

大分市高崎山管理委員会提言書 2024

令和7年2月
大分市高崎山管理委員会

目 次

はじめに	2
第1章 餌付け群の動向	3
第2章 高崎山ニホンザル餌付け群の管理目標頭数の再検証に係る各調査について	
1 【給餌方法の工夫によるサル寄せ場出現日数効果検証】	10
2 【電気柵整備等によるサル遊動環境変化検証】	14
3 【実効避妊個体数の推移&避妊措置効果査定】	17
4 【高崎山森林動態（植生調査）】	22
5 【年間入園者数とサル寄せ場不出現日数の関係】	25
6 【農作物等被害の発生状況と変化】	27
7 【消費効率】	29
8 【個体数シミュレーション（レスリー行列）】	31
第3章 今後の管理目標頭数について	35
卷末年表	

はじめに

高崎山管理委員会では、2021（令和3）年8月に「大分市高崎山管理委員会中間報告書 2021」（第4次中間報告書）をまとめた。以下、その報告書作成までの経緯を概説する。

1990（平成2）年を超えた頃、高崎山ニホンザル餌付け群個体数が2,000頭を超え、高崎山周辺環境に各種の弊害が見られるようになった。そのため、1991（平成3）年度より高崎山管理委員会・専門部会では管理計画および適正頭数についての審議を始めた。そして、第1次中間報告書（1993）と第2次中間報告書（2001）により、「最終的には800頭の個体数を目標としつつ、中間目標として1,200頭までの個体数減を目指す」という方針を提示した。

さらに高崎山管理委員会では、より明確かつ効果的な個体数管理の方策を審議し、1997（平成9）年の委員会で避妊法を用いた出産率の抑制、給餌量の削減を主体とした個体数減の方針を立てた（第2次中間報告書、2001）。2008（平成20）年度には「高崎山ニホンザルの避妊実験について」（第3次中間報告書）で、避妊実験の効果について報告した。

その成果があり、2017（平成29）年度には総個体数が1,200頭近くまで減少した。しかし、中間目標としての1,200頭がほぼ達成された後の、高崎山ニホンザル餌付け群の個体数管理目標及びその実現方法について、大分市長より適正な個体数の再検証を行うよう、高崎山管理委員会に要請があった。この検証結果が2019（令和元）年度第2回高崎山管理委員会において報告され、かつ2021（令和3）年度刊行の第4次中間報告書に詳しく記載されたところである。

その報告書の結論は、「森林環境の劣化がある程度止まり、次第に回復状態にあることに加え、群れ構成や群れ関係が流動的な状態であること、かつ電気柵整備によりサルの遊動環境が変わりつつあること等を考慮して、今後概ね5年程度、現在の管理方法を維持し、中間目標であった1,200頭以内での推移を保持しながら、その後結果について検証を行うこととする」となった。

従って、本提言書は、2019（令和元）年度より5年後、すなわち2024（令和6）年度に予定していた検証を行い、その結果を示すものである。

第1章 餌付け群の動向

(1) 個体数の変動と給餌量の関係

餌付け群であるB・C群の個体数は、A群が移出した2002（平成14）年から2015（平成27）年までの間、B群は緩やかに増加し、C群は時おり増減を繰り返しながらも、ほぼ横ばいの状態であった。その結果、この間の総個体数は300頭弱増加した（図1）。

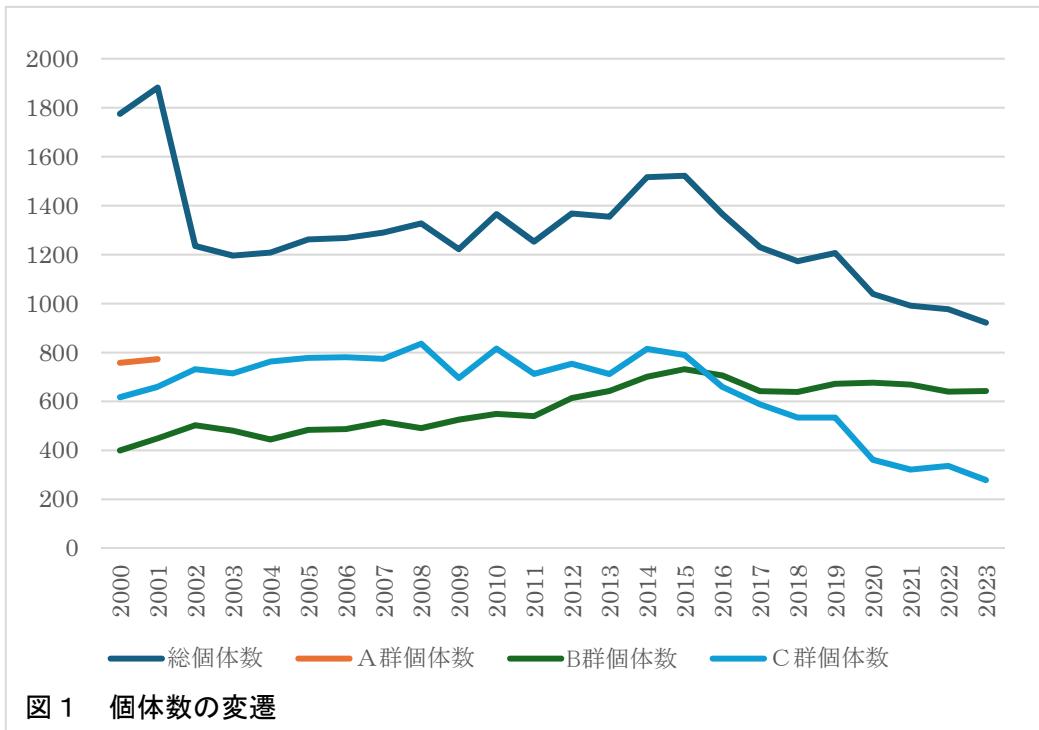


図1 個体数の変遷

しかし、2015（平成27）年以降は、C群の減少が顕著になり、2019（令和元）年には1,206頭まで減少した。

なお、2019（令和元）年の1,206頭には、2019（令和元）年6月頃に確認されたC群本体とは別行動する群れ（以下、「C群分派」）を含んでいた。そのC群分派は2020（令和2）年2月上旬頃から更に小さな群れに分裂するなど不安定な状況が続き、次第に群れとしての存在が確認できなくなったことから、2020（令和2）年の個体数調査でカウントできず、C群個体数はさらに大きく減少した。2022（令和4）年には新たなC群分派が発生し、それも群れとしての存在が確認できなくなり、2023（令和5）年にはC群個体数は300頭を下回った。

一方でB群は、2015（平成27）年から2018（平成30）年の間に若干の減少はあったものの、それ以降はほぼ横ばいで、約650頭を安定して推移していた。

総個体数はB群の伸び悩み及びC群の急激な減少に伴って減り、2023（令和5）年は922頭となった。

給餌量については、高崎山管理委員会の第1次中間報告に基づき、サル寄せ場での1日1頭当たりの投与カロリー量の上限を282Kcalと設定し、その量を2011（平成23）年まで維持してきた（図2）。

2002（平成14）年にA群がサル寄せ場へ出現しなくなつて以降も投与カロリー量を維持してきたも

のの、B・C群の頭数は微増を続けたため、2011（平成23）年度以降それまで282Kcalであった投与カロリー量を冬季（12月～3月）のみ10%減らすこととした。これは2002（平成14）年度以降も頭数が増加した一因として、A群の消滅により、それまでA群が利用していた高崎山内の生息域をB・C群が利用できるようになり、自然餌の摂取量が増えたのではないかと推測されたためである。

その後も個体数が増加し続けたことから、2014（平成26）年度以降、頭数の増減の変化に気を配りながら、それまで282Kcalであった投与カロリー量を年に3kcalずつ削減することとした。それでも頭数が増加傾向にあったため、2016（平成28）年度以降は、さらに年に5kcalずつ削減することに加え、冬季には15%削減し、個体数の増加を抑えることにした。その結果、2015（平成27）年度をピークにB・C両群の頭数は減少傾向にむかった。

2019（令和元）年度の給餌量については管理目標頭数の検証を控えていたことから、2018（平成30）年度の給餌量と同じ261kcalを維持し、2020（令和2）年度については、管理目標頭数検証結果（第4次中間報告書第8章参照）を踏まえ、個体数1,200頭以内を保持するため、265kcalとした。

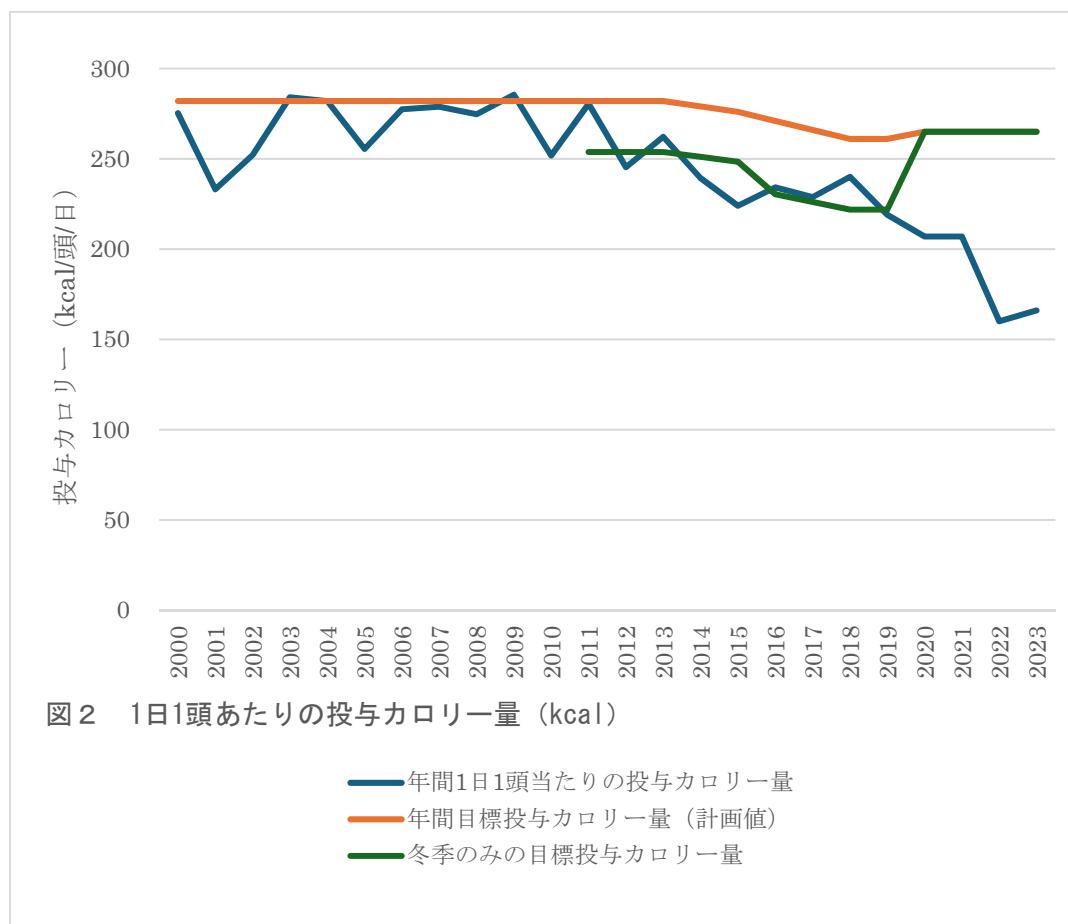


図2 1日1頭あたりの投与カロリー量 (kcal)

- 年間1日1頭当たりの投与カロリー量
- 年間目標投与カロリー量（計画値）
- 冬季のみの目標投与カロリー量

（2）サル寄せ場への出現状況など、餌付け群の現状について

B群はこれまで山の実りが多い9月から11月の秋季を中心に、サル寄せ場へ出現しない日があったが、2015（平成27）年以降は6月から8月の夏季にも出現しない日が出始めたことにより、年間におけるサル寄せ場へ出現しない日数が増えた。

一方、C群では2016（平成28）年頃から高順位オスの移籍等が続き勢力が弱まるとともに、2014（平成26）年頃から勢力を増したB群が冬季に限りサル寄せ場周辺から離れないようになった上、2016・17（平成28・29）年の冬季には朝からサル寄せ場へ出現するようになったことで、C群がサル寄せ場への出現ができない状態が続いた。この2016・17（平成28・29）年冬季のB群のサル寄せ場への

執着は、電柵整備による効果の可能性もある（第1章2節（2））。2018（平成30）年夏頃からは、C群のサル寄せ場へ出現しない日がさらに増え、秋季に限らず夏季も出現しない日が見られるようになつた。しかし、これについての原因は、B・C群の勢力関係なども考えられるが、直接的なものは特定できていない。その後、2022（令和4）、2023（令和5）年にかけては、C群の出現しない日数が年間100日を超える状況になっている。

（3）餌付け群の構成（メスやコドモの数及び出産率や出生数）

出産可能なメスザル（5才以上のメスザル）の頭数については、総個体数の増加と比例するように2015（平成27）年まで緩やかに増加の傾向をとどったものの、それ以降は、総個体数の減少とともにない減少傾向にある（図3）。

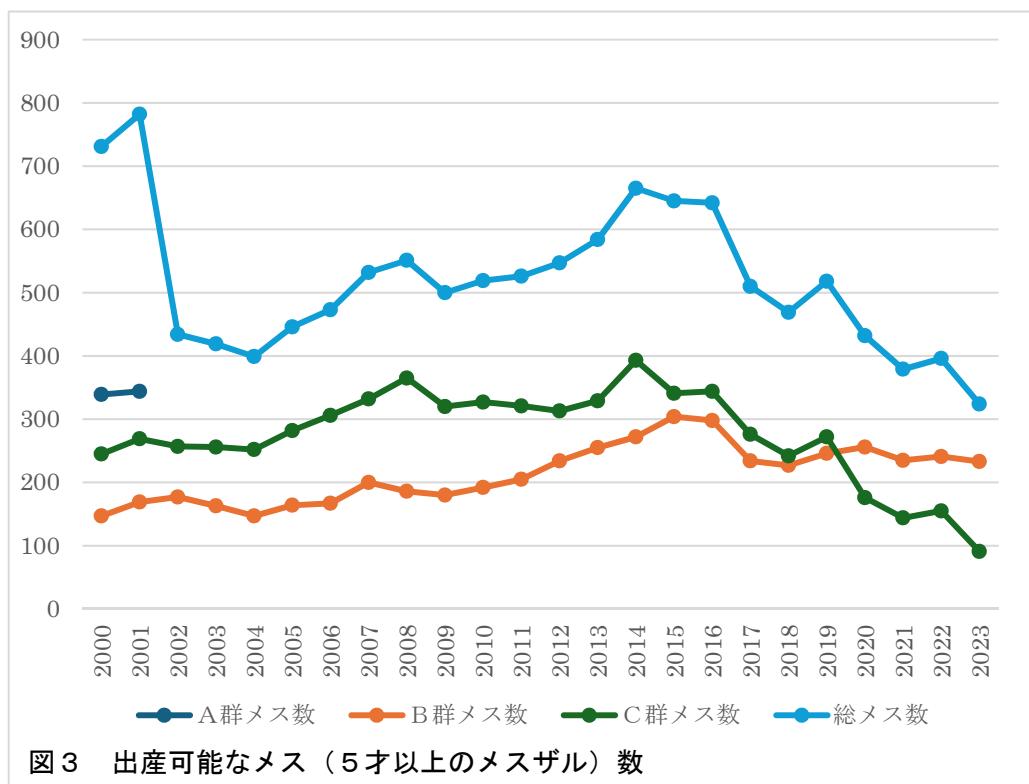
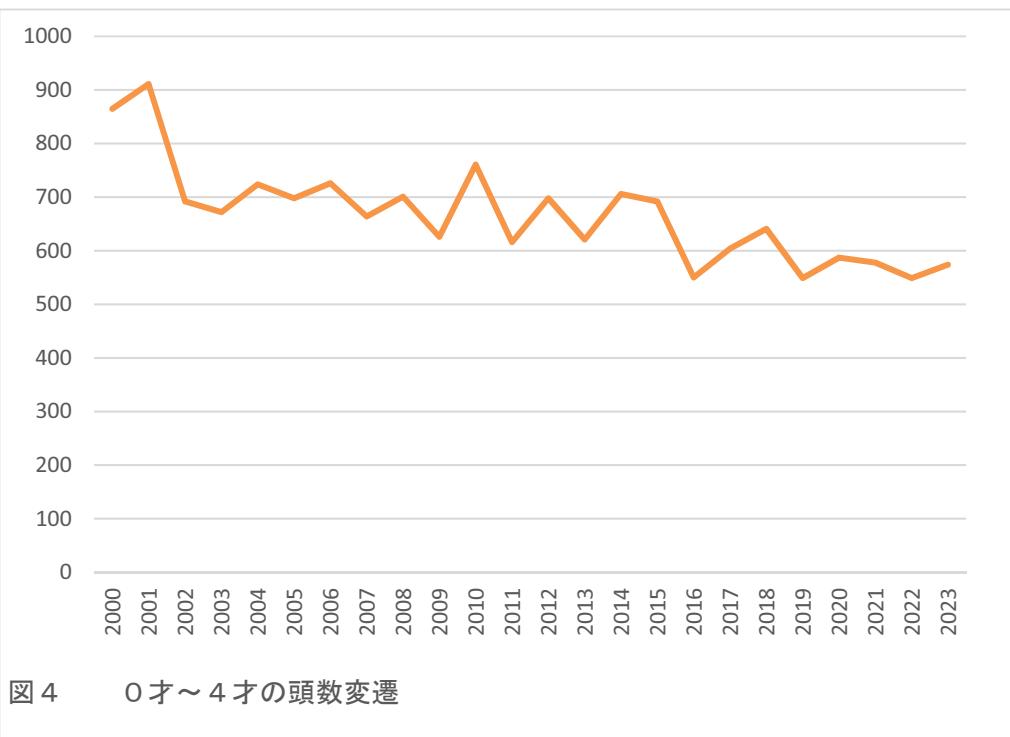
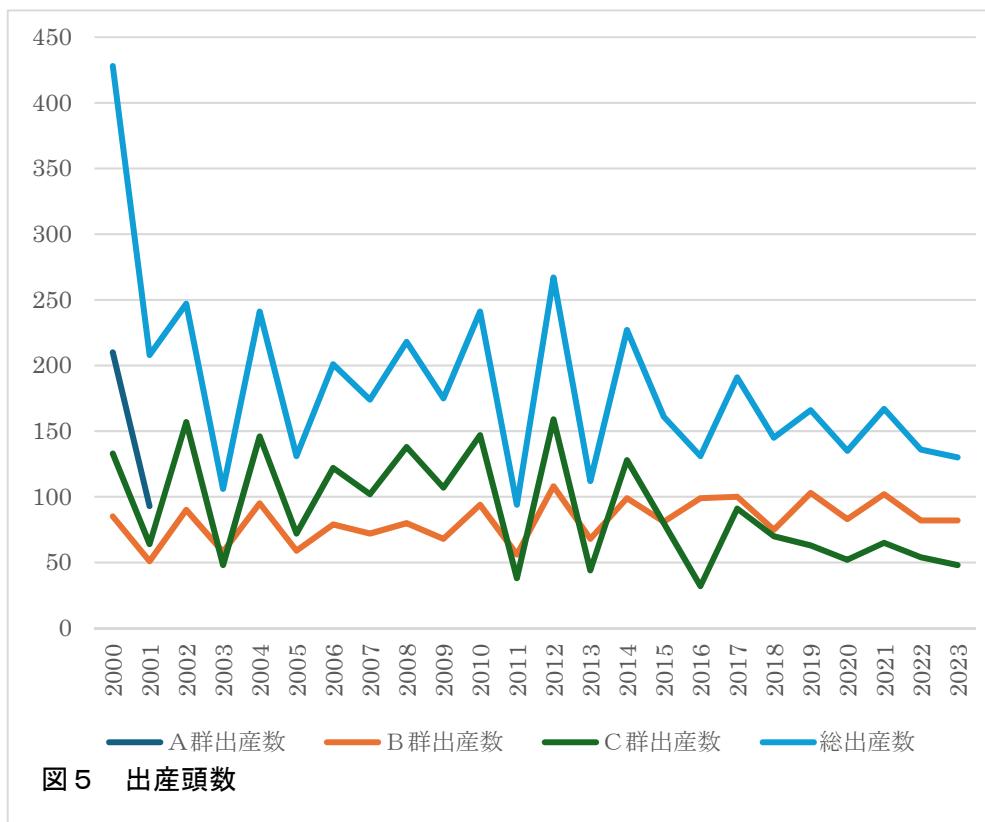


図3 出産可能なメス（5才以上のメスザル）数

一方、0才～4才の年齢層の頭数については、2002（平成14）年以降ほぼ横ばい、あるいは微減の傾向をとどり、2015（平成27）年頃までは増減を繰り返しながら600頭台から700頭台にあった。2016（平成28）年以降は、それまでと同じように増減を繰り返すものの600頭を下回ることが多くなつた（図4）。



出産数については、2002（平成14）年以降1年おきに表年と裏年と呼べる出産数の増減がみられたものの、2015（平成27）年までは、B・C両群で概ね年間100頭から250頭の出産数であった。総個体数が減少傾向に転じた2016（平成28）年以降は概ね130頭から160頭の出産数にとどまっており、表年と裏年の差が小さくなっている傾向にある（図5）。



餌付け群の総出産率についても、出産数と同様に表年と裏年を交互に繰り返す（図6）。2000（平成12）年から2011（平成23）年の間の2年毎の総出産率は30%後半から40%前半を推移していたが、2012（平成24）年以降の2年毎の総出産率は急激に低下し、20%台まで落ち込んだ。しかし、2018（平成30）年以降は増加傾向にあり、ここ数年は再び30%台前半になってきている（図7）。

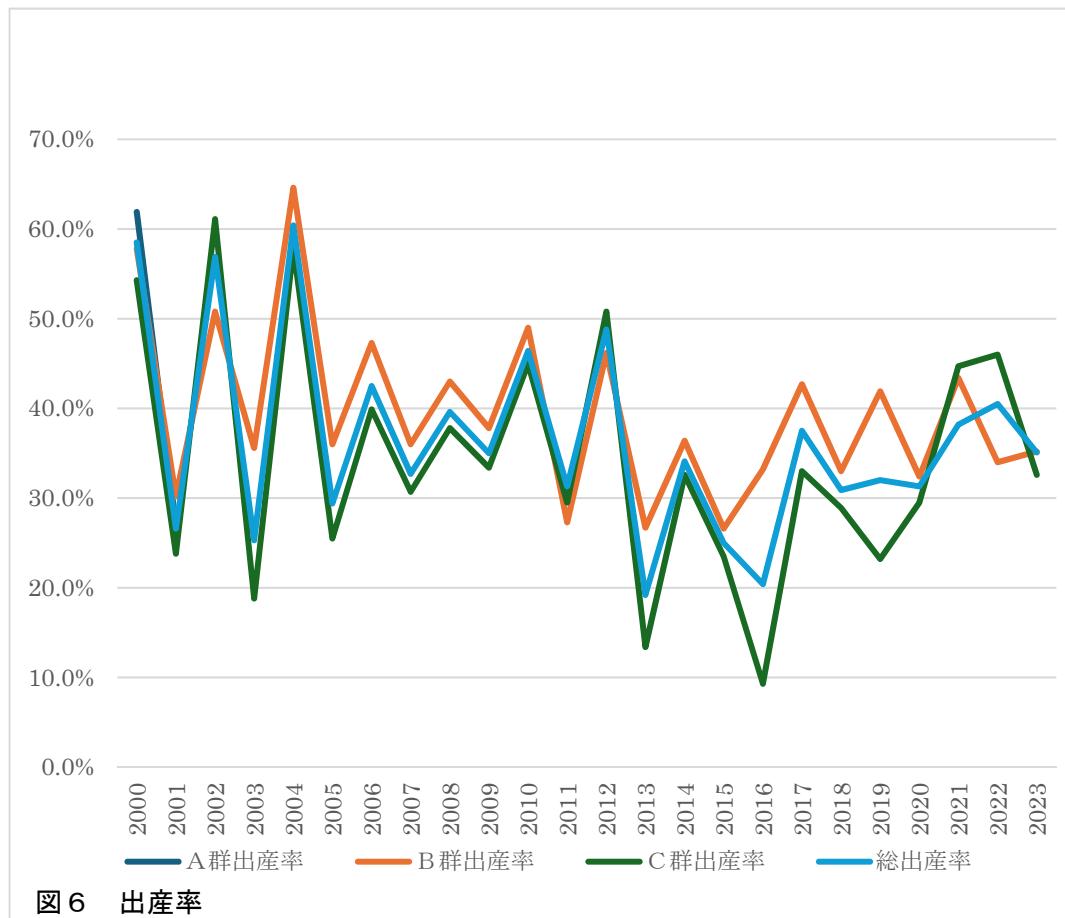
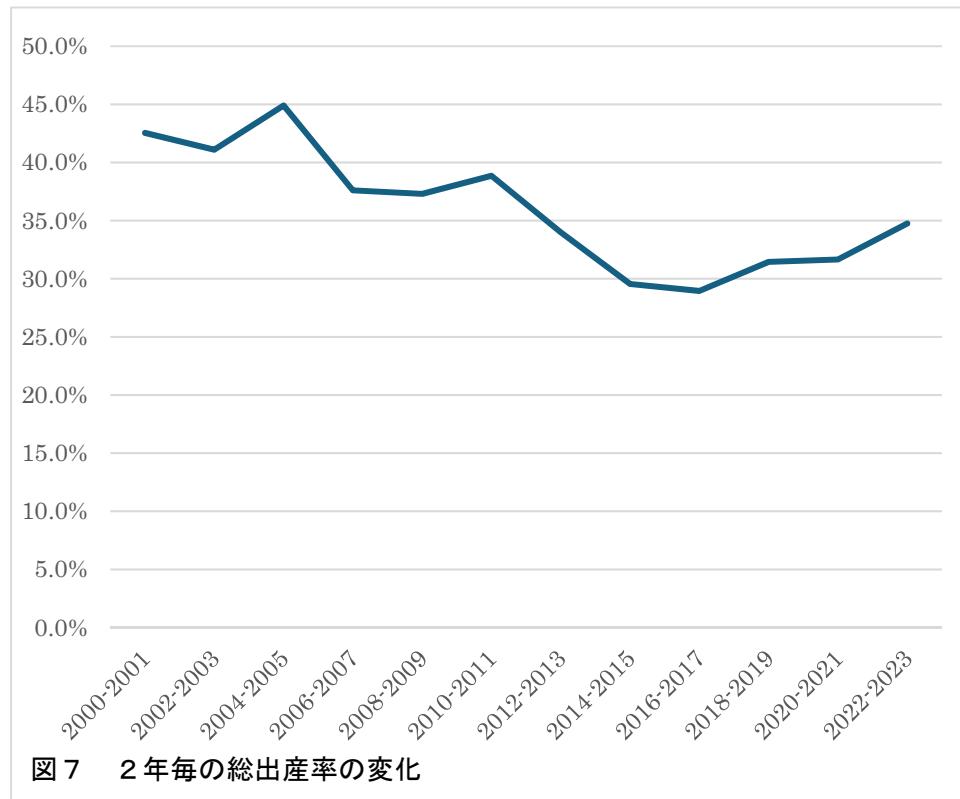


図6 出産率



(4) 餌付け群を除く周辺部を遊動するサルについて

餌付け群であるB・C群に対し、電気柵の外で生活しているサルを周辺部ザルと呼び、電気柵内のサルとは区別している。ニホンザルのオスは、4~5才になると生まれた群れを離れ、他の群れに入る、あるいは単独で移動しながら生活しており、そのようなオスザルを中心に群れを形成し、周辺部ザルとなる。周辺部ザルの群れの頭数は、現場の日常業務の中で、何処で何頭のサルを目視したか、また、サルの鳴き声を聞いたか等を記録しており、同じ集団を長期的に観察・記録することで集団全体の推定頭数を最小値と最大値から推測している。

現在、大分市側に田ノ浦群、白木群、八幡群、別府市側に赤松群、乙原群、柳地区や山家地区を移動し生息する群れ、由布市の挟間地区の少數の群れなどの周辺部ザルが確認されている。その群れのサル達は、住んでいる地域と高崎山とを行き来することなく、その地域だけで生活し、農作物に被害を及ぼす有害鳥獣となっている。それら有害鳥獣である周辺部ザルについては、捕獲するものの集団自体をなくすことが困難である。

これまでも、2012（平成24）年に乙原群、2013（平成25）年に白木群、2016（平成28）年に八幡群を捕獲したものの、2023（令和5）年時点では、これらの周辺部ザルの集団はなくなることはなく点在している。しかし、捕獲後増加せず消滅にむかった群れもある。2009（平成21）年に捕獲した由布市挟間町の挟間群である。挟間群のうちでも捕獲しきれなかったサルがいたものの、現在では挟間群であったであろうと考えられるサルは数頭程度確認されるのみになっている。

また、周辺部ザルでは食生活も変化してきている。ニガウリなど、これまで黄色く熟さなければ食べなかった物を青く苦味が強い時期から食べるようになり、またこれまで好んで食べることのなかったピーマンをかじる行為なども確認されている。

今後も、周辺部ザルの変化に対応するとともに、その動向を注視し、農作物被害防止に努める必要がある。

第1章 付表

年度	A群	B群	C群	総個体数	A群メス数	A群出産数	A群出産率	B群メス数	B群出産数	B群出産率	C群メス数	C群出産数	C群出産率	総メス数	総出産数	全群出産率	0~4歳数	1日1頭当たりの 投与カロリー(kcal) (計画値)
2000(平成12)	758	400	617	1775	339	210	61.9%	147	85	57.8%	245	133	54.3%	731	428	58.5%	865	282
2001(平成13)	773	449	660	1882	344	93	27.0%	169	51	30.2%	269	64	23.8%	782	208	26.6%	911	282
2002(平成14)	—	503	732	1235	—	—	—	177	90	50.8%	257	157	61.1%	434	247	56.9%	692	282
2003(平成15)	—	481	715	1196	—	—	—	163	58	35.6%	256	48	18.8%	419	106	25.3%	672	282
2004(平成16)	—	445	763	1208	—	—	—	147	95	64.6%	252	146	57.9%	399	241	60.4%	724	282
2005(平成17)	—	484	778	1262	—	—	—	164	59	36.0%	282	72	25.5%	446	131	29.4%	698	282
2006(平成18)	—	487	781	1268	—	—	—	167	79	47.3%	306	122	39.9%	473	201	42.5%	726	282
2007(平成19)	—	516	774	1290	—	—	—	200	72	36.0%	332	102	30.7%	532	174	32.7%	664	282
2008(平成20)	—	491	836	1327	—	—	—	186	80	43.0%	365	138	37.8%	551	218	39.6%	701	282
2009(平成21)	—	526	696	1222	—	—	—	180	68	37.8%	320	107	33.4%	500	175	35.0%	626	282
2010(平成22)	—	549	816	1365	—	—	—	192	94	49.0%	327	147	45.0%	519	241	46.4%	761	282
2011(平成23)	—	540	713	1253	—	—	—	205	56	27.3%	321	38	11.8%	526	94	17.8%	616	282
2012(平成24)	—	614	754	1368	—	—	—	234	108	46.2%	313	159	50.8%	547	267	48.8%	698	282
2013(平成25)	—	643	712	1355	—	—	—	255	68	26.7%	329	44	13.4%	584	112	19.2%	621	282
2014(平成26)	—	701	815	1516	—	—	—	272	99	36.4%	393	128	32.6%	665	227	34.1%	706	279
2015(平成27)	—	732	790	1522	—	—	—	304	81	26.6%	341	80	23.5%	645	161	25.0%	692	276
2016(平成28)	—	706	659	1365	—	—	—	298	99	33.2%	344	32	9.3%	642	131	20.4%	550	271
2017(平成29)	—	642	588	1230	—	—	—	234	100	42.7%	276	91	33.0%	510	191	37.5%	604	266
2018(平成30)	—	639	534	1173	—	—	—	227	75	33.0%	242	70	28.9%	469	145	30.9%	641	261
2019(令和元)	—	672	534	1206	—	—	—	246	103	41.9%	272	63	23.2%	518	166	32.0%	549	261
2020(令和2)	—	677	362	1039	—	—	—	256	83	32.4%	176	52	29.5%	432	135	31.3%	587	265
2021(令和3)	—	669	322	991	—	—	—	235	102	43.4%	144	65	45.1%	379	167	44.1%	578	265
2022(令和4)	—	640	337	977	—	—	—	241	82	34.0%	155	54	34.8%	396	136	34.3%	549	265
2023(令和5)	—	643	279	922	—	—	—	233	82	35.2%	91	48	52.7%	324	130	40.1%	574	265
2024(令和6)	—	584	301	885	—	—	—	188	83	44.1%	153	64	41.8%	341	147	43.1%	522	265

第2章 高崎山ニホンザル餌付け群の管理目標頭数の再検証に係る各調査について

1 納餌方法の工夫によるサル寄せ場出現日数の検証

(1) 目的

高崎山では餌付け群に対し、サル寄せ場ではコムギとサツマイモを与えていたが、これらは自然餌に比べて栄養価が高いため、サル寄せ場という限られた空間では、個体間の獲得量に差が生じやすく、高出産率雌の増加と、下位個体の空腹による電気柵外への移出につながる。実際、近年の餌付け群はサル寄せ場への不出現日数が増加しており（表1-1）、その結果、現在の納餌規定量である265kcal/頭/日を投与できていない状況にある。そこで、大分市はサルにとってのサル寄せ場の魅力向上を図るため、“投与エネルギー量を増やすことなく、サルを満足させることができる餌”を導入することを目的に、2018（平成18）年から2019（令和元）年にかけて、コムギやサツマイモに代わる代替餌の検討を行ってきた（第4次中間報告書第8章）。その結果、サツマイモを細かくカットした“カットイモ”的有効性が示されたため、サル寄せ場では2020（令和2）年8月以降、コムギとカットイモを混ぜた“ブレンド餌”的投与を試験的に開始した。本項では第4次中間報告書以降の検証結果を報告する。

●【ブレンド餌を投与した検証】

ア 方法

ブレンド餌投与前の2019（令和元）年度と、ブレンド餌を与えた2020（令和2）年度において、B群とC群別にサル寄せ場への年間不出現日数割合（%）を箱ひげ図で比較した（図1-1）。

イ 結果

B群では1年のうちサル寄せ場に出現しなかった日数割合の分布範囲が、ブレンド餌を与える前と後とでは多少下がったが、期間の間で統計的に有意差はなかった（U検定、 $p=0.5637$ ）。

またC群ではサル寄せ場に出現しなかった日数割合の中央値と分布範囲が、ブレンド餌を与えた期間で多少上がったが、これも両期間の間で統計的に有意差はなかった（U検定、 $p=0.3765$ ）。したがって、B、C群のサル寄せ場出現日数に対して、ブレンド餌への変更による影響はほとんどないことがわかった。

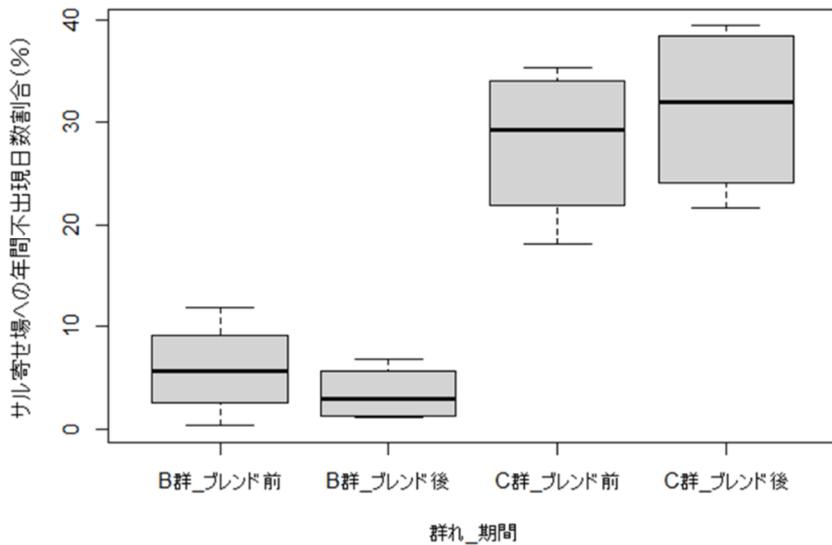


図1－1 ブレンド餌投与前後のサル寄せ場への年間不出現日数割合の分布

最上端、最下端の横線は最大値、最小値。箱の中央の横線は中央値。箱の上端、下端は、最大値から数えて1/4個目の値、最小値から数えて1/4個目の値。

● 【カットイモのみを投与した検証】

ア 方法

前述の通り、ブレンド餌の投与では、サル寄せ場不出現日数に変化は見られなかつたため、カットイモのみを投与した場合の群れの動向を観察した。

2024（令和6）年3月31日より、コムギとは別に、カットイモを1日にB群に対しては9kgを2回、C群に対しては6kgを2回投与した。また、投与方法についてはB群には4.5kgを2人で同時に2カ所、C群については3kgを同時に2カ所で与えることにより、広範囲に撒くことができ下位個体も採餌できるような方法を取り入れた。

また、カットイモの場合は室温が高い飼料倉庫内で保管すると腐敗がすすみ、サルも採餌を避ける行動が確認されていたが、その対策として、飼料倉庫にエアコンを導入し、サツマイモの腐敗防止に努めた。

イ 結果

B群については、毎日16時40分にカットをしていないイモをリヤカーで投与しており、そのイモを与える時間に合わせて、群れの中心から離れた個体が出現していたが、カットイモを15時及び15時30分に投与するようになってから、それらの個体が15時頃から出現するようになった。このことから、カットイモはリヤカーのイモと同様に、サルにとっての魅力的な餌であると考えられた。

サル寄せ場への不出現日数に関しては、B・C群ともに、カットイモの投与を開始した2024（令和6）年度以降、まだサンプルは少ないものの、2022～2023（令和4～5）年度の状況と比較すると大幅に改善されていることが分かった（図1-2、図1-3）。

(2) まとめ

以上の結果から、サル寄せ場への出現日数に対して、カットトイモの投与については効果が期待されるが、まだサンプル数も少なく検証が不十分なため、今後も群れの動向を見守りながら、カットトイモの投与とその効果検証を継続していきたい。

表 1-1 サル寄せ場への不出現日数

		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	計
2024(令和6)年度	B群(日)	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0			2
	C群(日)	8	6	3	0	0	4	8	3	5	4			41
2023(令和5)年度	B群(日)	0	0	1	0	1	3	0	0	0	0	0	0	5
	C群(日)	10	11	19	0	8	18	14	25	13	4	6	9	137
2022(令和4)年度	B群(日)	0	0	4	9	7	3	1	1	0	0	0	0	25
	C群(日)	11	13	25	20	12	7	10	10	6	11	14	5	144
2021(令和3)年度	B群(日)	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
	C群(日)	4	11	20	3	4	9	3	12	7	0	2	4	79
2020(令和2)年度	B群(日)	0	1	0	0	1	12	2	0	0	0	0	0	16
	C群(日)	6	6	9	11	28	11	6	10	6	1	0	3	97
2019(令和元)年度	B群(日)	0	0	4	0	0	8	9	3	0	0	0	0	24
	C群(日)	3	11	5	0	2	13	14	10	4	0	2	2	66
2018(平成30)年度	B群(日)	0	0	8	1	2	2	3	1	0	0	0	0	17
	C群(日)	5	5	12	11	8	22	12	28	14	0	1	2	120
2017(平成29)年度	B群(日)	0	0	11	13	1	9	5	4	0	0	0	0	43
	C群(日)	2	0	0	0	1	3	5	6	28	31	27	26	129
2016(平成28)年度	B群(日)	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	C群(日)	0	0	0	1	4	13	6	1	12	23	19	15	94
2015(平成27)年度	B群(日)	0	0	6	13	2	1	6	4	0	0	0	0	32
	C群(日)	0	0	0	0	0	8	2	0	2	0	0	0	12
2014(平成26)年度	B群(日)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	C群(日)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
2013(平成25)年度	B群(日)	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	C群(日)	0	0	0	0	0	3	10	0	0	0	0	0	13
2012(平成24)年度	B群(日)	0	0	0	7	3	0	0	0	1	0	0	0	11
	C群(日)	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	2

※網掛けは月に 10 日以上、出現しなかった月

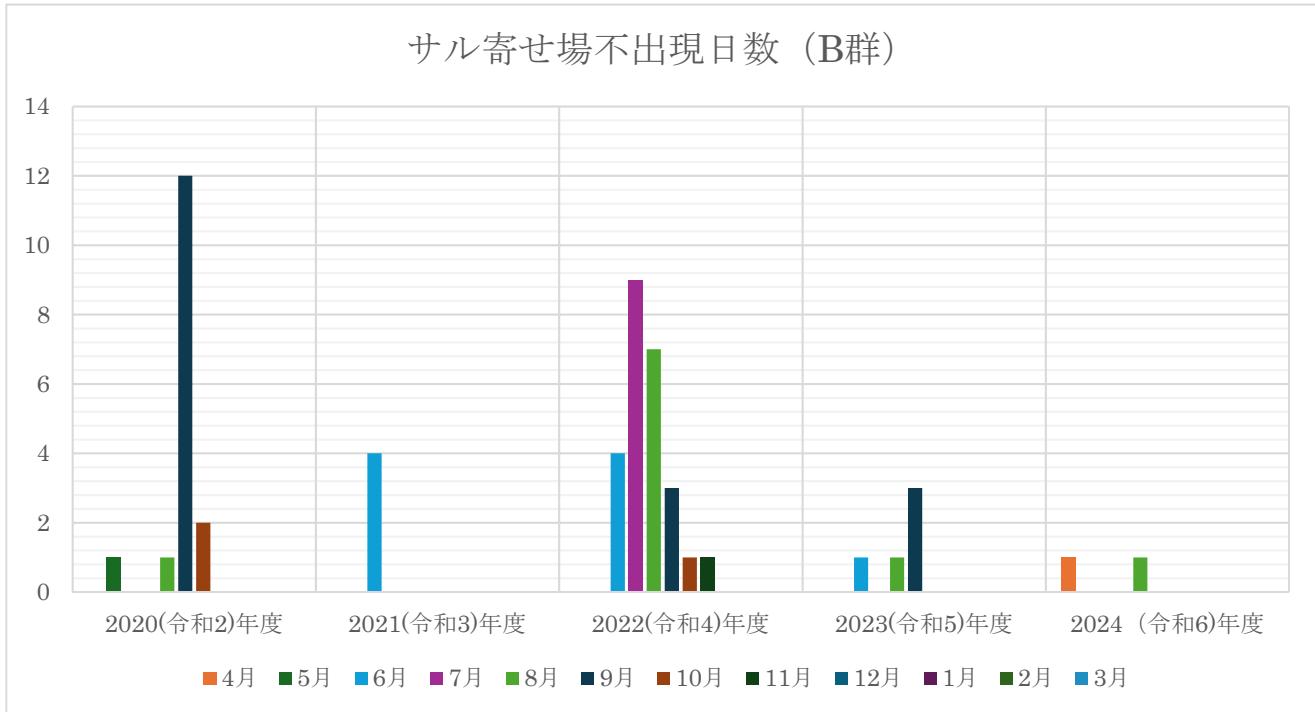


図1－2 B群のサル寄せ場不出現日数の月別比較

※2020 (令和 2) 年度から 2023 (令和 5) 年度まではブレンド餌を投与、2024 (令和 6) 年度からはカットトイモを投与

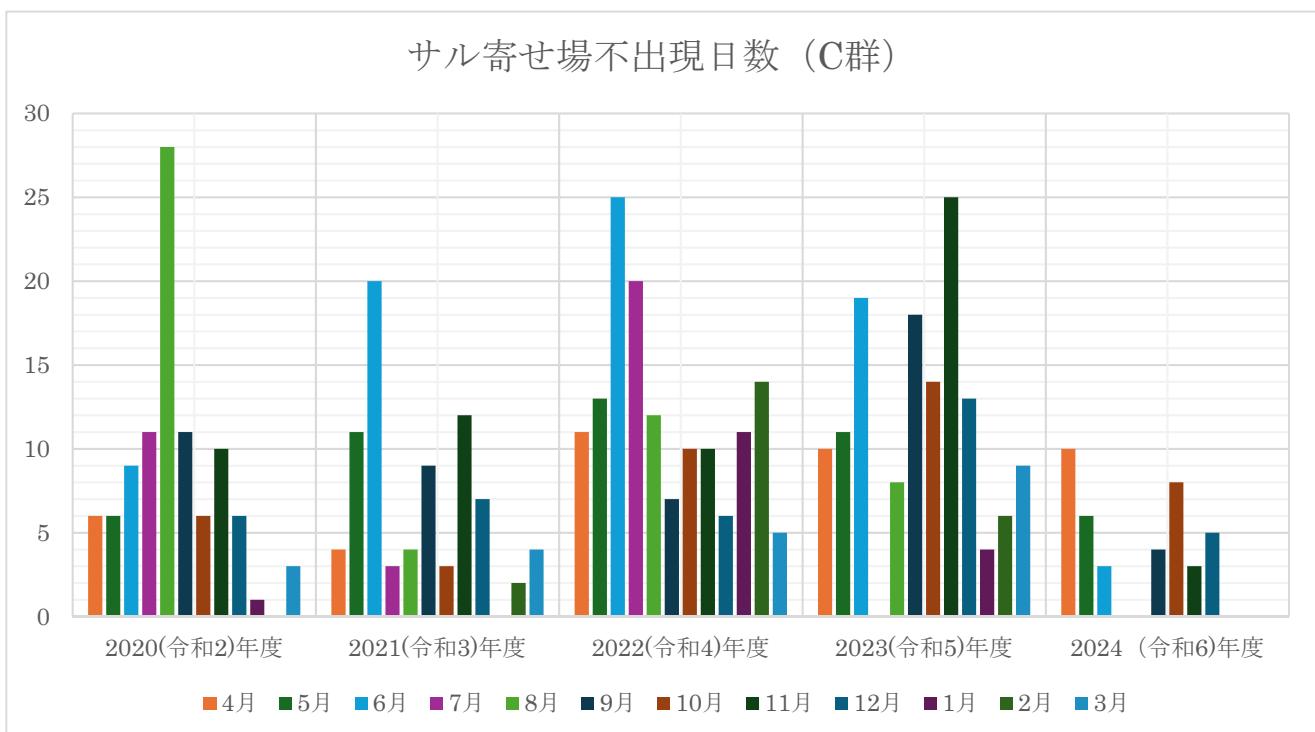


図1－3 C群のサル寄せ場不出現日数の月別比較

※2020 (令和 2) 年度から 2023 (令和 5) 年度まではブレンド餌を投与、2024 (令和 6) 年度からはカットトイモを投与

2 電気柵整備等によるサル遊動環境変化検証

(1) 目的

高崎山を囲う電気柵は、高崎山のニホンザルが域外で発生させる農業被害を防止するために設置された。一方、この電気柵は、群れの遊動範囲を制限することで、サルの採食行動などを通じて生息地である高崎山の森林環境に影響を与えるとともに、間接的に個体数の変動、さらには管理目標頭数の決定にも影響を与えると考えられる。そのため、電気柵整備によって群れの遊動環境（遊動範囲）がどのように変化したか報告する。

(2) 方法

高崎山を囲う電気柵は、1989（平成元）年度に設置が開始され、2003（平成15）年度に、海側以外を囲う形で一応の完成をみた。しかし、電気柵そばの樹木を伝っての脱柵、電気柵と道路が交差し電気柵が途切れる箇所（高崎山登山道入口、城ノ腰）などからの脱柵が見られたので、樹木伐採などの対策を進めた。2015（平成27）～2016（平成28）年度には、由布市側と別府市側で、サルが柵の支柱を伝って脱出しないよう支柱にも通電できる仕組みにするなどの改修工事を行った。2019（令和元）年度には、電気柵そばの樹木伐採を完了し、電気柵の開口部に開閉ゲートを設置した。また、令和元年度～2年度にかけて、電気柵の電圧を自動で監視するシステムを導入し、漏電を迅速に把握できるようにした。さらに、2022（令和4）年度3月には、城の腰の開閉ゲート近くに設置されサルが脱柵に利用した電柱を撤去した。2023（令和5）年度には、電気柵の通電管理を高崎山管理センターから電気業者に変更した。そのことによって、高崎山管理センターがサルの追い戻しで忙しい時期であっても、柵の補修や漏電の復旧が迅速にできるようになった。さらに、大分市の海側の基点から150mの区間の網の張替えと柵の土台を堅固にするための電気柵下部改修などの工事を行った。

以下、こうした電気柵整備の進展に従って、期間を2010（平成22）～2016（平成28）年度、2017（平成29）～2023（令和5）年度に区分し、群れの遊動環境の変化の概要を記述するとともに電気柵整備の効果を検証した。

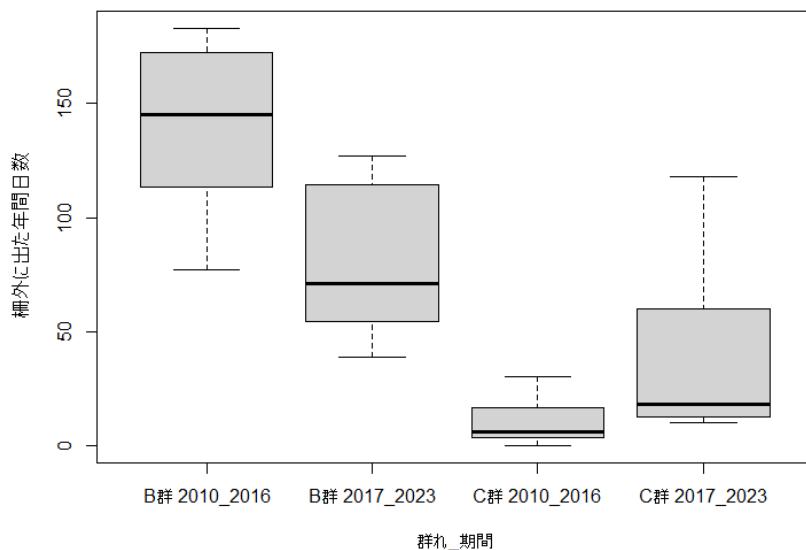


図2－1 2010（平成22）年度～2016（平成28）年度、2017（平成29）年度～2023（令和5）年度における、B群とC群の柵外滞在日数の変化

最上端、最下端の横線は最大値、最小値。箱の中央の横線は中央値。箱の上端、下端は、最大値から数えて1/4個目の値、最小値から数えて1/4個目の値。

(3) 結果と考察

B群が柵外で滞在した日数を2010(平成22)年度～2016(平成28)年度(年平均約140日)と2017(平成29)年度～2023(令和5)年度(約82日間)を比較すると、柵外での滞在日数は減少した($t=2.80$ 、 $df=12$ 、 $p=0.016$)：図2-1)。しかし、柵外での滞在日数が減少した2017年度以降であっても、2020(令和2)年度、2022年度(令和4)年度については、柵外滞在日数がそれぞれ126日、103日と顕著に多くなった。この両年は樹木の果実が凶作であった年であり、6月から10月にかけて、柵外での滞在日数が増加した。おそらく柵内の森林の食物生産量が脱柵に影響したと考えられ、脱柵防止には、柵内の森林を健全な状態に保つことも重要であると考えられた。

2021(令和3)年度～2023(令和5)年度の遊動域は柵外にも広がり、約4.0km²に及んだ(図2-2)。遊動域や被害地は、2010(平成22)年度～2016(平成28)年度と2017(平成29)年度～2023(令和5)年度を比較しても大きく変わらなかった。柵の整備状態にかかわらず、群れがいったん柵から脱出すると、既知の農地を襲撃するため広く行動するためと考えられた。個々の農地での電気柵などによる防除、高崎山管理センター職員による追い戻しも依然と重要である。

C群が柵外で滞在した日数は2010(平成22)年度～2016(平成28)年度の平均は年間約12日間で2017(平成29)年度～2023(令和5)年度は約42日間と増加したが、両期間の間で有意な差は認められなかった(Welch-test $t=-1.88$ 、 $df=6.88$ 、 $p=0.103$ ：図2-1)。この群れは、2019(令和元)年度から分派を繰返すとともに、群れの一部が頻繁に脱柵を行うようになり、2019(令和元)年度の柵外での滞在日数は118日であった。その対応策として、2020(令和2)年2月に柵のそばの木の伐採を行ったところ、2022(令和4)年度まで柵外滞在日数は12～42日と減少したが、2023(令和5)年度には柵外での滞在日数が81日と再び増加した。

2021(令和3)年度～2023(令和5)年度にかけてのC群の遊動域も柵外に広がり、約1.9km²であった(図2-3)。遊動域は、2017(平成29)年度～2023(令和5)年度が、2010(平成22)年度～2016(平成28)年度よりも広くなり、被害地も増加した。樹木果実が凶作であった2020(令和2)年度、2022(令和4)年度の柵外滞在日数はそれぞれ11日と42日とさほど増加はみられず、C群の脱柵には果実の作柄よりもB群との群間関係、B群から移籍してきたオスの影響があると考えられた。柵外に出ているサルは50頭程度で、高崎山管理センターが脱柵を防ぎ、追い戻し等を行わなければ柵外に出たままになる可能性が強い。

以上により、2016(平成28)年度まで柵外へ脱出することが常態化していたB群において、電気柵の整備は脱出抑制に大きな効果があり、柵外での被害防止、給餌抑制による個体数管理の条件作りに貢献できたと考えられる。今後、柵の効果を維持し、さらに高めるため、イノシシの柵の裾からのもぐり込みを防止するため電気柵下部改修工事などによる柵の土台の強化、大分市田ノ浦地区や別府市側の電気柵整備や樹木の伐採を進める予定である。C群については、行動の実態を詳細に把握し、脱出防止策を早急に検討する必要がある。



図2－2 2021（令和3）年度～2023（令和5）年度、B群の遊動域と被害地

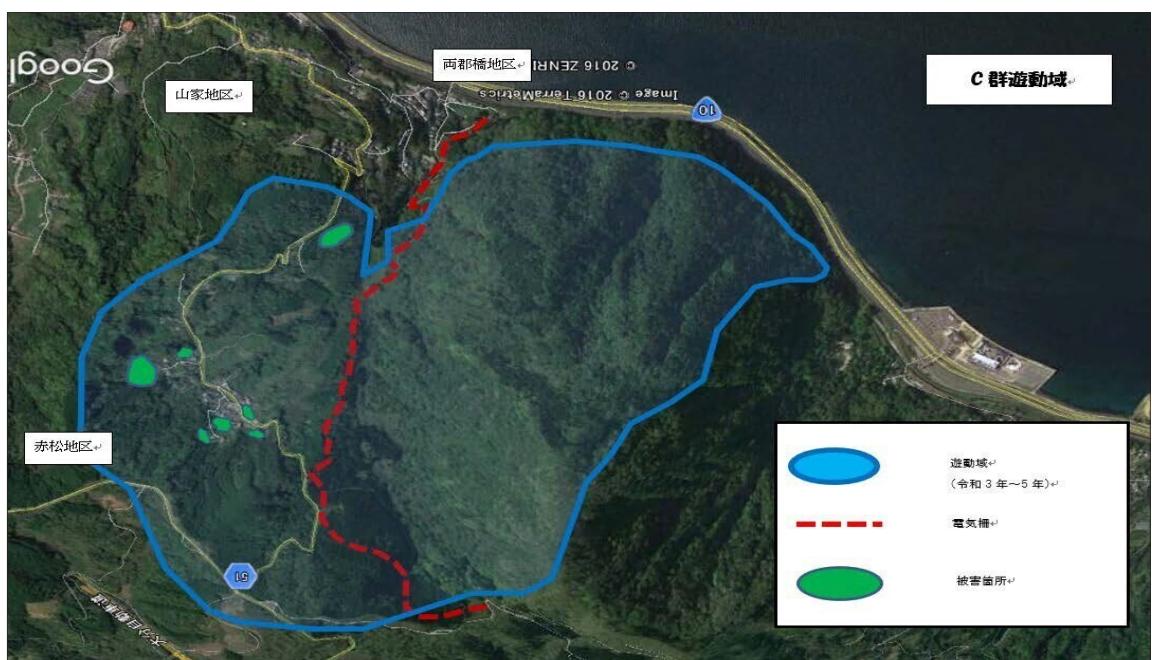


図2－3 2021（令和3）年度～2023（令和5）年度、C群の遊動域と被害地

3 実効避妊個体数の推移&避妊措置効果査定

(1) 目的

本調査項目では、高崎山ニホンザル餌付け群の個体数適正化を図るために実施してきた、1997（平成9）～2023（令和5）年度までの避妊措置による実効避妊個体数の推移と、同期間の避妊措置の効果を査定した結果を報告する。

●実効避妊個体数の推移

ア 方法

実効避妊個体数とは、避妊措置により実効的に避妊状態にあるメスの頭数のことを目指す。すなわち、インプラント法であれば措置した年以降の4年間に、経口投与法であれば翌年のみ避妊状態にあると設定し、この2種類の方法によって避妊状態にある個体の数を毎年合計したものを実効避妊個体数とする。なお、インプラント法及び経口投与法の効果は翌年度の出産期から表れるため、当該年度の実効避妊個体数には前年度以前の避妊措置結果が反映されている。また、実効避妊個体数の計算にあたっては避妊措置個体が死亡することを考慮する必要があるため、避妊措置個体数に成体メスの生存率として、過去に行った個体群変化シミュレーション（第2次中間報告書第5章）で使用した齢別生存率である0.9168をかけることとした。ただし、計算処理上、避妊措置個体の死亡は翌年度の出産期以降（避妊措置の1年経過後以降）に起こると設定した。

表3-1 1997（平成9）～2023（令和5）年度までの実効避妊個体数

年度		避妊個体数		実効避妊個体数	
西暦	和暦	インプラント	経口避妊	インプラントのみ	インプラント+経口避妊
1997	H9	34	—	0.0	0.0
1998	H10	16	—	34.0	34.0
1999	H11	—	—	47.2	47.2
2000	H12	—	—	43.2	43.2
2001	H13	—	—	39.6	39.6
2002	H14	12	—	12.3	12.3
2003	H15	10	—	12.0	12.0
2004	H16	40	—	21.0	21.0
2005	H17	—	—	59.3	59.3
2006	H18	—	—	54.3	54.3
2007	H19	—	—	41.3	41.3
2008	H20	—	—	30.8	30.8
2009	H21	64	—	0.0	0.0
2010	H22	53	—	64.0	64.0
2011	H23	44	—	111.7	111.7
2012	H24	22	13	146.4	146.4
2013	H25	23	14	156.2	169.2
2014	H26	32	28	121.0	135.0
2015	H27	38	19	105.5	133.5
2016	H28	16	9	103.6	122.6

2017	H29	21	8	95.5	104.5
2018	H30	9	16	92.3	100.3
2019	R1	7	24	71.0	87.0
2020	R2	32	21	45.2	69.2
2021	R3	—	28	62.2	83.2
2022	R4	45	18	42.2	70.2
2023	R5	38	17	77.3	95.3

イ 結果

以上の計算結果を表3－1に示した。その結果、2023（令和3）年度はB、C群合わせて、インプラント法によって77.3頭が避妊状態にあり、経口投与法も合わせると、95.3頭が避妊状態にあるとわかった。

大分市は、2020（令和2）～2024（令和6）年度までの再検証期間中、最終的に実効避妊個体数が100頭になることを目安に避妊措置事業を計画実施してきた。したがって、再検証期間の最後の1年を残した2023（令和5）年度時点で、95.3頭が避妊状態にあるということは、この期間の避妊措置事業は計画通りに実施されたと評価できる。

なお、2020（令和2）年度からは、それまで夏季（8月）としていたインプラント法の実施時期を冬季（1月）に変更した。冬季は、比較的群れがサル寄せ場に安定して出現する時期であり、サルの誘導餌に対する執着も強く、囲い買での捕獲率が高くなる。さらに、実施期間中の3日間は閉園することで、インプラント法に従事する人員体制も強化され、措置頭数は回復した（2021（令和3）年度は新型コロナウイルス感染症拡大により中止）。

●避妊措置効果の査定

ア 効果査定の考え方

現在の高崎山ニホンザル餌付け群の出生数や出産率は、避妊措置を行っているうえでの数値である。これを逆説的に考えると、「避妊措置を行わなかった場合の出生数や出産率」 = (A) を求めることができれば、(A) から「現在の出生数や出産率」 = (B) を引いた時、その差が避妊措置の効果といえる。この考え方従い、インプラント法・経口投与法の両法の避妊措置によって生まれなかつた子の数をそれぞれ試算した。

イ インプラント法による避妊効果の算定方法

表3－2は、高崎山ニホンザル餌付け群において避妊措置を行ったことがない個体の年齢別の出産率*である。つまり、インプラント法を措置していないければ、生まれていたはずの子の数と言い換えることができる。インプラント法を措置した個体の年齢を表3－2に当てはめることで、インプラント法によって生まれなかつた子の数を算出した。なお、2009（平成21）年度以降に措置した個体には新しいデータ（表3-2 右側のデータ）を当てはめた。

*年齢別の出産率とは、ある年齢のメスがその年に出産する確率のことをいう。高崎山ニホンザル餌付け群の場合、5歳になると出産し始め、おおむね24歳になると出産しなくなるが、ある年齢のメス全ての個体が出産するわけではない。

表3－2 避妊措置をおこなったことがない個体の年齢別の出産率（高崎山ニホンザル餌付け群）

年齢	1997(平成9)～2000 (平成12) 年度データ	2009(平成21)～2023 (令和5) 年度データ	
	B・C群	B群	C群
4	0.00	0.00	0.00
5	0.17	0.50	0.00
6	0.60	0.75	0.70
7	0.36	0.60	0.54
8	0.71	0.80	0.81
9	0.47	0.30	0.35
10	0.63	0.80	0.63
11	0.47	0.60	0.54
12	0.73	0.63	0.62
13	0.58	0.83	0.39
14	0.67	0.65	0.68
15	0.57	0.55	0.39
16	0.52	0.73	0.62
17	0.63	0.76	0.50
18	0.44	0.40	0.50
19	0.57	0.75	0.62
20	0.65	0.31	0.42
21	0.42	0.40	0.50
22	0.53	0.50	0.44
23	0.53	0.40	0.50
24	0.07	0.00	0.00
25	0.08	0.00	0.00
26	0.00	0.00	0.00

ウ インプラント法による避妊効果の算定手順

- 1997（平成9）～2023（令和5）年度に措置した555個体の追跡結果に基づいて試算する。避妊の効果年数を4年間と仮定し、避妊措置後1年目（措置の翌年）から4年目までの4年間に、出産しなかった年の当該個体の（推定）年齢を表3－2に当てはめ、避妊措置によって生まれなかった子の数を求める。

表3－3 算定例

措置後年数	1年目	2年目	3年目	4年目
出産成績	産まず	産まず	産まず	出産
当該個体の年齢	10歳	11歳	12歳	13歳
年齢別の出産率	0.63	0.47	0.73	0.58

上記例（表3－3）の場合、4年目に出産しているので、1年目から3年目までの年齢別の出産率の和は、 $0.63+0.47+0.73=1.83$ （頭）となる。つまり、この個体への避妊措置によって、1.83頭が生まれなかつたと算定する。

- 4年間の年齢別の出産率の個体ごとの和を求め、さらに全措置個体分の和（＝A）を求める。

※4年間のうちに、出産した年があれば、その年以後の年齢別の出産率は（出産しなかつた

年も) 加算しない。また、出産成績が不明な年があれば、その年以降のデータも加算しない。

3. 1998(平成10)～2024(令和6)年までの高崎山における5歳以上メスの延べ頭数14,153頭、全出生数は5,174頭であるため、 $B = \{A / (A + 5,174) \times 100\} (\%)$ を求めることで、避妊措置をしていなければ出産数が何%増加していたかを推定する。

エ インプラント法による避妊効果の算定結果

1. インプラント法によって抑えられたと算定された出産数は438.1頭(=A)であった。インプラント法を措置していなければ、出生数は実際よりも7.8%(=B)高かったと推定された。
2. 1998(平成10)～2024(令和6)年の実際の出産率は $36.6\% (5,174 \times 100 / 14,153 = 36.6\%)$ であったが、インプラント法を措置していなければ、出産率は実際よりも3.1%高かったと推定された($(5,174 + 438.1) \times 100 / 14,153 = 39.7\%, 39.7 - 36.6 = 3.1\%$)

オ 経口投与法による避妊効果の算定結果

経口投与法による避妊効果は、2012(平成24)～2023(令和5)年度の12年間に投与した330頭の追跡結果に基づき試算した。そのうち23頭(7.0%)は途中で消失し、76頭(23.0%)は投与できなかつた週があった。また、経口投与対象個体だったものの、途中からインプラント措置を行つた個体が16頭(4.8%)であった。したがつて、期間中(約8カ月間)投与完遂できた個体は215頭(65.2%)で、そのうち、直後の出産期に出産したのは5頭(2.3%)だった。つまり、210(=215-5)頭が、この12年間の経口投与法の実施により、出産しなかつたと仮定できる。

2013(平成25)～2024(令和6)年の間にB・C群で1,848頭が出生したが210頭は経口投与法の実施により出産しなかつたのだと仮定すると、経口投与を実施していなければ、出生数は実際よりも $210 \times 100 / (1,848 + 210) = 10.2\%$ 多かつたと推定された。また、この期間の実際の出産率は $31.3\% (1,848 \times 100 / 5,905^{\ast} = 31.3\%)$ であったが、経口投与法を実施していなければ、出産率は実際よりも3.6%高かつたと推定された($(1,848 + 210) \times 100 / 5,905 = 34.9\%, 34.9 - 31.3 = 3.6\%$)。

※5,905頭は2013(平成25)～2024(令和6)年の5歳以上メス数の合計

(2) まとめ

高崎山管理委員会では、第4次中間報告書において「中間目標である個体数1,200頭以内での推移を保持しながら、その後結果について検証を行う」と結論し、避妊法を用いた出産率の抑制、給餌量の削減を主体とした個体数減等の取組を行ってきた。その結果、群れ全体の個体数は約1,000頭から920頭(令和5年度現在)へと減少した。群別にみると、この間のB群の個体数は漸減傾向を見せつつもほぼ横ばい状態であることから、B・C群全体の減少は主としてC群によるもので、それも分派群の発生が大きく影響してきたと考えられる(第1章(1)節)。また、出産率は、B群は35%前後を維持してきたが、C群の変動が著しいことがわかつた。その理由は不明である。再検証期間中の避妊措置は、C群は群れの動向が不安定なことから、主にB群を対象としてきた。したがつて、C群については避妊措置の効果を評価できないものの、B群の個体数と出産率の安定した推移は、他の各種取組と併せて、避妊措置が寄与した結果だと考えられる。

高崎山管理委員会は、さまざまな取組の中で、サルへの避妊措置により個体数適正化を図るために実施してきた。

第4次中間報告書にも記載されているが、無計画な避妊は、サルの群れの人口ピラミッドに変化を及ぼす恐れがあり、さらにはある特定の家系や地域群の絶滅を招来しかねない。そのため、多くの避妊法があるなかで、その効果が可逆的で、サルへの侵襲が少ないことが確認されている方法を選択し、高崎山における避妊措置のためのガイドラインに則つて避妊を実施してきた。今回の結果から、インプラント法、経口投与法いずれもサルの出産率を下

げる効果が確認された。また、経口投与を中断した後や挿入されたインプラント剤の効果がなくなった後には正常な妊娠・出産が観察されている。したがって、これら2種類の避妊法は、高崎山ニホンザル餌付け群において、特定のメスを生涯不妊にしてしまうことなく一時的に妊娠・出産を回避し、群れの出産率を減ずる方法として有効であると言える。

しかし、今回の餌付け群個体数の推移に現れた数字の大半はC群の分派群発生によるものである。後述するように、B群自体の齢構成の変化も両群の個体数減少（レスリー法 λ の値：第2章8節、表8-1）に影響を与えている可能性もあるので今後注視が必要である。いずれにしても、避妊法だけでは既に存在するサルの数を直ちに減することはできない。今回はC群の分派群発生により、期せずして個体数は1,000頭を下回った。C群の分派群発生を招いた原因は定かではないが、個体数減少のために群れの分派を待つ訳にはいかない。将来にわたって高崎山の餌付け群個体数を適正に保つためには新たな効果的な方法を模索しつつ、その効果が確認された避妊措置を併用することが有効だと思われる。

また、ニホンザルのメスは5~6歳の性成熟以降20歳頃まで出産するが、高崎山のニホンザルは5-6歳から14-15歳の間で繁殖価が高いことが分かっている（第4次中間報告書第6章）。このことから、特にインプラント施術個体の選択においては、今後はその年齢層のサルに対して避妊措置を講ずることを提案したい。ただ、経口避妊個体の選択においては、単年度の避妊効果となるので、出産率の高い年齢層（8~14歳頃）の個体を対象とするのがよい。

そして、避妊措置を施したサルの健康管理や発情、妊娠、出産状況の確認、群内での行動調査等のデータ収集が必要である。そのためには、サルの個体識別が欠かせない。個体識別を習得した複数の担当者の育成と配置が望まれる。

4 高崎山森林動態（植生調査）

（1）目的

ニホンザルが生息する高崎山では、森林がニホンザルの負の影響を受け、劣化してゆく危険をはらんでいる。例えば、ニホンザルは植物を餌として利用するので、樹木がニホンザルによる採食の強い影響を受けると、森林が劣化・衰退の道をたどるかもしれない。1980年代には高崎山のニホンザル生息地域から、ニホンザルの採食の影響により、エノキやムクノキが全滅したことが知られている。また、クスノキやクマノミズキ等のその他の樹種についても、ニホンザルによる葉の採食が確認されている。こうしたことから、ニホンザルが森林資源を、持続可能な限度を超えた強い程度で利用しているかもしれないことが、懸念されるようになった。高崎山管理委員会は、ニホンザルと高崎山の森林が持続可能な形で存続できる指針を提言し続けているが、目標を達成するためには、ニホンザルが高崎山の森林を持続可能な方法で利用しているかどうかを、森林をモニタリングすることで検証していくことが必要となる。

森林は、森林を構成する樹木の自然更新が行われることで、数十年から数百年という長期間にわたり森林景観が保たれる。しかし、高崎山の森林の場合、ニホンザルの影響により、樹木の成長が遅くなり、または死亡（枯死）速度が上昇することで、この森林が劣化・衰退してしまう可能性がある。高崎山の森林を適正に管理するためには、時間に伴うこうした森林の動き（森林動態）に注目して、高崎山の森林の状況を診断し、将来の高崎山の森林の姿を予測する必要がある。

そこで、森林動態や植生の変化を把握するため、高崎山の電気柵内側の森林に定点長期観察用調査区を2000（平成12）年に設置し、以降24年間、調査区のモニタリングを続けてきた。この調査区のモニタリングデータを用いれば、最近24年の高崎山の森林の動きを明らかにすることが可能となる。こうして得られたモニタリングデータを用いて、高崎山での森林の状況、つまり森林が劣化・衰退をしていないかどうかを検討した結果を記す。

（2）方法

ア 調査区と野外調査

現在までに高崎山の各地に8個の定点長期観察用調査区が設置してきた。図4-1にそれら調査区の位置を、表4-1にそれら調査区の特徴を示した。調査区は、標高150m程度のサル寄せ場付近の植林地とツバキ谷、およびクスノキを主体とする森林に1つずつ、標高250m以下（電柵5号入り口付近）のタブノキやクスノキを主体とした常緑広葉樹林に1つ、標高300～400m（電柵7号および8号入り口付近）のイタヤカエデ、イヌシデ、クヌギを主体とした落葉樹林（二次林）に計2個、標高600mの頂上付近のクヌギの植林地と標高400mから500mの頂上から伸びる、コナラ、アカガシ、アセビを主体とした、尾根上にそれぞれ一つずつ設置されている（図4-1）。

このうち、標高150m以下の部分は、国立公園編入前までクスノキを植栽するなど、人間により継続的に利用されてきた場所だと考えられる。一方、標高400～500mの頂上から伸びる、コナラ、アカガシ、アセビを主体とした森林は、人為的な影響が小さい、老齢な森だと考えられる。それ以外は、国立公園編入前の人為的な活動の跡を残す、二次的な森林だと考えられた。

これら調査区ではその中に生える周囲15cm以上の樹木の直径データが2000（平成12）年から2024（令和6）年にかけて行われた調査で蓄積されている。このデータを解析することで2000（平成12）年から2024（令和6）年の間の森林の動きを定量的に評価することができる。

イ 森林の健全度の評価指標

調査区の面積は、400 m²だが（表4－1）、調査区のデータを1haあたりに換算し、基底面積(m²)を計算した。基底面積とは、地上高130 cmでの幹断面の面積の合計であり、森林の材積量の指標として用いることができる。つまり、基底面積の大きな森林ほど、森林の規模が大きくなつたと評価できる。高崎山の森林の基底面積が、調査を開始した2000（平成12）年以降、時間とともに大きくなつていったとしたら、森林は大きく育つたと評価でき、森林の健全性が確かめられたことになる。



図4－1 高崎山に設置した8個の調査区の位置

赤い丸が調査区の位置を示し、調査地の名前（表4－1の「記号」の列を参照のこと）と設置年が記されている。図の作成にはグーグルアースを利用した。

表4－1 高崎山に設置した森林調査地点の概要

場所	立地	標高 (m)	調査面積 (m ²)	設置年	記号 (図4-1に対応)	植生
サル寄せ場付近	平地	150	400	2006	餌場	スギなどの植林地
低標高地	斜面	150	400	2006	低標高	クスノキの植栽跡地
ツバキ谷	平地	150	400	2020	ツバキ谷	ツバキ谷の常緑樹林
5号入口	尾根	220	400	2002	5号中	クスノキが主体の常緑
7号入口	斜面	360	400	2006	7号中	クヌギが主体の落葉二
8号入口	斜面	350	400	2002	8号中	イヌシデが主体の落葉
山頂付近	尾根	400-500	400	2004	頂上近く	クヌギの植林地
山頂	山頂	600	400	2000	尾根沿い	コナラ、アカガシ、アセビ

1

（3）結果

2

3

4

ア 基底面積の変化

5

6

調査を行った8個すべての調査区において、調査期間中における基底面積の上昇が観察された（図4－2）。基底面積は、森林材積量の指標となりうるため、高崎山の森林は2000

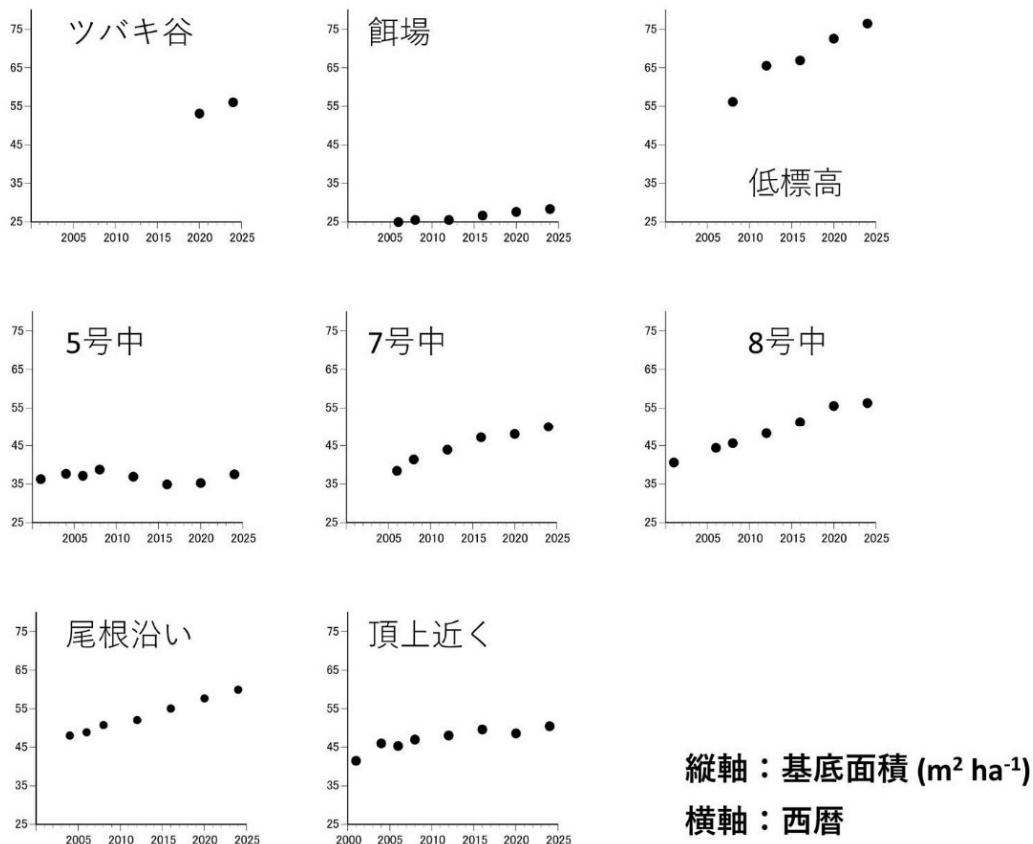
7 (平成 12) 年から 2024 (令和 6) 年の間、その規模を大きくしていることが分かった。

8 詳しく見ると、えさ場付近の森林や電柵 5 号入り口付近の森林では、基底面積がほぼ横ばいであるが、それでも調査を開始した時期に比べれば微増ではあるもの基底面積を増やしていく。これらの森林は、今後、特に注意深くモニタリングを続けていく必要がある。また、えさ場付近の森林は、基底面積の値自体が他の森林に比べて小さい。これは、餌場近くでは、もともと木の密度（本数）が低かったことを反映している。えさ場付近では、場合によっては植樹を行うなどの、木の密度（本数）を高める活動が必要になるかもしれない。

9 10 11 12 13 14 15 その他の森林は、基底面積が順調に時間とともに増加しているため、森林劣化を心配する必要はないと考えられる。

16 17 18 以上の通り、24 年間の森林のモニタリング調査は、高崎山の森林では、明らかな劣化は起こっておらず、森林が時間とともに成長していたことを示していた。高崎山の森林の劣化・衰退について、当面の間は強い懸念はないと考えられる。

19



20 21 図 4-2 高崎山に設置した 8 個の調査区の調査開始時点からの基底面積の変化

22 調査区の特徴については、表 4-1 を参照のこと。すべての調査区が、調査開始時点よりも基底面積を増やしていた。基底面積は、森林規模の指標になり、大きな基底面積をもつ森林ほど大きい森林である。したがって、基底面積を増加させていた高崎山の森林は、森林規模を順調に成長させているといえる。

23

24

25

26

27

28

29

30

31

5 年間入園者数とサル寄せ場出現日数の関係

(1) 目的

高崎山の入園者数は、1953（昭和28）年3月に開園した翌年度は約60万人であり、1965（昭和40）年度にはピークの約190万人となった。しかし、旅行形態の変化や旅行ニーズの多様化に加え、2016（平成28）年の熊本地震などの自然災害の影響もあり、2016（平成28）年には20万人台となっている。ここでは、2014（平成26）年度以降の年間入園者数の推移とサル寄せ場への群れの出現日数の関係について検討することを目的とする。

(2) 方法

2014（平成26）～2023（令和5）年度の年間入園者数とサル寄せ場への群れ（BC群、B群、C群）の出現日数の分析をおこなった。また、新型コロナウイルス感染拡大の影響が小さかったと考えられる2014（平成26）～2019（令和元）年度に限定し、群れのサル寄せ場への出現日数と入園者数の相関関係を回帰分析により検討した。

(3) 結果

解析対象年度のうち、2015（平成27）年度に入園者数が増加しているが、その後、徐々に減少傾向にある（図5-1）。この一時的な入園者数の増加は、2015（平成27）年度にC群で誕生したシャーロットの影響によるものと思われる。シャーロット効果が収まるにつれて、入園者数は漸減状態である（図5-1）。2019（令和元）年度末から2020（令和2）年度にかけてさらに入園者数の減少が続くが、これは新型コロナウイルスの感染拡大防止対策やそれに伴う旅行控えの影響を受けたためだと考えられる。その後、入園者数は回復傾向であり、コロナ禍をほぼ抜けた2023（令和5）年度の入園者数は220,714人で、新型コロナウイルスの影響が出始めた2019（令和元）年度並みに戻っている（図5-1）。

BC群、B群、C群の出現日数と入園者数間の決定係数は、それぞれR²=0.499、0.017、0.339となった（図5-2）。BC群については相関がありそうだが、統計的有意性はなかった（P=0.117、図5-2）。

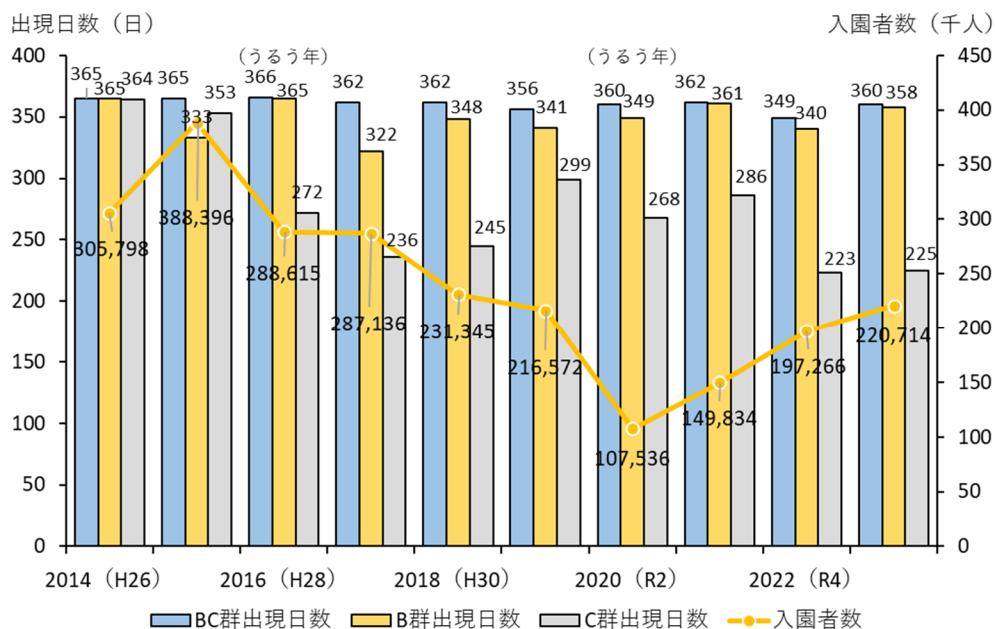


図5-1 入園者数と群れのサル寄せ場への出現日数の推移
棒上の数字はBC群の出現日数、折れ線の数字は入園者数を示す。

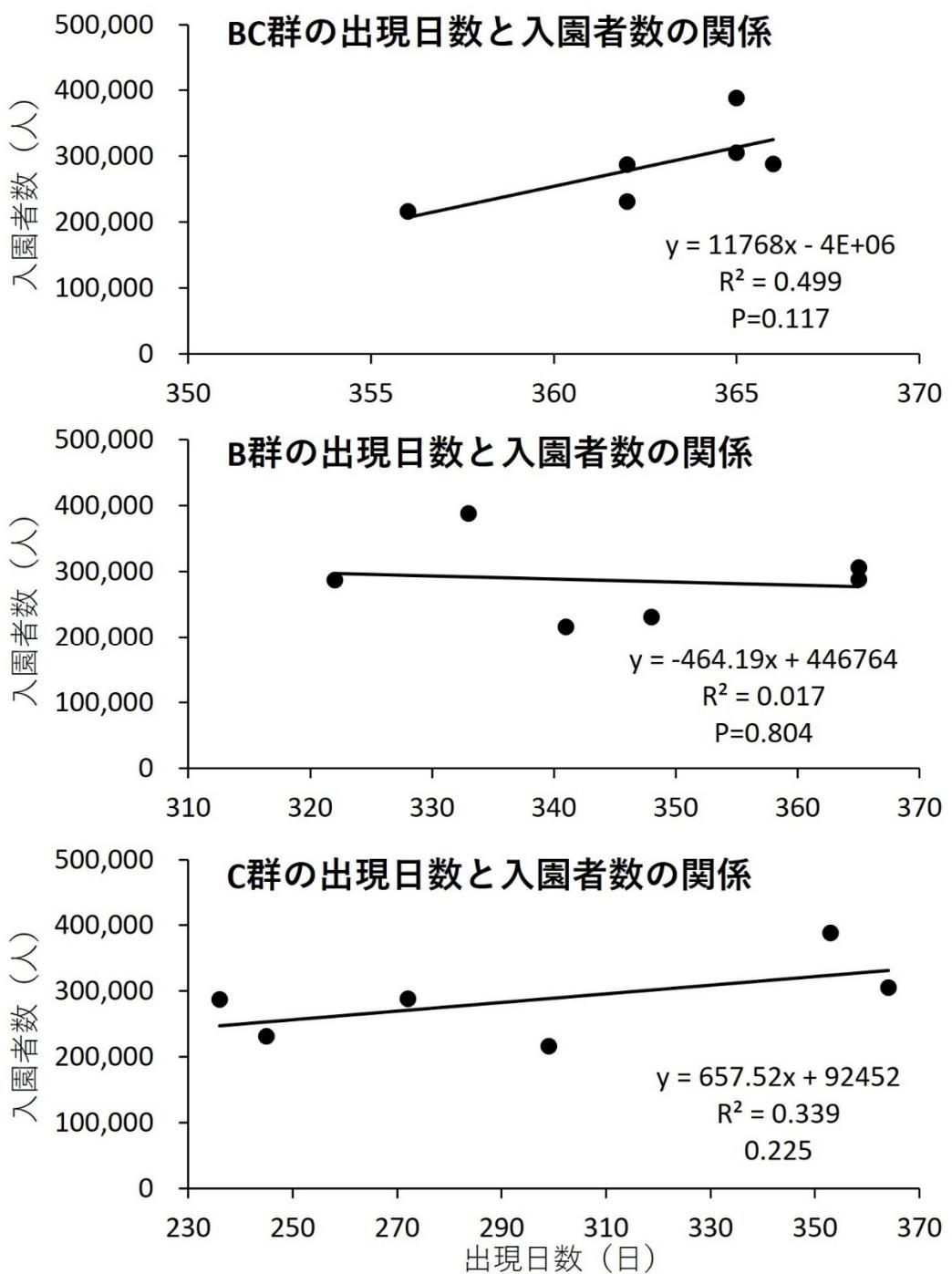


図 5－2 群れのサル寄せ場への出現日数と入園者数の相関関係

以上の結果から、検討した期間が 6 年分と少ないが、サル寄せ場への出現日数と入園者数の関係は明確には示せなかった。群れのサル寄せ場への出現日数と入園者数の関係は、今後データ数を増やして検証する必要がある。以上の分析結果は 2015 (平成 27) 年度のシャーロット効果も含めた相関関係であり、2015 (平成 27) 年度を除いた場合には、より出現日数と入園者数の関係は弱くなる。なお、出現日数だけでなく滞在時間との関係についても今後検証していく必要がある。

6 農作物等被害の発生状況と変化

(1) 目的

農作物被害の軽減は、高崎山のニホンザル管理の重要な目標の一つである。管理の効果を検証するため、農作物被害の程度の変化を記述し、さらに必要な対策について考察した。

(2) 方法

大分市が行っている被害軽減対策は、高崎山を囲う電気柵の設置・整備、脱柵したニホンザルの追い戻し、被害補償であるが、基軸となっているのが電気柵の設置であり、第2章2節と同様に、電気柵整備の進展に従って、期間を2010（平成22）年度～2016

（平成28）年度、2017（平成29）年度～2023（令和5）年度に区分し、被害発生の変化について記述し、対策の効果を検証した。ただし、高崎山周辺で発生している被害は、周辺部ザルによる場合もあり、区別が困難であるので、被害の変化についての正確な評価は困難であった。

(3) 結果と考察

B群については、主に大分市と由布市で柵外に出没し、被害を発生させていた。特に、大分市の田ノ浦地区で出荷用に栽培されているビワ、イチジク、ミカンの被害が大きかった。生産農家が56戸と多く、単価の高いビワの実る6月に脱柵が多いと被害金額が大きくなつた。次いで、9月に実るイチジクの被害も大きかった。冬季にはミカンが主な被害作物になつたが、冬の脱柵は少なく、被害は少なかつた。挿間地区ではビワ、カキ、プラムなどの果樹が多かつた。被害農家は15戸と少なかつたが、サルの通り道になっている場所があり、被害の減少は見られなかつた。

C群については、主に別府市で柵外に出没し、被害を発生させていた。2019（令和元）年度以降、野菜が主な農作物である別府市赤松地区への脱柵が多くなつた。この地域では、農家が自動的に畠を網で囲つてゐる場合が多く、野菜よりはビワ、カキノキ、クリ、プラム、モモなど栽培果樹への被害が多かつた。

農家が行っている被害対策は、市の補助による電気柵の設置、花火や爆竹での追い払いであった。また、自費でネットやポールを購入し、畠全体をドーム状に囲うなどしており、自己防衛の意識は高まりつつあると思われた。

大分市は、高崎山周辺で発生している被害に対し、補償をしており、その変化を見ることで被害の動向が概観できた（表6-1、図6-1）。2015（平成27）年度までは個体数の増加とともに、被害補償件数、金額とも増加した。2010（平成22）年度66件、332万5千円であったものが、2015（平成27）年度162件、1,184万3千円、2016（令和28）年度171件、949万9千円にまで増加した。しかし、由布市・別府市側の電気柵の改修が終わるとともに個体数が減少に転じた2017（平成29）年度以降は、被害補償件数、金額はやや減少し、2022（令和4）年度100件、651万1千円、2023（令和5）年度115件、589万1千円となつた。こうした被害補償件数、金額の減少は、電気柵の整備の効果と考えられるB群の柵外の滞在日数の減少と一致していた（第2章2節参照）。

被害軽減のために、今後も電気柵の維持、管理、改良、高崎山管理センターによる群れの追い戻しは重要である。一方、C群については、2018（平成30）年度以降、別府市側で脱柵が増加し、被害補償件数、金額とも増加した。脱柵箇所の特定、電気柵の改善、追い戻しの強化、農家への防除技術の普及・支援が必要である。

表 6-1 被害補償件数と被害補償金額の変化

和暦	西暦	個体数	群れの変化	電気柵整備	被害補償件数	被害補償額 (千円)
H22	2010	1,365			66	3,325
H23	2011	1,253			84	1,887
H24	2012	1,368			78	1,334
H25	2013	1,355			96	3,856
H26	2014	1,516			105	5,917
H27	2015	1,522		由布・別府側改修	162	11,843
H28	2016	1,365		由布・別府側改修	171	9,499
H29	2017	1,230			129	8,153
H30	2018	1,173			110	7,779
R1	2019	1,206	C群の分派、脱柵頻繁になる	開閉ゲート設置、漏電監視システム導入	108	7,138
R2	2020	1,039		漏電監視システム導入	123	9,409
R3	2021	991			138	8,022
R4	2022	977		城ノ越電柱撤去	100	6,511
R5	2023	922	C群脱柵増加	電気柵通電管理の外部委託	115	5,891

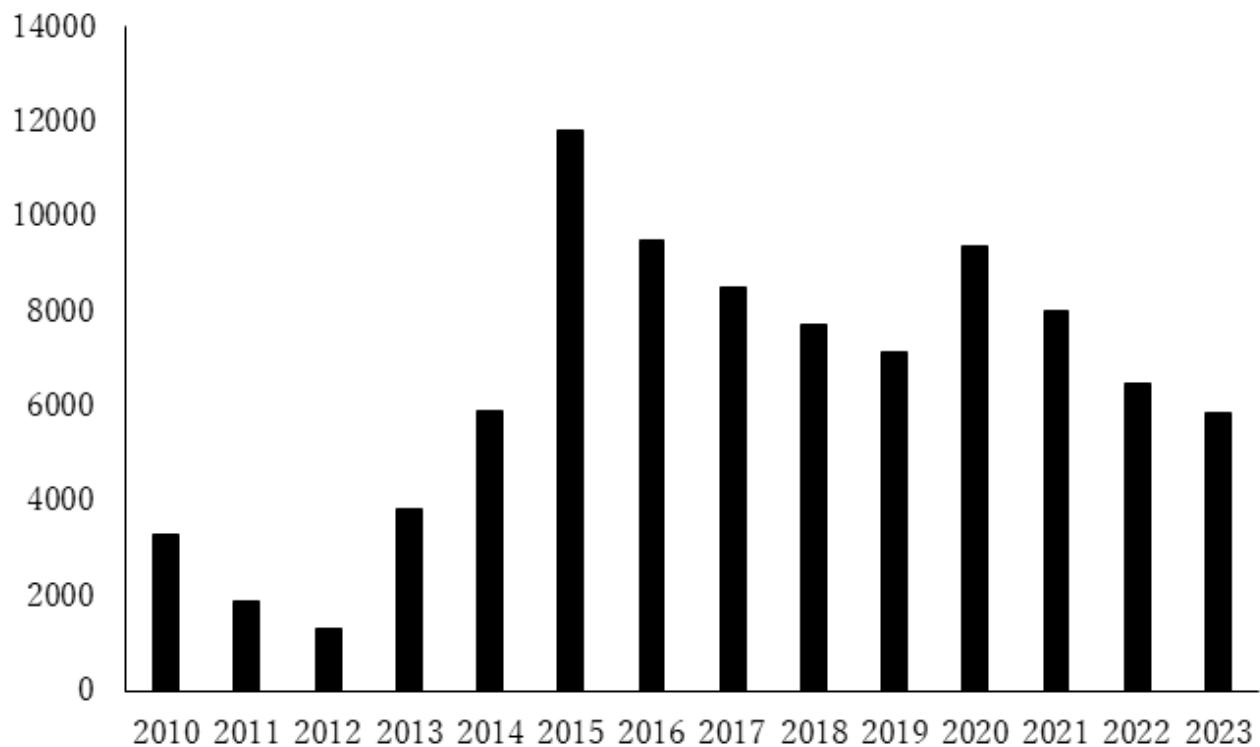


図 6-1 被害補償金額（千円） 横軸は年度を示す

7 消費効率

(1) 目的

ある地域内において、ある動物種が採食する植物品目の全生産量のうち、その動物種が消費する量の割合は、その動物種の「消費効率」とよばれており、百分率(%)で示される。消費効率は、その動物種の生息密度が高くなれば値は大きくなり、ある地域における、その動物種による自然植生への採食圧の指標であるともいえ、ニホンザルのような中型の動物では2~5%程度であると考えられている。

本調査項目の目的は、高崎山森林保全の指標の一つとするため、最新のデータを当てはめた2023（令和5）年時点の消費効率を算出することである。

(2) 方法

高崎山群の消費効率の算出方法については、第4次中間報告書の第7章消費効率(pp.58-62.)を踏襲した。その算出過程を一覧にしたもののが表7-1である。

(3) 結果

今回算出された4.8%という値は、ニホンザルなどの中型動物の一般的な値である2~5%程度の範囲内であり、高崎山森林の保全を、消費効率という指標で考えた場合、高崎山群の922頭（2024（令和6）年1月現在）という頭数は適正範囲内だと思われる。

表7-1 高崎山群の消費効率の算出過程

計算項目	計算次元	計算結果	単位	メモ
年間植物生産量				
年間植物生産量（サルの可食部分のみ：葉・果実・花・枝先）	乾重	6.81 t/ha/yr		
サルにとっての餌植物種割合	割合	30 %		
サルの餌年間植物生産量	乾重	2.043 t/ha/yr		=6.81*0.3
年間誘導域面積	面積	260 ha		
誘導域内における餌植物の生産量	乾重	531.18 t/yr		=6.81*0.3*260
群の消費効率（人工餌を与えていないと仮定した場合）				
高崎山個体数	個体数	922 indiv.		2023年
全群の総日消費エネルギー量	エネルギー	384,853.8 kcal/day		
自然餌のエネルギー含量	エネルギー	3.88 kcal/g		
自然餌の消化率	割合	61 %		
全群の総日消費自然餌量	乾重	162,605.1208 g/day		=384,853.8/3.88/0.61
全群の総年消費自然餌量	乾重	59.4 t/yr		
2023年の群の消費効率	割合	11.2 %		=59.4*100/531.18
人工餌分を除いた場合の群の消費効率				
日人工餌給餌エネルギー量	エネルギー	265 kcal/indiv./day		2023年度規定量
人工餌の消化率	割合	90 %		
人工餌給餌による日消費エネルギー量	エネルギー	238.5 kcal/indiv./day		=265*0.9
高崎山ニホンザル餌付け群個体数（2023年）	個体数	922 indiv.		
人工餌給餌による全群日消費エネルギー量	エネルギー	219,897.0 kcal/day		=265*0.9*922
餌付け条件下、自然餌だけからの全群総日消費エネルギー量	エネルギー	164,956.8 kcal/day		=384,853.8-219,897.0
自然餌のエネルギー含量	エネルギー	3.88 kcal/g		
自然餌の消化率	割合	61 %		
餌付け条件下、総日消費自然餌量	乾重	69,696.1298 g/day		=164,956.8/3.88/0.61
餌付け条件下、総年消費自然餌量	乾重	25.4 t/yr		=69,696.1298*365/1,000,000
2023年の群の消費効率	割合	4.8 %		=25.4*100/531.18

8 個体数シミュレーション（レスリー行列）

（1）目的

高崎山のニホンザルは、群れごとに個体数が毎年、詳細に数えられている。そして、この統計により、群れごとの個体数の変化を知ることができ、この変化に基づき、ニホンザルの個体数管理が行われている。このように、個体数のデータはニホンザルの適正管理のため極めて重要なものであることは言うまでもない。

個体数の変化は、死亡と繁殖に分解できる。そして、個体数の変化を死亡と繁殖に分解することで、個体数管理上有益な個体群推移行列を作成することができる。個体群推移行列を用いれば、給餌量の伴う個体数の増減を詳しく分析することができる。そして、この方法を用いれば、個体数が増えも減りもしない状態での給餌量を見積もることができる。

（2）方法

そこで、これまでに蓄積されたニホンザルの個体数統計データを紐解き、それを死亡（生存）と繁殖に分解し、さらに個体群推移行列を構築することにより、高崎山ニホンザル餌付け群の増えも減りもしない給餌量の推定を行った。2009（平成21）年から2014（平成26）年までに取られた6年間のニホンザルの個体数の統計データを用いた個体数が増えも減りもしない給餌量の推定はすでに実行されている（第4次中間報告書第6章）。今回は、2015（平成27）年から2023（令和5）年までの統計データを加え、解析を進めた。データの詳細は、第4次中間報告書第6章に記されているので、そちらを参照していただきたい。

ア 個体群推移行列モデルとモデルパラメタライズ

高崎山ニホンザル個体数統計データに基づき、人口学的な特徴を分析するために、個体群推移行列モデルを用いた。そして、個体群推移行列モデルとして、レスリー行列を使用した。単純ながら、多くの結果を導くことができるのがレスリー行列の最大の利点である。このモデルの構築のために必要な変数（以下、パラメーターと呼ぶ）はとても少なく、出産率：ある齢の一個体当たり、一年あたりの出産数

生残率：ある齢にいる個体の一年あたりの生残率
のみである。

生残率は群れごとに、2015（平成27）年から2023（令和5）年までの8年間の平均的な個体の各年齢への推移から計算した。生残率や出産率の算出は、第4次中間報告書第6章の方法に従った。ただし、前回はデータの無かった0齢の生存率についての知見が新たに与えられたため、今回は0齢の生存率については、この値（0.87）を用いた。

今回の解析期間では、C群が個体数を著しく減少させた。これは、給餌量が不足したためではなく、B群との群れの間の関係など、サル社会に関連する要因が主だと考えられた。そのため、個体数の減少を給餌量と結び付けるべきではないと判断し、今回の解析対象からC群を外した。

このようにして、レスリー行列は、B群のみに作られ、

1. 2015年の出産率を使用したモデル
2. 2016年の出産率を使用したモデル
3. 2017年の出産率を使用したモデル
4. 2018年の出産率を使用したモデル
5. 2019年の出産率を使用したモデル
6. 2020年の出産率を使用したモデル

7. 2021 年の出産率を使用したモデル
 8. 2022 年の出産率を使用したモデル
- の 8 個を作成した。

イ 個体群推移行列（レスリー行列）を用いた解析

構築されたレスリー行列に基づいて、個体群増加速度（ラムダ、 λ ）を線形代数学的に算出した。個体群増加速度（ラムダ、 λ ）とは、個体数の年当たりの変化率を指す。個体群増加速度が 1.0 のとき個体数は増えも減りもせず、1.0 を超えると個体数を増やし、1.0 を下回ると個体数を減らすことを示す。

ウ 個体数増加率を用いた解析

第 4 次中間報告書第 6 章では、個体数が増えも減りもしない給餌量を求めるにあたり、上述の個体群増加速度（ラムダ、 λ ）との関係に加えて、個体数増加率との関係を解析したことを踏まえ、今回も個体数増加率と給餌量の単回帰分析を行った。分析には、個体群増加速度（ラムダ、 λ ）と同様に、2009 年から 2022 年までの個体数増加率を用いた。分析の詳細は、第 4 次中間報告書第 6 章に記されているので、そちらを参照していただきたい。

（3）結果

2009（平成 21）年から 2022（令和 4）年までの個体群増加速度（ラムダ、 λ ）を表 8-1 にまとめた。個体群増加速度（ラムダ、 λ ）は前年の給餌量と前年の餌投与量の間に高い相関がみられた（図 8-1）。 λ と前年の給餌量の間の直線回帰を行うことで、両者の関係を以下のように定式化することができた。

$$B \text{ 群 } Y = 0.0009582X + 0.7316 \quad (R^2 = 0.7123)$$

Y が λ 、 X が前年の 1 頭あたり 1 日当たりの給餌量(kcal) である。この式を用いて λ が 1.0、すなわち高崎山ニホンザル餌付け群が増えも減りもしない時の給餌量を求めると、280.1kcal/頭/日となった。2009（平成 21）年から 2014（平成 26）年の間では、ニホンザルが増えも減りもしない時の給餌量は B 群では 263.6kcal/頭/日であったため、それより少し大きな値となった。

なお図 8-1において、2015（平成 27）から 2022（令和 4）年の個体群増加速度 λ の値（縦軸）が、2009（平成 21）年から 2014（平成 26）年までの λ に比べ、全体的に低くなっている点には注意が必要である。

表 8－1 2009（平成 21）～2022（令和 4）年までの B 群個体群増加速度（ラムダ、 λ ）一覧

年	個体群増加速度 (ラムダ、 λ)
2009(H21)	0.985
2010(H22)	1.0
2011(H23)	0.969
2012(H24)	1.012
2013(H25)	0.964
2014(H26)	0.989
2015(H27)	0.928
2016(H28)	0.943
2017(H29)	0.961
2018(H30)	0.942
2019(R1)	0.959
2020(R2)	0.941
2021(R3)	0.962
2022(R4)	0.945

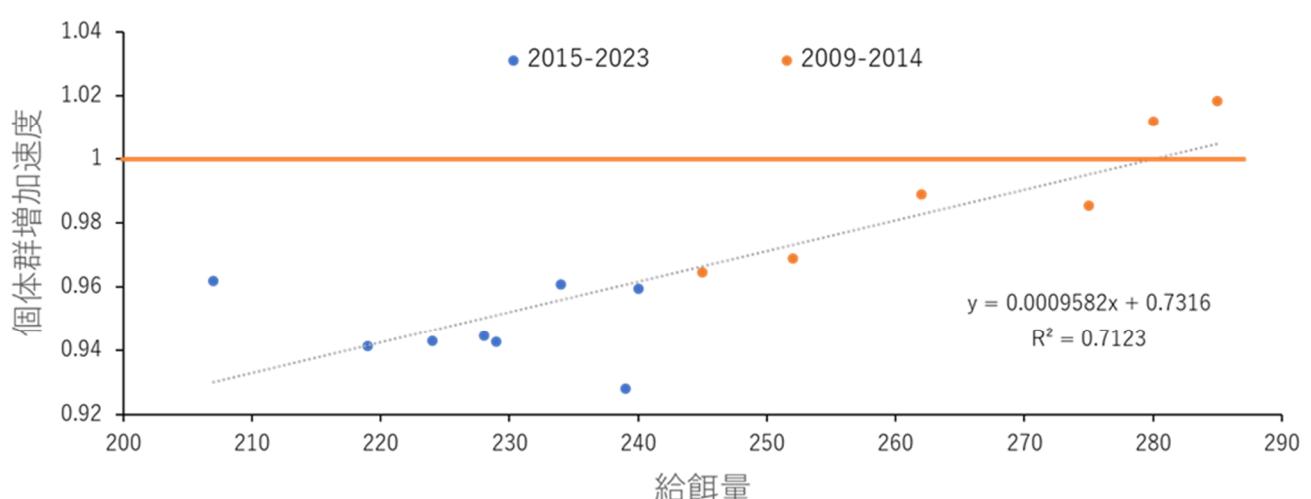


図 8－1 高崎山 B 群における給餌量と個体群増加速度（ λ ）の関係

個体群増加速度が 1.0 のときは個体数は増えも減りもせず、1.0 を超えると個体数を増やし、1.0 を下回ると個体数を減らす。個体群増加速度 = 1.0 を示す線を入れた。点線は、両者の回帰直線であり、 $y = 0.0009582x + 0.7316$ ($R^2 = 0.7123$) を示す。

一方で、個体数増加率と給餌量の単回帰分析の結果、回帰は有意 ($R^2=0.3062$, $p<0.05$) であり、得られた一次回帰式は $Y=0.1515X - 37.186$ であった。この式を用いると、 $Y=0$ 、すなわち個体数が増えも減りもしない給餌量は 245kcal/頭/日であると算出され（図 8-2）、個体群増加速度（ラムダ、 λ ）から求められた値（280.1kcal/頭/日）とは大きく異なる結果となった。また、同様の分析を B 群・C 群それぞれで行うと、B 群で 215kcal/頭/日 ($Y=0.0787X - 16.94$, $p>0.05$)、C 群で 295kcal/頭/日 ($Y=0.0829X - 24.418$, $p>0.05$) と算出された。このように、両群間の個体数が増えも減りもしない給餌量の差は顕著であったが、両群ともに単回帰は有意でなかったことに注意が必要である。のことから、今後は、図 8-1 のレスリー法による増えも減りもしない給餌量を採用するのがよいと考える。

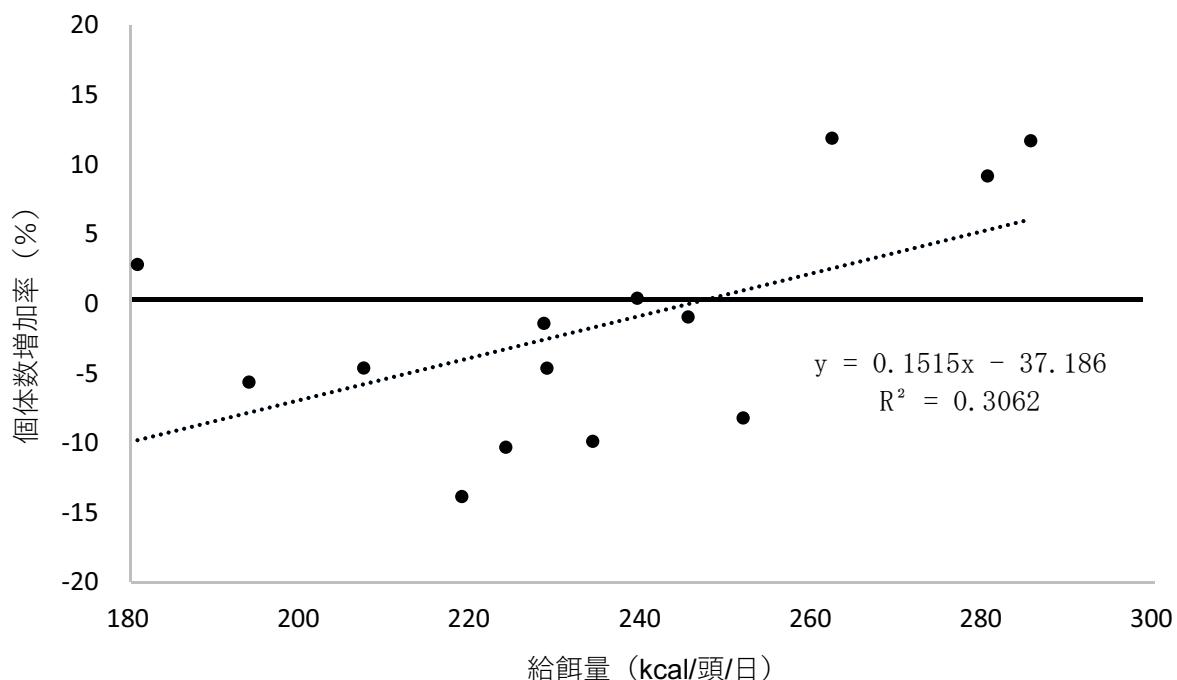


図 8-2 高崎山ニホンザル餌付け群（B・C 群）の給餌量と個体数増加率の関係

個体群増加率が 0 のとき個体数は増えも減りもせず、0 を超えると個体数を増やし、0 を下回ると個体数を減らす。個体群増加率 = 0 を示す線を入れた。点線は、両者の回帰直線であり、 $y = 0.1515x - 37.186$ ($R^2=0.3062$) を示す。

第3章 今後の管理目標頭数について

1 大分市高崎山管理委員会中間報告書 2021（第4次中間報告）の基本方策の整理及びその後の実現状況

第4次中間報告書では次の4点について基本方策をまとめている。

第1：サルの群れの遊動域を電気柵内に制限すること。

第2：個体数を電気柵内での自然餌資源と人工餌の投与で養える数に抑えること。

第3：高崎山を今後も大分市の主要な観光資源・自然教育の場とするためには、より適正かつ効果的な自然動物園の運営を目指す必要があること。

第4：資料・データ蓄積の必要性・定常的なそれらの分析が必要なこと。

第1の方策（群れを電気柵内に留める）：特に、1年の半分くらいの日数電柵外に出ていたB群の脱柵日数が、中央値比較でほぼ半減した（図2-1）。2015（平成27）～2016（平成28）年度の間に電柵改修事業や、2019（令和元）年度設置の開閉式ゲートの効果が如実に表れている。ただ、C群については、C群の社会的不安定な状況が続き分派が生じたため、脱柵日数が多くなる傾向がみられたが、全体としての脱柵日数はB群よりも少ない。以上より、第1の課題については、大きな課題であったB群の脱柵問題が、電柵改修、開閉ゲートの設置、柵周りの伐採、柵基部の穴封鎖工事、高崎山管理センター職員による柵内への追い込み努力などにより、概ね達成されつつあると考えてよい。今後の課題は、よりB群の脱柵阻止を完璧なものにすること、C群分派の柵外活動を抑制することである。

なお、周囲の農作物被害の補償額（表6-1）は、2010（平成22）～2016（平成28）年度までの期間、個体数が高止まりの状況下において、年間被害補償額が1千万円を超える額で推移していた。その後、大分市による2017（平成29）～2021（令和3）年度の各種脱柵防止事業により、ほぼ900万円の被害額に収まっていた。さらに、各脱柵防止柵が整備され、かつ電気柵通電管理の外部委託が実現する中で、2023（令和5）年度には被害額が600万円弱までに縮小した。これは、大分市の施策の大きな成果だと評価されてよい。

第2の方策（適正な群れサイズを、餌で管理する）：高崎山群総個体数は2017（平成29）～2023（令和5）年度にかけて、約1,200頭から920頭へと、約300頭減少した（図1-1）。この間B群の個体数は2015年をピークとした後ほぼ600～700頭を維持している。この減少は、B群の増加率も低下も多少関わっている可能性についてすでに述べたが（第2章3（2））、主としてはC群によるものと考えてよい。

第4次中間報告書では、B、C群を含め265kcal/個体/日を今後の人工餌投与量とするのが望ましいと結論した。動物園ではその後、この数値に基づき毎日の個体あたり餌投与量を決めてきた。ただ、図1-1に示すように、B群では年間サル寄せ場不出現日数が3～5%、C群ではそれが30%前後（年間日数にすると100日以上）生じている。B群は概ね9割以上の日数で餌が与えられているが、C群は2/3程度の日数でしか与えられていない。これは、C群自身の社会的不安定さおよびB群との力関係によるサル寄せ場への遊動の心理的抵抗によるものと思われるが、人工餌による栄養的増強は得られていない。C群は電柵内の北約半分の自然林で自然餌を採食できているが、300頭前後の個体を養うにはC群の遊動域2km²は狭い。もし300頭を維持しようとすると常緑樹林帶の群れに必要な面積（5.7km²）（Takasaki, 1981）は今の3倍近くは必要である。C群の勢力維持を考えると、人工餌投与量について何らかの工夫が必要だと考える。

他方、B群も個体数としてはここ数年現状維持を保っているが、個体群増加速度（後述第4の方策、λ）は継続的に1以下（すなわち将来的に減少）の数値を示している（2章8節）。第4次中間

報告書前の時点のデータで計算した「人工餌投与量と λ の回帰式」は、電柵外での採食が頻繁に行われていた状況下のものであった。その後、電柵等の整備により B 群において脱柵日数が半減した現時点では、電柵外での自然餌利用もかなり縮小したはずであるし、サル寄せ場周辺への長時間の滞在（引き止め）により自然餌を食べるための遊動時間が減少した可能性もあるので、今後は B 群の人工餌投与量も少し考えなおす必要がある。

以上より、第 1 方策の脱柵防止下で、第 2 の方策を現実化するには、人工餌投与量についての一つの工夫と試行錯誤が必要である。

第 3 の方策（観光資源、自然教育の場として活用する）：

- ① 予てより、サル寄せ場へ降りて来られず、周辺部で群れの本体がサル寄せ場を離れるのを待つサルたちが、分派的に移動したり、群れの本体を電柵外へと誘いがちになったりするという群れ管理上の課題があった。できるだけ多くの個体に、まんべんなく魅力ある餌（サツマイモ）を給餌できる方法として、2020（令和 2）年度よりブレンド餌（コムギとカットイモを混ぜたもの）を与える給餌を行った（第 2 章 1 節）。イモを小さくカットしてコムギと混ぜて与えれば、イモの魅力が加わり、1 年のうち餌場に出てこない日数が減るのではないかと仮定したからである。結果的には、ブレンド餌を給餌する前と後の間では、その日数に統計的に有意な差は見られなかった（図 1-1）。

ただ、2024（令和 6）年度の 4 月からブレンド餌ではなく、ブレンド餌の代わりにカットイモだけを 1 日の給餌回数のうち、2 回与えるようにしたところ、B、C 群ともに 2023（令和 5）年度までに比バサル寄せ場へ出現しなかった日数が大幅に減少した（表 1-1）。ただ、カットイモのみの給餌テスト期間は短い（わずか 3 カ月）ため、効果を評価するには尚早である。

- ② 高崎山を大分市の主要な観光資源として今後とも維持していくためには、入園者数の増加ないし安定化が必要である。2020（令和 2）～2023（令和 5）年度はコロナ禍の影響があつたことにより、大幅減となつたが、コロナ禍以前でも入園者数は漸減傾向であった。ただ、図 5-1 によると、2023（令和 5）年度（約 22 万人）にはほぼコロナ以前（2019（令和元）年度は 22 万人）の入園者数に戻つた。

これを機会に、入園者数をコロナ以前よりさらに増やすためには、「ただいま 0 頭」の時間帯を減らす必要がある。公園のゲートでは、B、C 群ともにサル寄せ場に来ていない時には、この注意書きを出すため、入園せずに引き返す観光客も多いという。B、C 群間の群れ間関係が多少安定してきた現在、例えば午前中は C 群が、午後は B 群が午後にサル寄せ場に居ることにより、午前・午後ともに来訪者に入園を促すことができる。高崎山管理センターでは、2 群体制を維持した方が入園者確保のためには有効であると考えている。以上より、B、C 両群の安定的個体群維持を考慮した管理方策を立てるべきであろう。

- ③ 自然教育の場としては、日常的に来園者に対して高崎山群の行動、生態の説明を行つてゐる。教育現場との連携については、SSH の指定を受けた県立大分舞鶴高校の生徒に 2010（平成 22）～2023（令和 5）年の間、フィールド教育の場を提供してきた。その成果の一部は 2021（令和 3）年度中間報告書に詳しく示されている。現在、当該高等学校の指導方針の変更もあり、行動観察は一時休止状態にあるが、今後、大分舞鶴高校あるいは他の教育機関から要望があれば積極的に若い世代のための自然教育の場を提供していくことが重要である。

第 4 の方策（データに基づく管理法を確立する）：

- ① 高崎山群全体として人工餌投与下で、どのくらいの自然餌を利用しているかを示す指標として、消費効率の計算をしてきた。全群の個体数が 1,894 頭いた 1990（平成 2）年度には、餌付け条件下で 8.7% の自然餌の消費効率であった。全く餌付けしていなかつた 1950（昭和 25）年頃には約 2% 程度であったと推定されるので、かなり強い自然植生への採食圧を与えていたことになる。全個体数が、1,173 頭になつた 2018（平成 30）年度にはそれが 7.5% に下がり、922 頭に減つた 2023（令

和5) 年度には4.8%という消費効率まで落ちてきた(第2章7節、表7-1)。自然条件下で生息しているニホンザルなどの中型哺乳類の一般的な消費効率はおよそ2~5%の範囲内であるため、現在の高崎山群はかなり自然条件下の消費効率の範囲内に収まってきたことになる(ただ、人工餌給餌下であるが)。

- ② 2024(令和6)に実施した自然植生の調査結果において、高崎山の森林では、明らかな劣化は起こっておらず、森林が時間とともに成長していたことを示した(第2章4節)。すなわち、高崎山の森林の劣化・衰退について、当面の間は強い懸念はないと考えられると結論された。これは、2000(平成12)年を越えるあたりから、高崎山サル個体数が1,200頭程度に落ち着いたこと、かつ2015(令和27)年度以降、総個体数が急激に減少したことが関わっていると思われる。
- ③ 高崎山群に対しては1997(平成9)年度からテスト的なインプラント避妊措置を開始し、2009(平成21)年度から本格的な避妊措置に移行した。また、2012(平成24)年度からインプラント避妊措置の他、経口避妊(人工餌に避妊薬を埋め、特定の個体に継続的に与える)措置も始めた。インプラント避妊措置の効果は4年程度と確認されている。経口避妊はその発情期限りの効果である。これらの避妊効果を総合的に評価するため、第4次中間報告書では実効避妊個体数という指標を計算した。これにより、避妊措置により出産率が各年度にどのように低下するかを計算可能になる。とくに避妊措置を行っている条件下での、下記レスリー法による将来的な個体群の増減予測に有効である。

なお、2020(令和2)~2023(令和5)年度までのインプラント個体数は32~45頭の範囲(2021(令和3)年度のみコロナ禍のため実施できず)、経口避妊は17~28頭の範囲であった(表3-1)。この実績を基に実効避妊個体数を計算すると69.2~95.3頭(平均79.5頭)の範囲となった。この4年間の実効避妊個体数年平均は80.0頭となった。インプラント+経口避妊措置を実施した2012(平成24)~2019(令和元)年度までの実効避妊個体数の87.0~169.2頭(平均124.8頭)に比べると、コロナ禍という事情もあり、44.8ポイント減になった。

- ④ レスリー(個体群推移行列)法は第4次中間報告書より、高崎山ニホンザル個体群の適性管理を考える統計計算ツールとして導入された。高崎山のニホンザルは、5-6歳から14-15歳の間で繁殖価が高いことから、インプラント法ではその年齢層の個体を選択的に施術することが望ましい。一方で経口避妊については、单年度の避妊効果となるので、出産率の高い年齢層(8~14歳頃)の個体を対象とするのがよい。ただ、この手法の具体的実施については今後の課題である。

第4次中間報告書で、もう一つのレスリー法導入により可能となった管理手法は、前年の餌給餌量と、過去6年間(2009(平成21)~2014(平成26)年度)のデータから得られた個体群増加速度(λ)との回帰分析による、個体群が増えも減りもしない給餌量の推定である。第4次中間報告書では、この回帰式による数値と、年間個体数増減率と給餌量との関係式から得られた数値の両方を使い、2021(令和3)年度からの人工餌給餌量を265kcalに設定し、2024(令和6)年度まで投与餌量の目安とした。

今回の提言書では、B群の2015(平成27)年度から2023(令和5)度年までの統計データを使い、上記と同様な計算を行ったところ、B群の増えも減りもしない給餌量は280.1kcalとなった(図8-1)。これには、今回(2015(平成27)~2023(令和5)年度)のB群の個体群増加速度(λ)が軒並みに0.97以下になったことが反映している(表8-1)。すなわち、群れとして順調に個体数を維持してきたと思われていたB群でも、群れは減少傾向にあることが示された(上記「第2の方策」参照)。

2 管理目標頭数についての今後の方針

(1) 高崎山群の初期の管理目標は達成されたか

1993年頃からスタートした系統的な供給餌量減および避妊措置の手法により、ようやく高崎山の個体数が、第一段階の目標値の1,200頭を下回り、さらに最終目標数値の800頭に近づきつつある。第

1次中間報告書では、285～290kcal／頭／日を与えていた当時から、餌量を200kcalに落としても、1,200頭の実現には30年はかかるとのシミュレーション結果を得ていた。2002（平成14）年度にA群770頭の離脱があったとは言え、1,200頭を下回るのに2018（平成30）年度まで、すなわち約27年かかった。実現には、冬季の餌量減の措置や避妊措置の効果もあったものと思われるが、第1次中間報告で立てた中間目標値1,200頭を達成した上で、2023（令和5）年度には922頭という個体数を実現したことになる。

以上の結果とともに、給餌量の調整、避妊事業、電気柵整備などにより個体数管理の環境が整備されたことから、高崎山群は大分市による管理能力内にほぼ落ち着いたと結論できる。また、周辺の農作物被害額も減少傾向にあるうえ、森林へのサルによる採食圧も検知できない範囲に收まり、順調に林木が成長しあげているようである。

（2）管理目標頭数の再設定

2023（令和5）年には高崎山全体の頭数が922頭になり、かつ消費効率が5%台になったことから、管理目標をほぼ達成したと考える。従って、今後は900頭を管理目標とし、概ね1,000頭～800頭の範囲で全体頭数を保ち、その上限、下限に近付くかそれらを超えた時点で、餌量の増減あるいは避妊措置の強弱を調節して900頭前後に戻すことを管理方針とする。なお、1,000頭、900頭、800頭の消費効率はそれぞれ、5.2%、4.7%、4.2%となる。

（3）今後、B群、C群の規定給餌量をどうするか

現在、B群、C群ともに多少減少傾向にあることが、第4次中間報告書（特にC群）及び本提言書の λ （特にB群の個体群増加速度）の計算結果（「第4の方策①、④」）によって分かってきた。B群の減少傾向は、脱柵防止工事以前の自然餌利用期（すなわち自然餌の利用により餌資源を豊富に利用できた時期）の個体群パラメータによる、個体数が増えもしない減りもしない人工餌給餌量の計算結果に基づいていた。脱柵防止工事が着実に進んできた現在、このB群の λ の低下は、自然餌への依存が減った分を人工餌によって栄養補給する必要が出たことを物語っていると考える。

他方、C群の減少傾向は2021年の中間報告以前からの傾向であった。B群との軋轢によりサル寄せ場に来られない状況が続いたことも大きな要因である。そのため、2021（令和3）年度以降でも規定給餌量265kcalからはるか少ない人工餌しか利用できていない。例えば、2023（令和5）年度では規定量の52.5%（B群では規定量の91.2%）しか人工餌を食べることができない（「第2の方策」）。

以上より、B群、C群ともに、今回の提言では、「第4の方策、④」の増えもしない、減りもしない1頭当たり1日当たりの人工餌」の規定給餌量を、これまでの265kcalから280kcalに修正することとする。

（4）今後も高崎山を2群体制で維持するために行うこと

「第3の方策③」に述べたように、今後においても、これまで通り高崎山群の2群体制を維持することが、高崎山自然動物園の入園者数を増やし、観光資源としてまた自然教育の場としての機能を高めるためには有効と考える。しかし、上記のようにC群については、サル寄せ場への出現日数が少ない状況が続いている、規定の人工餌量を摂取できていないため増加速度（ λ ）が低い状態にあると思われる。

従って、C群の更なる個体数減を食い止めるため、C群においては前日にサル寄せ場に来なかった場合は、前日に与えるはずであった餌を増やしてよいという給餌量の方針変更を行う。当面、C群が前日に出現しない場合は、前日分280kcalの70%を与えることとする（給餌量の急激な変化を避けるため）。例えば、2023（令和5）年度のC群のサル寄せ場出現率で試算すると、これまでより約43kcal多い230kcal/頭/日の人工餌を得ることができる。上記70%の追加給餌の割合は、個体数増加率およびサル寄せ場への出現率の変化を見つつ、3年に1度くらい見直すことにする。

B 群についてはほぼ毎日サル寄せ場に来ているため、規定給餌量を 280kcal/頭/日とする。すなわち、B 群が前日に来ない場合の追加餌量については、実施しない。この給餌量も状況に応じて 3 年に一度くらいで見直す。

(5) 避妊措置の継続について

避妊措置（インプラント避妊、経口避妊）はその精度の高い個体数増加抑制ツールとしての有用性に鑑み、今後もこれを継続する。併せて、その間、費用及び高崎山管理センター職員の日常的な関与の効果を考え、非侵襲的な経口避妊をメインにする方向性を探る。

ただし、現在の高崎山群において B・C 両群ともに個体群増加速度 (λ) が減少傾向を示し始めていること、及び 2024（令和 6）年度の個体数調査結果が 900 頭を割り込んだことを考慮し、避妊措置の強度を多少抑える方向性を考える。避妊措置を何頭に実施するのか、あるいはその実施方法（インプラント避妊と経口避妊の割合等）については、上述したように、管理目標頭数 900 頭±100 頭を基準として、最新の個体数調査結果を踏まえ、毎年度高崎山管理委員会で審議することとした。なお、審議の材料として、レスリー法に実効避妊個体数を取り入れたシミュレーション法による予測評価等を用いる。

引用文献

Takasaki, H. 1981. Troop size, habitat quality, and home range area in Japanese macaques. Behavioural Ecology and Sociobiology, 9:277-281. (題名：ニホンザルの群れサイズ、棲息地の質と行動圏に広さ)

巻末年表

高崎山ニホンザル餌付け群保護管理に係る取組等の年表(A群移出以降)				
年 和暦 西暦	月	内容	給餌方針	備考
平成 14 2002 6		A群が自然動物園に出現しなくなる		
20 2008 3		避妊実験報告書(第3次中間報告書)刊行		
21 2009 9		雌への避妊手術(インプラント法)を実施		以降、毎年実施(1997~2007年度:実験期間)
23 2011 4			2010年度までは、1993年の高崎山管理委員会中間報告書に基づいて、282 kcal/頭/日を給餌規定量としていたが、2011年度からは、①秋に群れが早く山に帰ることによって与えられなかつた分を年度末に与えることはしない、②冬季(12月~3月)に給餌量を10%減らす、との方針を採用した	
24 2012 9		経口投与法とインプラント法の併用開始		最初の2カ年は15頭ずつ、2014年からは30頭ずつ
24 2012 9		大雨に伴う電気柵の破損により、B群の電気柵外への出没が増える		
26 2014 4			2014年度以降は、規定量を(それまでの282kcal/頭/日から)年度当初に3ポイントずつ削減することとなった	
28 2016 1		電気柵(約5km分)を改修		2016年6月完了
28 2016 4			2016年度以降は、年度当初の規定量をさらに5ポイントずつ削減するとともに、冬季(12月~3月)にはさらに15%削減することとなった	
28 2016 8		B群及びC群の雌3頭ずつにGPS首輪を装着して行動域を調査		2017年8月までの1年間、データ収集を行った
28 2016 9		高崎山一帯植生図等作成調査		2017年2月に完了
29 2017 6		天然記念物「高崎山のサル生息地」及びその周辺の管理方針を策定		
30 2018 12		B群及びC群の総個体数が1200頭を下回った(1173頭) シカ捕獲用箱罠を二基設置した		箱罠設置は、2018年11月の高崎山登山道等の現地調査により、シカによるものと思われる角研ぎや食痕が確認され、2018年12月~2019年3月に、モニタリングと並行して、オスジカが電気柵内に侵入していることを受けての措置
1 2019		2019年度から2020年度にかけて、電気柵の電圧を監視するシステムを導入した		
令和 1 2019 6		高崎山登山道入口及び城ノ腰に電気柵付き開閉式ゲートを設置		
1 2019 11		電気柵周辺の樹木を伐採(~2020年11月)		
2 2020 1		高崎山ニホンザル餌付け群の管理目標頭数について、高崎山管理委員会から市長に提言がなされ、2024年度までは、現行の管理方法を維持し、中間目標であった1,200頭以内での推移を保持しながら、2024年度までに再検証を行うこととなった		
2 2020 4			規定量を265kcal/頭/日とし、B・C群ともに、冬季(12月~3月)の給餌量減は実施しないこととなった	
2 2020 8		ブレンド餌(サツマイモを5mm角にカットしたものとコムギ粒を混ぜたもの)の投与を開始		
3 2021 1		避妊手術(インプラント法)の冬季実施を開始した		
3 2021 8		大分市高崎山管理委員会第4次中間報告書刊行		
6 2024 3		カットイモ餌はブレンド餌やコムギ餌に比べて群れ内に均等に行き渡りやすいことが調査によって明らかになったため、カットイモ餌の投与を開始した		B群には9kg/回を、C群には6kg/回を投与
6 2024 5		シカ捕獲用箱罠を一基設置した		電気柵内で、2023年7月に小ジカの死体が確認され、同年9月にはメスジカと思われる(角がない)個体が目撃されたことを受けての措置
7 2025 2		高崎山管理委員会から市長に「高崎山ニホンザル餌付け群管理目標頭数の再検証結果」に係る提言がなされた		