

令和3年度
和泉葛城山ブナ林保全調査業務
報告書



令和4年3月

地方独立行政法人
大阪府立環境農林水産総合研究所

目次

I. はじめに	1
II. 方法	1
1 生育環境調査	1
2 種子生産量調査	2
(1) シードトラップの設置	2
(2) 落下物の回収と分別	3
(3) 解析方法	3
3 豊凶調査	3
4 カメラトラップ調査	5
(1) 自動撮影カメラの設置	5
(2) データ回収と解析方法	6
III. 結果および考察	6
1 生育環境調査	6
2 種子生産量調査	6
3 豊凶調査	7
4 カメラトラップ調査	8
IV. まとめ	11
V. 参考文献	12

I. はじめに

和泉葛城山のブナ林は、分布の南限圏にあり、かつ標高の低い温暖なところに形成されるなど学術的にも貴重なことから国の天然記念物に指定されている。しかし、近年、ブナ林の衰退が認められ、保全のための対策が必要となっている。

ブナ林の衰退の要因の一つに、ブナの天然更新が健全に行えていないことが挙げられる。事実、近年ブナ立木数が若木を中心に減少しており、実生・稚樹の定着もほとんどないことが指摘されている（和泉葛城山ブナ林保護増殖検討委員会 2021）。この一因として、近年の気候変動によってブナの種子生産力や種子の健全性が低下していることが考えられる。令和元年の温量指数は既にブナ林が成立しうる上限値に達しており（和泉葛城山ブナ林保護増殖検討委員会 2021）、ブナ林への深刻な影響が危惧される。事実、和泉葛城山では、1993年に大規模な結実が確認されて以降、2020年にまとまった結実がみられるまで長期間にわたってブナの豊作が確認されていなかった。2020年の結実も、昨年度受託業務で実施した種子生産量調査結果によると健全率がわずか0.29%と非常に低く、発芽可能な種子がほとんど生産されていない状況が明らかになっている。今後の天然更新の可能性を把握するためにも、和泉葛城山における気温や湿度等の生育環境をモニタリングするとともに、ブナの種子生産量やブナ種子の健全率の状況を継続的に把握していくことが必要である。

加えて、ブナの更新を阻害要因となる新たな脅威として、和泉葛城山系へのシカの分布拡大が懸念される。シカの侵入・生息密度増加は下層植生に甚大な影響をもたらすため、ブナの実生・稚樹の定着や成長が困難になることが考えられる。一方で、現時点では和泉葛城山ブナ林におけるシカ等の哺乳類相の情報はほとんど存在しない。シカの侵入状況をいち早く把握し、素早い対策につなげていくためにも、和泉葛城山ブナ林における哺乳類相のモニタリング体制を構築することが急務である。

そこで、公益財団法人大阪みどりのトラスト協会（以下、トラスト協会）が実施する気温や湿度等の生育環境モニタリングをサポートするとともに、ブナ種子の生産量および健全度の経年変化を明らかにするための、シードトラップによる種子調査および殻斗の着生状況を用いた豊凶の程度（豊凶指数）の継続調査を行った。また、自動撮影カメラを用いて和泉葛城山ブナ林に生息する哺乳類相を調査した。

II. 方法

1 生育環境調査

和泉葛城山ブナ林にトラスト協会が設置済みの気象観測装置9台（コアゾーン2台、バックアークゾーン7台）を定期的に巡回し、気温、日射量、土壌水分等の気象データを回収した。回収したデータはとりまとめて、順次トラスト協会に送付した。

2 種子生産量調査

(1) シードトラップの設置

和泉葛城山におけるブナの種子生産量および種子の健全率を把握するために、シードトラップを用いた種子調査を実施した。シードトラップは、農業用遮光ネットと園芸支柱を組み合わせて、受け口が1m×1mとなるように作成した（図1）。

トラップは、継続的な調査データの比較が可能なよう、令和元年度に選定した調査対象木20本の



図1 シードトラップの様子

同じ位置に設置した（図2；表1）。設置は令和3年6月14日に行い、令和3年12月1日の落下物の回収作業後に全てのトラップを撤去した。なお、当初調査対象木としていたN125（2018年の胸高直径45.3cm）のブナ個体については令和2年9月30日に枯死を確認したことから、それ以降は近隣のブナ個体であるN113にトラップを移設して調査を行っている。

表1 シードトラップ設置対象木の詳細

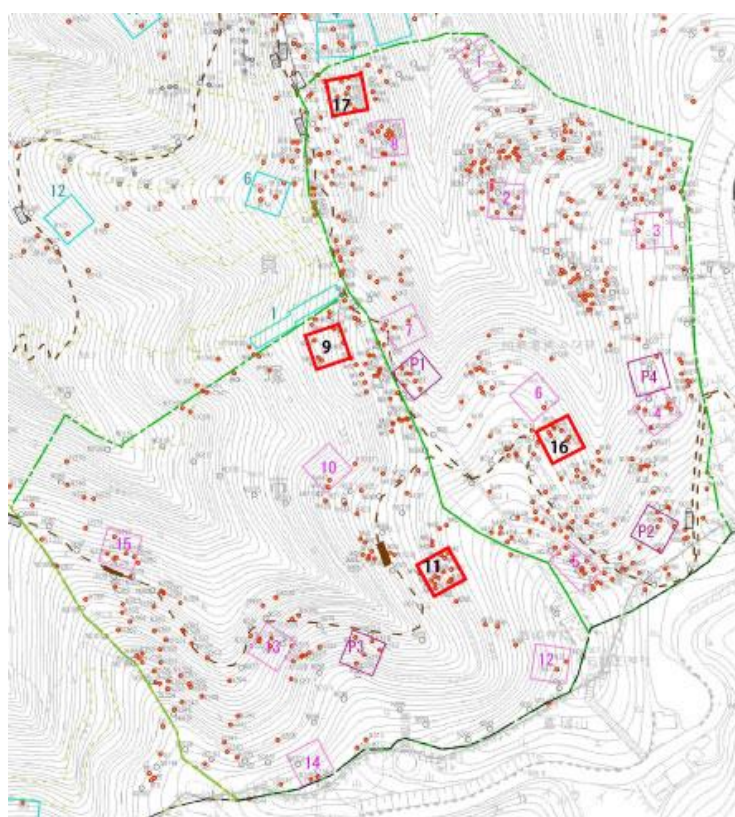


図2 シードトラップを設置したトラップの位置図

プロット 番号	ブナ個体 番号	胸高直径 (2018)
9	447	23.1
	448	40.0
	449	64.7
	450	27.4
	451	51.0
11	400	32.8
	401	16.0
	406	58.6
	408	25.5
	414	49.0
16	113	69.6
	126	42.7
	131	34.6
	132	35.0
	134	63.0
17	99	90.0
	100	27.7
	101	33.7
	102	36.8
	103	75.0

（２）落下物の回収と分別

９月３日および１２月１日の２回、シードトラップ内の落下物を回収した。回収物は、ブナの器官（種子、殻斗および葉）とその他に分別した。殻斗には開いたものと閉じたものが含まれていたが両者をまとめて計数し、閉じた殻斗内にある種子は種子数には計上しなかった。種子は、まず目視により虫害等の被害の有無を判定し、被害のみられた種子を「虫害」とした（図３）。その後、



図３ 「虫害」の種子の様子

虫害等の被害のみられなかった種子を対象に、水選により充実度を判定した。具体的には、成熟して沈水するものを「健全」、未成熟で浮遊するものを「しいな」とした。以上の区分ごとに、回収した種子数を計数した。また、ブナ葉とその他の落下物については送風乾燥器を使用して 60℃・48 時間の設定で乾燥し、それぞれ乾重を計測した。

（３）解析方法

調査期間全体での落下種子数や殻斗数、ブナ葉やその他の重量を集計し、総種子数や種子の健全率等の調査結果について令和元年度および令和２年度の調査結果と比較した。ここで健全率は、総種子数に占める健全種子数の割合として算出した。比較にあたってはできる限り調査時期をそろえられるよう、令和元年度調査では令和元年６月１４日から１１月２６日までのデータを、令和２年度調査では令和２年５月１３日から１１月２５日までのデータを利用した。また、ブナ種子成熟期間内での変化を把握するため、調査期間を前半と後半に区分し、それぞれの期間内での落下状況を比較した。令和元年度は９月２７日までを、令和２年度は８月２７日までを、令和３年度は９月３日までをそれぞれ前半とした。

３ 豊凶調査

シードトラップによる調査を実施していないブナ個体も含めて、ブナ林全体での種子生産状況を把握するため、目視での豊凶調査を実施した。ここでは東北森林管理局の調査手法にならって、ブナ樹冠における殻斗の着生度合いから種子の豊凶状況を調査した。調査は令和３年１１月１７日に実施し、令和２年度に選定したコアゾーン内のブナ 64 本を調査対象木とした（図４）。双眼鏡を用いて各調査対象木の樹冠を注意深く観察し、殻斗の着生状況を 0、1、3、5 の４段階で評価した（表２）。その後、全調査対象木の平均値を豊凶指数として算出し、令和２年度の調査結果と比較した。

また、調査年による個体ごとの豊凶状況の変動傾向を把握するため、一般化線形モデルによる解析を行った。令和３年度の殻斗の着生状況を目的変数、令和２年度の殻斗の着生状況と胸高直径を説明変数に用い、確率分布として二項分布、リンク関数として probit を指定した。その後、赤池情報量基準（AIC）を用いた変数選択をおこった。解析には R 3.6.1（R Core Team 2019）を用いた。

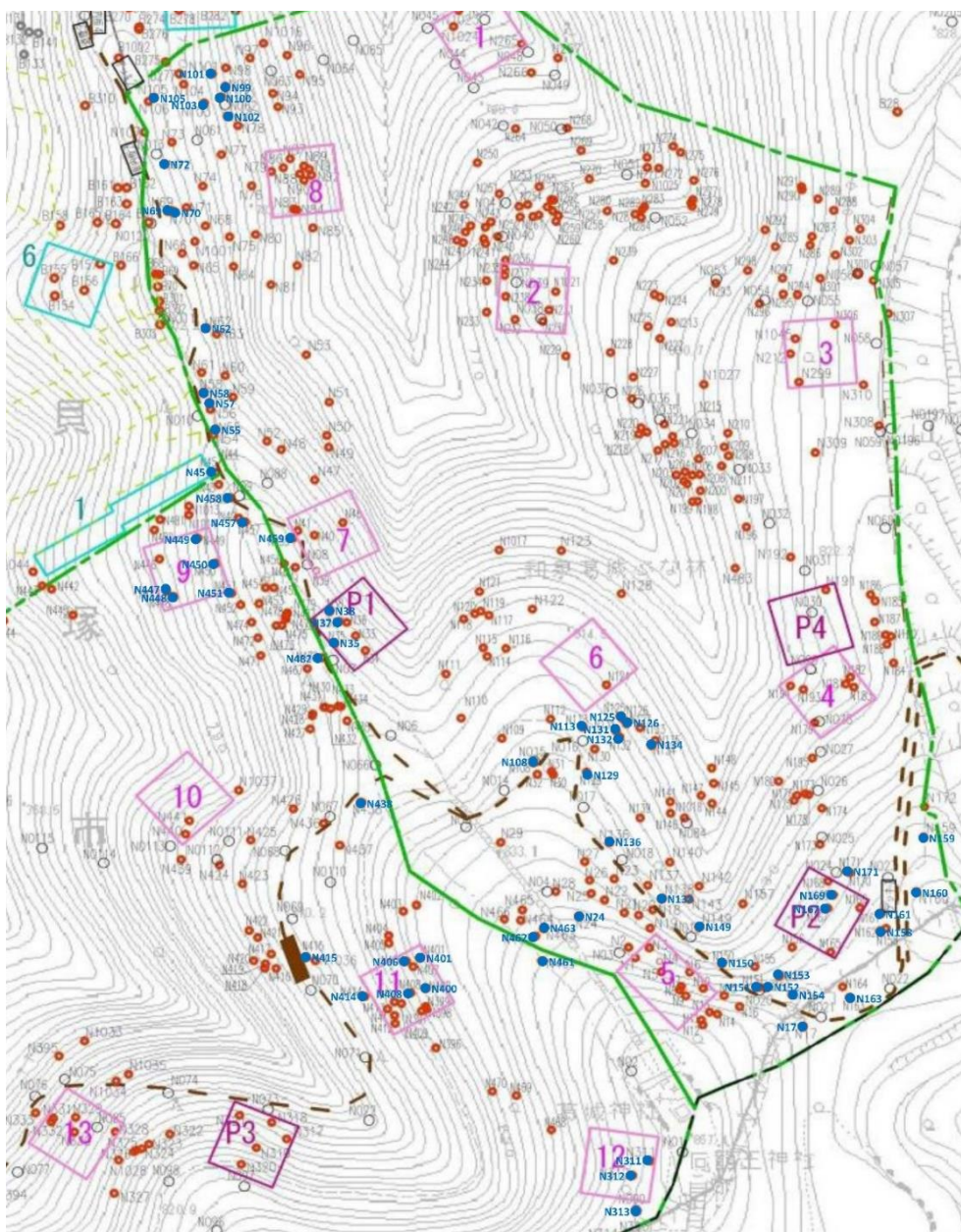


図4 豊凶調査対象木（青丸）の分布図

表2 殻斗の着生状況による判断基準

殻斗の着生状況	評価指数
樹幹全体にたくさんついている	5
樹幹上部に多くついている	3
ごくわずかについている	1
まったくついていない	0

4 カメラトラップ調査

(1) 自動撮影カメラの設置

令和3年6月9日および6月14日に、コアゾーン内に2基、バッファゾーン内に7基の自動撮影カメラ TREL20J（株）GISupply 製）を設置した。本機種は、夜間は赤外線不可視光での撮影が可能であり、和泉葛城山ブナ林に生息する野生動物に不用な人為的影響を与えることなく調査が可能である。メーカー公表値によると、本機種のセンサー反応距離は25m、トリガースピードは1.2秒、画角は57°、夜間フラッシュ照射範囲は27mとなっている。カメラの設置場所は、既設の気象観測装置の支柱を基本とし、林床植生が比較的少なく、誤作動が少ないと考えられる方向にカメラを固定した（図5）。なお、No.8の気象観測装置周辺は密にミヤコザサが繁茂しており、カメラの設置および調査が困難であったことから、設置場所を約200m西方のブナ愛樹クラブの作業小屋下とした（図6）。撮影条件は30秒間のフルHD（解像度1920×1080ピクセル）の動画撮影とした。



図5 気象観測装置に設置した自動撮影カメラの様子

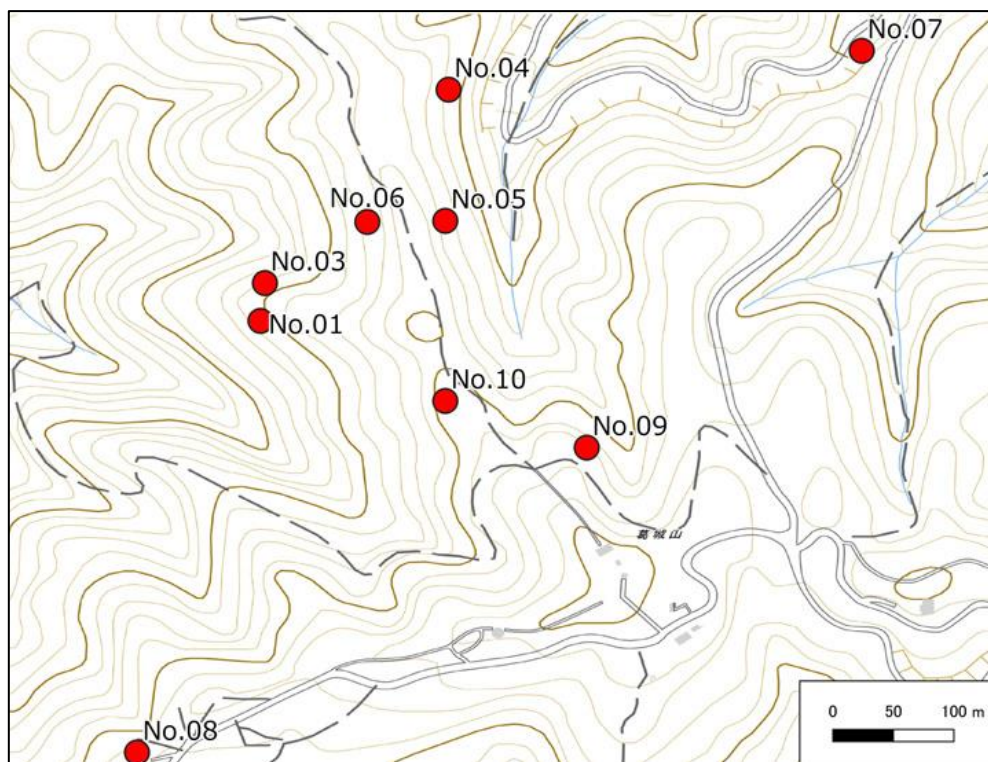


図6 自動撮影カメラの設置位置図（赤丸）．カメラ設置地点の番号は近接する気象観測装置の番号を転用した．

(2) データ回収と解析方法

令和3年9月13日、11月10日および11月17日、令和4年2月17日に設置したカメラを訪問し、データの回収と電池の交換を実施した。データ回収後、撮影された哺乳類を種同定し、撮影された個体数を集計した。哺乳類の和名および学名は川田ほか(2018)に従った。個体数の集計では O'Brien et al. (2003) に従って、個体識別が困難な同一種が30分以内に連続して撮影されていた場合には、一連の行動による撮影と判断して集計から除外した。なお、撮影画像1枚あたりの撮影個体数が複数のものが含まれる場合には、撮影個体数が最大のものを採用した。その後、調査地点ごとに各哺乳類の撮影頻度指数を以下の式で算出した。

$$\text{撮影頻度指数} = \frac{\text{のべ撮影個体数}}{\text{カメラ稼働日数}} \times 100$$

III. 結果および考察

1 生育環境調査

令和3年6月9日、9月13日、11月10日および11月17日、令和4年2月17日の計4回、気象観測装置を訪れ、気象データを回収した。回収したデータは観測装置の設置地点ごとにとりまとめ、回収後1週間以内に電子ファイルをトラスト協会に送付した。

2 種子生産量調査

シードトラップで収集された各年度の種子数や殻斗数、各種重量(g)を表3に示す。令和3年度の落下種子数は合計19個と、令和2年度の12,578個から大きく減少し、令和元年度の18個とほぼ同等となった。令和3年度は、健全種子が全く見られず、大半が虫害を受けており、健全率は0であった。種子数と同様、虫害が大半で、健全種子が全く見られないという構成比率も令和元年度と類似していた。また、豊作年であった令和2年度は成熟過程の前半での落下種子数に比べて後半の種子数の方が多いのに対し、令和3年度は令和元年度と同じく種子のほとんどが成熟過程の前半で落下していた。これらの傾向は以前の和泉葛城山ブナ林での、健全種子のみられた豊作年とみられなかった凶作年の報告事例とも共通しており(田中 1996)、令和3年度は典型的な凶作年の様相を呈していたと言えよう。一方で、殻斗数は令和元年度よりも令和3年度の方が多く、その差は特に成熟過程の前半で顕著であった。詳細は不明であるが、豊作年であった令和2年度に樹上に残存していた殻斗が令和3年度になって落下したものが多少含まれたことが原因かもしれない。

収集されたブナ葉重量と、ブナの器官ではないその他の重量の状況も、令和元年度と令和3年度がよく似ているのに対し、令和2年度がやや異なる傾向にあった。その他の重量は令和2年度が合計約7,400gであるのに対し、令和元年度と令和3年度は6,000g前後とやや小

さかった。一方で、ブナ葉重量は令和 2 年度が合計 2,200g 程度であるのに対し、令和元年度と令和 3 年度は 2,450g 前後とやや大きくなっていた。調査間隔の都合上、比較に用いた調査期間が令和 2 年度のみ約 1 カ月長いため、その他の重量が令和 2 年度にやや大きくなったものと考えられる。その一方で、調査期間の長い令和 2 年度にブナ葉重量が小さかったことから、豊作年で種子生産量が多かったことが影響したものと予想される。種子生産に資源を集中的に投資するために葉への資源投資が少なくなり、葉の枚数の減少や矮小化が生じていた可能性が示唆される。

表 3 調査年度ごとのシードトラップ（計 20m²）での収集内容

年度	期間	種子数			殻斗数	ブナ葉重量 (g)	その他重量 (g)
		健全	しいな	虫害			
R01	前半	0	1	16	18	382.94	2308.32
6/14～							
11/26	後半	0	0	1	8	2063.92	3873.93
R02	前半	4	939	1895	1940	167.1	2916.9
5/13～							
11/25	後半	32	7575	2133	3361	2004.2	4437.2
R03	前半	0	1	16	99	205.3	1529.3
6/13～							
12/1	後半	0	1	1	23	2269.7	4407.9

3 豊凶調査

令和 3 年度の殻斗の着生状況は、0 や 1 と判定されたものが大半を占め、最も着生が良かったものでも 3 と判定されたものが 1 個体のみであり、令和 2 年度とは状況が大きく異なっていた（表 4）。着生状況から算出された豊凶指数は 0.656 となり、令和 2 年度の 3.31 から大きく低下した。豊凶指数が「3.5 以上」で豊作、「2 以上 3.5 未満」で並作と判断されることから、令和 3 年度は凶作と判断された。この結果はシードトラップを用いた種子生産量調査の結果とも共通しており、令和 3 年度は和泉葛城山ブナ林全体が凶作であったと言えよう。

表 4 令和 2 年度および令和 3 年度の殻斗着生状況ごとの確認個体数

着生状況	令和 2 年度	令和 3 年度
0		24
1	8	39
3	38	1
5	18	

一般化線形モデルによる解析の結果、令和 2 年度の殻斗の着生状況のみを説明変数とするモデルが採択された (AIC=114.4、フルモデルの AIC=116.4)。令和 3 年度の殻斗の着生状況と令和 2 年度の殻斗の着生状況の間には有意な正の関係が認められた ($p=0.005$)。すなわち、令和 2 年度によく種子をつけていたブナ個体は、令和 3 年度にも比較的多く種子をつける傾向にあったことが明らかになった。令和 3 年度は全体的に凶作ではあったものの、種子生産力の高いブナ個体はある程度決まっていることが示唆される。説明変数として胸高直径が選択されなかったことから、種子生産力はブナのサイズには依存しておらず、地形や光環境など、生育する立地環境に付随する環境要因が強く影響するのかもしれない。

4 カメラトラップ調査

表 5 に地点ごとの撮影された哺乳類と撮影頻度指数を、図 7 に代表的な哺乳類の撮影画像を示す。和泉葛城山ブナ林では、のべ 2117 日のカメラ稼働日数で計 11 種の哺乳類が確認された。なお、画像のみでは詳細な種判別が難しかった小型のネズミの仲間はまとめて「ネズミ類」、イタチの仲間は「イタチ類」とした。最も高頻度で哺乳類が撮影されたのは No.5、最も撮影が少なかったのは No.10 の調査地であった。確認された哺乳類の種数が最も多かったのは No.3 の調査地で 6 種、最も少なかったのは No.10 の調査地で 1 種であった。No.10 の調査地はコアゾーン内でミヤコザサが林床に密生していたことから、哺乳類がうまく撮影できなかった可能性が指摘される。追加での設置許可申請等が必要になるが、同じくコアゾーン内で比較的林床の植被率が低い場所へのカメラの移設も検討すべきであろう。

全体で最もよく撮影されたのはニホンノウサギ (*Lepus brachyurus*) で、撮影頻度指数は 5.57 と他種よりも群を抜いて高く、唯一全ての調査地点で撮影されていた。同様にブナ林が広がる紀伊山地での調査結果をみると、大台ヶ原 (福田ほか 2008)、前鬼 (深川・辻野 2016)、和佐又山 (崎山・辻野 2020) ではニホンノウサギが全く撮影されておらず、撮影のあった大普賢岳でも撮影頻度指数は 0.3 と非常に低い (崎山・辻野 2020)。このことか

表 5 各調査地点のカメラ稼働日数および確認された哺乳類種ごとの撮影頻度指数（個体数/100 カメラ日）

	No.01	No.03	No.04	No.05	No.06	No.07	No.08	No.09	No.10	合計
稼働日数	188	253	253	213	253	213	248	248	248	2117
ニホンノウサギ	2.66	4.74	7.51	18.31	7.51	2.82	2.42	2.82	2.02	5.57
アライグマ	0.53	0.79	0.40	3.76	0.79	0.47	0	8.47	0	1.70
タヌキ	1.06	1.98	0.79	1.41	3.16	0	0	0.40	0	0.99
ニホンリス	0	1.19	0	0.47	0	0	0	1.61	0	0.38
ニホンテン	0	0.40	0	0.94	0.79	0	0.40	0	0	0.28
ネズミ類	0	0.40	0	0	0	0.47	0	0	0	0.09
アナグマ	0.53	0	0	0	0	0	0	0	0	0.05
イタチ類	0	0	0	0	0	0	0	0.40	0	0.05
イノシシ	0	0	0	0	0	0.47	0	0	0	0.05
アカギツネ	0	0	0	0	0	0	0.40	0	0	0.05
ムササビ	0	0	0	0	0	0.47	0	0	0	0.05
地点合計	4.79	9.49	8.70	24.88	12.25	4.69	3.23	13.71	2.02	

ら、ニホンノウサギが高密度で生息する状況はブナ林で一般的なことではなく、和泉葛城山ブナ林に特異的なものであることが考えられる。特に撮影頻度指数が高かったのが No.4～6 というやや低標高のバッファゾーンであることから、コナラやアカマツを中心とした典型的な二次林が広がる和泉葛城山の植生構造が寄与している可能性が示唆される。ウサギによる採食は特に実生に影響し得ると考えられるため、バッファゾーンでの苗木の植栽時には、ウサギが採食できない高さに成長した苗木を用いることや防護柵の設置等の対策を併用することを検討する必要があるだろう。

次いでよく撮影されていたのは特定外来生物のアライグマ (*Procyon lotor*) であり、コアゾーンである No.9 を含め広範囲で撮影されていた。アライグマは紀伊山地のブナ林では全く撮影されておらず (福田ほか 2008; 深川・辻野 2016; 崎山・辻野 2020)、和泉葛城山ブナ林が比較的都市部や農村から近い場所に位置することが影響しているのだろう。今回、アライグマとほぼ同様の地点でタヌキ (*Nyctereutes procyonoides*) が撮影されていた。タヌキに対してはアライグマによる負の影響が指摘されており (栗山ほか 2018)、今後の悪影響が危惧される。今回は鳥類に関しては解析から除外しているものの、同じく特定外来生物であるソウシチョウも高頻度で撮影されており、天然記念物である和泉葛城山ブナ林の保全という面ではこれらの特定外来生物の対策についても検討していくことが重要であろう。

在来種の中では、前述のタヌキのほか、ニホンリス (*Sciurus lis*) やニホンテン (*Martes melampus*) も比較的よく撮影された。これらの3種は地域によって多少の変動はあるものの、紀伊山地のブナ林でもしばしば撮影されており (福田ほか 2008; 深川・辻野 2016; 崎山・辻野 2020)、ブナ林でも一般的に生息する哺乳類であると言えよう。

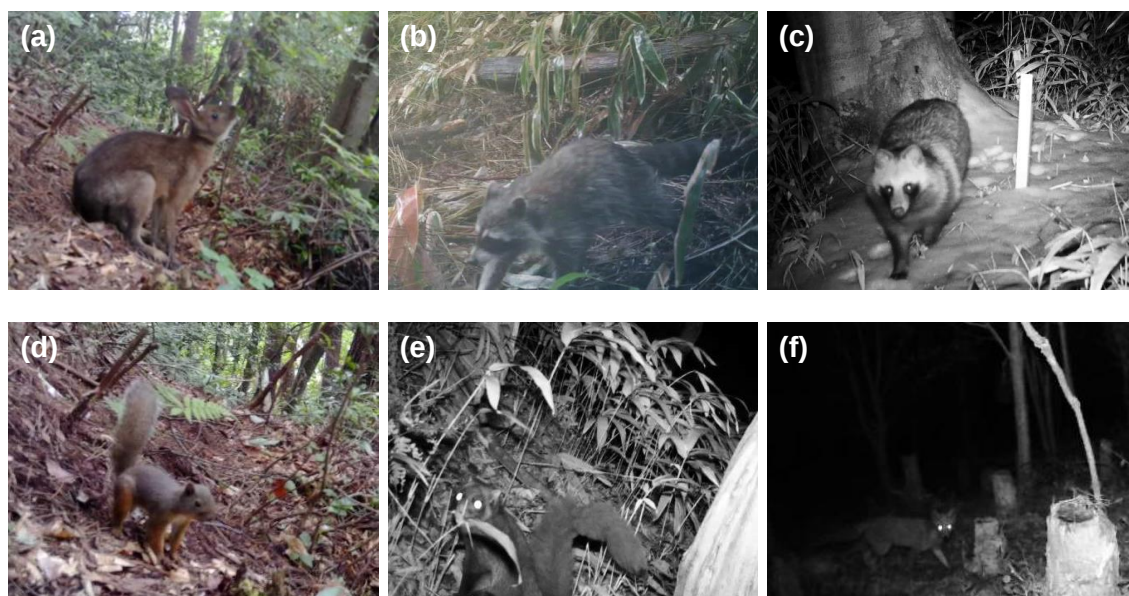


図 7 和泉葛城山ブナ林で確認された哺乳類の撮影画像の一例。(a) ニホンノウサギ, (b) アライグマ, (c) タヌキ, (d) ニホンリス, (e) ムササビ, (f) アカギツネ。

大阪府レッドリストに掲載される希少種では、アカギツネ (*Vulpes vulpes*)、アナグマ (*Meles anakuma*)、ムササビ (*Petaurista leucogenys*) の3種が確認された。このことから、和泉葛城山ブナ林が大阪府内の生物多様性保全にとって重要であることが指摘できる。ただしいずれも1地点で1回ずつ撮影されたのみであり、ブナ林内の生息密度はあまり高くないことが予想される。現時点では確認地点が非常に限定的であるため、引き続きデータを蓄積しながら、これらの哺乳類の生息に適した環境の維持や拡大も検討していく必要があるだろう。ただし、樹上性であるムササビについては、偶然地上に降りたタイミングで撮影されたものであり、自動撮影カメラで観測された情報は過少評価である可能性が高いことを考慮しておく必要がある。

大型の哺乳類ではイノシシ (*Sus scrofa*) が1地点で1回のみ撮影されたものの、懸念されたシカの侵入は確認されなかった。イノシシについては、掘り返し痕跡などが以前から確認されていたことから、比較的高頻度で撮影されるものと予想していたものの、現在はほとんど生息していない状況が明らかになった。大阪府泉州地域でも豚熱の感染拡大でイノシシ个体数が減少していることが指摘されており、和泉葛城山ブナ林でもその影響で撮影が少なかったのかもしれない。シカについては今回の調査では撮影がなく、林内でも糞や採食痕などの生息痕跡は確認できていないものの、令和2年度にはやや西方の泉佐野市南部や紀の川市北部でそれぞれ数頭のシカが捕獲されている。引き続き自動撮影カメラによるモニタリングを継続しながら、侵入状況を監視していくことが必要であろう。

IV. まとめ

令和3年度は、種子生産量調査において令和元年度と同等程度の種子数しか確認できず、健全率も0であった。豊凶調査でも殻斗の着生状況は非常に低く、ブナ林全体が凶作であったと考えられる。令和2年度が27年ぶりのまとまった結実年であったことから、当面の間はあまり種子生産量が多くない年が続くものと予想される。一方で、1984～1992年の間には何度か豊作年が確認されており(田中 1996)、短い期間で再度豊作年となることも否定できない。過去の種子生産状況と比較し、和泉葛城山ブナ林の現状を把握する意味でも、種子生産状況の継続的なモニタリングが必要であろう。

哺乳類相の調査では、和泉葛城山ブナ林が希少種を含む哺乳類の貴重な生息地となることが確認できた。一方で、ニホンノウサギが非常に多く苗木の植栽時に対策が必要と考えられること、アライグマなどの特定外来生物対策も検討する必要があることなどの課題も確認された。現時点ではイノシシの確認数も少なくシカは全くみられていないものの、まだ1年に満たない調査期間であることも考慮するべきであろう。シカの侵入への警戒を続ける意味でも、自動撮影カメラを用いたモニタリングを継続し、和泉葛城山ブナ林の哺乳類相のデータを蓄積することで、総合的なブナ林の保全方策に役立てていくことが求められる。

V. 参考文献

- 深川幹・辻野亮. 2016. カメラトラップを用いて確認された奈良県大峯山系弥山・前鬼の中・大型哺乳類相. 奈良教育大学自然環境教育センター紀要 17: 49-58.
- 福田秀志・高山元・井口雅史・柴田勲弐. 2008. カメラトラップ法で明らかにされた大台ヶ原の哺乳類相とその特徴. 保全生態学研究 13: 265-274.
- 和泉葛城山ブナ林保護増殖検討委員会. 2021. 和泉葛城山ブナ林 10 ヶ年計画(令和3(2021)年度～令和12(2030)年度). 和泉葛城山ブナ林保護増殖検討委員会. 56pp.
- 川田伸一郎・岩佐真宏・福井大・新宅勇太・天野雅男・下稲葉さやか・樽創・姉崎智子・横畑泰志. 2018. 世界哺乳類標準和名目録. 哺乳類科学 58 : S1-S53.
- 栗山武夫・小井土美香・長田穰・浅田正彦・横溝裕行・宮下直. 2018. 密度推定に基づいたタヌキに対する外来哺乳類(アライグマ・ハクビシン)の影響. 保全生態学研究 23: 9-17.
- O'Brien TG, Kinnaird MF, Wibisono HT. 2003. Crouching tiger, hidden prey: Sumatran tiger and prey populations in a tropical forest landscape. Animal Conservation 6: 131-139.
- R Core Team. 2019. R: A language and environment for statistical computing. R. Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>
- 崎山威・辻野亮. 2020. カメラトラップ法で確認した大峯山系大普賢岳・和佐又山周辺の中・大型哺乳類相. 奈良教育大学自然環境教育センター紀要 21: 1-7.
- 田中正視(1996) 和泉葛城山ブナ林の保護増殖について. 大阪農業 33: 78-82.
- 東北森林管理局. ブナ開花・結実調査. <https://www.rinya.maff.go.jp/tohoku/sidou/buna.html>