

原著論文

ニホンジカに対する移動障害構造体の開発予備試験

小林秀司¹・谷藤香菜江¹

A preliminary test of obstacle structures for deer migration

Shuji KOBAYASHI¹ and Kanae TANIFUJI¹

Abstract: Various artificial structures were tested as obstacles for the deer migration. The tested structures were contrived based on the deer's behavior in which they tend to avoid any bad scaffold carefully. There were two types of structures, (1) pipe type and (2) slit type. When the deer passed through the test pathway paved with these structures, the number of deer passage significantly decreased, while the passage time significantly increased. The results suggest these two structures have a certain evasion effect against the deer migration. Further improvements and tests of these structures may enable an indirect approach to psychologically controlling the deer population.

Key word: wildlife management, deer, obstacle, psychological control, indirect approach strategy

I. はじめに

社会構造の変化を背景とした、我が国の狩猟人口激減と農山村の高齢化、耕作放棄地の急拡大などは、ニホンジカ(*Cervus nippon*, 以下シカ)の全国的な異常増殖をもたらしている(たとえば依光 2011など)。そして、異常増殖による各種の被害は、農林業(高槻 2006)だけにとどまらず、衝突による交通事故の増加(明石・柳川 2009, 原 2003)や、シカが山林を枯死させることによる土石流の発生(たとえば依光 2011, 小林・川原 2010など)、人獣共通感染症リスクの増大など(鈴木 2012)に及び、国民や国土に対する直接的で広汎な危険性が指摘されるまでになった。

従来、野生動物と人間社会の間に何らかの軋轢が生じた場合、第一の方法としてまず行われてきたのは、軋轢の原因となった動物そのものを除去する「駆除」であった。しかし、冒頭に述べた狩猟人口の激減に加え、国民の野生動物に対する意識そのもの

が、動物愛護法の改正に見られるように、「社会の公共財として有効に利活用する」から「慈しむべき対象として保護、保全する」へとシフトしつつあり(日本自然保護協会 2003)、この第一の方法「駆除」は、年々、実行困難なものとなりつつある。

それに変わる第2の方法としてよく行われているのは、動物の生活圏と人間の活動範囲を防護柵等で区分し、動物の侵入を防ぐ「排除」である(たとえば田戸ら 2009, 若菜ら 2003など)。江戸の昔より知られる猪垣や、近年、農林地や高速道路周辺によく見られる動物進入防止柵はこの好例といって良いだろう。ところが、この第二の方法も、我が国をとりまく社会や経済状況の変化によって、今後、ますます困難になってくことが予測される。たとえば、農地に侵入防止柵を設置する場合、設置者は経済的な負担だけでなく運用上の問題を抱え込むことになる。シカの侵入防止柵は、飛び越え防止のためかなりの高さが要求され、取り回しが不便で重量もかさ

1. 〒700-0005 岡山市北区理大町1-1 岡山理科大学理学部動物学科 Department of zoology, Faculty of science, Okayama University of Science, Ridai-cho 1-1, Kita-ku, Okayama-shi, Okayama-ken 700-0005, Japan.

む。出入りの際の柵の開け閉めは、設置者にはかなりの負担になるはずであり、高齢化と収益性の悪化に直面している多くの農家が、今後、この負担にどこまで耐えていけるのかは疑問である。

このような状況を俯瞰すると、今後のシカ対策は、これまでとは方向性の異なる、いわば第三の方法ともいうべき新たなアプローチが必要ではないかと考えられる。

今回、筆者らは、シカを物理的に駆除、もしくは排除するのではなく、シカが自発的に忌避するような構造体を開発・設置できれば、シカによる各種の被害が防止、低減できるのではと考えた。すなわち、シカが足場の悪い場所を忌避する(井上・金森2006)という性質を利用し、その上をシカが移動するには心理的圧迫を感じるが、人や他の動物には無害な構造体を設置することで、シカにだけ心理的プレッシャーをかけ、結果として設置場所周辺に対する忌避効果を発生するような構造体を考案したのである。今回の報告は、あくまでも予備試験ではあり、試行回数は少ないが、一定の効果を示唆するデータが得られたのでここに報告する。

II. 材料と方法

試験は、岡山市北区横井上にある岡山理科大学自然植物園の敷地北端に設置した檻(幅10m×奥行き20m×高さ2.5m)でおこなった(図1)。檻の設置場所は緩斜面のため、逃亡防止の観点から谷側のみ高さ3.0mとした。檻内を谷側ゾーン(幅10m×奥行き6m)と、山側ゾーン(幅10m×奥行き8mの)に区分し、両ゾーン間を幅2m×奥行き6mの回廊でつないで、この回廊部分に移動阻害構造体を設置した。谷側ゾーンはシカの休憩場と水場に割り当て、餌場は山側ゾーンに設置したので、シカは、摂餌のためには回廊を通過しなければならない(図3)。シカは岡山県美作市産のメス成獣(以下個体1)と亜成獣(以下個体2)を用いた(図2)。各個体の計測値を表1に示す。構造体は、足場の悪い場所を忌避するというシカの性質を踏まえて、パイプを束ねたタイプ(以下パイプ型)とスリット状のタイプ(以下スリ

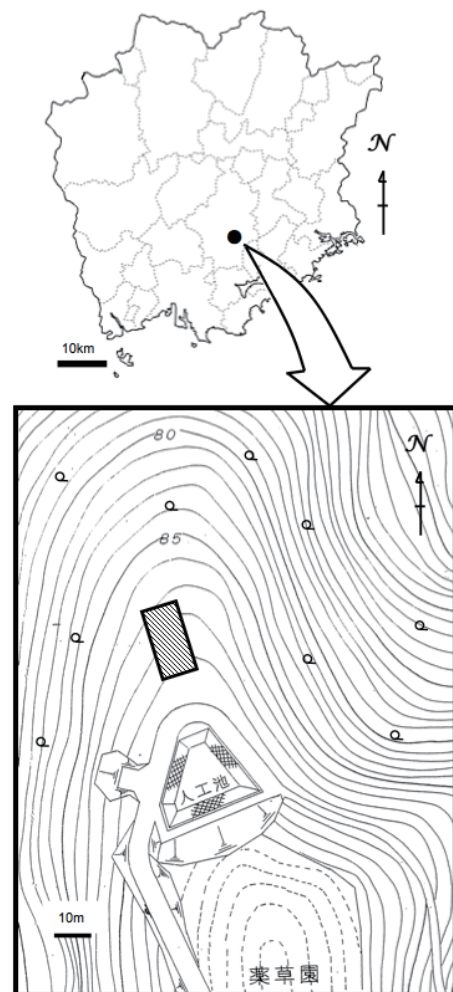


図1. 試験地位置図。斜線部は檻の位置。試験檻は岡山市街近郊にある丘陵部稜線上の緩斜面に設置された。大学自然植物園内薬草園の最奥部に位置する関係で人通りが全くなく、シカが怯えずにすむので、この試験には絶好の立地条件である。周辺植生はコナラやアカマツを主体とした典型的な二次林である。



図2. 試験に用いたシカ。右が個体1、左が個体2である。この写真は、試験終了から半年経過後に撮影されたものなので体格差がほとんどないが、試験開始時点では簡単に個体識別できた。現在、個体2は識別用のヘアバンドを首に巻いている。

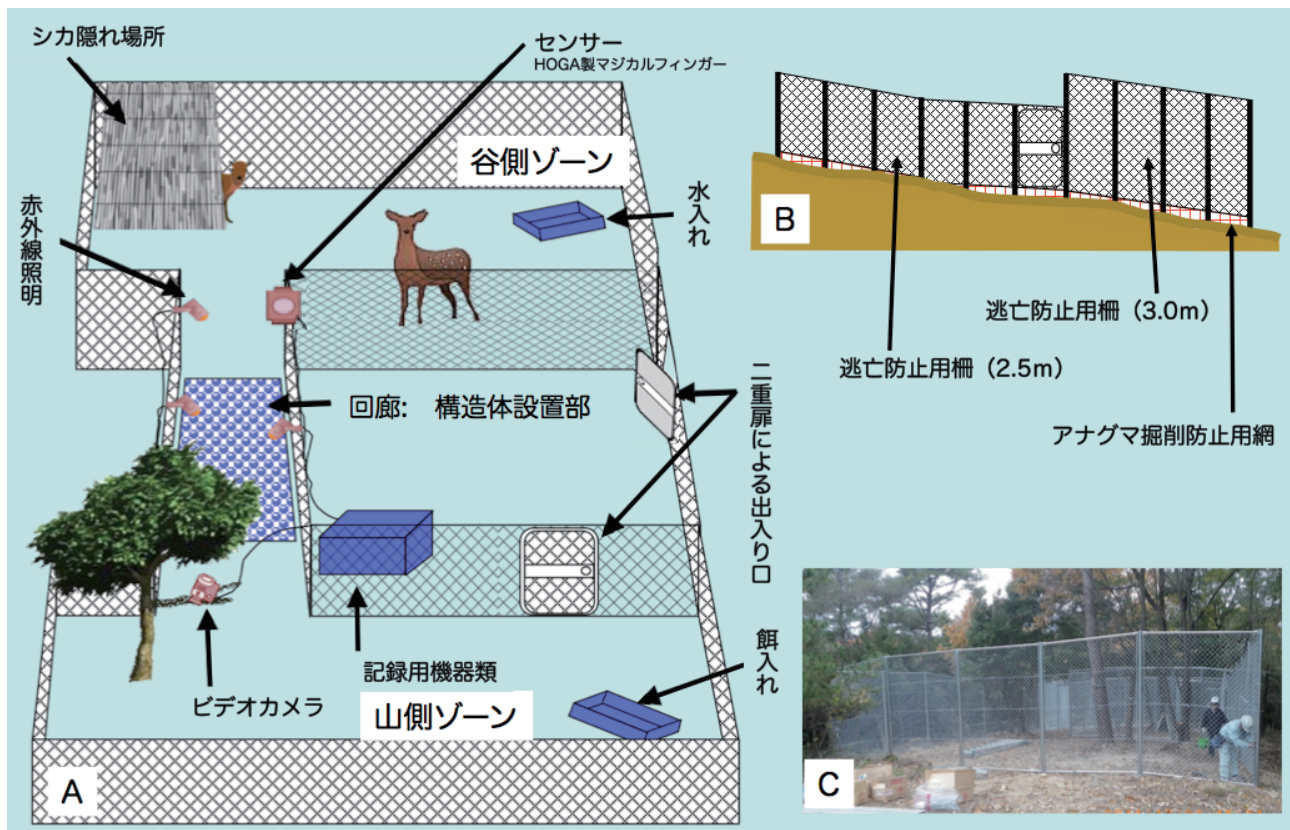


図3. 試験檻の概観と録画機器等の機器の配置。A: 試験檻概略図。シカは回廊に設置された構造体上を通過しないと餌にたどり着けない。B: 試験檻側面図。檻の最下端と地表面の間には、アナグマやイノシシによる掘削防止のための鉄製の網が設置してある。C: 設置工事中の試験檻。檻内の大径木(コナラやアカマツなど)は、夏期、シカに日陰を供給するため、切らないで残してある。

表1. 試験に用いた各シカの計測値。単位は、体重がkg, それ以外はcm. 年齢推定法は高槻(2006)を参照。

	推定年齢	体重	頭胴長	胴長	前腕長	手指長	下腿長	足指長
個体1	2-3才?	38.2	119.5	73.3	25.7	29.8	-	39.0
個体2	約0.5才	22.0	104.4	66.0	18.5	27.4	31.5	36.4
	耳長	尾長	首囲	胸囲	腹囲	前肢蹄長	後肢蹄長	
個体1	13.8	10.5	26.9	78.5	85.3	6.0	6.0	
個体2	13.0	10.6	24.5	63.5	75.5	-	-	

ット型)の二タイプを作成した。パイプ型に関しては、塩ビ管を用いて高さ5cm, 30cm, 60cm, 10cmと15cmの組み合わせの4タイプを、スリット型に関しては、鉄製の高さ20cmのものを作成した(図4)。パイプ型に用いた塩ビ管の内径は、シカの蹄のサイズから、6cm程度のものを使用し、スリット型はスリット幅6.0cmとした。

これらの構造体を回廊内に長さ4mにわたって設置し、シカの通過時間や通過頻度、通過時の行動をビデオカメラで記録した。構造体の配置パターン

は、敷き詰め型配置と交互配置の2パターンを試した(図5)。両パターンについて、設置した構造体のタイプごとに一回ずつ試行を行い、それをデジタルビデオカメラ(HOGA HCIR-41F690)によって録画した。また、構造体を設置していない場合については、三回試行を行った。このとき、シカの熱を自動感知して撮影が開始されるようモーションセンサー(HOGA HAS-MF1)を使用した。なお夜間は、光量不足を補うため、赤外線投光器DC24V(HOGA IRL-C4-170-880)を使用した。これらの撮影した映

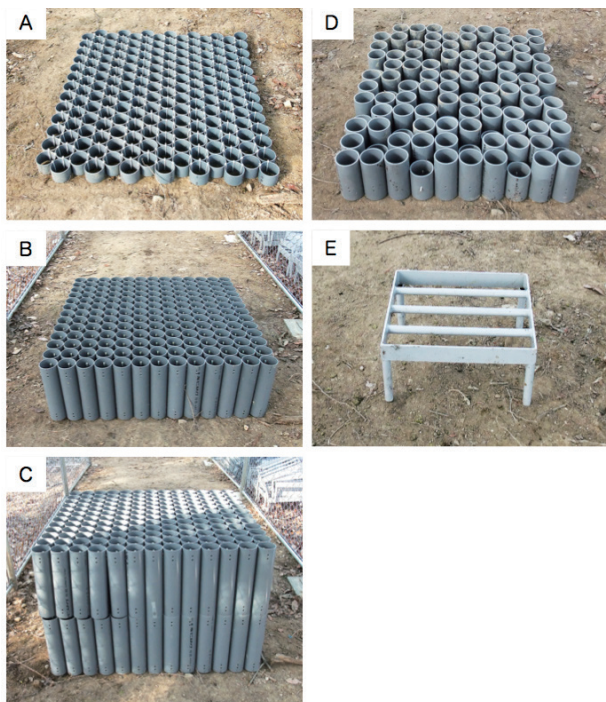


図4. 各種の構造体. A: パイプ型高さ5cm, B: 同30cm, C: 同60cm, D: 同高さ10cmと15cmの組み合わせ, E: スリット型. 構造体単体のサイズは, パイプ型が縦1m×横1m, スリット型が縦38cm×横34cm.

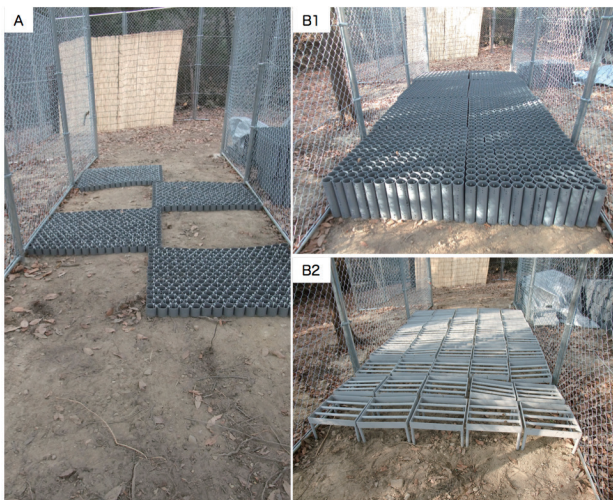


図5. 構造体の設置パターン. A: 交互配置, B1: 敷き詰め配置(パイプ型), B2: 敷き詰め配置(スリット型).

像は防犯用HDDレコーダー(マザーツール社 DVR-460H)にて記録した. これらの録画データをもとに, 構造体を設置した場合の回廊の通過頻度と通過所要時間を, 構造体を設置していない場合のそれらと比較した.

III. 結果

各試行における結果を表2に示す. 使用した機械

の調整不足によって, 録画状態に不具合が生じた試行があったため, 比較分析は録画開始から16時間以上連続で録画できた試行のみを対象とした. 構造体を設置していない試行に関しては, 通過頻度, 通過所要時間は3試行の算術平均を用いた.

回廊通過頻度

構造体を設置していない場合, 回廊の通過頻度平均は, 個体1では60.0回, 個体2では32.5回であった. その一方, 構造体を設置した場合の頻度は, 交互配置による試行1, 2, 3では, 個体1でそれぞれ, 51, 70, 43回と, 非設置時と比べて頻度に大きな違いは見られなかったが, 個体2ではそれぞれ, 40, 33, 16回と, 構造体の高さが高くなると頻度が減少する傾向が見られた. しかし, これらについて構造体を設置していない場合との間で χ^2 検定を行ったところ, いずれの個体, 試行についても非設置時との有意差は検出されなかった(表3). 一方, 敷き詰め配置による試行4, 5, 6, 7, 8, では, 個体1ではそれぞれ47, 26, 15, 24, 14回となり, 個体2ではそれぞれ15, 13, 9, 12, 6回であった. また, 試行8(スリット型)が両個体ともに最少であり, 個体1では14回, 個体2では6回であった. これらについて構造体を設置していない場合との間で χ^2 検定を行ったところ, 個体1では試行5～8に, 個体2では試行3～8に有意差($P<0.05$)がみられた(表3).

回廊通過所要時間

構造体を設置していない場合, 回廊通過均所要時間の平均は, 個体1では9.2秒, 個体2では14.6秒であった. その一方, 構造体を設置した場合の通過所要時間平均は, 交互配置による試行1, 2, 3では, 個体1でそれぞれ, 12.5, 10.7, 20.1秒, 個体2ではそれぞれ, 18.1, 13.5, 36.0秒となり, これらの値について構造体を設置していない場合との間でt検定を行ったところ, 個体1の試行1で5%水準, 試行3で0.5%水準による有意差が検出された. 個体2では有意差は検出されなかった(表4). 一

表 2. 各個体ごとの回廊通過頻度と回廊通過所要時間平均.

試行	構造体タイプ	高さ (cm)	個体1		個体2	
			回廊通過 頻度(回)	回廊通過 所要時間 (秒)	回廊通過 頻度(回)	回廊通過 所要時間 (秒)
構造物なし	-	-	60.00	9.2	32.5	14.6
交互型設置	1 パイプ型	5	51	12.5	40	18.1
	2 パイプ型	5	70	10.7	33	13.5
	3 パイプ型	30	43	20.1	16	36.0
敷き詰め型設置	4 パイプ型	5	47	19.8	15	16.6
	5 パイプ型	30	26	21.5	13	28.7
	6 パイプ型	60	15	31.9	9	19.8
	7 パイプ型	10&15	24	26.6	12	52.3
	8 スリット型	20	14	37.2	6	59.7

表 3. 構造体設置時と非設置時の回廊通過頻度の χ^2 検定結果. n.s. : 有意差無し. *: 有意水準5%で有意. **: 有意水準0.5%で有意.

試行	個体1		個体2	
	回廊通過頻度 (回)	P 値	回廊通過頻度 (回)	P 値
構造物なし	60.0		32.5	
交互型設置	1 51	0.3930 ^{n.s.}	40	0.3784 ^{n.s.}
	2 70	0.3805 ^{n.s.}	33	0.9507 ^{n.s.}
	3 43	0.0939 ^{n.s.}	16	0.0178 ^{n.s.}
敷き詰め型設置	4 47	0.2088 ^{n.s.}	15	0.0111*
	5 26	0.0002**	13	0.0038**
	6 15	0.0000**	9	0.0003**
	7 24	0.0010**	12	0.0021**
	8 14	0.0000**	6	0.0000**

表 4. 構造体設置時と非設置時の回廊通過所要時間のt検定結果. n.s. : 有意差無し. *: 有意水準5%で有意. **: 有意水準0.5%で有意.

試行	個体1				個体2			
	回廊通過所要 平均時間(秒)	標準偏差	変動係数	P 値	回廊通過所要 平均時間(秒)	標準偏差	変動係数	P 値
構造物なし	9.2	7.89	90.18		14.6	14.38	85.44	
交互型設置	1 12.5	8.42	66.14	0.0151*	18.1	14.63	80.73	0.7154 ^{n.s.}
	2 10.7	7.50	70.75	0.1928 ^{n.s.}	13.5	6.73	58.52	0.0721 ^{n.s.}
	3 20.1	24.09	121.56	0.0024**	36.0	49.81	138.36	0.0600 ^{n.s.}
敷き詰め型設置	4 19.8	10.23	60.05	0.0001**	16.6	6.42	36.10	0.8496 ^{n.s.}
	5 21.5	22.85	101.37	0.0002**	28.7	20.39	68.50	0.0231*
	6 31.9	23.33	73.13	0.0000**	19.8	10.39	52.60	0.5959 ^{n.s.}
	7 26.6	13.86	79.62	0.0000**	52.3	12.36	54.25	0.0000**
	8 37.2	20.55	38.66	0.0000**	59.7	28.36	20.71	0.0000**

方、敷き詰め配置による試行 4, 5, 6, 7, 8, では、個体 1 ではそれぞれ 19.8, 21.5, 31.9, 26.6, 37.2 秒、個体 2 ではそれぞれ 16.6, 28.7, 19.8, 52.2, 59.7 秒となり、パイプ型の構造体では高さが高くなるほど通過所要時間が長くなる傾向が見られた。また、パイプ型のどの構造体よりもスリット型の方が通過所要時間が長かった。これらの値について構造体を設置していない場合との間で t 検定を行ったところ、個体 1 の全試行で 0.5% 水準による有

意差が、個体 2 の試行 5 で 5% 水準、試行 7 および 8 で 0.5% 水準による有意差が検出できた(表 4)。

回廊通過時に見られた行動

構造体を設置しない場合には、両個体とも、回廊内で横臥して休息したり、糞をするなど、終始、リラックスしている様子が観察できた。ところが、構造体の設置直後は、両個体とも鼻を近づけて臭いを嗅ぐなど、構造体を精査しているような行動が見

られた。また、通過開始前に構造体をチェックした直後、「おもわず首をかしげた」とも解釈されるような、あたかもヒトが困難に直面した際に見せるような行動パターンを示すことがあった。そのほか、「構造体の接続部の確認」、「セルフグルーミング」、「フェンスのにおい嗅ぎ」、「首を左右に大きく振る」、「首を左右に小さく振る」、「首を上下に振る」、「鼻先を構造体にあてる(図6 A)」、「硬直する(図6 B)」、「鼻先を土にあてる」、「構造体をチェックしたあと通過しないで引き返す」など、構造体から心理的圧迫を受けていると解釈されるような行動が頻繁に確認された。

構造体を交互配置した場合、両個体とも必ず構造体を避け、構造体のない部分を選んでジグザグ上に歩いて通過した。また、通過する際、構造体間の接続部を一回一回確認することが多かった。ところが、構造体の上に木板を置き、構造体が見えない状態にすると、両個体とも回廊内を直進して板の上を気にせずに歩いていた。

構造体を敷き詰め配置した場合、構造体の高さが高い(60cm)と、連続ジャンプして構造体に一回だけ足をつき、急ぐように離脱する行動が見られた。

IV. 考察

本研究は、考案された構造体がニホンジカに対してどの程度の忌避効果がありそうなのか、一定の見通しを得るために試みた予備的な試験であり、機械の調整の不具合等の原因により、分析に用いるデータセットが試行ごとに録画時間のバラツキがあるなど、科学的な分析に供するには問題がある側面も多い。それでも前述の結果から、以下のことは言えるのではないと思う。

1. 今回作成した構造体は、パイプ型とスリット型の二種類であるが、両タイプとも、シカがその上を通過しようとする際には、通過回数そのものを減らす、あるいは、ゆっくりと慎重に通過するといった傾向が見られる。また、通過開始直前ならびに通過中は、「セルフグルーミング」や「首を左右に大き

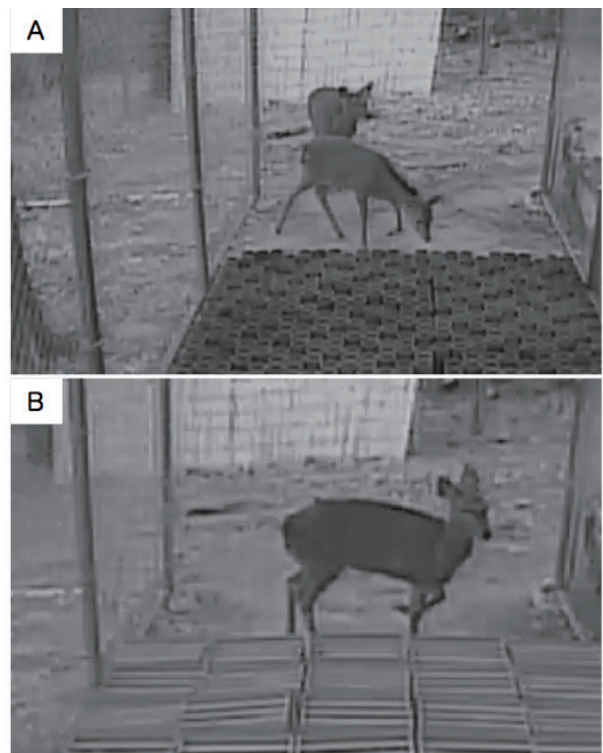


図6. シカの構造体に対する反応。A：おっかなびっくりで構造体をチェックしている個体1。B：足を上げてはみたものの、構造体に足を入れるかどうか迷ったまま硬直している個体2。耳が寝ているのは緊張のためと考えられる。

く振る」など、普段は見られない特異な行動が高頻度で見られたが、これは構造体に起因する心理的圧迫による転移活動と考えられる。

2. スリット型は、パイプ型より心理的な圧迫効果が高いように見えるが、これは、パイプ型が、通過する際の足の置き方(慎重にパイプ間の接合部に足を乗せる)によっては構造体に足を入れずにすむのに対し、スリット型は滑りやすいためそれができないという性質によるものかもしれない。したがって、パイプ型も改良次第でスリット型と同程度の効果を得られる可能性がある。

3. パイプ型の構造体は、高さが高いものほど効果的な傾向が見られるが、高さが5 cm程度しかなく通過にはさほど障害にならないと思われる場合でも、一定の忌避効果は保持していると思われる。

4. 個体1(成獣)は、ほとんどの試行において



図 7. A: シカ試験檻周辺の土壌の断面構造. 上部 3～5 cm が堆積腐植土層となっている. B: 周辺の地表面の様子. たくさんの落ち葉や枯れ枝に覆われ, 林床植物も見える. C: シカ飼育開始約 3 週間後の檻内. 堆積腐植層は消失し林床植物どころか落葉すらなくなっており, 地表面は完全に裸地化している. 地表面から点々と突き出す木の根が, 最近まで植生が存在していたことを物語る.

個体 2 (亜成獣) よりも頻繁に回廊を往復していることから, 構造体の設置による通過時の心理的圧迫効果にはかなりの個体差があると予想される. この個体差が, 単なる個体の性格に起因するものなのか, 年齢による経験値の違いが影響を及ぼしているのか不明である.

以上のことから, 定性的には, 今回の試験に用いた構造体がシカの心理に影響を及ぼし, 一定レベルの忌避効果を生じさせていると見て良いように思う. また, 回廊通過に要した時間の推移は, 個体 1 のみのデータではあるが, 敷き詰め配置による試行 4, 5 において, 試行開始直後が最も長く (50 秒程度), 以降, 通過 20 回目あたりまで漸減するが, その後は高止まりする (20 秒程度) という傾向が見られ, 構造体無しの場合 (平均 9.2 秒) よりも所要時間が長いままであった. このことは, 構造体に対する「経験による慣れ」には限界があることを示唆している可能性があり, より長時間の試験を行うことは今後の大きな検討課題である.

冒頭にも述べたが, これまで行われてきた動物対策は「駆除」もしくは「排除」といった, 被害を引き起こす動物に対する直接的なアプローチがほとんどであった. もし, 本研究で使用した構造体やその発展・改良型の有効性が定量的に実証され, かつ安価に市場供給が可能となれば, たとえば, この構造体を高速道路の法面などを用いて線状に長距離敷設することが可能となる. このことは, シカ個体群に恒常的な心理的圧迫を加えると同時に個体群間の連絡を分断すると考えられるので, 繁殖率の全体的な低減に寄与することが出来るだろう. すなわち, 激増するシカ繁殖集団との直接的なせめぎ合いを避け, シカ自らが自身の性質により個体群を縮小, 弱体化させていくという間接的アプローチ戦略を取ることが可能となるのである. 現在, 引き続き上記構造体による試験を継続中である. 最後に, 本試験中にシカが引き起こした環境への悪影響についても触れておきたい. 試験檻を設置したのは丘陵部稜線にあるコナラ (*Quercus serrata*) を主体とした二次林中であ

り、付近一帯の地表面は、厚さ3から5cm程度の堆積腐植層に覆われていた(図7AおよびB)が、シカの飼養開始から約2週間で檻内は完全に裸地化した(図7C)。150m²を越える面積が、たった2頭のシカによりわずかな時間で落ち葉すらない不毛の地と化したのである。シカによる山林へのダメージがいかに深刻であるかを物語る現象として興味深い。

V. 謝辞

本研究は「高速道路関連社会貢献協議会」の助成を受けおこなわれた。また、NEXCO西日本、関西プラスチック工業株式会社には構造体の作成でお世話になった。フタバ飼料にはシカ用飼料を無償で供給していただいた。池田動物園にはシカの飼育方法に関して様々なアドバイスをいただいた。HOGAには長期にわたって機器のメンテナンスと操作の指導をいただいた。美作市の芳賀毅氏にはシカの捕獲で、美作市市議会議員の安東章治氏には捕獲直後のケアで、田中獣医科診療所の田中陽郎氏にはシカ搬入の際の麻酔と保定でお世話になった。岡山ツキノワグマ研究会の矢吹章氏にはシカの導入のための全般的なコーディネートをしていただいた。岡山理科大学の波田学長、自然植物園園長の西村直樹教授、同園の松尾太郎氏、加計学園及び大学の事務局の方々、(株)大本組には、飼育場の選定、確保と檻の設置などでたいへんお世話になった。この場を借りて、厚く御礼申し上げます。

VI. 参考文献

- 明石宏作・柳川久(2009)．秋期におけるエゾシカの交通事故と道路環境との関係．第8回「野生生物と交通」研究発表会．9-14.
- 原文宏(2003)．エゾシカのロードキル対策に関する計画及び設計方法．国際交通安全学会誌．28(3)：247-254.
- 井上雅央・金森弘樹(2006)．「山と田畑をシカから守る おもしろい生態とかしこい防ぎ方」．134pp．農山漁村文化協会．

小林秀司・川原啓路(2010)．哺乳類相の概要．岡山県生活環境部自然環境課編，「岡山県版レッドデータブック2009」：25-27．岡山県環境保全事業団．

日本自然保護協会(2003)．「生態学からみた野生生物の保護と法律」．252pp．講談社．

鈴木正嗣(2011)．各種野生動物を対象とするリケッチアに関する血清疫学調査．岸本寿男編，「リケッチアを中心としたダニ媒介性細菌感染症の総合対策に関する研究」：67-74．岡山県環境保健センター．

田戸裕之・細井栄嗣・岡本智伸・小泉 透(2009)．ニホンジカに対する改良型テキサスゲートの通行制限効果．山口農誌研報 57：15-21.

高槻成紀(2006)．「シカの生態誌」．480pp．東京大学出版会．

若菜千穂・原文宏・竹腰 稔(2003)．エゾシカの運動能力に関する基礎的研究-鹿実験牧場における実験結果-．第2回「野生生物と交通」研究発表会．81-84.

依光良三(2011)．広がるシカの食害と自然環境問題．依光良三編，「シカと日本の森林」：2-53．築地書館．

和文要約

ニホンジカの移動を阻害するための構造体の開発予備試験を行った．構造体は、シカが足場の悪い場所を忌避するという性質を応用して考案されたもので、パイプ型とスリット型という二つのタイプが試された．双方の型とも、これらを設置した場合、非設置時に比べて有意に通過回数の減少や通過時間の増大が見られたため、一定レベルでの忌避効果が示唆された．これらの構造体のさらなる開発が進めば、将来的には、シカ個体群を心理的にコントロールするという間接アプローチ戦略に応用できる可能性がある．

(2013年1月10日受理)