

駆除または避妊化による ニホンザルの個体数調節の試算

大迫義人¹・多田雅充¹

はじめに

ニホンザルによる農作物への被害、いわゆる猿害の発生している地域は全国各地に存在し大きな農業問題となっている(哺乳類分布調査科研グループ 1979)。それにもかかわらず、猿害防除の方法は追いつけ(足沢 1974)、電気柵(天然記念物「高宕山のサル生息地」のサルによる被害防止事業調査団 1984)、強煙火システム(川村ら 1983)、食物嫌悪条件づけ(松沢ら 1983)、檻罠による全数捕獲(全国農業改良普及協会 1981)などの対症療法しか為されていない。

また、猿害対策として各府県で当事個体の射殺または捕殺が行なわれており、毎年5,000頭前後のニホンザルが駆除されている(環境庁 1989, 1990, 1991)。しかし、果して駆除の効果があつたのか、また、駆除過多によって地域個体群の絶滅を招いていないか、ならモニターが為されていない。生息するニホンザルの個体群動態をおさえて適正個体数を算出して駆除を行なわない限り、一時的に効果があつても数年後には全滅したり、または逆に増加してしまうことが有り得る。そこで、駆除の効果を予測するために、京都市嵐山のニホンザルの個体群動態の資料を用いて駆除頭数と群れサイズの変化について試算を行なってみた。

猿害を受けた農林業従事者の立場に立てば、ニホンザルを駆除することはいたしかたないことではある。しかし、駆除という方法に対して倫理的・社会的な批判もあり、かつ野生動物の保護上も好ましいものではない。そこで、捕獲したニホンザルを殺すことなく避妊化させて個体数の調節ができないものか試算を行なつてもみた。

野生動物と人間が共存することは大変難しい問題ではあるが(大迫 1990)、多くの種が絶滅してゆくなか、野生動物を守るために適切な対策を講じてゆかねばならない。避妊化による方法でニホンザルの個体数を調節できるのであれば、他の野生動物の保護・管理を行なう上でも役立つものとなるであろう。

定数、変数と仮定

駆除または避妊化の対象となるニホンザルは、農林作物を食害している群れである。これらは、実質的に人為給餌を受けている群れと栄養状態の点では同様であると考えられる。そこで、野猿公苑の中で個体群動態の研究が詳しく為されている京都市嵐山の群れの資料を今回の個体数調節の試算のために用いた。Koyama et al (1975)から1972年2月時点の嵐

1. 福井県自然保護センター。〒912-01 福井県大野市南六呂師169-11-2

表1. 嵐山個体群の個体数動態のパラメーター.
Table 1. Parameters of population dynamics of
Arashiyama troops.

年齢(i) Age	構成比率(r_i) Age composition		生存率(s_i) Survival rate		出産率(b_i) Birth rate
	オス	メス	オス	メス	メス
0			0.922	0.922	0.0
1	0.082	0.092	0.949	0.949	0.0
2	0.079	0.041	0.965	0.965	0.0
3	0.055	0.088	0.937	0.937	0.0
4	0.028	0.037	0.861	0.965	0.056
5	0.041	0.054	0.739	0.943	0.563
6	0.030	0.033	0.777	0.971	0.500
7	0.021	0.038	0.760	0.965	0.578
8	0.010	0.038	0.737	0.968	0.703
9	0.014	0.027	0.858	0.958	0.594
10	0.010	0.017	0.883	0.970	0.756
11	0.007	0.014	0.904	0.969	0.697
12	0.004	0.024	0.833	0.963	0.713
13	0.014	0.025	0.928	0.946	0.616
14	0.0	0.017	0.888	0.971	0.697
15	0.0	0.010	0.913	0.966	0.625
16	0.003	0.010	0.702	0.963	0.641
17	0.0	0.010	0.712	0.962	0.619
18	0.0	0.010	0.723	0.960	0.475
19	0.0	0.004	0.735	0.974	0.694
20	0.0	0.003	0.0	0.957	0.438
21	0.0	0.003	0.0	0.962	0.397
22	0.0	0.002	0.0	0.932	0.603
23	0.0	0.002	0.0	0.942	0.0
24	0.0	0.001	0.0	0.942	0.0
25	0.0	0.001	0.0	0.831	0.0
26	0.0	0.001	0.0	0.769	0.0
27	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

山A群(158頭)とB群(143頭)の性別年齢構成比率について、小山(1980)から性別年齢別生存率、メスの年齢別出産率の資料を表または図より読み取って平均値を出した(表1)。

駆除個体数や避妊化個体数を100分率として捉えるために、初期の群れサイズを100頭とした。食害を出したり給餌を受けた。食害を出したり給餌を受けているニホンザルの群れサイズは、例えば千葉県高宕山では53頭~133頭、嵐山では最大163頭まで増加したことより、仮定した100頭は平均的な群れサイズであると考えられる(小山1984, 天然記念物「高宕山のサル生息地」のサルによる被害防止事業調査団1986)。

定数として性別年齢構成比率、性別年齢別生存率、メスの年齢別出産率を用いた。変数として駆除またはメスの避妊化個体数を考えた。ニホンザルは乱婚的で、1頭のオスは複数のメスと交尾することより(河合1969,

井上1992), オスの去勢化は効果が少なくかつ試算しにくいために考慮しなかった。仮定としては、性別年齢構成比、性別年齢別生存率、メスの年齢別出産率は毎年一定であり、かつ群れサイズに影響されない。つまり、密度効果はないとした。また、駆除は性、年齢に関係なく均等に行なわれ、避妊化は0歳を除くメス個体に対して年齢に関係なく均等に行なわれるとした。さらに、避妊化を行なっても社会構造、社会行動、生存率は変化しないとした。その年の群れサイズは、個体数が安定する早春時の個体数とし、駆除または避妊化は春の出産後から秋の交尾期までの間に行なうとした。また出生個体の性比は1:1とした。

今回は、毎年の駆除個体数(初期の駆除率)、避妊化個体数(初期の避妊化率)を変数として、駆除または避妊化開始後20年にわたる群れサイズ変動の試算を行なってみた。また、効果については10年後の結果を基に評価し、全滅せず減少しておれば有効と考えた。

なお、試算にはLotus 1-2-3 R2.2Jのプログラムソフトを用いた。駆除または避妊化開始2年後までの試算方法を表2、表3に、実際のプログラム入力を付表1、付表2に例示した。個体数は常に正であるため、試算上、負になる場合は絶滅したとして0に置き換え

た。しかし、個体数は整数であるにも拘らず、小数で試算を行なった。

表2. 駆除による個体数調節の試算方法. 条件として、当歳個体も他と同様、駆除の対象となる。

M_0 , r_i , s_i , b_i は初期値として与えられた定数であり、時間と共に変化しない。dは変数であるが、これも時間と共に変化しない。

Table 2. A process of calculating the size of the monkey troop controlled by destruction.

a) メス

年齢	初年		1年後		2年後	
	初春の個体数	出産数	初春の個体数	出産数	初春の個体数	出産数
1	$M_{0f1} (=n_{01})$	$n_{01}b_1$	$B_{0f}(M_0+B_0-d)/(M_0+B_0)/2 (=n_{11})$	$n_{11}b_1$	$B_{0f}(M_1+B_1-d)/(M_1+B_1)/2 (=n_{21})$	$n_{21}b_1$
2	$M_{0f2} (=n_{02})$	$n_{02}b_2$	$n_{02}s_1(M_0+B_0-d)/(M_0+B_0) (=n_{12})$	$n_{12}b_2$	$n_{02}s_1(M_1+B_1-d)/(M_1+B_1) (=n_{22})$	$n_{22}b_2$
3	$M_{0f3} (=n_{03})$	$n_{03}b_3$	$n_{03}s_2(M_0+B_0-d)/(M_0+B_0) (=n_{13})$	$n_{13}b_3$	$n_{03}s_2(M_1+B_1-d)/(M_1+B_1) (=n_{23})$	$n_{23}b_3$
...	...	...	...	...	...	...
合計	N_0	B_0	N_1	B_1	N_2	B_2

b) オス

年齢	初年	1年後	2年後	凡例
	初春の個体数	初春の個体数	初春の個体数	
1	$M_{0r1} (=n_{01})$	$B_{0s}(M_0+B_0-d)/(M_0+B_0)/2 (=n_{11})$	$B_{0s}(M_1+B_1-d)/(M_1+B_1)/2 (=n_{21})$	M_i : 群れサイズ (オス, メス含む) N_i : メスまたはオスの総個体数 n_{ij} : メスまたはオスの年齢別個体数 r_i : メスまたはオスの年齢構成比 s_i : メスまたはオスの年齢別生存率 b_i : メスの年齢別出産率 B_i : 総出産数 d : 1年当りの総駆除個体数 (オス, メス含む) i : 年齢 (オス, メス含む)
2	$M_{0r2} (=n_{02})$	$n_{02}s_1(M_0+B_0-d)/(M_0+B_0) (=n_{12})$	$n_{02}s_1(M_1+B_1-d)/(M_1+B_1) (=n_{22})$	
3	$M_{0r3} (=n_{03})$	$n_{03}s_2(M_0+B_0-d)/(M_0+B_0) (=n_{13})$	$n_{03}s_2(M_1+B_1-d)/(M_1+B_1) (=n_{23})$	
...	...	...	...	
合計	N_0	N_1	N_2	

表3. 避妊化による個体数調節の試算方法. 条件として当歳個体に対し避妊化は行なわない。 M_0 , r_i , s_i , b_i は初期値として与えられた定数であり、時間と共に変化しない。cは変数であるが、これも時間と共に変化しない。

Table 3. A process of calculating the size of the monkey troop controlled by contraception.

a) メス

年齢	初年		1年後			2年後		
	初春の個体数	出産数	初春の個体数	非避妊化数	出産数	初春の個体数	非避妊化数	出産数
1	$M_{0f1} (=n_{01})$	$n_{01}b_1$	$B_{0f}/2 (=n_{11})$	n_{11} ($=l_{11}$)	$l_{11}b_1$	$B_{0f}/2 (=n_{21})$	n_{21} ($=l_{21}$)	$l_{21}b_1$
2	$M_{0f2} (=n_{02})$	$n_{02}b_2$	$n_{02}s_1$ ($=n_{12}$)	$n_{12}(1-c/N_0)(=l_{12})$	$l_{12}b_2$	$n_{02}s_1$ ($=n_{22}$)	$l_{12}s_1(1-c/N_1)(=l_{22})$	$l_{22}b_2$
3	$M_{0f3} (=n_{03})$	$n_{03}b_3$	$n_{03}s_2$ ($=n_{13}$)	$n_{13}(1-c/N_0)(=l_{13})$	$l_{13}b_3$	$n_{03}s_2$ ($=n_{23}$)	$l_{13}s_2(1-c/N_1)(=l_{23})$	$l_{23}b_3$
...	...	...	...	...	...	...	...	...
合計	N_0	B_0	N_1	L_1	B_1	N_2	L_2	B_2

b) オス

年齢	初年	1年後	2年後	凡例
	初春の個体数	初春の個体数	初春の個体数	
1	$M_{0r1} (n_{01})$	$M_{0s}/2 (n_{11})$	$M_{1s}/2 (n_{21})$	M_i : 群れサイズ (オス, メス含む) N_i : メスまたはオスの総個体数 n_{ij} : メスまたはオスの年齢別個体数 r_i : メスまたはオスの年齢構成比 s_i : メスまたはオスの年齢別生存率 b_i : メスの年齢別出産率 B_i : 総出産数 (オス, メス含む) l_i : 年齢別非避妊化個体数 L_i : 総非避妊化個体数 c : 1年当りの総駆除個体数 (オス, メス含む) i : 年齢 t : 避妊化開始経過年
2	$M_{0r2} (n_{02})$	$n_{02}s_1$ (n_{12})	$n_{12}s_1$ (n_{22})	
3	$M_{0r3} (n_{03})$	$n_{03}s_2$ (n_{13})	$n_{13}s_2$ (n_{23})	
...	...	...	...	
合計	N_0	N_1	N_2	

結果と考察

1) 群れサイズの自然変動

1954年の嵐山の群れの個体数は28頭（推定）であり、その後、平均0.137/年の増加を示し1972年には2群れで合計301頭に達した。ところが、この群れが1966年に分裂してきた嵐山A群（後の嵐山ウエスト群）とB群の個体数の増加率はそれぞれ0.104/年、0.078/年であった（小山 1980）。今回の試算における群れサイズの増加率は、平均で $0.109 \pm 0.005(\text{s.d.})$ /年となり、平均的な増加を示した嵐山ウエスト群のそれに最も近かった。このように試算値が実際と一致しなかったのは、群れサイズによる生存率や出産率の違いが生じているためと考えられる。

今回の試算では、初期の群れサイズが100頭であると20年後には791頭にまで増加してしまった（図1）。しかし、実際は群れが大きくなると必ず分裂が起こるので、試算においては群れ分裂時の個体数や時期についてのパラメーターを組み込む必要がある。

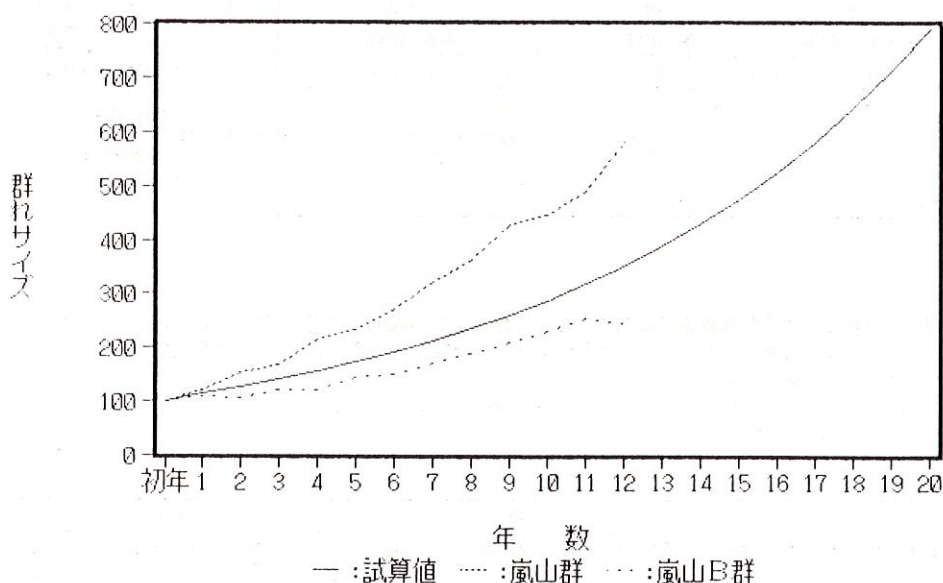


図1. 駆除と避妊化のない場合の100頭の群れの個体数の変化。試算には、Koyama et al. (1975), 小山 (1980) より、性別年齢構成比率、性別年齢別生存率、メスの年齢別出産率の資料を用いた。参考として1954年から1966年までの嵐山群と1967年から1979年の嵐山B群の個体数変化を初期値を100頭として計算してみた。

Fig. 1. A simulation of change in the troop size without destruction nor contraception. The troop size is simulated, using population parameters of Arashiyama troops cited from Koyama et al. (1975) and Koyama (1980). The population changes of Arashiyama troop (1954-1966) and Arashiyama B troop (1967-1979) simulated with an initial number of 100 monkeys are shown together.

今回の試算に使われたパラメーターは、餌付けされた半野生群であり純野生群には当てはまらない。しかし、農林作物を食害する群れは、給餌を受けているのと同じと考えられるので、それなりの予想に役立つかもしれない。ただし、地域個体群によって群れサイズ、年齢構成、生存率、出産率などが異なってくるので、まずその地域での個体群動態のパラメーターを明らかにする必要がある。

2) 駆除個体数と群れサイズの変動

駆除個体数が毎年11頭以下の場合では、20年経っても群れサイズは小さくならなかった。毎年12頭以上（初期の駆除率12%以上）の駆除を行なって初めて減少した（図2）。

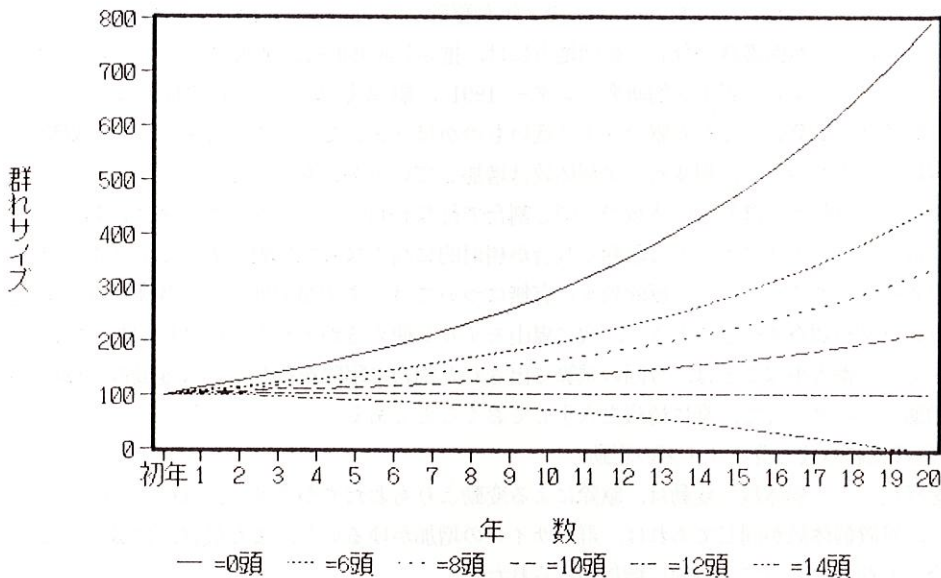


図2. 駆除による群れサイズの変化。毎年の駆除個体数が、100頭の群れ当たり0, 6, 8, 10, 12, 14頭の場合について試算してみた。

Fig. 2. A simulation of change in the size of troop controlled by destruction. The cases of 0, 6, 8, 10, 12 and 14 controlled yearly per troop of 100 monkeys are shown.

猿害を防除するためには、極端な場合、群れの全数を駆除すれば有効であるが、全滅や急激な減少は野生動物の保護上好ましくない。そこで、10年後の結果で効果を評価してみる。100頭の群れの場合、毎年13頭～18頭（初期の駆除率で13～18%）を駆除しなくては

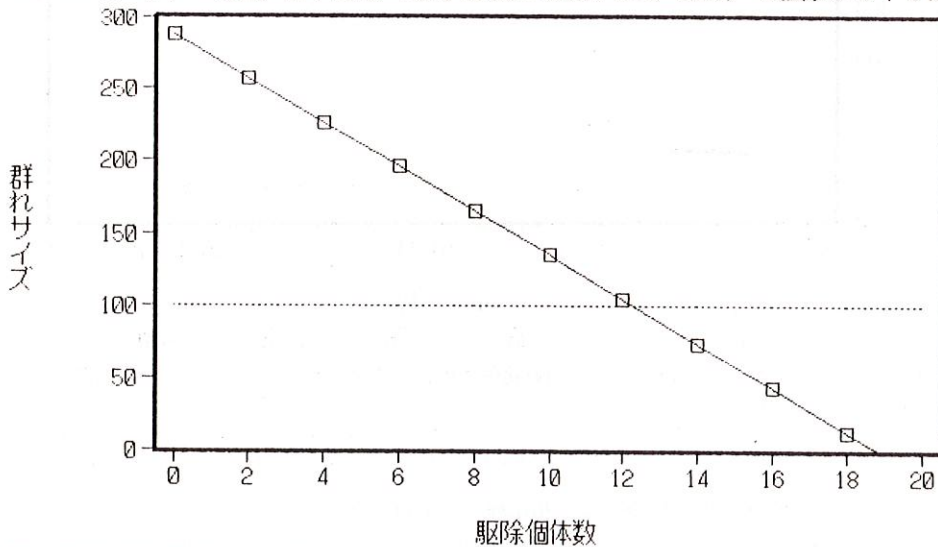


図3. 毎年の駆除個体数と10年後の群れサイズとの関係。

Fig. 3. Relationship between the annual number of killed monkeys and the troop size ten years later.

群れを縮小させることはできなかった。12頭以下では、駆除しても群れサイズは同じかまたは大きくなるし、毎年19頭以上駆除すると全滅に追いやることになった(図3)。

福井県嶺南地方ではニホンザルが農林作物を食害しているために、1987年～1991年に有害獣駆除として平均 221.2 ± 60.9 (SD) 頭/年が駆除されている(環境庁 1989, 1990, 1991, 福井県自然保護課 私信)。嶺南地方には、推定1,500頭～2,700頭のニホンザルが生息していることより(野生生物研究センター 1991), 駆除率は8.2%～14.7%となった。この数値は、試算による有効駆除率より低いものがほとんどであった。つまり、今の駆除個体数ではまだ少なく、相変わらず個体数は増加しているのかもしれない。

ただし、駆除は、群れの個体数当たり同じ割合で行なわれるので、もともとメスに対して個体数の少ないオスにとっては駆除の割合が相対的に高くなって影響が大きくすることは留意すべきであろう。また、駆除効果の有無については、まず嶺南地方での個体群動態のパラメータを調査すべきであるし、次に嵐山モデルが使えるかどうかの検討も必要である。そして、一番大事なことは、今回の試算で出された割合で駆除を行なっては地域群の個体数動態をモニターして、常に情報を入手しておくことである。

3) 避妊化個体数と群れサイズの変動

避妊化による個体数の変動は、駆除による変動よりもおだやかであった(図2, 4)。つまり、処置個体数が同じであれば、群れサイズの増加がゆるいし、また最終的に減少した場合でも初期において一時的に増加がみられた。

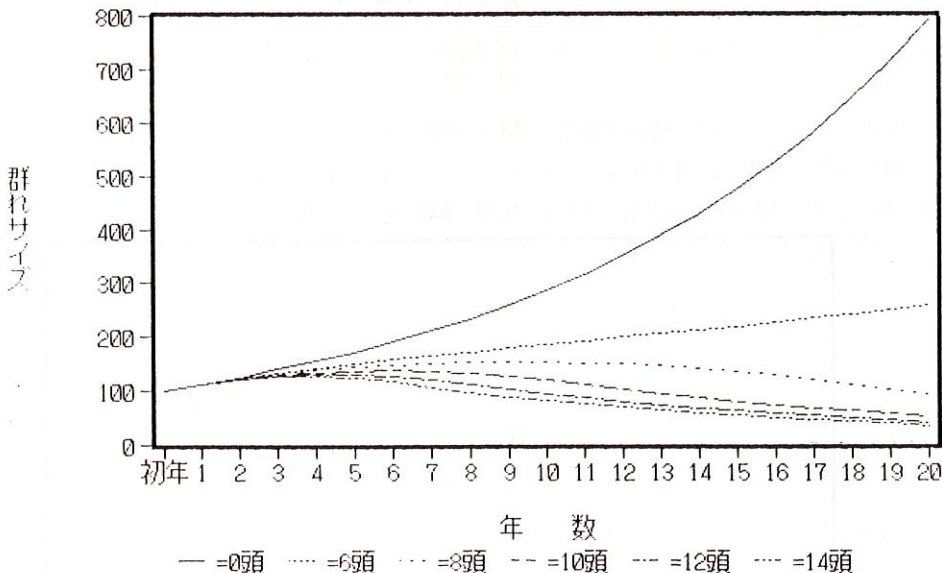


図4. 避妊化による群れサイズの変化。毎年の避妊化個体数が、100頭の群れ当たり0, 6, 8, 10, 12, 14頭の場合について試算してみた。
Fig. 4. A simulation of change in the size of troop controlled by contraception. The cases of 0, 6, 8, 10, 12 and 14 controlled yearly per troop of 100 monkeys are shown.

避妊化頭数が毎年7頭以下の場合では、20年経っても群れサイズは小さくならなかったが、8頭以上(初期の避妊化率8%以上)では縮小した。しかし、たとえ100頭の群れにいるすべてのメスを避妊化しても絶滅は起こらなかった。

10年後の結果で避妊化の効果を評価すると、100頭の群れ当たり避妊化個体数12頭(初期

の避妊化率で12%以上)までは駆除の場合と同様の効果を示した。しかし、駆除では絶滅すると試算された19頭以上の個体を避妊化しても、絶滅せずしかも群れサイズの減少は小さかった(図5)。このように、避妊化による方法は、駆除によるよりも個体数を調節する上で効率がよく、減少も穏やかで絶滅の心配が少ない。ニホンザルの個体数を調節する上では避妊化の方が望ましい。

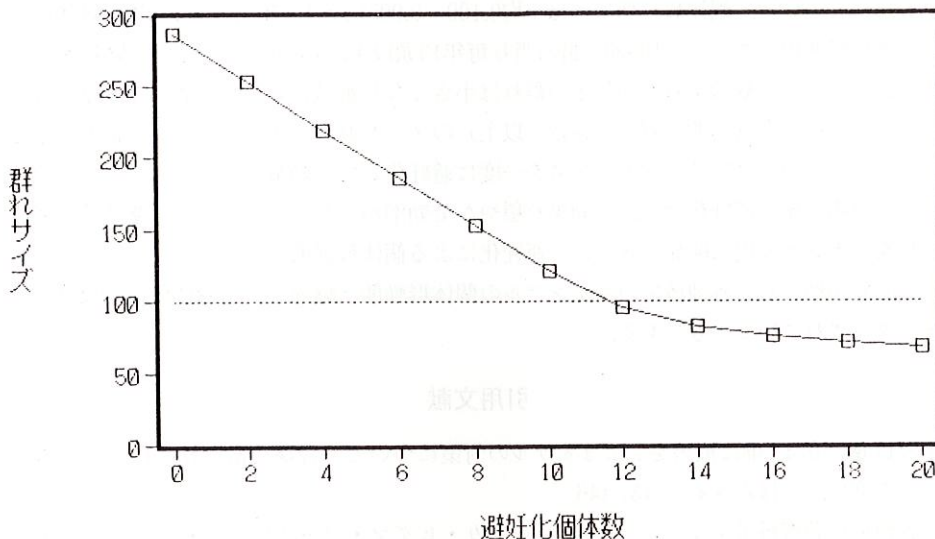


図5. 毎年の避妊化個体数と10年後の群れサイズとの関係。

Fig. 5. Relationship between the annual number of birth-controlled monkeys and the troop size ten years later.

また、駆除と違って避妊化による方法は、捕獲された個体に体罰を与えて元の群れへ戻すことができる。体罰を経験した個体の割合が高まれば、群れ全体として田畑への出没頻度を低く抑えられることができるかもしれない。

次に、避妊化の方法として、まず避妊手術が考えられる。施術の費用はニホンザルと大きさの近いイヌの場合、1頭につき20,000円ほどで行なえるらしい(岡田又穂 私信)。一方、ニホンザルを駆除するために猟師さんへ支払う報償金は、例えば福井県の各市町村では1頭当り8,500円前後である(福井県小浜市役所 私信)。野生動物の保護のことを考えると、予算はもっと増加すべきであるし、または、行政が専任の獣医を確保すれば費用の増大を抑えられる。

手術による避妊化は、死亡するまで永久に繁殖を阻害してしまうため、ある意味では駆除することと同等である。そこで、人間で用いられている避妊薬や子宮内避妊器具をニホンザル用に改良できれば、必要に応じて繁殖を可能にすることができる。次の段階としてニホンザル用の避妊薬や器具の開発が必要になってくるであろう。

謝 辞

本論文をまとめるにあたり、シオン短期大学の中川尚史氏、京大霊長類研究所の室山泰之氏に文献について教示していただいた。また、同研究所の東滋先生には、この論文について貴重な指摘をしていただいた。ここに記して感謝する。

要 約

絶滅させることなくかつ猿害を減らすために、駆除または避妊化によるニホンザルの個体数調節の試算を行なってみた。猿害を起こす群れは、人為的に給餌されている状態に近い。ため、試算には嵐山個体群の性別年齢構成比率、性別年齢別生存率、メスの年齢別出産率の資料を用いた。個体数の増加率は平均 $0.109+0.005(\text{s.d.})/\text{年}$ となり、嵐山個体群の増加率の範囲内であった。100頭の群れ当り毎年13頭以上、18頭以下（初期の駆除率13%以上、18%以下）駆除すると10年後の群れは小さくなり絶滅はしなかった。100頭の群れ当り毎年12頭以上（初期の避妊化率12%以上）のメスを避妊化すると10年後の群れは小さくなったが、初年にいるすべてのメスを一度に避妊化しても絶滅は起こらなかった。全体的に、駆除に比べ避妊化は処置の効果が穏やかで効率がよかった。さらに、避妊薬や避妊器具をニホンザル用に開発できれば、避妊化による個体数調節の方がより望ましい。ただし、必要条件として各地域でのニホンザルの個体群動態と駆除または避妊化の効果は常にモニターされているべきである。

引用文献

- 足沢貞成. 1974. 畑に被害をおよぼすサルの対策について—青森県脇野沢村九 泊の群れを例に. にほんざる 1:131-146.
- 哺乳類分布調査科研グループ. 1979. カモシカ・ヒグマ・ツキノワグマ・ニホンザル・イノシシの全国的生息分布ならびに被害分布. 生物科学 31(2): 96-112.
- 井上美穂. 1992. ニホンザルの交尾行動と父子判定. どうぶつと動物園44(1):4-7.
- 環境庁. 1989. 昭和62年度鳥獣関係統計. 環境庁.
- 環境庁. 1990. 昭和63年度鳥獣関係統計. 環境庁.
- 環境庁. 1991. 平成元年度鳥獣関係統計. 環境庁.
- 河合雅雄. 1969. ニホンザルの生態. 河出書房新社, 東京 300pp.
- 川村俊蔵・田中進・泉山茂之. 1983. 強煙火システムによる野生ニホンザルの耕地回避学習実験, その1. 哺乳類科学 45:53-70.
- 小山直樹. 1980. ニホンザルの人口論. 『日本の野生を追って』朝日稔(編) 8-34. 東海大学出版会, 東京.
- 小山直樹. 1984. 嵐山ニホンザル個体群の推移. 嵐山自然史研究所報告第3号「嵐山のニホンザル」: 30-38.
- Koyama, N, Norikoshi, K. and Mano, T. 1975. Population dynamics of Japanese monkeys at Arashiyama. in Kondo, Kawai & Ehara (ed.), Contemporary primateology, 411-417. Karger, Basel.
- 松沢哲郎・後藤俊二・長谷川芳典・和田一雄. 1983. 食物嫌悪条件づけによる野生ニホンザルの食性の統制. 京都大学霊長類研究所 47pp.
- 大迫義人. 1990. 人為給餌による野生動物への影響 ツルとニホンザルを例として. 採集と飼育 52(4):156-159.
- 天然記念物「高宕山のサル生息地」のサルによる被害防止事業調査団(団長 沼田真). 1984. 昭和58年度天然記念物「高宕山のサル生息地」のサルによる被害防止事業報告

書.千葉県富津市・君津市. 65pp.

野生生物研究センター. 1991. 平成2年度ニホンザル生息実態調査事業報告書. 福井県. 55pp.

全国農業改良普及協会. 1981. 島ヶ原村における猿害対策—その経過と成果—. 32pp.

A simulation of the size of the Japanese monkey troop controlled by destruction or contraception

Yoshito Ohsako¹ and Masamitsu Tada¹

The size of the Japanese monkey troop was simulated for 20 years in control by destruction or contraception in order to not exterminate the troops but decrease crop damage. The size of troop was calculated, using population parameters by age such as sexual age composition, sexual survival rate and birth rate to female obtained in Arashiyama, Kyoto, because the nutritive conditions of troops that were feeding crops were thought to be the same with those of artificially baited ones. The simulated growth rate of troop size was $0.109 \pm 0.005(\text{s.d.})/\text{year}$ in average, which was within the range of growth rate of Arashiyama population. The troop didn't become extinct but decreased in number ten years later in the cases when the annual numbers of killed monkeys were between 13 and 18 per troop of 100 individuals. The troop decreased in number ten years later in the cases when the annual numbers of birth-controlled monkeys were 12 and over per troop of 100 individuals. However, the troop of which all females were sterilized never became distinct even 20 years later. In all, the effect of contraception was milder and more efficient than that of destruction. Furthermore, the contraception method would be better for population control when the contraceptives are produced for Japanese monkeys. It is important that population dynamics, and the effect of destruction or contraception are always monitored in wild monkey troops.

1. Fukui Nature Conservation Center. Minamirokuroshi 169-11-2, Ono-shi, Fukui 912-01

付表1. Lotus 1-2-3を使った、駆除による個体数調節の試算.

Appendix 1:A program for calculating the size of the monkey troop controlled by destruction.

A	B	C	D	E	F	G	H	I
2	メス							
3	年齢	構成比率	生存率	出産率	他の条件	初年個体数	初年出産数	
4	0		0.922					
5	1	0.092	0.949	0	+G\$71-D5	+H5-F5		
6	2	0.041	0.965	0	+G\$71-D6	+H6-F6		
7	3	0.088	0.937	0	+G\$71-D7	+H7-F7		
8	4	0.037	0.965	0.056	+G\$71-D8	+H8-F8		
9	5	0.054	0.943	0.563	+G\$71-D9	+H9-F9		
10	6	0.033	0.971	0.5	+G\$71-D10	+H10-F10		
11	7	0.038	0.965	0.578	+G\$71-D11	+H11-F11		
12	8	0.038	0.968	0.703	+G\$71-D12	+H12-F12		
13	9	0.027	0.958	0.594	+G\$71-D13	+H13-F13		
14	10	0.017	0.97	0.756	+G\$71-D14	+H14-F14		
15	11	0.014	0.969	0.697	+G\$71-D15	+H15-F15		
16	12	0.024	0.963	0.713	+G\$71-D16	+H16-F16		
17	13	0.025	0.946	0.616	+G\$71-D17	+H17-F17		
18	14	0.017	0.971	0.697	+G\$71-D18	+H18-F18		
19	15	0.01	0.966	0.625	+G\$71-D19	+H19-F19		
20	16	0.01	0.963	0.641	+G\$71-D20	+H20-F20		
21	17	0.01	0.962	0.619	+G\$71-D21	+H21-F21		
22	18	0.01	0.96	0.475	+G\$71-D22	+H22-F22		
23	19	0.004	0.974	0.694	+G\$71-D23	+H23-F23		
24	20	0.003	0.957	0.438	+G\$71-D24	+H24-F24		
25	21	0.003	0.962	0.397	+G\$71-D25	+H25-F25		
26	22	0.002	0.932	0.603	+G\$71-D26	+H26-F26		
27	23	0.002	0.942	0	+G\$71-D27	+H27-F27		
28	24	0.001	0.942	0	+G\$71-D28	+H28-F28		
29	25	0.001	0.831	0	+G\$71-D29	+H29-F29		
30	26	0.001	0.769	0	+G\$71-D30	+H30-F30		
31	27	0	0	0	+G\$71-D31	+H31-F31		
32	28	0	0	0	+G\$71-D32	+H32-F32		
33	合計@SUM(D4..D32)			0	0	@SUM(H5..H32)	@SUM(I5..I32)	
34	オス							
35	年齢	構成比率	生存率		他の条件	初年個体数		
36	0		0.922					
37	1	0.082	0.949		+G\$71-D37			
38	2	0.079	0.965		+G\$71-D38			
39	3	0.055	0.937		+G\$71-D39			
40	4	0.028	0.861		+G\$71-D40			
41	5	0.041	0.739		+G\$71-D41			
42	6	0.03	0.777		+G\$71-D42			
43	7	0.021	0.76		+G\$71-D43			
44	8	0.01	0.737		+G\$71-D44			
45	9	0.014	0.858		+G\$71-D45			
46	10	0.01	0.883		+G\$71-D46			
47	11	0.007	0.904		+G\$71-D47			
48	12	0.004	0.833		+G\$71-D48			
49	13	0.014	0.926		+G\$71-D49			
50	14	0	0.886		+G\$71-D50			
51	15	0	0.913		+G\$71-D51			
52	16	0.003	0.702		+G\$71-D52			
53	17	0	0.712		+G\$71-D53			
54	18	0	0.723		+G\$71-D54			
55	19	0	0.735		+G\$71-D55			
56	20	0	0		+G\$71-D56			
57	21	0	0		+G\$71-D57			
58	22	0	0		+G\$71-D58			
59	23	0	0		+G\$71-D59			
60	24	0	0		+G\$71-D60			
61	25	0	0		+G\$71-D61			
62	26	0	0		+G\$71-D62			
63	27	0	0		+G\$71-D63			
64	28	0	0		+G\$71-D64			
65	合計@SUM(D36..D64)					@SUM(H37..H64)		
66								
67								
68								
69					年数	初年群れサイズ		
70	X2比 +D33				X2個体数	+G71-G69		
71	X2比 +D65				X2個体数	+G71-G70		
72	群れサイズ 100				合計	@SUM(I69..I70)		
73								
74	駆除個体数				d			

付表 1. (つづき)
Appendix 1. Continued.

J	K	L	M
1年後個体数	1年後出産数	2年後個体数	2年後出産数
+J33・0.5・E4・(J71+J33-G73)/(J71+J33)	+J5・F5	+K33・0.5・E4・(J71+K33-G73)/(J71+K33)	+L5・F5
+H5・E5・(J71+J33-G73)/(J71+J33)	+J6・F6	+J5・E5・(J71+K33-G73)/(J71+K33)	+L6・F6
+H6・E6・(J71+J33-G73)/(J71+J33)	+J7・F7	+J6・E6・(J71+K33-G73)/(J71+K33)	+L7・F7
+H7・E7・(J71+J33-G73)/(J71+J33)	+J8・F8	+J7・E7・(J71+K33-G73)/(J71+K33)	+L8・F8
+H8・E8・(J71+J33-G73)/(J71+J33)	+J9・F9	+J8・E8・(J71+K33-G73)/(J71+K33)	+L9・F9
+H9・E9・(J71+J33-G73)/(J71+J33)	+J10・F10	+J9・E9・(J71+K33-G73)/(J71+K33)	+L10・F10
+H10・E10・(J71+J33-G73)/(J71+J33)	+J11・F11	+J10・E10・(J71+K33-G73)/(J71+K33)	+L11・F11
+H11・E11・(J71+J33-G73)/(J71+J33)	+J12・F12	+J11・E11・(J71+K33-G73)/(J71+K33)	+L12・F12
+H12・E12・(J71+J33-G73)/(J71+J33)	+J13・F13	+J12・E12・(J71+K33-G73)/(J71+K33)	+L13・F13
+H13・E13・(J71+J33-G73)/(J71+J33)	+J14・F14	+J13・E13・(J71+K33-G73)/(J71+K33)	+L14・F14
+H14・E14・(J71+J33-G73)/(J71+J33)	+J15・F15	+J14・E14・(J71+K33-G73)/(J71+K33)	+L15・F15
+H15・E15・(J71+J33-G73)/(J71+J33)	+J16・F16	+J15・E15・(J71+K33-G73)/(J71+K33)	+L16・F16
+H16・E16・(J71+J33-G73)/(J71+J33)	+J17・F17	+J16・E16・(J71+K33-G73)/(J71+K33)	+L17・F17
+H17・E17・(J71+J33-G73)/(J71+J33)	+J18・F18	+J17・E17・(J71+K33-G73)/(J71+K33)	+L18・F18
+H18・E18・(J71+J33-G73)/(J71+J33)	+J19・F19	+J18・E18・(J71+K33-G73)/(J71+K33)	+L19・F19
+H19・E19・(J71+J33-G73)/(J71+J33)	+J20・F20	+J19・E19・(J71+K33-G73)/(J71+K33)	+L20・F20
+H20・E20・(J71+J33-G73)/(J71+J33)	+J21・F21	+J20・E20・(J71+K33-G73)/(J71+K33)	+L21・F21
+H21・E21・(J71+J33-G73)/(J71+J33)	+J22・F22	+J21・E21・(J71+K33-G73)/(J71+K33)	+L22・F22
+H22・E22・(J71+J33-G73)/(J71+J33)	+J23・F23	+J22・E22・(J71+K33-G73)/(J71+K33)	+L23・F23
+H23・E23・(J71+J33-G73)/(J71+J33)	+J24・F24	+J23・E23・(J71+K33-G73)/(J71+K33)	+L24・F24
+H24・E24・(J71+J33-G73)/(J71+J33)	+J25・F25	+J24・E24・(J71+K33-G73)/(J71+K33)	+L25・F25
+H25・E25・(J71+J33-G73)/(J71+J33)	+J26・F26	+J25・E25・(J71+K33-G73)/(J71+K33)	+L26・F26
+H26・E26・(J71+J33-G73)/(J71+J33)	+J27・F27	+J26・E26・(J71+K33-G73)/(J71+K33)	+L27・F27
+H27・E27・(J71+J33-G73)/(J71+J33)	+J28・F28	+J27・E27・(J71+K33-G73)/(J71+K33)	+L28・F28
+H28・E28・(J71+J33-G73)/(J71+J33)	+J29・F29	+J28・E28・(J71+K33-G73)/(J71+K33)	+L29・F29
+H29・E29・(J71+J33-G73)/(J71+J33)	+J30・F30	+J29・E29・(J71+K33-G73)/(J71+K33)	+L30・F30
+H30・E30・(J71+J33-G73)/(J71+J33)	+J31・F31	+J30・E30・(J71+K33-G73)/(J71+K33)	+L31・F31
+H31・E31・(J71+J33-G73)/(J71+J33)	+J32・F32	+J31・E31・(J71+K33-G73)/(J71+K33)	+L32・F32
BSUM(J5...J32)	BSUM(K5...K32)	BSUM(L5...L32)	BSUM(M5...M32)
1年後個体数		2年後個体数	
+E36・J33・0.5・(J71+J33-G73)/(J71+J33)		+E36・K33・0.5・(J71+K33-G73)/(J71+K33)	
+E37・J37・(J71+J33-G73)/(J71+J33)		+E37・J37・(J71+K33-G73)/(J71+K33)	
+E38・J38・(J71+J33-G73)/(J71+J33)		+E38・J38・(J71+K33-G73)/(J71+K33)	
+E39・J39・(J71+J33-G73)/(J71+J33)		+E39・J39・(J71+K33-G73)/(J71+K33)	
+E40・J40・(J71+J33-G73)/(J71+J33)		+E40・J40・(J71+K33-G73)/(J71+K33)	
+E41・J41・(J71+J33-G73)/(J71+J33)		+E41・J41・(J71+K33-G73)/(J71+K33)	
+E42・J42・(J71+J33-G73)/(J71+J33)		+E42・J42・(J71+K33-G73)/(J71+K33)	
+E43・J43・(J71+J33-G73)/(J71+J33)		+E43・J43・(J71+K33-G73)/(J71+K33)	
+E44・J44・(J71+J33-G73)/(J71+J33)		+E44・J44・(J71+K33-G73)/(J71+K33)	
+E45・J45・(J71+J33-G73)/(J71+J33)		+E45・J45・(J71+K33-G73)/(J71+K33)	
+E46・J46・(J71+J33-G73)/(J71+J33)		+E46・J46・(J71+K33-G73)/(J71+K33)	
+E47・J47・(J71+J33-G73)/(J71+J33)		+E47・J47・(J71+K33-G73)/(J71+K33)	
+E48・J48・(J71+J33-G73)/(J71+J33)		+E48・J48・(J71+K33-G73)/(J71+K33)	
+E49・J49・(J71+J33-G73)/(J71+J33)		+E49・J49・(J71+K33-G73)/(J71+K33)	
+E50・J50・(J71+J33-G73)/(J71+J33)		+E50・J50・(J71+K33-G73)/(J71+K33)	
+E51・J51・(J71+J33-G73)/(J71+J33)		+E51・J51・(J71+K33-G73)/(J71+K33)	
+E52・J52・(J71+J33-G73)/(J71+J33)		+E52・J52・(J71+K33-G73)/(J71+K33)	
+E53・J53・(J71+J33-G73)/(J71+J33)		+E53・J53・(J71+K33-G73)/(J71+K33)	
+E54・J54・(J71+J33-G73)/(J71+J33)		+E54・J54・(J71+K33-G73)/(J71+K33)	
+E55・J55・(J71+J33-G73)/(J71+J33)		+E55・J55・(J71+K33-G73)/(J71+K33)	
+E56・J56・(J71+J33-G73)/(J71+J33)		+E56・J56・(J71+K33-G73)/(J71+K33)	
+E57・J57・(J71+J33-G73)/(J71+J33)		+E57・J57・(J71+K33-G73)/(J71+K33)	
+E58・J58・(J71+J33-G73)/(J71+J33)		+E58・J58・(J71+K33-G73)/(J71+K33)	
+E59・J59・(J71+J33-G73)/(J71+J33)		+E59・J59・(J71+K33-G73)/(J71+K33)	
+E60・J60・(J71+J33-G73)/(J71+J33)		+E60・J60・(J71+K33-G73)/(J71+K33)	
+E61・J61・(J71+J33-G73)/(J71+J33)		+E61・J61・(J71+K33-G73)/(J71+K33)	
+E62・J62・(J71+J33-G73)/(J71+J33)		+E62・J62・(J71+K33-G73)/(J71+K33)	
+E63・J63・(J71+J33-G73)/(J71+J33)		+E63・J63・(J71+K33-G73)/(J71+K33)	
BSUM(J37...J64)		BSUM(L37...L64)	
1年後群レバ2		2年後群レバ2	
+J33		+L33	
+J65		+L65	
BSUM(J69...J70)		BSUM(L69...L70)	

付表2. Lotus 1-2-3を使った、避妊化による個体数調節の試算.

Appendix.2.A program for calculating the size of the monkey troop controlled by contraception.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
2	メス								
3	年齢	構成比率	生存率	出産率	他条件	初年個体数	初年非避妊化数	初年出産数	
4	0		0.922						
5	1	0.092	0.949	0	+\$G\$74.D5	+H5	+I5.F5		
6	2	0.041	0.965	0	+\$G\$74.D6	+H6	+I6.F6		
7	3	0.088	0.937	0	+\$G\$74.D7	+H7	+I7.F7		
8	4	0.037	0.965	0.056	+\$G\$74.D8	+H8	+I8.F8		
9	5	0.054	0.943	0.563	+\$G\$74.D9	+H9	+I9.F9		
10	6	0.033	0.971	0.5	+\$G\$74.D10	+H10	+I10.F10		
11	7	0.038	0.965	0.578	+\$G\$74.D11	+H11	+I11.F11		
12	8	0.038	0.968	0.703	+\$G\$74.D12	+H12	+I12.F12		
13	9	0.027	0.958	0.594	+\$G\$74.D13	+H13	+I13.F13		
14	10	0.017	0.97	0.756	+\$G\$74.D14	+H14	+I14.F14		
15	11	0.014	0.969	0.697	+\$G\$74.D15	+H15	+I15.F15		
16	12	0.024	0.963	0.713	+\$G\$74.D16	+H16	+I16.F16		
17	13	0.025	0.946	0.616	+\$G\$74.D17	+H17	+I17.F17		
18	14	0.017	0.971	0.697	+\$G\$74.D18	+H18	+I18.F18		
19	15	0.01	0.966	0.625	+\$G\$74.D19	+H19	+I19.F19		
20	16	0.01	0.963	0.641	+\$G\$74.D20	+H20	+I20.F20		
21	17	0.01	0.962	0.619	+\$G\$74.D21	+H21	+I21.F21		
22	18	0.01	0.96	0.475	+\$G\$74.D22	+H22	+I22.F22		
23	19	0.004	0.974	0.694	+\$G\$74.D23	+H23	+I23.F23		
24	20	0.003	0.957	0.438	+\$G\$74.D24	+H24	+I24.F24		
25	21	0.003	0.962	0.397	+\$G\$74.D25	+H25	+I25.F25		
26	22	0.002	0.932	0.603	+\$G\$74.D26	+H26	+I26.F26		
27	23	0.002	0.942	0	+\$G\$74.D27	+H27	+I27.F27		
28	24	0.001	0.942	0	+\$G\$74.D28	+H28	+I28.F28		
29	25	0.001	0.831	0	+\$G\$74.D29	+H29	+I29.F29		
30	26	0.001	0.769	0	+\$G\$74.D30	+H30	+I30.F30		
31	27	0	0	0	+\$G\$74.D31	+H31	+I31.F31		
32	28	0	0	0	+\$G\$74.D32	+H32	+I32.F32		
33	合計@SUM(D5..D32)		0	0		@SUM(H5..H32)	@SUM(I5..I32)	@SUM(J5..J32)	
34									
35	避妊化個体数								
36	c								
37	オス								
38	年齢	構成比率	生存率		他条件	初年個体数			
39	0		0.922						
40	1	0.062	0.949		+\$G\$74.D40				
41	2	0.079	0.965		+\$G\$74.D41				
42	3	0.055	0.937		+\$G\$74.D42				
43	4	0.028	0.861		+\$G\$74.D43				
44	5	0.041	0.739		+\$G\$74.D44				
45	6	0.03	0.777		+\$G\$74.D45				
46	7	0.021	0.76		+\$G\$74.D46				
47	8	0.01	0.737		+\$G\$74.D47				
48	9	0.014	0.858		+\$G\$74.D48				
49	10	0.01	0.883		+\$G\$74.D49				
50	11	0.007	0.904		+\$G\$74.D50				
51	12	0.004	0.833		+\$G\$74.D51				
52	13	0.014	0.928		+\$G\$74.D52				
53	14	0	0.888		+\$G\$74.D53				
54	15	0	0.913		+\$G\$74.D54				
55	16	0.003	0.702		+\$G\$74.D55				
56	17	0	0.712		+\$G\$74.D56				
57	18	0	0.723		+\$G\$74.D57				
58	19	0	0.735		+\$G\$74.D58				
59	20	0	0		+\$G\$74.D59				
60	21	0	0		+\$G\$74.D60				
61	22	0	0		+\$G\$74.D61				
62	23	0	0		+\$G\$74.D62				
63	24	0	0		+\$G\$74.D63				
64	25	0	0		+\$G\$74.D64				
65	26	0	0		+\$G\$74.D65				
66	27	0	0		+\$G\$74.D66				
67	28	0	0		+\$G\$74.D67				
68	合計@SUM(D40..D67)					@SUM(H40..H67)			
69									
70									
71			年数		初年群れサイズ				
72	メス比	+D33	メス個体数		+H33				
73	メス比	+D68	メス個体数		+H68				
74	群れサイズ	100	合計		@SUM(J72..J73)				

付表2. (つづき).
Appendix.2. Continued.

K	L	M	N	O	P
1年後個体数	1年後非避妊化数	1年後出産数	2年後個体数	2年後非避妊化数	2年後出産数
+J33・0.5・E4	+J33・0.5・E4	+L5・F5	+M33・0.5・E4	+M33・0.5・E4	+05・F5
+H5・E5	+15・(1-D36/133)・E5	+L6・F6	+K5・E5	+L5・(1-D\$36/\$L\$33)・E5	+06・F6
+H6・E6	+16・(1-D36/133)・E6	+L7・F7	+K6・E6	+L6・(1-D\$36/\$L\$33)・E6	+07・F7
+H7・E7	+17・(1-D36/133)・E7	+L8・F8	+K7・E7	+L7・(1-D\$36/\$L\$33)・E7	+08・F8
+H8・E8	+18・(1-D36/133)・E8	+L9・F9	+K8・E8	+L8・(1-D\$36/\$L\$33)・E8	+09・F9
+H9・E9	+19・(1-D36/133)・E9	+L10・F10	+K9・E9	+L9・(1-D\$36/\$L\$33)・E9	+010・F10
+H10・E10	+110・(1-D36/133)・E10	+L11・F11	+K10・E10	+L10・(1-D\$36/\$L\$33)・E10	+011・F11
+H11・E11	+111・(1-D36/133)・E11	+L12・F12	+K11・E11	+L11・(1-D\$36/\$L\$33)・E11	+012・F12
+H12・E12	+112・(1-D36/133)・E12	+L13・F13	+K12・E12	+L12・(1-D\$36/\$L\$33)・E12	+013・F13
+H13・E13	+113・(1-D36/133)・E13	+L14・F14	+K13・E13	+L13・(1-D\$36/\$L\$33)・E13	+014・F14
+H14・E14	+114・(1-D36/133)・E14	+L15・F15	+K14・E14	+L14・(1-D\$36/\$L\$33)・E14	+015・F15
+H15・E15	+115・(1-D36/133)・E15	+L16・F16	+K15・E15	+L15・(1-D\$36/\$L\$33)・E15	+016・F16
+H16・E16	+116・(1-D36/133)・E16	+L17・F17	+K16・E16	+L16・(1-D\$36/\$L\$33)・E16	+017・F17
+H17・E17	+117・(1-D36/133)・E17	+L18・F18	+K17・E17	+L17・(1-D\$36/\$L\$33)・E17	+018・F18
+H18・E18	+118・(1-D36/133)・E18	+L19・F19	+K18・E18	+L18・(1-D\$36/\$L\$33)・E18	+019・F19
+H19・E19	+119・(1-D36/133)・E19	+L20・F20	+K19・E19	+L19・(1-D\$36/\$L\$33)・E19	+020・F20
+H20・E20	+120・(1-D36/133)・E20	+L21・F21	+K20・E20	+L20・(1-D\$36/\$L\$33)・E20	+021・F21
+H21・E21	+121・(1-D36/133)・E21	+L22・F22	+K21・E21	+L21・(1-D\$36/\$L\$33)・E21	+022・F22
+H22・E22	+122・(1-D36/133)・E22	+L23・F23	+K22・E22	+L22・(1-D\$36/\$L\$33)・E22	+023・F23
+H23・E23	+123・(1-D36/133)・E23	+L24・F24	+K23・E23	+L23・(1-D\$36/\$L\$33)・E23	+024・F24
+H24・E24	+124・(1-D36/133)・E24	+L25・F25	+K24・E24	+L24・(1-D\$36/\$L\$33)・E24	+025・F25
+H25・E25	+125・(1-D36/133)・E25	+L26・F26	+K25・E25	+L25・(1-D\$36/\$L\$33)・E25	+026・F26
+H26・E26	+126・(1-D36/133)・E26	+L27・F27	+K26・E26	+L26・(1-D\$36/\$L\$33)・E26	+027・F27
+H27・E27	+127・(1-D36/133)・E27	+L28・F28	+K27・E27	+L27・(1-D\$36/\$L\$33)・E27	+028・F28
+H28・E28	+128・(1-D36/133)・E28	+L29・F29	+K28・E28	+L28・(1-D\$36/\$L\$33)・E28	+029・F29
+H29・E29	+129・(1-D36/133)・E29	+L30・F30	+K29・E29	+L29・(1-D\$36/\$L\$33)・E29	+030・F30
+H30・E30	+130・(1-D36/133)・E30	+L31・F31	+K30・E30	+L30・(1-D\$36/\$L\$33)・E30	+031・F31
+H31・E31	+131・(1-D36/133)・E31	+L32・F32	+K31・E31	+L31・(1-D\$36/\$L\$33)・E31	+032・F32
@SUM(K5..K32)	@SUM(L5..L32)	@SUM(M5..M32)	@SUM(N5..N32)	@SUM(O5..O32)	@SUM(P5..P32)

1年後個体数	2年後個体数
+J33・0.5・E39	+M33・0.5・E39
+H40・E40	+K40・E40
+H41・E41	+K41・E41
+H42・E42	+K42・E42
+H43・E43	+K43・E43
+H44・E44	+K44・E44
+H45・E45	+K45・E45
+H46・E46	+K46・E46
+H47・E47	+K47・E47
+H48・E48	+K48・E48
+H49・E49	+K49・E49
+H50・E50	+K50・E50
+H51・E51	+K51・E51
+H52・E52	+K52・E52
+H53・E53	+K53・E53
+H54・E54	+K54・E54
+H55・E55	+K55・E55
+H56・E56	+K56・E56
+H57・E57	+K57・E57
+H58・E58	+K58・E58
+H59・E59	+K59・E59
+H60・E60	+K60・E60
+H61・E61	+K61・E61
+H62・E62	+K62・E62
+H63・E63	+K63・E63
+H64・E64	+K64・E64
+H65・E65	+K65・E65
+H66・E66	+K66・E66
@SUM(K40..K67)	@SUM(N40..N67)

1年後群れサイズ	2年後群れサイズ
+K33	+N33
+K68	+N68
@SUM(K72..K73)	@SUM(N72..N73)

