採取された後、水に約1週間浸され、水に沈んだ堅果について、実験を行うまでの間、7℃に設

\*<sup>1</sup> Nishi, S., Hirata, R. and Ito, S. Loss of germination ability of *Lithocarpus edulis* acorns by boiling treatment and field examination of acorn removal by *Garrulus glandarius*.

\*<sup>2</sup> 宮崎大学大学院 農学研究科 Grad. Sch. Agric., Univ. Miyazaki 889-2192, Japan

\*<sup>3</sup> 宮崎大学 農学部 Fac. Agr., Univ. Miyazaki, Miyazaki 889-2192, Japan

定した冷蔵庫で保存された。その際、乾燥による発芽力の極端な低下(勝田ほか, 1998)を防ぐために湿層処理が行われた。湿層処理では、堅果を湿ったキムタオルで包み、さらにそれを新聞紙で包んだ後、チャック式ポリ袋に入れて密封した。2022年5月10日に研究室で、以下に示す手順で堅果の選別から播種までの作業を行った。まず、保存されていた堅果の中から、虫食いや腐敗のない堅果60個(1.40~3.94g)を選別し、全ての堅果の生重量を電子秤(SHIMADZU, ELB 300, 分解能0.01g)で計測した。計測後、生重量に偏りがないように未処理と煮沸処理用にそれぞれ30個ずつ堅果を分別した。煮沸処理用の堅果は中西ほか(2019)を参考に、水道水1000mlで1分間煮沸を行った。その後、マルチキャビティコンテナ(JFA-300, 54mm×43mm×140mm, キャビティ数24個)に未処理堅果と煮沸処理堅果、それぞれ24個と23個を播種した。なお、煮沸の際に浮いた堅果(5個)と煮沸により破損した堅果(1個)は使用しなかった。なお、両処理において、煮沸処理を行う前の生重量が2.0g未満の堅果も使用しなかった。播種の深さは3cmとし、培養土にはパーミキュライトを使用した。コンテナは播種後2日間、研究室のベランダに置いた後、温室に移動させ、2022年5月10日から9月2日までの113日間、発芽状況を観察した(図1)。室温は最低13.5℃・最高38.2℃・平均26.1℃であり、水やり頻度は2022年6月5日までは2日に1回、2022年6月6日以降は1日に1回とした。調査期間中、基本的に週に1回、発芽の有無を記録した。発芽しなかった堅果について、土の中で発根しているかどうかを確認するため、2022年9月2日に堅果の掘り起こしを行った。また、発根の有無と堅果内の胚の充実状態を確認するために、断面が見えるように堅果を切断した。

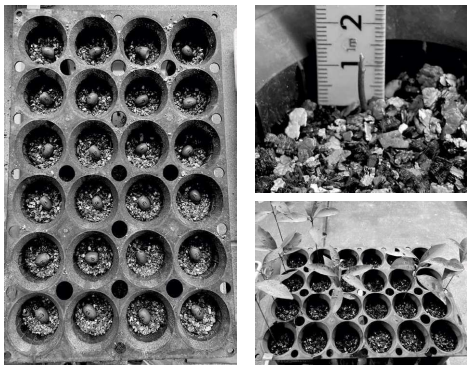


図1. マルチキャビティコンテナ(左)と発芽した堅果(右)

## 2. カケスによるマテバシイ堅果の持ち去り試験

試験は2022年8月26日から2022年10月6日までの41日間行った。2022年8月26日に常緑広葉樹林内に餌台を1台設置し、近くにセンサーカメラを設置した(図2)。餌台は全長150cmで、地面からの高さが120cmになるように地面に打ち込んだ。上部の餌をのせる板は1辺30cmであり、ここに煮沸処理堅果30個を設置した。また、ネズミによる持ち去りを防ぐために、ネズミよけを板の下に取り付けた。センサーカメラはトロフィーカムXLT-24MPログロウを使用し、餌台から125cm離れた位置に設置した。カメラ設定は動画解像度1280×720のビデオ撮影モードで、撮影時間を60秒(2022年9月7日以降は30秒に変



図2. 林内に設置した餌台とカメラ

更), インターバルを10秒, センサー感度をauto, 作動時間を24時間, タイムスタンプ・ビデオサウンドをonとした。2022年10月3日までにカケスが撮影されなかったため、同日に餌台をヒノキ人工林に移動させた。供試堅果は常緑広葉樹林で設置した堅果30個をそのまま使用し、餌台の高さは115cmとした。また、カケスを誘引するため、2022年10月3日以降は餌台にひまわりの種を追加した。センサーカメラの記録確認は基本的に週に1回の頻度で、常緑広葉樹林で5回、ヒノキ人工林で2回の計7回行った。試験地ではマテバシイ堅果の残存数を記録し、持ち帰ったカメラの撮影データからカケス来訪の有無と日時を確認した。

## IV. 解析

堅果の生重量が、煮沸処理による堅果の発芽・発根能力消失に影響を与えたかについて分析した。解析にはWelchのt検定を用い、未処理と煮沸処理間の比較を行った。

また、本試験で使用した堅果は採取後2年間保存していたものであった。そのため、堅果がそもそも発芽・発根能力を有していたのかについて、堅果の重量との関係をロジスティック回帰分析により確認した。説明変数と目的変数はそれぞれ、堅果の生重量、発芽の有無(0:無, 1:有)とした。これらの解析には統計解析ソフトR(Ver 4.1.0)を用いた。

## V. 結果

### 1. マテバシイ堅果の発芽・発根状況

図3に観察期間内における日別の発芽率の推移を示した。未処理では、45日目(2022年6月24日)に初めて堅果の発芽が確認され、73日目(2022年7月22日)以降新しく発芽したものはなかった。最終的に未処理では24個のうち8個の堅果が発芽し、発芽率は33%となった。一方、煮沸処理では期間内で発芽した堅果はなかった。

各堅果の発芽と発根状況の詳細を表1に示した。発芽状況について、未処理堅果に着目すると、2.6g以上の堅果で発芽が見られ、3.0g以上では全てが発芽した。発根状況については、未処理で発芽した堅果全てで発根が確認された。しかし、煮沸処理では全ての堅果で発根が確認されなかった。

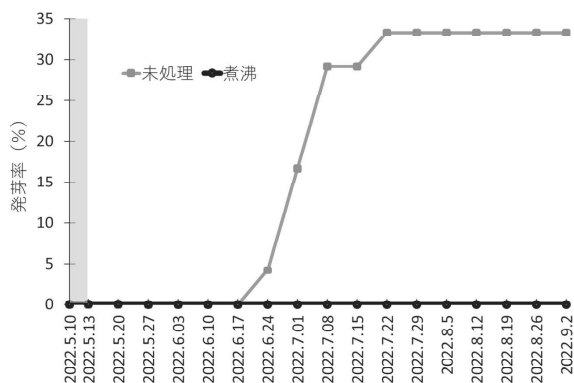


図3. 各処理における日別の発芽率推移  
灰色の背景はペラングに置いた期間

表1. 各処理における堅果の生重量と発芽・発根の有無

	未処理堅果			煮沸処理堅果		
	No	生産量 (g)	発芽 発根	No	生産量 (g)	発芽 発根
	3	3.76	○ ○	39	3.94	× ×
	20	3.48	○ ○	31	3.55	× ×
	17	3.17	○ ○	36	3.43	× ×
	24	3.00	○ ○	44	3.38	× ×
	23	2.97	○ ○	41	3.17	× ×
	8	2.94	× ×	37	3.14	× ×
	7	2.87	○ ○	40	2.99	× ×
	26	2.87	○ ○	35	2.78	× ×
	5	2.78	× ×	42	2.76	× ×
	25	2.69	○ ○	47	2.70	× ×
	19	2.52	× ×	54	2.68	× ×
	4	2.49	× ×	50	2.61	× ×
	6	2.46	× ×	46	2.58	× ×
	1	2.28	× ×	38	2.54	× ×
	11	2.28	× ×	33	2.52	× ×
	22	2.25	× ×	32	2.52	× ×
	12	2.21	× ×	49	2.43	× ×
	16	2.18	× ×	48	2.38	× ×
	18	2.17	× ×	52	2.37	× ×
	9	2.16	× ×	51	2.35	× ×
	2	2.15	× ×	34	2.29	× ×
	10	2.15	× ×	56	2.27	× ×
	21	2.09	× ×	43	2.21	× ×
	15	2.00	× ×			
計	24			23		
発芽・発根数			8 8			0 0
平均 (g)		2.58			2.76	
割合 (%)			33 33			0 0

2年間の保存が発芽・発根能力へ与える影響と生重量との関係を確認するためにロジスティック回帰分析を行った。その結果、堅果の生重量と発芽の有無には有意性があり、軽い堅果ほど発芽率が低い傾向があることが分かった (図4,  $p < 0.05$ )。

堅果の生重量が発芽・発根能力に影響を与えたかを明らかにするために処理間で比較を行った。その結果、処理間の比較では生重量に有意な差は見られなかった (図5-a,  $p > 0.05$ )。未処理堅果に着目すると、発芽・発根した堅果はしなかった堅果より有意に重く (平均: 有 3.10 g, 無: 2.32 g,  $p < 0.05$ )、比較的軽い堅果が発芽・発根する傾向があった。一方、煮沸処理堅果と

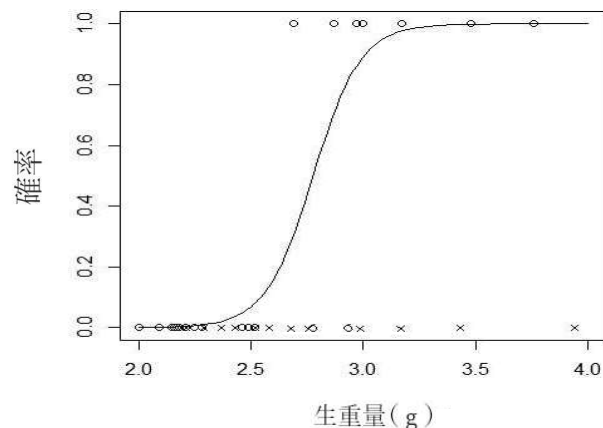


図4. 生重量と発芽有無の関係  
○: 未処理 ×: 煮沸処理堅果

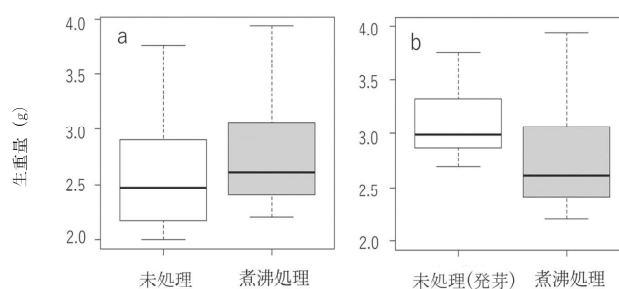


図5. 堅果の生重量の比較  
a: 未処理堅果と煮沸処理堅果  
b: 未処理で発芽した堅果と煮沸処理堅果

未処理・発根無



煮沸処理・発根無

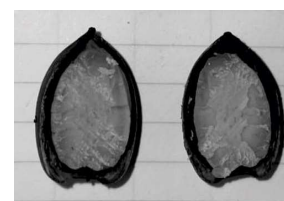


図6. 煮沸処理した堅果の胚の充実状態の1例

未処理の発芽・発根した堅果の間には生重量に有意差は見られず (図5-b,  $p > 0.05$ )、煮沸処理では重い堅果でも発芽・発根しなかった。

胚の充実状態が発芽・発根能力消失に影響を与えたかについて、煮沸処理を行った全ての堅果で胚が充実していた (図6)。未処理の発根しなかった堅果も、1個 (2.09 g) を除くほとんどで胚が充実しており、胚の充実状態は未処理と煮沸処理間で大きな違いはなかった (図6)。

## 2. カケスの餌台への来訪状況

試験の結果、カメラの有効撮影期間は41日、撮影数は31本で

あった。撮影要因の内訳は、昆虫類2本、調査者の映り込み17本、太陽光2本、動物等の映り込みのない不明なものが10本であった。2林分においてカケスの来訪は撮影されず、そのほかの鳥類やネズミ類などの堅果を消費する生物についても鳴き声や姿の記録はなかった。

## VI. 考察

本実験において、未処理堅果の発芽・発根率は33%だった(図3)。本実験で使用した堅果(未処理)の1年目時点での発芽率は71%であることが分かっており(播種:2021年5月, 期間:2021年5月~12月, 大野, 未発表), それよりも低い結果となった。また, ロジスティック回帰分析の結果から, 今回用いた堅果は軽いほど発芽・発根しにくかったことが明らかとなった(図4)。堅果は呼吸により貯蓄養分が減少していくため(橋詰・福富, 1978), 本実験を行った2年目の時点では堅果は古くなっており, 発芽・発根能力が低くなっていてと考えられた。そして, 保存の影響は生重量が軽かった堅果ほど顕著であることが分かった。

本実験では, 煮沸した堅果はいずれの重量でも発芽・発根が確認されなかった(表1, 図3)。堅果の生重量は処理間で差はなく, 未処理で発芽・発根した堅果と煮沸処理堅果との間にも差はなかった(図5)。また, 胚の充実状態にも処理間で違いは見られなかった(図6)ことから, 煮沸処理堅果の発芽・発根能力の消失に胚の充実状態は影響を与えていなかった。先行研究として, 中西ほか(2019)は煮沸処理により, ミズナラ堅果の発根率が0%となったことを報告しており, 本実験においても, 煮沸がマテバシイ堅果の発芽・発根能力を消失させたと考えられた。ただし, 前述のとおり生重量の軽かった堅果については, 2年間の保存の影響により, もともと発芽・発根能力が消失していた可能性が残った。

カケスによるマテバシイ堅果の持ち去り試験でカケスが来訪しなかった原因として, カケスが煮沸処理堅果を餌として認識しなかった可能性や, 餌台を警戒した可能性がある。煮沸処理堅果について, 先行研究でカケスは堅果を餌台から持ち去る際に, 自動送信機入りの堅果を餌台の外に意図的に捨てたことが報告されている(Pons and Pausas, 2007)。そのため, カケスが煮沸処理堅果を餌とするか否かの判断をするためには, まず餌台に来訪し, 堅果を間近で観察する必要があると考えられた。したがって, 本

実験ではカケスが煮沸処理堅果を餌として認識しなかったかどうか判断することができなかった。カケスが餌台を警戒した可能性については, カケスが餌台から堅果を持ち去った事例が観察されており(中村, 1998; Pons and Pausas, 2007), 餌台に対する警戒心は大きくないと推察される。本試験ではカケスが餌台に来訪しなかったため, 餌台がカケスに与える影響は不明であった。また, 本試験ではカケスが調査以前から対象林分を利用していることを確認しているものの, 試験地の特に常緑広葉樹林内は見通しが悪かったことや, 設置した餌台が1台のみであったことなどが影響し, そもそもカケスが餌台と遭遇する確率が低かったという可能性も考えられた。

本研究により, 煮沸したマテバシイ堅果は発芽・発根能力を消失することが明らかとなった。このことにより, 煮沸処理を行うことで遺伝子攪乱等の人為的な影響を与えずにカケスによる堅果の持ち去り試験を行うことが可能であることが示された。今後の課題として, 実際に煮沸処理堅果をカケスが持ち去るかどうか確認する必要がある。そのためには, カケスとの遭遇率を上げるために餌台数を増やす必要もあると考えられた。また, 発芽・発根能力消失実験では堅果の発芽・発根能力消失に, 使用した堅果の古さが影響を与えた可能性が残されている。そのため, 当年に採取した新しい堅果でも検証を行う必要がある。

## VII. 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

- 勝田証ほか(1998)日本の樹木種子(広葉樹編), 林木育種協会, 東京, p. 96
- 橋詰隼人・福富章(1978)日林誌60:163-168
- 中村浩士(1998)カケスの森, フレーベル館, 東京, 25-31
- 中村友洋・江口和洋(2020)日鳥学誌69:197-207
- 中西敦史ほか(2019)北森研67:63-66
- Pons J and Pausas JG(2007)Oecologia 153:903-911
- 高野伸二(1988)山溪カラー名鑑 日本の野鳥, 山と溪谷社, 東京, p. 548
- (2022年11月12日受付; 2023年1月17日受理)