

スタンプ板による中型食肉類調査への有効性

岩下明生*・小林大輔**・太田季絵***・小川 博****・安藤元一****†

(平成 26 年 5 月 22 日受付/平成 26 年 10 月 24 日受理)

要約：神奈川県内の哺乳類の生息状況が異なる 2 つの緑地においてスタンプ板を用いた足跡トラップの有効性を検証するために、スタンプ板と自動撮影カメラを「けもの道」に設置して両者の調査効率を比較した。両手法におけるタヌキやアライグマなどの中型食肉目の出現頻度には正の相関が得られた。しかし、その値自体はスタンプ板調査よりも自動撮影調査の方が 4-5 倍高かった。動物のスタンプ板に対する反応をみると、アライグマとイエネコでは他種よりもスタンプ板の上を通過する割合が 1.5-1.7 倍高かったのに対し、アナグマでは他種よりも板の脇をすり抜ける割合が 2-3 倍高く、スタンプ板への反応には種間差が存在した。すなわち、スタンプ板調査は自動撮影調査よりも動物の検出力に劣るが、主要な中型食肉目の生息確認のような定性的な調査には十分な能力を有していた。さらにスタンプ板調査では低価格で盗難の可能性も低く、取り扱いが容易であるという利点があった。スタンプ板調査における実用的な方法の長短所を議論した。

キーワード：自動撮影, 足跡トラップ, 中型食肉類, 非侵襲的, スタンプ板

1. はじめに

食肉目の動物は夜行性で、行動圏も広い種が多いため、直接観察による調査は困難である。さらに広域的に捕獲調査を行う場合も膨大な調査コストが掛かり長期的・経年調査は困難である。そのため、足跡をはじめとする各種の痕跡からその動物種の生息状況を把握する痕跡調査が開発されている^{1,2)}。こうした非侵襲的な調査は、捕獲が不要な点でも実用的である。しかし、痕跡調査は特別な機材を必要としない反面、季節や天候によって痕跡の残りやすさが異なる³⁾。そこで足跡を意図的に得る方法として、地面に動物の足跡が残りやすくなった場所を人為的に作り足跡を得る「トラックステーション」、これにさらに誘引物を用いる「セントステーション」、板の表面に粘着シートや印刷機のトナーなどを付け、誘引物により動物を誘引して足跡を得る「トラックプレート」といった足跡トラップが開発され^{1,2)}、欧米を中心に食肉目の生息状況調査に広く用いられている⁴⁻⁶⁾。

トラックステーションやセントステーションでは足跡を付着させるための部材として土や砂を用いるため、その部材自身は入手しやすいが鮮明な足跡は得られにくい。トラックプレートでは足跡を付着させるための部材として粘着シートの接着面を用いるため鮮明な足跡が得られ易い。しかし、その反面、粘着力を維持するために定期的にシートの交換が必要であり、手間がかかる。これらのことから著者らは安価で入手しやすい材料であること、機材の作成

や調査手順が簡便であること、得られる足跡が鮮明であることをコンセプトとした足跡トラップを開発した。この足跡トラップ（以下よりスタンプ板とする）は足跡を得るための部材として取り扱いが容易な黒セルスポンジゴムと消石灰を、機材の基部としてベニヤ板を用いて足跡を得る。これまで著者らの研究室ではこのスタンプ板を用いて中型食肉目の相対密度や利用度の調査に用いてきた^{7,8)}。

現在、哺乳類における生息状況の調査法としては自動撮影調査が主流になっている⁹⁾。近年はカメラのデジタル化が進み、機材価格や維持管理費用も以前より安くなり、使い勝手の簡便化が進んでいる。しかし、広域的な調査を行う場合、機材の大量投入が必要になるため導入費用が高額になる。また不特定多数の人が通行する場所ではプライバシーや盗難事故なども懸念され、調査が困難な場合もある。植物が密生するような場所に設置する場合は、植物の揺れによる無効撮影を減らすために設置環境を改変する必要がある。

このように足跡トラップ調査と自動撮影調査は調査目的や研究規模などによって使い分けることが適切である。しかし、両調査法の特徴を予め把握しておかなければ、調査法の適切な選択ができない。これまで食肉目を対象として、セントステーションやトラックプレートなどの足跡トラップと自動撮影調査の調査効率の比較した研究が行われ、両手法の有効性が検証されている¹⁰⁻¹²⁾。しかし、スタンプ板調査においてはその有効性が検証されていない。

本研究では、スタンプ板調査と自動撮影調査の調査効率

* 東京農薬大学大学院農学研究科畜産学専攻 (E-mail : iwasetaki@gmail.com)

** 株式会社ユナイテッドアローズ

*** 前東京農薬大学農学部畜産学科

**** 東京農薬大学農学部バイオセラピー学科

† Corresponding author (E-mail : mando@nodai.ac.jp)

を比較することで、中型食肉類調査におけるスタンプ板調査の有効性を検証した。

2. 調査地

調査は1) 神奈川県厚木市と伊勢原市にまたがる丹沢山地周辺の里山林である日産中央公園 (N: 35°24'42", E: 139°19'49") および2) 鎌倉市内の住宅地に囲まれた都市緑地である広町緑地 (N: 35°18'49", E: 139°0'39") で行った。

里山林は面積約 18ha で、丹沢山地からは道路や農地などにより分断されているが、動物は調査地と丹沢山地をある程度、行き来できると考えられ、調査地周囲の丹沢山地にはニホンジカ (*Cervus nippon*, シカ) やニホンザル (*Macaca fuscata*, サル) といった大型哺乳類からニホンアナグマ (*Meles anakuma*, アナグマ), ニホンテン (*Martes melampus*, テン) などの中型哺乳類といった森林性の強い哺乳類が生息している¹³⁾。里山林はコナラ (*Quercus serrata*) が優占する落葉広葉樹 2 次林から構成されている。緑地の周囲は農地や住宅地が広がっている。

都市緑地は鎌倉市の南西部に位置する面積は約 48ha の緑地であり、周囲は住宅地で囲まれている。この緑地には谷戸の湿地、コナラが優占する落葉広葉樹 2 次林、常緑広葉樹林、針葉樹植林がモザイク状に含まれている。広町緑地は丹沢山地や関東山地とは地形や距離により完全に孤立しており、上記したような森林性が強い哺乳類は生息していない¹⁴⁾。

3. 調査方法

(1) スタンプ板調査と自動撮影調査の比較

中型食肉目を調査対象としてスタンプ板による動物種検出率と自動撮影による動物種検出率を比較した。里山林では基本型スタンプ板調査を 2007 年 3-12 月に、自動撮影調査を 2007 年 6-12 月に、幅合わせ型スタンプ板調査と自動撮影調査を 2008 年 6 月-2009 年 1 月に行った。都市緑地では基本型スタンプ板調査を 2007 年 2 月-2008 年 1 月に幅合わせ型スタンプ板調査と自動撮影調査を 2008 年 6 月-2009 年 1 月に行った。各調査地の調査量などの詳細は表 1 に示した。

a) スタンプ板調査

足跡トラップとして、以下の 2 タイプのスタンプ板を作成した。基本型：縦 90cm × 横 30cm × 厚さ 0.5cm のベニヤ板の中央部に縦 30cm × 横 30cm × 厚さ 1cm の黒セルスポンジゴムを貼り付けたもの (図 1-A)。作成コストは 830 円 (ベニヤ板 260 円, 黒セルスポンジ 550 円, 木工用ボンド 20 円) / 台だった。完成時の重量は 1.3kg となった。

幅合わせ型：基本型スタンプ板の横幅とけもの道の横幅に隙間が生じる場合があるため、動物のすり抜けを防止するためにスタンプ板の大きさをけもの道の横幅に合わせて調節した。スタンプ板の大きさは：縦 90-120cm × 横 30-60cm, 黒セルスポンジゴム：縦 30-60cm × 横 30-60cm の範囲で調節した (図 1-B)。スタンプ板で用いるベニヤ板は、縦 60cm × 横 30cm × 厚さ 0.5cm から縦 90cm × 横

表 1 各調査地において実施した調査の手法と期間、調査量

	調査手法	期間	台数*	TN*
里山林	基本型	2007年3月-12月	20	1,435 (427)
	自動撮影	2007年6月-12月	22 (9)	880
	幅合わせ型	2008年6月-	70	3,476 (416)
	自動撮影	2009年1月	24 (14)	
都市緑地	基本型	2007年2月-	32	1,035 (—)
	自動撮影	2008年1月	—	—
	幅合わせ型	2008年6月-	69	2,995 (388)
	自動撮影	2009年1月	42 (10)	

*: 台数のカッコ内の数字はスタンプ板と自動撮影カメラを併設した地点を示す。—: 調査を実施していない。

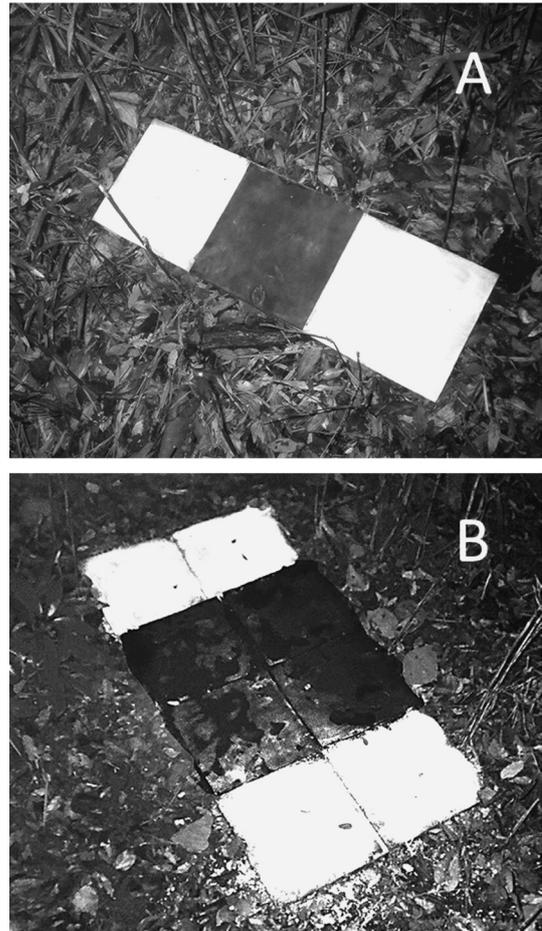


図 1 スタンプ板の設置風景。A: 基本型スタンプ板, B: 幅合わせ型スタンプ板

30cm × 厚さ 0.5cm の 2 種類を必要に応じて組み合わせる大きさを調節した。作成コストは最大で 2,980 円 (ベニヤ板 700 円, 黒セルスポンジ 2,200 円, 木工用ボンド 80 円) / 台だった。完成時の重量は最大 3.4kg となった。

黒セルスポンジゴムとベニヤ板は木工用ボンドで貼り付けた。スポンジゴムに覆われていない板の両端に消石灰を刷毛で塗布し、けもの道上に設置した。動物が板の消石灰の上を踏み、さらに黒いスポンジゴムを踏むと、黒いスポンジゴムに白い足跡が残る。異なるけもの道を選定するためにスタンプ板同士は 5-10m 以上の間隔を空けて設置した。選定したけもの道の道幅は平均 $49 \pm SD22$ cm だった。

表 2 足跡スタンプ板調査と自動撮影調査の動物出現頻度 (回/100日)

	里山林			都市緑地		
	基本型	幅合わせ型	自動撮影	基本型	幅合わせ型	自動撮影
中型食肉目合計	4.2	4.4	23.5**	10.9	15.2	72.6**
タヌキ	0.6**	0.2	2.2**	4.5	4.0	27.5**
キツネ	—	0.03	0.4		ND	
イヌ	—	—	0.8*	0.1	0.1	2.7**
アナグマ	2.4	2.0	10.8*		ND	
テン	0.0	0.1	0.2		ND	
ニホンイタチ	—	—	—	—	—	—
アライグマ	0.1	0.1	0.2	2.5	5.1	19.2**
ハクビシン	0.4	0.3	0.8	2.3	0.7	3.4
イエネコ	0.6	1.8	8.0	1.4	5.3*	19.9**
ノウサギ	—	—	0.7*		ND	
サル	0.6	0.1	1.9**		ND	
シカ	—	—	0.3		ND	
クリハラリス		ND		1.2	1.0	22.6**
ネズミ類	0.4	0.7	0.6	1.9	1.0	2.0
種不明	0.6**	0.1	0.1	1.8*	0.3**	0.0
中型哺乳類不明	1.7**	1.4**	0.1	2.9**	1.9**	0.0
鳥類	1.3*	0.6	12.7**	2.3	1.0	7.6**
哺乳類種数	6	8	11	6	6	6
TN	1,435	3,476	1,699	1,035	2,995	2,297

*: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$, ND: 本来は分布せず, —: 発見できず。

スタンプ板は設置した翌日に見回って足跡の有無を記録し、この作業を月に3-7回程度繰り返した。

足跡が得られた場合は、その場で1次同定を行った。得られた足跡はスケールと一緒に撮影した。撮影した足跡の画像をモニター上で表示し、必要に応じてレファレンス標本を用いながら2次同定をした。スポンジ上に残された足跡から種同定を行うため、ホンダタヌキ (*Nyctereutes procyonoides*, タヌキ), アナグマ, アライグマ (*Procyon lotor*), ハクビシン (*Paguma larvata*), イエネコ (*Felis silvestris catus*), アカネズミ (*Apodemus speciosus*), ドブネズミ (*Rattus norvegicus*) は生体から、ニホンイタチ (*Mustela itatsi*), テン, ニホンノウサギ (*Lepus brachyurus*, ノウサギ), クリハラリス (*Callosciurus erythraeus*) は死体から、それぞれスタンプ板を用いて足跡を採取し、レファレンス標本を作成した。足跡標本が作成できなかった種については既存の文献¹⁵⁾を参考にした。得られた足跡は可能な限り動物種を判定した。中型哺乳類程度の大きさの不鮮明な足跡が得られた場合は中型哺乳類として、それ以外の大きさの不鮮明な足跡が得られた場合は種不明とした。

見回りのたびに雑巾で足跡を拭き取り、消石灰を刷毛で追加塗布した。動物により黒セルスポンジゴムが破損した場合は張り替えた。スタンプ板が積雪や落葉で覆われていた場合、雨のために足跡や消石灰が流された場合、人によるいたづらが確認された場合は、解析から除いた。

b) 自動撮影調査

自動撮影にはフィルム式 FieldNote (麻里府商事製) を使用した。カメラは100-130 cmの高さに、光軸の俯角30-70°でカメラ前方2-3 mの範囲が映り込むように設置した。同一個体の重複カウントを防ぐために、10分以内の同一種が複数回撮影された場合は撮影回数を1とした。1枚の写真に複数の個体が写り込んでいる場合は、その写り

込んだ最大個体数を撮影回数とした。自動撮影カメラの導入コストは1台あたり28,500円(FieldNote II a:28,000円, ベルトが500円)だった。カメラ本体、フィルム、電池、ベルトなどの設置に必要なもの全てを含んだ重量は0.6 kgとなった。

c) 併設調査

スタンプ板の相対密度指標として有効性とスタンプ板に対しての動物の反応を調べるために、スタンプ板調査の調査地点の中から、任意の場所をスタンプ板と自動撮影カメラを併設する調査地点として選定した。自動撮影カメラは選定した調査地点において100-130 cmの高さ、光軸の俯角30-70°の範囲で、カメラ前方のスタンプ板が写り込むように設置した。

(2) 解析

各調査手法における生息確認に必要なトラップナイトを調べるために、トラップナイトの増加の推移に伴う哺乳類の種数の推移を調べた。それぞれの動物種が検知されるまでに要したトラップナイト数 (Latency to first detection: LTD¹⁰⁾) を設置地点毎に調べた。これによって得られたLTDをもとに、確認された中型食肉目の種数が閾値に達する日数を最終到達日数として調査地点ごとに調べた。出現頻度とLTDの関係を調べるため、各調査手法により得られた中型食肉目の種ごとの出現頻度とLTDの相関関係を調べた。スタンプ板と自動撮影カメラの出現頻度の関係を調べるために、スタンプ板と自動撮影カメラを併設した調査地点において、両調査法による動物出現頻度の相関関係を調べた。動物によるスタンプ板への反応を調べるため、併設地点において自動撮影調査で撮影された写真をもとに、動物のスタンプ板に対する反応を調べた。得られた写真は1) スタンプ板の上を通過、2) スタンプ板の付近に

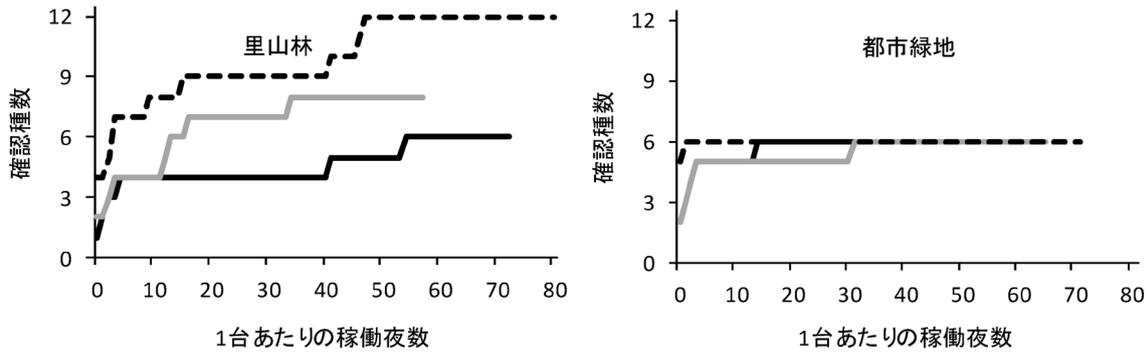


図 2 各調査手法における調査量の増加に伴う発見種数の推移。黒色実線：基本型スタンプ板（里山林 $n=20$ ，都市緑地 $n=32$ ），黒色破線：幅合わせ型スタンプ板（里山林 $n=70$ ，都市緑地 $n=69$ ），灰色実線：自動撮影カメラ（里山林 $n=46$ ，都市緑地 $n=42$ ）。

表 3 手法間による中型食肉目の平均 LTD（夜/台）の比較

	里山林						都市緑地					
	基本型		幅合わせ型		自動撮影		基本型		幅合わせ型		自動撮影	
	確認率	LTD	確認率	LTD	確認率	LTD	確認率	LTD	確認率	LTD	確認率	LTD
タヌキ	40.0	19.6	8.6	26.0	39.1	26.3	37.5	9.5	42.0	15.0	92.9	6.8*
キツネ	—	—	2.9	34.5	10.9	44.6	—	—	ND	—	—	—
アナグマ	45.0	8.9	42.9	9.9	56.5	7.6	—	—	ND	—	—	—
テン	—	—	2.9	31.5	6.5	15.7	—	—	ND	—	—	—
アライグマ	5.0	54.0	5.7	21.5	6.5	45.3	40.6	14.2	47.8	9.4*	85.7	6.8**
ハクビシン	25.0	24.4	10.0	24.7	19.6	10.3	28.1	9.1	21.7	22.9	54.8	13.3
イエネコ	25.0	45.0	34.3	24.3	52.2	18.0**	25.0	16.3	56.5	21.9	88.1	8.9**
最終到達	75.0	28.9	58.6	23.5	78.3	24.2	59.4	15.7	66.7	24.1	95.2	19.3
調査地点数	20		70		46		32		69		42	
TN	1,435		3,476		1,699		1,035		2,995		2,297	

*: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$, ND: 本来は分布せず, —: 発見できず。

いる。3) スタンプ板の横を通過の3つに分類した。統計解析には統計ソフト R for Windows 3.1.0 (URL: <http://www.r-project.org/>; 最終確認日 2014年4月16日) を用いた。

4. 結 果

レファレンス標本を作製した種のほとんどの種においては鮮明な足跡が得られ、目視により種同定が可能であった。しかし、アカネズミとドブネズミのレファレンスについては大きさ以外で目視による種同定が困難であった。ノウサギについては足裏に毛が邪魔で肉球がスポンジに着かず、鮮明なレファレンス標本が得られなかった。

(1) 出現頻度の比較

両調査地において、スタンプ板調査と自動撮影調査によって確認できた種数と出現頻度を表2に示した。中型食肉目の合計出現頻度は、いずれの調査地でもスタンプ板調査のタイプを問わず、自動撮影調査の方が有意に高く (Steel-Dwass, $p < 0.01$)、自動撮影調査はスタンプ板調査の4-6倍多く出現を検知できた。しかし、基本型スタンプ板調査と幅合わせ型スタンプ板調査の中型食肉目の合計出現頻度に有意な差はなかった (Steel-Dwass, $p = 0.32-0.90$)。

両調査地ともにいずれの手法におけるネズミ類の出現頻度には有意な差はみられなかった (Steel-Dwass, $p = 0.51-1.00$)。両調査地ともにいずれの手法でもニホンイタチは確認することができなかった。里山林においてキツネとテンは幅合わせ型スタンプ板調査と自動撮影調査でのみ確認された。イヌ (*Canis lupus familiaris*)、ノウサギ、シカは自動撮影調査でのみ確認できた。都市緑地においてはいずれの手法でもニホンイタチを除いたその地域に分布する全哺乳類を確認できた。クリハラリスの出現頻度はいずれのスタンプ板調査よりも自動撮影調査の方が有意に高かった (Steel-Dwass, $p < 0.01$)。

(2) 発見種数の推移

各調査地における調査量の増加に伴う哺乳類の確認種数の推移を図2に示した。里山林における基本型スタンプ板調査では4夜/台で4種を確認でき安定し、40夜/台以降さらに増加し、54夜/台で最終確認種数の6種を達成した。幅合わせ型スタンプ板調査では調査量の増加と共に徐々に確認種数が増加し、16夜/台で7種を確認し、35夜/台で最終確認種数の8種を達成した。これらに対して自動撮影調査では15夜/台で9種を確認でき安定し、41夜/台以降さらに増加し、47夜/台で最終確認種数の12

種を達成した。スタンプ板調査では確認できなかったシカやノウサギ、イヌを確認できた。都市緑地においてはいずれのスタンプ板でも調査量の増加とともに確認種数が徐々に増加し、基本型スタンプ板調査では14夜/台で、幅合わせ型スタンプ板調査では31夜/台で最終確認種数の6種を達成した。自動撮影調査では1夜/台で最終確認種数の6種を達成した。

(3) 動物種別の必要な調査量

里山林における中型食肉目のLTDを表3に示した。中型食肉目の最大到達種数を達成するために必要な調査量は基本型スタンプ板調査では平均28.9夜/台、幅合わせ型スタンプ板調査では23.5夜/台、自動撮影調査では24.2夜/台となり、いずれの手法にも有意な差はみられなかった(Steel-Dwass, $p=0.66-0.99$)。種ごとにみるとタヌキ、アナグマ、ハクビシンのLTDにはいずれの手法間にも有意な差はみられなかったが(Steel-Dwass, $p=0.10-0.99$)、アライグマにおいては有意ではないものの自動撮影調査よりも幅合わせ型スタンプ板調査の方が早い傾向がみられた(Steel-Dwass, $p=0.08$)。イエネコのLTDでは自動撮影調査の方がいずれのスタンプ板調査よりも有意に早かった(Steel-Dwass, $p<0.05$)。

都市緑地における中型食肉目のLTDを表3に示した。中型食肉目の最終到達種数を達成するために必要な調査量は基本型スタンプ板調査では平均15.7夜/台、幅合わせ型スタンプ板調査では25.2夜/台、自動撮影調査では19.3夜/台となり、いずれの手法にも有意な差はみられなかった(Steel-Dwass, $p=0.08-0.93$)。種ごとにみるとアライグマでは自動撮影調査の方がいずれのスタンプ板調査よりも有意に早く確認できた(Steel-Dwass, $p<0.05$)。タヌキとイエネコでは自動撮影調査の方が幅合わせ型スタンプ板調査よりも有意に早く確認できたが(Steel-Dwass, $p<0.05$)、基本型スタンプ板と自動撮影調査、基本型スタンプ板調査と幅合わせ型スタンプ板調査には有意な差はみられなかった(Steel-Dwass, $p=0.14-0.98$)。ハクビシンではいずれの手法にも有意な差はみられなかった(Steel-Dwass, $p=0.07-0.98$)。自動撮影調査の方が幅合わせ型スタンプ板よりも早く確認できる傾向がみられた(Steel-Dwass, $p=0.07$)。各種手法により得られた中型食肉目の出現頻度とLTDの関係をみると、どの手法においても出現頻度が高い種はLTDが低くなる有意な負の相関が得られた(無相関の検定, $r=-0.39$, $p<0.01$, $n=32$)。

(4) 相対密度としての評価

両調査地のスタンプ板と自動撮影カメラを併設した地点における両手法の動物出現頻度には、自動撮影カメラによる動物出現頻度が高い場所はスタンプ板による出現動物頻度も高くなる有意な正の相関が得られた(無相関の検定, $r=0.70$, $p<0.01$, $n=33$)。

(5) 動物によるスタンプ板への反応

併設調査地点における自動撮影カメラによって撮影され

た動物の内、基本型では26.0%、幅合わせ型では34.0%が図3-Aのようにスタンプ板の上を通過したが、両者の比率には有意な差はみられなかった(Ryan, $p>0.05$)。動物がスタンプ板の横をすり抜ける割合は、基本型で42.9%、幅合わせ型で10.6%の動物となり、幅合わせ型の方が有意に少なく(Ryan, $p<0.01$)、スタンプ板をけもの道に合わせることで、スタンプ板の横へのすり抜けを減少させることができた。

出現数が多かった種によるスタンプ板への反応についてみると(表4)、アライグマとイエネコは他種よりもスタンプ板の上を通過する比率が有意に高かった(Ryan, $p<0.01$)。アナグマは他種よりもスタンプ板の横をすり抜ける比率が有意に高かった(Ryan, $p<0.01$)。スタンプ板の周囲に出現した一部のタヌキ、アナグマではスタンプ板の手前で留まったり、においを嗅いだり(図3-B)したあとにスタンプ板の横をすり抜ける行動(図3-C)がみられた。さらにスタンプ板調査では確認できなかったノウサギにおいてスタンプ板を飛び越える姿が確認できた(図3-D)。

5. 考 察

(1) 調査結果の比較

本研究では自動撮影カメラの方がスタンプ板調査よりも動物出現頻度が4-6倍高かった。出現データにおけるスタンプ板調査と自動撮影調査の大きな違いとしては、スタンプ板では一晩に1回の出現データを得られるのに対し、自動撮影カメラでは一晩で複数回の出現データを得ることができる点である。これは一晩に複数回出現するような動物種では、その影響が大きいと考えられる。さらに自動撮影調査によるクリハラリスの出現頻度は、スタンプ板調査のものよりも20倍もの大きな差がみられた。クリハラリスは樹上性が強い¹⁰⁾ため、本研究の自動撮影調査においても樹上や地上などの幅広い空間で撮影された。スタンプ板調査と自動撮影調査は動物を検知する範囲が大きく異なる。スタンプ板における動物の検知範囲は黒セルスポンジゴムの面積に依存し、本研究で用いた黒セルスポンジゴムの面積は、基本型では900cm²で、けもの道の幅に合わせた幅合わせ型では最大で3,600cm²となり、さらに立体的な検知はできない。それに対して本研究で用いた自動撮影カメラ(フィルム式Field Note)は焦点距離が28mmであるため、カメラと地面を真正面に向かい合わせて、カメラのレンズと地面までの距離を1.5mとして設置したと仮定すると平面的な検知範囲は18,380cm²となる。さらにカメラでは立体的な検知も可能である。このようにスタンプ板と

表4 自動撮影調査から得られたスタンプ板の周囲での動物の行動(%)

	タヌキ	アナグマ	アライグマ	イエネコ
板の上を通過	24.7	26.5	38.7*	42.9*
板の付近にいる	62.6	46.1	52.8	49.4
板の脇をすり抜け	12.6	27.6*	8.5	7.7
例数(1,233TN)	174	204	284	261

*: $p<0.01$

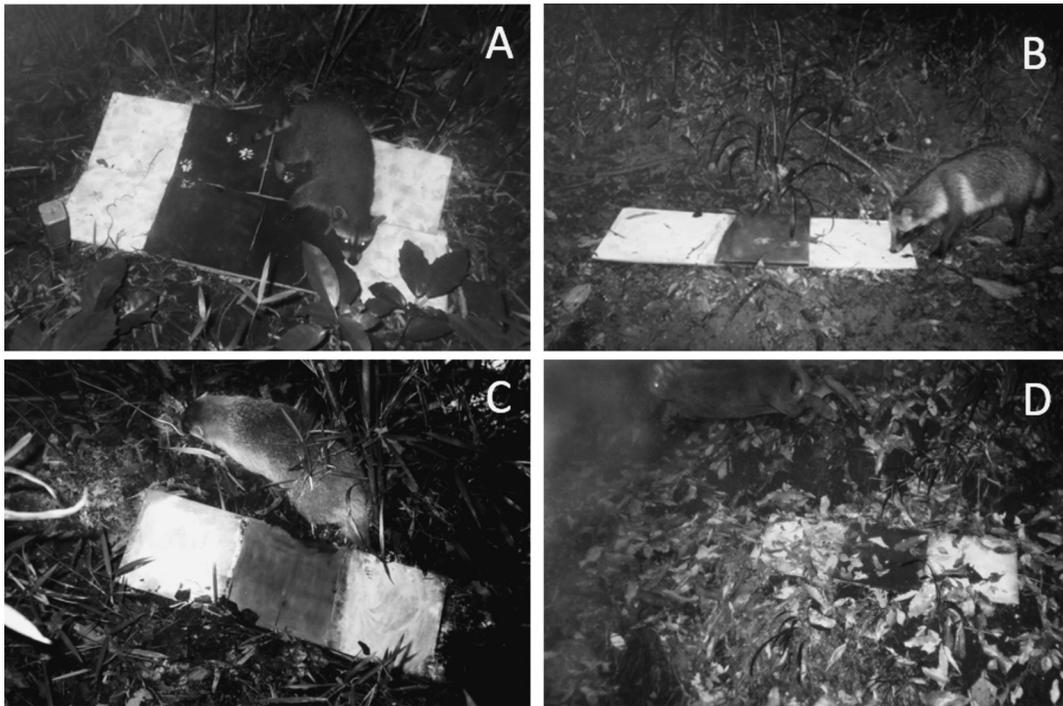


図3 動物によるスタンプ板への反応。A：幅合わせ型スタンプ板の上を通過するアライグマ，B：基本型スタンプ板のにおいを嗅ぐタヌキ，C：基本型スタンプ板の脇をすり抜けるアナグマ，D：基本型スタンプ板を飛び越えるノウサギ。

自動撮影カメラの平面的な検知範囲には5-20倍程度の差が存在する。立体的な活動をするクリハラリスでは両手法の検知範囲の差の影響が顕著だったと考えられる。

基本型と幅合わせ型のスタンプ板では動物検知面積に最大で4倍の差があった。それにも関わらず両タイプのスタンプ板調査から得られた動物出現頻度には大きな差はみられなかった。これは1地点での動物検知範囲を大きくしてもその効果は限定的であることを示している。導入コストや設置のための労力を考えると幅合わせ型スタンプ板を1台設置するよりも、基本型スタンプ板4台を横幅30cm²程度のけもの道に別々に設置した方が調査効率が高いと考えられる。

本研究において両手法の動物出現頻度には有意な正の相関が得られた。自動撮影調査から得られた動物の出現頻度は動物の相対密度と関連があることが知られている¹⁷⁾。このことからスタンプ板は動物の相対密度を反映できる調査手法であることを示している。ただしセントステーションにおいてアライグマでは高密度である場合(10.3-11.4頭/km²)はその手法から得られた相対密度は信頼性が高く¹⁸⁾、低密度である場合(5.8頭/km²)は信頼性が低いことが指摘されており、他の相対密度指標との併用が推奨される¹⁹⁾。

(2) 動物によるスタンプ板への反応

本研究においてスタンプ板の周囲に現れた動物の9-43%はスタンプ板の脇をすり抜けがあり、特にアナグマにおいては他種よりもすり抜きの割合が2-3倍高かった。

さらにアライグマとイエネコにおいては他種よりもスタンプ板の上を通過する割合が1.5-1.7倍高くなり、スタンプ板に対する動物の反応には種間差が存在した。アライグマとハイイロギツネ(*Urocyon cinereoargenteus*)においては、セントステーションから得られた指標と実際の個体数が逆転したことが報告されている¹⁸⁾。さらにコヨーテ(*C. latrans*)やトラ(*Panthera tigris*)においてはセントステーションや自動撮影カメラを忌避する個体が存在することが知られている²⁰⁻²²⁾。これらのことから動物種による調査機材に対する反応は、種間差や個体差が存在し、これはスタンプ板と自動撮影調査の結果が異なっていた要因の1つであると考えられる。

本研究におけるシカとノウサギはスタンプ板調査では確認できず、自動撮影調査のみで確認できた。さらにノウサギにおいてはスタンプ板を飛び越える行動も観察された。本研究も含めてこれまでの足跡トラップ調査と自動撮影調査を比較した研究では自動撮影調査の方が調査効率の高く適用可能な種が多い¹⁰⁻¹²⁾。これらのことから地域の主要な中型食肉目の生息確認にはスタンプ板調査で十分な精度を持つが、地域全体の哺乳類の生息確認には自動撮影調査を用いた方がより多くの種を確認できるため効果的であるとされる。

(3) スタンプ板調査の特性

スタンプ板調査と自動撮影調査の長短所を表5に示した。スタンプ板の用途としては主要な中型食肉目の生息確認などの定性的な調査には特に有効であった。誘引物は調

表 5 スタンプ板調査と自動撮影調査における長短所の比較

	スタンプ板(本研究)	自動撮影カメラ
対象種	地域の主要な中型食肉目	哺乳類全般
調査目的	定性的な生息確認	定性的な生息確認, 定量的な相対密度
導入コスト	1千-3千円/台	2万-6万円/台
機材の自作	可能	特別な知識がないと不可能
機材の重量	1.0-3.4kg/台	0.4-1.0kg/台
見回り頻度	1-3日に1回	2週間-6ヶ月に1回
盗難リスク	低いため人目に付く場所でも設置可能	高いため人目に付かない場所での調査が主
種同定	足跡の形状が似ている種では, 同定が困難	画像により種同定を行うため, 同定精度が高い
得られるデータ	出現の有無	出現の有無, 出現時間, 動物の行動など
データ取得	見回り間隔に依存	一晩に複数の出現データが得られる
機材への反応	板の回避率には種間差が存在する(本研究)	コヨーテやトラではカメラを回避する個体がいる ^{17, 18)}
天候による影響	降雨や積雪により足跡の消失, 再設置が必要	風や日溜まりにより無効撮影が多発
機材の汎用性	性能が一定のため, 汎用性が高い	機種別の世代交代により性能差の維持は困難

査効率をあげる上では, 有効なツールである²³⁾。スタンプ板においても生息確認を目的とする場合は, 誘引物の利用も検討することが望ましいと考えられる。相対的な密度についてみると, 自動撮影調査と比較すると, データ取得の性質的な違いとスタンプ板の検出範囲の違いなどによる影響により, スタンプ板調査による出現頻度は低くなった。さらにアライグマやイエネコでは他種よりもスタンプ板の上を通過する傾向が, アナグマでは他種よりもスタンプ板を避ける傾向があり, 動物によるスタンプ板への反応には種間差がみられた。これは出現頻度による手法間や種間での比較が困難であることを示している。

スタンプ板と市販されている自動撮影カメラの導入コストを比較すると, スタンプ板の方が圧倒的に安い。そのため低予算で機材を大量投入した広域的な調査が可能である。反面, スタンプ板調査では1-3日間隔での見回りが必要となるため, 自動撮影調査よりも見回りコストが高い。設置場所については自動撮影カメラでは不特定多数の人が通行する場所ではプライバシーや盗難事故なども懸念され, 調査が困難な場合もあるが, スタンプ板ではそれらの心配は少ない。また植物が密生するような場所に自動撮影カメラを設置する場合は, 植物の揺れによる無効撮影を減らすために環境を改変する必要がある。しかし, スタンプ板ではそのような環境改変をする必要はない。スタンプ板調査では足跡に明確な識別ポイントがない動物種では同定が困難であるが, 自動撮影カメラでは画像に写り込んだ動物の姿により, 種同定を行うため同定が容易である。

本研究で用いた消石灰は強アルカリ性で人の目に入ると障害を起こすことが知られており, 近年学校のグラウンドでの使用は減少している²⁴⁾。このことから消石灰は野生動物にも悪影響を可能性がある。今後, スタンプ板調査を行う際には, 消石灰の代用としてグラウンド白線引き用の炭酸カルシウムを導入することが推奨される。

スタンプ板調査は自動撮影調査よりも動物の検出力に劣るが, 主要な中型食肉目の生息確認のような定性的な調査には十分な能力を有していた。さらにスタンプ板調査では低価格で盗難の可能性も低く, 取り扱いが容易であるという利点があった。

謝辞: 本研究を実施するにあたり, 東京農業大学野生動物学研究室卒業生の佐野拓也氏, 前山直子氏, 井口正樹氏には現地調査にご協力いただいた。日産自動車株式会社日産テクニカルセンター職員, 鎌倉市環境保全課ならびに鎌倉市市公園海浜課の方々には調査許可においてご協力をいただいた。深く感謝を申し上げる。

引用文献

- 1) GESE M E (2001) "Monitoring of terrestrial carnivore populations" Carnivore Conservation. Cambridge University Press, London, pp. 372-396.
- 2) RAY C J, ZIELINSKI J W (2008) "Track station" Noninvasive survey methods for carnivores. Island Press, Washington, pp. 75-109.
- 3) 塚田英晴, 深澤 充, 小迫孝実, 須藤まどか, 井村 毅, 平川浩文 (2006) 放牧地の哺乳類相調査への自動撮影装置の応用. 哺乳類科学 46 : 5-19.
- 4) LINHART B S, KNOWLTON F F (1975) Determining the relative abundance of coyotes by scent station lines. *Wildlife Soc. B.* 3 : 119-124.
- 5) ZIELINSKI W J, TRUEX R L, SCHLEXER F V, CAMPBELL L A, CARROLL C (2005) Historical and contemporary distributions of carnivores in forests of the Sierra Nevada, California, USA. *J. Biogeogr.* 32 : 1385-1407.
- 6) GREGORY D W, HARRIS E C (2001) Evolution of spotlight and scent-station surveys to monitor kit fox abundance. *Wildlife Soc. B.* 29 : 827-832.
- 7) 後藤真美子, 安藤元一, 近藤美都, 阿部 純, 太田真琴 (2005) "中型哺乳類による側溝利用" 野生生物保護学会第11回大会プログラム. 野生生物保護学会, 白山, p. 58.
- 8) 安藤元一, 前山直子, 佐野拓也, 太田季絵, 井口正樹, 岩下明生, 小川 博, 天野 卓 (2008) "神奈川県におけるアライグマが他の中型哺乳類の生息に及ぼす影響" 日本哺乳類学会 2008 年度大会 (山口大会) プログラム・講演要旨集. 日本哺乳類学会 2008 年度大会実行委員会, 山口, p. 140.
- 9) 安田雅俊, 八代田千鶴, 関 伸一, 小高信彦 (2014) ワイルドライフイメージング研究会 (第2回) 自動撮影法: あの人の極意, 私の工夫. 哺乳類科学 54 : 107-109.
- 10) FORESMAN R K, PEARSON E D (1998) Comparison of proposed survey procedures for detection forest carnivores. *J. Wildl. Manage.* 62 : 1217-1226.
- 11) GOMPPER E M, KAYS W R, RAY C J, LAPOINT D S, BOGAN A D, CRYAN R J (2006) A comparison of noninvasive tech-

- niques to survey carnivore communities in Northeastern North America. *Wildlife Soc. B.* **34** : 1142-1151.
- 12) MCKINNEY N M, HAINES M A (2010) Mammal capture success of scent stations and remote cameras in prairie and forest habitat. *J. Iowa Acad. Sci.* **114** : 4-8.
 - 13) 安藤元一, 太田真琴, 吉田竜太郎, 大久保慶信, 鈴木 圭 (2007) “地上性・樹上性の中小型哺乳類” 丹沢大山総合調査学術報告書. 財団法人 平岡環境科学研究所, 相模原, pp. 165-176.
 - 14) 鎌倉市緑政都市部みどり課 (2003) 鎌倉市自然環境調査—概要板—. 鎌倉市緑政都市部みどり課, 鎌倉.
 - 15) 子安和弘 (1993) フィールドガイド 足跡図鑑. 日経サイエンス社, 千代田.
 - 16) TAMURA N (2009) “*Callosciurus erythraeus*” The wildlife mammals of Japan. Shoukadoh, Kyoto, pp. 188-189.
 - 17) CONNER C M, LABIAKY F R, PROGULAKE R D Jr. (1983) Scent-station indices as measures of population abundance for bobcats, raccoons, gray foxes, and opossums. *Wildlife Soc. B.* **11** : 146-152.
 - 18) RANDEL J C, PEACE D A (2009) Coyote behavioral response to scent-stations. *T. W. Sec. Wil.* **45** : 17-20.
 - 19) SÉQUIN E S, JAEGER M M, BRUSSARD P F, BARRETT R H (2003). Wariness of coyotes to camera traps relative to social status and territory boundaries. *Can. J. Zool.* **81** : 2015-202.
 - 20) WEGGE P, POKHERAL Pd C, JNAWALI R S (2004) Effects of trapping effort and trap shyness on estimates of tiger abundance from camera trap studies. *Anim. Conserv.* **7** : 251-256.
 - 21) O'BRIEN G T, KINNAIRD F M, WIBISON T H (2003) Crouching tigers, hidden prey: Sumatran tiger and prey populations in a tropical forest landscape. *Anim. Conserv.* **6** : 131-139.
 - 22) NOTTINGHAM G B Jr., JOHNSON G K, PELTON R M (1989) Evaluation of scent-station surveys to monitor Raccoon density. *Wildlife Soc. B.* **17** : 29-35.
 - 23) SCHLEXER F V (2008) “Attracting animals to detection devices” Noninvasive survey methods for carnivores. Island Press, Washington, pp. 261-292.
 - 24) 柏井真理子, 宇津見義一, 宮浦 徹, 山岸直矢, 高野 繁 (2013) 平成 24 年度学校での消石灰使用等に関するアンケート調査結果報告. *日の眼科* **84** : 632-635.

Effectiveness of Stamp Plate for Medium-sized Carnivore Survey

By

Akio IWASHITA*, Daisuke KOBAYASHI**, Kie OTA***, Hiroshi OGAWA****
and Motokazu ANDO****†

(Received May 22, 2014/Accepted October 24, 2014)

Summary : Efficiencies of two mammal survey methods, the foot print trap and the camera trap method, were compared at an urban green area and a Satoyama forest in Kanagawa Prefecture, Japan. For foot print trap survey, a stamp plate (30×90 cm) with a black sponge rubber (30×30 cm) in the center and chalk powder on either sides were used. Both stamp plates and cameras (FieldNote IIa) were placed along animal trails. Mammal abundance obtained from both methods showed a significant positive correlation. Among medium-sized carnivores, the photo rate of the camera was 4–5 times higher than the footprint rate of the stamp plate. Foot print rates of raccoons and domestic cats were 1.5–1.7 times higher than other species. Badgers tumbled to pass by the stamp plates at a rate 2–3 times higher than other species. The stamp plates were inferior in detection power but sufficient for faunal survey. The merits of the stamp plates were low-cost, safety from theft, and ease of handling. Merits and demerits of the methods in practical use were discussed.

Key words : camera trap, foot print trap, medium-sized carnivore, non-invasive, stamp plate

* Department of Animal Science, Graduate School of Agriculture, Tokyo University of Agriculture (E-mail : iwasetaaakio@gmail.com)

** United Arrows Ltd.

*** Formerly Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Tokyo University of Agriculture

**** Department of Human and Animal-Plant Relationships, Tokyo University of Agriculture

† Corresponding author (E-mail : mando@nodai.ac.jp)