

静岡県三ヶ日地域における野生獣類による

ミカンほ場の侵入状況

石川圭介¹⁾

¹⁾農林技術研究所 森林・林業研究センター
現所属：農研機構 西日本農業研究センター

Invasion of Citrus Orchard by Wild Mammals in the Mikkabi Area, Shizuoka Prefecture

Keisuke Ishikawa¹⁾

¹⁾ Forest and Forestry Research Center, Shizuoka Prefectural Research Institute of Agriculture and Forestry
Present Address: Western Region Agricultural Research Center, NARO

Abstract

Steel permanent fencing and electric fencing were tested for crop protection of citrus orchards in Mikkabi Area, Shizuoka Prefecture. Twelve species of mammals were observed using camera trapping, with masked palm civets and wild boars photographed most frequently. Permanent steel fencing significantly prevented invasion by wild boars, but required periodic maintenance and repair. Electric fencing also prevented wild boars from entering the orchard by cutting weed before the harvest season. However, neither fence nor any other approach has worked to prevent masked palm civet or other medium-sized mammals from entering the orchard. Over the course of the study, damage to the orchard decreased, but was not completely eliminated. We conclude that while fences are effective, they should be periodically maintained and repaired; moreover, investigation of suspect mammal species should continue so that appropriate measures can be taken.

キーワード：イノシシ (*Sus scrofa*), ウンシュウミカン (*Citrus unshiu* Marc.), 果樹園, 自動撮影カメラ,
鳥獣害, ハクビシン (*Paguma larvate*)

I 緒言

静岡県内の野生鳥獣による農林業被害は3億8千万円にのぼり(平成25年度静岡県農山村共生課調べ), このうち3割にあたる約1億円が果樹に対するものである。中でも県全域で広く栽培されるウンシュウミカン(*Citrus unshiu* Marc. 以下ミカンと表記)は, 国内産出額第1位(農林水産省・平成26年度生産農業所得集計)となっており, 県内産業の振興といった観点から見ても被害対策は急務であるといえる。被害金額のみならず県内の果樹に対する加害獣はイノシシが最も多く, 次いでサル, シカ, ハクビシン, カラス, アライグマの順となっている。一般に日本のミカン栽培は昭和30年から40年にかけての消費拡大により栽培面積が

増加し, 山間傾斜地に小規模の園地が分散して存在する傾向が強い²⁹⁾。このような立地条件は林野に潜む野生鳥獣の食害を受けやすい²⁹⁾。その一方で, ほ場の傾斜は柵の設置労力の増大, 林縁は草木の伸長による雑草や枯木の倒れこみなどで, 対策がとりにくい特徴を持っている。

県内ミカン産地の一つである浜松市三ヶ日地域でも鳥獣によるミカンの被害は大きく, 浜松市では主にイノシシ対策として柵の設置に助成金を出して対策を支援している⁹⁾。ミカンほ場における獣害対策では, 立地や被害状況に応じて, 主に電気柵とワイヤーメッシュ柵のいずれかが設置される。柵による物理的防除は鳥獣害対策では広く用いられる技術だが³⁰⁾, 柵の設置には失敗事例が多く¹⁰⁾, 浜松市でも柵を設置しても被害が減らないといった例が散見される。柵の効果が得られない原因は, 柵が適切に設置されていな

い、加害獣に適合した有効な柵が選定されていないといった原因が考えられる³⁾。そこで、本調査では現状の柵の設置にどのような問題があるのかを明らかにするため、ワイヤーメッシュ柵と電気柵の設置されたミカンほ場において、野生鳥獣の出没傾向と侵入状況の調査を行った。

II 材料及び方法

1. 調査地

調査は静岡県浜松市北区の旧三ヶ日町地域に立地する2つのほ場において実施した(図1)。調査地から最も近い気象観測所である三ヶ日気象観測所の過去10年間、2003～2012年の年平均気温は16.6℃(最高36.4℃、最低-1.6℃)、年平均降水量は1894.4mmだった。調査地は浜名湖の北側山間部に位置し、ほ場の周囲は約半分がスギ(*Cryptomeria japonica*)およびヒノキ(*Chamaecyparis obtuse*)の植林で、残りはクヌギ(*Quercus acutissima*)、コナラ(*Q. serrata*)、アベマキ(*Q. variabilis*)を主体とした落葉広葉樹の二次林となっており、一部にモウソウチク(*Phylliostachys heterocycla*)およびマダケ(*P. bambusoides*)がみられた。

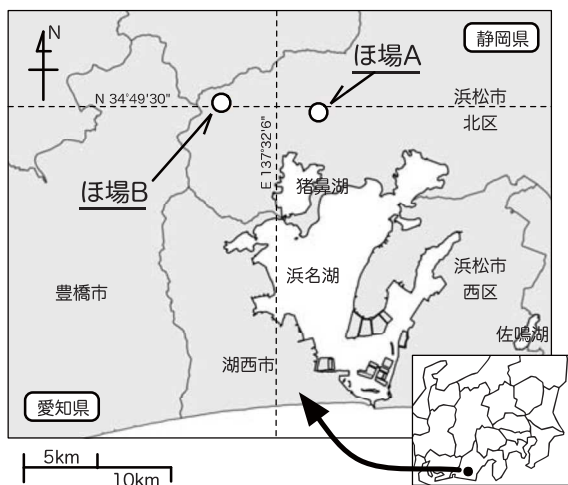


図1 調査を実施した2つのほ場

ほ場Aは外周約772m・面積2.3haで中心部の標高は108m、ほ場Bは外周894m・面積2.9haで標高は102mで、ほぼ同程度の生産規模であった。いずれのほ場も主にウンシュウミカンの極早生、早生、普通種が栽培されており、おおむね9月下旬から12月下旬が果実の成熟期となっていた。

ほ場Aは外周の4分の3程度が、ほ場Bは外周の半分程度が森林と接しており、以前から鳥獣による被害を受けていた。このため、調査開始前の2013年10月頃に、ほ場A

にはワイヤーメッシュ柵が、ほ場Bには電気柵が設置された。ワイヤーメッシュ柵は高さ120cm。下部は格子が狭く横幅15cm×縦幅7.5cm、上部(おおむね45cmより上)は格子が広く横幅15cm×縦幅10cmとなっていた。電気柵はポリワイヤー製の3段式で、おおむね25cm・45cm・65cmの高さに設置し、十分な容量の電牧器(株式会社アポロ: エリアシステム AP-20111)を用いた。なお、資材の選定は浜松市、設置はほ場主によるものである。果実成熟期直前の9月上旬に実験者が柵の機能確認を行い、ワイヤーメッシュ柵については柵下の掘り返しがないことを確認し、電気柵については下草刈りを実施して電圧が正常値(おおむね4000V以上)であることを確認した。

2. 調査方法

調査は2014年2月から2016年1月までの2年間実施した。毎月1回、柵沿いにはほ場外周を踏査し、獣道(けのみち)、食痕、掘り返し跡などの痕跡の数と位置をハンディGPS装置(GARMIN: OREGON 450TC)により記録した。

獣道については、踏み跡の雨蝕や雑草の萌芽状況からその利用頻度を推定し、大: 常習的な利用が予想される明瞭で太い通過痕がある、中: 週に数回程度の利用が予想される通過痕がある、小: わずかに痕跡がある、の3段階に評定した。

食痕は、ミカンに対する食害に限定し、隣接した樹が食害を受けていた際にはまとめて1箇所とみなして計数した。イノシシによる掘り返しは、2m以上離れていないものは同じ1つの掘り返しとして計数した。

獣道の調査から得られた動物の利用頻度の高い場所に対し、自動撮影カメラ(BMC: SG968K-10M)を毎月10日間設置した。カメラの台数はほ場の外周距離にあわせてほ場Aは8台、ほ場Bには9台設置し、どちらも外周約90～100mに1台程度となるよう調整した。同じ獣道に複数のカメラが設置されないよう配慮し、また原則としてほ場の内側から外側に向けた視点で、柵の内外が撮影されるように設置した。ほ場外周のカメラの他に、場内のごみ捨て場にもカメラを設置した。カメラの動作は、待機時間0秒、1回のセンサー感知につき静止画1枚と動画10秒を撮影する設定とした。なお、センサー感度(RIP Trigger)はNormalとした。

3. 解析方法

一般に自動撮影カメラによる調査では、1つのカメラに同じ個体が繰り返し写ることによって個体数や設置場所の利用頻度を過大評価する問題が生じる²⁰⁾。そこでO'Brienら²⁰⁾やYasuda²¹⁾およびAbi-Saidら¹⁾を参考に、同じカメラに30分以内の間隔で同種の動物が撮影された際は、明瞭な

身体的特徴で異個体と識別できる場合を除き同一個体とみなした。また、本調査では比較的狭い範囲に多数のカメラが配置される状況になっており、このような場合異なるカメラ間でも同じ個体が撮影されることが予想されることから、上田と姜⁴¹⁾の方法に従い、同じほ場内のカメラに30分以内に撮影された場合はそのうちの最大撮影頭数を解析に用いた。ただし、5分以内に200m以上離れたカメラに同種動物が出没した場合は異個体とみなした。撮影された画像から動物種と数を判別する際には、柵の内側か外側かについても記録した。なお、前述の方法により複数の画像の動物を同一個体とみなした際、柵の内部と外部に動物が写っていた場合は、柵内(侵入)と評価した。イノシシについては、一般的な出産期の中央とされる6月を起点に¹⁸⁾、外貌からその年度生まれとみられる個体を幼獣、それ以外を成獣として分けて記録した。

動物が撮影される回数は設置したカメラの台数と調査日数に影響を受けるため、相対的な撮影頻度指数として次式にて100カメラトラップ日あたりの撮影動物数をRAI(Relative Abundance Index)として求めた²⁹⁾。

$$RAI = \frac{\text{動物撮影頭数}}{\text{カメラ台数} \times \text{調査日数}} \times 100$$

動物の出没時間は、各調査月の最初の調査日の日の出・日没時間を基準に、日の出の前後1時間、日没の前後1時間、昼間、夜間(午前・午後)の時間帯に分けて補正して解析した。なお、昼間は10時間、夜間は午前5時間・午後5時間として、単位時間あたりの出没数に補正した。

III 結果

1. 踏査調査による痕跡の数

ほ場外周部には獣道が通年存在し、ミカンの成熟していない時期でも獣道の衰退は認められなかった(図2)。ほ場Aには平均して11.0本(±2.5標準偏差)の獣道があり、外周70.2mに1本の間隔で獣道が存在し、ほ場Bには平均19.5本(±2.4)の獣道があり、外周45.7mに1本の獣道が見られた。両ほ場の獣道の数に有意な差はなかった(カイ二乗検定、 $\chi^2 = 0.923$, $df = 1$, ns)。

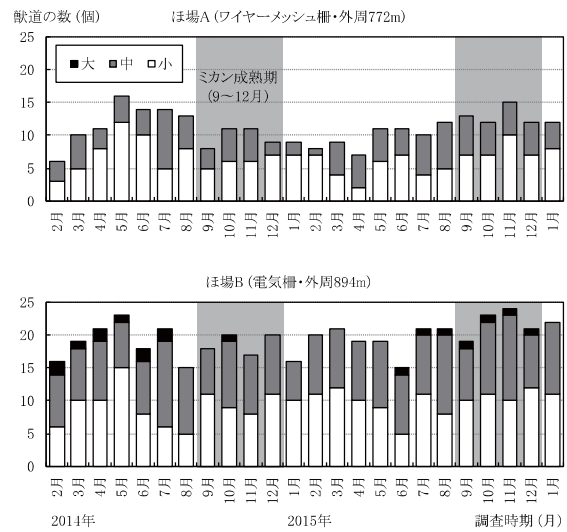


図2 ほ場A(ワイヤーメッシュ柵設置)とほ場B(電気柵設置)の外周に残された獣道の数

ほ場外周部に残されたミカンの食痕は、9・10月から現れ始めた(図3)。9月の果実の状態はまだ未成熟で、大部分の果皮は緑色であり、樹冠外部の果実が黄色になり始めた状態であった。9月に見られた食痕は、2週間ほど前に摘果されたと思われる地面に放置されて黄色く変色した果実であった。なお、ポケット糖度計(株式会社アタゴ:PAL-1)にて糖度を測定したところ、摘果され地面に放置された果実は糖度Brix値が7.9、樹上の黄緑色の果実が糖度9.7であった。食痕は収穫が終わった1月以降でも、取り残された樹上の果実や、摘果・遺棄果実が残る5月までみられた。

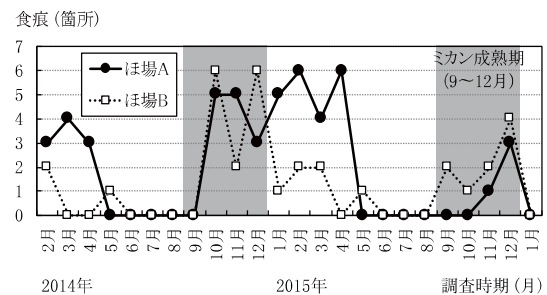


図3 ほ場外周部に見られた食痕の箇所数

食痕は果実1つずつを計数せず、食害を受けている果樹単位で計数した。食害を受けている果樹が隣接している場合は、隣接した果樹を1箇所の食害とみなした。

表1 浜松市三ヶ日地域の2つのミカンほ場外周に設置された自動撮影カメラにより撮影された、小型げっ歯類を除く哺乳類ののべ撮影頭数

動物種	ほ場A (ワイヤーメッシュ柵)		ほ場B (電気柵)		合計撮影頭数	
	小計	柵外・柵内	小計	柵外・柵内	頭数	RAI**
ハクビシン (<i>Paguma larvate</i>)	443	(20 ・ 423)	607	(356 ・ 251)	1050	24.93
イノシシ (<i>Sus scrofa</i>)	65	(38 ・ 27)	261	(217 ・ 44)	326	7.74
ノウサギ (<i>Lepus brachyurus</i>)	40	(6 ・ 34)	51	(18 ・ 33)	91	2.16
タヌキ (<i>Nyctereutes procyonoides</i>)	66	(16 ・ 50)	18	(18 ・ 0)	84	1.99
イヌ (<i>Canis familiaris</i>)	0	(0 ・ 0)	35	(25 ・ 10)	35	0.83
ネコ (<i>Felis catus</i>)	7	(0 ・ 7)	24	(6 ・ 18)	31	0.74
カモシカ (<i>Capricornis crispus</i>)	25	(22 ・ 3)	1	(1 ・ 0)	26	0.62
アナグマ (<i>Meles meles</i>)	16	(6 ・ 10)	6	(6 ・ 0)	22	0.52
キツネ (<i>Vulpes vulpes</i>)	11	(3 ・ 8)	5	(2 ・ 3)	16	0.38
テン (<i>Martes melampus</i>)	5	(0 ・ 5)	2	(2 ・ 0)	7	0.17
アライグマ (<i>Procyon lotor</i>)	3	(0 ・ 3)	0	(0 ・ 0)	3	0.07
ニホンジカ (<i>Cervus nippon</i>)	1	(1 ・ 0)	0	(0 ・ 0)	1	0.02

* CN: Camera Nights = カメラ設置台数×調査日数

** RAI: Relative Avundance Index = のべ撮影頭数 / CN × 100

ほ場外周のイノシシによる掘り返し跡は、春から夏にかけて多く、極早生ウンシュウの着色が始まる9月から、ミカンの収穫の終わる翌1月までは少なかった(図4)。

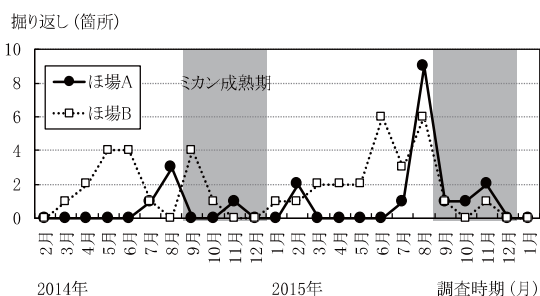


図4 ほ場外周部に見られた掘り返しの箇所数

2m以上離れていない複数の掘り返しは、連続した1箇所の掘り返しとみなして計数した。

2. 自動撮影カメラによる撮影動物数

両ほ場ののべカメラ設置日数は4212日、小型げっ歯類を除いた哺乳類が撮影された有効撮影回数は1520回で、12種が確認された(表1)。100カメラトラップ日あたりの撮影頻度は、多い順にハクビシン(*Paguma larvate*, RAI=24.93)、イノシシ(*Sus scrofa*, RAI=7.74)、ノウサギ(*Lepus brachyurus*, RAI=2.16)、タヌキ(*Nyctereutes procyonoides*, RAI=1.99)、イヌ(*Canis familiaris*, RAI=0.83)、ネコ(*Felis catus*, RAI=0.74)、カモシカ(*Capricornis crispus*, RAI=0.62)、アナグマ(*Meles meles*, RAI=0.52)、キツネ(*Vulpes vulpes*, RAI=0.38)、テン(*Martes melampus*, RAI=0.17)、アライグマ(*Procyon lotor*, RAI=0.07)、ニホンジカ(*Cervus nippon*,

RAI=0.02)となっており、上位2種のハクビシンとイノシシで全出沒の81.3%を占めていた。

ハクビシンとイノシシの出沒について詳しく見ると、ハクビシンは全出沒1050頭のうち951頭(90.6%)が単独であった(表2a)。2頭以上での出沒は5月を除くすべての月で見られ、概ね大型の個体1頭とやや小型の個体1~2頭が追従するような状況で撮影されていた。イノシシは単独から6頭の群れまで幅広い構成で出沒しており、全出沒326頭のうち152頭(46.6%)が単独で、半数以上は2頭以上での出沒であった(表2b)。また、ほ場あたりの日平均出沒数に換算すると、ハクビシンは2.1頭、イノシシは0.7頭出沒していた。

表2a 撮影されたハクビシンの群れ構成

群れサイズ	出現回数	のべ頭数	出現率
1頭	951	951	0.906
2頭	39	78	0.074
3頭	7	21	0.020

表2b 撮影されたイノシシの群れ構成

群れサイズ	出現回数	のべ頭数	(成獣・幼獣)	出現率
1頭	152	152	(125・27)	0.466
2頭	45	90	(52・38)	0.276
3頭	13	39	(19・20)	0.120
4頭	7	28	(11・17)	0.086
5頭	1	5	(2・3)	0.015
6頭	2	12	(4・8)	0.037

ごみ捨て場に仕掛けたカメラには、ほ場外周で確認された12種のうち8種が確認され、ハクビシンとイヌが多かった(表3)。イヌとネコについては、ほ場外周部よりもごみ捨て場で多く撮影されていた。

表3 ほ場内のごみ捨て場に設置された自動撮影カメラで撮影された哺乳類のべ撮影頭数

動物種	ごみ捨て場 (CN* = 501)	
	撮影頭数	RAI**
ハクビシン	81	16.17
イノシシ	41	8.18
ノウサギ	20	3.99
タヌキ	15	2.99
イヌ	79	15.77
ネコ	45	8.98
アナグマ	1	0.20
キツネ	12	2.40

*CN: Camera Nights = カメラ設置台数×調査日数

**RAI: Relative Avandance Index = のべ撮影頭数/CN×100

3. ハクビシンとイノシシの季節・時間的な出没傾向

ハクビシンはほ場A・Bともに通年出没しており、ミカンの成熟期である9月から12月においても頻繁にほ場内へ侵入する様子が撮影された(図5a)。イノシシについても通年出没がみられたが、ほ場Aの10月を除き、ミカンの成熟期に繰り返し柵内へ侵入されている様子は見られなかった(図5b)。

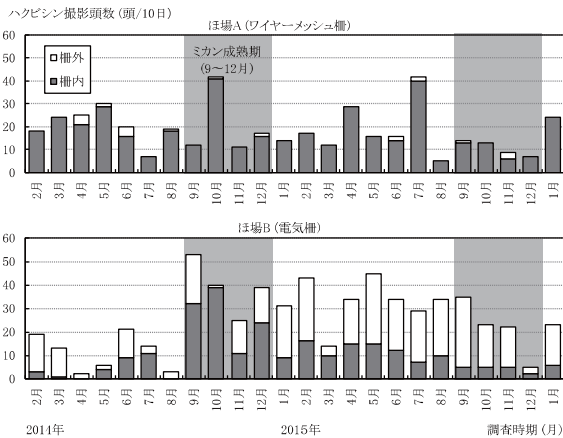


図5a ほ場A (ワイヤーメッシュ柵設置) とほ場B (電気柵設置) におけるハクビシンの撮影頭数

同ほ場内に30分以内に出没したハクビシンは、明瞭な外見上の違いが認められない場合は同一個体として計数した。

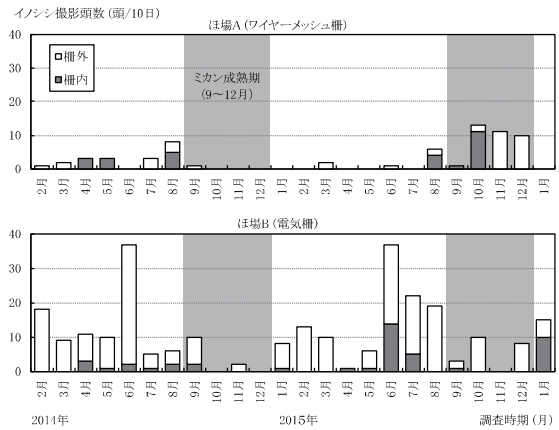


図5b ほ場A (ワイヤーメッシュ柵設置) とほ場B (電気柵設置) におけるイノシシの撮影頭数

同ほ場内に30分以内に出没したイノシシは、明瞭な外見上の違いが認められない場合は同一個体として計数した。

ハクビシンとイノシシの出没時間を、日の出と日没を基準に7つの時間帯に分けて集計したところ、ハクビシン (Friedman 検定, $\chi^2=100.88$, $df=6$, $P<0.01$), イノシシ ($\chi^2=41.124$, $df=6$, $P<0.01$)ともに時間帯によって出没頻度に有意な差が認められた(図6)。ハクビシンは日の出および日没の前後で出没数が有意に変化した(Steel-Dwass の方法による多重比較: 日の出前後, $t=4.559$, $P<0.01$, 日没前後, $t=3.885$, $P<0.01$)。しかし、イノシシは日の出および日没による出没頻度の変化は明確ではなかった。

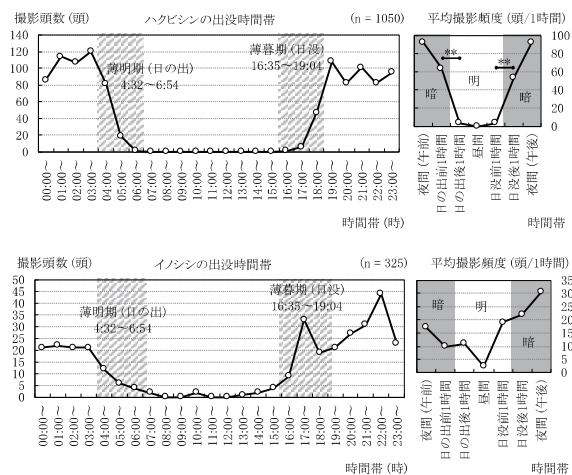


図6 ハクビシンとイノシシの出没時間帯分布

左は実時間における累積撮影頭数。右は調査月ごとに日の出・日没時間を基準に7つの時間帯に分けた撮影頭数。昼間を10時間、夜間を午前と午後を各5時間として、1時間当たりの平均撮影頭数を示している。
**) $P<0.01$, 日没前後で撮影頻度に有意差あり (Steel-Dwass の多重比較)

4. 動物の出没頻度と獣道の数の関係

ほ場外周に見られた獣道の数を利用頻度によって3段階(大3・中2・小1)に重み付けして集計し、ハクビシンおよびイノシシの撮影頭数との関係調べた(図7)。ハクビシンの出沒頭数と重み付けされた獣道の数には明瞭な関係は見られなかったが、イノシシの出沒頭数との間には正の相関がみられた(Spearmanの順位相関係数, $S=8445.6$, $n=48$, $P<0.01$, $\rho=0.542$)。

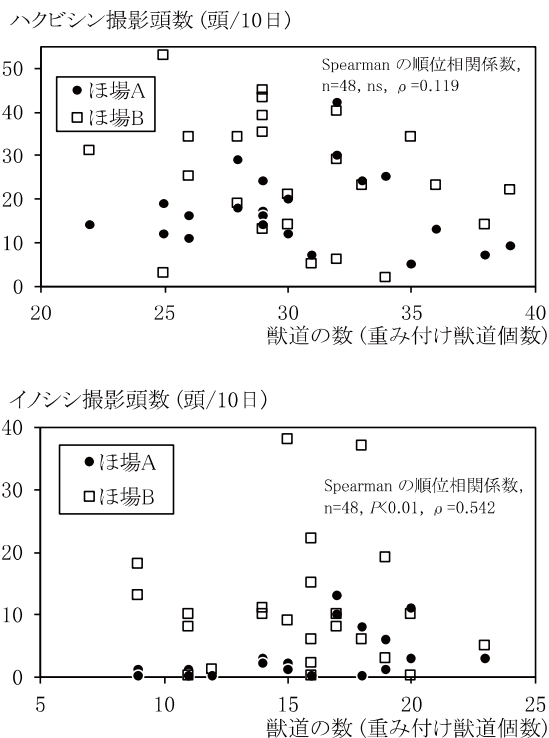


図7 ハクビシンとイノシシの出没頻度と獣道

獣道は痕跡の明瞭さから3段階(大:3, 中:2, 小:1)に重み付けして評価した。

IV 考察

1. 調査ほ場の加害動物

カメラ調査の結果、撮影動物の約8割はハクビシン(62.1%)とイノシシ(19.3%)によるもので、この2種が本調査地の主要な加害獣だと考えられる。ハクビシンは果実食の傾向が強いと言われ^{24, 33, 41, 43}、特に、静岡県のハクビシンを調査したTori³⁰は、胃内容物中もっとも多かったのがミカンであることを報告している。また、イノシシは堅果や地下茎を中心とした雑食性とされているが^{5, 19}、ミカン栽培地域でのイノシシの食性を調査した木場¹⁵は、胃内容物中のミカン出現率が通年50%を超えるほど強く依存して

いることを報告している。これらのことから、本調査地域における被害対策はハクビシンとイノシシを中心に行う必要があると考えて良いだろう。

加害2種の出沒パターンは、ハクビシンはほ場1日あたり2.1頭がほぼ単独で出沒し、イノシシは0.7頭が単独または2頭以上の群れで出沒していた。両種とも個体識別が困難であり、同一個体が出沒していたか不明だが、ハクビシンは毎日数頭が出沒し、イノシシは数日おきに単独または群れで出沒するといったパターンになっていた。

調査ほ場には極早生、早生、普通種のミカンが栽培されており、9月中旬から12月末が成熟期で、1月中旬には収穫が終了した。ミカンの食痕は果実が成熟し始める9月頃から見られたが、最初の食痕は摘果により地面に放置され地上で軟化した果実に見られ、極早生から順に、樹上の熟れた果実に食害が広がっていく様子が見られた。ミカンは枝内の結実位置で糖度が異なり²⁰、また隔年結果を避けるため葉数にあわせた積極的な摘果が行われることから多量の廃棄果実が園内に発生する。摘果された果実にも十分な糖分があり、これが初期の誘引物となる。また収穫は、集荷場の混雑を避けるため農家ごとに受け入れ日が決められているため、収穫日時点で未熟な果実は放置され3月頃まで樹上に残っていた。さらに、調査を実施した2ほ場では、予措や貯蔵中に痛んだ果実が4月頃まで定期的にはほ場内のごみ捨て場に追加されていた。これらの原因で、獣にとって食べられる状態のミカンが年8か月ほど存在し、極めて良い餌場になっていた。

ごみ捨て場の動物撮影数を見ると、多くの動物が廃棄された果実を利用して、前述のように個体識別が不能であったため推論ではあるが、ほ場外周で撮影された個体がごみ捨て場に到達したと仮定した場合、ほ場侵入個体のごみ捨て場利用率はハクビシン12.9%、イノシシ57.7%となり、イノシシの方がよりごみ捨て場に依存していると推察される。なお、獣道に設置されたカメラの撮影数よりごみ捨て場のカメラで多く撮影されたイヌとネコは、獣道や林縁ではなく作業道などから侵入したと考えられる。

獣道はほ場内に食べられる果実のない5~8月にも衰退は見られず、ほ場外周部の掘り返し跡はこの時期に多く見られた。掘り返しは隣接する竹林から伸びたタケノコや、林縁のマント群落のクズ(*Pueraria lolata*)の根などに対するもので、両者は良質なイノシシの餌になると報告されており^{2, 10, 16, 30}、ミカンのない時期はこれらの餌を利用しているものと考えられる。

2. 柵の侵入防止効果

出没したハクビシンは、ワイヤーメッシュ柵で侵入率 95.5%であった。柵の下部は横幅 15cm×縦幅 7.5cm の格子だったが、カメラにはこれをくぐり抜けるハクビシンが多数撮影されており、一部大型の個体は柵をよじ登り、上部の横幅 15cm×縦幅 10cm の格子を通り抜けていた。飼育下での調査ではハクビシンは短幅 7.5cm の長方形のくぐり抜けが可能と報告されており^{11, 12)}、実際の現場でもこの格子の大きさではハクビシンの侵入防止に効果がないことが確認された。なお、他の中型獣であるノウサギ、テンについても下部の狭い格子をくぐる様子が、タヌキ、アナグマはよじ登って上部の広い格子を通り抜ける様子が確認できた。

ハクビシンの電気柵侵入率は 41.4%であった。電気柵は最下段がおおむね 25cm の高さに設置されていたが、すべての中型獣で電線の下をくぐり抜ける様子が撮影された。ハクビシンは体高 20cm 前後であるため¹⁴⁾、侵入を防ぐためには、一般的なイノシシ用電気柵の 20cm 高⁴⁾よりも低い、15cm に設定する必要があるとされる³⁴⁾。

イノシシの侵入率はワイヤーメッシュ柵で 41.5%であった。柵内への侵入は 2015 年の 10 月に繰り返し見られた。イノシシは作業車出入り口のネット製扉から侵入しており、扉の下部を青竹と重りで半固定するよう改善することで侵入はなくなった。このように、柵内への侵入を確認でき次第、侵入経路の調査と対策を行うことで、ワイヤーメッシュ柵でのイノシシ侵入防除は十分な効果が期待できると考えられる。

電気柵内へのイノシシ侵入率は 16.9%であった。電気柵はミカン成熟期直前に全周の一斉下草刈りと電圧の確認を実施したため、成熟期の 9～12 月はイノシシの侵入はほとんど見られなかった。調査ほ場は複数の農家が所有する農地の外周に設置されており、電気柵の管理は自分の農地が接する部分を分担する方式で行われていた。このため、自分の農地で下草刈りと電柵の管理を行っても、他の農地で雑草の接触や枝の倒れこみで漏電が発生していると、十分な電圧が得られない状況になっていた。電気柵は動物の回避効果が高く⁹⁾、その有効性から農家に好んで用いられているが^{13, 37)}、こまめな整備を必要とし、比較的管理労力が大きいと言われる⁷⁾。山梨県内の電気柵の設置状況を調べた本田⁷⁾は適切な電圧の保たれた電気柵は 62%と報告しており、中村ら²⁷⁾による水田およびダイズ耕作地の調査では、調査を行った 189 区画の全てに管理の不備が見つかったことを報告している。また、本件でもみられた複数管理者による柵の管理は、ほ場主による管理状況のムラが生じることが多く²⁸⁾、全周を複数の管理者が持ち回りで管理する方法など³⁰⁾、何らかの管理指針が必要であると考えられた。

3. 獣種の判別と対策の選定

調査を行った 2 つのほ場は以前よりイノシシによる果樹の根の掘り返しと、果実の食害を問題として訴えていた。これに対し、JA みっかびや市の農業・鳥獣害担当部署が対策メニューを提示し、ほ場の立地やほ場主の意向からワイヤーメッシュ柵または電気柵の設置を行っている。柵の設置後、果樹の根の掘り返しは無くなった。しかし、果実の食害は減少したものの、完全には無くなっていない。これは、イノシシの被害対策はできたが、ハクビシンの被害対策ができなかったためである。

イノシシは夜行性ではなく、人の存在が少ない場合や、夏季の高温環境でなければ昼間や薄明・薄暮期に活発に活動する^{21, 33)}。本調査でも昼間にも出没が見られ、日没が近づくとまだ日照の残る時間帯から活動を開始していた。このため、不意に人と遭遇することも多く、農家にとっては存在を認識しやすい。これに対しハクビシンはほぼ完全な夜行性であり、昼間に活動することはほとんどない^{32, 40)}。本調査でも日の出 1 時間前には活動をやめ、日没 1 時間後にならないと出没しない、明るい環境を明瞭に避ける傾向が見られた。また、撮影された映像では、ハクビシンは倒木や岩の上などの足跡の残りにくい場所を好んで歩いており、農家には存在を認識しにくい動物であると言える。

獣の存在を示す指標の一つに獣道があり、イノシシの密度指標や侵入を示す痕跡として使われているが^{22, 35)}、本調査の獣道の多寡はイノシシの出没数とは相関が認められたものの、ハクビシンの出没数とは関連性がみられなかった。よって、ハクビシンの存在や出没数の推定には、他の痕跡調査を用いる必要がある。

本調査において用いた柵は、どちらも適切な管理を行えばイノシシに対する侵入防止効果があった。しかし、ハクビシン等中型獣の侵入は防げず、農家にとっては「被害がなくならない」といった印象を与える。これは「効かない柵の管理は無駄なのでしたくない」という農家の柵管理意欲を下げる原因になり、設置直後は効果のあったイノシシへの侵入防止効果も薄れていく危険性がある。これに対しては、事前に加害動物種の調査を綿密に行い、適切な柵を選択する必要がある。今回は調査対象が 2 ほ場と少なかったが、近隣の三ヶ日地域山間部に立地するミカンほ場は、本調査地同様にハクビシンの被害が過小評価されている可能性があり、留意する必要があるだろう。対策の 1 つは、既存の電気柵を 15cm まで下げることが考えられる。しかし、この場合下草による漏電の可能性が増すため、比較的下草の伸びの遅いミカン成熟期に限定して運用するか、防草シートを併用する必要があるかもしれない。ワイヤーメッシュ柵に関しては、既存の柵にくぐり抜け防止のメッシュ素

材と、柵の上部に電気柵を張るような構造の多獣種対応型の複合柵が開発されている^{8, 23)}。本調査地のような山間傾斜地で外周距離の長い立地に適するか、今後検討していく必要があるだろう。

V 摘要

静岡県浜松市三ヶ日地域において、イノシシによるミカン被害対策のために、2つのほ場にワイヤーメッシュ柵と電気柵を設置した。自動撮影カメラ調査により、出没が多かったのはハクビシンとイノシシであり、この2種が主要な加害種と考えられた。ワイヤーメッシュ柵はイノシシ侵入時に侵入箇所の確認と補修・対策を行うことでイノシシの侵入を防ぐことができた。電気柵は果実の成熟前に一斉下草刈りと電圧の確認をすることでイノシシの侵入を防ぐことができた。しかし、ハクビシンを中心とした中型獣には侵入防止効果がなかった。その結果、被害は減少したものの、完全に無くすことはできなかった。柵の運用には、定期的な管理と侵入された際の対応が重要であり、また、事前に加害種を特定して適切な柵を選定することが重要であると考えられた。

謝辞

本研究は平成25～27年度の静岡県新成長戦略研究事業「イノシシと戦う集落づくりと森林づくりに必要なシカ管理に関する研究」の一部として実施された。

調査において、ほ場への立ち入りをご快諾いただいた2ほ場、ほ場主代表の高橋康治氏、山口淳一氏、およびほ場のみなさんに感謝の意を表します。また、調査地の選定にあたり便宜を図っていただいたJAみっかびの石橋健太郎氏、浜松市北部農林事務所の佐藤靖敏氏・櫻井寿氏、浜松市農林業振興課の東谷市郎氏、静岡県西部農林事務所の三浦孝夫氏、以上のみなさまにこの場を借りて御礼申し上げます。

引用文献

- 1) Abi-Said, M. and Amr, Z. (2012): Camera trapping in assessing diversity of mammals in Jabal Moussa Biosphere Reserve, Lebanon. *Vertebrate Zoology* 62 (1), 145～152.
- 2) 姉崎智子・高山広規・坂庭浩之・石田忠義 (2011): 群馬県太田市八王子丘陵において捕獲されたメスのイノシシの胃・腸内容物と利用生息環境. 群馬県立自然史博物館研究報告 15, 137～145.
- 3) 鳥獣被害対策基盤支援委員会 (2014): 改訂版 野生鳥獣被害防止マニュアル——イノシシ・シカ・サル実践編. 改訂版, 農林水産省生産局, 東京, 1～76.
- 4) 江口祐輔 (2016): ニホンイノシシの生態と農作物被害の現状・対策——イノシシに対する誤った知識. In *Stop! 鳥獣害——地域で取り組む対策のヒント*. 全国農業会議所, 初版, 東京, 34～50.
- 5) Fournier-Chambrillon, C., Maillard, D. and Fournier, P. (1995): Diet of the wild boar (*Sus scrofa* L.) inhabiting the Montpellier Garrigue. *IBEX Journal of Mountain Ecology* 3, 174～179.
- 6) 浜松市役所農林業振興課 (2013): 浜松市鳥獣被害防止計画 (平成25年度～27年度). 平成25年度版, 浜松市役所, 浜松, 1～15.
- 7) 本田剛 (2005): イノシシ (*Sus scrofa*) 用簡易型被害防止柵による農業被害の防止効果: 設置及び管理用委員からの検証. *野生生物保護* 9 (2), 93～102.
- 8) 本田剛・宮川芳樹・桑田大 (2011): 多獣種による獣害軽減に対応した電気柵. 山梨県総合農業技術センター研究報告 4, 41～45.
- 9) Hone, J. and Atkinson, B. (1983): Evaluation of fencing to control feral pig movement. *Australian Wildlife Research* 10 (3), 499～505.
- 10) 井出保行 (2007): 放牧導入による獣害回避の可能性——イノシシを例として. *日本草地学会誌* 53 (3), 59～63.
- 11) Kase, C., Eguchi, Y., Furuya, M., Uetake, K. and Tanaka, T. (2010): Sizes and shapes of gaps large enough for masked palm civets (*Paguma larvata*) to enter. *Animal Behaviour and Management* 46 (3), 89～96.
- 12) Kase, C., Eguchi, Y., Furuya, M., Uetake, K. and Tanaka, T. (2011): Sizes of rectangular gaps large enough for masked palm civets (*Paguma larvata*) to enter. *Animal Behaviour and Management* 47 (4), 121～127.
- 13) 木下大輔・九鬼康彰・武山絵美・星野敏 (2007): 和歌山県における獣害対策の実態と農家および非農家の意識. *農村計画学会誌* 26, 323～328.
- 14) 岸本真弓・山崎晃司・栗栖亘博 (1998): 菅生沼周辺で学術捕獲されたタヌキとハクビシンの体計測および生理学的所見. 茨城県自然博物館研究報告 1, 97～103.
- 15) 木場有紀・坂口実香・村岡里香・小櫃剛人・谷田創 (2009): 広島県呉市上蒲刈島におけるイノシシの食性. *哺乳類科学* 49 (2), 207～215.

- 16) 小寺祐二・神崎伸夫・金子雄司・常田邦彦 (2001): 島根県石見地方におけるニホンイノシシの環境選択. 野生生物保護 6 (2), 119~129.
- 17) 小寺祐二・江成広斗・竹内正彦 (2010): 木に縁りて魚を求む——「失敗事例」から学ぶケモノ対策. 哺乳類科学 51 (1), 221~224.
- 18) 小寺祐二・竹田努・都丸成示・杉田昭栄 (2012): 適齢査定によるイノシシ *Sus scrofa* の出生時期の推定. 哺乳類科学 52 (2), 185~191.
- 19) 小寺祐二・神崎伸夫・石川尚人・皆川晶子 (2013): 島根県石見地方におけるイノシシ (*Sus scrofa*) の食性. 哺乳類科学 53 (2), 279~287.
- 20) 久保達也・前川行幸・平塚伸 (1996): ウンシュウミカン果実の果皮表面形態と果汁の糖濃度との関係. 園芸学会雑誌 65 (3), 447~453.
- 21) Kurz, J. and Marchinton, R. (1972): Radiotelemetry studies of feral hogs in South Carolina. The Journal of Wildlife Management 36 (4), 1240~1248.
- 22) 丸山直樹・高橋英理・神崎伸夫 (2005): イノシシの増減判定手法としての「足跡カウント法」. ワイルドライフ・フォーラム 10 (1), 9~13.
- 23) 丸山哲也・関塚学・高橋安則 (2012): 多獣種防護柵の試作. 野生鳥獣研究紀要 38, 14~17.
- 24) Matsuno, R. and Ochiai, K. (2009): Dietary overlap among two introduced and one native sympatric carnivore species, the raccoon, the masked palm civet, and the raccoon dog, in Chiba Prefecture, Japan. Mammal Study 34, 187~194.
- 25) 松岡淳 (2007): 柑橘作農家における樹園地の分散と集団化——分散のメリット・デメリットの分析を中心として. 農林業問題研究 166, 1~11.
- 26) 長門雄治・吉仲怜 (2011): 鳥獣被害対策における電気柵管理の実態と方向性——青森県西目屋村を事例に. 農業経営研究 49 (2), 105~110.
- 27) 中村大輔・松本康夫 (2013): 獣害に対する農家の許容的態度に関する構造的アプローチ——ニホンジカによるイネ・ダイズ被害の事例. 農村計画学会誌 32, 269~274.
- 28) O'Brien, T., Kinnaird, M. and Wibisono, H. (2003): Crouching tigers, hidden prey: Sumatran tiger and prey populations in a tropical forest landscape. Animal Conservation 6, 131~139.
- 29) O'Brien, T. (2011): Abundance, density and relative abundance: A conceptual framework. In *Camera traps in animal ecology: Methods and analyses*, by O'Connell, A., Allan, F., Nichols, J. and Karanth, K. Springer Science Books, Tokyo, 71~96.
- 30) 大橋春香・野場啓・齋藤正恵・角田裕志・桑原考史・閻美芳・加藤恵里・小池伸介・星野義延・戸田浩人・梶光一 (2013): 栃木県南西部の耕作放棄地に成立する植物群落とイノシシ *Sus scrofa* Linnaeus の生息痕跡の関係. 植生学会誌 30, 37~49.
- 31) 奥村啓史・九鬼康彰・武山絵美・星野敏 (2010): 水田農業集落における獣害対策改善効果の検証. 農村計画学会誌 28, 393~398.
- 32) 佐々木彰央・三宅隆・伊藤零・藤田美沙子 (2014): 静岡市竜爪山に長期間設置した自動撮影カメラによる中大型哺乳類記録. 東海自然誌 7, 35~46.
- 33) Singer, F., Otto, D., Tipton, A. and Hable, C. (1981): Home ranges, movements, and habitat use of European wild boar in Tennessee. The Journal of Wildlife Management 45 (2), 343~353.
- 34) 竹内正彦・羽山伸一・古谷益朗 (2008): 鳥獣害被害防止マニュアル——ハクビシン. 初版, 農林水産省生産局農業生産支援課鳥獣害被害対策室, 東京, 1~53.
- 35) 武山絵美・九鬼康彰・松村広太・三宅康成 (2006): 山間農業集落における水田団地への有害獣侵入経路——和歌山県龍神村におけるイノシシ侵入経路調査から. 農業土木学会論文集 241, 59~65.
- 36) 武山絵美・九鬼康彰 (2008): 物理的防除による獣害対策が優先的に選択される地域の獣害発生形態と地域農業特性. 農業農村工学会論文集 255, 23~29.
- 37) 武山絵美・九鬼康彰 (2010): 野生動物の生息域と農地との境界空間の設計指針——和歌山県古座川町潤野地区における獣害対策改善の検討から. 農村計画学会誌 29, 233~238.
- 38) Torii, H. (1986): Food habits of the masked palm civet, *Paguma larvata* Hamilton-Smith. Journal of Mammal Society Japan 11 (1・2), 39~43.
- 39) 鳥居春巳 (1993): ハクビシンの食性について (1). 静岡県林業技術センター研究報告 21, 9~15.
- 40) 鳥居春巳 (1996): ハクビシン. In *日本動物大百科 第2巻 哺乳類 II*, 伊澤紘生・粕谷俊雄・川道武雄, 平凡社, 初版, 東京, 136~137.
- 41) 上田弘則・姜兆文 (2004): 山梨県におけるイノシシの果樹園・放棄果樹園の利用. 哺乳類科学 44 (1), 25~33.
- 42) Yasuda, M. (2004): Monitoring diversity and abundance of mammals with camera traps: A case study on Mount Tsukuba, central Japan. Mammal Study 29, 37~46.

-
- 43) Zhou, Y., Zhang, J., Slade, E., Zhang, L., Palomares, F., Chen, J., Wang, X. and Zhang, S. (2008): Dietary shifts in relation to fruit availability among masked palm civets (*Paguma larvata*) in Central China. *Journal of Mammalogy* 89 (2), 435~447.