

視界の遮蔽がニホンジカの侵入行動に与える影響

村田秀介¹⁾・畑邦彦¹⁾・曾根晃一^{1)†}

¹⁾農林環境科学科 森林保護学研究室

平成 29 年 10 月 1 日 受理

要 約

2013 年 10 月から 2014 年 7 月に、遮蔽率(0, 25, 50, 75, 100%)と遮蔽パターン(縦縞, 横縞, 市松)の異なるネットの向こうに餌を設置した場合としなかった場合の、鹿児島市平川動物公園で飼育展示されているニホンジカのネットに対する反応を調査した。ネットに接触しなかった個体の割合は、最初は遮蔽率が高いほど高かったが、次第に低下した。ネットへ初めて接触するまでの時間は個体間で変動が大きく、枯角期に餌を設置した場合の市松と縦縞間でのみ有意差がみられた。縦縞より時間が短かった市松では、遮蔽率が低い時短くなる傾向があった。ネットを突破しようとする行動は、枯角期より袋角期で、そして遮蔽率が高くなるほど弱くなり、この傾向は市松でより明確であった。これらの結果をもとに、シカの侵入防止用生け垣を導入する場合の留意点について考察した。

キーワード：ニホンジカ, 遮蔽率, 遮蔽パターン, 接近阻害効果, 突破意欲阻害効果

†: 連絡責任者：曾根晃一（鹿児島大学農学部農林環境科学科森林保護学研究室）
Phone：099-285-8580, E-mail：sonesun@agri.kagoshima-u.ac.jp

緒 言

近年、我が国における野生鳥獣による森林被害面積は約9千haに及ぶが、その約8割がニホンジカ (*Cervus nippon*) (以下、シカ) によるもので、シカの被害対策は我が国の林業が抱える重大な課題の一つである[11]。また、シカによる枝葉部の採食や角こすり、剥皮による被害は、針葉樹の植栽木に留まらず、広葉樹や高山植物などの貴重な植物にも及び、林相の変化や森林の更新阻害、希少植物の絶滅、林床植生の消失による土壌侵食の増大といった問題も引き起こしている[6, 13, 15, 16 ほか]。個体数が増加し、その生息域が著しく拡大しつつあるシカは、2014年に改正された「鳥獣の保護及び管理並びに狩猟の適正化に関する法律」に基づき、第二種特定鳥獣に指定され、多くの都道府県で、シカの管理計画が策定されている[8]。

シカによる林業被害に対し、個体数管理と平行して、被害防除対策が講じられているが、防除手段は、枝葉食害か剥皮・角こすり害かといった被害形態や、防除対象が個々の植栽木か、ある広がりを持った植栽地かにより異なる[1]。その中で、苗木の植栽地を対象とした被害防除対策では、物理的にシカの侵入を阻止する防鹿柵が設置されることが多い。小面積を囲む場合は、えびの高原や大台ヶ原で見られるように、金属製の支柱と金網からなるしっかりした防鹿柵が設置されているが[10]、広い面積を囲む場合は、コストの面などから金属製の丈夫な柵の設置は困難で、ステンレス線入りのネットや遮光資材を用いた柵の設置が一般的である。シカは先が見通せない場所を嫌うという習性を持っている[2]ので、遮光資材を用いた防鹿柵では、物理的に侵入を防止するだけでなく、柵への接近を防止する効果が期待できる。そして、上山[14]は、遮光率95%のダイオネットを張った防護策では、4年間はシカの侵入が見られなかったことを報告している。しかし、自然公園などの景観が重要視される場所では、このようなネットやフェンス、支柱などに人工の資材を用いた柵、特に非常に目立つ遮光ネットを用いた柵の設置には配慮が必要な場合がある。また、著者らは、シカがネットに絡まって死亡する事例を目撃している。

侵入防止柵を設置する際の景観上の問題を解決する方法の一つとして、生け垣で対象地を囲いシカの視界を遮ることで、接近や侵入を防止することが考えられる。シカには樹木に対する嗜好性に差があるので、生け垣には不嗜好性の樹木を用いることは必須であろう。また、前方の見通しもシカの侵入や被害発生に影響を与え、井上ら[4]は、前方の視界の見通し率が22%以下の場所では、それ以上であった場所と比べて、シカによる剥皮害が発生した植栽木本数は少なく、見通し率が22%より大きかった場所では、剥皮木が多い所と少ない所が見られたことを報告している。この原因として、遮蔽率が高い場所では、密生した下層植生による視界の遮断が、シカの心理的不安を誘発する[3]ことが挙げられる。これらのことから、生け垣により前方の視界を十分に遮ることが出来たら、シカの接近や侵入を防止出来るのではないかと考えられる。

通常、生け垣では枝葉間に隙間が生じてしまうため、視界を100%遮蔽することは不可能である。そのため、生け垣を遮蔽物として利用する場合、どの程度の視界の遮断で、シカの侵入がどの程度阻止できるのか明らかにするのは非常に重要である。その場合、視界の遮蔽度(遮蔽率)のみならず、

遮蔽のパターン(隙間が縦または横に連続しているか、それとも不連続か)の効果も検討する必要があるであろう。また、シカが遮蔽物に接近したとき、まずその先に何があるのか確認し、その後そちらに進むかどうか決定するのではないかと推察される。それゆえ、遮蔽の効果を、遮蔽物に接近して、その先にあるものを見ようとする行動と、それを認知したときに遮蔽物を突破していこうとする行動について、別々に評価する必要があるであろう。

そこで、動物園で飼育されている個体を用いて、遮蔽率と遮蔽パターンの異なるネットへの接近と、その後のネットの向こうに進もうとする行動を観察した。その結果をもとに、シカの侵入防止に有効な前方の視界の遮蔽率と遮蔽パターンを検討し、生け垣を用いたシカ侵入防止柵を設置する際考慮すべき点について考察した。

材料と方法

1. 供試個体

鹿児島市平川動物公園(以下、動物園)で飼育展示されている一群のニホンジカを実験に用いた。群れは、オスの成獣8頭、メスの成獣1頭、メスの幼獣1頭(2013年6月生)の計10頭で構成されていた。それらの個体について、体や角の特徴をもとに個体識別を行い、メスの成獣をNo.1、メスの幼獣をNo.2、オスの成獣をNo.3からNo.10とした。

2. 実験施設

斜面を利用して作られたシカ展示場の最上部にある獣舎(約20 m²)を用いて実験を行った。獣舎は、A、B、Cの3つの区画にわかれ(図1)、それぞれ入口に取り付けられた格子状の扉により、シカの出入りをコントロールできる。通常シカは獣舎内の全ての区画に自由に出入りしていたが、実験中は区画AとBの扉は開放し、Cの扉は閉鎖した。水と塩は、いつでも利用できるように、獣舎の外の展示場内に設置した。

3. 実験方法

実験は、2013年10月4日から11月6日(枯角期)と2014年6月18日から7月12日(袋角期)行った。実験に用いた遮蔽ネットは、10 cm 格子の網目ネット(商品名:みどりのカーテンネット, クラーク(株), サイズ:2.0 m×2.0 m)のマス目を緑色のガムテープ(商品名:カラー布粘着テープS(緑), (株)ニトムズ)で塞ぎ作成した。視界の遮蔽部のサイズは、前方の見え方に影響する。今回は生け垣で想定される隙間の最大値に近い10 cm×10 cmを一つの単位とした。ネットの遮蔽率は、0, 25, 50, 75, 100%の5段階とし、遮蔽率が25, 50, 75%では、遮蔽パターンは縦縞, 横縞, 市松の3種類とした(図2)。本論文では、遮蔽率0%と100%のものを0%ネットと100%ネット、それ以外の遮蔽率のものは遮蔽率と遮蔽パターンの組み合わせで表記する(例:25%・縦縞)。100%ネットは、枯角期では遮光率80%の遮光ネット(商品名:フチドリ付日よけ, 森下(株), 遮蔽率は100%)

を、袋角期では袋角がネットに掛かるのを防止するため、ネットのマスを全てガムテープで塞いだものを使用した。ネットの左右は紐で獣舎の柱に固定し、下部には重石として角材(8 cm×8 cm×2 m)を括りつけ、シカがネットをくぐって侵入するのを防止した。

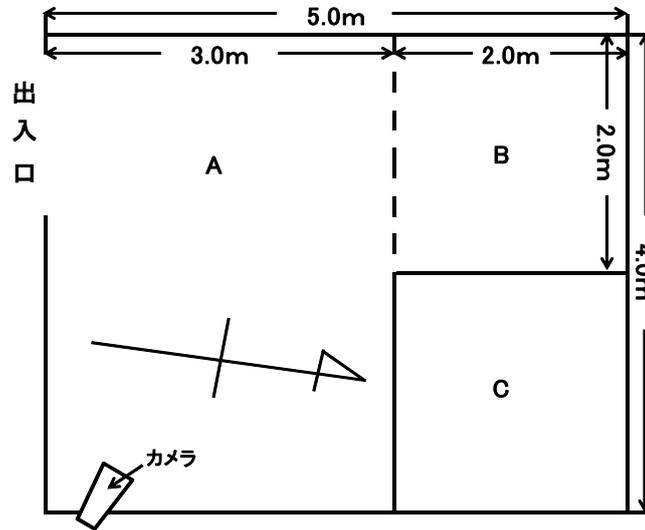


図 1. 獣舎の見取り図

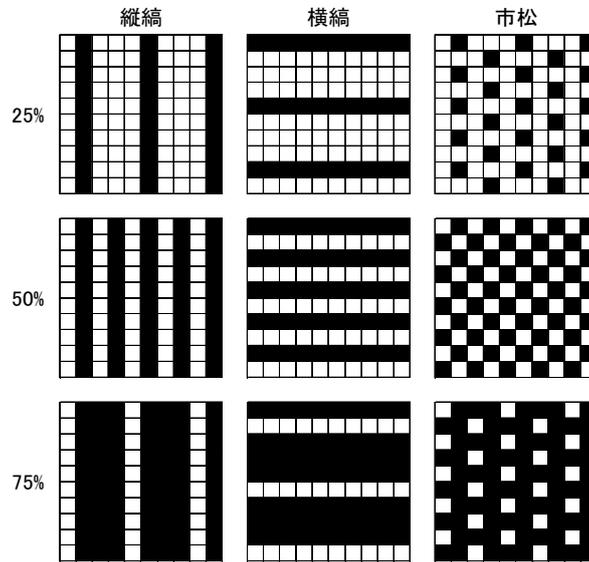


図 2. ネットの遮蔽パターン

いずれの実験でも、ネットを1日1種類ずつ、獣舎内の区画Bの入口(破線部)に設置し、13時～17時にかけてシカの行動を観察した。実験最初の日には0%ネット、最後の日には100%ネットを設置し、その間の日に使用するネットはランダムに決定した。実験期間中は、毎朝8時に展示場内の餌場で、1頭あたり約700～800gの餌(干し草や固形飼料)を与え、実験開始時に食べ残しがあれば、

可能な限り取り除いた。そして、実験終了後再び1頭あたり700~800gの餌を与えた。獣舎入口付近の柵の外側(一般客が最もシカに接近できるスペース)からの目視と、獣舎内に設置した赤外線センサー付自動撮影カメラ(SG968K-10M, BMC)により、13時から15時までは餌を設置しなかった場合の、15時から17時までは区画B内に1頭分の餌を設置した場合のシカの獣舎への訪問、ネットへの接近と接触、その時のシカの様子、そしてそれぞれの行動が見られた時間を分単位で記録した。

実験中シカが角をネットに絡め、角材とともにネットを振り回したためネットが破壊され、枯角期では、餌を設置しなかった時に、25%・市松, 50%・市松, 75%・横縞・75%・市松, 100%ネット、餌を設置した時に、0%ネット, 25%の全遮蔽パターン, 50%・横縞, 75%・横縞, 75%・市松, 100%ネット、区画Bへシカが侵入した。袋角期では、餌を設置した時の0%ネットでのみ、区画Bへシカが侵入した。そのような場合には、ネットを修理し実験を再度実施した。

枯角期に実施した実験では、メス2頭を避妊治療のため、オス1頭(No.3)を右目の治療のため実験期間中隔離したので、供試個体はオス7頭であった。枯角期と袋角期の実験の間にオス1頭(No.3)が死亡した。そのため、袋角期の供試個体は、オス7頭とメス2頭であった。

4. データ解析

ネットの効果を、シカによるネットへの接近を阻害する効果(以下、接近阻害効果)と、ネットに接近したシカがネットの向こう側へ行こうとする意欲を低下させる効果(以下、突破意欲阻害効果)の2つに分けて評価した。接近阻害効果は、獣舎に進入後ネットに接触した個体の割合と、個体が獣舎に進入してから初めてネットに接触するまでの時間(初接触時間)で評価した。初接触時間に対する遮蔽率と遮蔽パターンの影響を、2元配置分散分析を用いて解析した。変動が有意であった場合には、Bonferroniの方法を用いて多重比較を行った。また、各ネットと0%ネットでの初接触時間と、各ネットでの餌を設置した場合としなかった場合の初接触時間を、 t 検定を用いて比較した。

突破意欲阻害効果は、個体ごとにネットへの接触強度指数を算出し、それを餌の有無で比較することで評価した。接触強度指数を算出するにあたり、接触の強さを以下の4段階に区分した。すなわち、角や鼻先でネットを押す行動を「弱い接触」、角をネットに絡め、ネットを持ち上げる行動やネットに顔を強引に押し付ける行動を「中程度の接触」、角をネットに絡め振り回す行動を「強い接触」、ネットを破壊し、区画Bへ侵入する行動を「突破」とし、それぞれに1~4点を与えた。そして、接触強度指数は、それぞれの接触の点数に接触時間(分)を乗じたものを積算して算出した。実験中シカは朝に餌を与えられただけなので、餌を見つけるとそれを取るために、餌を設置しなかった時より強くネットの先に行こうとすると考えられた。そこで、今回は餌を設置しなかった時に比べ餌を設置した時の接触強度指数が小さかった個体と差のなかった個体に対しては、突破意欲阻害効果が働いたとみなし、餌を設置した時の方が大きかった個体では効果が無かったとみなした。各ネットで効果ありと判定された個体の割合を、枯角期と袋角期の間で比較した。枯角期と袋角期のいずれでもデータが得られた個体では、効果ありと判定された個体の割合を、枯角期と袋角期の間で比較した。これらの比較にはFisherの正確確率検定を用いた。

結 果

1. 接近阻害効果

表 1 に、枯角期のネットへの接触状況との初接触時間を示す。餌を設置しなかった場合、獣舎への進入状況に個体間で差が見られた。No. 4 と No. 9 は、全ての場合に獣舎に進入した。No. 7 は 1 つ、No. 5, No. 6, No. 10 は 2~5 つ、そして No. 3 は 9 つのネットの場合に進入しなかった。獣舎に進入したがネットに接触しなかった個体(未接触個体)の割合は、0% ネットで 3/6, 100% ネットで 1/4, それ以外のネットでは 1/6~4/6 であった。いずれの遮蔽パターンでも、遮蔽率が 75% のとき、その割合は最も高かった。平均接触時間は、遮蔽率による差は認められなかった。どの遮蔽率でも市松で縦縞と横縞より短かったが、遮蔽パターンによる変動は有意ではなかった(表 2)。また、初接触時間は、いずれのネットでも 0% ネットとの間に有意差は見られなかった(表 3)。

表 1. 枯角期における各個体のネットへの接触状況と初接触までの時間(分)

餌未設置									
遮蔽ネット	No.3	No.4	No.5	No.6	No.7	No.9	No.10	接触時間(分)	
	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	平均	SD
0%(コントロール)	4	NT	3	—	NT	89	NT	32.0	49.4
25%・縦縞	0	59	—	—	NT	NT	55	38.0	33.0
25%・横縞	—	0	NT	NT	NT	29	NT	14.5	20.5
25%・市松	—	2	0	0	1	NT	41	8.8	18.0
50%・縦縞	—	33	—	—	NT	55	NT	44.0	15.6
50%・横縞	—	17	—	—	NT	1	2	6.7	9.0
50%・市松	—	NT	3	1	6	10	1	4.2	3.8
75%・縦縞	—	15	NT	NT	—	14	—	14.5	0.7
75%・横縞	—	44	NT	NT	NT	3	NT	23.5	29.0
75%・市松	—	3	NT	15	NT	NT	—	9.0	8.5
100%	—	40	—	—	5	NT	4	16.3	20.5
餌設置									
遮蔽ネット	No.3	No.4	No.5	No.6	No.7	No.9	No.10	接触時間(分)	
	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	平均	SD
0%(コントロール)	4	27	26	—	NT	4	18	15.8	11.3
25%・縦縞	NT	2	7	NT	37	22	23	18.2	14.0
25%・横縞	—	NT	NT	NT	NT	2	3	2.5	0.7
25%・市松	—	0	NT	16	0	1	0	3.4	7.1
50%・縦縞	—	0	NT	—	15	23	57	23.8	24.1
50%・横縞	—	34	NT	NT	6	26	NT	22.0	14.4
50%・市松	—	2	NT	3	10	NT	2	4.3	3.9
75%・縦縞	—	73	NT	0	19	2	17	22.2	29.7
75%・横縞	—	30	NT	NT	7	17	NT	18.0	11.5
75%・市松	—	—	7	NT	1	NT	0	2.7	3.8
100%	—	29	64	1	1	40	16	25.2	24.5

-: 獣舎への進入なし、NT: ネットへの接触なし、0: 1分未満でネットへ接触

表 2. 遮蔽率と遮蔽パターンによる平均初接触時間の差に関する分散分析の結果

枯角期・餌未設置					
要因	平方和	自由度	不偏分散	不偏分散比	危険率
遮蔽率	16.76	2	8.38	0.053	0.949
遮蔽パターン	1085.64	2	542.82	3.460	0.134
誤差	627.51	4	156.88		
計	1729.92	8			
枯角期・餌設置					
要因	平方和	自由度	不偏分散	不偏分散比	危険率
遮蔽率	120.14	2	60.07	2.185	0.2283
遮蔽パターン	488.42	2	244.21	8.884	0.0338
誤差	109.95	4	27.49		
計	718.51	8			
袋角期・餌未設置					
要因	平方和	自由度	不偏分散	不偏分散比	危険率
遮蔽率	119.93	2	59.96	1.064	0.4259
遮蔽パターン	70.11	2	35.05	0.622	0.5817
誤差	225.33	4	56.33		
計	415.37	8			
袋角期・餌設置					
要因	平方和	自由度	不偏分散	不偏分散比	危険率
遮蔽率	6.41	2	3.20	0.069	0.9344
遮蔽パターン	152.56	2	76.28	1.642	0.3016
誤差	185.87	4	46.47		
計	344.84	8			

表 3. 0%ネットと各ネットでの初接触時間に関する t 検定の結果

		遮蔽率25%			遮蔽率50%			遮蔽率75%			遮蔽率100%	
		縦縞	横縞	市松	縦縞	横縞	市松	縦縞	横縞	市松		
枯角期	餌なし	t-値	0.1751	0.5473	0.7833	0.3928	0.8745	0.9736	0.6139	0.2421	0.7897	0.5076
		P-値	0.436	0.311	0.258	0.360	0.237	0.216	0.301	0.412	0.256	0.323
	餌有り	t-値	0.2987	2.6139	2.0782	0.6076	0.6362	2.1313	0.4508	0.2630	2.3813	0.8362
		P-値	0.386	0.030	0.038	0.288	0.280	0.043	0.336	0.403	0.032	0.215
袋角期	餌なし	t-値	0.0467	0.4502	0.9602	0.1786	0.6190	0.2578	0.2892	0.3801	1.5449	1.5664
		P-値	0.482	0.332	0.177	0.431	0.276	0.400	0.389	0.358	0.092	0.089
	餌有り	t-値	0.7649	0.2047	0.7156	0.3376	1.6978	0.1912	0.5178	1.2543	0.6171	1.0342
		P-値	0.230	0.420	0.245	0.370	0.064	0.426	0.307	0.119	0.274	0.159

餌を設置した場合、25%・縦縞を除いて、1ないし2個体が獣舎に進入しなかった。No. 3は、餌を設置しなかった場合と同様、9つのネットで進入しなかった。各ネットで、獣舎に進入後ネットに接触しなかった個体が0~3個体みられた。未接触個体の割合は、0%ネットでは1/6で、縦縞では遮蔽率が高くなると低下した。一方、市松では遮蔽率と共に上昇し、横縞では遮蔽率に関係なく3/6であった。平均初接触時間は、遮蔽パターン間の変動が有意で(表2)、市松では縦縞より有意に短かった(Bonferroniの方法による多重比較 $P < 0.05$)。初接触時間は、25%・横縞、25%・市松、50%・市松、75%・市松で、0%ネットより有意に短かった(表1, 3)。

餌を設置した場合としなかった場合の接触時間は、いずれのネットでも有意差は見られなかった(表4)。しかし、遮蔽率が0%と25%のネットでは、いずれの遮蔽パターンでも、初接触時間は餌を設置した場合の方が短かった(表1)。それ以外の遮蔽率のネットでは、遮蔽パターンにより関係は異なった。

表 4. 餌の設置，未設置による初接触時間の差に関する *t* 検定の結果

	遮蔽率 0%	遮蔽率25%			遮蔽率50%			遮蔽率75%			遮蔽率 100%	
		縦縞	横縞	市松	縦縞	横縞	市松	縦縞	横縞	市松		
枯角期	<i>t</i> -値	0.5596	0.9884	0.8271	0.6240	1.2403	1.5641	0.0194	0.5801	0.2552	0.9918	0.5703
	<i>P</i> -値	0.316	0.214	0.280	0.280	0.152	0.108	0.493	0.296	0.420	0.251	0.297
袋角期	<i>t</i> -値	0.5452	0.5738	0.4612	1.4734	0.6855	1.1297	0.2884	0.9540	0.5399	1.9492	2.8006
	<i>P</i> -値	0.301	0.291	0.326	0.087	0.253	0.151	0.389	0.181	0.309	0.046	0.013

表 5 に，袋角期のネットへの接触状況との初接触時間を示す。枯角期ほど多くはなかったが，獣舎へ進入しない個体がみられた。餌を設置しなかった時は，75%・横縞の実験で No.1, 2, 4, 9 の 4 頭，75%・横縞で No.8 が獣舎に進入しなかった。未接触個体の割合は，0% ネット，25%・縦縞 25%・横縞で 3/9，50%・横縞で 2/9，75%・市松で 1/5，50%・縦縞，50%・市松，100% ネットで 1/9，75%・縦縞，25%・市松，75%・市松への未接触個体はいなかった。平均初接触時間の遮蔽率と遮蔽パターンによる変動は有意ではなかった(表 2)。また，初接触時間は，いずれのネットでも 0% ネットとの間に有意差は見られなかった(表 3)。

表 5. 袋角期における各個体のネットへの接触状況と初接触までの時間(分)

餌未設置											
遮蔽ネット	No.1	No.2	No.4	No.5	No.6	No.7	No.8	No.9	No.10	接触時間(分)	
	♀	♀	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	平均	SD
0%	45	NT	1	0	NT	2	NT	29	3	13.3	19.0
25%・縦縞	NT	2	NT	NT	0	39	1	33	2	12.8	18.1
25%・横縞	28	6	0	8	0	NT	NT	NT	4	7.7	10.5
25%・市松	90	86	0	29	2	13	24	0	0	27.1	36.2
50%・縦縞	NT	20	63	2	0	2	1	2	1	11.4	21.9
50%・横縞	1	40	0	8	0	2	NT	NT	1	7.4	14.6
50%・市松	0	1	NT	14	0	46	4	65	1	16.4	25.1
75%・縦縞	12	1	44	1	9	1	25	1	2	10.7	14.9
75%・横縞	—	—	—	NT	1	34	0	—	1	9.0	16.7
75%・市松	1	3	0	1	0	4	—	0	0	1.1	1.6
100%	NT	1	0	10	1	7	2	1	2	3.0	3.5
餌設置											
遮蔽ネット	No.1	No.2	No.4	No.5	No.6	No.7	No.8	No.9	No.10	接触時間(分)	
	♀	♀	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	平均	SD
0%	7	74	0	3	0	0	11	33	7	15.0	24.4
25%・縦縞	NT	15	NT	1	1	NT	0	2	28	7.8	11.4
25%・横縞	58	7	6	1	28	2	12	1	1	12.9	19.0
25%・市松	1	0	5	23	3	9	20	18	0	8.8	9.2
50%・縦縞	57	18	29	NT	NT	4	6	17	0	18.7	19.6
50%・横縞	1	1	1	—	NT	0	1	—	3	1.2	1.0
50%・市松	2	70	0	—	1	14	0	—	1	12.6	25.8
75%・縦縞	83	11	14	NT	4	0	2	6	56	22.0	30.5
75%・横縞	5	0	NT	0	NT	5	1	0	19	4.3	6.9
75%・市松	NT	1	31	5	2	0	20	16	0	9.4	11.6
100%	14	48	58	12	1	19	71	—	1	28.0	27.1

--: 獣舎への進入なし，NT: ネットへの接触なし，0: 1分未満でネットへ接触

餌を設置した場合、50%・横縞と50%・市松の実験でNo.5とNo.9が、100%ネットの実験でNo.9が獣舎に進入しなかった(表5)。未接触個体の割合は、25%・縦縞で3/9、50%・縦縞と75%・横縞で2/9、50%・横縞で1/7、75%・横縞と75%・市松で1/9で、それ以外のネットでは未接触個体はいなかった。初接触時間は、餌を設置しなかった場合と同様、遮蔽率や遮蔽パターンによる変動は有意ではなかった(表2)。各ネットへの初接触時間は、0%ネットと有意差はなかった(表3)。

初接触時間は、75%・市松と100%ネットで、餌を設置した方がしなかった場合より有意に長かった。それ以外のネットでは、個体間の変動が大きく、餌の設置の有無による差は有意ではなかった(表4)。

2. 突破意欲阻害効果

表6と表7に、それぞれ枯角期と袋角期の餌を設置した場合としなかった場合の接触強度を示す。枯角期では、効果ありと判断されたネットの割合は個体間で差が見られた。最も効果ありと判断されたネットの割合が高かったのはNo.3で2/2、次いでNo.5とNo.6がそれぞれ2/4と3/6、No.4が4/10の順で、No.7が最も低かった(0/8)。各ネットでの効果あり個体の割合は、0%ネットが1/5であった。50%・市松と75%・市松で半数の個体が効果ありとされた。それ以外のネットでの効果あり個体の割合は1/5~1/3であった。

表6. 枯角期における各個体の接触強度指数

ネット	No.3			No.4			No.5			No.6			No.7			No.9			No.10			効果あり 個体率
	未設置	設置	判定	未設置	設置	判定																
0%	1	1	△	NT	5	×	1	5	×	—	—	判定	NT	NT	判定	1	2	×	NT	8	×	1/5
25%・縦縞	3	NT	○	1	12	×	—	2	—	NT	NT	判定	9	×	NT	2	×	1	5	×	1/5	
25%・横縞	—	—	—	1	NT	○	NT	NT	判定	NT	4	×	NT	NT	判定	2	8	×	NT	12	×	1/4
25%・市松	—	—	—	23	27	×	1	NT	○	15	2	○	3	6	×	1	6	×	1	21	×	2/6
50%・縦縞	—	—	—	13	9	○	—	NT	—	—	—	判定	1	×	5	7	×	NT	9	×	1/4	
50%・横縞	—	—	—	5	6	×	—	NT	—	—	NT	判定	32	×	2	50	×	1	NT	1	○	1/4
50%・市松	—	—	—	NT	1	×	13	NT	○	5	33	×	5	6	×	3	NT	○	8	5	○	3/6
75%・縦縞	—	—	—	1	1	△	NT	NT	判定	NT	1	×	—	1	—	1	25	×	—	2	—	1/3
75%・横縞	—	—	—	7	1	○	NT	NT	判定	NT	NT	△	NT	1	×	9	11	×	NT	NT	—	2/4
75%・市松	—	—	—	3	—	—	NT	3	×	9	NT	○	NT	5	×	NT	NT	—	—	19	—	1/3
100%	—	—	—	3	6	×	—	1	—	—	6	—	2	3	×	NT	0	×	6	4	○	1/4
効果あり個体率	2/2			4/10			2/4			3/6			0/8			1/10			3/8			

判定：×は効果なし，○と△は効果ありとみなした（判定基準は本文参照）

表7. 袋角期における各個体の接触強度指数

ネット	No.1			No.2			No.4			No.5			No.6			No.7			No.8			No.9			No.10			効果あり 個体率
	未設置	設置	判定	未設置	設置	判定	未設置	設置	判定	未設置	設置	判定	未設置	設置	判定	未設置	設置	判定	未設置	設置	判定	未設置	設置	判定	未設置	設置	判定	
0%	1	2	×	NT	1	×	9	3	○	4	1	○	NT	5	×	1	11	×	NT	11	×	1	1	△	3	26	×	3/9
25%・縦縞	NT	NT	—	1	2	×	NT	NT	判定	NT	1	×	7	2	○	4	NT	○	3	17	×	1	2	×	1	11	×	2/7
25%・横縞	1	3	×	5	14	×	9	3	○	5	6	×	7	6	○	NT	2	×	NT	6	×	NT	1	×	3	17	×	2/9
25%・市松	6	3	○	3	7	×	7	1	○	2	1	○	1	10	×	1	8	×	5	8	×	3	12	×	15	32	×	3/9
50%・縦縞	NT	7	×	2	6	×	1	2	×	1	NT	○	10	NT	○	2	14	×	1	32	×	5	10	×	6	13	×	2/9
50%・横縞	5	9	×	10	21	×	7	13	×	3	—	1	NT	○	4	4	△	NT	3	×	NT	—	—	7	18	×	2/7	
50%・市松	1	5	×	3	3	△	NT	1	×	1	—	2	1	○	1	1	△	4	1	○	2	—	—	5	8	×	4/7	
75%・縦縞	2	2	△	8	9	×	9	9	△	3	NT	○	9	21	×	12	11	○	3	13	×	3	18	×	1	3	×	4/9
75%・横縞	—	1	—	2	—	NT	—	NT	4	×	1	NT	○	1	4	×	10	2	○	—	2	—	2	3	4	×	2/5	
75%・市松	10	NT	○	16	15	○	8	2	○	2	2	△	8	2	○	3	10	×	—	5	—	4	6	×	35	14	○	6/8
100%	NT	0.5	×	4	3	○	4	1	○	1	3	×	1	1	△	1	4	×	2	2	△	1	—	—	11	4	○	5/8
効果あり個体率	3/9			3/10			6/9			5/9			8/11			4/11			3/10			1/7			2/11			

判定：×は効果なし，○と△は効果ありとみなした（判定基準は本文参照）

袋角期では、枯角期に比べ効果あり個体の割合は高かった。最も高かったのはNo.6で、8/11の

ネットで効果ありと判定された。No. 4 が 6/9, No. 5 が 5/9 と続き, No. 9 が 1/7 で最も低かった。0% ネットでは, 効果あり個体の割合は 3/9 であった。遮蔽率 25%の全てのネットと遮蔽率 50%の縦縞と横縞では 2/9~3/9, 50%・市松と遮蔽率 75%と 100%のネットでは, 2/5~6/8 の個体が効果あり個体であった。全ての遮蔽率で, 効果あり個体の割合は市松の方が縦縞や横縞より高かった。枯角期と袋角期での効果あり個体の割合を比較した場合, 0%ネット, 25%・縦縞, 25%・横縞, 50%・横縞, 50%・市松, 75%・縦縞, 75%・市松, 100%ネットの 8 種類のネットで袋角期の方が枯角期より高かった。しかしながら, 統計的には有意な差は認められなかった(表 8)。また, 枯角期と袋角期の双方でデータが得られた 6 個体 (No. 4, 5, 6, 7, 9, 10) のうち, No. 10 を除く 5 個体で, 効果ありとされたネットの割合は袋角期の方が高かったが, いずれの個体でも差は統計的に有意ではなかった(表 9)。

表 8. 各ネットについて行った枯角期と袋角期の突破意欲阻害効果がありとされた個体の割合に関する Fisher の正確確率検定の結果

ネット	Fisherの正確確率
0%ネット	0.5455
25%・縦縞	0.6364
25%・横縞	0.7972
25%・市松	0.7133
50%・縦縞	0.7972
50%・横縞	0.7212
50%・市松	0.6166
75%・縦縞	0.6364
75%・横縞	0.6429
75%・市松	0.2788
100%ネット	0.4895

表 9. 各個体について行った枯角期と袋角期で突破意欲阻害効果がありとされたネットの割合に関する Fisher の正確確率検定の結果

個体	Fisherの正確確率
No.4	0.2422
No.5	0.6573
No.6	0.3387
No.7	0.0851
No.9	0.6691
No.10	0.3359

考 察

1. 接近阻害効果と突破意欲阻害効果

今回, 前方の視界の遮蔽率を高めることで, 前方の視界が遮断されると, 先を見通せない場所へ行きたくないシカ[2]の, ネットへの接近やネットを突き破る行動は抑制されることを実験的に

確かめようとした。しかし、今回実験に供試出来た個体が少なく、かつネットへの反応は個体間で差が見られたので、統計的に有意な傾向や処理間での差を検出できない場合がほとんどであった。そのなかで、いくつかの事項については、統計的に有意ではなかったが、ある傾向が見られた。以下に、それらの事項をもとに考察を行う。

シカは最初に枯角期に餌を設置しない状態で0%ネット、次いで餌を設置した状態で0%ネットを経験した。その時の未接触個体の割合は、それぞれ3/6と1/6であった。それから約7ヶ月後の袋角期の同様の実験で、シカが最初に経験した餌を設置しなかった時の0%ネットと次に経験した餌を設置した時の0%ネットへの未接触個体の割合は、それぞれ3/9と0/9であった。このことは、最初はネットという異物に警戒心を持つシカが存在したが、実験を継続するに連れて、警戒心が徐々に薄らいだことを示唆している。枯角期と袋角期のいずれの場合も、餌を設置したときの方が設置しなかったときより未接触個体の割合は低かった。獣舎に進入後ネットの先にある餌の存在を確認出来たことで、そちらへの興味が湧き、ネットへ接近・接触する個体が増加したと考えられる。枯角期の餌を設置しなかった場合の未接触個体の割合は、どの遮蔽パターンでも、遮蔽率25%と50%の時より75%の時の方が高かった。特に、市松模様の遮蔽では、遮蔽率が高くなるにつれて、未接触個体の割合も高くなった。このことは、遮蔽率を高くすることで、遮蔽物への接近・接触を妨げることができる可能性を示唆する。しかし、餌を設置した場合には、遮蔽率と遮蔽パターンによる明確な傾向は見られなかった。シカは、一度ネットの先にある餌を認知すると、遮蔽率や遮蔽パターンにかかわらずネットに接近するようになるのかも知れない。

シカは前方の視界が遮断されることで、心理的不安が誘発され[3]、先を見通せない場所を嫌う[2]。しかし、枯角期と袋角期のいずれでも、100%ネットへの未接近個体は存在した。このことは、たとえ前方の視界を100%遮蔽しても、遮蔽物へのシカの接近を阻止することは出来ないことを示唆している。シカが遮蔽物を警戒しながらも、何らかの興味を示した可能性がある。

実験開始前は、初接触時間は、連続した視界(連続した視界の遮断)の方が、モザイク状の視界の遮断より短いと予想していた。しかし、結果は予想に反し、枯角期では市松で縦縞や横縞より短く、餌を設置した場合の市松と縦縞の間の差は有意であった。一部視界が遮断された場合、離れた場所からモザイク状に得られるネットの向こう側の情報を統合して、餌の存在などを的確に理解しているのかも知れない。そして、遮蔽率が高くなると得られる視覚的な情報が少なくなり、ネットの向こうの状態を把握するのに時間がかかったのではないかと推察される。

以上の結果から、遮蔽物による接近阻害に関しては、①前方に何らかの遮蔽物のような障害があると、初めのうちはそれへの接近をためらう個体がいるが、そのうち慣れが生じ、接近をためらわなくなる、②遮蔽率が100%の場合でも、接近を完全に阻止することは出来ない、③遮蔽物の向こう側に餌(植物)が存在し、それを認知した場合は、接近がより顕著になる、④接近は低い遮蔽率や、市松模様の遮蔽で早いことが明らかになった。

今回の実験は、基本的にはネットの向こう側へは進入できない状況で実施された。もし、遮蔽物が突破可能であれば、結果は多少とも異なった可能性は否定できない。野外での遮蔽物の突破は、

遮蔽物に接近した個体が、遮蔽物の向こう側の状況をどの程度認識しているかにより決まるのではないかと考えられる。効果あり個体の割合が50%近く、またはそれ以上と高かったネットは、枯角期では50%・市松と75%・市松で、袋角期では50%・市松と遮蔽率75%と100%のネットであった。接近阻害効果と同様、遮蔽率を高めることで、遮蔽物の向こうの状況の把握がしにくくなり、遮蔽による心理的効果[2, 3]も加わり、

突破意欲阻害効果も高めることが可能であると考えられる。袋角期の方が枯角期より突破意欲阻害効果があると認められた個体の割合が高かった傾向は、個体数が少なかったので統計的な有意性は得られなかったが、0%ネットを含めほぼ全ての場合で認められた。シカは袋角期に角に触れるのを極端に嫌う[12]。このことが、突破意欲阻害効果が、袋角期で高かったことの原因の一つとして考えられる。初夏に生え替わった角が秋に堅くなるまでの時期は、遮蔽物の効果は高くなることが期待される。

2. 生け垣によるシカ防除の可能性と課題

今回の飼育個体を用いた実験では、一部のシカはネットを警戒して接近しなかった。野外で生け垣による防鹿柵を設置しても、設置当初はそれを警戒して接近してこない個体が存在することが期待できる。しかし、次第に柵に対する慣れが生じ、接近阻害効果は時とともに低下するであろう。生け垣は、遮光ネットに比べシカにとっての違和感は小さいと思われる。したがって、接近を阻害する効果は、遮光ネットによる防鹿柵より小さいのではなかろうか。

生け垣による遮蔽は、今回の市松模様による遮蔽のように、通常はモザイク状である。遮蔽パターンが市松模様の場合、接近阻害効果のみならず突破意欲阻害効果が認められた個体の割合は、遮蔽率が高いほど高かった。遮蔽率が高くなるにつれて、遮蔽物の向こう側の情報は入手しにくくなるので、枝葉の展開が密な柵を設置することでシカの心理的不安を助長し[2]、柵への接近がより阻害されることが期待できる。

上山[14]は、100%遮光ネットで囲った場所へのシカの進入はみられなかったと報告されているが、前方の視界を100%遮断してもネットへの接近を完全に阻止することは出来なかった。このことは、遮蔽物への接近と遮蔽物の突破は別のプロセスで、遮蔽物の突破を抑制するためには、遮蔽率や遮蔽パターンの他に、異なった要因を加えて検討する必要があることを示唆する。吉田[17]と井上ら[5]も、下層木が密生している林内では、シカの侵入に対して物理的な遮断効果が発揮され、剥被害の発生率が低下することを報告している。ところが、下層植生が繁茂していても、幹や枝が細ければ、物理的な遮断効果は低い[5]。また、シカが生け垣に侵入する際、枝の折損を起こすことも報告されている[7]。生け垣の効果を発揮するには、生け垣には、ある程度の強度を持ち、萌芽力のある樹木を用いて、物理的強度と前方の視界の遮蔽率を出来るだけ高くする必要があるであろう。植栽列を複数にし、各列での植栽を少しずつずらすといった工夫も考えられる。

さらに、現地に生育するシカの不嗜好性樹種を生け垣に使用するのは必須であろう。シカには嗜好性が有り、もしシカの好む樹種で柵を作成したならば、かえってシカを誘引することになり、シ

カによる枝葉の採食は、遮蔽率の低下を引き起こす原因になりうる。その結果、柵への接近や柵内への侵入確率は増大するであろう。不嗜好性樹種のアセビやシキミを用いた生け垣では、生け垣自体はシカの食害を受けなかった[7]。不嗜好性樹種を用いた生け垣は、シカによる枝葉の採食を免れ、高い遮蔽率が維持されると考えられる。それにより、柵の効果は低下することなく維持されると推察される。また、不嗜好性樹種の優占する地域では、シカの移動速度が速くなり、採食圧が低下する[10]。このことから、生け垣に不嗜好性樹種を用いることは、シカの滞在時間の短縮や生け垣への接近・接触頻度の低減を通して、周辺の地域でのシカ被害の軽減につながるのではないかと考えられる。

今回は 10 cm×10 cm を単位として遮蔽の効果を検討した。生け垣による侵入防止柵では、様々なサイズの間隙が生じるであろう。そして、遮蔽率が同じでも、細かい間隙がたくさんある場合と、大きな間隙が少数ある場合では、シカによる遮蔽物の向こうの見え方が違い、柵の効果も異なると考えられる。今後は、間隙のサイズについても今後検討していく必要がある。

謝 辞

今回の実験を遂行するにあたり、鹿児島市平川動物公園には、多大な便宜を図って頂いた。記して感謝します。

文 献

- [1] 池田浩一・小泉透・矢部恒晶・宮島淳二・讚井孝義・吉岡信一・吉本喜久男・住吉博和・田實秀信：九州におけるニホンジカの生態と被害防除．森林防疫 50：167-184（2001）
- [2] 井上雅央・金森弘樹：山と田畑をシカから守る - おもしろ生態とかしこい防ぎ方 - ．農文協 134pp.（2006）
- [3] 井上友樹・宮島淳二・村上拓彦・吉田茂二郎：シカ剥皮害を想定した林内見通しの定量的評価と被害との関連性．九州森林研究 57：248-250（2004）
- [4] 井上友樹・宮島淳二・村上拓彦・光田靖・溝上展也・吉田茂二郎：ニホンジカによる人工林剥皮害と下層植生の繁茂状況との関連性．九州森林研究 58：184-187（2005）
- [5] 井上友樹・村上拓彦・光田靖・宮島淳二・溝上展也・吉田茂二郎：ニホンジカによる人工林剥皮害と下層植生との関連性．日林誌 89：208-216（2007）
- [6] 石川芳治：丹沢山地での菌科による臨床植生衰退地における土壌浸食気候と対策．森林科学 53, 48-52（2008）
- [7] 亀谷行雄：被害地の早期再生手法の開発(1)アセビ，シキミの生け垣によるシカ食害防止効果について．東京都林業試験場年報(平成14年度)，47-48（2002）

- [8] 環境省：特定鳥獣保護管理計画制度の概要．（2012）
（www.env.go.jp/nature/choju/effort/effort5/effort5-3a/saru20121212.pdf）（2017年3月17日確認）
- [9] Kumar, S., Takeda, A., Shibata, E.: Effects of 13-years fencing on browsing by sika deer on seedlings on Mt. Ohdaigahara, Central JPan. J. For. Res., 11, 337-342 (2006)
- [10] Mc Naughton, S. J.: Serengeti ungulates: feeding selectivity influences the effectiveness of plant defense guilds. Science, 199, 806 - 807 (1978)
- [11] 林野庁：平成 25 年度森林・林業白書 pp.80-82 (2014)
- [12] 高槻成紀：シカの生態誌．東京大学出版会，480pp. (2006)
- [13] 田村淳：植生保護策の効果と影響の整理．森林科学，61，17-20 (2011)
- [14] 上山泰代：遮光資材による防護柵とその効果．森林科学，8，40 (1993)
- [15] 鶴飼一博：南アルプスにおけるニホンジカの影響とその対策．森林科学，61，21-24 (2011)
- [16] 横田岳人：ニホンジカが森林生態系に与える負の影響．森林科学，61，4-10 (2011)
- [17] 吉田茂二郎：霧島屋久国立公園におけるモミ・ツガ天然林の再生に関する研究報告書 91pp. (1997)

Effects of front visibility interruption on irruptive behavior of sika deer, *Cervus nippon*.Shusuke Murata¹⁾, Kunihiko Hata¹⁾ and Koichi Sone^{1)†}*1) Laboratory of Forest Protection Laboratory***Summary**

From October 2013 to July 2014, we set up nets with different degrees (0, 25, 50, 75, 100%) and patterns (horizontal stripes, vertical stripes, checkered pattern) of front visibility interruption between sika deer and food, and observed the behavior of sika deer at the Hirakawa Zoo, Kagoshima city. Some deer were wary of the net at the beginning of the experiment, but the wariness gradually decreased. Statistically significant differences were observed in the time between entry to the beast house and the first touch to the net in experiments with food conducted in October and November 2013. Deer tended to approach sooner and touch the net earlier when facing nets with low degrees of front visibility interruption. The higher the degree of interruption, the weaker the deer pushed the net. This tendency was more apparent for the nets with checked patterns as well as in June and July. We discussed factors to be considered in the construction of hedges to prevent the intrusion of sika deer.

Key words: sika deer, *Cervus nippon*, interruption of front visibility, approach-inhibitory effects, irruption-inhibitory effects

†: Correspondence to : Koichi Sone (Laboratory of Forest Protection Laboratory, Department of Environmental Sciences and Technology, Faculty of Agriculture, Kagoshima University)
Phone : 099-285-8580, E-mail : sonesan@agri.kagoshima-u.ac.jp