

平成 30 年 5 月 23 日現在

機関番号：10101

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K07822

研究課題名(和文) 野生動物の生息空間としての農地周辺環境評価と環境管理による農業被害防除の可能性

研究課題名(英文) Potential of habitat management for preventing agricultural damages by wildlife

研究代表者

揚妻 直樹 (AGETSUMA, Naoki)

北海道大学・北方生物圏フィールド科学センター・准教授

研究者番号：60285690

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,500,000円

研究成果の概要(和文)：屋久島の二つ地区において、野生動物による農業被害の強さに影響する要因と空間範囲を分析した。シカによる被害強度は当該農地の面積が広いほど、またその農地から半径800m以内の広葉樹林面積が広いほど強くなり、半径800m以内に設置してある防獣柵の距離が長いほど弱くなっていた。サル被害強度は半径200m以内の総農地面積が広いほど低下していた。ヒヨドリ被害強度は半径200m以内の防獣柵距離が長いほど強くなる傾向にあった。一方、どの動物種についても、生息密度が被害強度に強い影響を及ぼしてはいなかった。本研究により、動物種ごとに被害を効率的に軽減するために管理が必要となる環境要因とその空間範囲が示唆された。

研究成果の概要(英文)：We researched factors influencing intensities of crop damages by wildlife in two villages in Yakushima, southern Japan. The damage intensity by deer was positively influenced by area of the farm, and total area of broad leaved forests and negatively influenced by total length of stockade fences within 800m from the farm. The damage intensity by monkeys was negatively influenced by total farm areas within 200m from the farm, and that by Brown-eared Bulbul was positively influenced by total length of stockade fences within 200m from the farm. On the other hand, population densities of these wildlife species did not have significant positive effects on their damage intensities.

研究分野：野生動物保護管理学

キーワード：野生動物 農業 被害管理 生息地管理 農地周辺環境管理 空間スケール 対策の効果 土地利用

1. 研究開始当初の背景

野生動物による農業被害は 1990 年ごろから全国で急増したため(-)、加害動物種の駆除を中心とした対策が強化され続けてきた()。特に、環境省が「特定鳥獣保護管理計画技術マニュアル」を 2000 年に作成し、「個体数管理」の方針を都道府県に推奨したことで、一気に駆除圧が高まった。この政策により各地で駆除・捕獲数は急増したが、肝心の農業被害金額は減少せず、農林水産省資料によればむしろ増加傾向にある。個体数管理に伴う人身事故(駆除作業に関連した死傷者は毎年のように出ている)や駆除の担い手不足を鑑みると、これまでのような駆除を主軸とした対策を今後も推し進めていくには限界が見えてきている。そのため駆除を積極的に進めてきた自治体でさえ、駆除偏重の時流に警鐘を鳴らすに至っている()。つまり現在、“ポスト個体数管理”というべき農業被害対策の確立が社会的に求められていると言える。ところが、個体数管理に替わる対策については、これまで十分に研究・検討されてきたとは言い難い。

農業被害対策においては、加害動物の生息空間である農地および農地周辺環境の管理を徹底する必要性が繰り返し指摘はされていた。しかし、そのような生息地管理・農地環境管理が実施されることはほとんどない。これに関連する研究はいくつかなされておき、野生動物の生息状況(生息密度・生息地利用パターン・妊娠率など)と生息環境(植生・人間の土地利用など)、被害対策(捕獲数・柵の設置距離など)、そして農業被害の関係について、ある程度の分析がなされている(-)。しかし、具体的にどの程度の規模(空間範囲・面積)でどのような管理を実施すれば効率的に被害を軽減できるのかについては明らかではない。このことが生息地管理・農地環境管理が広まっていけない理由の一つと言えるだろう。

管理する空間範囲を広げれば広いほど被害軽減効果は大きくなるはずである。しかし、被害対策の現場では予算も労力も限られており、広範囲を管理することは難しい。従って、被害軽減に最も効率的な範囲を特定しておくことが重要である。そのためには、個々の農地について被害状況や対策、農業経営の現状、周辺環境、その農地近辺における野生動物の生息状況などの情報をきめ細かく収集し、分析する必要がある。しかしながら、それらの知見は未だ乏しいままである。

個体数管理が強化されてきた一方で、駆除に頼らず農業被害を抑制してきた地域・集落もあることが解ってきた()。そうした集落における被害対策や野生動物の生息状況を分析すれば、真に有効な被害対策を見つけ出せる可能性があるだろう。そこで本研究では、そのような集落において調査を行い、従来型の加害獣を減らすという個体数管理ではなく、被害自体を減らす「被害管理」に有効な

対策を模索することにした。

2. 研究の目的

野生動物の駆除をあまり実施していないにもかかわらず、比較的、農業被害を抑制している集落、およびその周辺の集落を含めた地域を対象に、農地ごとの野生動物の生息状況、周辺の土地利用や植生、被害対策、農業経営に関する情報を収集する。そして、野生動物の被害強度に影響を及ぼす環境要因・社会的要因を分析する。さらに、被害強度に関連性の高い空間的範囲を明らかにし、被害軽減に最も効率的な管理の範囲を推定する。

3. 研究の方法

鹿児島県・屋久島町ではシカ・サル・ヒヨドリが農業被害をもたらす主な加害動物である。南部のH地区では他の地区と比べてシカやサルの駆除をあまり行ってこなかったが、それらの動物による農業被害が比較的少なかった。そこで、この地区および隣接するO地区を調査対象とした。これらの地区の農家 67 世帯から合計 285 カ所の農地の被害状況と経営状況を聞き取った。各農地の被害強度は加害動物種ごとに、被害が全く無い(0点)、被害がほとんど無い(1点)、生産量に影響しない程度の被害がある(2点)、年により生産量に影響する被害がある(3点)、ほぼ毎年、生産量に影響する被害がある(4点)の5段階に分けた。個々の農地の面積を地理情報システム(GIS)を用いて計測し、さらにその重心の位置を算出した。

調査地域をくまなく廻り防獣柵の設置場所を調べた。柵の高さは 2m 前後が多かったが、素材・形状および状態は様々だった。電気柵もあったが明らかに機能していないと思われるものもあった。柵の位置はGISに入力した。調査地域全体の土地利用や植生については環境省のGISデータを利用した。そして、各農地の重心から半径 100m、200m、400m、800m のバッファをGIS上で作り、その範囲の広葉樹面積割合、農地面積割合、防獣柵長を算出した。

農業被害が多く発生する冬季において、シカおよびサルの生息密度分布を調べるため、山林も含め調査地区周辺 85 カ所に自動撮影カメラを設置した。また、ヒヨドリについては定点を 74 カ所設け、各地点で 4 回ずつ観察を行った。調査地点ごとの撮影率・発見数をもとに空間補完法(IDW)を用いて、各農地の重心における動物密度指数を推定した。今回の分析には 2016 年から 2017 年にかけての冬季データを用いた。

各加害動物の被害強度を説明する要因は、動物生息密度指数、農家の農業従事者数、今後の営農予定(10年以内に離農するか否か)、各農地の面積、バッファ内の総防獣柵設置長、バッファ内の広葉樹林面積割合、農地面積割合とした。一般化線形混合モデル(GLMM)を用い、これらの要因が被害強度に

与える影響について検証した。ただし、広葉樹林面積割合と農地面積割合には共線性があったので、他の5要因にこれらのどちらか一方を加えた6変数のセットを二組作り、それぞれの組を用いて、バッファサイズごとに二つのモデルを作った。なお、この地域の農地は概ね柑橘類などの果樹とイモ類などの畑作に分けられるが、それぞれ加害動物からの被害の受け方が異なっている。そこで、モデルには作物(果樹・畑作)をランダム要因として組み込んだ。また、同じ農家世帯が複数の農地を耕作していることが多いため、農家もランダム要因に加えた。4つのバッファサイズの中で、最もAIC値の小さなモデル(被害強度を最も良く説明するモデル)があったバッファサイズをベストスケールとした。ベストスケールは各農地からどの程度離れた範囲の環境要因が被害強度に最も影響しているかを表すものである(-)。このことは、その範囲の環境を管理することが効率的な被害軽減につながることを意味している。そして、最もAICが小さかったモデルにおける各要因の係数と有意性から、被害強度に影響する要因を検討した。

さらに地区の違いが被害強度に影響するかを検討するため、有意差があった要因に加え地区を要因としたモデルを作成し、地区の効果の有意性を確認した。ただし、地区と他の要因との間に共線性があった場合には、その要因をオフセット項として加え、その影響を除いて地区の効果の評価した。

4. 研究成果

図1-3に農地ごとの各動物種による被害強度を示した。色のついていない農地について農家から聞き取りを行った。被害強度は薄い灰色から黒までの5段階の濃淡で表した。白色部分の大半は農地以外の場所だが、聞き取りができなかった農地も含まれている。黒線は地区境界と海岸を示す。青線は防獣柵の位置である。

シカによる被害強度は海岸に近い農地で高く、これに対し、サルでは山側(図の上方)で高い傾向にあった。一方、ヒヨドリの被害強度は農地全体にまんべんなく広がっているようだった。

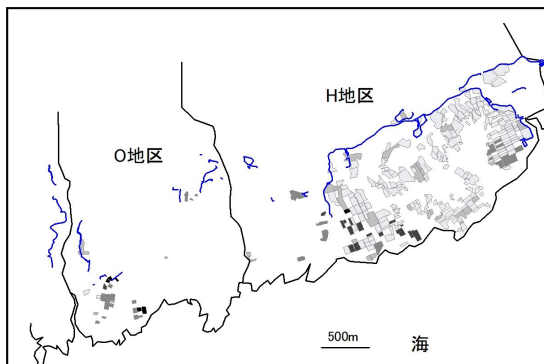


図1 シカの被害強度

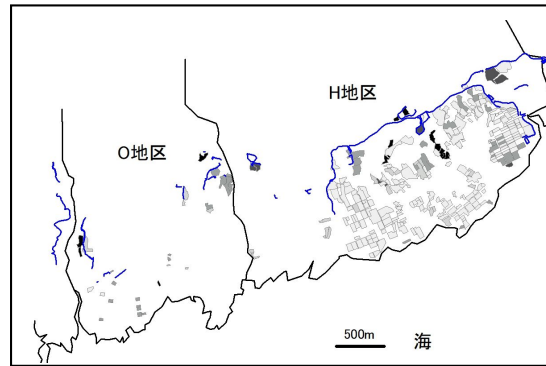


図2 サルの被害強度

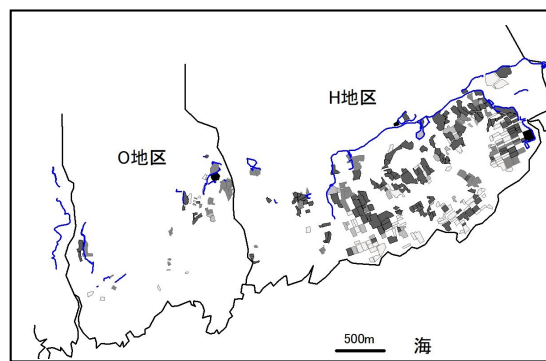


図3 ヒヨドリの被害強度

図4-6は空間補完法によって推定された各動物種の生息密度分布を示している。色が濃くなるほど生息密度が高い。なお、地図中の赤点はカメラ設置地点(85カ所)およびヒヨドリの調査定点(74カ所)である。

シカの生息密度は山側で高いが、調査地域の中央部では海岸近くでも、やや高かった。サル密度はほぼ山側だけで高かった。ヒヨドリは調査地域全体に比較的均一に広がっていたが、山側で特に高い場所がいくつか見られた。

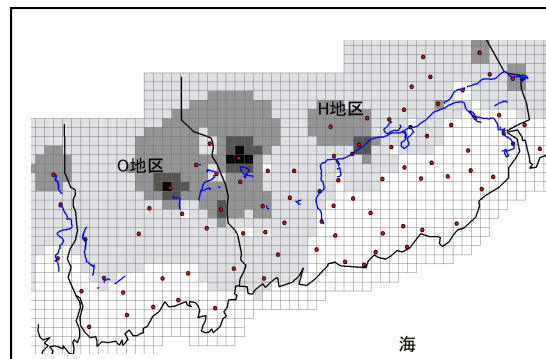


図4 シカの生息密度分布

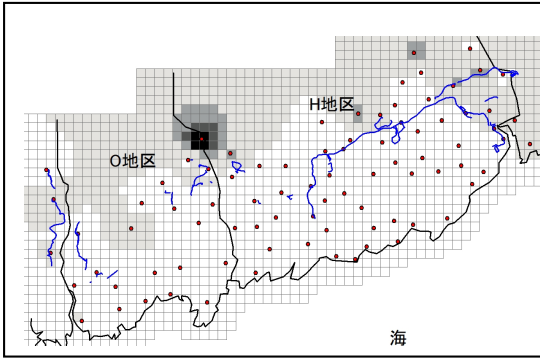


図5 サルの生息密度分布

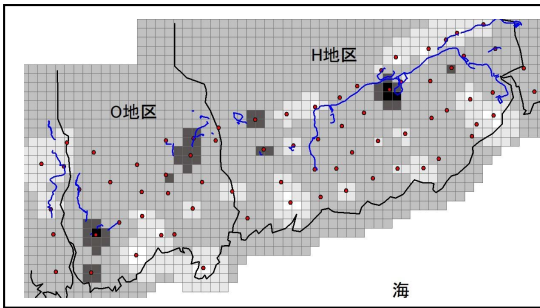


図6 ヒヨドリの生息密度分布

図1-6の空間データと農家からの聞き取り情報をもとに、各動物種による被害強度に影響する要因をGLMMで検討した。まず、どの程度の範囲の環境が被害強度に強く関連するかを、各バッファサイズにおけるモデルのAIC値(二つのモデルのAIC値のより小さい値)を用いて検討した(表1)。シカでは農地の重心から半径800m以内のAIC値がもっとも小さく、この範囲の環境要因が被害強度を良く説明できるベストスケールと考えられた。ただし、今回は半径800m以上のバッファサイズについては検討できなかった。従って、シカの被害強度はそれ以上の範囲の環境により強く影響を受けていた可能性がある。一方、サルとヒヨドリ被害強度については農地の重心から半径200mがベストスケールとなっていた。

表1 各動物種の被害強度に関する一般化線形混合モデルのAIC値

動物種	空間スケール(各農地からの半径)			
	100m	200m	400m	800m
シカ	405.0	403.4	395.4	393.8
サル	500.3	493.2	494.8	517.0
ヒヨドリ	852.4	850.1	853.4	853.9

最も低いAIC値を太字で表した

次に、最もAIC値が低かったモデルの結果を表2-4に示す。シカについては半径800m以内の広葉樹林面積割合が高いほど、そして当該農地の面積が広がるほど被害強度が

高く、防獣柵の総延長距離が長いほど被害強度が低くなる傾向にあった。このことからシカ被害を軽減するには、少なくとも周囲800mの広葉樹林の管理や防獣柵の設置が有効であることが示唆された。また、個々の農地面積が狭い方が被害強度が低くなる可能性があった。

表2 シカ被害強度に関する各要因の係数

要因	係数	標準誤差
切片	-2.7335	1.040 **
生息密度	0.5333	3.940
従事者数	-0.0505	0.150
営農予定(10年以下or超)	-0.1456	0.427
半径800m以内の広葉樹面積割合	4.3983	1.270 ***
半径800m以内の防獣柵長	-0.0003	0.000 *
当該農地の面積	0.0001	0.000 *

+, p < 0.1; *, p < 0.05; **, p < 0.01; ***, p < 0.001

H地区とO地区では地域社会としての被害対策の体制が異なっていることが聞き取り調査から解った。H地区では産業に占める農業の比重が高いこともあり、農家以外の区民も含め地区ぐるみで防獣柵の維持管理作業を行っている。そこで、地区による被害強度が異なるかを検討するため、有意差があった広葉樹面積割合・防獣柵長・農地面積に加え、地区を要因とするモデルを作り、地区の効果を検証した。ただし、地区と広葉樹面積割合には共線性が見られた。そこで、広葉樹面積割合をオフセット項として、その効果を補正した。その結果、O地区に比べてH地区では被害強度が低かったことが示された。ただし、H地区とO地区には環境条件にも差があるため、より詳細な分析・検討を行い、地域の社会的要因によって被害強度の違いが生じたのか、慎重に検討していく必要がある。

サルの被害強度については半径200m以内の農地面積割合が高いと低下することが解った。農地のような開けた場所の中心にはサルは侵入しにくいのかもかもしれない。一方で、当該農地の面積が広いほど被害強度が高くなる傾向があった。これまで指摘されてきたように、サルの生息密度と被害強度には関連性が見られなかった。地区による被害強度の違いも検出されなかった。

表3 サル被害強度に関する各要因の係数

要因	係数	標準誤差
切片	0.4208	0.514
生息密度	-26.2120	27.700
従事者数	0.0240	0.148
営農予定(10年以下or超)	0.0028	0.409
半径200m以内の農地面積割合	-3.7139	0.608 ***
半径200m以内の防獣柵長	5.8766	0.000
当該農地の面積	0.0001	0.000 +

+, p < 0.1; *, p < 0.05; **, p < 0.01; ***, p < 0.001

ヒヨドリの被害強度は半径 200m 以内の防獣柵長が長いと高まることが示された。防獣柵はヒヨドリの移動を妨げるとは考えられない。しかし、人間が農地に容易に近づくことができなくなるため、ヒヨドリの安心感が高まるのかもしれない。なお、ヒヨドリについても地区による被害強度の違いは検出されなかった。

表4 ヒヨドリ被害強度に関する各要因の係数

要因	係数	標準誤差
切片	0.0205	0.3951
生息密度	-0.0447	0.0586
従事者数	0.2714	0.0779
営農予定(10年以下or超)	-0.1578	0.1703
半径200m以内の農地面積割合	0.3607	0.2477
半径200m以内の防獣柵長	0.0004	0.0002 *
当該農地の面積	0.2754	0.1476 +

+ , p < 0.1; * , p < 0.05; ** , p < 0.01; *** , p < 0.001

ヒヨドリの定点調査の際には、定点直近の農地の状態も記録していた。そこで、ヒヨドリ発見数と果樹園の状態についても分析を行った。地区と果樹園周囲の防風林の高さ、調査時における果樹の有無、果樹に被害対策されているかなどの要因が、ヒヨドリ発見数に及ぼす効果を GLMM に組み込んで分析した。なお、各定点で4反復の観察を行ったので定点をランダム要因とした。その結果、地区の影響のみが検出され、H地区でヒヨドリがより少なかったことが示された。2017年はこの数年の中ではヒヨドリが比較的少なく、果樹園の状況と明瞭な関係性を見出すのが難しかったのかもしれない。

本研究により、動物種ごとに被害を効率的に軽減するために管理が必要となる環境要因とその空間範囲が示唆された。ただし、本研究期間内には農業経営(農家年齢・生産量・年間営農日数など)や被害対策(対策コスト・対策にかかる日数など)などの要因について十分に検討を加えることができなかった。また、環境要因についても、より多角的な解析が必要と思われた。今後とも被害強度に影響する要因の特定のために、分析を継続していく予定である。

<引用文献>

- 揚妻直樹 (2006) 野生動物の管理と保護。「フィールド科学への招待」。北海道大学北方生物圏フィールド科学センター編。三共出版。東京。pp.98-108.
- 揚妻直樹 (2013) シカの異常増加を考える。生物科学 65: 108-116.
- 鳥居春己 (1989) 野生鳥獣の管理における有害駆除の問題点。生物科学 41: 125-129.
- 鹿児島県 (2013) 「鳥獣管理の将来ビジョン」。35pp. 鹿児島市。

森野真理・小池文人 (2006) 猿害の空間パターンによるリスク評価。保全生態学研究 11:43-52.

高田まゆら・鈴木牧・落合啓二・浅田正彦・宮下直 (2010) 景観構造を考慮したニホンジカによる水稻被害発生機構の解明とリスクマップの作成。保全生態学研究 15: 203-210.

Agetsuma N., Koda R., Tsujino R., Agetsuma-Yanagihara Y. (2015) Effective spatial scales for evaluating environmental determinants of population density in Yakushima macaques. American Journal of Primatology 77: 152-161.

Agetsuma N., Koda R., Tsujino R., Agetsuma-Yanagihara Y. (2016) Impact of anthropogenic disturbance on the density and activity pattern of deer evaluated with respect to spatial scale-dependency. Mammalian Biology 81: 130-137.

南日本新聞 (2014) 捕獲頼み脱却：新たな視点で鳥獣対策。6月13日付け20面。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計 1 件)

Agetsuma N., Koda R., Tsujino R., Agetsuma-Yanagihara Y. (2016) Impact of anthropogenic disturbance on the density and activity pattern of deer evaluated with respect to spatial scale-dependency. Mammalian Biology 8: 130-137. 査読あり
DOI:10.1016/j.mambio.2015.09.005

[学会発表](計 3 件)

揚妻直樹 (2017) ヤクシカは屋久島でどのように暮らしてきたのか? 屋久島学ソサエティ第5回大会。

揚妻直樹 (2016) 「どんな自然生態系をどうやって守るか考えよう」。第32回日本霊長類学会大会公開シンポジウム「自然と共生する地域社会を目指して」。

揚妻直樹・揚妻-柳原芳美 (2015) 屋久島西部地域におけるヤクシカ研究の発展性 - 長期調査&個体識別&行動観察 - 野生動物研究センター・共同利用研究会 2015.

[図書](計 5 件)

揚妻直樹・持田浩治・揚妻-柳原芳美・西川真理 (印刷中) 野生動物の生息空間としての農地周辺環境評価と環境管理による農業被害防除の可能性 2. 2017年度京都大学野生動物研究センター年報 10.

揚妻直樹 (2018) ヤクシカの謎。屋久島ヒトメクリ16: 27-29.

揚妻直樹・持田浩治・揚妻-柳原芳美・西川真理 (2017) 野生動物の生息空間としての農地周辺環境評価と環境管理による農業被害防除の可能性。2016年度京都大学野生動物研究センター年報 9: 76.

揚妻直樹 (2016) ディア・アイランド「屋久島」.屋久島ヒトメクリ15: 18-19.

揚妻直樹 (2016) どんな自然生態系をどうやって守るか考えよう.「自然と共生する地域社会を目指して」pp5-6. 第32回日本霊長類学会大会事務局.

6 . 研究組織

(1) 研究代表者

揚妻 直樹 (AGETSUMA, Naoki)
北海道大学・北方生物圏フィールド科学センター・准教授
研究者番号： 6 0 2 8 5 6 9 0

(2) 連携研究者

持田 浩治 (MOCHIDA, Koji)
慶応義塾大学・経済学部・助教
研究者番号： 6 0 5 8 3 4 7 4

(3) 研究協力者

揚妻 - 柳原 芳美
(AGETSUMA-YANAGIHARA, Yoshimi)
Waku Doki サイエンス工房・代表

西川 真理 (NISHIKAWA, Mari)
京都大学・霊長類研究所・研究員