

都市部に生息するハクビシン (*Paguma larvata*) による  
生息地利用の季節変化に関する研究

Seasonal changes in habitat use of masked palm civets (*Paguma larvata*)  
in urban areas

2023年3月

岩手大学大学院連合農学研究科

地域環境創生学専攻 地域資源・環境管理学連合講座

福島良樹

## 目次

序章	1
I. 研究の背景	1
II. ハクビシンの生態に関する既往研究	3
1. ハクビシンの基礎情報	3
2. ねぐら利用とその季節変化について	3
3. 行動圏とその季節変化について	5
III. 本研究の目的	6
第1章 ハクビシンの休息行動およびその季節変化	8
第1節 休息行動の変化とその要因	8
I. はじめに	8
II. 方法	10
1. 調査地	10
2. ハクビシンの捕獲	12
3. GPS の測位スケジュールおよび測位成功率の算出	13
4. 測位成功率の変化	14
(1) 測位成功率の時間帯による変化	15
(2) 測位成功率の季節による変化	15
(3) 測位成功率の天候による変化	16
(4) 測位成功率の気温および日照時間による変化	16
III. 結果と考察	17
1. ハクビシンの捕獲	17
2. 取得した測位成功データ数	18
3. 測位成功率の時間帯による変化	18
4. 測位成功率の季節による変化	19
5. 測位成功率の天候による変化	20
6. 測位成功率の気温および日照時間による変化	20
IV. 小括	21
図表	23
第2節 ねぐら利用およびその季節変化	33
I. はじめに	33
II. 方法	35
1. 調査地と捕獲個体	35
2. ねぐらの位置の特定と分類	36
3. ねぐらと水域および緑地との距離に関する解析	37
4. ねぐらの選択性と季節別の利用パターンに関する解析	39

(1) 建築物の分類とねぐらの選択性.....	39
(2) 季節別のねぐらの利用パターン.....	40
III. 結果.....	41
1. ねぐらの位置の特定と分類.....	41
2. ねぐらと水域および緑地との距離に関する解析.....	43
3. ねぐらの選択性と季節別の利用パターンに関する解析.....	43
(1) 建築物の分類とねぐらの選択性.....	43
(2) 季節別のねぐらの利用パターン.....	44
IV. 考察.....	45
(1) 全期間を通じたねぐら利用.....	45
(2) ねぐら利用の季節変化.....	47
V. 小括.....	48
図表.....	50
第2章 ハクビシンの行動圏と移動阻害要因.....	59
第1節 行動圏とそれを規定する要因.....	59
I. はじめに.....	59
II. 方法.....	60
1. 調査地と追跡個体.....	60
2. GPS の測位スケジュールと GPS データの選別.....	61
3. 行動圏の算出.....	61
4. 道路・線路・河川による移動阻害効果の解析.....	62
III. 結果.....	64
1. GPS 首輪による測位と GPS データの選別.....	64
2. 行動圏の面積および既往研究との比較.....	65
3. 道路・線路・河川による移動阻害効果の解析.....	67
IV. 考察.....	69
1. 行動圏の面積および既往研究との比較.....	69
2. 道路・線路・河川による移動阻害効果の解析.....	71
V. 小括.....	72
図表.....	73
第2節 行動圏内部での土地選択性.....	80
I. はじめに.....	80
II. 方法.....	81
1. 調査地およびハクビシンの捕獲.....	81
2. 用途地域に対する選択性の解析.....	82
3. 土地被覆状況およびその連続性に対する選択性の解析.....	83

4. GPS データと水路との距離の解析 .....	84
III. 結果.....	85
1. 用途地域に対する選択性の解析.....	85
2. 土地被覆状況およびその連続性に対する選択性の解析.....	87
3. GPS データと水路との距離の解析 .....	87
IV. 考察 .....	88
1. 用途地域に対する選択性の解析.....	88
2. 土地被覆状況およびその連続性に対する選択性の解析.....	89
3. GPS データと水路との距離の解析 .....	90
V. 小括.....	90
図表 .....	92
第3章 ハクビシンの行動の季節変化.....	98
第1節 行動圏の季節変化.....	98
I. はじめに .....	98
II. 方法.....	99
1. 調査地およびハクビシンの追跡調査.....	99
2. 季節別の行動圏の算出.....	99
3. 1日あたりの行動圏の算出.....	100
III. 結果.....	100
1. 季節別の行動圏の算出.....	100
2. 1日あたりの行動圏の算出.....	101
IV. 考察 .....	102
V. 小括.....	103
図表 .....	104
第2節 高頻度利用地点の季節変化.....	107
I. はじめに .....	107
II. 方法.....	109
1. 調査地およびハクビシンの追跡調査.....	109
2. 高頻度利用地点の算出と現地調査.....	109
3. GPS データによるサクラ果実の利用の検証 .....	110
III. 結果.....	111
1. 高頻度利用地点の算出と現地調査.....	111
2. GPS データによるサクラ果実の利用の検証 .....	112
IV. 考察 .....	113
V. 小括.....	114
図表 .....	116

第4章 総合考察 .....	119
I. 各章節のまとめと生息地利用に関する総合考察 .....	119
II. 既往研究との比較 .....	122
III. 都市部における被害対策に関する提案 .....	124
図表 .....	128
要約 .....	130
謝辞 .....	133
参考文献 .....	135

## 序章

### I. 研究の背景

ハクビシン (*Paguma larvata*) は食肉目ジャコウネコ科の動物であり、中国を始め東南アジアに広く分布している (増田 2017)。日本では昭和 20 年代初頭に四国, 静岡県, 山梨県, 福島県にまばらに分布していたが, 徐々に分布域を拡大し, 現在ではほぼ全国に生息している (農林水産省 2018)。本種は国内で化石が発見されていないことと分布の不連続性に加え, 遺伝子分析から少なくとも日本に生息しているハクビシンの一部は台湾を起源としている (Masuda et al. 2010) ことが判明したことから, 「甚大な被害が予想されるため, 対策の必要性が高い」と判断された動物が該当する重点対策外来種に指定されている (自然環境研究センター 2019)。本種は特に果実を好む雑食性であることから農作物被害を引き起こす (農林水産省 2018) が, 家屋に侵入した場合は足音や鳴き声などの騒音や排泄物による悪臭および害虫の発生といった生活環境被害を引き起こす (環境省 2018)。さらに, 家屋への侵入を放置した場合は天井裏からの排泄物の浸出だけでなく天井板の落下といった被害を引き起こし (岩間・金子 2019), 社寺や指定・登録文化財への被害が, 山間地だけでなく市街地においても発生している (米島ほか 2018)。また, 本種は疥癬を引き起こすヒゼンダニ (*Sarcoptes scabiei*) といった寄生虫のほか, 重症熱性血小板減少症候群 (SFTS) を引き起こす SFTS ウイルスやサルモネラ症を引き起こす *Salmonella enteritidis* といったウイルスや細菌を保有することがある (Ninomiya et al. 2003 ; 前田 2016 ; 李ほか 2008) ため, 本種が家屋に侵入することは衛生面からも問題である。

ハクビシンの分布は, 岩手県においても拡大傾向にある。2002 年度の調査では県内で本

種の生息は確認されなかったが、2017年度時点では県の広範囲で生息が確認されている（環境省自然環境局生物多様性センター 2018）。岩手県のほぼ中央に位置し、県庁所在地である盛岡市の都市部でも近年本種が目撃されている（盛岡市 2022）ことから、本種は岩手県の都市部でも定着しつつあると考えられる。静岡県に生息するハクビシンは廃屋をねぐらとして利用している（鳥居 1993）ほか、残飯や人家の庭に植栽されている樹木の果実（鳥居・手塚 1996）を食物資源として利用している。これらのことや、東京都の区部が本種の生息にとって適した環境である可能性が示されている（岩間・金子 2019）ことから、自然的環境が農村部と比較して少ない都市部であっても柔軟に環境に適応して生息していることが考えられる。人口密集地である都市部に生息する野生動物は人間との接点が多いため軌轢を生じやすい一方、都市部には多様な価値観が存在するため一貫した対応が困難である（江成 2019）。野生鳥獣による農作物被害への対策を実施する際には地域ぐるみの取り組みが推奨されている（農林水産省 2009）が、都市部での被害対策はほぼ個人に任せられているのが現状である（盛岡市 2018）。被害対策として本種の増加と分布拡大を抑制するには、本種が生息しにくい環境づくりを検討する必要があるが、農村部と都市部のように環境が異なる場合では動物の生態が異なる可能性が指摘されている（斎藤 2019）。そのため、野生動物への適切な被害対策を実施するためには、まずその地域における動物の生態を明らかにする必要がある（山本 2017）。特に、行動圏の内部をどのように利用しているかを解明することは野生動物管理を実施する上で必須な情報となるため、食物やねぐらなどの資源量やその分布状況および動物によるそれらの利用状況を知る必要がある（土肥 1991）。

## Ⅱ. ハクビシンの生態に関する既往研究

### 1. ハクビシンの基礎情報

ハクビシンは細長い胴体と短い四肢を有する中型哺乳類であり、雌雄ともに体重が 3 kg、頭胴長が 50 cm、尾長が 40 cm、後足長が 8 cm 程度である (Torii 2015)。本種は夜行性の樹上生活者であり、縄張り意識は無いと言われている (Torii 2015)。本種は通年で出産し、産子数は 2 頭から 4 頭であり、生後約 20 ヶ月で初めて発情する (Torii 2015)。野生下での寿命は報告されていないが、飼育下では 15 年程度である (Torii 2015)。本種の食性は果物を中心とした雑食であり、節足動物や鳥類、生ゴミなどを日和見的に選択している (Torii 2015)。本種は生活環境に対する適応力が高く、本州と四国において急激に分布が拡大している (増田 2017)。

### 2. ねぐら利用とその季節変化について

ハクビシンは食物資源の近くのねぐらを利用し (古谷 2009)、ねぐらの周辺に存在する食物資源の状況に応じて利用するねぐらを変更することが指摘されている (鳥居 1993)。このことから、ねぐらの利用状況を解明することは本種の生態を考察する上で重要であると言える。本種はもともと樹洞をねぐらとして利用していた (農林水産省 2018) ことから樹洞のように狭い空間はねぐらとして利用できると考えられ、このような環境要素は都市部に無数に存在する。本種はねぐらとして建築物を利用することが多いと言われており (農林水産省 2018)、例えば、静岡県の住宅地に生息する個体が約 1 ヶ月間にわたり同じ空き家の天井裏をねぐらとして利用した可能性が指摘されている (鳥居 1993)。そのため、都市部に生息するハクビシンは建築物をねぐらとして多く利用していると考えられる。その一方、静岡



県の都市郊外に生息するハクビシンは樹林地や建築物など多様な場所をねぐらとして利用しており（鳥居・大場 1996）、生息する環境により利用するねぐらが異なる可能性が考えられる。被害対策を実施する上で、ねぐらとなる建築物を本種に利用されないよう管理することは重要であり（江口 2013a）、そのためにはねぐらの利用実態を解明する必要がある。また、捕獲は本種の被害防止対策を実施する上で重要である（農林水産省 2008）が、一般に、鳥獣の錯誤捕獲（非意図的に目的と異なる鳥獣を捕獲すること）を防ぐためには動物の生態を熟知し、設置時期などを考慮することが必要である（大日本猟友会 2020）。

鳥居・大場（1996）は、調査個体の12月から翌年2月までの主な行動がねぐらとして利用している物置周辺での探索のみであったこと、Seki and Koganezawa（2010）は、山林に生息するハクビシンの行動活性は冬期になると低下することを報告している。また、福島・原科（2019）は、農村部に生息するハクビシンの捕獲調査において、冬期は多数の個体がねぐらとして利用していた特定の廃屋の周辺でのみ捕獲できたことを報告している。以上のことから、冬期は本種の行動活性が低下し、同じねぐらを繰り返し利用している可能性が考えられる。このように本種のねぐら利用および行動活性は季節と関係があるものと予想されるが、これらの季節変化について着目した研究は少ない。一方、天候が野生動物に与える影響については、林内に生息する野生動物のカメラトラップ調査において動物が強い雨を避けて行動していた可能性が指摘されている（村木・安藤 2018）。また、飼育下のニホンカモシカ（*Capricornis crispus*）が降雨を避けて行動しているとの報告（千葉 1966）からも、林内と異なり緑地が少ない都市部に生息するハクビシンの行動には季節だけでなく天候も影響する可能性が考えられるが、その実態は不明である。

### 3. 行動圏とその季節変化について

都市部に生息するハクビシンの行動圏に関する研究は少なく、不明な点が多い。都市部に多く存在する道路や鉄道などの線形の社会基盤は野生動物の生息地分断化の主たる要因であり（園田ほか 2011）、例えば台湾の農村部に生息するベンガルヤマネコ（*Prionailurus bengalensis chinensis*）（Chen et al. 2016）や米国ノースカロライナ州の国有林に生息するアメリカクロクマ（*Ursus americanus*）（Brody and Pelton 1989）の行動圏は道路により制限されていることが報告されている。ハクビシンは森林の孤立化の影響を受けにくく（園田・倉本 2008）、交通量の多い地点においても撮影頻度が高いことから交通の影響を受けにくい種であると言われている（岩澤ほか 2021）が、道路の横断実態に関する研究は少なく、線形の社会基盤によりどの程度移動が阻害されているかは知見に乏しい。また、山形県の農村部に生息するハクビシンは緑地だけでなく住宅地などの人工構造物も利用しており（Toriyabe et al. 2022）、本種は都市部のような人為的土地利用が優占する地域においても環境に順応し生息することが可能である（園田ほか 2019）。一方、岩手県盛岡市の農村部に生息するハクビシンは住宅から遠く、針葉樹林から近い場所で捕獲される傾向にある（福島・原科 2019）ため、土地利用が本種の行動に影響しているものと考えられるが、これについても不明な点が多い。

冬期の静岡県都市郊外においてねぐら周辺の狭い範囲のみを行動する個体が観察されている（鳥居・大場 1996）ほか、タイ王国の熱帯林（ケーンクラチャン国立公園）に生息する個体の行動圏の面積が雨季と乾季で変化する（Grassman 1998）ことから、ハクビシンの行動パターンには季節変化があるものと考えられる。しかし、日本国内において同一個体

の行動を通年で追跡した例は栃木県の高標高域に生息するオス 1 頭を対象とした報告 (Seki and Koganezawa 2010) がある程度であり、本種の行動圏および生息地の利用状況の季節変化には不明な点が多い。特に、冬期における本種の行動圏は狭い (鳥居・大場 1996 ; Seki and Koganezawa 2010) ことと、中国湖北省の自然保護区に生息するハクビシンは食物資源の有無により行動する場所を変える (Wang et al. 2009) ことから、冬期は食物資源周辺の狭い範囲を中心に行動するものと考えられる。冬期に収穫残渣などの食物資源が存在することは、本来なら餓死するはずだった個体の生存に繋がる (江口 2013b) ため、本種の個体数増加を抑制するためには、このような食物資源は可能な限り除去するべきであると言える。しかし、本種の食物資源の利用実態には不明な点が多く、効果的な食物資源の除去を進めるためにはその利用実態を解明する必要がある。

### Ⅲ. 本研究の目的

以上を踏まえ、本論文では都市部に生息するハクビシンの生息地利用に関する基礎的知見の獲得および既往研究で報告されている本種の生態との比較を目的とした。そのために、第 1 章では休息行動の季節変化に着目した。第 1 節では GPS 測位成功率を指標として用いた行動活性度の季節変化について、また第 2 節ではねぐらの利用実態の季節変化について明らかにした。第 2 章では全期間を通じた行動圏に着目した。第 1 節では行動圏とそれを規定する要因について、第 2 節では行動圏内部での生息地利用状況とその要因について明らかにした。第 3 章では行動圏と生息地利用の季節変化に着目した。第 1 節では行動圏の季節変化について、第 2 節では高頻度利用地点の季節変化と食物資源の関係について明ら

かにした。最後に第 4 章では各章において解明した都市部に生息するハクビシンの生態を整理し、既往研究で判明している他地域での生態と比較した。さらに、これらの結果を踏まえて、本種による被害対策に向けた考察を行った。

## 第1章 ハクビシンの休息行動およびその季節変化

### 第1節 休息行動の変化とその要因

#### I. はじめに

野生動物の行動パターンには日照時間や気温などの気象状況や他種との競合など多くの要因が影響しており、行動パターンの変化を把握することは野生動物管理を実施する上で重要な情報になる (Ikeda et al. 2016). カメラトラップを用いた山形県鶴岡市にある森林および農耕地での研究 (渡部・斎藤 2022) および中国四川省にある岷山 (Minshan) 山脈での研究 (Bu et al. 2016) は、ハクビシンが通年で夜行性であり、冬期では撮影回数が減少したことを報告した。東京都町田市 (高崎ほか 2016)、石川県白山市 (遠藤・北村 2014)、愛知県知多市 (藤井ほか 2016)、東京都府中市 (長光・金子 2017) および神奈川県横浜市 (渡部ほか 2019) での研究では、本種は主に夜間に撮影された。しかし、カメラトラップ調査は撮影範囲に入った動物を撮影するため、個体の単位時間あたりの移動距離が短い場合は撮影確率が減少する (本郷 2018)。このことから、カメラトラップ調査では、日中や冬期になると本種の単位時間あたりの移動距離が減少する傾向にあることは説明できるものの、個体が行動する狭い範囲における行動活性を判断することは困難であると言える。ラジオテレメトリー法を用いた追跡調査では、静岡県および栃木県に生息するハクビシンは冬期になると行動範囲が狭くなる (鳥居・大場 1996 ; Seki and Koganezawa 2010) 一方、中国湖北省に生息するハクビシンの月別の行動活性には差が見られない (Zhou et al. 2014) ことが

報告されている。また、Seki and Koganezawa (2010) は季節や時間帯により 1 時間あたりの移動距離が異なることを報告したが、行動活性が変化する時間帯は報告により異なっており (Rabinowitz 1991 ; 古谷 2009 ; Zhou et al. 2014), 本種の行動活性と季節および時間帯の関係には不明な点が多い。

飼育下のシリアンハムスター (=ゴールデンハムスター, *Mesocricetus auratus*) や九州地方に生息するニホンアナグマ (*Meles anakuma*) の冬眠には気温ではなく日照時間が影響している (椎名ほか 2007 ; 船越・松元 2018)。ハクビシンでも飼育下の個体が 12 月上旬に気温が 4°C になった時は冬眠しなかった一方、気温が 8°C から 10°C であった 12 月下旬に冬眠したことから、気温以外の要因が冬眠に影響している可能性が指摘されている (Kang et al. 1997)。また、神奈川県でのカメラトラップ調査 (村木・安藤 2018) では中型哺乳類が強い雨を避けて行動していた可能性が指摘されているほか、タイ王国のファイカケン野生生物保護区での追跡調査 (Rabinowitz 1991) では、ハクビシン、コジャコウネコ (*Viverricula indica* [=*V. malaccensis*]), パームシベット (*Paradoxurus hermaphroditus*) およびインドジャコウネコ (*Viverra zibetha*) の行動圏や行動活性が降雨により低下した。渡部ほか (2019) は、タヌキ (*Nyctereutes procyonoides*) は通常夜行性であるが、曇りや雨など薄暗い天候である場合は日中でも撮影されることを報告している。中型哺乳類ではないが、野ネズミ類や飼育下のニホンカモシカは降雨を避けて行動している (高中ほか 2015 ; 千葉 1966)。これらのことから、ハクビシンの行動には季節だけでなく天候も影響する可能性が考えられるが、本種の行動と外部環境との関連について調査した例は皆無であり、本種の行動活性が低下する要因には不明な点が多い。

GPS を用いたテレメトリー追跡（以下，GPS テレメトリー法）は降雨などの天候に影響されずに追跡調査が可能であり（鈴木ほか 2000），測位精度は降雨時でもほぼ変わらない（山本ほか 2004；内山・佐野 2009）が，GPS 衛星と GPS 受信機の上に遮蔽物がある場合は測位できない（山本ほか 2004）．浪花（2015）は北海道に生息するアライグマ（*Procyon lotor*）に装着した GPS 首輪のデータ取得率が冬期に低下することを解明し，この理由として追跡個体が冬期になるとより長い時間をねぐらなどの遮蔽物の下で過ごすようになる可能性を指摘した．大谷ほか（2005）は，大阪府に生息するニホンジカ（*Cervus nippon*）は悪天候時に遮蔽物の下に避難するため装着した GPS 首輪の測位成功率が低下する可能性を指摘した．ハクビシンでも同様に GPS 首輪の測位成功率に着目することで季節や天候による遮蔽物の利用状況の変化を解明できるものと考えられるが，GPS テレメトリー法を用いた本種の追跡調査は皆無であり，その実態は不明である．

以上のことから，本節では GPS テレメトリー法で得られた測位成功率に着目することで，時間帯と季節および天候が都市部におけるハクビシンの休息行動に与える影響を解明した．

## II. 方法

### 1. 調査地

岩手県の県庁所在地である盛岡市は人口が 28.7 万人（2022 年 3 月現在），年間平均気温が約 11°C で冷温帯に属している（盛岡市 2021a）．都市部は東西の山林に挟まれた標高約 130 m の盆地の中心部にあり，その周辺には里山的環境が広がっている．調査地は盛岡市の人口集中地区であり，ハクビシンの生息が確認されている大慈寺町周辺（東経 141 度 9 分 36 秒，

北緯 39 度 41 分 38 秒. 以下, 大慈寺地区) と上堂および安倍館町周辺 (東経 141 度 7 分 26 秒, 北緯 39 度 43 分 7 秒. 以下, 上堂地区) とした (図 1-1-1, 図 1-1-2). なお, 詳細は第 3 章第 1 節で述べるが, 大慈寺地区に生息していた個体が調査の途中で大慈寺地区を離れ, 近隣の本宮と仙北周辺 (東経 141 度 8 分 45 秒, 北緯 39 度 41 分 19 秒. 以下, 本宮地区) に移動したため, 本宮地区についてもここで述べる.

大慈寺地区は岩手県庁から南東約 1 km の場所に位置する面積が約 110 ha の地区である. 当地区の一部は盛岡市により大慈寺地区景観地区に指定されており (盛岡市 2012a), 住宅地でありながら自然的環境と歴史的景観を有する地区である. また, 本地区の南部を流れている北上川沿いには約 3.3 ha の河畔林が広がっているほか, 盛岡市により環境保護区に指定され 3.5 ha の緑地が保護されている大慈寺周辺の寺ノ下寺院群地区 (盛岡市 2021b) や, 約 6.5 ha の境内の半分程度が緑地で覆われている盛岡八幡宮が存在する.

本宮地区は大慈寺地区の南部に位置する地区であり, 両地区の間には北上川が東西に流れている. 地区の南部と東部および中央部は区画整理事業などの大規模開発により都市部が広がり, 地域の北部を流れる北上川沿いおよび西部には農耕地が広がっている (盛岡市 2012b). 本宮地区の東部には高架を走行する東北新幹線 (JR 東日本) と主に地上を走行する東北本線 (JR 東日本) が通っているほか, 地区の中央部には盛岡西バイパスなどの 4 車線の道路が 500 m から 800 m 間隔で碁盤目状に通っている.

上堂地区は岩手県庁から北西約 3.5 km の場所に位置する面積が約 140 ha の地区である. 本地区の東部を流れている北上川沿いには約 1.8 ha の斜面林が細長く広がっているほか, 盛岡市により環境保護区に指定されている安倍館遺跡周辺の安倍館地区が存在しており,



この斜面林を含む 3.9 ha の緑地が保護されている（盛岡市 2021b）。上堂地区の西部には高架を走行する東北新幹線（JR 東日本）と地上を走行するいわて銀河鉄道線（IGR いわて銀河鉄道）が通っているほか、南部には地上を走行する山田線（JR 東日本）が通っている。なお、上堂地区の北部には幅 1.5 m 程度の水路が南北に通っている。

## 2. ハクビシンの捕獲

ハクビシンに追跡用の発信機を装着するために、各調査地において高さ 33 cm×横幅 28 cm×奥行き 79 cm の箱罠（捕獲器踏み板式アニマルトラップ L サイズ、輸入元：iimono117 社、型番不明）を使用して捕獲を実施した。誘引のための餌はバナナを用いた。本種の生息状況および罠への反応を観察するために罠の周辺にセンサーカメラ（ハイク社製 ハイカム SP2）を設置した。本種を捕獲した場合は、不動化するために酒石酸ブトルファノールと塩酸メドミジンおよびミダゾラムによる三種混合麻酔薬（MMB）により麻酔をかけた。頭胴長、尾長、体高、首周囲長、胸周囲長、および体重や歯の萌出状況など身体的特徴を記録するとともに、発信機が脱落した場合に個体識別するために TROVAN 社製のマイクロチップ（トローバン ISO 型ミニ（1.4））を背側頸部の皮下に埋め込んだ。追跡用の発信機として Lotek 社製の LiteTrack 60 RF または LiteTrack 140 RF を装着した GPS 首輪（各総重量は、それぞれ 66 g と 125 g）を使用した（なお、各 GPS 首輪に搭載されている GPS 受信機は同一であるがバッテリーの容量が異なり、同じ測位スケジュールの場合は LiteTrack 60RF が測位できる期間は LiteTrack 140RF の半分程度である）。装着した発信機が個体の活動に悪影響を与えないようにするために、アメリカ哺乳類学会のガイドライン（Sikes and the Animal Care and Use Committee of the American Society of Mammalogists 2016）にならい個体の体重の 5%

以下の重量の発信機を使用した。なお、本研究では中西・羽山（1996）を参考に歯の萌出状況と性成熟の有無から月齢を推定し、オスとメスのどちらにおいても性成熟が認められた場合は最低月齢が 20 ヶ月であると判断した。作業後は拮抗剤として塩酸アチパメゾールを投与し、覚醒させた。体調に異常がないことを目視で確認した後、捕獲場所にて放獣した。麻酔の投与および放獣は捕獲を確認した当日に実施した。なお、これらの GPS 首輪はいずれも調査時点における日本国内の電波法に適合しており、技適マークが記載されている。また、捕獲は岩手県知事から許可証の交付を受けて実施した。

### 3. GPS の測位スケジュールおよび測位成功率の算出

事前のセンサーカメラを使用したカメラトラップ調査によりハクビシンは主に 18 時 00 分から翌 6 時 00 分までの時間帯（以下、夜間）に活動することを確認した。そこで本研究では GPS 首輪の電池の消耗を抑えるため、夜間において LiteTrack 60 RF では毎時 00 分に、LiteTrack 140 RF では毎時 00 分と 30 分に、そして夜間以外の時間帯（以下、日中）において LiteTrack 60 RF では 12 時 00 分に、LiteTrack 140 RF では 10 時 00 分と 14 時 00 分に測位した。なお、日付をまたぐ追跡調査であるため、本研究では 18 時 00 分で 1 日を区切った（例えば 2021 年 8 月 31 日のデータとは、2021 年 8 月 31 日の 18 時 00 分から 9 月 1 日の 17 時 59 分までのデータを意味する）。

測位データは八木アンテナ（サーキットデザイン社製の LA-03）を接続した Lotek 社製の Pin Point Commander による無線通信により、数週間から 1 ヶ月に 1 回程度の頻度でダウンロードした。ダウンロードを実施する際は、八木アンテナを接続した受信機（Icom 社製の IC-R30）を用いることで GPS 首輪が出す VHF ビーコンの発信源を特定するラジオテレメト

リー追跡（以下、ラジオテレメトリー法）により追跡個体に可能な限り接近した（詳細は次節で述べる）。

本節では、GPS 衛星の配置状況による位置情報の精度を問わず、測位データが記録された時、すなわち測距信号を十分受信できた場合に「測位に成功した」と定義し（以下、このデータを「測位成功データ」とする）、それ以外のデータを「測位に失敗した」と定義した（以下、このデータを「測位失敗データ」とする）。また、測位成功データ数が測位試行回数合計に占める割合を「測位成功率」と定義した。なお、White and Garrott (1990) は個体が装着された発信機に慣れるまでに数日から1週間が必要であることを指摘しているため、本調査では各個体のすべてのデータから放獣してから120時間（5日間）分のデータを除外した。

#### 4. 測位成功率の変化

本研究で使用したGPS首輪は、上述した通り測位スケジュールが種類により異なる（夜間においてLiteTrack 60 RFでは毎時00分に、LiteTrack 140 RFでは毎時00分と30分に測位するように設定した）。30分間隔で測位データを整理することは解析の煩雑化に繋がると判断し、各データはその測位の時間帯により整理した（例えば、18時00分のデータと18時30分のデータは同じ18時帯のデータとして整理した）。そのため、本研究における「X時のデータ」とは、「X時00分のデータ」と「X時30分のデータ」をまとめたデータを指す。また、10時00分と12時00分および14時00分の測位データは、「日中のデータ」としてまとめて整理した。日没および日出の時刻は国立天文台ホームページの「盛岡（岩手県）のこよみ」（<https://eco.mtk.nao.ac.jp/koyomi/dni/dni03.html>；2022年10月24日確認）を使用

した。なお、本節では 5 個体のデータを統合し、気象庁の予報用語にならない季節を 3 月から 5 月を春期、6 月から 8 月を夏期、9 月から 11 月を秋期、12 月から 2 月を冬期に分類して解析した。

#### (1) 測位成功率の時間帯による変化

ハクビシンの行動活性が時間帯により異なるという既往研究 (Rabinowitz 1991 ; 古谷 2009 ; Seki and Koganezawa 2010 ; Zhou et al. 2014) から、測位成功率が時間帯により異なるという仮説を立て、測位成功率を時間帯別に整理することで検証した。なお、冬期における本種の行動活性の低下 (Kang et al. 1997) が測位成功率に影響することが予想されたことから、この解析ではデータを冬期 (12 月から 2 月) と非冬期 (3 月から 11 月) に分けて整理した。

#### (2) 測位成功率の季節による変化

冬期はハクビシンの行動活性が低下する (Kang et al. 1997) ことから、測位成功率が季節により異なるという仮説を立て、測位成功率を 1 日ごとに算出し季節別に整理することで検証した。なお、日出および日没時刻の季節による変動が夜行性であるハクビシン (農林水産省 2018) の行動に影響することが予想されたことから、この解析では 21 時から 3 時までのデータ (以下、深夜のデータ) のみを使用した。また、カメラトラップ調査により、冬期になるとアカギツネ (*Vulpes vulpes*) は気温の高い昼間に行動するようになる (Watabe and Saito 2021) 一方、ハクビシンは通年で昼間に行動しない (渡部・斎藤 2022) ことが報告されている。これを GPS テレメトリー法により検証するために、日中の測位成功率を季節別に整理した。

深夜および日中の測位成功率が季節により差が見られるかを Steel-Dwass 検定により解析した。Steel-Dwass 検定には R 4.2.1 (R Core Team 2022) のパッケージ NSM3 に含まれる pSDCFlig 関数を使用した。

### (3) 測位成功率の天候による変化

カメラトラップ調査において体毛が濡れた個体がわずかしか撮影されなかった (村木・安藤 2018) ことから、ハクビシンは雨天時に行動しなくなり測位成功率が減少するという仮説を立て、測位成功率を天候別に整理することで検証した。天候のデータは気象庁ホームページの「過去の気象データ・ダウンロード」 (<https://www.data.jma.go.jp/gmd/risk/obsdl/index.php>; 2022 年 10 月 24 日確認) にある盛岡市のデータを使用した。調査期間中で 7 種類の天候を確認したが、本調査では降雨の有無に着目したため以下の 4 種類に整理した：晴・曇 (晴れおよび曇)、雨 (雨)、雪 (みぞれおよび雪)、その他 (霧と雷および天候不明)。冬期は本種の行動活性が低下する (Kang et al. 1997) ため天候以外の要因が影響することが予想されたことから、この解析では非冬期 (3 月から 11 月) のデータのみを使用した。GPS データを「測位の成否」と「天候」でクロス集計し、両者に有意な連関が見られるかをフィッシャーの正確確率検定により解析した。なお、雪は気温の低下が影響する可能性が考えられたため、解析の対象から除外した。フィッシャーの正確確率検定には R 4.2.1 (R Core Team 2022) の標準統計パッケージ stats に含まれる fisher.test 関数を使用した。

### (4) 測位成功率の気温および日照時間による変化

飼育下の個体は気温が 4°C から 6°C の場合に冬眠した (Kang et al. 1997) ことから、測位成功率はある気温を下回ると減少するという仮説を立て、測位成功率を気温別に整理する

ことで検証した。なお、Kang et al. (1997) は気温以外の要因により冬期に行動活性が低下した可能性を指摘しているため、この解析ではデータを冬期（12月から2月）と非冬期（3月から11月）に分けて整理した。また、気温以外の要因の影響を軽減するために、深夜のデータのみを使用した。

気温以外の要因により冬期に行動活性が低下した可能性が指摘されている（Kang et al. 1997; 椎名ほか 2007）ことから、深夜の測位成功率と深夜の気温（平均と最高および最低）および日照時間の関連を確認するために相関係数を算出した。

### Ⅲ. 結果と考察

#### 1. ハクビシンの捕獲

2020年8月3日から2021年7月23日までの期間にのべ341日罾を稼働させ、8頭のハクビシンを9回捕獲した（再捕獲を含む）。捕獲した個体に関する情報は表1-1-1に示したとおりである。このうち追跡対象としたのは、M1, M2, F1, F2, F3の5頭である。なお、F2はある寺院の天井裏で2022年3月9日に駆除業者により捕殺されたため、その死体を回収し改めて体重測定と年齢推定を行った。調査の不手際により第二大臼歯の有無を確認した個体はF3と2回目のM2およびF2のみであったが、F3では第二大臼歯の半萌出を確認したため最低月齢が18ヶ月であると判断した。さらに、F3の膾は発達していたことから最低月齢が20ヶ月であると判断した。F2は死亡した時点で最低月齢が24ヶ月であり、捕獲時にF3同様に膾が発達していたため捕獲時の最低月齢が20ヶ月であると判断した。膾が発達していなかったF1は20ヶ月未満であると判断した。M1は第二大臼歯の有無を確認でき

ず、生殖器の状態から月齢を推定できなかったことから、性成熟の有無は判断しなかった。

M2 は再捕獲時に第四小白歯が 3 本萌出し 1 本が半萌出であったことから最低月齢が 13 ヶ月であると判断し、そこから遡って 1 回目の捕獲時点では 10 ヶ月であるとした。以上のことから、M1 の性成熟の有無は不明であり、捕獲時において F2 と F3 が性成熟しており、M2 と F1 が性成熟していなかったと判断した。

なお、捕獲した 8 頭のうち 3 頭 (X1, X2, X3) は疥癬に罹患しており出血が見られたため発信機を装着せず、体重のみを測定し放獣した。また、大慈寺地区の M1 と M2 および F2 と上堂地区の F1 と F3 は、それぞれの地区において同じ場所で捕獲された (図 1-1-2)。

## 2. 取得した測位成功データ数

取得した測位成功データ数を季節別に示す (表 1-1-2)。M1 と F1 は追跡が短期間で終了したため春期のデータのみを取得した。それ以外の 3 個体では各季節でデータを取得できた。

## 3. 測位成功率の時間帯による変化

冬期と非冬期の時間帯別の測位成功率を示す (図 1-1-3)。どちらの季節においても 18 時から 20 時にかけて測位成功率が増加し、3 時まで同程度で推移し、6 時にかけて減少した。また、日中の測位成功率はどちらの季節においても低かった。測位成功率は冬期では全体的に低い傾向にあったが、18 時と 6 時の測位成功率は冬期の方が高かった。なお、非冬期における平均日没時刻は 18 時 14 分、平均日出時刻は 4 時 54 分であり、冬期における平均日没時刻は 16 時 39 分、平均日出時刻は 6 時 43 分であった。

冬期と非冬期のどちらにおいても測位成功率が日中では2%程度と極端に低く、また日没および日出の時間に近い時間帯で低かったことから、ハクビシンは通年で暗い時間帯のみ行動する夜行性であると言える。この結果は、カメラトラップ調査による報告 (Bu et al. 2016 ; 渡部・斎藤 2022) を支持する。しかし、深夜における測位成功率の変化には明確な傾向が見られず、既往研究で報告されている夜間での時間帯による行動活性の変化 (Rabinowitz 1991 ; 古谷 2009 ; Zhou et al. 2014) は確認できなかった。この理由として、追跡個体の行動活性が夜間で大きく変化しなかった可能性の他に、野外で休息していたことで測位に成功した可能性が考えられる。しかし、本研究ではGPS首輪に内蔵された活動量センサーを用いた測位時の行動の分類 (有本ほか 2014) ができなかったため、この理由は解明できなかった。

全体を通して冬期の測位成功率が低かったことから、冬期は1日を通して遮蔽物の下で過ごす傾向にあると言える。なお、冬期では18時と6時での測位成功率が非冬期を上回ったが、この理由として日没および日出時刻が非冬期と異なることでこれらの時間帯が十分暗かったことが考えられる。

#### 4. 測位成功率の季節による変化

各季節の深夜および日中の測位成功率を示す (図 1-1-4)。夏期と秋期の深夜での測位成功率は同程度であったが、春期は夏期および秋期よりも有意に低く ( $P<0.01$ )、冬期は春期よりも有意に低かった ( $P<0.01$ )。日中の測位成功率は1.1%から4.4%であり、春期で最高になったが、いずれの間にも有意差は見られなかった。なお、深夜全体での平均測位率は59.8%であった。



深夜の測位成功率は冬期が最も低かった。このことは、冬期は遮蔽物の下で過ごす時間が長い傾向にあることを示唆しており、ハクビシンの行動活性が冬期に低下するという報告（鳥居・大場 1996；Kang et al. 1997；Seki and Koganezawa 2010）を支持するものである。また、日中の測位成功率は最大でも春期の 4.4%であったことは、本種は通年で日中は行動しないという報告（渡部・斎藤 2022）を支持する結果である。

## 5. 測位成功率の天候による変化

天候ごとの測位成功率を示す（表 1-1-3）。最も測位成功率が高い天候は晴・曇の 50.4%であり、雨の 46.5%よりも高かった（ $P<0.01$ ）。

測位成功率が雨天時では低下したことから、ハクビシンの行動は降雨の影響を受けていると言える。しかし、追跡個体が雨天時に建築物の内部などのねぐらで休息していたのか、軒先などの遮蔽物の下を移動していたのかはデータからは判別できなかった。

## 6. 測位成功率の気温および日照時間による変化

冬期および非冬期の気温別の測位成功率を示す（図 1-1-5）。全体として気温が高い場合に測位成功率が高い傾向にあった。また、冬期および非冬期の両方において測位成功率は 5°C 以上の場合は全体平均の 59.8%以上であったが、5°C未満の場合は全体平均を下回り、33%から 54%であった。

日照時間と深夜における測位成功率の通年での変化を示す（図 1-1-6）。相関係数は 0.33 であり、弱い相関が見られた。日照時間が最短になる冬至（12月22日）付近よりも2月および3月の方が測位成功率は低い傾向にあった。深夜における気温と測位成功率の通年での変化を示す（図 1-1-7）。測位成功率との相関係数は最高気温、最低気温、平均気温のいずれ

も 0.54 であり、やや強い相関が見られた。また、冬期における測位成功率の変化には明確な周期性は確認できなかった。

飼育下のハクビシンの観察 (Kang et al. 1997) から、本種の行動活性の低下に強く影響する気温は 4°C から 6°C であると考えられる。本研究では冬期と非冬期のどちらにおいても 5°C を下回ると測位成功率が全体平均を下回ったことから、本種の行動活性は 5°C を下回ると低下する可能性がある。Kang et al. (1997) は気温以外の要因が行動活性の低下に影響した可能性を指摘しているが、椎名ほか (2007) や船越・松元 (2018) が指摘した日照時間はあまり影響していなかった。また、冬期のニホンアナグマは 10 日程度で巢外活動を停止する周期性があった (船越・松元 2018) が、ハクビシンではそのような周期性は確認できなかった。これらのことから、ハクビシンは気温が 5°C を下回ると行動活性が低下するが、気温が上昇した日は野外で活動する傾向にあるものと考えられる。

#### IV. 小括

本節ではハクビシンが通年で夜行性であること、冬期はねぐらで過ごす時間が長い気温が高い場合は野外で活動すること、雨天時は遮蔽物の下で過ごす時間が長くなること、気温が 5°C を下回るとねぐらで過ごす時間が長くなることが分かった。また、カメラトラップ調査では確認できなかった冬期の狭い行動範囲での行動活性を解明し、既往研究で報告されていた冬期での行動活性の低下を GPS テレメトリー法で確認できた。

GPS テレメトリー法の特徴として、従来のラジオテレメトリー法と比較して大量のデータを時間帯に関わらず取得できる長所と、測位成功率と位置精度およびデータ回収率が低

い短所が挙げられている（伊吾田ほか 2002；佐伯・早稲田 2006）。このことから、一般的に GPS テレメトリー法は追跡個体の位置情報を得る手段としての面からラジオテレメトリー法と比較されてきたと言える。本節の結果は、従来あまり着目されてこなかった測位成功率が追跡個体の生態を解明する上で重要な情報であることを示すものである。

図表

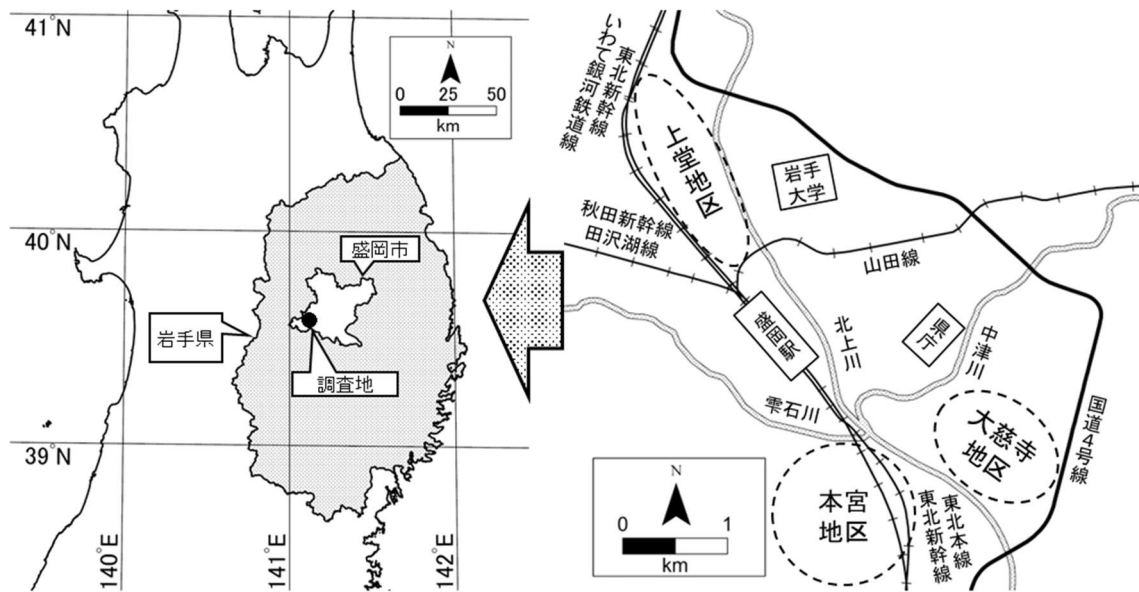
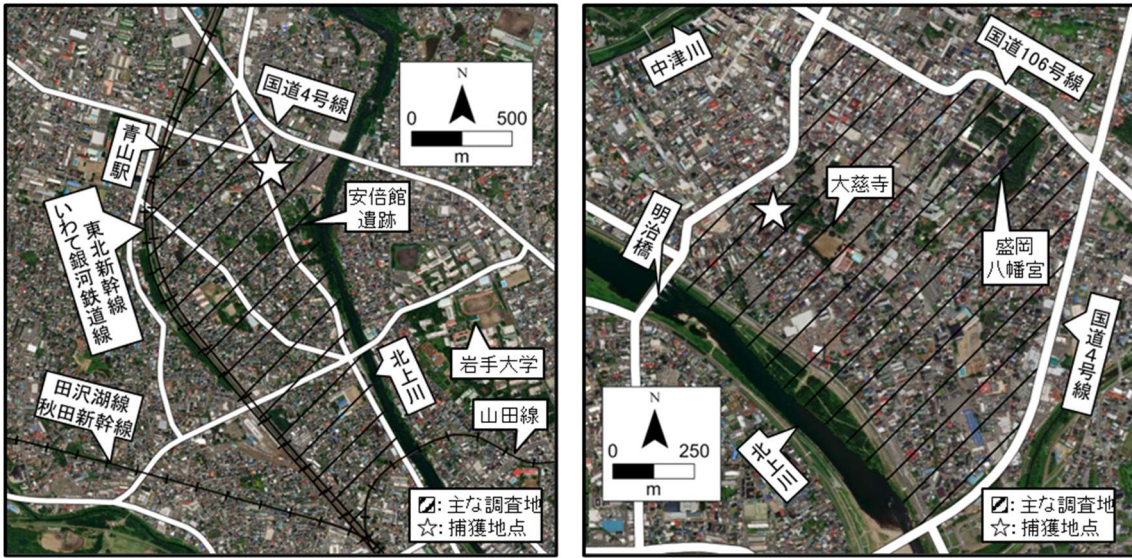


図 1-1-1. 調査地の位置



上堂地区

大慈寺地区

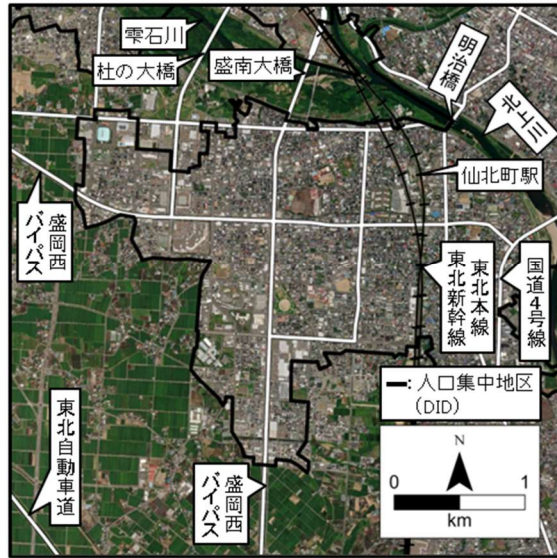


図 1-1-2. 調査地の概要

画像は Arc GIS Pro 2.8.2 の衛星画像 (World Imagery) を使用して作成した。

表 1-1-1. 捕獲した個体に関する情報

捕獲場所 (地区)	個体	捕獲日	性別	歯による 最低月齢 (月) <sup>a</sup>	腔の状況	性成熟の 状況	推定 最低月齢 (月) <sup>b</sup>	体重 (kg)
大慈寺	M1	2021年3月31日	オス	12	-	不明	12	3.9
	M2	2021年4月2日	オス	10	-	未成熟	10	2.5
		2021年7月20日	(再捕獲)	13	-	未成熟	13	4.5
	F2	2021年5月10日	メス	12	発達	成熟	20	5.2
		2022年3月9日	(死亡時)	24	発達	成熟	30 <sup>c</sup>	4.2
上堂	F1	2021年4月13日	メス	10	未発達	未成熟	10	2.8
	F3	2021年7月23日	メス	18	発達	成熟	20	4.2
上堂	X1 <sup>d</sup>	2021年4月12日	不明	-	-	不明	不明	4.5
大慈寺	X2 <sup>d</sup>	2021年4月12日	不明	-	-	不明	不明	3.0
大慈寺	X3 <sup>d</sup>	2021年4月13日	不明	-	-	不明	不明	3.0

<sup>a</sup> 中西・羽山 (1996) を参考に歯の萌出状況から推定した。なお、第2大臼歯の有無を確認した個体は M2 (再捕獲時) と F2 (死亡時) および F3 のみである。

<sup>b</sup> 性成熟していると考えられた個体は 20 ヶ月とした (中西・羽山 1996)。

<sup>c</sup> 捕獲時の推定最低月齢に経過した 10 ヶ月を加算した。

<sup>d</sup> 疥癬に罹患しており出血が見られたため体重のみを測定し放獣した。

表 1-1-2. 季節ごとの測位成功データ数

捕獲場所 (地区)	個体	性別	首輪の 種類 <sup>a</sup>	GPS 測位期間	測位成功データ数					測位失敗 データ数
					春期	夏期	秋期	冬期	合計	
大慈寺	M1	オス	大	2021年4月5日～2021年5月18日	516	-	-	-	516	671
	M2 <sup>b</sup>	オス	小	2021年4月7日～2021年7月19日	282	340	-	-	622	833
	M2 <sup>b</sup>	オス	大	2021年7月25日～2022年6月4日	873	615	1710	659	3857	4620
上堂	F2	メス	大	2021年5月15日～2022年3月6日	218	1221	1393	681	3513	4453
	F1	メス	小	2021年4月18日～2021年5月18日	196	-	-	-	196	236
	F3	メス	大	2021年7月28日～2022年7月29日	988	1347	1233	1133	4701	5177

<sup>a</sup> 大 : LiteTrack 140 RF, 小 : LiteTrack 60 RF.

<sup>b</sup> M2 は再捕獲した際に首輪を交換した.

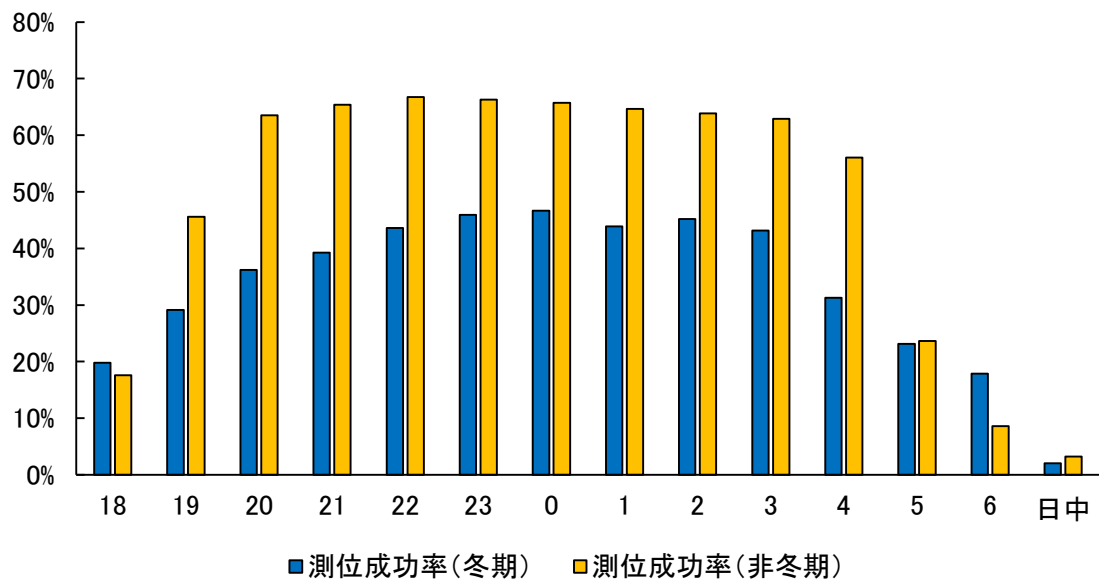


図 1-1-3. 冬期と非冬期の時間帯別の測位成功率



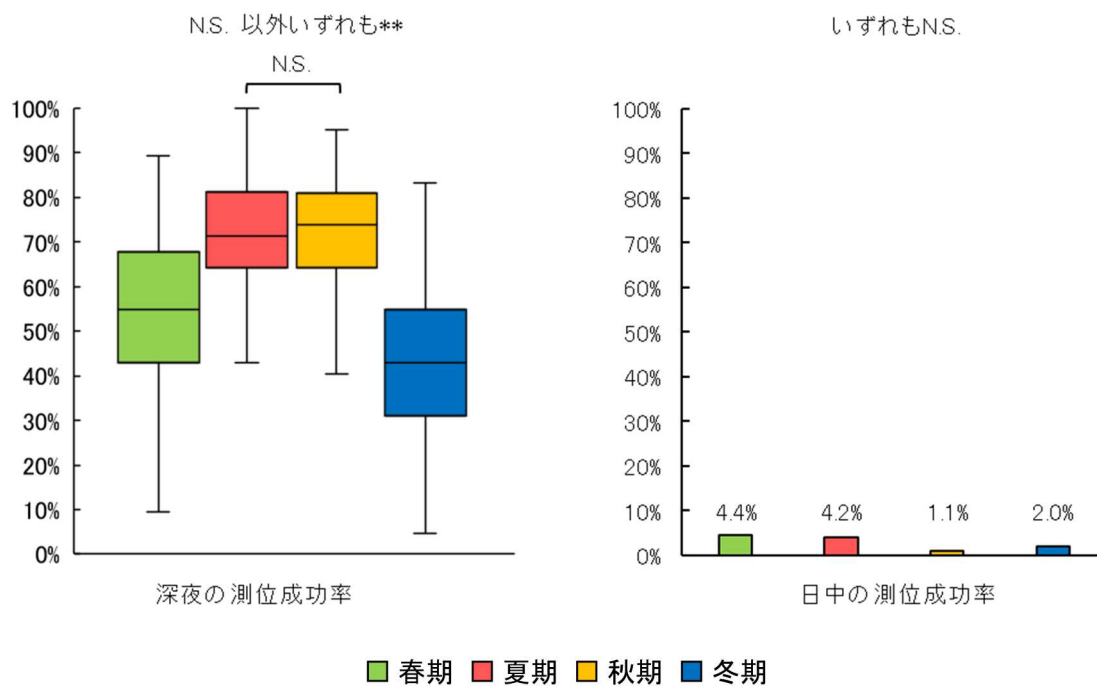


図 1-1-4. 季節ごとの深夜および日中の測位成功率

\*\*: $P < 0.01$ , N.S.: $P > 0.05$ .

日中の GPS 測位成功率はいずれの季節でも低く箱ひげ図を作成できなかったため、棒グラフで示している。

グラフから数値を読み取りにくいいため、日中の測位成功率のみ数値を記載している。

表 1-1-3. 天候ごとの測位成功データ数と測位失敗データ数および測位成功率

天候	測位成功数	測位失敗数	測位成功率 (%)
晴・曇	9079	8920	50.4
雨	1699	1955	46.5
雪 <sup>a</sup>	74	209	26.1
その他 <sup>a</sup>	80	93	46.2

<sup>a</sup> フィッシャーの正確確率検定では使用しなかったが、参考として記載した。

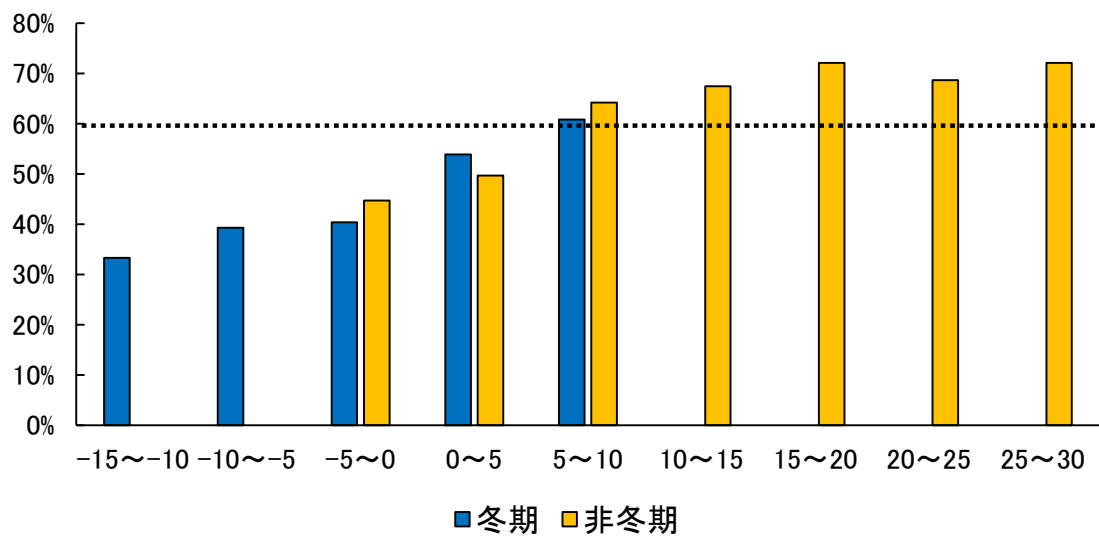


図 1-1-5. 冬期および非冬期の気温別の測位成功率

破線は深夜における全体の平均測位成功率(59.8%)を示す.

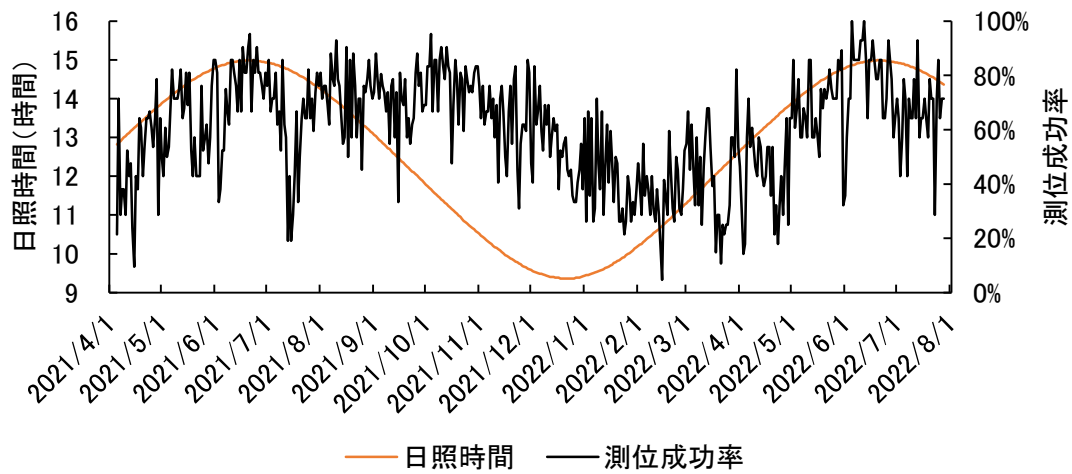


図 1-1-6. 日別の日照時間と深夜における測位成功率

相関係数は 0.33 である.

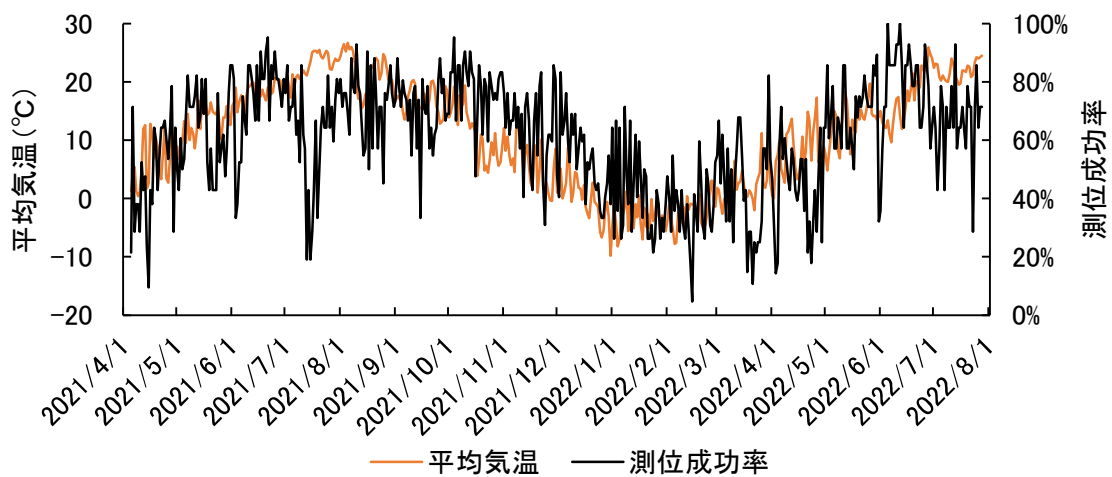


図 1-1-7. 日別の深夜における平均気温と測位成功率

深夜の最高気温および最低気温はグラフに示した平均気温とほぼ同様に变化したため記載していない。

相関係数は平均気温と最高気温および最低気温のいずれにおいても 0.54 である。

## 第2節 ねぐら利用およびその季節変化

### I. はじめに

ハクビシンはもともと樹洞をねぐらとして利用していた(古谷 2009; 農林水産省 2018)ことから樹洞のように狭い空間はねぐらとして利用できると考えられ, このような環境要素は都市部(本研究では, 国勢調査において設定される人口集中地区を都市部と定義した)に無数に存在する. 本種は寺社をねぐらとして好むこと(古谷 2009)や, 都市部に多く存在する家屋が本種にとって快適なねぐらとして機能している可能性が指摘されている(岩間・金子 2019). これらのことから, 都市部に生息するハクビシンは建築物をねぐらとして多く利用していることが予想される.

都市部に生息するハクビシンのねぐらに関連した研究は, 偶発的に発見したねぐらに残されていた糞の分析に関する研究(松本・浜口 1990; 鳥居 1993)や, 痕跡調査による寺社への出没状況に関する研究(川道ほか 2015; 山形県 2020)および建築物の管理者への聞き取り調査による被害状況に関する研究(米島ほか 2018; 岩間・金子 2019)があり, 本種は都市部において多様な建築物に出没していることが判明している. しかし, このような対象となる建築物を限定とした調査では調査対象ではないねぐらの利用実態を解明することはできない. 特に, 空き家は住人がいないため本種の利用実態を確認することが困難である一方, 総住宅数に占める空き家の割合は全国的に増加しており(総務省統計局 2020), 被害対策のためにはその利用実態を解明する必要がある.

追跡調査は個体の行動に着目した手法であるため, これらの既往研究と異なり種類を問

わずハクビシンのねぐらの利用実態を解明できる手法であると言える。農村部における追跡調査（鳥居・大場 1996）では、本種のねぐらの約半数が樹林内などの野外にあり、残りの約半数が住宅の敷地内にあったが、追跡個体 14 頭のうち 13 頭が人家や庭をねぐらとして利用しており、そのうち 6 頭では建築物への侵入を確認した。また、同じねぐらの再使用は建物など特定のねぐらに限られていたことから、鳥居・大場（1996）は本種が必ずしも同じねぐらを利用する必要が無い可能性を指摘している。タイ王国のファイカケン野生生物保護区における追跡調査（Rabinowitz 1991）では、樹上 14 地点と地上 3 地点のねぐらを発見したが、これらの再使用の頻度は不定期であった。また、ねぐらの利用回数のうち 41%は小川（原文では「stream」および「waterway」）から近い（150 m 以内）場所にあった。本種は移動経路として水路や河川を利用する（農林水産省 2018）ことから、都市部においても水域の周辺にあるねぐらを利用する可能性が考えられる。また、本種は都市部に存在する微小緑地（長光・金子 2017）や公園緑地（園田ほか 2008）を利用しているほか、寺社がねぐらとして利用されやすい理由の 1 つとして周囲に存在する緑地が指摘されている（古谷 2009）ことから、本種の行動に緑地が影響している可能性が考えられる。これらのことから、本種は生息地に建築物がある場合はねぐらとして繰り返し利用すること、建築物以外のねぐらの再使用は少ないこと、小川や緑地の近くにある場所をねぐらとして好むことが予想される。しかし、これらの研究のうち追跡調査によって利用するねぐらを網羅したものは、農村部（鳥居・大場 1996）や森林（Rabinowitz 1991）などの自然環境が多い地域に限られており、環境が大きく異なる都市部で実施された追跡調査は極めて少なく、ねぐらの利用実態は不明である。

家屋の天井裏は高い位置にある閉鎖空間であるため外敵の侵入を防ぐことができるほか、温度変化を軽減させる断熱材が存在するためねぐらとして適している可能性が指摘されている (岩間・金子 2019)。ルクセンブルクの都市部に生息するムナジロテン (*Martes foina*) はねぐらの9割以上を建築物に依存しており、特に月平均気温が $-1.0^{\circ}\text{C}$ まで下がる冬期は空き家ではなく断熱性が高い建築物を利用している (Herr et al. 2008)。また、スイスに生息するヨーロッパケナガイタチ (*Mustela putorius*) (Weber 1989) やドイツに生息するアライグマ (Michler et al. 2004) も同様に冬期において断熱性能が高い建築物をねぐらとして集中的に利用している。これらのことから、月平均気温が $-1.6^{\circ}\text{C}$ まで下がる盛岡市 (気象庁ホームページ, URL : <https://www.data.jma.go.jp/>; 2022年4月23日確認) でも、これらの中型哺乳類と同様に、ハクビシンが冬期のねぐらを断熱性が高い建築物に依存している可能性がある。しかし、都市部に生息するハクビシンのねぐらの選択性と利用パターンおよび季節変化は不明である。

以上のことから、本節ではラジオテレメトリー法を用いた追跡調査により、季節変化に着目した都市部におけるハクビシンのねぐらの立地的特徴と選択性および利用パターンを解明した。

## II. 方法

### 1. 調査地と捕獲個体

調査地は前節と同じ大慈寺地区と上堂地区および本宮地区である。また、対象とした個体も前節と同じ個体 (M1, M2, F1, F2, F3) である。



## 2. ねぐらの位置の特定と分類

前節で述べた通り、事前のカメラトラップ調査により各調査地において 6 時 00 分から 18 時 00 分までの時間帯（すなわち、日中）に活動するハクビシンがほぼ確認されなかった。このことと、一般的に本種は夜行性である（農林水産省 2018）ことから本調査地に生息するハクビシンは夜行性であると判断し、日中身を隠して過ごしている場所を「ねぐら」と定義した。なお、鳥居・大場（1996）はねぐらについて「ハクビシンが昼間の時間帯に用いるものと、夜間の活動時間帯に休息に用いる場合と、出産に用いる場合のものが、それぞれ質的に明確に区分できていない」ため、明確に定義しなかった。このことから、本研究では「ねぐら」を定義する上でその利用目的は考慮しなかった。

本調査では追跡個体に GPS 首輪を装着したが、追跡個体がねぐらに隠れている場合は GPS 測位ができないため GPS テレメトリー法は実施できなかった。そこで、ラジオテレメトリー法によりねぐらを特定し、追跡個体が 10 分以上動いていないことを確認した場合は推定されたその位置をねぐらとして記録した（以下、この位置データのことを「ねぐらデータ」とする）。なお、ねぐらがある建築物を特定することは高精度で可能であったが、建築物内部における詳細なねぐらの位置の特定は建築物内部の構造や材質が不明であったため困難であった。ある建築物でのねぐら特定において測位誤差が最大で約 20 m 生じた可能性が後日判明したことから、同じ建築物内（増改築により多数の建築物が連結している場合は、外壁や屋根の状態から判断した）に存在するねぐら間の距離が 20 m 以内の場合は同一のねぐらであると判断した。

発信機の電池の消費を抑えるために、各発信機の VHF ビーコンの出力は大慈寺地区では

毎日 10 時 00 分から 12 時 00 分、上堂地区では毎日 12 時 00 分から 14 時 00 分の 2 時間のみに設定した。なお、White and Garrott (1990) は個体が装着された発信機に慣れるまでに数日から 1 週間が必要であることを指摘している。このため、本調査では各個体のすべてのデータから放獣してから 5 日間 (120 時間) 分のデータを除外した。

特定したねぐらは、以下の定義に従い分類した。

(i) 寺社：ゼンリン住宅地図 (ゼンリン社製) において寺院または神社の地図記号が記載されている建築物およびこれらと同じ住所の建築物。

(ii) 住宅：(i) に該当せず、普段人が居住している居住室が 1 つ以上ある建築物。

(iii) 倉庫：普段の人の利用の有無を問わず、物品の保管を目的とした建築物。

(iv) 廃屋：普段人が利用していない建築物のうち、(iii) に該当せず、かつハクビシンが建築物の内部に侵入できる穴が損壊により生じている建築物。

(v) 空き家：普段人が利用していない建築物のうち、(iii) と (iv) に該当しない建築物。

(vi) 野外：茂みや斜面の巣穴などの建築物以外のねぐら。

(vii) その他：居住室を有さない事業所など上記の分類に該当しないねぐら、および分類を判別できる精度で特定できなかったデータ。

人による建築物の利用の有無は、建築物周辺の除草や、除雪の有無、郵便受けの利用状況などを踏まえて判断した。なお、(iv) で定義した「ハクビシンが建築物の内部に侵入できる穴」の大きさは Kase et al. (2011) を参考に 10 cm 四方とした。

### 3. ねぐらと水域および緑地との距離に関する解析

ハクビシンによる選択性が高いねぐらは水域または緑地から近いという仮説を立て、ね

ぐらから水路・河川および緑地までの最短距離と最短距離の期待値を比較することでこれを検証した。水路は大慈寺地区および本宮地区にはほぼ存在しなかったため、上堂地区でのみ対象とした。水路のポリゴンデータは、幅が 1.5 m 程度であり、かつ水面が衛星画像で確認できる水路のみを対象にして自作した。河川のポリゴンデータは基盤地図情報（URL：<https://www.gsi.go.jp/kiban/>；2021 年 10 月 25 日確認）の水域データを使用したが、水路や湖沼など北上川の本流以外のデータは削除した。緑地のポリゴンデータは、ESRI 社が提供する衛星画像（World\_Imagery）を 3000 分の 1 で表示した画像を使用し、緑地に関する教師データを自作することで画像分類ツールにより作成した。なお、作成したデータにはノイズと考えられる極めて小規模なポリゴンが多数含まれたため、調査地における単木の樹冠の面積を参考に 10 m<sup>2</sup> 未満の緑地ポリゴンはすべて削除した（以下、10 m<sup>2</sup> 以上の緑地）。また、街路樹のような小規模な緑地は河畔林のような大規模な緑地よりも本種の行動に与える影響が少ないと予想し、長光・金子（2017）が 0.12 ha の緑地を微小緑地として整理していたことを参考に、0.1 ha（すなわち 1000 m<sup>2</sup>）以上の緑地ポリゴンのみを使用した緑地ポリゴン（以下、1000 m<sup>2</sup> 以上の緑地）を作成した。なお、使用した画像において樹冠が繋がっている場合は 1 つの緑地として扱ったため、緑地内に道路が存在することがある。

本節では、追跡個体が主に行動していた範囲である北上川と主要な道路および線路で囲まれた範囲（図 1-1-2 の斜線部）にポイントデータを無作為に地区ごとに 1000 点ずつ作成し、これらのポイントデータから水路・河川および緑地までの平均距離を期待値と定義した。なお、本宮地区では調査期間が短く「追跡個体が主に行動していた範囲」を定義できなかったため、解析の対象外とした。なお、Rabinowitz（1991）はねぐらと小川の最短距離が 150

m 以内の場合に「近い」と評価したため、本節では期待値よりも有意に近く、かつ最短距離が 150 m 以内の場合のみ「近い」と判断した。

ねぐらから水路・河川および緑地までの最短距離において期待値と差が見られるかを Wilcoxon の順位和検定により解析した。Wilcoxon の順位和検定には R 4.2.1 (R Core Team 2022) のパッケージ `exactRankTests` に含まれる `wilcox.exact` 関数を使用した。各データの作成および最短距離の算出には Arc GIS Pro 2.8.2 を使用した。

#### 4. ねぐらの選択性と季節別の利用パターンに関する解析

ハクビシンの選択性が高いねぐらには共通する特徴があるという仮説を立て、ねぐらの分類ごとの利用状況に着目した解析を実施することで検証した。また、ヨーロッパケナガイタチ (Weber 1989) とアライグマ (Michler et al. 2004) およびムナジロテン (Herr et al. 2008) が冬期に断熱性が高い建築物をねぐらとして選択していることと、ハクビシンの行動活性が冬期に低下する (Kang et al. 1997 ; Seki and Koganezawa 2010) ことから、ハクビシンのねぐらの選択性には季節変化があるという仮説を立て検証した。

##### (1) 建築物の分類とねぐらの選択性

各調査地区における建築物の分類別の棟数とねぐらの分類別の利用回数を用いてねぐらの選択性を解析した。建築物の棟数を調査した範囲は追跡個体が主に行動していた範囲である北上川と主要な道路および線路で囲まれた範囲 (図 1-1-2 の斜線部) としたが、倉庫は中庭など建築物に囲まれた場所にある場合確認できず、また形態が大型の土蔵から金属製のいわゆる小型物置まで多様であり調査の対象とする基準の設定が困難であったため対象外とした。以上のことから、寺社・住宅・廃屋・空き家の 4 種類のみを調査の対象とした。

解析には個体ごとに記録されたねぐらの分類別の利用回数（以下、実測値）と、ねぐらの分類別の利用回数が各地区に存在した建築物の棟数に比例して配分されると仮定して算出した期待値を比較するモンテカルロシミュレーションを 10,000 回実施することで検定した。

なお、調査期間が短く「追跡個体が主に行動していた範囲」を定義できなかった本宮地区ではこの解析を実施しなかった。

## （２）季節別のねぐらの利用パターン

季節によるねぐらの利用パターンの違いを検証するために、ねぐらの分類別および個体別のねぐらの利用回数と地点数を季節ごとに整理した。本節では前節と同様に季節を 3 月から 5 月を春期、6 月から 8 月を夏期、9 月から 11 月を秋期、12 月から 2 月を冬期に分類した。ねぐらの分類別での整理では、季節別のねぐらの繰り返しの利用状況を確認するために、分類ごとに利用回数を地点数で除することで 1 地点あたりの平均利用回数を算出した。

個体別での整理では、各ねぐらの利用回数の偏りを確認するために、季節ごとにねぐらの地点数とそれぞれの利用回数を利用回数順で整理した。本調査では、特に各季節において最も利用されたねぐらの利用回数が各季節での総利用回数に占める割合に着目したが、最多利用回数が同一のねぐらが存在した場合は、そのうちの 1 地点の回数のみに着目した。なお、個体別および季節別のねぐらの特定回数が 5 以下の場合は、利用パターンの検証に不適であると判断し、対象外とした。

追跡個体の季節別のねぐらの利用パターンを評価するために、O'Donnell and DeNicola (2006) が提案したねぐら変更指数 (Den-Shift Index. 以下、DSI) を算出した。DSI はある季節において確認したねぐらの変更回数を理論上の変更回数の最大値（すなわち、調査の度

にねぐらを変更した場合の変更回数) で除することで算出される。そのため、DSI はある季節で 1 度もねぐらを変更しなかった場合は 0、調査の度にねぐらを変更した場合は 1 になる。なお、季節をまたいだ場合はねぐらを変更した正確な季節を特定できないため、計算の対象から除外した。本調査では O'Donnell and DeNicola (2006) を参考に、ねぐらを特定した調査の前回の調査でそのねぐらに追跡個体がいなかった場合に「ねぐらを変更した」と判断した。すなわち、例えばある調査で追跡個体がねぐら A におり、次回の調査でねぐら B にいた場合、「ねぐらを変更した」と判断した。また、ねぐらを特定できなかった調査の次回の調査で既知のねぐらにいた場合も、「ねぐらを変更した」と判断した。ただし、ねぐらを特定できなかった調査の次回の調査で特定したねぐらが新規のねぐらであった場合は、調査の不手際の可能性が考えられたため計算の対象から除外した。また、個体別および季節別のねぐらの特定回数が 5 以下の場合、DSI の算出に不適であると判断し、対象外とした。

### Ⅲ. 結果

#### 1. ねぐらの位置の特定と分類

2021 年 4 月 5 日から 2022 年 8 月 21 日の期間においてねぐらをのべ 315 回調査し、287 回特定した (表 1-2-1)。M1 は 2021 年 8 月 19 日にねぐらを特定して以降追跡不能になったが、同年 5 月の下旬頃から発信機の電池残量が大幅に低下していたため電池切れの可能性が高い。また、F1 は 2021 年 6 月の中旬にねぐらを特定して以降追跡不能となった。F1 が追跡不能になった理由は不明だが、発信機の故障や事故死、および上堂地区と大きく離れた場所への移動が考えられる。F2 はある寺院の天井裏で 2022 年 3 月 9 日に駆除業者により捕

殺されたが、正確な捕獲日時が不明であったことから確実に捕獲以前のデータであると判断できた同年2月23日までのデータを使用した。M2は2022年6月9日の調査で、ある建築物の天井裏にいたことを確認したが、この調査以降1度もこの建築物から移動しなかったことと、同年6月4日以降ではGPS測位に1度も成功しなかったことから、この場所で死亡もしくは首輪が脱落したものと判断し、この直前の調査である同年6月2日までのデータを使用した。F3は首輪の故障を確認した2022年8月21日をもって調査を終了した。M2とF3では各個体の捕獲から1年以上のデータを取得したが、M2は2021年7月20日に再捕獲し首輪を交換したため再捕獲から5日間分のデータは除外した。2022年1月28日の13時頃の調査でF3が住宅の屋根付近から出巢し、その住宅の隣にある収穫されずに放置されていたキウイフルーツ (*Actinidia deliciosa*) を採餌していたことを確認したが、この調査以外で日中での追跡個体の移動は確認できなかった。なお、この時F3の周囲ではF3よりも一回り小さい個体3頭が同様に採餌しており、10分程度採餌した後F3を含めすべての個体が住宅に帰巢し移動を終了した。

個体ごとのねぐらの地点数と利用回数を分類別で示す(表1-2-2)。各個体の利用回数と地点数のどちらにおいても全分類の中で住宅と寺社のどちらかが最も数値が高く(F3のみ空き家と同じ地点数)、普段人間が使用している建築物が多く使われていた。しかし、1地点あたりの平均利用回数に着目すると、廃屋(3.0回/地点)と空き家(3.8回/地点)は寺社(4.1回/地点)や住宅(3.3回/地点)と同程度であった。一方、倉庫(1.7回/地点)と野外(1.1回/地点)およびその他(1.3回/地点)は1地点あたりの平均利用回数が2.0未満であり、ほとんどのねぐらは1回しか利用されなかった。

個体ごとのねぐらの地点数を利用回数別で示す(図 1-2-1)。すべての個体は半数以上のねぐらを 1 回しか使わなかった。また、2 回のみ利用されたねぐらは合計で 18 地点、3 回のみ利用されたねぐらは合計で 4 地点であった一方、4 回以上利用されたねぐらは合計で 19 地点であった。これらのことは、ハクビシンは多くのねぐらを 1 回しか利用しない一方、再度利用した場合は集中的に利用する傾向にあることを意味する。

個体ごとの各ねぐらの利用回数を「利用回数が多いねぐら」と「その他」に分けて示す(図 1-2-2)。全個体において、利用回数が多い上位 3 地点 (F1 のみ上位 3 番目の利用回数が 1 だったため上位 2 地点) のねぐらの利用回数だけで各個体の利用回数全体の 40.6%から 63.8%を占めていた。このことは、ハクビシンが集中的に利用するねぐらは 3 地点程度のみであることを意味する。なお、最も利用されたねぐらは、M1 と F2 では寺社の天井裏であり、M2 と F1 および F3 では住宅の天井裏であった。

## 2. ねぐらと水域および緑地との距離に関する解析

ねぐらと水域(河川と水路)および緑地との最短距離を示す(表 1-2-3)。F3 以外の 4 頭のねぐらは 10 m<sup>2</sup>以上の緑地に近い傾向にあったが、1000 m<sup>2</sup>以上の緑地に近い傾向にあるねぐらは大慈寺地区の 3 頭のみであった。F3 のねぐらは水路に近い傾向にあったが、河川や緑地との距離に有意差は見られなかった。M1 と M2 のねぐらは河川に近い傾向にあったが、150 m 以上離れていた。

## 3. ねぐらの選択性と季節別の利用パターンに関する解析

### (1) 建築物の分類とねぐらの選択性

大慈寺地区は上堂地区と比較して住宅の棟数は少なかったが、寺社と廃屋および空き家



の棟数は多かった（表 1-2-4）。なお、大慈寺地区に存在した寺社の多くは増改築などにより居住用または業務用の建築物が併設されていたが、上堂地区に存在したすべての寺社は最大でも 10 メートル四方程度の小さな建築物であり、ある程度の除草や除雪などの管理はされているものの人間による利用はあまり確認できなかった。

各地区に存在した建築物の棟数および各地区におけるねぐらの選択性を示す（表 1-2-4）。F1 以外の個体で有意な選択性が見られ（ $P<0.01$ ），これら 4 個体すべてにおいて住宅の選択性は低かった。大慈寺地区の 3 個体では寺社の選択性が高かったが、上堂地区の 2 個体では寺社のねぐらの利用が無かった（期待値が 1 未満であったため、選択性は評価できなかった）。また、廃屋と空き家は個体により傾向が異なった。

## （2）季節別のねぐらの利用パターン

ねぐらの分類ごとの利用回数と地点数を季節別に示す（表 1-2-5）。寺社と住宅および空き家のねぐらはすべての季節において利用されていた。一方、倉庫と廃屋および野外のねぐらは冬期では利用されず、特に野外のねぐらが利用された季節は春期と夏期のみであった。また、住宅と空き家およびその他の平均回数が最多になった季節は冬期であった。なお、1 地点あたりの利用回数が最も多かった分類は秋期の廃屋と冬期の空き家（4.0 回/地点）であった。

個体別のねぐらの利用回数と地点数を季節別に示す（図 1-2-3）。F3 ではいずれの季節においても利用回数が最も多いねぐらが占める割合が 4 割程度であった。M1, M2, F2 において夏期では最も利用されたねぐらが占める割合が減少する傾向が見られた。また、F2 の秋期と M2 の冬期では 1 地点のみで利用回数の 5 割以上を占めるねぐらが存在したが、春期

ではいずれの個体でも 3 割から 4 割程度であった。以上のことから、夏期は多数のねぐらを散発的に利用する一方、秋期と冬期は少数のねぐらを集中的に利用する傾向にあると言える。

個体ごとの DSI を季節別に示す（図 1-2-4）。夏期の DSI の最低値は 0.75（2021 年の F3）であり、いずれの個体でも夏期はねぐらを高頻度で変更する傾向が見られた。冬期において M2 と F3 の DSI は各個体における最低値であり、特に F3 では倍以上の差が見られた。F2 の DSI は秋期に最低となったものの、冬期の DSI は夏期より低かった。また、2022 年の春期になると DSI が秋期と同程度まで増加した。これらのことは、追跡個体は冬期になると同じねぐらを連続して使う傾向になることを意味する。

#### IV. 考察

##### （1）全期間を通じたねぐら利用

全体の傾向として、ハクビシンはねぐらとして建築物を多く利用していたが、倉庫はあまり利用しなかった（表 1-2-2）。この理由として、倉庫とねぐらとして多く利用されていた建築物の目的が異なっていることが考えられる。一般的に、倉庫は普段人が利用する建築物よりも小さく、断熱性能が低い建築物であると考えられる。これにより、ねぐらとして利用できる空間が少なく、また室温の変化が大きいため、ねぐらとして利用しにくいものと考えられる。また、本種は建築物の中でも調査地において棟数割合としては少ない寺社や空き家を選択的に利用していた（表 1-2-4）。この理由として、寺社は隙間が多く空き家は無人であるため住宅よりも侵入しやすい（古谷 2009）ことが考えられる。住宅は利用回数が最多では

あったが、有意に選好した個体はいなかったことから、寺社や空き家の方がねぐらとして好まれると言える。一方、M2 と F1 および F3 が最も利用したねぐらは住宅の天井裏であった。この理由として、その住宅がねぐらとして特に適していた（例えば、寺社のように侵入が容易である場合や、空き家のように静かな場合）可能性が考えられたが、検証するためには個別に聞き取り調査を実施する必要がある、正確な理由は不明である。静岡県農林部に生息するハクビシンは建築物など特定のねぐら以外は繰り返し利用することが少なく、また野外のねぐらを多数利用していた（鳥居・大場 1996）。本調査でハクビシンが建築物を繰り返し利用した結果はこれを支持するが、本調査では野外のねぐらはあまり確認できなかった。この理由として、住宅地に生息する個体は人間がいる環境に慣れているため（江口 2013a）、ねぐらとしてより適していると考えられる建築物を利用したものと考えられる。なお、大慈寺地区の 3 個体すべてが選択していた寺社を上堂地区の 2 個体が選択しなかった理由として、寺社の構造と利用実態の違いが考えられる。大慈寺地区の寺社は比較的大きいためねぐらとして利用できる空間が多く、また人間が普段利用しているため住宅に近い利用実態であった。一方、上堂地区の寺社は比較的小さいことでねぐらとして使える空間が少なく、また人間が普段利用していないため倉庫に近い利用実態であった。これらの理由から、大慈寺地区の寺社は上堂地区の寺社と比較してねぐらに適していたと考えられる。また、ハクビシン 1 頭が主に利用するねぐらは 3 地点程度であった（図 1-2-2）。この理由は不明であるが、関東地方の都市部の緑地に生息するタヌキが主に利用するねぐらも 2 地点から 4 地点であることから（山本 1993；金子ほか 2008）、中型哺乳類にとって複数地点のねぐらを集中的に利用することは何らかの利点がある可能性が考えられる。

追跡個体のねぐらは少なくとも水路か 10 m<sup>2</sup> 以上の緑地に近い傾向にあった。一般的にねぐらの周囲には採餌場所や動物が隠れることができる緑地が存在する（農林水産省 2018）ことから、これらが採餌場所や移動経路として機能していた可能性が考えられる。河川は M1 と M2 で有意に近かったものの 150 m 以上離れており、河川との距離は仮説と異なりねぐらの選択に影響しないものと言える。緑地の面積についてみると、F1 において 10 m<sup>2</sup> 以上の場合のみ有意に近かったことから、ハクビシンのねぐらの選択では広い緑地よりも狭い緑地が影響しているものと考えられる。

## （2）ねぐら利用の季節変化

廃屋と倉庫および野外のねぐらが冬期で利用されなかった（表 1-2-5）ため、ハクビシンは冬期において寺社と住宅および空き家（すなわち、損壊していない建築物）に依存していると言える。この理由として、本種がより温暖なねぐらを選択したことが考えられる。本種は熱帯地域である東南アジアが原産の動物である（自然環境研究センター 2019）ことと、冬期に本種の幼獣を飼育する場合は 25℃から 30℃で保温することが推奨されている（Bureau of Quality and Technical Supervision of Hainan Province 2017）ことから、極端な低温を避けるものと考えられる。ヨーロッパに生息する中型哺乳類は冬期において断熱性能が高い建築物をねぐらとして集中的に利用することからも（Weber 1989 ; Michler et al. 2004 ; Herr et al. 2008）、ハクビシンも同様に室温がより高いねぐらを選択したものと考えられる。空き家は普段人間が利用していないため冬期は住宅と比べると大幅に室温が下がるものと考えられるが、廃屋と異なり冬期において繰り返し利用される傾向にあった。この理由として、空き家は外壁が損壊している廃屋と異なり屋内に雪や風が入り込みにくいことが考

られる。なお、本調査の結果と異なりムナジロテンの研究 (Herr et al. 2008) では冬期における無人の建築物の利用割合は急減したが、ここでは空き家と廃屋が同分類とされていたため、この理由は考察できなかった。

追跡個体は秋期と冬期において少数のねぐらを集中的に利用する傾向にあったが (図 1-2-3)、秋期と異なり冬期では同じねぐらを連続して利用する傾向にあった (図 1-2-4)。この理由として、気温の違いが考えられる。ハクビシンは上述した通り極端な低温を避けていると考えられ、また冬期は軽度の冬眠状態になり (Kang et al. 1997)、行動範囲が狭くなる (Seki and Koganezawa 2010) ことから、気温の低下によりねぐらの変更を避けるようになったと考えられる。特に、住宅は 1 地点あたりの平均利用回数が冬期で最多となり、冬期のねぐらの利用回数全体の約半分を占めていた (表 1-2-5) ことから、本種は越冬のために断熱性能が高いねぐらに依存するようになると考えられる。なお、F2 は秋期にねぐらを変更せず集中的に利用する傾向にあった。この理由は不明だが、食物資源の分布状況など別の要因が影響していた可能性が考えられる。

## V. 小括

本節では人間が普段利用するため比較的被害に気付きやすい寺社や住宅だけでなく、近年全国的に増加傾向にある空き家もハクビシンにとって重要なねぐらであることがわかった。特に冬期では本種は寺社や住宅および空き家のみを利用しており、このような比較的温暖なねぐらを利用することで越冬しているものと考えられる。水路や小規模緑地に近い場所をねぐらとして選択しており、このような環境が周囲にある建築物は侵入される危険性

が高い可能性がある。ねぐらとして利用されないよう建築物を管理することは生活環境被害などの被害の低減に繋がるほか、本種にとって越冬しづらい環境づくりに繋がるため被害対策を実施する上で重要であると言える。

図表

表 1-2-1. ねぐら調査の概要

捕獲場所 (地区)	個体	性別	ねぐら調査期間	調査回数	ねぐら 特定回数	ねぐら 特定成功率 (%)
大慈寺	M1	オス	2021年4月5日～2021年8月18日	43	38	88.4
	M2 <sup>a</sup>	オス	2021年4月7日～2022年6月2日	111	101	91.0
	F2	メス	2021年5月18日～2022年2月23日	64	58	90.6
上堂	F1	メス	2021年4月18日～2021年6月16日	12	10	83.3
	F3	メス	2021年8月2日～2022年8月21日	85	80	94.1
全体				315	287	91.1

<sup>a</sup> 本宮地区での結果を含む。

表 1-2-2. 個体ごとのねぐらの分類別の利用回数と地点数

捕獲場所 (地区)	個体	性別	回数 地点数	寺社	住宅	倉庫	廃屋	空き家	野外	その他	合計
大慈寺	M1	オス	回数	13	13	2	5	1	3	1	38
			地点数	3	8	2	1	1	3	1	19
	M2 <sup>a</sup>	オス	回数	23	53	8	1	3	3	4	95
			地点数	10	14	5	1	2	2	4	43
	F2	メス	回数	29	13	0	8	6	0	2	58
			地点数	6	9	0	2	1	0	2	20
本宮	M2 <sup>a</sup>	オス	回数	0	3	0	1	2	0	0	6
			地点数	0	3	0	1	1	0	0	5
上堂	F1	メス	回数	0	6	0	0	1	1	2	10
			地点数	0	3	0	0	1	1	2	7
	F3	メス	回数	0	40	0	0	32	3	5	80
			地点数	0	6	0	0	6	3	2	17
全体 <sup>b</sup>			回数	65	128	10	15	45	10	14	287
			地点数	16	39	6	5	12	9	11	98
			平均回数 <sup>c</sup>	4.1	3.3	1.7	3.0	3.8	1.1	1.3	2.9

<sup>a</sup> 調査の途中で大慈寺地区から本宮地区に移動した。

<sup>b</sup> 複数の個体により利用されたねぐらが存在したため、個体ごとの結果の合計と異なることがある。

<sup>c</sup> 回数を地点数で除することで1地点あたりの平均利用回数を算出した。



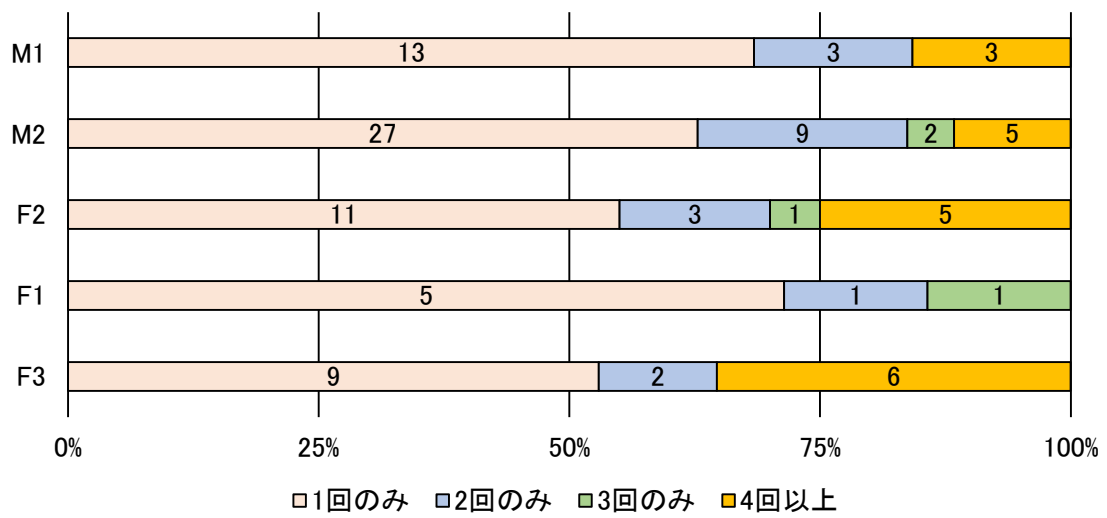


図 1-2-1. 各個体のねぐらの利用回数別の地点数

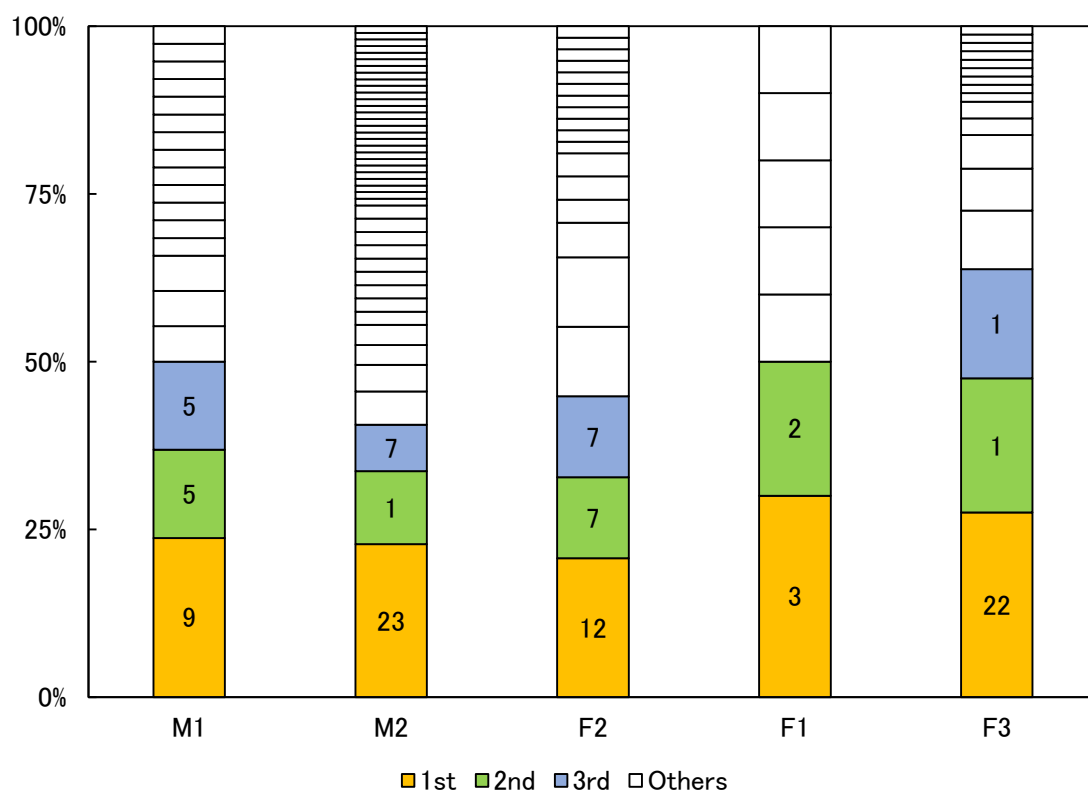


図 1-2-2. 各個人のねぐら別の利用回数

利用回数は各個人の上位 3 地点 (F1 は上位 2 地点) のみ示した。  
 各棒グラフの区画の数はねぐらの地点数を示し、区画の縦幅は利用回数の割合を示す。  
 なお、F1 は上位 3 番目の利用回数が 1 だったため上位 2 地点とその他で示した。

表 1-2-3. ねぐらと水域および緑地との最短距離

地区	個体	河川	水路	緑地 (10 m <sup>2</sup> 以上)	緑地 (1000 m <sup>2</sup> 以上)
M1	期待値	425.2	-	16.9	93.0
	実測値	269.9	-	9.8	61.0
	有意差	近**	-	近*	近**
大慈寺 M2	期待値	425.2	-	16.9	93.0
	実測値	288.8	-	11.1	51.7
	有意差	近**	-	近*	近**
F2	期待値	425.2	-	16.9	93.0
	実測値	663.5	-	9.2	47.2
	有意差	遠**	-	近**	近**
F1	期待値	413.5	125.8	18.7	118.2
	実測値	484.3	92.3	8.8	165.5
	有意差	N.S.	N.S.	近*	N.S.
上堂 F3	期待値	413.5	125.8	18.7	118.2
	実測値	410.5	74.8	14.2	122.1
	有意差	N.S.	近**	N.S.	N.S.

近：実測値が期待値より有意に近い。遠：実測値が期待値より有意に遠い。N.S.：有意差が無い。

\*： $P < 0.05$ 。 \*\*： $P < 0.01$ 。

表 1-2-4. 各地区に存在する建築物の棟数と個体別のねぐらの選択性

地区	個体	寺社	住宅	廃屋	空き家
	棟数	27	1753	16	177
	期待値	0.5	28.4	0.3	2.9
M1	実測値	13	13	5	1
	有意差	多**	少**	多**	N.S.
	期待値	1.1	71.1	0.6	7.2
M2	実測値	23	53	1	3
	有意差	多**	少**	N.S.	少*
	期待値	0.8	49.8	0.5	5
F2	実測値	29	13	8	6
	有意差	多**	少**	多**	N.S.
	棟数	5	2385	9	126
	期待値	0	6.6	0	0.4
F1	実測値	0	6	0	1
	有意差	-	N.S.	-	N.S.
	期待値	1.0	64.0	0.6	6.4
F3	実測値	0	40	0	32
	有意差	-	少**	-	多**

多：実測値が期待値より有意に多い。少：実測値が期待値より有意に少ない。N.S.：有意差が無い。

\*\*： $P < 0.01$ 。-：期待値が1未満であり実測値が0であったため有意差を判断しなかった。

表 1-2-5. 季節ごとの分類別の利用回数と地点数

季節		寺社	住宅	倉庫	廃屋	空き家	野外	その他	合計
春期	回数	19	61	0	5	17	2	3	107
	地点数	6	23	0	3	8	2	3	45
	平均回数 <sup>a</sup>	3.2	2.7	-	1.7	2.1	1.0	1.0	2.4
夏期	回数	22	23	7	2	9	8	5	76
	地点数	10	15	5	1	7	7	5	50
	平均回数 <sup>a</sup>	2.2	1.5	1.4	2.0	1.3	1.1	1.0	1.5
秋期	回数	7	14	3	8	7	0	0	39
	地点数	5	6	1	2	3	0	0	17
	平均回数 <sup>a</sup>	1.4	2.3	3.0	4.0	2.3	-	-	2.3
冬期	回数	17	30	0	0	12	0	6	65
	地点数	7	10	0	0	3	0	3	23
	平均回数 <sup>a</sup>	2.4	3.0	-	-	4.0	-	2.0	2.8

<sup>a</sup>回数を地点数で除することで1地点あたりの平均利用回数を算出した。

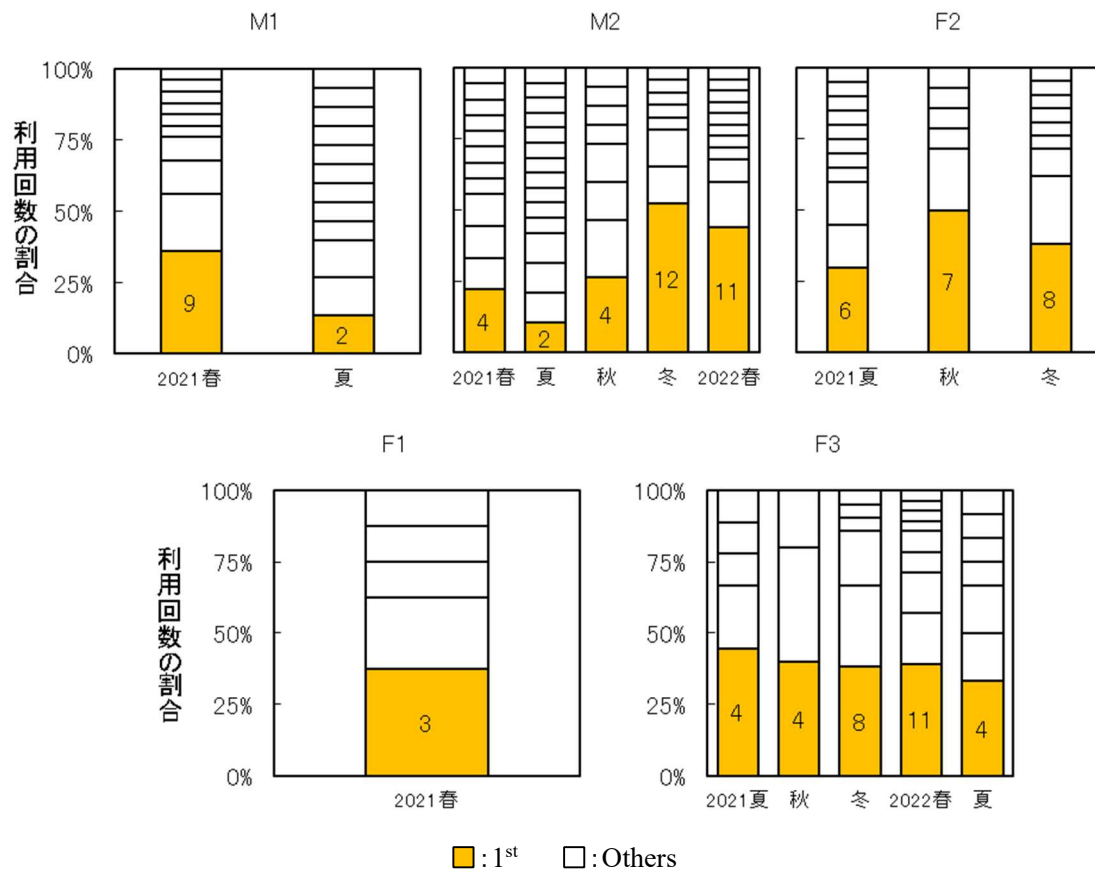


図 1-2-3. 各個体の季節別のねぐらの最多利用回数と割合

各棒グラフ内の数字は最も利用されたねぐらの利用回数を示す。

各棒グラフの区画の数はねぐらの地点数を示し、区画の縦幅は利用回数の割合を示す。

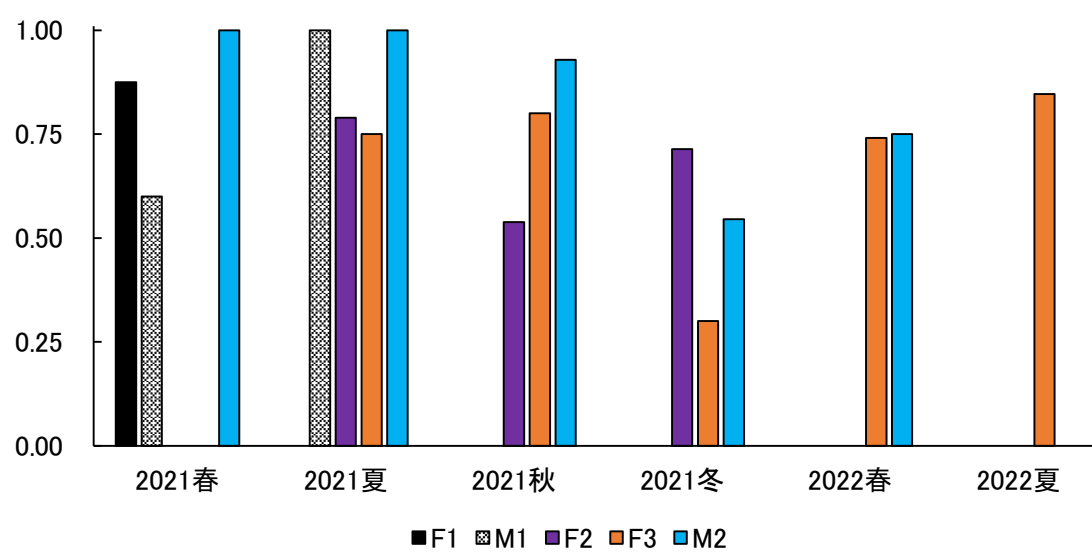


図 1-2-4. 季節別の各個体のねぐら変更指数 (DSI)

個体の並びは追跡期間の長さ順である。

## 第2章 ハクビシンの行動圏と移動阻害要因

### 第1節 行動圏とそれを規定する要因

#### I. はじめに

ハクビシンの行動圏に関するいくつかの研究は山形県と関東地方、静岡県、および原産国のアジア諸国で実施され、主に100%最外郭法（以下、100%MCP）により行動圏が算出されている。山間部で実施された研究では、栃木県の高標高域に生息するオス1頭の行動圏の面積は季節により変化し、面積は22 ha から 1546 ha (平均 923 ha) であった (Seki and Koganezawa 2010)。また、中国湖北省の自然保護区に生息するハクビシン10頭の行動圏の面積は136 ha から 893 ha (平均 390 ha) であり (Zhou et al. 2014)、タイ王国の熱帯林に生息する個体の行動圏の面積は590 ha であった (Grassman 1998)。山間部以外で実施された研究では、静岡県の都市郊外に生息するハクビシン15頭の100%MCPによる行動圏の面積は16.6 ha から 119.8 ha (平均 43.3 ha) であり (鳥居・大場 1996)、山形県の農村部に生息するハクビシン3頭の100%MCPによる行動圏の面積は27 ha から 303 ha (平均 204 ha) であった (鳥屋部・斎藤 2020)。これらの研究は追跡期間や測位点数が異なり、また100%MCPは算出に使用した測位点数が増加するほど面積が広がる (Andreassen et al. 1993) ため、単純には面積を比較できないが、概して山間部に生息する個体の行動圏は都市郊外や農村部に生息する個体の行動圏よりも広い傾向にあると言える。また、本種は縄張りを持たない動物であると言われており (古谷 2009)、中国湖北省の自然保護区 (Zhou et al. 2014) や静岡県の都市郊外 (鳥



居・大場 1996) および山形県の農村部(鳥屋部・斎藤 2020 ; Toriyabe et al. 2022) に生息する個体の行動圏は広い範囲で他個体の行動圏と重複している。このように山間部や農村といった自然環境が豊富な環境での行動圏は解明されつつある一方、建築物や道路等の人工構造物が卓越する都市部に生息するハクビシンの行動圏に関する研究は少なく、不明な点が多い。

ハクビシンは森林の孤立化の影響を受けにくい動物であり(園田・倉本 2008)、東京都の区部が本種の生息にとって適している環境である可能性が示されている(岩間・金子 2019)。一般的に、都市部に多く存在する道路や鉄道などの線形の社会基盤は野生動物の生息地分断化の主たる要因である(園田ほか 2011)が、本種は交通量の多い地点においても撮影頻度が高いことから、交通の影響を受けにくい種であると言われている(岩澤ほか 2021)。しかし、本種の道路の横断実態に関する研究は少なく、本種が人工構造物によりどの程度移動が阻害されているかを検証した研究は皆無である。

以上のことから、本節では GPS テレメトリー法を用いた追跡調査により、都市部におけるハクビシンの行動圏とそれを規定する移動阻害要因について解明した。

## II. 方法

### 1. 調査地と追跡個体

調査地は第 1 章第 1 節と同じ大慈寺地区と上堂地区および本宮地区である。また、使用した個体も第 1 章第 1 節と同じ個体である。

## 2. GPS の測位スケジュールと GPS データの選別

第1章第1節で述べた方法でGPS測位およびGPSデータのダウンロードを実施した。ダウンロードしたGPSデータから測位精度が著しく低いデータおよびマルチパスなどにより生じた異常なデータを除外するために、以下の方法で測位データを選別した。まず、White and Garrott (1990) は個体が装着された発信機に慣れるまでに数日から1週間が必要であることを指摘しているため、本節では各個体のすべてのデータから放獣してから120時間(5日間)分のデータを除外した。次に、盛岡市外など、明らかに異常なデータを除外した。さらに、測位の際に記録されたHDOP (Horizontal Dilution of Precision) 値を使用し、HDOP値が5.0を超過するデータを除外した。最後に、このデータから個体の移動速度が異常なデータを除外し(水谷ほか2007)、残ったデータ(以下、GPSデータ)を解析で使用した。ハクビシンの通常の移動速度の上限値が不明であったため、本節では個体ごとに単位時間あたりの平均移動距離とその標準偏差を位置情報から算出し、単位時間あたりの移動距離が前後の測位データの両方から(平均移動距離+その標準偏差×3)以上離れているデータを異常値と定義した。

## 3. 行動圏の算出

個体ごとにGPSデータと第1章第2節で使用したねぐらデータを使用し、最外郭法(以下、MCP)と固定カーネル法(以下、FK)により追跡個体が移動した範囲(以下、行動圏)を算出した。これらの行動圏の算出には、尾崎・工藤(2002)を参考にMCPでは100%MCPと95%MCPを、FKでは95%FKと50%FKを使用した。なお、鳥屋部・斎藤(2020)は追跡個体が特に利用する範囲(以下、コアエリア)の表現方法として50%MCPと50%FKを採

用したが、ポイントデータの分布密度を考慮しない 50%MCP では正しいコアエリアを表現できない危険性がある (Powell 2000) ため、本調査では 50%FK のみをコアエリアとして採用した。

個体ごとの行動圏が重複している程度を確認するために、別の個体と行動圏が重なっている場所 (以下、重複範囲) の面積と重複範囲が行動圏に占める割合を 4 種類の行動圏ごとに算出した。

解析および 100%MCP の算出には Arc GIS Pro 2.8.2 を使用した。95%MCP の算出には、R 4.2.1 (R Core Team 2022) のパッケージ adehabitatHR に含まれる mcp 関数を使用し、95%FK と 50%FK の算出には kernelUD 関数を使用した。

#### 4. 道路・線路・河川による移動阻害効果の解析

本節では調査地に存在する主要な道路と線路および河川 (以下、ラインデータ) がハクビシンの移動を阻害する存在 (以下、バリアー) として機能しているという仮説を立て、後述する方法により作成したこれらのデータと GPS データを組み合わせることで検証した。なお、ここでバリアーとは、それを横断する移動の頻度がそれ以前と比べて著しく低下するラインデータのことと定義した。そのため、バリアーを横断する移動が全く行われなことを意味しない。

あるラインデータがバリアーとして機能していた場合、そのラインデータの周囲で記録された GPS データの数はそのラインデータを境に大きく変動していると言える。そこで、GPS データの分布状況からバリアーとして機能している可能性があると考えられたラインデータの両側にバッファを作成し (以下、GPS データの重心に近い方のバッファを「内側の

バッファ」, 遠い方のバッファを「外側のバッファ」とする), それぞれのバッファ内に含まれる GPS データの数に差が見られるかを解析した (図 2-1-1). 解析には各側のバッファで記録された GPS データの点数 (以下, 実測値) と, GPS データの数が各側のバッファの面積に比例して配分されると仮定して算出した期待値を比較するモンテカルロシミュレーションを 10,000 回実施することで検定した. なお, GPS の測位誤差と一部の GPS データの分布の偏りによる影響を軽減するため, 各バッファの幅は 100 m とした. また, バッファと河川が重複する範囲は解析から除外した.

河川のデータの作成には基盤地図情報 (URL : <https://www.gsi.go.jp/kiban/> ; 2021 年 10 月 25 日確認) の水域データを使用した, 水路や湖沼など北上川の本流以外のデータは削除した. 線路のデータの作成には国土数値情報 (URL: <https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/> ; 2021 年 10 月 25 日確認) を使用した. 道路のデータの作成には数値地図 (国土基本情報) の道路データを使用した. 野生動物の行動に影響する道路の属性として, 道路の幅員 (Rondinini and Doncaster 2002) と車両の交通量 (Brody and Pelton 1989) が考えられる. 幅員に関して, 数値地図の分類に従い 3 m~5.5 m, 5.5 m~13 m, 13 m~19.5 m, 19.5 m 以上の 4 種類とした. 車両の交通量は計測に労力がかかるため, 実際の被害対策には活用しにくいものと考えられる. 時速 60 km 程度までなら車両の交通速度の上昇に伴い交通量も共に上昇する傾向がある (大口 2015) ことから, 本調査では車両の交通量に代わる数値として道路の制限速度を採用した. 以上のことから, 道路の幅員 (3 m~5.5 m, 5.5 m~13 m, 13 m~19.5 m, 19.5 m 以上の 4 種類) に車両の制限速度 (時速 40 km と時速 50 km の 2 種類) を追加して整理した.

事前の地域住民への聞き取り調査により、明るさがハクビシンの行動に影響する可能性が考えられたことから、道路の夜間における照度（単位：lx）を計測して道路の幅員と制限速度のデータに追加した（以下、道路データ）。計測の対象とした道路は、各調査地における主要な道路とバリアーとして機能していると予想した道路とした。照度の計測には照度計（佐藤商事社製の CENTER 530）を使用し、自動車の右側（運転席側）のダッシュボードに照度計を設置して、照度計を録画しながら走行することで計測した。計測は道路を信号機または交差点で分割した区間（以下、道路区間）ごとに実施し、道路区間内に存在した光源の数とそれらの照度を記録した。本調査では、日本産業規格 JIS Z9111-1988（道路照明基準）で定められている歩行者が通行する歩道に求められる 3.0 lx を照度の基準として採用し、道路区間 100 m あたりに存在する 3.0 lx 以上の光源（以下、光源）の数を算出した（以下、この数が 1 個未満の道路区間を「暗い道路区間」とする）。また、月の状態や天候による照度の変化を排除するために、月光以外の光源が無い場所で測定して 0.0 lx の場合のみ調査を実施した。なお、照度の計測に影響を与える道路照明施設以外の光源としてコンビニエンスストアなどの店舗が存在したが、調査地に存在したこれらの光源はほぼすべて終夜点灯していたため、夜間の照度は時間帯で変化しないものと判断した。

### Ⅲ. 結果

#### 1. GPS 首輪による測位と GPS データの選別

各個体の GPS データの概要を表 2-1-1 に示す。M1 は 2021 年 5 月の下旬頃から装着した GPS 首輪の電池が大幅に消耗したため GPS による測位ができなくなり、F1 は同年 6 月の

中旬にねぐらを特定して以降追跡不能となった。これら以外の3頭では各個体の捕獲から1年間程度のGPSデータを取得した。

M2は追跡開始した2021年4月8日から2022年3月28日までの約1年間は、主に大慈寺地区の狭い範囲を行動していたが、同年3月29日から本宮地区への移動を開始した(詳細は第3章第1節で述べる)。このことから、M2のGPSデータは最初の1年間に相当する2022年3月28日までのデータと2022年3月29日以降のデータに分割し、以下では各データをそれぞれ「M2(前)」と「M2(後)」と表記する。なお、分割しないGPSデータは「M2(全)」と表記する。M2(前)では異常値によりGPSデータを選別したが、M2(後)では短期間で行動パターンが大きく変化したため、異常値によりGPSデータを選別しなかった。なお、「盛岡市外など、明らかに異常なデータ」はF2で4点記録され、このうち最も盛岡市に近いデータは北上市(盛岡市から約40km南方に位置している)で記録された。

## 2. 行動圏の面積および既往研究との比較

各個体の種類別の行動圏を図2-1-2に示す。また、これらの面積を表2-1-2に示す。行動圏の面積を既往研究と比較するために、同表内において農村部で実施された追跡調査(鳥居・大場 1996; 鳥屋部・斎藤 2020)と山林で実施された追跡調査(Rabinowitz 1991; Grassman 1998; Seki and Koganezawa 2010; Zhou et al. 2014)での行動圏の面積を整理した。なお、これらの既往研究における追跡個体が3個体以上の研究の場合は、行動圏の最大値と平均値のみを記載した。

この結果、追跡個体5頭の100%MCPによる行動圏は、M2(後)とM2(全)の「1000ha

程度」, F2 と F3 の「200 ha 程度から 400 ha 程度」, M1 と M2 (前) の「100 ha 程度」, F1 の「100 ha 未満」の 4 種に大別でき, それぞれ Seki and Koganezawa (2010) と同程度, 鳥屋部・斎藤 (2020) の平均から最大程度および Rabinowitz (1991) と同程度, 鳥居・大場 (1996) の最大程度, 鳥居・大場 (1996) の平均程度に近いものとなった. また, 表 2-1-2 で引用されている既往研究において, 農村部に生息する個体の行動圏は山林に生息する個体の行動圏よりも狭くなる傾向があり, 本研究の結果は M2 (後) と M2 (全) を除き農村部の結果と同程度であった. なお, M2 (前・後・全の 3 種すべて) と F2 および F3 は 100%MCP と 95%MCP の面積において 2 倍以上の差が見られた. 95%MCP は全体の点数から外れ値にあたる 5%の点を除外して算出する (尾崎・工藤 2002) ことから, このことは, これらの個体が外れ値として遠くまで移動することがあったことを意味する. 特に, M2 (後) の 100%MCP は人口集中地区外である本宮地区の南西部の農耕地にも広がっていたが, 他の行動圏は地区北部の人口集中地区に広がっていた. また, M2 (後) のコアエリア (50%FK) は大慈寺地区と本宮地区にかけて広がっており, このことは本宮地区への移動が始まった 2022 年 3 月 29 日以降でも大慈寺地区を利用していたことを意味する (詳細は第 3 章第 1 節で述べるが, 同年 5 月 14 日まではほぼ毎日両地区を往復していたが, それ以降は本宮地区に留まった). なお, コアエリアの形状から, M2 は県道 120 号線 (明治橋) を利用して北上川を越えていたものと判断した (ただし, 橋梁のどこを移動経路として利用していたかは不明である).

各個体の行動圏の他個体との重複範囲の面積と重複範囲が行動圏に占める割合を表 2-1-3 に示す. なお, 同じ敷地内およびその周辺で捕獲したハクビシンを主に対象とした追跡調査

(鳥居・大場 1996) では、追跡個体の行動圏が捕獲地点のみで重なる事例や大部分で重なる事例が報告されている。このことから、捕獲地点が各調査地で同一であることにより結果が偏る可能性は低いものと判断した。

大慈寺地区においては、M2 (前) がいずれの行動圏においても高い割合で重複していた。なお、3 個体 (M1, M2 (前), F2) すべてのコアエリア (50%FK) が重複している場所 (図 2-1-2) の周辺には、住宅地と環境保護地区である寺ノ下寺院群地区が広がっており、ハクビシンの食物資源になる植栽されたブドウ (*Vitis spp.*) とキウイフルーツおよびイチョウ (*Ginkgo biloba*) の雄株および雌株が存在した。ブドウとキウイフルーツは夏期に結実しており、イチョウの雌株の近辺には前年結実した実 (ギンナン) が翌春まで放置されていた。上堂地区においては、50%FK では行動圏の重複は少なかったが、それ以外の行動圏では F1 の行動圏のほぼすべてが F3 に内包されていた。

### 3. 道路・線路・河川による移動阻害効果の解析

各調査地における GPS データの位置と道路データを重ねたものを図 2-1-3 に示す。いずれの個体においても捕獲地点 (図 1-1-2) からの距離と GPS データの分布状況には明確な規則性が見られず、捕獲地点から近いが GPS データが少ない場所や、反対に捕獲地点から遠いが GPS データが多い場所が存在した。以上のことから、捕獲地点が各調査地で同一であることにより結果が偏る可能性は低いものと判断した。

大慈寺地区の個体は東部を国道 4 号線、西部を県道 120 号線を含む道路 (以下、県道 120 号線)、北部を国道 106 号線、南部を北上川で囲まれた範囲を主に行動しており、これらを超えた移動は M2 (後) 以外ではあまり見られなかった。上堂地区の個体は東部を北上川、



西部と南部を線路，北部を国道 4 号線を含む道路（以下，国道 4 号線）で囲まれた範囲を主に行動しており，これらを超えた移動はあまり見られなかった．そこで，これらのラインデータと，これらのラインデータで囲まれた範囲内にある幅員 5.5 m 以上の道路およびバリアーとして機能している可能性が考えられた大慈寺地区の北上川の北部を通る道路（以下，道路 A）を解析の対象とした．なお，延長が短いためバリアーとしての機能が判断できない道路とバッファの半分以上を河川が占める道路および高架上を走行する東北新幹線は解析の対象から除外した．詳細は第 3 章第 1 節で述べるが，本宮地区に出没した M2（後）は分散期であり道路がバリアーとして機能しにくくなると考えられたため，M2（後）のデータは解析の対象から除外した．

解析の対象とした図 2-1-3 に示した道路と線路，河川のラインデータの両側のバッファが含む GPS データに関する解析結果を表 2-1-4 に示す．両地区において国道 4 号線と北上川を境に GPS データの数が著しく減少していた ( $P < 0.01$ ) ことから，これらがバリアーとして機能していたと判断した．

大慈寺地区における他のラインデータでは国道 106 号線と県道 120 号線を境に GPS データの数が減少していた ( $P < 0.01$ ) ため，これらがバリアーとして機能していたと判断した．一方，道路 A では GPS データの数に差は見られなかったため，バリアーとして機能していなかったと判断した．なお，この道路 A の幅員は 5.5 m 未満であり，バリアーとして機能していた道路より狭く，またすべて暗い (100 m あたりの光源が 1 個未満) 道路区間であった．

上堂地区における他のラインデータではいわて銀河鉄道線を境に GPS データの数が減少していた ( $P < 0.01$ ) ため，バリアーとして機能していたと判断した．一方，山田線のバッフ

ァは GPS データを含まなかったため、バリアーとして機能していたかは判断できなかった。県道 223 号線は内側のバッファが外側のバッファの 2 倍以上の GPS データを含んでいたが、ある期間において集中的に利用される場所（詳細は第 3 章第 2 節で述べる）の影響が考えられたため、この影響を排除した 2021 年の夏期のデータのみを使用した結果を併記した（本節では、この解析結果を採用し「県道 223 号線はバリアーとして機能していなかった」と判断した）。なお、バリアーとして機能してなかった 3 本の道路（旧国道 46 号線、県道 220 号線、県道 223 号線）には、暗い道路区間が少なくとも 4 割程度存在した（表 2-1-4）。

#### IV. 考察

##### 1. 行動圏の面積および既往研究との比較

M2（前）と F1 の行動圏の面積は、4 種類の行動圏すべてにおいて 1 番目または 2 番目に狭かった（M2（全）を除く）。一般的に、哺乳類の行動圏は体重が重いほど広くなる（土肥 1991）ほか、単独で行動する食肉目ではオスの行動圏は交尾できるメスを探すために広くなる傾向がある（Sandell 1989）ため、この 2 頭の行動圏が狭かった要因として体重または性成熟の有無が考えられた。性成熟していない M2 は再捕獲までの約 3 ヶ月で体重が 1.8 倍になったが、この変化による行動圏の拡大は確認できなかった。一方体重の変化は不明だが、2022 年 3 月 29 日以降では M2 の行動圏が拡大し、M2（後）の 100%MCP の面積は山林に生息する個体と同程度である 1012.6 ha になった。2021 年の 7 月末時点での推定最低月齢が 13 ヶ月であった M2 は 2022 年の 2 月から 3 月頃に性成熟したものと考えられることから、M2 の行動圏が狭かった理由として、性成熟をしていないために繁殖活動に参加しなかったこ

とが考えられた。一方、F1 は追跡期間が短く体重および行動圏面積の変化を確認できなかったため、F1 の行動圏が狭かった要因は解明できなかった。

本節で追跡した個体の行動圏の面積は性成熟後の M2 を除くと、山林に生息する個体の行動圏よりも狭く、農村部に生息する個体の行動圏と同程度であった。池田ほか (2001) は、アライグマの行動圏の面積が人間の生活圏内では狭くなる理由として、食物やねぐら等の資源を容易に利用できることを指摘している。このことから、アライグマと同じ中型哺乳類であるハクビシンでも同様の理由で行動圏が狭くなったものと考えられる。M2 が本宮地区の南西部にある農耕地に出没したものの人口集中地区に戻り定着したことから、本種にとって農耕地よりも都市部の方が生息に適している可能性が示唆された。

大慈寺地区においては、M2 (前) がいずれの行動圏においても高い割合で他個体の行動圏と重複していた。この理由は不明だが、複数のハクビシンが同じ果樹に繰り返し出没するという報告 (鳥居・大場 1996) から、3 個体のコアエリアが重複している範囲の近辺に存在した食物資源が影響していた可能性が考えられる。また、100%MCP において F2 の重複範囲の割合が M1 の半分程度であったが、この理由として F2 の行動圏から 500 m から 1 km 程度離れた場所への単発的な移動が考えられる。この移動により 100%MCP の面積が大幅に増加し、重複範囲の占める割合が低下したものと考えられる。一方で、このような外れ値を除外した 95%MCP と 95%FK では大慈寺地区の 3 頭すべてにおいて重複範囲の割合が最低でも 6 割程度あり、この結果は本種の個体ごとの行動圏が重複する傾向にあるという報告 (Zhou et al. 2014) を支持していると言える。特に、コアエリア (50%FK) は最低でも 3 割程度重複しており、高頻度で追跡個体同士が同じ範囲を利用している可能性が示唆され

た.

## 2. 道路・線路・河川による移動阻害効果の解析

バリアーとして機能していなかった上堂地区の道路の制限速度は大慈寺地区のバリアーとして機能していた道路（国道4号線を除く）と同一であったが、暗い道路区間が多く、幅員が同程度か狭い傾向にあった。さらに、道路Aはバリアーとして機能していた道路よりも暗く、狭かった。これらのことから、幅員が広く、明るい道路の方がバリアーとして機能しやすいと考えられる。なお、大慈寺地区の国道4号線は暗い道路区間を含んでいたがバリアーとして機能していたため、幅員が広く、制限速度が高い（すなわちある程度の交通量が見込まれる）道路では、暗くてもバリアーとして機能し得る可能性が示唆された。ハクビシンは光照射を忌避しない（Toyoda et al. 2011）ことと、光源が多い場所は人間の活動が活発である可能性が考えられることから、本種は光源を忌避したのではなく人間の活動や交通量など別の要因を忌避した可能性が考えられる。また、上堂地区の南部は今回調査対象としなかった何らかの環境要因がバリアーとして機能していたのか、単純に遠距離まで移動する頻度が低かっただけなのかは不明である。

M2の行動圏は性成熟したと推定される2022年の3月頃から急激に拡大したことから、この行動パターンの変化は幼期分散（natal dispersal）であると考えられる（Hanski and Selonen 2009）。特に、バリアーとして機能していたと考えられた県道120号線（明治橋）を利用して北上川を越えた移動を繰り返していたことから、分散期ではフィンランドの都市部に生息するキタリス（*Sciurus vulgaris*）と同様に道路の影響を受けにくくなる（Fey et al. 2016）ものと考えられる。

## V. 小括

ハクビシンの行動圏面積が農村部で実施された既往研究と同程度であり、各個体の行動圏は広い範囲で重複していることがわかった。また、河川と線路および幅員が広く明るい道路が追跡個体の移動を阻害するバリアーとして機能していたことがわかった。一方、性成熟した個体がバリアーとして機能していた道路を越えた移動を繰り返していたことから、分散期の個体は道路からの影響を受けにくいと考えられた。また、人口集中地区に生息する個体が地区外に移動したが地区内に戻り定着する行動を確認できたことから、都市部は農村部よりも本種の生息に適している可能性が示唆された。

図表

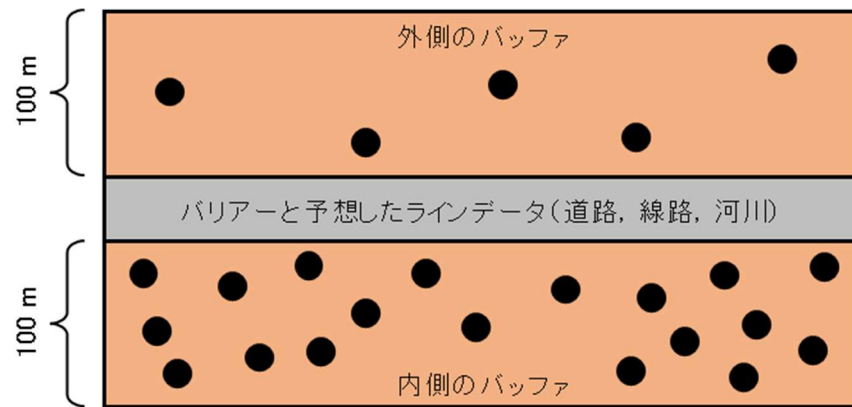


図 2-1-1. ラインデータによるハクビシンの移動の阻害に関する解析の概要

●は GPS データを示す.

表 2-1-1. GPS 測位の結果の概要

調査地	個体	首輪の種類 <sup>a</sup>	GPS 測位期間	GPS データ数 <sup>d</sup>	異常値とした単位時間あたりの移動距離 (m) <sup>e</sup>	異常値により除外したデータの数
大慈寺	M1	大	2021年4月5日～2021年5月18日	377	690.7	0
	M2 (前)	小 <sup>b</sup>	2021年4月7日～2021年7月19日	476	485.5	1
		大 <sup>b</sup>	2021年7月25日～2022年3月28日 <sup>c</sup>	2447	374.6	8
	F2	大	2021年5月15日～2022年3月6日	2495	734.4	9
本宮	M2 (後)	大	2022年3月29日～2022年6月4日 <sup>c</sup>	534	1154.3 <sup>f</sup>	(除外せず)
上堂	F1	小	2021年4月18日～2021年5月18日	132	730	0
	F3	大	2021年7月28日～2022年7月29日	3581	944.6	6

<sup>a</sup> 大 : LiteTrack 140 RF, 小 : LiteTrack 60 RF.

<sup>b</sup> M2 は再捕獲した際に首輪を交換した.

<sup>c</sup> M2 は 2022 年 3 月 29 日から本宮地区に移動したため, 本研究ではデータを移動日の前後で分けて整理した.

<sup>d</sup> GPS データに含まれる異常値の扱いが異なるため, 表 1-1-2 の測位成功データ数と結果が異なる.

<sup>e</sup> 各個体において (平均移動距離 + その標準偏差 × 3) により算出した. 首輪の種類が「大」の場合は 30 分, 「小」の場合は 60 分あたりの移動距離を示す.

<sup>f</sup> 異常値として扱わなかったが, 参考として記載した.

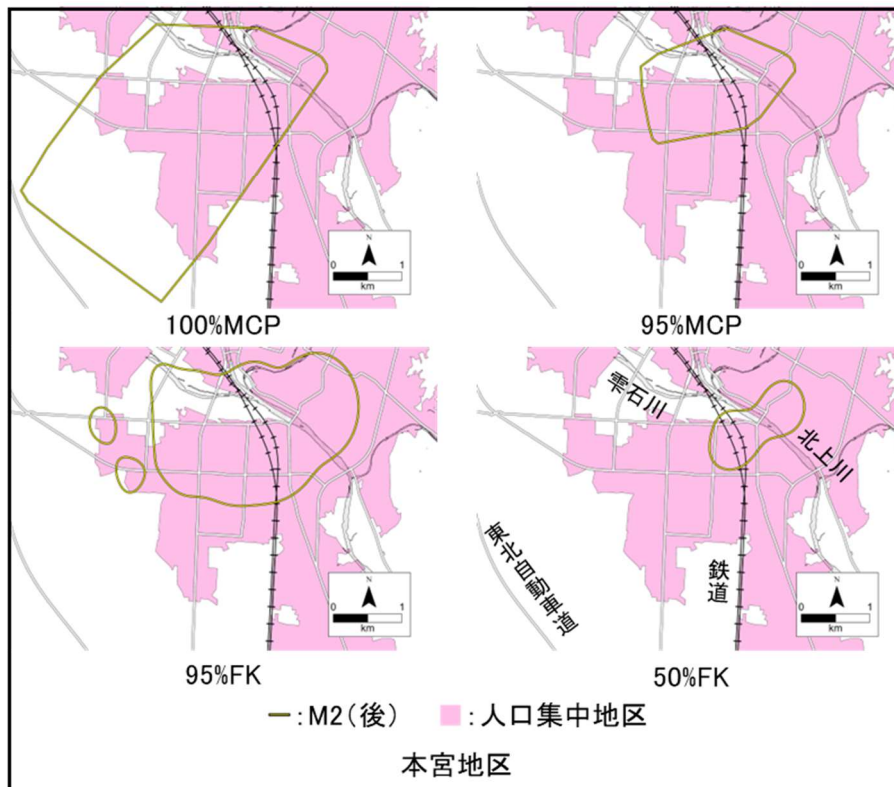
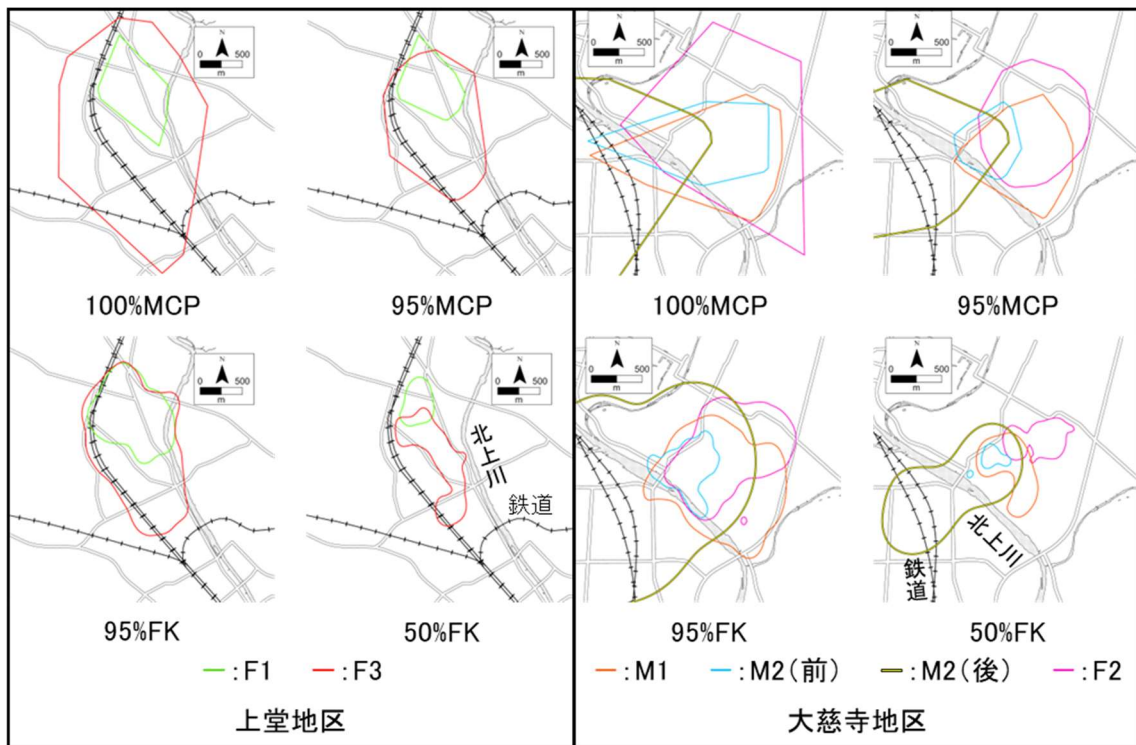


図 2-1-2. 個体ごとの種類別の行動圏

本宮地区のみ行動圏が人口集中地区の外にも広がっていたため人口集中地区を示した。大慈寺地区と上堂地区の行動圏はいずれも人口集中地区に位置している。



表 2-1-2. 本調査と既往研究における行動圏の面積

捕獲場所 (地区)	データ出典	個体	期間 (月)	100%MCP	95%MCP	95%FK	50%FK
大慈寺	本調査	M1	4~5	134.9	86.7	125.2	28.0
		M2 (前)	4~翌3	94.7	33.3	30.2	4.8
		M2 (後)	3~6	1012.6	258.9	556.7	98.4
		M2 (全)	4~翌6	1168.4	137.6	137.5	11.7
		F2	5~翌3	246.7	104.3	93.9	20.3
上堂		F1	4~5	60.6	46.5	78.7	17.3
		F3	7~翌7	375.6	158.2	170.3	47.3
農村部	鳥居・大場 (1996)	最大	3~5	119.8	-	-	-
		平均	1~12	43.3	-	-	-
	鳥屋部・斎藤 (2020)	最大	6~10	303	-	-	-
		平均	6~11	204	-	-	-
山林	Rabinowitz (1991)	メス1頭	2~12	370	-	-	-
	Grassman (1998)	オス1頭	不明 <sup>a</sup>	590	-	-	-
	Seki and Koganezawa (2010)	オス1頭	4~6	1546	-	479	-
			7~9	1292	-	1832	-
	Zhou et al. (2014)	最大	1~12	893	451	-	-
		平均		390	192.6	-	-

面積の単位は ha である。

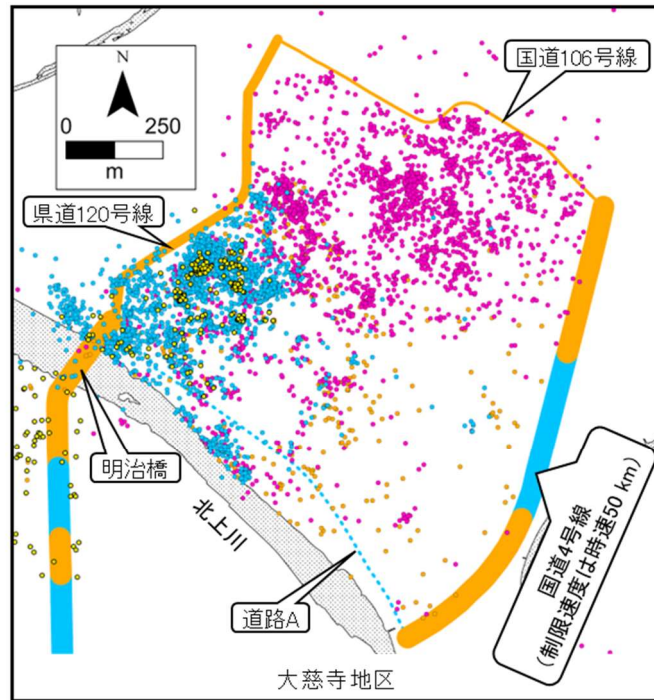
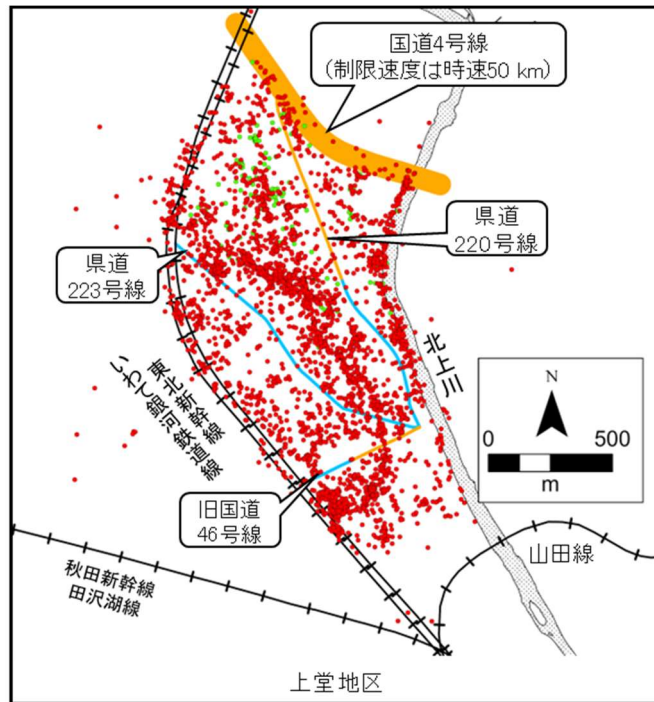
追跡個体が3体以上の研究の場合は、行動圏の最大値と平均値のみを記載した。

<sup>a</sup> 明確な追跡期間は述べられていないが、少なくとも雨季(6月から10月)と乾季(11月から5月)の両方を含む9ヶ月から16ヶ月である。

表 2-1-3. 行動圏が重複している面積と重複範囲が個別の行動圏に占める割合

個体	M1	M2 (前) <sup>a</sup>	M2 (後) <sup>a</sup>	F2	F1	F3
期間 (月)	4~5	4~翌3	3~6	5~翌3	4~5	7~翌7
調査地区	大慈寺	大慈寺	本宮	大慈寺	上堂	上堂
100%MCP	重複している面積 (ha)	130.5	90.5	63.1	126.9	60.6
	重複範囲の割合 (%)	96.7	95.6	6.2	51.4	100.0
95%MCP	重複している面積 (ha)	69.3	28.9	19.0	61.2	43.2
	重複範囲の割合 (%)	79.9	86.8	7.3	58.7	92.9
95%FK	重複している面積 (ha)	95.6	29.0	96.7	75.2	77.4
	重複範囲の割合 (%)	76.4	96.0	17.4	80.1	98.3
50%FK	重複している面積 (ha)	17.1	4.5	16.2	5.0	4.4
	重複範囲の割合 (%)	61.1	93.8	16.5	24.6	25.4

<sup>a</sup>M2 (前) と M2 (後) のみが重複している範囲は重複していないものとして計算した。



- .....: 幅員5.5 m未満の道路
  - : 幅員5.5 m以上13 m未満の道路
  - : 幅員13 m以上19.5 m未満の道路
  - : 幅員19.5 m以上の道路
  - : 100 mあたりの光源が1個未満の道路区間
  - : 100 mあたりの光源が1個以上の道路区間
- : M1   
 ●: M2(前)   
 ●: M2(後)   
 ●: F2   
 ●: F1   
 ●: F3

図 2-1-3. 個体ごとの GPS データと解析の対象にしたラインデータ

表 2-1-4. 道路の特徴およびラインデータの両側にあるバッファが含む GPS データの点数

地区	ラインデータ名	幅員 (m)	制限速度 (km/h)	暗い <sup>a</sup> 道路区間の割合 (%)	内側のバッファが含む GPS の点数 <sup>b</sup>	外側のバッファが含む GPS の点数 <sup>b</sup>	バリアー効果 <sup>c</sup>
大慈寺	国道 4 号線	19.5 以上	50	35	50	0	あり**
	国道 106 号線	5.5~13	40	0	331	19	あり**
	県道 120 号線	13~19.5	40	0	1393	50	あり**
	道路 A	5.5 未満	40	100	448	428	なし
	北上川	-	-	-	721	50	あり**
上堂	国道 4 号線	19.5 以上	50	0	141	13	あり**
	県道 220 号線	5.5~13	40	46	279	252	なし
	県道 223 号線	5.5~13	40	100	35 (夏) <sup>d</sup>	27 (夏) <sup>d</sup>	なし <sup>d</sup>
	旧国道 46 号線	5.5~13	40	42	425	184	(あり**)
	旧国道 46 号線	5.5~13	40	42	117	146	なし
	いわて銀河鉄道線	-	-	-	545	102	あり**
	山田線	-	-	-	0	0	不明
北上川	-	-	-	325	8	あり**	

<sup>a</sup> 100 m あたりの光源の数が 1 個未満の道路区間を指す。

<sup>b</sup> ラインデータの両側のバッファのうち、GPS データの重心に近い方を内側のバッファ、遠い方を外側のバッファとした。

<sup>c</sup> あり：内側の点数が有意に多い、なし：「あり」以外の場合、不明：点数が含まれないため解析を実施しなかった。\*： $P < 0.05$ ，\*\*： $P < 0.01$ 。

<sup>d</sup> 道路以外の要因が GPS データの点数に影響していた可能性が高いため、2021 年の夏期のデータのみを用いた解析結果を併記した。ここでは、2021 年の夏期のデータのみを用いた解析結果を採用した。

## 第2節 行動圏内部での土地選択性

### I. はじめに

行動圏の内部をどのように利用しているかを解明することは野生動物の管理を実施する上で決定的な情報となる(土肥 1991)。しかし、ハクビシンの行動圏に関する研究は行動圏の面積や他個体との行動圏の重複に着目したものが多く(例えば、鳥居・大場 1996; Seki and Koganezawa 2010)、行動圏の内部での利用実態に着目した研究は少ない。タイ王国のファイカケン野生生物保護区に生息するハクビシンは食物資源が少ない樹林地を避けており(Rabinowitz 1991)、中国湖北省の自然保護区に生息するハクビシンは樹冠疎密度が高い場所を利用している(Wang et al. 2009)。Toriyabe et al. (2022)は山形県の農村部に生息するハクビシンが緑地だけでなく人工構造物も利用していることを報告したが、都市部には住宅地だけでなく商店街や学校など様々な人工物が存在しているため、人工物の中でも本種が利用しにくく移動を阻害している地域が存在する可能性がある。しかし、このような都市部における地域の用途の違いに着目した研究は著者の知る限り皆無である。

ハクビシンは森林の孤立化の影響を受けにくい動物であり(園田・倉本 2008)、都市部が本種の生息にとって適している環境である可能性が指摘されている(岩間・金子 2019)。しかし、前節で述べたように本種は河川や幅員が広い道路により行動が阻害される傾向にあることから、土地被覆やその利用状況などの都市内での環境の違いが本種の行動に影響することがあると考えられる。原科ほか(1998)は、森林の空間的連続性が陸生哺乳類の分布規定要因となっていることを示した。空間スケールは異なるものの、都市内の土地被覆の

空間的連続性も動物の生息地利用を規定する要因となっている可能性がある。しかし、土地被覆の連続性に着目した研究は少なく、特に都市部に生息するハクビシンに着目した研究は皆無である。

ハクビシンは移動経路として水路や側溝を利用すると言われている（古谷 2009；農林水産省 2018）が、その利用実態を解明した研究は少ない。西丸ほか（2016）は山梨県にある都留文科大学キャンパスでカメラトラップ調査を実施し、本種が側溝では 100 カメラ日あたり 0.86 枚撮影された一方、植え込みではほぼ撮影されなかったことを報告した。しかし、同キャンパス内での調査地点はこの 2 地点のみであり、水路の利用実態を十分に解明したとは言えない。また、カメラトラップは一般的に管理の利便性から地上付近に設置されることが多い（本郷 2018）が、本種は樹上生活者である（江口 2013a）ため、カメラトラップ調査による水路の選択性の解明は困難であると言える。

以上のことから、本節では GPS テレメトリー法を用いた追跡調査により、土地被覆とその利用状況、土地被覆の空間的連続性、および水路との距離に着目し、都市部におけるハクビシンの土地選択性を解明した。なお、土地被覆とその利用状況については、建造物やその利用状況を指標するものとして、ここでは都市計画における用途地域区分を用いた。

## II. 方法

### 1. 調査地およびハクビシンの捕獲

調査地は前節と同じ大慈寺地区と上堂地区および本宮地区である。また、使用した個体および GPS データも前節と同じである。

各調査地における都市計画上の用途地域（詳細は当節で後述する）の内訳は、大慈寺地区では住居地域 62%、近隣商業地域 15%、商業地域 10%、用途地域外 7%、低層住居専用地域 6%であり、上堂地区では住居地域 50%、中高層住居専用地域 43%、近隣商業地域 5%、工業地域 1%、用途地域外 1%である。なお、この内訳は追跡個体が主に行動した範囲である各調査地における主要な道路と線路および河川で囲まれた範囲（図 1-1-2 の斜線部）を対象として算出した。本宮地区では中高層住居専用地域 35.3%、住居地域 28.3%、用途地域外 20.5%、近隣商業地域 10.3%、工業地域 5.6%であり、他の 2 地域と比較して河畔林や農耕地などの用途地域外が占める割合が高い。なお、本宮地区では他の 2 地域のように「追跡個体が主に行動した範囲」を道路や河川により定義できなかったため、本宮地区に移動した個体 (M2) の行動圏 (M2 (後) の 95%MCP. 図 2-1-2) のうち北上川以南の範囲を対象として算出した。

## 2. 用途地域に対する選択性の解析

GPS データの分布状況が用途地域によって偏っているかを解析するために、各用途地域で記録された GPS データの点数（以下、実測値）と、GPS データの数が行動圏内に存在する各用途地域の面積に比例して配分されると仮定して算出した期待値を比較するモンテカルロシミュレーションを 10,000 回実施することで検定した。前節では 4 種類の行動圏を算出したが、各用途地域での GPS データの数に着目した解析を実施するため、GPS データの分布密度を考慮した行動圏である FK ではなく分布密度を考慮しない MCP の方が適しており、その中でも未利用地域をある程度除外した行動圏である 95%MCP が最適であると判断し、これを解析に用いた。なお、行動圏内に存在した面積がごくわずかな用途地域ではわずかな点数の差で結果が大きく変わってしまうため、行動圏内に 5%以上存在しない用途地域

は解析の対象から除外した。

用途地域のデータは国土数値情報（URL: <https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/> ; 2021 年 10 月 25 日確認）を使用した。解析の煩雑化を避けるために調査地に存在した 10 種類の用途地域のうち用途が似ているものを統合することで以下の 6 種類に再分類した：商業地域、近隣商業地域、低層住居専用地域（第一種低層住居専用地域および第二種低層住居専用地域）、中高層住居専用地域（第一種中高層住居専用地域および第二種中高層住居専用地域）、住居地域（第一種住居地域および第二種住居地域）、工業地域（工業地域および準工業地域）。なお、河畔林など用途地域が設定されていない場所は「用途地域外」に分類し、これら 7 種類の地域を使用して解析した。

### 3. 土地被覆状況およびその連続性に対する選択性の解析

GPS データの分布状況が土地被覆分類およびその連続性によって偏っているかを解析した。調査地をグリッドで分割し、各グリッドを土地被覆状況により分類した。大慈寺地区と上堂地区は追跡個体が主に行動した範囲（図 1-1-2 の斜線部）を対象としたが、本宮地区では「主に行動した範囲」を定義できなかったため、前節で作成した M2（後）の 95%MCPのうち北上川の本流以南の範囲を対象とした。グリッドの大きさは GPS データの測位誤差（事前調査として、晴天時に LiteTrack 140 RF を上空が開けた場所と針葉樹および広葉樹の単木の根本に静置し測位誤差を求めた。この結果、3 箇所合計 352 点の測位データが得られ、そのうち HDOP 値が 5.0 以下のデータ（全体の 83.2%にあたる）の測位誤差は  $9.3 \pm 9.2$  m (m  $\pm$  sd) であった) を考慮し 20 m 四方とし、各グリッドの分類はそのグリッドの内部で優占する土地被覆分類とした。土地被覆分類はハクビシンの行動に強く影響すると予想した「水



域」「建物」「緑地」「空閑地」の4種類とし、以下の方法でポリゴンデータを作成した。水域と建物のデータは基盤地図情報（URL：<https://www.gsi.go.jp/kiban/>；2021年10月25日確認）の水域および建築物のデータを使用した。緑地のデータは第1章第2節で述べた自作した緑地のポリゴンデータから10m<sup>2</sup>未満の緑地を削除し、そのポリゴンデータから水域または建築物と重複している範囲を削除したものを使用した。空閑地はこれら3種のいずれにも該当しない範囲と定義した。このため、空閑地は道路や一定規模以上の駐車場、学校のグラウンドのほか、畑や墓地などを含む。

土地被覆分類の連続性を評価するために、原科ほか（1998）を参考に各グリッドの連続性指数（以下、CON値）を算出した。CON値は対象のグリッドを中心とした3×3（すなわち9）グリッドの範囲内にある対象のグリッドと同じ土地被覆分類のグリッドの数であり、1から9の値をとる。このため、ここでは各グリッドは土地被覆分類およびCON値により36種類（4種類の土地被覆分類×9種類のCON値）のいずれか1種類に分類される。土地被覆分類およびCON値によりGPSデータの分布に偏りが見られるかを各分類のグリッドで記録されたGPSデータの点数（以下、実測値）と、GPSデータの点数が各分類のグリッド数に比例して配分されると仮定して算出した期待値を比較するモンテカルロシミュレーションを10,000回実施することで検定した。

#### 4. GPSデータと水路との距離の解析

ハクビシンは移動経路として水路や側溝を利用すると言われている（古谷 2009；農林水産省 2018）ことから、「GPSデータは水路に近い場所で多く記録される」という仮説を立て検証した。側溝は調査地に無数に存在し、また蓋がされている場合GPS測位に失敗するも

のと考えられたことから、本調査の対象から除外した。このことから、本調査は水路が存在する上堂地区のみで実施し、F1 と F3 のみを対象とした。

はじめに、各個体の GPS データと水路までの最短距離を算出した。GPS データに含まれる外れ値を除外するために、本調査では前節で作成した各個体の 95%MCP の内部に存在する GPS データのみを対象とした。次に、各個体の 95%MCP の内部に GPS データと同数のポイントデータを無作為に作成し（以下、ランダムデータ）、これらのデータと水路までの最短距離を算出した。そして、これらのデータで水路までの最短距離に差が見られるかを Wilcoxon の順位和検定により解析した。また、水路の利用状況を確認するために、水路で記録された可能性があるデータの数を算出した。本調査では前述した測位誤差を考慮し、水路から 20 m 以内の場所で記録されたデータを「水路で記録された可能性があるデータ」と定義した（以下、水路周辺のデータ）。

Wilcoxon の順位和検定には R 4.2.1 (R Core Team 2022) のパッケージ `exactRankTests` に含まれる `wilcox.exact` 関数を使用した。

### III. 結果

#### 1. 用途地域に対する選択性の解析

各調査地の用途地域に各個体の 95%MCP を重ねたものを図 2-2-1 に示す。大慈寺地区での行動圏内は住居地域が大部分を占めており、北西部に商業地域が広がっている。また、商業地域の周辺に近隣商業地域が点在している。なお、捕獲地点（図 1-1-2）は住居地域に位置し、商業地域までの最短距離は約 70 m である。本宮地区での M2（後）の行動圏内の用

途地域は中層住居専用地域と住居地域が大部分を占めているが、仙北町駅周辺には工業地域が存在するほか、行動圏が河川の両岸にわたり広がっていることから用途地域外が広く存在する。上堂地区での F1 と F3 の行動圏内はどちらも中層住居専用地域が大部分を占めており、その周囲には住居地域が広がっている。また、大慈寺地区での行動圏で見られた商業地域は存在しない。なお、捕獲地点（図 1-1-2）は住居地域に位置している。

モンテカルロシミュレーションの結果を表 2-2-1 に示す。低層住居専用地域と工業地域以外では複数個体において有意差が見られたが、解析対象とした個体で同じ傾向が見られた用途地域は商業地域のみであった。商業地域は M2（前）と F2 のみに存在し、どちらにおいても実測値が有意に少なかった（ $P < 0.01$ ）。なお、M1 の 95%MCP は商業地域の外縁部に沿うように広がっていたため、商業地域をほとんど含まなかった（図 2-2-1）。これらのことから、大慈寺地区の 3 個体すべてにおいて商業地域は忌避される傾向にあったと言える。なお、本調査では商業地域内でハクビシンを捕獲できなかったため、追跡個体が商業地域を忌避する個体に偏った可能性が考えられた。しかし、捕獲地点と商業地域の最短距離はわずか 70 m 程度であり、商業地域を忌避しない個体が存在する場合、捕獲できる可能性は低いものと考えられる。また、本種の行動圏の面積は農村や都市などの人為的環境では狭くなる傾向にある（表 2-1-2）が、面積が 10 ha 程度しかない商業地域内のみを行動圏とする個体が存在するとは考えにくい。以上のことから、捕獲地点が各調査地で同一であることにより結果が偏る可能性は低いものと判断した。また、商業地域に存在した建築物の多くは 2 階建てから 3 階建てであり、GPS 測位に影響するような大規模な建築物はほとんど存在しなかったことから、商業地域は他地域と同様に測位できるものと判断した。なお、最も多くの

個体で有意差が見られた用途地域は近隣商業地域であり、大慈寺地区の3頭（M2は本宮地区においても）では実測値が有意に多かったが、F3では有意に少なかった。

## 2. 土地被覆状況およびその連続性に対する選択性の解析

グリッドによる土地被覆分類の分布状況を図2-2-2に示す。建物は庭や駐車場を含まないため、調査地には多数の住宅が存在するものの建物のグリッドは全体の12.3%に留まった。一方、調査地には多数の道路が存在したため、道路を含む空地がグリッド全体の78.3%を占めた。

モンテカルロシミュレーションの結果を表2-2-2に示す。水域ではCON値が5または6の場合は有意差が見られなかったが、それ以外では実測値が有意に少なかった ( $P<0.01$ )。建物と緑地では3つを除いたほぼすべてCON値において実測値が有意に多かった ( $P<0.01$ )。一方、空地ではCON値が2から5の場合は実測値が有意に多かった ( $P<0.01$ ) が、CON値が6以上の場合は実測値が有意に少なかった ( $P<0.01$ )。

## 3. GPSデータと水路との距離の解析

F1とF3のGPSデータと水路、およびランダムデータを作成した範囲である95%MCPと前節で定義したコアエリア50%FKを図2-2-3に示す。また、F1とF3のGPSデータおよびランダムデータの水路までの最短距離を表2-2-3に示す。F1とF3のどちらもGPSデータはランダムデータよりも有意に水路に近かった ( $P<0.01$ )。また、水路周辺のデータに着目するとGPSデータはランダムデータの2倍以上多く、特にF3ではGPSデータの24.3%が水路の周辺で記録されていた。F1のコアエリアは95%MCPの西側に広がっていたほか、どちらの個体もコアエリアの中心付近には水路が存在した。

#### IV. 考察

##### 1. 用途地域に対する選択性の解析

商業地域が忌避された理由として、道路の照度が考えられる。商業地域は居酒屋など深夜まで営業している飲食店が多く存在していることから、大慈寺地区において最も明るい地域となっている（なお、検証のため追加で調査したところ商業地域の中心を通る道路は 100 m あたりの光源の数が 4.9 個であった）。近隣商業地域は大慈寺地区の 3 個体すべてが有意に選択していた地域であったが、この理由として、ハクビシンが好むと考えられる緑地（園田ほか 2008）との位置関係が考えられる。大慈寺地区における主要な緑地は北上川沿いの河畔林と大慈寺周辺の寺ノ下寺院群地区および盛岡八幡宮であり、小規模な緑地もこの周辺に点在している。これらの緑地を最短距離で移動する場合は近隣商業地域を通る必要があり、結果として近隣商業地域で多く測位された可能性が考えられる。一方、上堂地区の近隣商業地域は主に行動圏の外周付近にある幹線道路沿いに広がっており、元々出没しにくい場所であったと言える。

ハクビシンは光照射を忌避しないことが報告されている（Toyoda et al. 2011）が、光源が多い地域は光源が少ない地域よりも人間の活動が活発である可能性が考えられることから、本種は光源ではなく人間を避けていた可能性も考えられる。本調査ではどちらが本当の要因であるかは解明できなかったが、本種の行動に影響を与える環境の違いを表現する 1 つの指標として用途地域を使用できる可能性が示唆された。

なお、仮に道路がバリアーとして機能せずハクビシンが商業地域のみを忌避していた場

合、商業地域が存在していない国道 106 号線の盛岡八幡宮付近の北側には多数の GPS データが記録されるはずである。しかし、これらの道路を境に GPS データの点数は減少していたため、これらの場所では道路がバリアーとして機能していたと言える。以上のことから、幅員が広く明るい道路、および商業地域の両方により本種の移動が阻害されていたと言える。

## 2. 土地被覆状況およびその連続性に対する選択性の解析

ハクビシンは CON 値を問わず建物と緑地に多く出没していた。建物と緑地に本種が多く出没していた理由として、本種は樹上生活者である（江口 2013a）ことから、これらの建物や緑地を移動経路として利用していた可能性が考えられる。また、詳細は第 3 章第 2 節で述べるが、追跡個体は果実類や野良猫などを対象とした餌に多く出没していたことから、これらが存在する建物および緑地が影響した可能性が考えられる。特に、本種は CON 値が低い緑地にも多く出没していたことから、都市部に生息する個体は連続性が低い小規模な緑地も利用しているものと言える。

空閑地は CON 値により出没の傾向が異なっていた。連続性が高い空閑地にあまり出没しなかった理由として、このような場所は道路や大規模な駐車場など利用する意味があまりない地域であり、また身を隠すことが困難であることが考えられる。一方、連続性が低い空閑地は畑や庭木などを含んでいることが多く、これらに存在した食物資源を目的に出没した可能性が考えられる。

ハクビシンは移動経路として水路や河川を利用する（農林水産省 2018）が、水域は出没が少ない傾向にあった。この理由として、グリッドにより分割したことで河川沿いの陸地が

緑地などに分類された可能性が考えられる。

### 3. GPS データと水路との距離の解析

GPS データの水路までの最短距離がランダムデータよりも近かった結果から、ハクビシンは水路に近い場所に出没する傾向にあることが分かった。この結果は本種が水路を移動経路として利用するという報告（古谷 2009；農林水産省 2018）を支持する。また、このことから、本種による被害は水路周辺で生じやすい可能性が考えられた。なお、ハクビシンはカエル類を採餌する（Zhou et al. 2008）ため、追跡個体がカエル類を採餌するために水路に出没していた可能性がある。しかし、各個体のコアエリア（すなわち、調査期間全体を通して追跡個体の利用確率が高かった範囲）の中心付近に水路が存在したことから、追跡個体は季節を問わず水路に出没していたと言える。このことから、本種は移動経路として水路を利用していたものと考えられる。特に F3 の水路周辺でのデータ数が全体の約 25%を占めていたことから、当地区において水路が重要な移動経路として機能していた可能性が示唆された。なお、田畑など本種が多く出没すると思われる場所が水路沿いに広がっていた場合は水路ではなくそれらが影響していたと考えられるが、水路は住宅街を縦断しており水路周辺特有の土地利用は確認できなかった。そのため、本節では水路が本種の行動に影響したものと判断した。

## V. 小括

本節では都市部に生息する個体は人間の活動が活発な商業地域を避けて行動していることが分かった。また、連続性が高い空閑地を避けて行動していたことから、大型駐車場など

はハクビシンの行動を阻害するバリアーとして機能する可能性が考えられた。しかし、本種は緑地と建物に多く出没していたことから、本種は建物が多く存在する環境でも生息可能であると言える。特に、連続性が低い緑地も利用していたことから、自然環境が少ない都市部であっても生息できるものと考えられた。地域に水路が存在する場合は移動経路として季節を問わず利用する傾向にあり、水路周辺では住居への侵入や農作物の採餌などの被害が発生しやすい可能性が示唆された。



図表

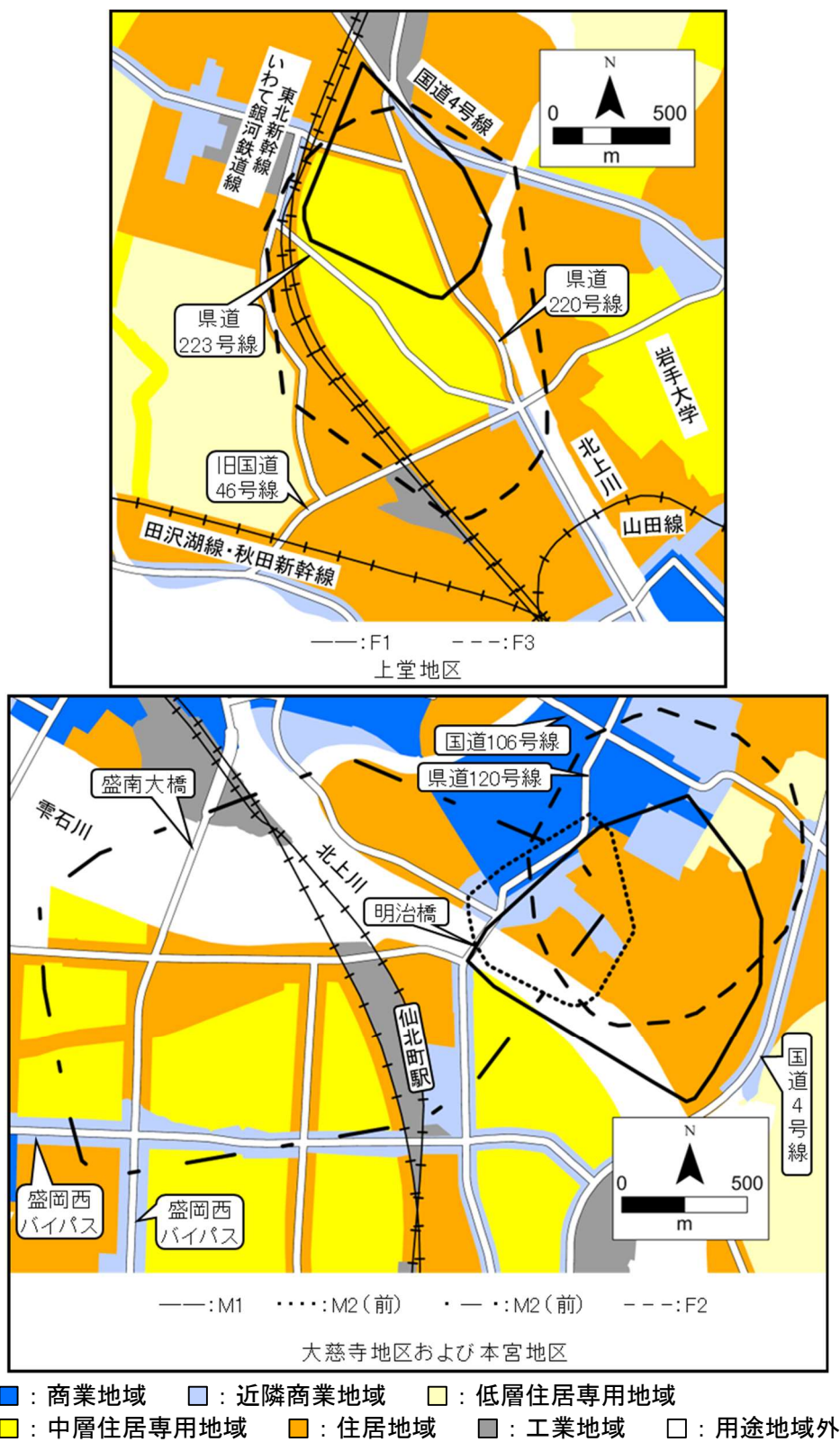


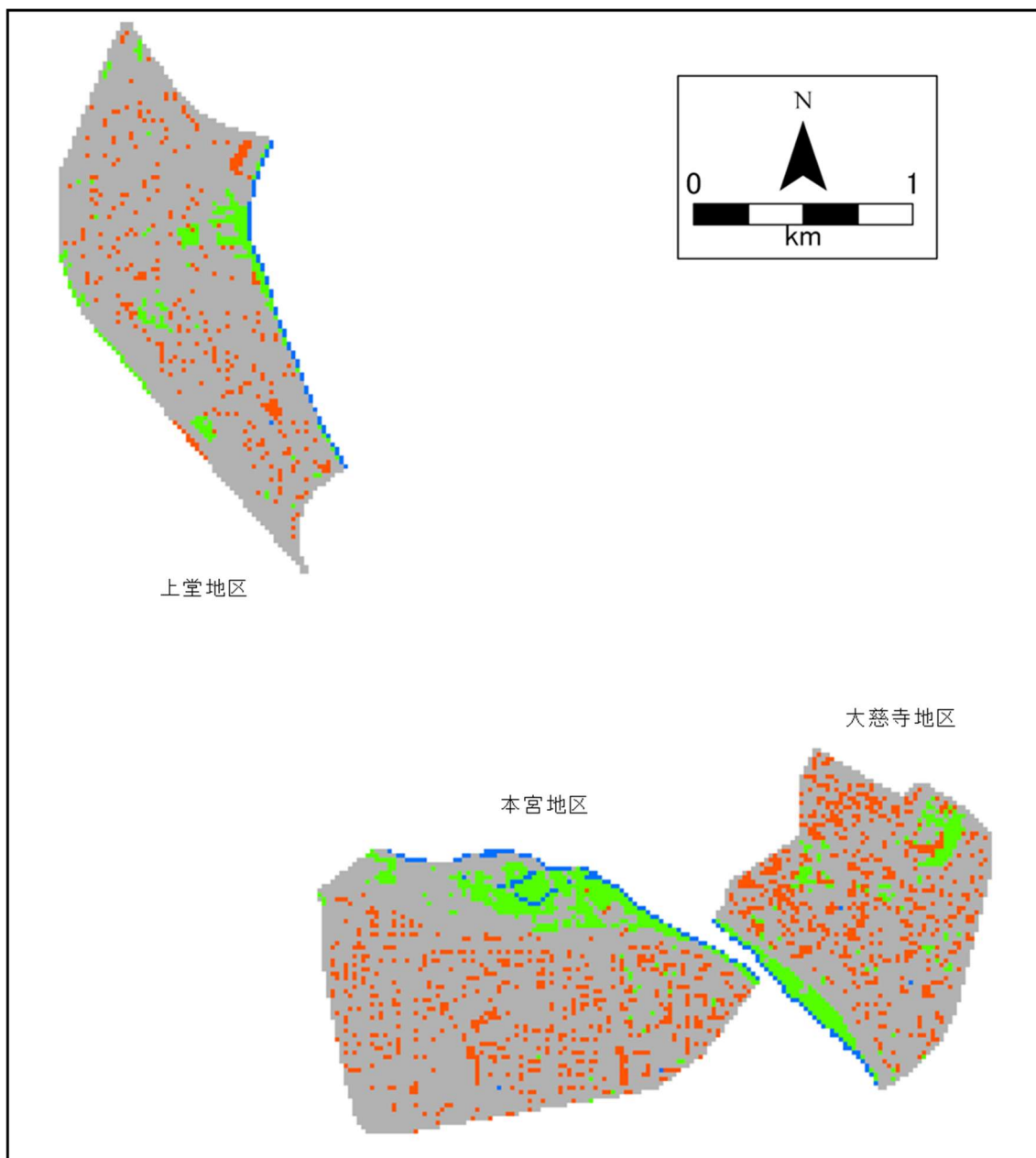
図 2-2-1. 個体ごとの 95%MCP と用途地域

表 2-2-1. 個体別の各用途地域の選択性

地区	個体	商業地域	近隣商業地域	低層住居専用地域	中高層住居専用地域	住居地域	工業地域	用途地域外	
大慈寺	M1	期待値	50.6	5%以上	5%以上	229.0		62.1	
		実測値	77	存在せず	存在せず	231	存在せず	43	
		有意差	多**			存在せず	N.S.	少**	
大慈寺	M2 (前)	期待値	401.5	743.4		1100.2		530.8	
		実測値	134	1596	存在せず	存在せず	821	存在せず	225
		有意差	少**	多**			少**		少**
本宮	M2 (後)	期待値	53.3		127.0	151.6	26.5	131.0	
		実測値	127	存在せず	114	165	29	71	
		有意差	多**		N.S.	N.S.	N.S.	少**	
大慈寺	F2	期待値	464.4	473.2	163.4	1224.2		5%以上	
		実測値	215	610	374	存在せず	1151	存在せず	存在せず
		有意差	少**	多**	多**		少**		
上堂	F1	期待値		5%以上	57.0	62.5	5%以上	5%以上	
		実測値	存在せず	存在せず	存在せず	70	53	存在せず	存在せず
		有意差				多*	N.S.		
上堂	F3	期待値	176.0		1414.0	1565.5	5%以上	192.1	
		実測値	85	5%以上	1961	1145	存在せず	190	
		有意差	少**	存在せず	多**	少**		N.S.	

多：実測値が期待値より有意に多い。少：実測値が期待値より有意に少ない。N.S.：有意差が無い。

\*： $P<0.05$ 。 \*\*： $P<0.01$ 。存在せず：95%MCP内にその地域が存在しなかった。5%以上存在せず：95%MCP内をその地域が5%以上占めなかった。



■ : 水域    ■ : 建物    ■ : 緑地    ■ : 空閑地

図 2-2-2. グリッドによる調査地の土地被覆分類

表 2-2-2. 土地被覆分類ごとの連続性指数 (CON 値) とその選択性

土地被覆 分類		CON 値									合計 (割合)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
水域	グリッド数	7	4	18	7	61	70	30	4	1	202 (1.7%)
	期待値	5.9	3.3	15.0	5.8	50.8	58.2	25.0	3.3	0.9	
	実測値	0	0	0	1	47	51	11	0	0	110 (1.1%)
	有意差	少**	少**	少**	少**	N.S.	N.S.	少**	少**	少**	
建物	グリッド数	291	466	292	165	118	60	27	8	0	1427 (12.3%)
	期待値	242.0	387.8	242.9	137.3	98.2	49.9	22.4	6.6	0.0	
	実測値	245	516	299	184	307	196	203	125	0	2075 (21.6%)
	有意差	N.S.	多**	多**	多**	多**	多**	多**	多**	-	
緑地	グリッド数	60	71	61	95	133	161	122	106	70	879 (7.6%)
	期待値	49.9	58.9	50.8	79.1	110.8	133.8	101.4	88.1	58.1	
	実測値	170	176	158	157	138	264	92	163	74	1392 (14.5%)
	有意差	多**	多**	多**	多**	多*	多**	N.S.	多**	多*	
空閑地	グリッド数	3	20	46	134	394	919	1667	2605	3283	9071 (78.3%)
	期待値	2.5	16.7	38.2	111.5	327.3	764.3	1385.9	2165.5	2729.9	
	実測値	1	26	162	282	600	668	1115	1582	1615	6051 (62.8%)
	有意差	N.S.	多*	多**	多**	多**	少**	少**	少**	少**	

多：実測値が期待値より有意に多い。少：実測値が期待値より有意に少ない。N.S.：有意差が無い。

\*： $P < 0.05$ 。 \*\*： $P < 0.01$ 。 -：該当するグリッドが存在しなかった。



表 2-2-3. GPS データと水路との距離

個体	データ	水路周辺のデータ数 (割合)	平均最短距離	有意差
F1	GPS データ	21 (16.9%)	77.8	近**
	ランダムデータ	10 (8.1%)	102.8	
F3	GPS データ	822 (24.3%)	98.9	近**
	ランダムデータ	259 (7.7%)	154.5	

近 : GPS データがランダムデータより有意に水路に近い.

\*\* :  $P < 0.01$ .

### 第3章 ハクビシンの行動の季節変化

#### 第1節 行動圏の季節変化

##### I. はじめに

ハクビシンの行動圏に関する研究は主に山林 (Rabinowitz 1991 ; Grassman 1998 ; Seki and Koganezawa 2010 ; Zhou et al. 2014) や農村部 (鳥居・大場 1996 ; 鳥屋部・斎藤 2020) で実施されており, 山林に生息する個体の行動圏の面積は農村部に生息する個体よりも広い傾向にあることが判明している. しかし, 同一個体を通年で追跡できた研究は, いずれもラジオテレメトリーによるもので, タイ王国のファイカケン野生生物保護区における追跡調査 (Rabinowitz 1991) や栃木県の高標高域における追跡調査 (Seki and Koganezawa 2010) があるものの, その数は少ない. Rabinowitz (1991) は追跡個体の1ヶ月間の行動圏の面積が50 ha (5月) から145 ha (2月) であったことを報告し, Seki and Koganezawa (2010) は追跡個体の季節別 (3ヶ月間) の行動圏の面積が22 ha (冬期) から1546 ha (春期) であったことを報告している. 鳥居・大場 (1996) は, 調査対象個体の12月から翌年2月までの主な行動が, ねぐらとして利用している物置周辺での探索のみであったことを報告している. これらのことから, 本種の行動圏の面積には季節変化があり, 特に日本に生息する個体の行動圏の面積は冬期になると狭くなると考えられる.

しかし, 山林と環境が大きく異なる都市部において実施された追跡調査は少なく, 野生哺乳類の研究に不可欠な基本的情報である行動圏 (土肥 1991) に関する知見が十分蓄積され

ているとは言えない。特に都市部に生息する個体を通年で追跡できた研究は皆無であるため、行動圏の季節変化は依然不明である。さらに、上述した通年追跡による研究は、いずれラジオテレメトリーによる調査であるため、労力的な問題から GPS テレメトリーと比較するとデータ数やデータの時間解像度に限界がある。

以上のことから、本節では GPS テレメトリー法を用いた追跡調査により、都市部におけるハクビシンの行動圏の季節変化を解明した。

## II. 方法

### 1. 調査地およびハクビシンの追跡調査

調査地は第 1 章第 1 節と同じ大慈寺地区と上堂地区および本宮地区である。本節では特に季節変化に着目したため、第 1 章第 1 節で対象とした個体のうち全季節で GPS データを取得できた M2 と F2 および F3 の 3 個体を解析の対象とした。追跡調査および記録した GPS データの選別の方法は第 2 章第 1 節と同じである。

### 2. 季節別の行動圏の算出

個体ごとに GPS データを使用し、行動圏 (100%MCP, 95% MCP, 95%FK, 50%FK) を季節ごと (複数年で同じ季節のデータがある場合は年ごとに) に算出した (以下、季節別行動圏)。第 2 章第 1 節と同様に、50%FK をコアエリア (追跡個体の利用確率が高い範囲) と定義した。なお、Seaman et al. (1999) を参考に GPS データが 50 点未満の季節では行動圏を算出しなかった。本節では第 1 章第 1 節と同様に 3 月から 5 月を春期、6 月から 8 月を夏期、9 月から 11 月を秋期、12 月から 2 月を冬期に分類した。



100%MCP の算出には Arc GIS Pro 2.8.2 を使用した。95%MCP の算出には、R 4.2.1 (R Core Team 2022) のパッケージ adehabitatHR に含まれる mcp 関数を使用し、95%FK と 50%FK の算出には kernelUD 関数を使用した。

### 3. 1日あたりの行動圏の算出

個体ごとに GPS データを使用して 1 日あたりの行動圏（以下、日別行動圏）を算出し、季節ごと（複数年で同じ季節のデータがある場合は年ごとに）に整理した。日別行動圏の算出には、Seki and Koganezawa (2010) を参考に 100%MCP を使用した。第 1 章第 1 節で述べた通り追跡個体は夜行性であったことから、日別行動圏の算出には夜間の GPS データのみを使用した。なお、日別行動圏を算出する GPS データの最低点数は Hagen et al. (2011) を参考に 5 点とし、夜間の測位成功率が約 4 割（LiteTrack 60 RF では 5 点、LiteTrack 140 RF では 10 点）に満たない場合は日別行動圏の面積を算出しなかった。

日別行動圏の面積において季節により差が見られるかを Steel-Dwass 検定により解析した。Steel-Dwass 検定には R 4.2.1 (R Core Team 2022) のパッケージ NSM3 に含まれる pSDCFlig 関数を使用した。なお後述する通り、M2 は 2022 年 3 月 29 日以降、行動パターンが大幅に変化したため Steel-Dwass 検定による比較は不適であると判断し、2022 年春期のデータは解析の対象から除外した。

## III. 結果

### 1. 季節別の行動圏の算出

個体ごとの全体および季節別行動圏の面積を図 3-1-1 に示す。各個体の 4 種いずれの行動圏においても冬期の行動圏の面積が夏期の行動圏の 3 割から 7 割程度であり、F2 の 95%FK

と 50%FK 以外の行動圏の面積はいずれも冬期で最小になった。一方、冬期以外の季節では行動圏の面積の変化に明らかな傾向が見られなかった。また、コアエリアである 50%FK の冬期の面積を他の季節の面積と比較すると、各個体の秋期の面積は冬期の 0.9 倍から 1.2 倍であった一方、他の季節の面積は冬期の平均 2.1 倍（1.2 倍から 3.7 倍）であった。このことから、ハクビシンの秋期と冬期のコアエリアの面積は同程度に狭いと言える。

M2 の行動圏の面積は本宮地区への移動を開始した 2022 年 3 月 29 日以降大きく増加し、100%MCP は移動前の 28.2 倍、それ以外の 3 種の行動圏は 13.3 倍から 17.0 倍に増加した。

## 2. 1 日あたりの行動圏の算出

各個体の季節ごとの日別行動圏の面積を図 3-1-2 に示す。F2 では日別行動圏の面積に有意な季節変化は見られなかったが、M2 と F3 では秋期から冬期にかけて日別行動圏が狭くなり、冬期から春期にかけて広がる傾向にあった。特に、M2 の 2022 年春期の日別行動圏の面積は 2021 年度から大幅に拡大し、他 2 個体の春期と同程度となった。M2 の日別行動圏の位置および面積が 2022 年 3 月 29 日以降大幅に変化したため、日別行動圏を時期により 4 種類に分類して図 3-1-3 に示す。M2 は捕獲から 2022 年 3 月 28 日までの約 1 年間は北上川以北の大慈寺地区を主に行動していた（図中の黒線）。しかし、2022 年 3 月 29 日から大慈寺地区と北上川以南の本宮地区を往復するようになり、北上川を挟んだ東西に細長い範囲を行動していた（図中の紫線および橙線）。同年 5 月 14 日以降は大慈寺地区にほぼ出没しなくなり本宮地区にある仙北町駅付近に留まるようになった（図中の青線）。また、両地区の間には河川が流れていることから、第 2 章第 1 節で述べた通り M2 はバリアーとして機能する道路と同程度に明るく、幅員が広く、制限速度が高い明治橋を利用して往復し

ていたものと判断した。

#### IV. 考察

季節別行動圏が冬期に狭くなった結果は、山林に生息するハクビシンの行動圏の面積が冬期に大幅に狭くなるという既往研究 (Seki and Koganezawa 2010) と同様である。この理由として、本種の行動活性が冬期のみ低下すること (Kang et al. 1997) や低温により採餌行動にかかるエネルギー消費量が増加すること (Zhou et al. 2014) が考えられる。また、本種の秋期と冬期のコアエリアの面積が同程度に狭かった理由として、秋期の食物資源がカキノキ (*Diospyros kaki*) の果実 (以下、カキ) など 1 個あたりがサクラ (*Cerasus* spp.) の果実と比較して大きい果実である (詳細は次節で述べる) ことから狭い範囲での採餌効率が高かった (Kozakai et al. 2019) 可能性や、本種は越冬のために皮下脂肪を多く蓄える (Toyoda et al. 2012) ことから秋期は採餌に集中した可能性が考えられる。

M2 と F3 では冬期の日別行動圏が狭くなる傾向にあった理由として、季節別行動圏と同様に行動活性の低下 (Kang et al. 1997) や採餌行動にかかるエネルギー消費量の増加 (Zhou et al. 2014) が考えられる。また、日別行動圏と季節別行動圏が冬期に狭くなることと、コアエリアは秋期と冬期が同程度に狭いことから、ハクビシンは秋期では冬期同様に狭いコアエリアを有するが、コアエリア以外の場所も連日散発的に利用しているものと考えられる。この散発的な利用の理由は不明であるが、生存が厳しくなる冬期 (江口 2013b) に利用するねぐらや食物資源を秋期の時点で探索している可能性が考えられる。一方、冬期は活動にかかるエネルギー消費量が増加する (Zhou et al. 2014) ため、採餌以外の行動をせず、移動を

最小限に抑えていると考えられる。

F2 では日別行動圏の面積の季節変化は見られなかったが、季節別行動圏では冬期に面積が狭くなる傾向が見られた。このことから、F2 は鳥居・大場 (1996) がハクビシンの移動特性として指摘した短期間での狭い行動圏の総和として広い行動圏を有する個体であると言える。しかし、F2 が M2 および F3 と異なり季節を問わず毎日同程度の面積を利用した理由は解明できなかった。

M2 の季節別行動圏および日別行動圏は 2022 年 3 月末から大幅に拡大した。第 2 章第 1 節で述べた通り M2 は 2022 年 2 月頃に性成熟したものと考えられることから、これにより行動パターンが変化し行動圏が拡大したものと考えられる。また、性成熟したと推定される時期に行動圏が急激に拡大したことと、最終的に大慈寺地区を離れ本宮地区に定着したことから、この行動パターンの変化は幼期分散 (natal dispersal) であると言える (Hanski and Selonen 2009)。

## V. 小括

都市部に生息するハクビシンは冬期になると山林に生息する個体と同様に行動圏が狭くなることが判明した。特に、冬期は 1 日あたりの行動圏が狭くなることから、狭い範囲のみを利用して越冬しているものと言える。また、性成熟を迎えたオス個体による別の地域に移動する分散行動を確認した。

図表

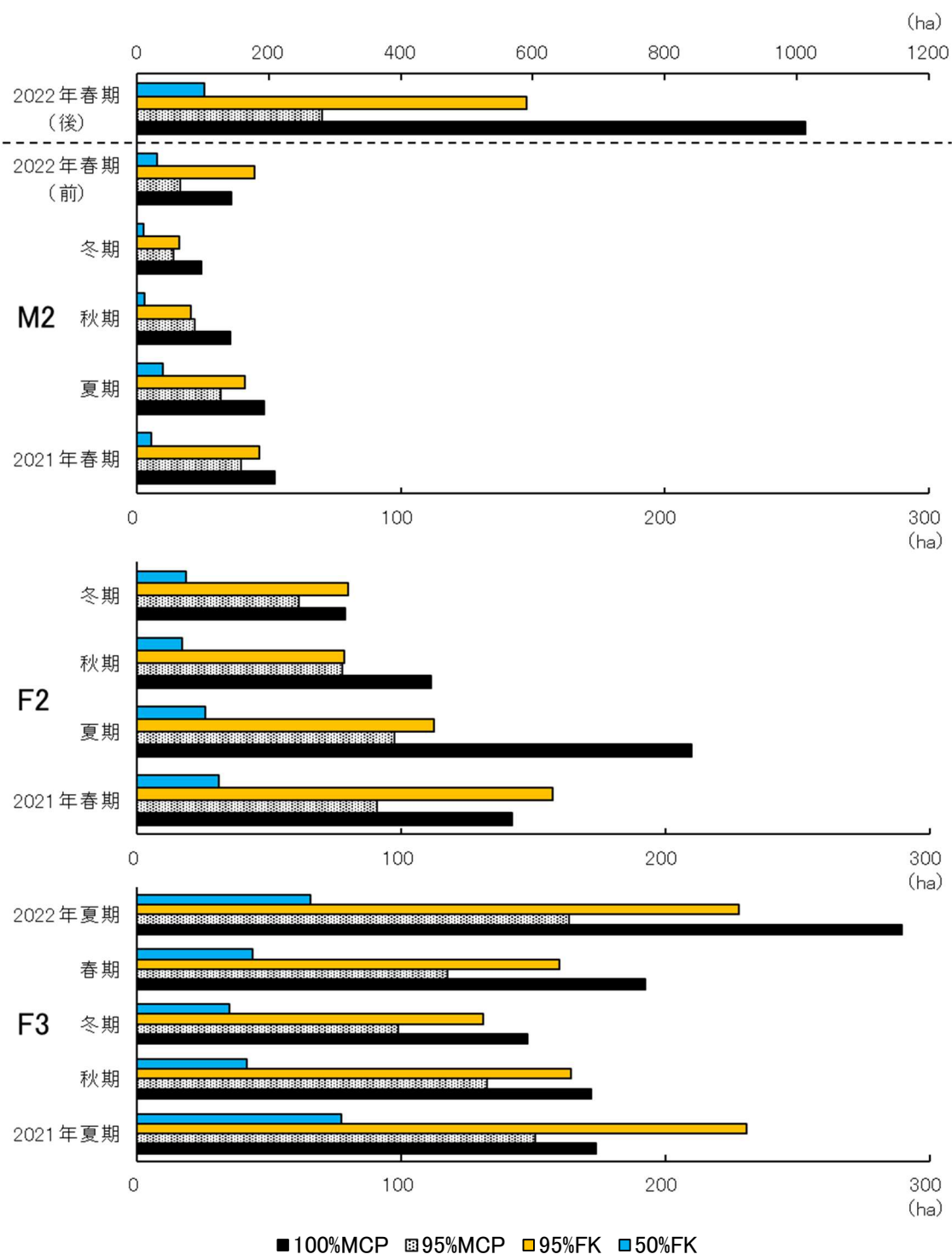


図 3-1-1. 個体ごとの各行動圏の季節別の面積

2022年3月29日以降のM2の行動圏の面積は「2022年春期(後)」として第2軸(上側)に記載した。

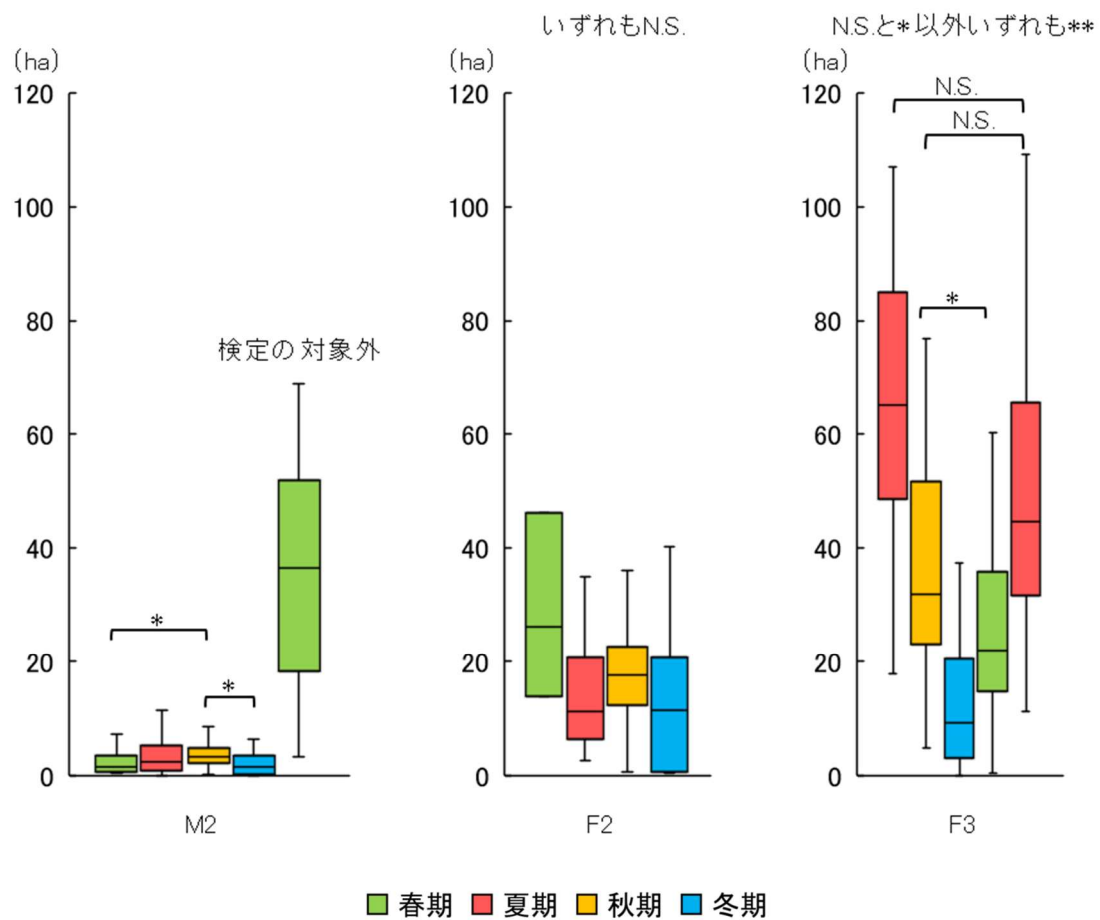


図 3-1-2. 個体ごとの日別行動圏の季節別の面積

\*:  $P < 0.05$ . \*\*:  $P < 0.01$ . N.S.:  $P > 0.05$ .

M2 の春期は 2021 年(左端)と 2022 年(右端)に分けて表示している. なお, M2 の行動が 2022 年春期から大きく変化したため, Steel-Dwass 検定は 2021 年度のデータ 4 種のみを対象として実施した.

F3 の夏期は 2021 年(左端)と 2022 年(右端)に分けて表示している.

2022 年春期のうち F2(1 日分)はデータ数が少なかったため対象外とした.

特異ポイント(「ひげ」の外側に位置する外れ値)は記載していない.

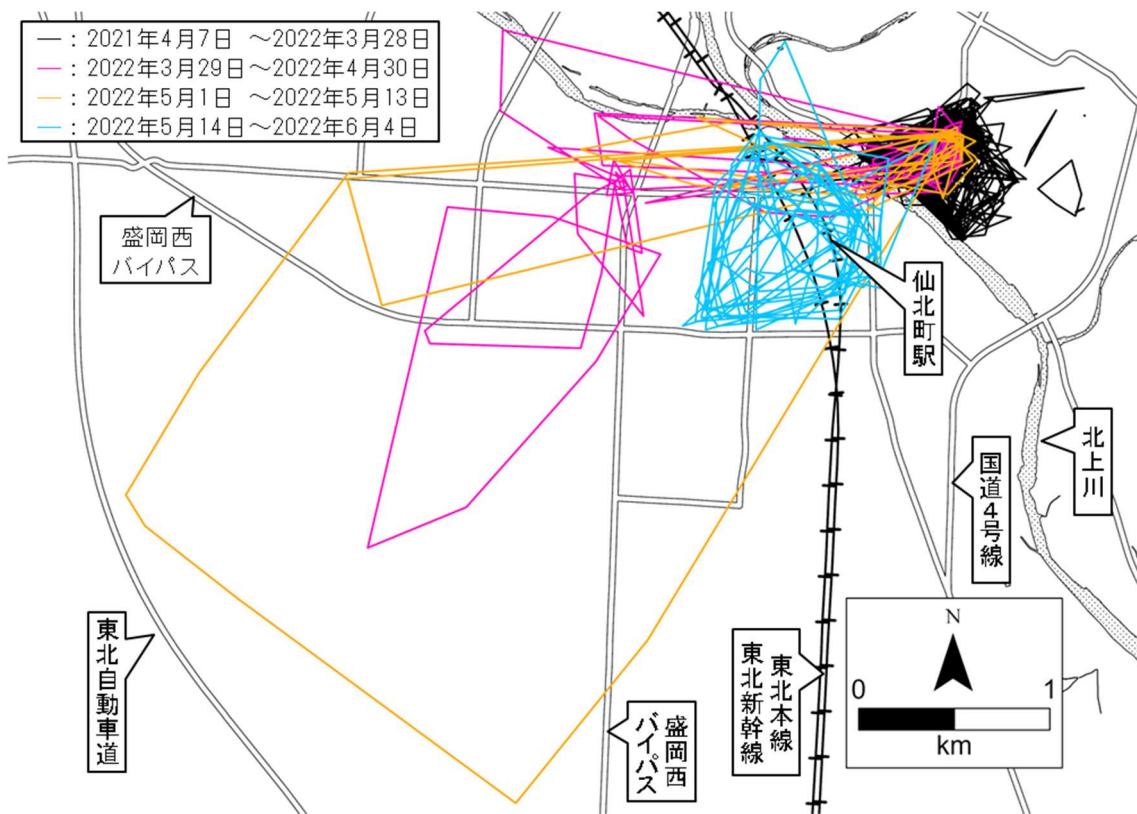


図 3-1-3. M2 の日別行動圏

参考のため、測位成功率が4割に満たなかった日別行動圏も図示している。

## 第2節 高頻度利用地点の季節変化

### I. はじめに

一般的に、地域から食物資源とねぐらを除去することはハクビシンが生息しにくい環境づくりに繋がるため、被害対策を実施する上で効果的である（農林水産省 2018）。特に、冬期に収穫残渣などの食物資源が存在することは本来なら餓死するはずだった個体の生存に繋がり（江口 2013b）、盛岡市の農村部では本種がカキの収穫残渣を採餌している可能性が指摘されている（福島・原科 2019）。これらのことから、このような食物資源は可能な限り除去すべきであるが、特に都市に生息するハクビシンの食物資源の利用実態には不明な点が多く、効果的な食物資源の除去を進めるためにはその利用実態を解明する必要がある。

ハクビシンの食物資源の利用実態に関する研究は、関東地方を調査地とした糞分析によるものが多く（例えば、松本・浜口 1990；鳥居 1993；鳥居・手塚 1996）、本種の食性は果実を中心とした雑食性であることがわかっている。しかし、東北地方を調査地とした糞分析は山形県鶴岡市の林内での研究（斎藤ほか 2021）があるものの、都市部における研究は皆無である。これらの研究では、ねぐらに残された糞を分析対象としているが、本種はねぐらの周辺に存在する果実の状況により利用するねぐらを変更する（鳥居 1993）ため、ねぐらで発見した糞の分析では、ある期間のみにおいて利用された食物資源しか解明できない可能性が高い。盛岡市の農村部における胃内容物に関する研究（福島・原科 2019）や中国湖北省の自然保護区における野外で採取した糞に関する研究（Zhou et al. 2008）は、本種は果実や小型動物を採餌するがその利用傾向が季節により変化することを報告し、Zhou et al.



(2008) は特に果実の存在が行動に影響することを指摘した。しかし、これらの研究は都市部と環境が大きく異なる調査地で実施されており、都市部における食物資源の利用実態と異なる可能性がある。茨城県内で夏期（6月から8月）に回収したハクビシンの轢死体の胃内容物に関する研究（Iwama et al. 2017）や静岡県焼津市で冬期に回収したハクビシンの轢死体の胃内容物に関する研究（Torii 1986）は、本種は生息地に多く存在する果実や小型動物などを日和見的に採餌することを報告した。しかし、これらの研究は調査地の各地で回収した轢死体を対象としたため回収地点が都市部であったかは不明であるほか、限られた期間で回収した轢死体のみを対象としているため、都市部に生息する個体の食物資源の利用実態には依然不明な点が多い。

糞や胃内容物の解析以外の手法を用いた食物資源の利用に関する研究の例として、有本ほか（2014）がある。ここでは GPS テレメトリーを用いた追跡調査により、ツキノワグマ（*Ursus thibetanus*）の食物資源利用の季節変化を解明した。ハクビシンも追跡調査を実施することで食物資源利用の季節変化を解明できる可能性があるが、GPS テレメトリーを用いた追跡調査を実施した研究は少ない。

以上のことから、本節では GPS テレメトリー法を用いた追跡調査の結果からハクビシンによる食物利用の季節変化について解明した。まず、高頻度で利用がみられた場所（以下、高頻度利用地点）を特定した。その場所を利用した理由として食物資源の存在を仮定し、その場所に存在する食物資源を明らかにするとともに本種の高頻度利用地点の季節変化を解明することで、食物資源のフェノロジーとあわせて食物資源利用について検証した。

## II. 方法

### 1. 調査地およびハクビシンの追跡調査

調査地と使用した個体および GPS データは前節と同一である。

### 2. 高頻度利用地点の算出と現地調査

GPS データを使用し、追跡個体別に季節ごと（複数年で同じ季節のデータがある場合は年ごとに）の高頻度利用地点を算出した。渡辺ほか（2020）を参考に、高頻度利用地点の算出にはカーネル密度推定を利用し、密度が高い上位 4 割の場所を高頻度利用地点と定義した。本研究では、同一個体の高頻度利用地点が重複し、かつその重複範囲にそれぞれの重心となる地点が存在した場合は、その場所を「同じ高頻度利用地点」として整理した（以下、重複した高頻度利用地点）。また、GPS データが少ない季節で高頻度利用地点を算出することは不適切であると判断したため、Seaman et al. (1999) を参考に GPS データが 50 点未満の季節では算出しなかった。なお、前節で述べた通り M2 は 2022 年 3 月 29 日から大慈寺地区と本宮地区をほぼ毎日往復するようになり、同年 5 月 14 日以降は本宮地区にある仙北町駅付近に留まるようになった。このことから、本宮地区での高頻度利用地点は同年 3 月 29 日以降本宮地区（すなわち北上川以南）で記録された GPS データのみを使用して算出した。カーネル密度推定には Arc GIS Pro 2.8.2 を使用した。

高頻度利用地点として算出された場所が追跡個体により多く利用されていた要因を考察するために、高頻度利用地点を現地調査しこの要因を探索した。本研究ではこの要因として特に食物資源に着目したが、ハクビシンの食性は果物を中心とした雑食である (Torii 2015) ため、現地調査による食物資源量の評価および利用した食物資源の特定は困難である。そこ

で本研究では、追跡個体は採餌効率が高い栽培果実（小坂井ほか 2018 ; Kozakai et al. 2019）および人工物（ペットフードなど）を食物資源として特に好むと仮定し、これらを検索した。本研究では栽培果実を「主に食用として収穫することを目的として植栽された植物の果実」と定義した（以下、果実）。なお、サクラの果実は食用ではない場合も野生動物が採餌するほか、種によって味や大きさに差異が見られる（勝木 2015）。このことから、本研究ではサクラの果実は品種に関わらず「果実」に含める（以下では、観賞用の栽培品種を「サクラ」、食用の栽培品種を「オウトウ」とする）。また、イチヨウは観賞用として植栽された可能性があるが、イチヨウの種子（以下、ギンナン）は食用として利用でき、またハクビシンが好んで採餌する（古谷 2009）ことから、本研究では便宜上「果実」に含める。

### 3. GPS データによるサクラ果実の利用の検証

追跡調査で得た GPS データはあくまで位置情報であり、その個体はその場所をどのように利用していたかは把握できない（佐伯・早稲田 2006）。有本ほか（2014）は GPS 首輪に内蔵された活動量センサーを用いて測位時の行動を分類したが、本研究で使用した GPS 首輪には活動量センサーが内蔵されていないため同様の手法を用いることができなかった。本研究で生息地の利用状況を評価するためには、利用可能な場所と実際に利用した場所を比較する必要がある（佐伯・早稲田 2006）。GPS データを用いて「追跡個体が食物資源を利用していた」と判断するためには、GPS データを、類似した環境下にある「食物資源がある場所」と「食物資源が無い場所」で比較する必要がある。

前述した高頻度利用地点の現地調査により、ハクビシンが利用していたと考えられる食物資源がいくつか挙げられたが、その 1 つにサクラの果実がある。特に、神社（盛岡八幡宮）

の境内（以下、境内）に数多く存在するサクラはほぼ同一の環境下にあるため、結実期における木ごとの結実状況と GPS データの分布状況を比較することでサクラの果実の利用を検証できると考え、以下の手順で検証した。

まず、結実期である 2022 年 6 月に境内の通路沿いおよび庭園に植栽されているサクラをすべて確認し、果実の有無を記録した。この調査は Koenig et al. (1994) を参考に、対象のサクラを双眼鏡により 2 地点から 15 秒間ずつ果実を探索することで実施し、この調査で果実を発見できなかった場合「果実なし」と判断した。次に、GPS データを 6 月から 8 月の「結実期」とそれ以外の「非結実期」に分け、各期間においてサクラの木の周囲（本研究では、GPS の測位誤差を考慮し、半径 20 m 以内とした）で記録された GPS データの数を算出した。サクラの周囲で記録された GPS データを「果実の有無」と「時期（結実期・非結実期）」でクロス集計し、両者に有意な連関が見られるかをフィッシャーの正確確率検定により解析した。フィッシャーの正確確率検定には R 4.2.1 (R Core Team 2022) の標準統計パッケージ stats に含まれる `fisher.test` 関数を使用した。

### Ⅲ. 結果

#### 1. 高頻度利用地点の算出と現地調査

個体ごとの季節別の高頻度利用地点を図 3-2-1 に示す。また、各高頻度利用地点における食物資源の有無を表 3-2-1 に示す。

重複した高頻度利用地点について述べる。M2 では「21 夏 1」「21 秋 2」「22 春 1」が重複しており、その場所には野良猫や野鳥の餌付けを目的とした餌が日常的に設置されていた。

F3 では重複した高頻度利用地点が 5 地点存在し、その内 3 地点にはカキやブルーベリー (*Vaccinium sp.*), ブドウなどの果実が存在した。また、他の 2 地点では食物資源を発見できなかったが、水路や複数回利用されたねぐらが存在した。F2 では重複した高頻度利用地点は存在しなかった。

上記以外の高頻度利用地点には、サクラの実やギンナンなど利用可能な時期が限られた食物資源が存在し（例えば、M2 の「21 夏 2」、F2 の「21 秋 1」、F3 の「21 秋 2」など）、これらが存在する時期と高頻度利用地点の季節はほぼ一致していた（F3 の「21 秋 2」にあるキウイフルーツは、収穫されずに放置されていたものである）。特に、M2 は夏期のみ河川敷のサクラ（「21 夏 2」）に出没しており、このことは F2 が盛岡八幡宮の境内において夏期のみサクラ（「21 夏 1」および「21 夏 2」）に出没した結果と同様であった。本宮地区での M2 の高頻度利用地点（「22 春 2」）にはオウトウが植栽されており、食用の果実（いわゆるサクランボ）が結実していた。

3 個体いずれにおいても冬期は収穫されずに放置されていたカキに出没していた（M2 の「21 冬 1」、F2 の「21 冬 1」、F3 の「21 冬 1」と「21 冬 2」）。また、F2 は秋期にギンナンに出没していた（「21 秋 1」）ほか、F3 は夏期に同じブルーベリーやブドウの畑に 2 年連続で出没していた（「21 夏 3」と「22 夏 5」）。

一部の高頻度利用地点では要因となった食物資源を特定できなかった。特に F3 は 8 箇所の高頻度利用地点（表 3-2-1）で要因となる食物資源を特定できなかった。

## 2. GPS データによるサクラ果実の利用の検証

サクラの周囲で記録された GPS データの数を表 3-2-2 に示す。「果実の有無」と「時期（結

実期・非結実期)」には有意な連関が見られ ( $P<0.01$ ), 期待値との比較から GPS データは結実期において結実しているサクラの周囲で多く記録されていることが分かった。

#### IV. 考察

GPS データが結実期において結実しているサクラの周囲で多く記録されたことから, 追跡個体は果実を目的にサクラに出没していると考えられる。これは, 神奈川県藤沢市に生息するハクビシンがサクラを採餌していた (松本・浜口 1990) ことと一致する。サクラについては統計的に利用が検証できたが, 他の食物資源に関しても, 本研究では GPS データが多数記録されている場所 (すなわち, 高頻度利用地点) に食物資源が存在した場合, 追跡個体はその食物資源の採餌を目的に出没していた可能性が高いと考えられる。

重複したすべての高頻度利用地点には食物資源 (果実や日常的に設置される餌) やねぐらおよびハクビシンが移動経路として利用する水路 (古谷 2009) が存在した。本種は土地に対する執着が少ないと指摘されている (鳥居・大場 1996) が, これらの結果は, 本種が複数の季節にわたり利用する場所の存在を示唆している。なお, M2 の重複した高頻度利用地点 (「22 春 1」「21 夏 1」「21 秋 2」) に存在した野良猫や野鳥のための餌は, ほぼ毎日昼間に与えられていたことは目視で確認したが, この際に生じた餌の食べ残しが夜間まで残っていたかは調査できなかった。そのため, 追跡個体がこの食べ残しを高頻度で採餌していたかは不明であるが, 餌の存在を学習し出没していた可能性が考えられる。冬期においてこの場所は高頻度利用地点ではなかったが, この理由として活動にかかるエネルギー消費量が増加する冬期 (Zhou et al. 2014) では移動を最小限に抑えるために, 日によって存在しない可

能性がある食べ残しではなく、安定して存在するカキを優先した可能性が考えられる。

ハクビシンがサクラやカキなどに出没していたことから、農村部と比較して一般的に農作物が少ないと考えられる都市部であっても、本種は夏期から冬期にかけて民家の庭などに点在する果実を積極的に利用しているものと考えられる。特に、各個体において高頻度利用地点の数は冬期に最少（1～2 地点）となったことと、これらの高頻度利用地点がカキを含んでいたことから、ある範囲を集中的に利用することで越冬していると言える。特に、カキの果実は採餌効率が高く、1 分間の採餌で1 日の必要エネルギー量の約 2 割を摂取できる（Kozakai et al. 2019）ことから、冬期における重要な食物資源である可能性が高い。一方、調査地には追跡個体に利用されなかったカキやブドウなども存在したが、これらが利用されなかった要因、および追跡個体以外によるこれらの利用の有無は解明できなかった。

F3 で要因となる食物資源を特定できなかった場所が高頻度利用地点になった要因として水路および河川の存在が考えられる。これらはハクビシンが移動経路として利用する（古谷 2009）ため、特に水路では第 2 章第 2 節で述べたように GPS データが多く記録された可能性がある。また、ハクビシンはカエル類を採餌する（Zhou et al. 2008）ため、追跡個体がカエル類を捕食するために水路（「22 夏 4」など）や川沿い（「22 夏 2」, 「22 夏 3」）に出没していた可能性がある。しかし、これらの場所は立ち入りが困難であったため、カエル類の生息状況は調査できなかった。

## V. 小括

本節では都市部に生息するハクビシンがサクラを食物資源として利用していることが検

証されたほか、これによりブドウやギンナンなどの植栽されている果実を本種が集中的に利用している可能性が示唆された。特に、野良猫などへの餌付けが行われている場所は多くの季節において高頻度利用地点になっていたことから、餌付けの食べ残しは都市部における重要な食物資源の 1 つとなっている可能性が高いと言える。また、冬期は 3 個体すべてが収穫されず放置されているカキに出没していた。このことから、都市部に生息するハクビシンは、食物資源が少なくなり行動活性が低下する冬期を放置されているカキに依存することで生き延びているものと考えられる。



図表

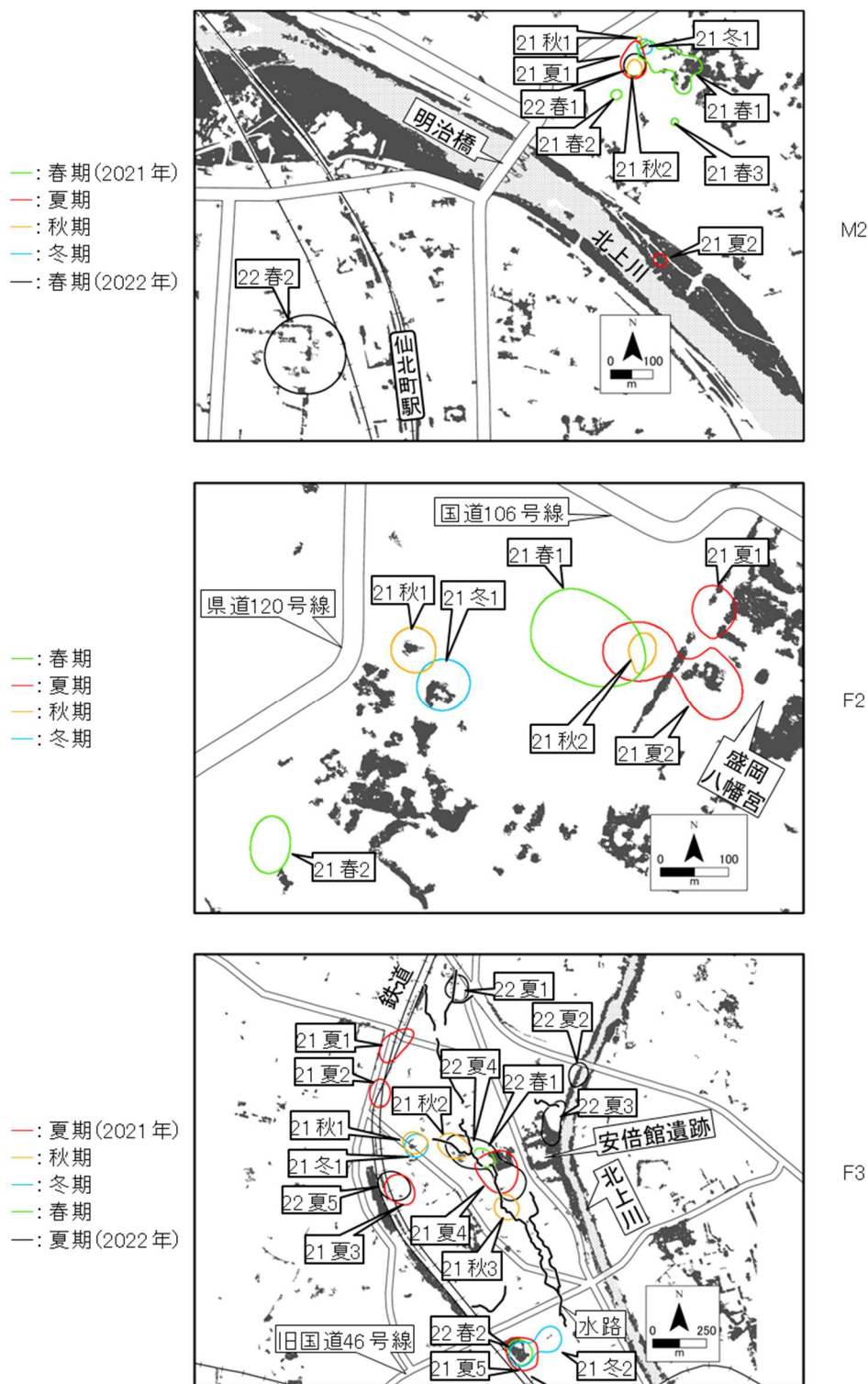


図 3-2-1. 個体ごとの季節別の高頻度利用地点

■: 緑地, □: 河川. なお, 道路は実際の幅員と異なる.  
 緑地と水路は Arc GIS Pro 2.8.2 を使用して作成した.

表 3-2-1. 高頻度利用地点における食物資源

個体	高頻度利用地点の番号	考えられた要因	春期	夏期	秋期	冬期
M2	21 春 1	不明 (ねぐら)	○			
	21 春 2	不明 (ねぐら)	○			
	21 春 3	不明	○			
	21 夏 1・21 秋 2・22 春 1	野良猫や野鳥への餌付け	○	○	○	
	21 夏 2	サクラ		○		
	21 秋 1	不明			○	
	21 冬 1	カキ				○
	22 春 2	サクラランボ	○			
F2	21 春 1	不明	○			
	21 春 2	不明	○			
	21 夏 1	サクラ		○		
	21 夏 2	サクラ (ねぐら)		○		
	21 秋 1	ギンナン			○	
	21 秋 2	不明 (ねぐら)			○	
	21 冬 1	カキ				○
F3	21 夏 1	不明		○		
	21 夏 2	不明 (ねぐら)		○		
	21 夏 3・22 夏 5	ブルーベリー・ブドウ畑		○		
	21 夏 4・22 夏 4	不明 (ねぐら, 水路)		○		
	21 夏 5・21 冬 2 <sup>a</sup> ・22 春 2	カキ (ねぐら)	○	○		○
	21 秋 1・21 冬 1	カキ			○	○
	21 秋 2	カキ・キウイフルーツ (ねぐら)			○	
	21 秋 3	不明 (水路)			○	
	22 春 1・22 夏 4	不明 (水路)	○	○		
	22 夏 1	不明 (水路)		○		
	22 夏 2	不明 (河川)		○		
22 夏 3	不明 (河川・水路)		○			

高頻度利用地点 (重複している場合はその重複範囲) に水路と河川およびその季節で複数回利用されたねぐらが存在した場合, 考えられた要因として記載した.

<sup>a</sup> 「21 冬 2」は「21 夏 5」としか重複していないが, GPS データの分布状況と位置関係から分割して整理することは不適切であると判断し 1 つにまとめた.

表 3-2-2. サクラの周辺で記録された GPS データ数

	果実がある	果実がない
	サクラ	サクラ
結実期 (6月～8月)	575	138
非結実期 (6月～8月以外)	385	137

## 第4章 総合考察

### I. 各章節のまとめと生息地利用に関する総合考察

本研究では都市部に生息するハクビシンの生態を解明することを目的としてラジオテレメトリー法およびGPSテレメトリー法による追跡調査を実施した。第1章第1節ではGPSの測位成功率の変化に着目することで本種の休息行動に影響する要因を解明した。本種は通年で夜行性であり、雨天時は遮蔽物の下にいることが多いことが判明した。また、冬期は遮蔽物の下にいることが多いがこの理由は気温の低下であり、特に気温が5℃以下になると本種の行動活性が低下するものと考えられた。第2節では、ねぐらの利用実態について着目し、本種が都市部に存在する多様な環境をねぐらとして利用しているが、緑地や水路に近い場所にあるねぐらや寺社や空き家などの建築物を特に選択していることを解明した。また、冬期はより温暖なねぐらである損壊していない建築物を集中的に利用し、同じねぐらを連続して利用する傾向にあった。第2章第1節では行動圏の面積と行動圏を規定する要因について着目し、都市部に生息する個体の行動圏の面積は山林に生息する個体よりも狭く、農村部に生息する個体と同程度であること、および行動圏は個体間で重複する傾向にあることを解明した。また、河川や鉄道により移動が阻害されていたほか、幅員が広く、明るく、制限速度が高い主要道路により移動がある程度阻害されていたことを解明した。一方、幼齢分散期の個体に対しては、これらは移動阻害要因としてほとんど影響していないこともわかった。第2節では行動圏の内部での利用状況について着目し、本種が緑地や建物に多く出没している一方、河川などの水域を避けていることを明らかにした。また、連続性の高い空閑地では出没が少なかった一方、連続性が低い場合は出没が多かったことと、地区を縦断す

る水路に多数出沒していたことを解明した。これらのことから、本種は広い空閑地によってある程度移動が阻害されているが、緑地だけでなく建物や水路などの人工物を利用して生息している可能性が示唆された。第3章第1節では第2章第1節で解明した行動圏の季節変化に着目し、冬期になると行動圏が狭くなる傾向にあることを解明した。特に、春期に性成熟を迎えたオス個体の行動圏が急激に拡大し他地域へ移動したのち定着したことから、この移動は本種の分散行動である可能性が考えられた。第2節では本種が季節ごとに集中的に出沒する場所である高頻度利用地点について着目し、本種が季節ごとにブドウやギンナンなど多様な果実に出沒していたことから、これらを採餌していた可能性が示唆された。特に、サクラでは結実期における木ごとの結実状況とGPSデータの分布状況を比較することで果実の利用を統計的に検証でき、本種が果実を目的に出沒していたことを解明した。

以上の結果を踏まえ都市部に生息するハクビシンによる生息地利用について総合的に考察する。冬期になると本種は遮蔽物の下で長時間過ごすようになること、比較的温暖なねぐらを選択し、同一のねぐらを連続して利用するようになること、1日あたりの行動圏の面積が狭くなること、収穫されずに放置されていたカキに集中的に出沒していたことから、本種は比較的温暖なねぐらで1日の長い時間を過ごし、野外での活動を短時間の採餌に限定することで越冬しているものと考えられる。これらのことから、本種が冬期に依存するこのようなねぐらや食物資源を利用されないよう管理することは、本種の生息頭数の増加を抑制する上で効果的な対策であると考えられる。

ハクビシンは空閑地の中でも特に身を隠すことが困難な連続性が高い空閑地を避けていたが、このことは、幅員が広い道路がバリアーとして機能していた要因の1つである可能性

が考えられた。また、バリアーとして機能していた道路の周辺に高頻度利用地点が存在したことから、本種は道路から移動阻害要因として影響を受けることがあるが、車両が近くを走行することからは影響を受けにくいと考えられる。この結果は、本種が交通量の多い地点でも高頻度で撮影された報告（岩澤ほか 2021）と矛盾しない。また、分散期の個体は急激に行動圏を拡大させたが、この期間中は従来バリアーとして機能していた道路を頻繁に越えて移動していた。このことから、都市部では本種の非分散期には、主要道路等のバリアーが一定程度機能して移動を阻害しているが、分散期にはそれらがバリアーとしてほとんど機能せず、これを越えた移動により侵入し定着するという分布拡大プロセスが示唆された。また、都市部には食物資源やねぐらとして利用できる多様な環境が存在することと、分散期の個体が都市部を離れることがあったが最終的に都市部に定着したことから、都市部は本種の生息に適しているものと考えられる。

大慈寺地区の個体の行動圏は大きく重複しており、この要因としてこの重複範囲に存在した食物資源が考えられた。しかし、これらの個体間で高頻度利用地点の重複は見られず、個体によって集中的に利用する採餌場所が異なっていた。これらのことから、ハクビシンの行動圏は個体間で重複するが高頻度で利用する食物資源は個体により異なる可能性が考えられた。しかし、F3 が他の個体と同時に採餌していたことや、筆者が盛岡市の農村部の調査地において同じオウトウに 2 個体が出没し採餌していたことを確認していること（図 4-1）から、複数の個体により同時に同一の食物資源が利用される場合があることは確実である（ただし、これらの個体がつがいや親子であった可能性がある）。

上堂地区の 2 個体はどちらも水路に近い場所に出没しており、F3 のねぐらは水路に有意

に近かったが、F1 のねぐらでは有意差は見られなかった。このことから、ハクビシンは水路を移動経路として利用するが、個体によってはねぐらを選択する上で水路からの距離がそれほど影響しない場合もある可能性が考えられる。移動経路である水路に近くはない場所をねぐらとして選択する理由は不明であるが、室温などのねぐらの特徴や食物資源などの周辺環境（鳥居 1993）が影響しているものと考えられる。

## II. 既往研究との比較

本研究で解明したハクビシンの生態を既往研究と比較した（表 4-1）。行動時間帯は地域を問わず夜間であったことから夜行性であると言えるが、活動時間帯における行動活性の変化は解明できなかった。ねぐらは本研究においては住宅などの建築物が主に利用されていたが、林地と農地が混在する農村部においては建築物の利用は約半数に留まり（鳥居・大場 1996）、建築物がほぼ無いと考えられる山間部においては樹上が主に利用されていた（Rabinowitz 1991）。この理由として、人間がいる環境に慣れている都市部の個体（江口 2013a）は、ねぐらとしてより適している建築物を利用した可能性が考えられる。しかし、農村部におけるねぐらの利用実態に着目した研究は不足しており、どのような環境の場合に建築物をねぐらとして多く利用するようになるかは解明の余地がある。また、今回調査地とした盛岡市は冬期になると気温が氷点下に達するが、温暖な地域において季節によるねぐら利用の変化が見られるかは依然不明である。

行動圏の面積は都市部と農村部とで同程度であったが、都市部の行動圏は河川や鉄道といったラインデータにより一定程度規定されていた。このような移動阻害要因に着目した

農村部における研究は皆無であり，他地域においても同様の傾向が見られるかは解明の余地がある．特に，農村部における既往研究（鳥居・大場 1996；鳥屋部・斎藤 2020）は山間部に接する地域で実施されており，山間部から離れている農村部（例えば，本研究における本宮地区の南西部に広がる水田地帯）に生息する個体の生態に関する知見は不足している．行動圏内部での土地選択性については，身を隠しやすいなど移動経路として利用しやすい，または食物資源が豊富な場所が調査地を問わず好まれる傾向にあった．しかし，本研究の調査地は都市部ではあるが微小緑地が多数存在する盛岡市であり，東京都の区部のようなより都市的な環境（すなわち，今回の調査において忌避された商業地域のような場所が広範囲に広がる地域）に生息する個体がどのような場所を選好するかは解明の余地がある．

本研究では冬期になると行動圏の面積が狭くなる傾向にあり，この結果は山間部 (Seki and Koganezawa 2010) と農村部（鳥居・大場 1996）の既往研究と同様であった．この要因として活動にかかるエネルギー消費量の増加 (Zhou et al. 2014) が考えられたが，検証するためには冬期の気温が比較的高い地域において調査する必要がある．また，通年で同一個体を追跡した研究は本研究以外では Seki and Koganezawa (2010) がある程度であり，行動の季節変化に関する知見は不足している．特に，本研究はデータ数やデータの時間解像度がラジオテレメトリー法よりも圧倒的に高い GPS テレメトリー法を用いたことで高頻度利用地点の季節変化を解明できたため，他地域においても GPS テレメトリー法を用いることでより詳細な行動の季節変化を解明できることが期待できると言える．また，本研究ではハクビシンの幼期分散について報告したが，追跡個体の年齢（性成熟）による行動の変化に関する知見は依然不足しており，調査地を問わず知見を蓄積する必要がある．



一般的に、幅広い食性や様々な環境条件への耐性能力（以下、可塑性）を有する外来種は侵入した場合定着に成功しやすい（米倉ほか 2011）。ハクビシンは熱帯地域である東南アジアが原産の動物である（自然環境研究センター 2019）が、冷温帯に属する盛岡市の都市部という原産地と環境が大きく異なる地域において定着に成功しており、非常に高い可塑性を有していると言える。本種の分布域は 2002 年度から 2017 年度にかけて市街地を含め全国的に拡大した（環境省自然環境局生物多様性センター 2018）が、要因の 1 つとしてこの高い可塑性が考えられる。特に、現在本種の生息が確認されていない北海道および九州地方においても本種の生息に適した地域の存在が指摘されており（環境省自然環境局生物多様性センター 2018）、これらの地域に侵入した場合は定着する可能性が高いと言える。

### Ⅲ. 都市部における被害対策に関する提案

最後に総括として、都市部の環境の特徴をハクビシンの生息地としての面から整理し、都市部におけるハクビシンの被害対策方法について提案する。

都市部にはハクビシンがねぐらとして好む建築物が多数存在するため、本種は生息する上で都合の良いねぐらを自由に選択できると言える。特に住宅や空き家など比較的温暖なねぐらを利用できることから、ねぐらの面では特に寒冷地において、都市部は農村部や山間部よりも越冬しやすい環境であると考えられる。都市部には農村部ほど多くの農作物は存在しないが、庭園に植栽された自家消費用の果実や、街路樹のサクラやイチョウなどの観賞用の樹木の果実が存在する。また、野良猫や野鳥などを対象とした餌付けが行われた場合、その食べ残しは特に栄養価の高い食物資源として利用できる。これらのことから、都市部の

緑地は比較的少ないが利用できる食物資源は点在しており、それらの栄養価は高いものと考えられる。また、都市部は連続性の高い緑地が少ない地域ではあるが、本種は連続した緑地への要求度が低く、この点は生息する上であまり問題にならないと言える。地域に存在する幹線道路は非分散期には本種の侵入をある程度防いでいると考えられるが、性成熟し分散期を迎えた個体はそれらを容易に越えて侵入し定着するため、都市部への侵入を完全に防ぐことは事実上不可能であると言える。

以上のことから、都市部におけるハクビシンへの被害対策は、侵入の防止ではなく、本種が生息しにくい環境づくりと捕獲が中心になるものと考えられる。人口密度が高い都市部では野生動物が侵入した場合に人間との軋轢が生じやすい一方、多様な価値観が存在するため一貫した被害対応が困難であり（江成 2019）、被害対策はほぼ個人に任せられているのが現状である（盛岡市 2018）。一方、野生鳥獣による農作物被害への対策を実施する際には地域ぐるみの取り組みが推奨されている（農林水産省 2009）ことから、効果的な被害対策のためには地域住民が連携して活動に取り組む必要があるものと言える。特に、生活環境に対する適応力が高いハクビシン（増田 2017）が生息しにくい環境を形成するためには地域が一体となって対策に取り組む必要がある。本種は都市部の様々な場所をねぐらとして利用していたが、冬期は比較的温暖なねぐらに依存していた。このことから、住宅に侵入されないよう対策することは、その住宅での生活環境被害の発生抑制だけでなく、本種が越冬しにくい環境づくりに繋がるものと言える。また、冬期および越冬のために採餌量が増えるものと思われる秋期において採餌効率が高い果実類（Kozakai et al. 2019）を集中的に利用していたことから、これらを除去することは被害対策を実施する上で重要である。特に、空き

家にあるカキなど管理者がいない食物資源は管理が困難であるため、地域全体で協力する体制だけでなく行政の支援も必要である。本研究により、都市部に生息するハクビシンは商業地域や条件を満たした道路などにより移動が阻害されている一方、水路などを利用して移動していることが判明した。これらのデータは入手および作成が比較的容易であることから、これらを用いることで調査を実施していない地域においても本種が通常動く範囲を予測できる可能性がある。

捕獲はハクビシンの被害防止対策を実施する上で重要な手法である一方（農林水産省 2008）、錯誤捕獲を防ぐためには動物の生態を熟知し設置時期などを検討する必要がある（大日本猟友会 2020）。Seki and Koganezawa（2010）は本種の行動活性が低下する冬期に捕獲を実施する場合は捕獲努力量を強化する必要がある可能性を指摘しており、地域で捕獲を実施する場合は闇雲に設置するのではなく、より効率的な方法で捕獲を実施すべきである。具体的には、春先は行動が活発になり、集中的に利用できる食物資源が少ない時期であるため農村部（福島・原科 2019）と同様に都市部においても捕獲に効果的な時期であると言える。また、本研究の結果から、冬期に捕獲を実施する場合は気温が高い日に実施した方が捕獲できる可能性が高いものと考えられる。金子・岸本（2004）は雨天時の捕獲は捕獲個体の衰弱や死亡の危険性があるため配慮や対策が必要であることを指摘しているが、本研究の結果から、捕獲効率の点からも雨天時の捕獲は避けるべきであると言える。また、寺社は本種がねぐらとして利用する傾向にあったことから出没頻度が高く、捕獲効率が高い場所であると考えられる。特に神社は公共的な性質を有する空間であり（水内 2020）、寺院も同様に公共的な性質を有すると考えられることから、寺社での捕獲は行

政や町内会などの捕獲実施者にとっては協力を依頼しやすく、寺社にとっては敷地内の生息頭数を抑制できるため相互利益に繋がることが期待できる。実際に、本研究において追跡個体がある寺院の天井裏で駆除業者により捕殺された。一方、「鳥獣の保護及び管理並びに狩猟の適正化に関する法律」（鳥獣法）により寺社や墓地は神聖さや尊厳を保持すべき場所として狩猟が禁止されている（大日本猟友会 2020）。このことから、寺社での捕獲は法律だけでなく宗教的な面（すなわち、関係者の意向）にも十分配慮する必要がある。

図表



図 4-1. 果実(サクランボ)が結実しているオウトウに出没した 2 個体の写真

撮影場所は岩手県盛岡市の猪去地区であり、撮影日は 2015 年 6 月 23 日である。  
採餌の瞬間の写真は不明瞭であったため、毛づくろい中の写真を載せている。

表 4-1. 本研究の結果と既往研究との比較

調査項目	山間部	農村部 (林地と農地が混在)	都市部	都市部 (本研究)
行動時間帯	夜行性 <sup>R1, R2, C1, C2</sup>	夜行性 <sup>C2, C3</sup>	夜行性 <sup>C4, C5, C6</sup>	夜行性
ねぐら利用と 季節変化	約 8 割が樹上, 約 2 割が地面 <sup>R3</sup>	林地と住宅の敷地内が 約 5 割ずつ <sup>R4</sup>	不明	建築物が中心, 冬期は 住宅と寺社を集中利用
行動圏の面積	約 400~1500 ha <sup>R1, R2, R5</sup>	約 50~300 ha <sup>R4, R6</sup>	不明	約 60~370 ha (幼期分散時: 約 1000 ha)
行動圏を 規定する要因	不明	不明	不明	河川, 鉄道, 幅員が広く明るい道路
土地選択性	樹冠疎密度が 高い場所を選好 <sup>R3</sup> , 食物資源が少ない 樹林地を忌避 <sup>R7</sup>	落葉広葉樹林と 住宅地を選好 <sup>R8</sup>	不明	商業地域を忌避, 広い空閑地を忌避, 水路沿いを選好
行動圏の 季節変化	冬期では狭くなる <sup>R1</sup>	冬期では狭くなる <sup>R4</sup>	不明	冬期では狭くなる, 幼期分散を確認
高頻度 利用地点	不明	不明	不明	多くの場所に 食物資源が存在した

R : ラジオテレメトリー法による追跡調査. C : カメラトラップによる調査.

<sup>R1</sup> : Seki and Koganezawa (2010), <sup>R2</sup> : Zhou et al. (2014), <sup>R3</sup> : Rabinowitz (1991), <sup>R4</sup> : 鳥居・大場 (1996), <sup>R5</sup> : Grassman (1998), <sup>R6</sup> : 鳥屋部・斎藤 (2020), <sup>R7</sup> : Wang et al. (2009), <sup>R8</sup> : Toriyabe et al. (2022), <sup>C1</sup> : Bu et al. (2016), <sup>C2</sup> : 渡部・斎藤 (2022), <sup>C3</sup> : 遠藤・北村 (2014), <sup>C4</sup> : 藤井ほか (2016), <sup>C5</sup> : 長光・金子 (2017), <sup>C6</sup> : 渡部ほか (2019).

## 要約

本研究では、ラジオテレメトリー法および GPS テレメトリー法を用いた個体追跡により盛岡市の都市部に生息するハクビシンによる生息地利用の季節変化を解明した。追跡調査は 2 地区で捕獲した合計 5 個体を対象とし、2021 年 4 月から 2022 年 7 月の期間で実施した。

ハクビシンの休息行動の変化とその要因について遮蔽物の下に隠れている時に低下する GPS 測位成功率に着目することで解明した。測位成功率は 20 時頃から翌 4 時頃まではほぼ同じ（冬期で 40%程度、それ以外では 60%程度）だったが、日没および日出時刻に近い時間帯では低く、日中での測位成功率は 2%程度だったことから、本種は通年で夜行性であると言える。深夜（21 時から翌 3 時）の測位成功率は夏期（71%）と秋期（74%）が春期（55%）よりも高く、特に冬期の測位成功率（43%）は低かったことから、冬期は遮蔽物の下で過ごす時間が長いと考えられる。季節を問わず気温が高い場合に測位成功率が高く、5°Cを下回った場合に測位成功率が低下する傾向にあった。また、雨天時の測位成功率（46.5%）は晴天および曇天時の測位成功率（50.4%）よりも有意に低かった。

追跡個体のねぐらを全体で 287 回（98 地点）特定し、住宅（128 回・39 地点）や寺社（65 回・16 地点）、空き家（45 回・12 地点）が多く利用されていることが分かった。建物（寺社・住宅・廃屋・空き家）は 1 地点あたり平均 3.0 回から 4.1 回利用されたが、それ以外（倉庫・野外・その他）は 1 地点あたり平均 1.1 回から 1.7 回しか利用されなかった。ねぐらは水路や緑地に近い傾向にあったほか、寺社や空き家、廃屋を選択的に利用していた。特に、

冬期（12月から2月）は寺社と住宅および空き家（およびその他）のみを利用するようになり、同じねぐらを連続して利用するようになったことから、ハクビシンは冬期になると比較的温暖なねぐらに依存することで越冬することが判明した。

追跡個体の通常の行動圏の面積は農村部の個体の行動圏と同程度（100%MCPで60.6 haから375.6 ha）であり、また広い範囲（100%MCPで16.1%から100.0%）で重複していた。河川と線路、および幅員が広く（5.5 m以上）、明るい（全区間において100 mあたりの3.0 lx以上の光源の数が1.0個以上）道路が追跡個体の移動を阻害するバリアーとして機能していた。一方、性成熟したオス個体の行動圏の面積は94.7 haから1012.6 haに拡大し、従前バリアーとして機能していた道路を頻繁に越えて別の地域に移動したことから、性成熟して分散期に入った個体は、バリアーの影響をほとんど受けないものと考えられる。

行動圏内部での土地選択性について、モンテカルロシミュレーションによって検証した結果、追跡個体は人間の活動が活発な商業地域を避けて行動している（ $P<0.01$ ）ことが分かった。また、20 m グリッドを用いた土地被覆の分類により、ハクビシンは河川など水域を避け建物や緑地に多く出没していることが判明した。道路や空き地などの空閑地では、空間的な連続性が低い（CON 値 = 2~5）場合は出没が多い（ $P<0.01$ ）が、高い（CON 値 = 6~9）場合は出没が少なく（ $P<0.01$ ）、本種は空閑地がある程度広い場合は避ける傾向にあると言える。また、本種は水路の周辺（20 m 以内）に多く出没しており（ $P<0.01$ ）、季節を問わず移動経路として利用している可能性が示唆された。以上のことから、都市部は連続性が高い緑地が少ない環境ではあるが、本種が生息する上で連続性の高い緑地は必須ではなく、建物など多様な環境を利用して生息しているものと考えられる。



ハクビシンの行動圏の季節変化について解明した。冬期では季節別行動圏・日別行動圏のどちらも狭くなる傾向にあった。また、性成熟したオス個体が従来バリアーとして機能していた道路を越えて他地域に移動したため、このような移動により都市部に侵入した可能性が考えられた。

ハクビシンの高頻度利用地点とその季節変化について解明した。高頻度利用地点にはサクラやカキノキ、ギンナンなどの食物資源が存在し、特に野良猫などへの餌付けが行われている場所には春期から秋期にかけて多く出没していた。冬期では 3 個体すべてが収穫されずに放置されていたカキノキに出没しており、都市部に生息する個体がこのような果実を採餌することで越冬している可能性が示唆された。

以上のことから、都市部に生息するハクビシンが 1 年間で主に行動する範囲はあまり変化しなかったが、この理由として幹線道路といった広い空地や商業地域といった人間の活動が活発な場所により移動が阻害されていたことが考えられる。しかし、性成熟を迎えた個体はこのような道路を越えて移動するようになるため、都市部への侵入を完全に防ぐことは事実上不可能であると言える。また、本種は都市部に存在する多様な環境をねぐらや食物資源として利用しているが、越冬する上では比較的温暖なねぐらや収穫されずに放置されていた果実に依存していた。このことから、このような要素を利用されないよう管理することは都市部におけるハクビシンの生息頭数の抑制に繋がると言える。

## 謝辞

本論文の執筆にあたり、多くの方々からご協力を頂きました。

岩手大学大学院連合農学研究科（元農学部食料生産環境学科）の原科幸爾教授からは、研究計画立案から論文作成まで多岐にわたり熱心にご指導して頂きました。同大学農学部森林科学科の山内貴義准教授と山形大学農学部食料生命環境学科の江成広斗教授からは、副指導教員および副査としての的確なご助言を数多く頂きました。弘前大学農学生命科学部生物学科の東信行教授には副査として本論文の審査をして頂きました。岩手野生動物研究所の西千秋博士からは、ハクビシンの不動化作業にご協力を頂いた他、個体の年齢推定についてご助言頂きました。岩手大学農学部の青井俊樹名誉教授からは、ハクビシンの生態に関する未発表資料をご提供頂きました。岩手大学農学部寒冷フィールドサイエンス教育研究センターの山本信次教授からは、データの解析についての的確なご助言を数多く頂きました。同学部地域生態管理学研究室の皆様には、調査補助だけでなく、論文作成にあたり様々なご助言を頂きました。

盛岡市動物公園 ZOOMO からは、聞き取り調査で使用するハクビシンの写真をご提供頂いたほか、ハクビシンの生態に関する予備調査にご協力頂きました。協栄産業株式会社東北支店の千葉光夫氏ならびに三和薬肥株式会社からは、ハクビシンの家屋への侵入およびハクビシンの出没に関する情報をご提供頂きました。市内の寺社の皆様をはじめ、地域住民の皆様には私有地への立ち入りの許可やハクビシンの目撃情報の提供など多岐に渡りご協力頂きました。特に、私有地での罠の設置を許可して頂いた大慈寺地区と上堂地区の地権者の

皆様には, 捕獲個体の放獣についてご理解頂いただけでなく, 早朝での調査にもご協力頂きました.

以上の皆様のご協力がなければ本論文を執筆することはできませんでした. この場を借りて心から御礼申し上げます.

## 参考文献

- Andreassen, H., P., Ims, R., A., Stenseth, N., C. and Yoccoz, N., G. 1993. Investigating space use by means of radiotelemetry and other methods: a methodological guide. In (Stenseth, N., C. and Ims, R., A., eds.) *The Biology of lemmings*, pp. 589-618. Academic Press, London.
- 有本 勲・岡村 寛・小池伸介・山崎晃司・梶 光一. 2014. 集落周辺に生息するツキノワグマの行動と利用環境. *哺乳類科学* 54 (1) : 19-31.
- Brody, A. J. and Pelton, M. R. 1989. Effects of roads on black bear movements in western North Carolina. *Wildlife Society Bulletin* 17 (1): 5-10.
- Bu, H., Wang, F., McShea, W., J., Lu, Z., Wang, D. and Li, S. 2016. Spatial Co-Occurrence and Activity Patterns of Mesocarnivores in the Temperate Forests of Southwest China. *PLoS ONE* 11 (10): e0164271.
- Bureau of Quality and Technical Supervision of Hainan Province. 2017. Technical protocols for breeding masked palm civet in captivity (果子狸人工养殖技术规程). [http://218.77.183.198/qtsb/yw\\_pd/sjcs/bzhc/jgzn\\_30724/201709/W020171221635505976867.pdf](http://218.77.183.198/qtsb/yw_pd/sjcs/bzhc/jgzn_30724/201709/W020171221635505976867.pdf) (2022 年 1 月 18 日確認). (in Chinese).
- Chen, M. T., Liang, Y. J., Kuo, C. C. and Pei, K. J. C. 2016. Home Ranges, Movements and Activity Patterns of Leopard Cats (*Prionailurus bengalensis*) and Threats to Them in Taiwan. *Mammal Study* 41 (2): 77-86.
- 千葉彬司. 1966. 飼育下におけるカモシカの生態第 1 報飼育舎内の行動の季節的变化. *哺乳動物学雑誌* 3 (1) : 8-14.

- 大日本猟友会. 2020. 狩猟読本. 大日本猟友会, 東京, 340pp.
- 土肥昭夫. 1991. ホームレンジ. 現代の哺乳類学 (朝日稔・川道武男, 編), pp. 167-187, 朝倉書店, 東京.
- 江口祐輔. 2013a. ハクビシンとはどのような動物か. 最新の動物行動学に基づいた動物による農作物被害の総合対策 (江口祐輔, 編), pp. 108-111, 誠文堂新光社, 東京.
- 江口祐輔. 2013b. 野生鳥獣による農作物被害の対策. 最新の動物行動学に基づいた動物による農作物被害の総合対策 (江口祐輔, 編), pp. 14-19, 誠文堂新光社, 東京.
- 江成広斗. 2019. 農村・都市へ進出する野生動物. 森林と野生動物 (小池伸介・山浦悠一・滝 久智, 編), pp. 157-181, 共立出版, 東京.
- 遠藤 拓・北村俊平. 2014. 自動撮影カメラによる石川県林業試験場内の中・大型哺乳類相の調査. 石川県立自然史資料館研究報告 4 : 23-26.
- Fey, K., Hämmäläinen, S. and Selonen, V. 2016. Roads are no barrier for dispersing red squirrels in an urban environment. *Behavioral Ecology* 27 (3): 741-747.
- 藤井太一・川本宏和・白子智康・上野 薫・南 基泰. 2016. 愛知県知多市臨海工業地帯企業緑地におけるカメラトラップ法による哺乳類調査. *日本緑化工学会誌* 42 (2) : 320-329.
- 福島良樹・原科幸爾. 2019. ハクビシン(*Paguma larvata*)の効果的な捕獲方法の検討. 水士知 : *農業農村工学会誌* 87 (6) : 479-482.
- 船越公威・松元海里. 2018. 九州南部に生息するニホンアナグマ *Meles anakuma* の冬季における活動について. *哺乳類科学* 58 (2) : 221-226.

- 古谷益朗. 2009. ハクビシン・アライグマおもしろ生態とかしこい防ぎ方. 農山漁村文化協会, 東京, 106pp.
- Grassman, L., I., Jr. 1998. Movements and fruit selection of two Paradoxurinae species in a dry evergreen forest in southern Thailand. *Small Carnivore Conservation*. *Small Carnivore Conservation* 19: 25-29.
- Hagen, M., Wikelski, M. and Kissling, W. D. 2011. Space Use of Bumblebees (*Bombus spp.*) Revealed by Radio-Tracking. *PLoS ONE* 6 (5): e19997.
- Hanski, I. K. and Selonen, V. 2009. Female-biased natal dispersal in the Siberian flying squirrel. *Behavioral Ecology* 20 (1): 60-67.
- 原科幸爾・恒川篤史・武内和彦・高槻成紀. 1998. 本州における森林の連続性と陸生哺乳類の分布. *ランドスケープ研究* 62 (5) : 569-572.
- Herr, J., Schley, L., Engel, E. and Roper, T. J. 2008. Den preferences and denning behavior in urban stone martens (*Martes foina*). *Mammalian Biology* 75 (2): 138-145.
- 本郷 峻. 2018. 霊長類学におけるカメラトラップ研究. *霊長類研究* 34 (1) : 53-64.
- 伊吾田宏正・早稲田宏一・櫻木まゆみ・宇野裕之・梶 光一・金子正美・赤松里香・前川光司. 2002. GPS 首輪の評価とエゾシカへの適用. *哺乳類科学* 42 (2) : 113-121.
- 池田 透・遠藤将史・村野紀雄. 2001. 野幌森林公園地域におけるアライグマの行動圏. *酪農学園大学紀要. (自然科学編)* 25 (2) : 311-319.
- Ikeda, T., Uchida, K., Matsuura, Y., Takahashi, H., Yoshida, T., Kaji, K. and Koizumi, I. 2016. Seasonal and Diel Activity Patterns of Eight Sympatric Mammals in Northern Japan Revealed by an

Intensive Camera-Trap Survey. PLoS ONE 11 (10): e0163602.

岩間正和・金子弥生. 2019. 東京都区部におけるハクビシン (*Paguma larvata*) による被害  
件数の推移と被害内容. フィールドサイエンス 17 : 1-8.

Iwama, M., Yamazaki, K., Matsuyama, M., Hoshino, Y., Hisano, M., Chris Newman and Kaneko, Y.  
2017. Masked palm civet *Paguma larvata* summer diet differs between sexes in a suburban area  
of central Japan. Mammal Study 42: 185-190.

岩澤 遥・斎藤昌幸・佐伯いく代. 2021. 都市化が筑波山周辺域の中・大型哺乳類に与える  
影響. 保全生態学研究 26 (2) : 185-197.

金子賢太郎・丸山将吾・永野 治. 2008. 国営昭和記念公園周辺に生息するタヌキの生息地  
利用について. ランドスケープ研究 71 (5) : 859-864.

金子弥生・岸本真弓. 2004. 食肉目調査にかかわる捕獲技術. 哺乳類科学 44 (2) : 173-188.

Kang, M., Li, W., Qu, X. and Zhang, S. 1997. Study on the hibernation habit and characteristics of  
*Paguma larvata*. Journal of Hunan Agricultural University 23 (4): 366-369. (in Chinese with  
English abstract).

環境省. 2018. 分布を拡大する外来哺乳類アライグマ ハクビシン ヌートリア. <https://www.env.go.jp/press/files/jp/109906.pdf> (2022年11月18日確認).

環境省自然環境局生物多様性センター. 2018. 平成29年度要注意鳥獣(クマ等)生息分布  
調査調査報告書 アライグマ・ハクビシン・ヌートリア. [https://www.biodic.go.jp/youchi/reports/h29\\_youchui\\_houkoku.pdf](https://www.biodic.go.jp/youchi/reports/h29_youchui_houkoku.pdf) (2022年11月18日確認).

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.

勝木俊雄. 2015. 桜. 岩波書店, 東京, 228pp.

川道美枝子・三宅慶一・加藤卓也・山本憲一・八尋由佳・川道武男. 2015. 京都市内でのハクビシン (*Paguma larvata*) の社寺等への出没動向. *京都歴史災害研究* 16 : 11-15.

Koenig, W. D., Knops, J. M. H., Carmen, W. J., Stanback, M. T. and Mumme, R. L. 1994. Estimating acorn crops using visual surveys. *Canadian Journal of Forest Research* 24: 2105-2112.

小坂井千夏・秦 彩夏・佐伯 緑・竹内正彦. 2018. 中型食肉目による廃果採食効率の試算 : イチゴ果実の場合. *農研機構研究報告 中央農業研究センター* 4 : 15-27.

Kozakai, C., Hata, A., Saeki, M., Takeuchi, M., Ueda, H. and Eguchi, Y. 2019. Intake rate of captive masked palm civets on large-sized cultivated fruit, Japanese persimmon. *農研機構研究報告中央農業研究センター* 6: 23-33.

李 謙一・岩田剛敏・中臺 文・加藤卓也・羽山伸一・廣田好和・林谷秀樹. 2008. アライグマおよびハクビシンにおける人獣共通感染症原因菌の保有状況. *獣医畜産新報* 61 (3) : 215-216.

前田 健. 2016. 動物における SFTS ウイルス感染状況. *病原微生物検出情報* 37 (3) : 51-53.

増田隆一. 2017. 哺乳類の生物地理学. 東京大学出版会, 東京, 183pp.

Masuda, R., Lin, L. K., Pei, K. J. C., Chen, Y. J., Chang, S. W., Kaneko, Y., Yamazaki, K., Anezaki, T., Yachimori, S. and Oshida, T. 2010. Origins and founder effects on the Japanese masked palm



civet *Paguma larvata* (Viverridae, Carnivora), revealed from a comparison with its molecular phylogeography in Taiwan. *Zoological Science* 27 (6): 499-505.

松本丈人・浜口哲一. 1990. 藤沢市で発見されたハクビシンのねぐらについて. 神奈川自然誌資料 11 : 71-74.

Michler, F. U., Hohmann, U. and Stubbe, M. 2004. Investigations on home range, daytime resting site selection and social system of raccoons (*Procyon lotor* L., 1758) in an urban habitat in Kassel (North Hessen). *Beiträge zur Jagd-und Wildforschung* 29: 257-273. (in German with English abstract).

水谷瑞希・多田雅充・高畑麻衣子・高柳 敦. 2007. 福井県におけるツキノワグマの行動調査 I : 行動経過と集落等への接近事例. *Ciconia* (福井県自然保護センター研究報告) 12 : 53-96.

水内佑輔. 2020. 近代における公共造園空間としての神社と造園学の系譜. *ランドスケープ研究* 84 (3) : 246-249.

盛岡市. 2012a. 大慈寺地区景観地区の解説. 盛岡市都市整備部景観政策課, 盛岡, 15pp.

盛岡市. 2012b. 本宮地区まちづくり計画書. [https://www.city.morioka.iwate.jp/\\_res/projects/default\\_project/\\_page\\_/001/011/431/motomiya.pdf](https://www.city.morioka.iwate.jp/_res/projects/default_project/_page_/001/011/431/motomiya.pdf) (2022年11月18日確認).

盛岡市. 2018. 平成30年度 大慈寺地区まちづくり懇談会 懇談事項. [https://www.city.morioka.iwate.jp/\\_res/projects/default\\_project/\\_page\\_/001/025/478/daijiji.pdf](https://www.city.morioka.iwate.jp/_res/projects/default_project/_page_/001/025/478/daijiji.pdf) (2022年11月18日確認).

盛岡市. 2021a. 盛岡市環境基本計画 (第三次). 盛岡市, 盛岡, 96pp.

- 盛岡市. 2021b. 盛岡市自然環境及び歴史的環境保全計画 (生物多様性地域戦略). 盛岡市環境部環境企画課, 盛岡, 58pp.
- 盛岡市. 2022. 盛岡市鳥獣被害防止計画. [https://www.city.morioka.iwate.jp/\\_res/projects/default\\_project/\\_page\\_/001/010/018/higaiboushikeikaku5.pdf](https://www.city.morioka.iwate.jp/_res/projects/default_project/_page_/001/010/018/higaiboushikeikaku5.pdf) (2022年11月18日確認).
- 村木美穂・安藤元一. 2018. 中小型哺乳類の自動撮影調査における降雨の影響. 森林野生動物研究会誌 43 : 47-51.
- 長光郁実・金子弥生. 2017. 東京都府中市の微小緑地における食肉目動物の生息状況. 哺乳類科学 57 (1) : 85-89.
- 中西せつ子・羽山伸一. 1996. 飼育下におけるハクビシンの成長, 性成熟, 出産. 静岡県ハクビシン調査報告書 (静岡県生活・文化部自然保護課, 編), pp. 33-39, 静岡県, 静岡.
- 浪花彰彦. 2015. GPS テレメトリー法による中川研究林内に生息するアライグマの越冬地調査. 北方森林保全技術 34 : 29-37.
- Ninomiya, H., Ogata, M. and Makino, T. 2003. Notoedric mange in free-ranging masked palm civets (*Paguma larvata*) in Japan. *Veterinary Dermatology* 14: 339-344.
- 西丸堯宏・北垣憲仁・西 教生. 2016. 自動撮影カメラによる都留文科大学キャンパスとその周辺地域の哺乳類相のモニタリング調査. 自然環境科学研究 29 : 11-23.
- 農林水産省. 2008. 野生鳥獣被害防止マニュアルーハクビシンー. [https://www.maff.go.jp/j/seisan/tyozyu/higai/manyuaru/old\\_manual/manual\\_haku\\_bisin\\_old/data0.pdf](https://www.maff.go.jp/j/seisan/tyozyu/higai/manyuaru/old_manual/manual_haku_bisin_old/data0.pdf) (2022年11月18日確認).
- 農林水産省. 2009. 野生鳥獣被害防止マニュアル-イノシシ, シカ, サル, カラス (捕獲編)

- 第1章 被害防止対策. [https://www.maff.go.jp/j/seisan/tyozyu/higai/manyuaru/old\\_manual/manual\\_hokaku\\_old/data1.pdf](https://www.maff.go.jp/j/seisan/tyozyu/higai/manyuaru/old_manual/manual_hokaku_old/data1.pdf) (2022年11月18日確認).
- 農林水産省. 2018. 野生鳥獣被害防止マニュアル-アライグマ, ハクビシン, タヌキ, アナグマ- (中型獣類編). [https://www.maff.go.jp/j/seisan/tyozyu/higai/manyuaru/manual\\_tyugata\\_jyuurui/180330-4.pdf](https://www.maff.go.jp/j/seisan/tyozyu/higai/manyuaru/manual_tyugata_jyuurui/180330-4.pdf) (2022年11月18日確認).
- O'Donnell, M. A. and DeNicola, A. J. 2006. Den Site Selection of Lactating Female Raccoons Following Removal and Exclusion from Suburban Residences. *Wildlife Society Bulletin* 34 (2): 366-370.
- 大口 敬. 2015. 第4章 交通工学. 交通・安全学 (公益財団法人国際交通安全学会, 編), pp. 40-50, 公益財団法人国際交通安全学会, 東京.
- 大谷新太郎・川井裕史・石塚 譲・石井 亘・八丈幸太郎・片山敦司・松下美郎. 2005. 大阪の温帯林における首輪型 GPS 受信装置の有効性. *哺乳類科学* 45 (1) : 35-42.
- 尾崎研一・工藤琢磨. 2002. 行動圏: その推定法, 及び観察点間の自己相関の影響. *日本生態学会誌* 52 : 233-242.
- Powell, R. A. 2000. Animal Home Ranges and Territories and Home Range Estimators. In (L. Boitani and T. K. Fuller, eds.) *Research Techniques in Animal Ecology: Controversies and Consequences*, pp. 65-110. Columbia University Press, New York.
- R Core Team. 2022. R: A Language and Environment for Statistical Computing. The R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria. <https://www.r-project.org/> (2022年9月15日確認).

- Rabinowitz, A., R. 1991. Behaviour and movements of sympatric civet species in Huai Kha Khaeng Wildlife Sanctuary, Thailand. *Journal of Zoology* 223 (2): 281-298.
- Rondinini, C. and Doncaster, C. P. 2002. Roads as barriers to movement for hedgehogs. *Functional Ecology* 16 (4): 504-509.
- 佐伯 緑・早稲田宏一. 2006. ラジオテレメトリを用いた個体追跡技術とデータ解析法. *哺乳類科学* 46 (2) : 193-210.
- 斎藤昌幸. 2019. 都市化と哺乳類の関係を探る. *森林と野生動物* (小池伸介・山浦悠一・滝久智, 編), pp. 182-200, 共立出版, 東京.
- 斎藤昌幸・鳥屋部文香・笹岡夏保・渡部凌我・本田鈴香・磯崎えりか. 2021. 山形大学農学部附属上名川演習林の管理棟天井裏から採集されたハクビシンの糞に含まれていた種子. *山形大学紀要 (農学)* 18 (4) : 369-373.
- Sandell, M. 1989. The mating tactics and spacing patterns of solitary carnivores. In (J. L. Gittleman, ed.) *Carnivore Behavior, Ecology, and Evolution*, pp. 164-182. Cornell University Press, New York.
- Seaman, D., E., Millsbaugh, J., J., Kernohan, B., J., Brundige, G., C., Raedeke, K. J. and Gitzen, R. A. 1999. Effects of sample size on kernel home range estimates. *Journal of Wildlife Management* 63 (2): 739-747.
- Seki, Y. and Koganezawa, M. 2010. Reduced home range in winter but an overall large home range of a male masked palm civet: A study in a high-altitude area of Japan. *Animal Behaviour and Management* 46 (2): 69-76.

- 椎名貴彦・宮澤誠司・Draid, M.・志水泰武・武脇 義. 2007. 哺乳動物の冬眠行動に影響する環境条件. 日本野生動物医学会誌 12 (1) : 35-39.
- 自然環境研究センター. 2019. 最新 日本の外来生物. 平凡社, 東京, 591pp.
- Sikes, R. S. and the Animal Care and Use Committee of the American Society of Mammalogists. 2016. 2016 guidelines of the American Society of Mammalogists for the use of wild mammals in research and education. Journal of Mammalogy 97 (3): 663-688.
- 園田陽一・倉本 宣. 2008. 多摩丘陵および関東山地における非飛翔性哺乳類の種組成に対する森林の孤立化の影響. 応用生態工学 11 (1) : 41-49.
- 園田陽一・松江正彦・舟久保 敏. 2019. 野生哺乳類による道路横断施設の利用とその利用に影響する要因. ランドスケープ研究 (オンライン論文集) 12 : 37-44.
- 園田陽一・佐伯 緑・松江正彦. 2008. 赤外線センサーカメラを用いた野生哺乳類の分布調査 (生きもの技術ノート No. 59). ランドスケープ研究 72 (2) : 226-227.
- 園田陽一・武田ゆうこ・松江正彦. 2011. 野生動物におけるロードキル, バリアー効果とミティゲーション技術に関する研究の現状と課題. ランドスケープ研究 (オンライン論文集) 4 : 7-16.
- 総務省統計局. 2020. 平成 30 年住宅・土地統計調査報告全国編. 総務省統計局, 東京, 489pp.
- 鈴木健次郎・恒川篤史・高槻成紀・東 英生. 2000. 野生動物の生態研究における GPS の利用可能性—金華山島のニホンジカ (*Cervus nippon*) を事例として—. GIS-理論と応用 8 (2) : 69-75.

- 高中健一郎・村木美穂・安藤元一・小川 博. 2015. 林内微気候がノネズミ類の捕獲率に及ぼす影響. 東京農業大学農学集報 59 (4) : 268-273.
- 高崎宏寿・黒須啓如・佐久間 光・澤登 悠・粕川峻比古・佐藤 将. 2016. 玉川学園構内における赤外線自動撮影カメラによる哺乳類の出現様式. 玉川大学農学部研究教育紀要 1 : 43-51.
- Torii, H. 1986. Food Habits of the Masked Palm Civet, *Paguma larvata* HAMILTON-SMITH. 哺乳動物学雑誌: The Journal of the Mammalogical Society of Japan 11 (1-2): 39-43.
- 鳥居春己. 1993. ハクビシンの食性について ( I ) —浜北市市街地で採集した糞の内容物分析—. 静岡県林業技術センター研究報告 21 : 9-15.
- Torii, H. 2015. *Paguma larvata* (Smith, 1827). In (Ohdachi, S. D., Ishibashi, Y., Iwasa, M. A., Fukui, D. and Saitoh, T., eds.) The Wild Mammals of Japan Second edition, pp. 275-276. SHOUKADOH Book Sellers, Kyoto.
- 鳥居春己・大場孝裕. 1996. ハクビシンの行動域について. 静岡県ハクビシン調査報告書 (静岡県生活・文化部自然保護課, 編), pp. 13-28, 静岡県, 静岡.
- 鳥居春己・手塚牧人. 1996. ハクビシンの糞内容物分析. 静岡県ハクビシン調査報告書 (静岡県生活・文化部自然保護課, 編), pp. 8-12, 静岡県, 静岡.
- Toriyabe, A., Enari, H., Enari, H. S. and Saito, M. U. 2022. Habitat selection by non-native masked palm civets in a Japanese rural landscape, incorporating individual differences. Journal of Mammalogy 103 (3): 608-617.
- 鳥屋部文香・斎藤昌幸. 2020. 山形県庄内地方の農村景観における外来哺乳類ハクビシンの

- 行動圏推定事例. 自然環境科学研究 33 : 15-20.
- Toyoda, H., Eguchi, Y., Furuya, M., Uetake, K. and Tanaka, T. 2011. Does light repel masked palm civets?. *Animal Behaviour and Management* 47 (2): 82-88.
- Toyoda, H., Eguchi, Y., Furuya, M., Uetake, K. and Tanaka, T. 2012. Seasonal changes in body size and reproductive status of masked palm civets (*Paguma larvata*) captured in Saitama prefecture, Japan. *Animal Behaviour and Management* 48 (2): 57-65.
- 内山知二・佐野修司. 2009. 様々な農業施設における位置情報計測機器の特性. 近畿中国四国農業研究 14 : 114-117.
- Wang, J., Liu, Q., Tang, D., Jiang, G., Suo, J., Zheng, Z., Gong, R., Wang, Y. and Hua, Y. 2009. Habitat selection of masked palm civet in Houhe Nature Reserve, Hubei. *Acta Theriologica Sinica* 29 (2): 216-222.
- Watabe, R. and Saito, M. U. 2021. Diel activity patterns of three sympatric medium-sized carnivores during winter and spring in a heavy snowfall area in northeastern Japan. *Mammal Study* 46 (1): 69-75.
- 渡部凌我・斎藤昌幸. 2022. 山形県庄内地方における外来哺乳類ハクビシンの日周活動. 東北森林科学会誌 27 (1) : 11-17.
- 渡部克哉・篠原由紀子・石塚康彦・上原明子・篠塚 理・藤田 薫. 2019. 横浜自然観察の森での自動撮影カメラによる動物の10年間の変化と日周活動. *BINOS* 26 : 31-40.
- 渡辺也恭・吉利怜奈・林 志炫・堤 道生. 2020. 放牧畜産の可能性—島根県邑南町須摩谷農場の事例から—. *日本草地学会誌* 66 (2) : 103-107.

- Weber, D. 1989. The ecological significance of resting sites and the seasonal habitat change in polecats (*Mustela putorius*). *Journal of Zoology* 217 (4): 629-638.
- White, G. C. and Garrott, R. A. 1990. *Analysis of Wildlife Radio-Tracking Data*. Academic Press, London, 383pp.
- 山形県. 2020. 令和元年度（平成 31 年度）絶滅危惧種保全・外来種防除対策事業（外来種侵入状況調査）報告書. [https://www.pref.yamagata.jp/documents/19568/h31\\_araigumaseiso\\_kujoukyou.pdf](https://www.pref.yamagata.jp/documents/19568/h31_araigumaseiso_kujoukyou.pdf) (2022 年 11 月 18 日確認).
- 山本篤史・仁平和博・八木啓介・屋代智之. 2004. GPS 情報を活用した動的な GIS 情報の取得. *情報処理学会研究報告高度交通システム (ITS)* 2004 (60(2004-ITS-017)): 17-24.
- 山本麻希. 2017. 野生動物の被害対策への生態調査の必要性について: カワウ, ニホンジカ, イノシシを例に. *遺伝: 生物の科学* 71 (6) : 546-551.
- 山本祐治. 1993. 川崎市におけるホンダタヌキ *Nyctereutes procyonoides viverrinus* の行動圏と日周期活動. *川崎市青少年科学館紀要* 4 : 7-12.
- 米島万有子・中谷友樹・崔 明姫. 2018. 全国社寺調査からみた文化財保有社寺における獣害. *歴史都市防災論文集* 12 : 99-106.
- 米倉竜次・西川 潮・宮下 直. 2011. 12 章 外来種の適正管理に向けた総合的な取り組みへ. 外来生物 ―生物多様性と人間社会への影響― (西川 潮・宮下 直, 編), pp. 228-253, 裳華房, 東京.
- Zhou, Y., Newman, C., Palomares, F., Zhang, S., Xie, Z. and Macdonald, D. W. 2014. Spatial organization and activity patterns of the masked palm civet (*Paguma larvata*) in central-south



China. Journal of Mammalogy 95 (3): 534-542.

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.