

高尾山に生息するムササビ *Petaurista leucogenys* の 出巢・帰巢時刻の長期変動

島田将喜 山石優花 森貴久

帝京科学大学生命環境学部アニマルサイエンス学科

Long-term variation of the onset of departing from and homing to the nest of
giant flying squirrels *Petaurista leucogenys* inhabiting Mt. Takao, Tokyo

Masaki SHIMADA Yuka YAMAISHI Yoshihisa MORI

Teikyo University of Science, Department of Animal Sciences

キーワード：ムササビ、高尾山、出巢時刻、帰巢時刻、観察会

はじめに

齧歯目リス科に属するムササビ *Petaurista leucogenys* は、日本固有種であり、北海道・沖縄・千葉を除く44都府県に生息している¹。前後肢の間にある皮膜を用いて木から木へと滑空する夜行性の樹上生活者である。メス成獣の行動圏は互いに重複することなく分布し、各なわばりの中には2~11個の巣が存在する²。なわばりをもたないオスの行動圏はメスより大きく、オス同士の行動圏は大きく重なり合う。メスはオスに対して自分が使用する巣穴に絶対的な優先権を持ち、メスが帰巢した後にオスがメスの巣穴に入ることは許されない。また、ムササビは多くの分類群の生物を食物にする広食性である²⁻⁴。

樹上性のリス科は一般に枝の上に小枝で巣を造ったり、樹洞に営巣したりすることが多く⁵、本種も樹洞や^{6, 7}、樹枝上に小枝や樹皮で造った巣⁸、建築物内⁷を営巣場所として利用する。樹洞では菌や昆虫、鳥類が空けた穴、あるいは自然にできた割れ目やこぶなどから巣穴を作り⁷、建築物内では隙間からもぐりこむ²。巣穴には、スギの幹から繰り返し樹皮を口で裂いて厚く敷く。社寺林に生息する理由として、植生が乏しい季節にも食物（マツ・ツバキ・サクラ属）が保証されていること、巣に使える樹洞や社寺の建築物が多いことが挙げられ、社寺林に生息するムササビには、社寺の建築物は格好の営巣場所となる¹⁴。雨で濡れることがなく、逃走が容易で樹洞より安全なことから、メスはなわばり内に建築物があれば繁殖場所として積極的に使用する⁷。

ムササビは巣穴を宿泊、繁殖、休息行動などの目

的のために利用する²。ムササビは明け方まで巢外での活動と休息を繰り返し、宿泊する巣穴に帰巢する。帰巢したムササビは夕方まで眠り、巣から出ることはない⁷。出巢から帰巢までの巢外での活動後に、宿泊した巣穴から離れた樹上で休息することが多いが、巣穴で休息する個体も存在する⁹。夜間巣穴に休息に訪れる個体は宿泊個体と異なる場合が多く、宿泊個体が出巢して15分も経たないうちに他個体が訪れることもある⁹。また休息を目的とした訪問の他に、活動時間帯に短時間巣穴を訪れて立ち去る行動が頻繁に観察され、出巢時刻から1時間以内に巣穴に立ち寄る個体も多い⁹。

ムササビの出巢時刻は日没30分後が一般的とされ、帰巢時刻は日の出の約30分前であるとされている⁷。夜間の巢外活動パターンは典型的には出巢後の数時間と帰巢前の数時間にピークを示す2山型となるが、深夜0時の時間帯にも活動を行う個体も存在し、個体や季節によっても異なるという報告がある^{7, 10}。活動1回目のピークは日没から1時間後までであり、最もよく活動する時間帯である。ピーク時は滑空など樹上での移動、排泄、採食、毛づくろいを行う⁷。出巢後1.5時間から2時間が過ぎるとムササビは休息し、50分から60分、長い場合には2時間ほど持続する²。2回目のピークである午前0時ころには移動・採食、3回目のピークである日の出約30分から1時間前は採食をして、その後帰巢する⁷。1990年代の高尾山に生息するムササビの研究では、夜間3回のピーク以外は休息していることが明らかとなっている。

東京都高尾山薬王院はムササビの生息地として有

名である。ムササビは日本では古くから狩猟の対象であった¹¹が、1963年の鳥獣保護法の施行により狩猟鳥獣から除外され、1970年ころからはムササビの観察を目的とした自然観察会が行われている¹²。高尾山のビジターセンターが主催するものや (<http://takaovc599.ec-net.jp/05event/0501event.html>)、特定の団体に属さない個人による観察も含め、多くのムササビ観察会が行われ、ムササビは人気者となった。観察会が小規模だった1990年代の調査では、出巢時刻は一般的な時刻とされる日没平均30分後であり、帰巢時刻は日の出の平均30分前であった⁷。2004年ころには1990年代と比べて観察会の参加者数は3-4倍程度増加し、一晚に5つ以上の観察会、約400人が参加することもあった⁷。境内での観察者数が20人を超えた際、白色灯によるムササビの行動に対する悪影響を減らすために通常の懐中電灯に赤いセロファンを貼るなどの対策をした赤ライトの使用率は半数以下であったとの報告もある¹²。2000年代の林道に生息する個体の出巢時刻が日没30分後であったのに対し、境内に生息する個体の出巢時刻が、更に約30分遅くなっていた

ことから、こうした大規模な観察会や観察マナーの悪化がムササビの活動時間に悪影響を与えたことが示唆されている¹²。しかし山石が2016年の観察会に参加した際、観察者は40人であり、現在では2000年代と比べ観察者が減少していると感じられた。もし実際に観察会の規模が縮小しているのであれば、ムササビの活動時間への人的影響が小さくなり、境内に生息する個体の出巢時刻が一般的な時刻に戻っている可能性がある。

本研究の目的は高尾山薬王院においてこの仮説を検証することである。ムササビの出巢時刻、帰巢時刻と観察者数、曜日、天候、気温、湿度、風速との関係を明らかにすることで仮説を検証する。

方法

対象は、東京都高尾山薬王院境内に生息し、大本坊の屋根を営巣場所としているムササビである。高尾山薬王院周辺は東京都八王子市の南西部に位置する頂上の標高が599mの山地であり、国定公園に指定されている。

過去の出巢時刻のデータについては1990年代の

表1 出巢時刻の調査日の日没時刻、天候、気温、湿度、(観察会における)観察者数、風速

調査日	曜日	日没時刻	天候	気温 (°C)	湿度 (%)	観察者数 (人)	風速 (m/s)
2017/7/1	土曜日	19:03	曇り	23	84	3	2.3
2017/8/12	土曜日	18:36	曇り	25	79	10	1.8
2017/8/21	月曜日	18:25	曇り	26	78	2	5.8
2017/8/26	土曜日	18:18	曇り	26	65	5	1.1
2017/9/9	土曜日	17:59	晴	25	67	8	6.2
2017/9/30	土曜日	17:28	晴	19	73	30	0.9
2017/10/7	土曜日	17:18	晴	20	71	10	2.2
2017/10/18	月曜日	17:04	曇り	16	50	2	4.2
2017/10/21	土曜日	17:00	雨	16	93	4	2.5
2017/10/25	水曜日	16:55	雨	13	73	2	2.5
2017/10/28	土曜日	16:52	雨	14	93	3	3
2017/11/4	土曜日	16:44	曇り	17	63	5	7.2
2017/11/8	水曜日	16:41	曇り	14	70	1	1.4
2017/11/11	土曜日	16:39	晴	14	33	6	2.3
2017/11/15	水曜日	16:36	晴	14	53	2	3.1
2017/11/18	土曜日	16:34	曇り	10	79	3	2.6
2017/11/22	水曜日	16:32	雨	8	73	2	2
2017/11/29	水曜日	16:30	晴	16	67	2	3.2
2017/12/2	土曜日	16:29	晴	8	44	4	2.8
2017/12/9	土曜日	16:28	晴	5	65	40	3.1

記録⁷と2000年代の記録¹²を参照した。帰巢時刻のデータについては1990年代の記録⁷を参照し、分析に利用した。2017年の6月下旬から12月上旬にフィールド調査を行った。高尾山では6月から10月にかけてビアガーデンが開催されることもあり、休日と平日とで山を訪れる人の数は異なり、観察会参加者数にも影響を与える可能性があるため、平日と休日で観察会参加者数を比較した。出巢時刻に関する調査は7月から12月にかけて平日7日間、休日13日間計20日間実施し、目視または滑空音などで出巢を確認した(表1)。大本坊の屋根下2箇所の巣穴前にそれぞれ一台ずつ屋外型赤外線センサーカメラ(Bushnell屋外型赤外線センサーカメラトロープカムXLT)を設置してムササビの行動を動画撮影し、事後的に分析することで帰巢時刻を確認した¹⁷。動画撮影は、撮影時間60秒、インターバル1秒に統一した。それぞれのセンサーカメラは127日間設置し、日の出前最後に巣穴に入る動画が撮影された時刻をムササビの帰巢時刻と定義した⁷。同じ巣穴を複数個体が利用していることが確認されたが、個体識別はできなかった。

ムササビは、悪天候の場合、巣外活動を短時間だけ行うか、停止する(船越、白石1985)。本調査では悪天候が予想される場合、不慮の事故や機器の故障を避けるためあらかじめセンサーカメラを撤去し調査を中止した。また発情期には出巢時刻が早まる個体もいることが知られるが¹⁰、高尾山の個体群の発情期は5月上旬と12月下旬の年2回とされ⁷、本研究の調査期間は非発情期と合致していたため考慮に入れることができなかった。

2人以上がムササビの観察を行っている場合、そ

の集団を観察会と定義し、調査日に実施された観察会の参加者数を目視で記録した。また帰巢時刻の気温、天候、湿度、風速についてはToshin.com(<http://www.toshin.com/weather/detail.php?id=70082>)掲載のデータを用いた。日没時刻、日の出時刻については以下のサイトの八王子市の情報を用いた(http://sunrise.maplogs.com/ja/hachioji_tokyo_japan.70026.html)。

統計分析には統計分析ソフトHADを用いた¹³。出巢時刻については出巢時刻を目的変数、日没、曜日と観察者数、天候、気温、湿度、風速を説明変数とする一般化線形モデルを用いて分析した。帰巢時刻については帰巢時刻を目的変数、日の出、天候、気温、湿度、風速を説明変数とする一般化線形モデルを用いて分析した。1990年代、2000年代と本調査におけるムササビの平均出巢時刻の標本数、平均出走時刻、標準偏差のデータを抽出し、これらの数値を用いて分散分析を行い、調査期間による出巢時刻の変動を明らかにした。

結果

屋外型赤外線センサーカメラは390回動作し、そのうち294回ムササビが映った。平均出巢時刻(±標準偏差)は日没の 30.7 ± 7.8 分後であり($n=20$)、帰巢時刻は56回(6月×1回、7月×12回、8月×7回、9月×2回、10月9回、11月×16回、12月×9回)記録し、平均帰巢時刻は日の出の 46.5 ± 22.0 分前($n=56$)であった(図1)。

本調査の観察者である山石自身を含め平日の観察者数は 1.9 ± 0.4 人($n=7$)、休日の観察者数は 10.1 ± 11.5 人($n=13$)であった(表1)。休日の観察者

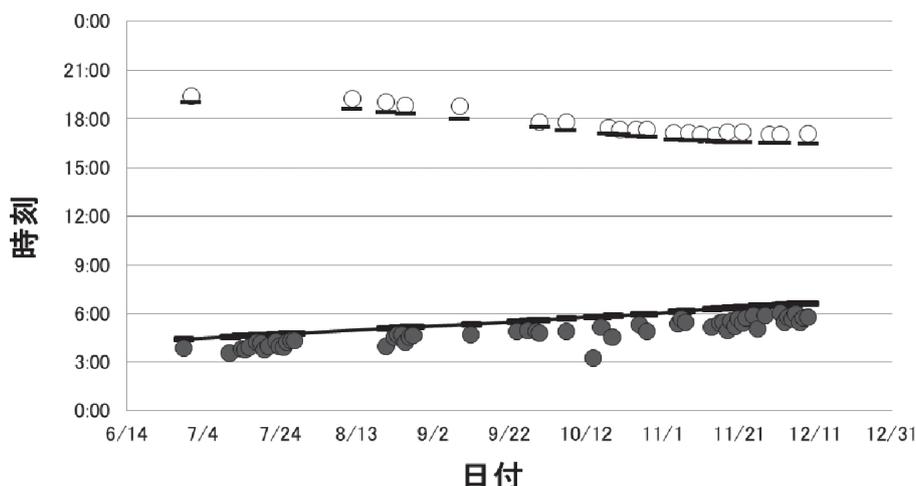


図1 出巢・帰巢時刻および日没・日の出時刻

・白丸は出巢時刻、灰色丸は帰巢時刻、上下の横線はそれぞれ日没・日の出時刻を表す。

表2 出巢時刻と各要因との分散分析表

変数名	係数	標準誤差	Z値	df	p値
切片	-33.238	70.139	-0.474	---	.636
日没時刻	1.057	0.075	14.060	---	.000 **
曜日	0.021	2.870	0.007	---	.994
観察者数(人)	0.211	0.099	2.122	---	.034 *
天候	0.449	2.825	0.159	---	.874
気温(°C)	-0.156	0.531	-0.293	---	.770
湿度(%)	0.036	0.108	0.336	---	.737
風速(m/s)	1.114	1.039	1.072	---	.284
残差分散	39.775	12.578	3.162	---	.002 **

・一般化線形モデル：〈出巢時刻〉～〈日没時刻〉+〈曜日〉+〈観察者数〉+〈天候〉+〈気温〉+〈湿度〉+〈風速〉
 ・Family = 正規分布； $\chi^2 = 82.719$, $df = 7$, $p < 0.001$
 ・* : $p < 0.05$; ** : $p < 0.01$

数が2桁になった回数は13回の調査の中で4回であった。今回の調査ではムササビの同好会、大学のサークル活動、個人による観察、ビジターセンターが主催した観察会など、1日で多くて3つの団体が同時にムササビの観察を行った。

出巢時刻が日没、曜日（平日/休日）、観察者数、天候、気温、湿度、風速によって影響を受けるのかどうかを、出巢時刻を目的変数、その他を説明変数とした一般化線形モデルにより検定した。モデルは有意であり、日没時刻と観察者数に正の主効果が認められた（表2）。

先行研究による過去の境内に生息する個体の平均出巢時刻は、1990年代は日没 28.3 ± 11.9 分後（ $n = 74$ ）、2000年代は日没 60.3 ± 19.6 分後（ $n = 28$ ）であった。本研究の境内に生息する個体の平均出巢時刻は 30.7 ± 7.8 分後（ $n = 20$ ）であった（図2）。これらの数値を用いて分散分析を行った結果、調査期間によって出巢時刻は異なっていた（表3）。

帰巢時刻が日の出、天候、気温、湿度、風速によって影響を受けるのかどうかを、帰巢時刻を目的変数、その他を説明変数とする一般化線形モデルを用いて検討した。モデルは有意であり、日の出時刻と風速に正の主効果が認められた（表4）。

20日間の目視観察の中で観察会参加者数が30人を超えたことが2回あり、その際に一頭のムササビを複数のライトで照らす、白色灯で照らすなど不適切な観察も見られたが、その後参加者同士が注意し合い白色灯を消す様子が見られた。また参加者が不適切な観察を行った際、ライトで照らされた個体は

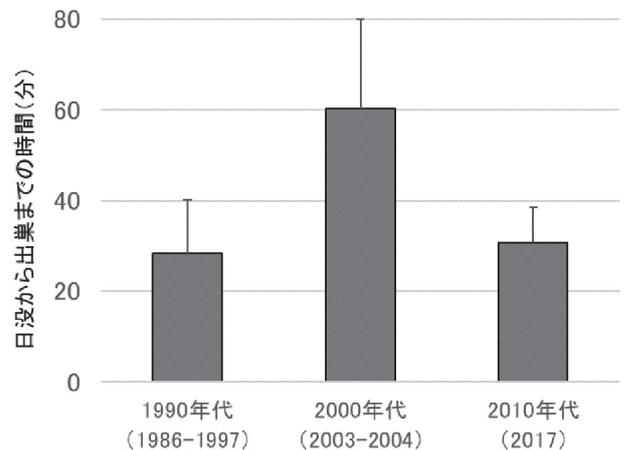


図2 調査期間ごとの高尾山薬王院境内に生息するムササビの出巢時刻（日没から出巢までの平均時間）
 ・エラーバーは標準偏差。

表3 調査期間ごとの平均出巢時刻に関する分散分析表

変動因	DF	SS	MS	F	P
期間	2	586.61	293.305	51.5543	<0.001
誤差	119	677.02	5.689244		
合計	121	1263.63			

背を向けるなど忌避行動をとった。同時に複数のライトを使用した際には巣から顔を出していた個体を巣に戻り、参加者がライトの使用を控えたあとにムササビの出巢が観察された。

考察

本研究の結果、調査地のムササビの出巢時刻、帰巢時刻はともに日長変化にもなっていることが示唆された。これは先行研究で指摘されてきた事実を

表4 帰巢時刻と各要因との分散分析表

変数名	係数	標準誤差	Z値	df	p値
切片	-36.749	66.455	-0.553	---	.580
日の出時刻	0.990	0.154	6.447	---	.000 **
天候	-7.681	6.348	-1.210	---	.226
気温(°C)	0.954	0.622	1.534	---	.125
湿度(%)	-0.182	0.199	-0.911	---	.362
風速(m/s)	2.312	1.158	1.995	---	.046 *
残差分散	322.393	60.926	5.292	---	.000 **

・一般化線形モデル：〈日没時刻〉～〈日の出時刻〉+〈天候〉+〈気温〉+〈湿度〉+〈風速〉

・Family = 正規分布； $\chi^2=98.585$, df=5, p<0.001

・* : p<0.05 ; ** : p<0.01

補強する結果と考えられる²。本研究で得られた出巢時刻は日没平均30分後であり、1990年代同様一般的な出巢時刻に戻ったと考えられる（図2）。本調査では帰巢時刻は日の出の46.5±22.0分前であった。1990年代の帰巢時刻は日の出おおよそ30分前⁷と報告されているが、帰巢時刻は出巢時刻と比べ時間が一定しない⁷とされるため、1990年代と比べて本調査の帰巢時刻が遅いとは言えないと考えられる。

出巢時刻は天候、気温、湿度、風速、曜日と関係があるとは言えなかった（表2）。この結果も出巢時刻と天候、気温の間に相関関係が見られないという先行研究¹⁰の主張を支持すると考えられる。帰巢時刻と天候、気温、湿度とは関係があるとは言えなかった（表4）。先行研究では低温が帰巢時刻に影響を与えると報告されている¹⁶。本調査期間の最低気温は高々摂氏1度であり、気温と帰巢時刻の関係については今後更に低い気温での調査を行う必要がある。帰巢時刻は日の出時刻・風速との間に有意な正の主効果があった。風速が強まると帰巢時刻が遅くなることを示唆する結果となった。先行研究では台風などの悪天候の際、帰巢時刻が早まったことが報告されている¹⁰。しかし本研究では強風の際には調査を中止していたことが、風速と帰巢時刻の関係について、先行研究と異なる結果を導いた可能性がある。帰巢時刻が風速の影響を受けるのかどうかについても今後の調査が必要である。

出巢時刻は日没時刻だけでなく、観察者数との間にも有意な正の主効果が見出された。ムササビは採餌場所に明るい夜間灯が設置されるとその採餌場所を利用しなくなるなどの影響を受けるため、観察には赤ライトの使用が望ましいとされる¹⁵。先行研究では観察者数が20人を越えた際、白色灯を使用する観察者が増え、このことがムササビの出巢が遅れ

た要因の1つとして述べられている¹²。本調査でも観察者数が比較的多かった際に、参加者による不適切な観察がムササビの忌避行動の原因となったと考えられる事例が見られた。これらの結果が示唆するのは、出巢時刻が日没後30分に戻った現在でも、過剰な観察会参加者数や、それによって増大する可能性のある参加者の不適切な観察は、ムササビの行動に悪影響を与えるとということである。同時に、2000年代に比べてこれらが改善したことが、高尾山のムササビの活動時間が自然な状態に戻ったことに寄与した可能性を示唆する。高尾山に野生状態で生息するムササビの自然な活動をかく乱することなく観察会を持続してゆくためには、観察会の適正な規模と参加者の観察マナーの質を維持することが重要であると考えられる。

謝辞

本研究を進めるに当たり、高尾山薬王院に調査許可を得て実施した。許可の取得に際しては、高尾山薬王院山本憲佳氏にご尽力頂いた。また中央大学附属高等学校の岡崎弘幸教諭には多くの助言と協力をいただいた。関係諸氏に深く感謝申し上げる。

引用文献

- 1 落合啓二, 繁田真由美: 千葉県にムササビは生息しているか?, 千葉中央博自然誌研究報告 11 : 37-49, 2010.
- 2 川道武男: ムササビ 空飛ぶ座ぶとん. 築地書館. 東京, 2015.
- 3 Martinsen, D. L.: Temporal patterns in the home ranges of chipmunks (*Eutamias*). *Journal of Mammalogy*, 49 (1) : 83-91, 1968.
- 4 Baba, M., Doi, T., Ono, Y.: Home range utilization and nocturnal activity of the giant

- flying squirrel, *Petaurista leucogenys*. *Japanese Journal of Ecology*, 32 (2) : 189-198, 1982.
- 5 Mac Clintock, D.: *Squirrels of North America*. Von Nostrand Reinhold, Toronto, 1970.
 - 6 今泉吉晴, 安藤元一, 嶋田忠, 木村しゅうじ: 翼なき飛行者—高尾山のムササビ. *アニマ* 3 (9) : 5-25, 1975.
 - 7 岡崎弘幸: *ムササビに会いたい!*. 晶文社出版. 東京, 2004.
 - 8 立花繁信: ニツコウムササビの観察. *哺乳動物学雑誌* 1 (4) : 51-55, 1957.
 - 9 安藤元一, 船越公威, 白石哲: ムササビの巣穴利用性. *九州大学農学部学藝雑誌* 38 (1) : 27-43, 1983.
 - 10 船越公威, 白石哲: ムササビの採食活動. *哺乳動物学雑誌* 10 (3) : 149-158, 1985.
 - 11 安藤元一: 日本における人とムササビとの関わり. *哺乳類科学* 39 (1) : 175-179, 1999.
 - 12 森貴久, 高取浩之: 高尾山薬王院境内のムササビの出巢時刻の変化: 観察会の影響? (保全情報). *保全生態学研究* 11 (1) : 76-79, 2006.
 - 13 清水裕士, 村山綾, 大坊郁夫: 集団コミュニケーションにおける相互依存性の分析 (1) コミュニケーションデータへの階層的データ分析の適用. *電子情報通信学会技術研究報告*, 106 (146) : 1-6, 2006.
 - 14 安藤元一, 今泉吉晴: 狭小生息地におけるムササビの環境利用. *哺乳動物学雑誌* 9 (2) : 70-81, 1982.
 - 15 曾根晃一, 高野肇, 田村典子: 多摩森林科学園におけるムササビの食性の季節変化および夜間灯の設置が採餌に及ぼす影響. *日本林學會誌*, 78 (4) : 369-375, 1996.
 - 16 Sollberger, D. E.: Notes on the life history of the small eastern flying squirrel. *Journal of Mammalogy*, 21 (3) : 282-293, 1940.
 - 17 福田秀志, 高山元, 井口雅史, 柴田叡弼: 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 (2) : 265-274, 2008.