

令和2年度
ツキノワグマ生息等モニタリング調査業務
報告書

令和3年3月



株式会社 野生動物保護管理事務所

目 次

第1章 業務概要.....	1
1. 調査目的.....	1
2. 調査地域.....	2
3. 調査内容.....	3
(1) 個体群動態調査（ヘアトラップ調査）.....	3
(2) 捕獲情報・出没状況調査.....	3
4. 調査工程.....	3
第2章 個体群動態調査－ヘアトラップ調査.....	4
1. 調査地域概要.....	4
(1) 南アルプス管理ユニット.....	4
(2) 富士・丹沢管理ユニット.....	4
(3) 関東山地管理ユニット.....	4
2. 調査期間.....	5
3. 調査方法.....	5
(1) トラップの配置概要.....	6
(3) ヘアトラップの構造と設置.....	8
(4) サンプルの採集.....	10
4. サンプルング結果と考察.....	11
(1) サンプルング結果.....	12
(2) 考察.....	17
第3章 遺伝解析.....	18
1. 分析サンプルの選別とDNA抽出.....	18
2. DNA分析.....	18
3. DNA分析結果と考察.....	19
(1) 分析結果.....	19
(2) 考察.....	28
第4章 生息密度と頭数の推定.....	29
1. 生息密度の推定法.....	29
2. 各管理ユニットの生息密度の推定.....	31
3. 各管理ユニットにおける個体数の推定.....	33
4. 生息密度と個体数.....	34
(1) 各管理ユニットにおける推定生息密度.....	34
(2) 管理ユニットごとの推定個体数.....	36
第5章 基礎情報の分析.....	37
1. 目撃情報.....	37
2. 捕獲情報.....	39
3. 目撃件数と捕獲頭数の関係.....	42
第6章 総合考察.....	43

1. 県内のクマの推定個体数の推移	43
2. 今年度の推定個体数の信頼度	45
参考文献.....	48
巻末資料.....	50

第1章 業務概要

山梨県は、甲府盆地を中心に、西部には3,000メートル級の山々からなる南アルプス、南部には御坂山地および富士山から丹沢山地へと至る山塊、北部には八ヶ岳から秩父・奥多摩へ至る関東山地と3つの大きな山塊を有する。森林面積は県土の77.8%を占め、その大部分にツキノワグマ（以下、クマとする）が生息している。地形条件、交通網、河川、山塊等によって山梨県に生息するクマは南アルプス、富士・丹沢、関東山地の3つの地域個体群（保護管理ユニット）に区分される（環境省 2000）。

クマは「絶滅のおそれのある野生動植物の種の国政取引に関する条約」の付属書Iに掲載されており、日本国内では本州以南に生息している。山梨県内の大部分は森林であり、潜在的にクマが生息し得る条件を持つにもかかわらず、クマの推定個体数はそれほど多くない。過去に行われた調査では昭和60年度に150頭程度、平成4年度には330頭程度と推定されていた（山梨県・野生動物保護管理事務所 2001）。また、平成11年度から平成12年度にかけて行われた「山梨県ツキノワグマ生息実態調査」においても、3つの地域個体群を合わせて400頭程度と推定されていた（山梨県・野生動物保護管理事務所 2001）。さらに、平成23年度から平成24年度にかけて行われた「山梨県ツキノワグマ生息実態調査」においては、3つの地域個体群を合わせて約730頭（南アルプス管理ユニットで約230頭、富士・丹沢管理ユニットで約200頭、関東山地管理ユニットで約300頭）と推定されていた（山梨県・野生動物保護管理事務所 2013）。

こうした状況から、平成9年11月から平成14年3月までは狩猟による捕獲が禁止され、有害鳥獣駆除等で捕獲された個体の奥山放獣が進められたほか、平成12年度からは市町村が放獣を実施する際にかかる経費に対する補助制度を創設するなどの保護管理の施策が進められてきた。また、平成13年度には、人間とクマの共生、個体数の維持、人身および農林業被害対策の推進を目的とする「山梨県ツキノワグマ保護管理指針」が策定され、有害駆除と狩猟を合わせて年間捕獲数の上限を40頭とすることが決められ、同時に、錯誤捕獲の抑制、被害防除対策や生息環境の整備などが進められてきた。

平成18年は、全国各地でクマの大量出没が発生し、山梨県でもクマの目撃が173件に上り、捕獲数も昭和36年以降最大で、捕獲数上限を大きく上回る97頭（有害駆除95頭、狩猟2頭）となった。こうした事態を受け、県では、「山梨県ツキノワグマ保護管理指針」に基づき、クマによる人身被害および農林業被害を防止・軽減するための基本的な措置を明記した「山梨県ツキノワグマ出没対応マニュアル」を作成し、県民の安全および活動の安全を図ると同時に、クマの適切な保護管理を推進することに努めている。

平成18年度以降にも、平成22年度には目撃件数が166件、平成24年度には目撃件数が198件、令和元年度には210件となる大量出没が繰り返し発生していることから、現在のクマの生息状況を把握し、適切なクマの保護管理を実施していくことの重要性・必要性がより高まっている。

1. 調査目的

「山梨県ツキノワグマ保護管理指針」は平成24年3月に改定され、平成29年3月第4期が策定されたが、クマの生息状況については平成11年度から平成12年度にかけて行われた「山梨県ツキノワグマ生息実態調査」、平成23年度から平成24年度にかけて行われ

た「ツキノワグマ生息実態調査」の情報を元としている。そこで、本業務は、山梨県に生息するクマの保護管理対策の一環として、ヘアトラップ法による現地調査を行い、現在の生息状況を把握するとともに、これまでに県で収集された出没・捕獲に関する情報の集計・分析を行い、適正な保護管理対策に資することを目的とする。

本調査の実施に当たっては、数多くの方々に協力をいただいた。特に、国立公園・県立公園に関する部署、関連の林務環境事務所、市町村、東京都水源管理事務所の皆さまには、工作物設置の申請を行うにあたり、急な要請にも関わらずご協力をいただいた。これらお世話になった方々に心より御礼を申し上げる。

2. 調査地域

環境省(2000)において区分されている、南アルプス地域個体群、富士・丹沢地域個体群、関東山地地域個体群の区分に合わせて、山梨県は3つのクマ管理ユニットを設定している(図1-1)。今年度の現場調査は、南アルプス管理ユニット、富士・丹沢管理ユニット、関東山地管理ユニットそれぞれで行った。



図1-1 山梨県内のツキノワグマ管理ユニットの区分

赤線は管理ユニットの境界を示す。

3. 調査内容

(1) 個体群動態調査（ヘアトラップ調査）

県内の3つの管理ユニット内の代表地点を調査地とし、ヘアトラップ法によるクマの個体数モニタリング調査を行った。具体的には、有刺鉄線を張った多角形の枠の中心付近に誘引餌を設置し、誘引されたクマの体毛を有刺鉄線に掛け、体毛を採取した。採取したクマの体毛のDNAを抽出し、遺伝分析による個体識別を行った。得られた個体識別情報を元に、管理ユニットごとに空間明示型標識再捕獲モデルを用いて生息密度と個体数の推定を行った。

(2) 捕獲情報・出没状況調査

① 捕獲情報分析

県が収集した狩猟捕獲および許可捕獲に関する情報を集計し、捕獲地点や捕獲方法等について過年度からの推移を含めて図化し、分析を行った。

② 出没状況分析

県が収集した出没や被害に関する情報を集計し、出没地点や堅果類の豊凶状況、出没地点の環境と集落との関係等について図化し、分析を行った。

4. 調査工程

調査実施の工程は表 1-1 に示す。

表 1-1 調査工程表

委託業務名	令和2年度 ツキノワグマ生息等モニタリング調査業務																																						
	令和2年5月1日												完成予定年月日												令和3年3月31日														
	令和2年												令和3年																										
月別	5月			6月			7月			8月			9月			10月			11月			12月			1月			2月			3月								
工程	10	20	30	10	20	30	10	20	30	10	20	30	10	20	30	10	20	30	10	20	30	10	20	30	10	20	30	10	20	30	10	20	30	10	20	30			
計画 打ち合わせ	← 打合せ →																																						
捕獲情報 出没状況調査																																							
ヘアトラップ 調査				← 下見・資材準備 許可申請 →			← 設置 →	← サンプルング →	← 撤収 →																														
個体識別 DNA分析																																							
個体数 生息密度推定																																							
報告書作成																																							

※天候および道路状況によって調整・変更する可能性がある

第2章 個体群動態調査－ヘアトラップ調査

1. 調査地域概要

山梨県のクマ管理ユニットは南アルプス、富士・丹沢、関東山地の3つに分けられる。全3つ管理ユニットの調査地域の概要を以下に示す。

(1) 南アルプス管理ユニット

南アルプス管理ユニットは令和2年度、新たに調査を実施した。この地域は甲府盆地の西側から南側にかけて位置しており、長野県、静岡県にまたがる広い地域で、3,000m級の稜線を中心とした亜高山から高山帯の植生を含む大きな山塊である。標高差が3,000メートルにおよび、地域によって気温や土壌が大きく異なり、多様な森林が形成されている。落葉広葉樹林も多く、クマの生息には好適な地域であると考えられる。

(2) 富士・丹沢管理ユニット

富士・丹沢管理ユニットでは平成23年度と平成24年度も同様のヘアトラップ調査が実施されている。この地域は富士山とその山麓、神奈川県と接している丹沢山地の北部、御坂山系の山塊に区分され、それぞれ生息環境のタイプが異なる。富士山(3,776m)周辺は面積が広いものの亜高山から高山帯の植生となり、クマの餌となるブナ科の植物が少ない。都留市、道志村、上野原市秋山地区は二次林が多いが、低山帯であり人為的な土地利用頻度が比較的高い。御坂山系は大月市から身延町下部地区にかけてナラの二次林が存在し、クマにとって生息に適した環境である。笛吹市一宮・御坂地区、甲府市中道地区の甲府盆地に面した山際の地域には、クマの誘引物となる果樹園等が広がり、恒常的な出没が繰り返し起こっている地域である。

道路や林道が多く調査が行いやすいという理由から、調査地は御坂山地の甲州市・山梨市・笛吹市、甲府市、大月市にかかる範囲とした。当地域はコナラやクリなどの落葉広葉樹のまとまった森林と、パッチ状に存在するヒノキ、スギ、カラマツなどの人工林で構成されている。

(3) 関東山地管理ユニット

関東山地管理ユニットは令和2年度、新たに調査を実施した。関東山地は長野県、埼玉県、東京都に隣接し、秩父多摩甲斐国立公園を含む地域である。この地域には雲取山(2,018m)、甲武信ヶ岳(2,475m)、大菩薩嶺(2,057m)など標高2,000m級の稜線と各峰が連なり、多摩川、荒川、千曲川(信濃川)などの源流域となっている。稜線部の傾斜は緩いが谷は深く、山腹からの傾斜は急峻である。調査地は関東山地のうち、甲州市、笛吹市、山梨市にかかる範囲とした。当地域は、埼玉県、山梨県および長野県の県境である甲武信ヶ岳～金峰山にかけて亜寒帯・亜高山帯植生のコメツガ群落が広がり、その周囲にブナ群落が群馬県および東京都まで広がっている。亜高山帯のコメツガ林、シラビソ林等の下層にはカニコウモリ等が、また冷温帯落葉広葉樹林のブナ林やミズナラ林には、スズタケやオオツリバナ等が生育している(関東山地ニホンジカ広域協議会、2017)。カラマツを中心とした造林が盛んに行われた地域ではあるが、二次的な自然植生も比較的残っている。人工林の齢級構成は36～40年生が最も多く、このことは戦後の拡大造林期に植樹されたス

ギ、ヒノキ、カラマツ等の針葉樹が成熟段階になっていることを示す。

2. 調査期間

ヘアトラップの設置から撤収は令和2年6月29日から7月30日の期間で行った(表2-1)。その間、体毛サンプル回収は原則として1週間を1セッションとして、計3回のサンプリングセッションを設けた。誘引物を設置してからクマが誘引されるまでに時間がかかるとことを想定し、第1セッションのサンプリング時期は設置後11日間以上開け、7月13日～15日に実施した。それに続く、第2セッションは7月20日～22日、第3セッションは7月27日～30日の日程で実施した。第3セッション終了時に全てのヘアトラップを撤収した。

表 2-1 ヘアトラップ調査の概要

調査期間		従事内容	従事地域
開始日	～ 終了日		
2020/5/18	～ 2020/5/23	ヘアトラップ設置地点選定	3管理ユニット
2020/6/18	～ 2020/6/19	ヘアトラップ設置地点選定	南アルプス管理ユニット
2020/6/29	～ 2020/7/4	ヘアトラップ設置	3管理ユニット
2020/7/13	～ 2020/7/15	体毛回収1回目	3管理ユニット
2020/7/20	～ 2020/7/22	体毛回収2回目	3管理ユニット
2020/7/27	～ 2020/7/30	体毛回収3回目・撤収	3管理ユニット

3. 調査方法

ヘアトラップ法、すなわち有刺鉄線を用いたトラップでクマの毛を採取した後、採取した体毛をDNA分析によって個体識別し、個体数を推定するという方法は平成11年に初めて報告され(Woods *et al.* 1999)、その後、北米を中心にクマ類の個体数を推定する標準的な方法として定着してきた。この方法の利点は、1)直接観察法に比べ個体識別の精度が高いこと、2)DNAが個体の永久標識となること、3)非侵襲的な方法でサンプル採取ができること、4)生け捕り法に比べ低コストで多くのトラップを広域に設置できることなどが挙げられる。

日本では、平成12年頃からヘアトラップ法によるクマの個体数推定が試行され始め、全国各地で様々な試行錯誤が繰り返された。その中で、山岳地形や高温多湿な気候、あるいは予算規模や調査体制といった日本特有の環境や条件下でヘアトラップ法を用いるための課題が整理された(佐藤・湯浅2008; 湯浅・佐藤2008)。平成21年度から3年間にわたり、日本版ヘアトラップ法の早期確立を目的として、環境研究総合推進費によるヘアトラップ法の標準化および個体数推定精度の向上を目指す研究プロジェクトが進められた。そして、ヘアトラップによるサンプリングからDNA分析による個体識別、モデルを用いた個体数推定までの標準的な方法が整理された(環境研究総合推進費 クマ類の個体数推定の開発に関する研究チーム2012)。そこで、本事業では、ヘアトラップ法を用いてクマの生息状況を明らかにすることとした。

(1) トラップの配置概要

トラップ設置場所の選定に際しては、地図上の路網と地形条件をもとに候補地を挙げた後、下見による現場確認によって設置候補地を絞り込んだ。その上で、トラップの設置について土地所有者との合意が得られた場所を最終的にトラップ設置場所とした。土地所有者ならびに県・市町の関係部署へは、みどり自然課より調査実施の旨を通知した。

平成23年度と平成24年度行った「ツキノワグマ生息実態調査」の結果に基づき、再識別個体を増やすために、より狭い範囲に数多くのトラップを配置するようトラップの設置をデザインした。調査地を2km×2kmメッシュに区切り、管理ユニットごとに25メッシュを選定し、1メッシュあたり最低1基のトラップを設置することを目標とした。地権者の許可を得られない場合や、林道からのアクセスが困難と判断された場合は、トラップの設置を予定していたメッシュに隣接するメッシュに複数のヘアトラップを設置することとした。

設置に係る申請は設置箇所が県有林であれば県有林の関係部署へ行うが、私有林の場合は土地所有者の情報を調べる必要があった。そこで、発注者が町役場を通じて登記情報の確認を行った。その結果、土地所有者が判明した地点もあったが、多くの設置候補地点では、転居や相続人不明であった。このため、発注者と協議の上、全ての管理ユニットにおいて県有林を中心にヘアトラップを設置することとした。

南アルプス管理ユニットでは他の管理ユニットに比べて急峻な地形が多く、その中でも設置が可能であると考えられた傾斜がなだらかな場所を地図上で選別して、設置候補地点とした。そのうえで、作業効率や作業者の安全性を考慮した結果、ヘアトラップ設置地点は富士川町に集中した。設置した範囲は南北にかけて直線距離で約10km、東西にかけても直線距離で約10kmをカバーする設計になった(図2-1)。ヘアトラップを設置した25地点の近くには、ミズナラ等の堅果類が実る樹木はなく、ほとんどがスギ・ヒノキやマツ等の針葉樹林であった。

富士・丹沢管理ユニットでは平成24年度業務においても同様の調査を実施しているため、可能な限り平成24年度の調査でトラップを設置した地点に今年度もトラップを再設置するのが望ましい。しかし、上述した私有林の許可申請の手続きの問題を考慮し、県有林内に新たに8地点、場所を選定しなおした。富士・丹沢管理ユニットでトラップを設置した範囲は、南北にかけて直線距離で約10km、東西にかけて直線距離で約20kmをカバーする範囲となった(図2-2)。設置に際しては可能な限り、ミズナラ等の堅果類が分布する落葉広葉樹林内、あるいは落葉広葉樹林に隣接する地点を選定した。

関東山地ユニットでは、ヘアトラップ設置のための現地調査で、東京都水道局の水源林、県有林、民有林で計31地点を選定した。ヘアトラップ調査の性質上、各メッシュに1地点となることが理想だが、現地の地形、その後の土地所有者との調整で、水源林は10地点、県有林は15地点の合計25地点となった(図2-3)。水源林での調査地点選定にあたっては、東京都水道局にご協力いただいた。設置地点は大きく分けると、乾徳山エリア、水源林エリア、大菩薩峠エリアの3地域に区分された。

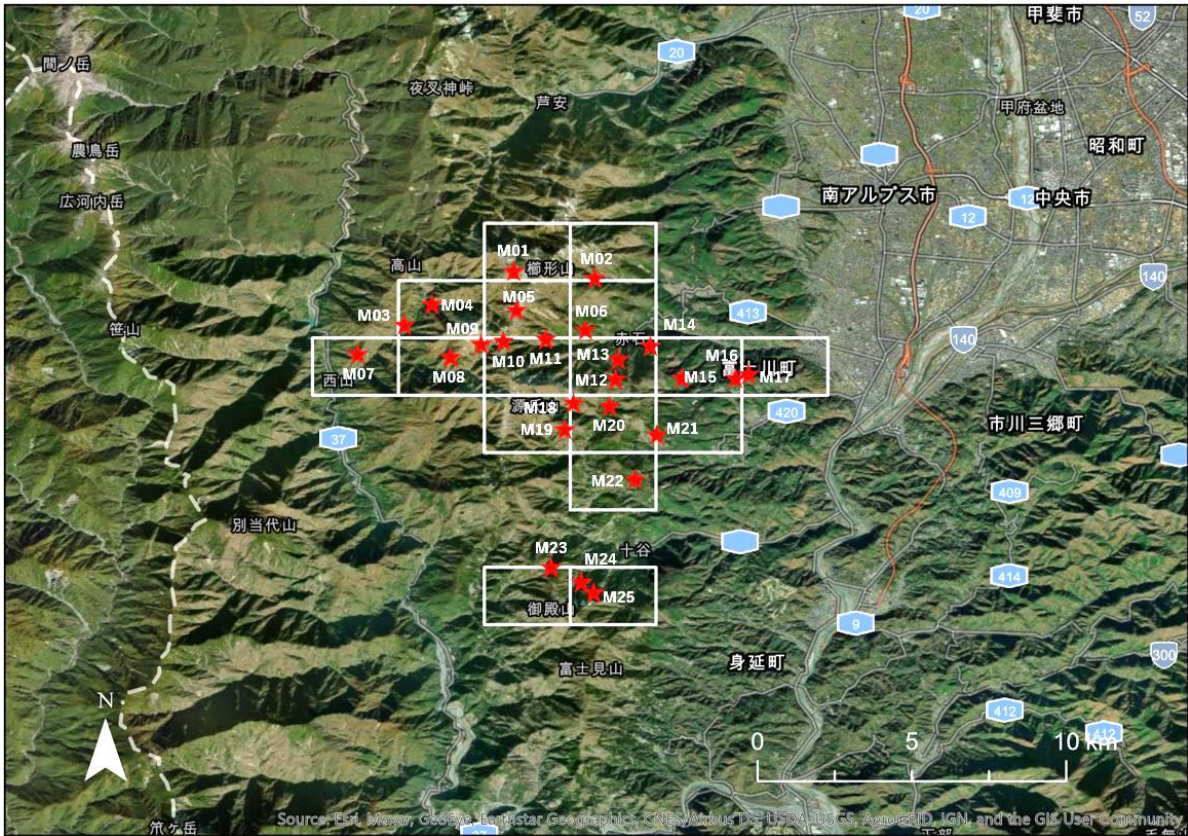


図 2-1 南アルプス管理ユニットのヘアトラップの設置状況

(★) : トラップ位置, (□)はトラップを設置した2 km×2 kmのメッシュを示す。

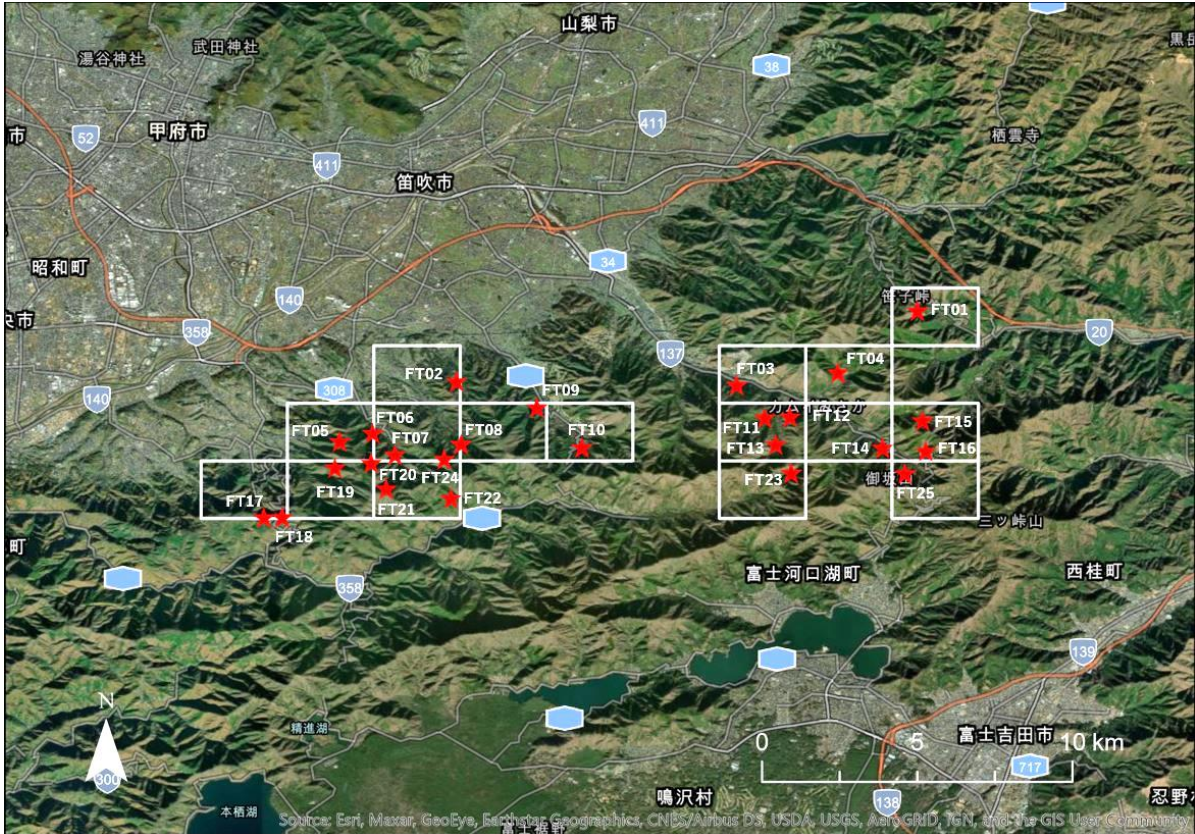


図 2-2 富士・丹沢管理ユニットのヘアトラップの設置状況

(★) : トラップ位置, (□)はトラップを設置した2 km×2 kmのメッシュを示す。

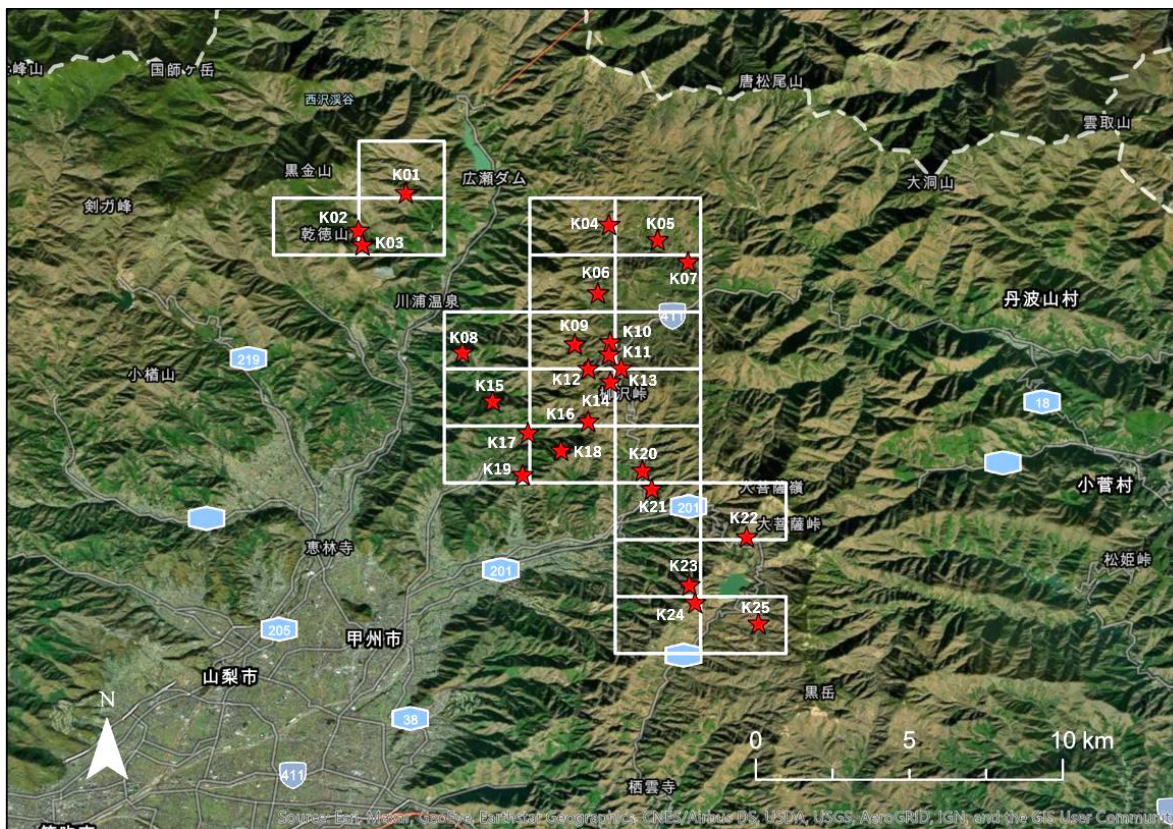


図 2-3 関東山地管理ユニットのヘアトラップの設置状況
 (★) : トラップ位置, (□)はトラップを設置した2 km×2 kmのメッシュを示す.

(3) ヘアトラップの構造と設置

トラップの構造は、基本的に立木を支柱とし、一辺の長さが約2～3mの多角形になるように有刺鉄線を張ったものとした(図2-4)。多角形の中心付近には、トラップ内のクマの滞在時間が長くなるように、蜂蜜の巣(巣蜜)を誘引餌とし、地上からも木に登ってもクマが利用できない地上高約2mの高さに吊り下げた。クマが餌を利用しにくい場所に誘引物を置くことは、クマが誘引物に執着し、繰り返し訪れるトラップハッピーを軽減する効果が期待される。誘引餌は、雨水を防ぎ、においが遠くまで飛び、クマや人が目にした際の視認性を良くする観点から、大小の透明プラスチック容器を併用して作成した(写真2-1)。また、誘引餌には発酵物を混ぜ、匂いが遠くまで届くよう工夫した。

有刺鉄線の高さはクマの体高を考慮し、下をくぐる際、もしくは有刺鉄線上を乗り越える際に体毛が引っ掛かることを想定し、地上高40～50cmに設置した(写真2-2)。また、クマがトラップ内に侵入した際に毛を採る機会を増やすため、多角形の対角線上にも有刺鉄線を張った。立木へ有刺鉄線を巻きつける際は、特に人工林内では樹皮に傷が付かないよう枯れ枝などと一緒に有刺鉄線を巻き付けた。周辺に立木がない場所では、園芸用の支柱で代用した。また、トラップ近辺には、有刺鉄線の構造物を設置していることに注意喚起を促すための看板を取り付けた。

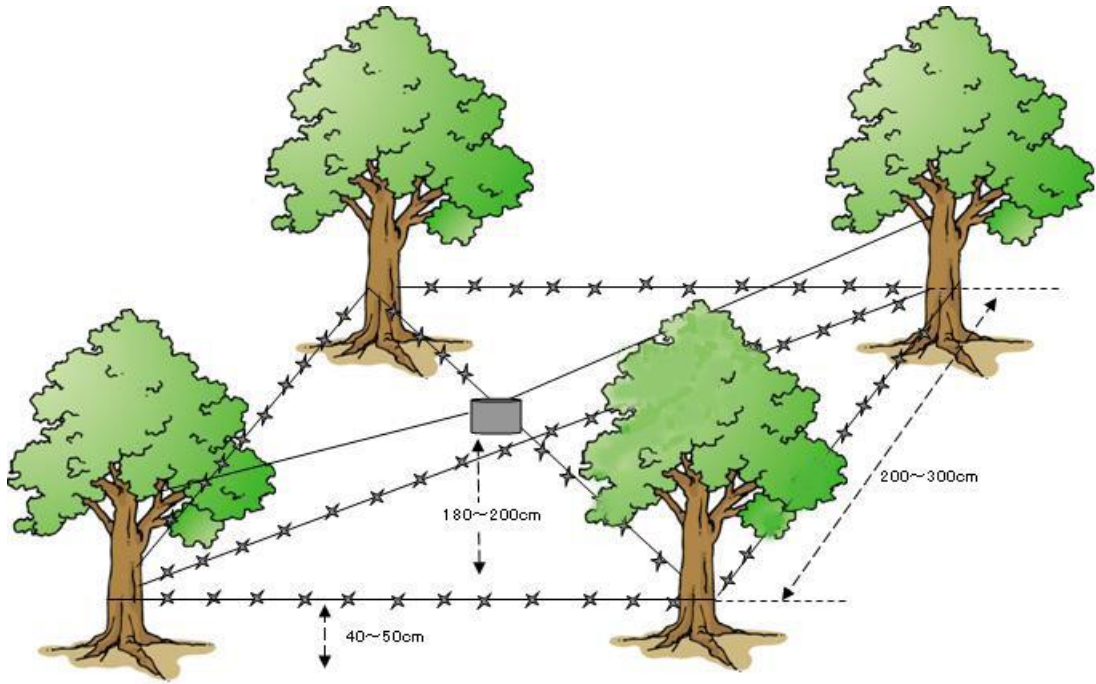


図 2-4 ヘアトラップの模式図



写真 2-1 誘引餌を入れた容器

雨水の混入を防ぐため、容器には雨よけを付けた。誘引餌には巣蜂蜜に発酵物を混ぜたものを用いた。



写真 2-2 実際のヘアトラップの設置状況

(4) サンプルの採集

DNA は野外に長期間放置されることで、微生物などの影響により分解・劣化が進む。また、先行研究では、8月から9月に採取された体毛試料の分析成功率は、7月中に採取された試料に比べ低下することが報告されている(山内ら 2008)。以上のことを考慮し、本調査では個体識別の精度を上げることを目的に、サンプリングは1週間間隔で行うことを原則に、7月中に3回のサンプリングセッションを設けた。各サンプリングセッションの日程は、第1セッションは7月13日～7月15日、第2セッションは7月20日～7月22日、第3セッションは7月27日～7月30日であった。

トラップ内の有刺鉄線に付着したクマの体毛は1棘分を1試料として採取した。体毛はピンセットを用いて有刺鉄線の棘から外し、1試料ごとに紙封筒に入れた。封筒には日付、トラップ番号、サンプル番号を記録した。体毛が採取された場合、サンプリング記録として、トラップごとに日付、トラップ番号、トラップ内での試料の採取位置を記録用紙に記入した。体毛採取後は、トラップの有刺鉄線の部分をガスバーナーで熱することですべての体毛を燃やし、次回のサンプリング時に誤って前回のサンプリング時から存在している体毛を回収しないように注意した。さらに、必要に応じてトラップの補修と誘引物の交換も行った。持ち帰った試料は、DNA分析を行うまでシリカゲル入りの密閉容器内で保存した。

4. サンプルング結果と考察

有刺鉄線にクマが訪れたヘアトラップの様子および回収作業時の作業風景を写真 2-3～写真 2-5 に示す。



写真 2-3 有刺鉄線に掛かったクマの体毛



写真 2-4 クマが訪れたトラップの様子



写真 2-5 体毛回収の作業風景
(封筒の位置は体毛がかかっていた棘の位置)

(1) サンプルング結果

3回のサンプルングセッションで採取された試料数は、南アルプス管理ユニットにおいて、第1セッションでは4ヶ所のトラップで計9試料、第2セッションでは4ヶ所のトラップで計20試料、第3セッションでは7ヶ所のトラップで計65試料となった。富士・丹沢管理ユニットでは第1セッションでは6ヶ所のトラップで計39試料、第2セッションでは14ヶ所のトラップで計144試料、第3セッションでは8ヶ所のトラップで計51試料となった。関東山地管理ユニットにおいては第1セッションでは10ヶ所のトラップで計56試料、第2セッションでは3ヶ所のトラップで計72試料、第3セッションでは6ヶ所のトラップで計49試料となった(表2-2～表2-4)。

全3回のサンプルングセッションを通して、延べ32トラップにおいて505サンプルを採取した。また、南アルプス管理ユニットでは25基のトラップのうち11基(44%)、富士・丹沢管理ユニットでは25基のトラップのうち16基、関東山地管理ユニットでは25基のトラップのうち15基(60%)で試料が採取された(図2-5～図2-7)。

表 2-2 第1セッションのサンプリング結果

管理ユニット	トラップ 番号	試料数
南アルプス	M07	4
	M15	1
	M16	1
	M18	3
試料数小計 (南アルプス)		9
富士・丹沢	FT03	13
	FT05	3
	FT12	6
	FT13	12
	FT14	1
	FT18	4
試料数小計 (富士・丹沢)		39
関東山地	K02	7
	K05	8
	K06	9
	K08	7
	K11	4
	K14	2
	K15	4
	K17	7
	K20	5
	K25	3
試料数小計 (関東山地)		56
総試料数		104

表 2-3 第2セッションのサンプリング結果

管理ユニット	トラップ 番号	試料数
南アルプス	M05	3
	M07	13
	M20	3
	M25	1
試料数小計 (南アルプス)		20
富士・丹沢	FT01	1
	FT03	23
	FT04	11
	FT05	2
	FT12	4
	FT13	1
	FT14	25
	FT16	1
	FT18	4
	FT19	2
	FT20	13
	FT23	40
	FT24	1
	FT25	16
	試料数小計 (富士・丹沢)	
関東山地	K04	40
	K06	29
	K07	3
試料数小計 (関東山地)		72
総試料数		236

表 2-4 第3セッションのサンプリング結果

管理ユニット	トラップ番号	試料数
南アルプス	M07	27
	M08	1
	M09	1
	M13	10
	M18	18
	M20	3
	M23	5
試料数小計 (南アルプス)		65
富士・丹沢	FT03	15
	FT11	5
	FT13	4
	FT14	1
	FT15	1
	FT18	11
	FT23	2
	FT25	12
試料数小計 (富士・丹沢)		51
関東山地	K04	21
	K06	2
	K09	2
	K11	14
	K16	5
	K18	5
試料数小計 (関東山地)		49
総試料数		165

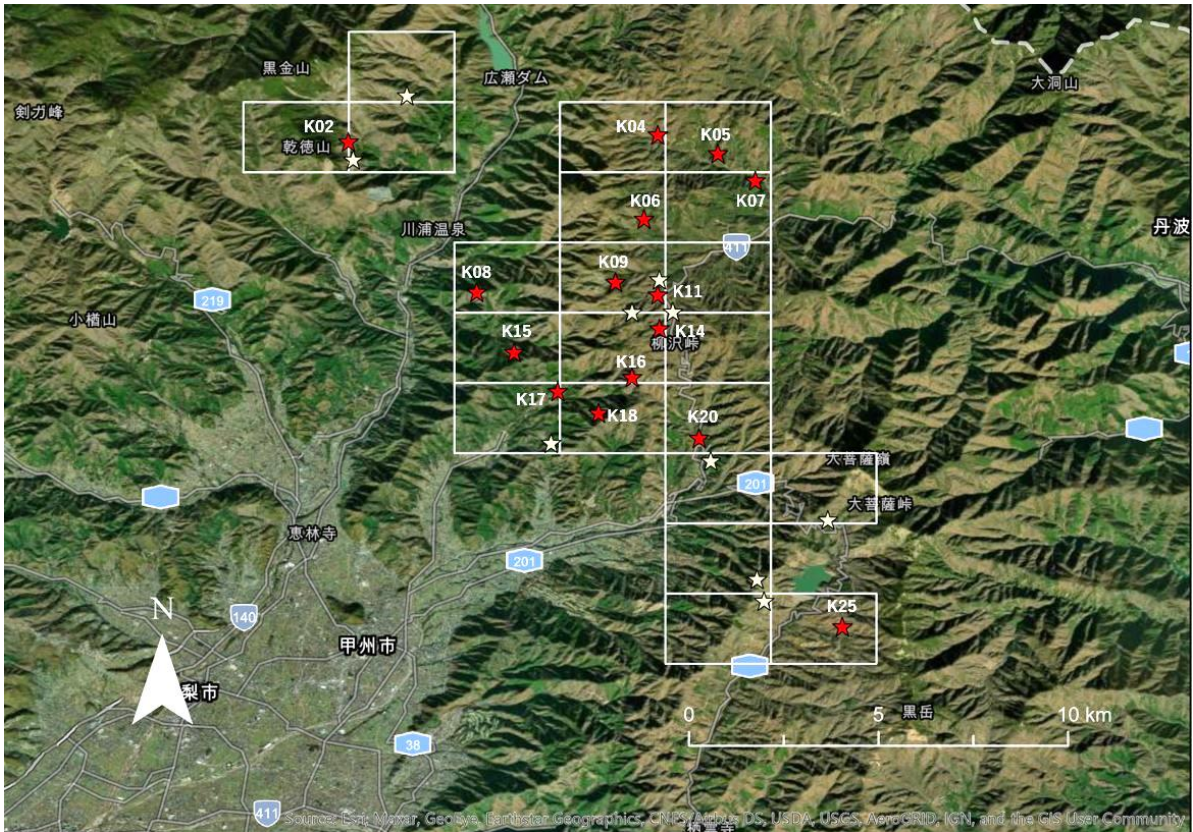


図 2-7 関東山地管理ユニット試料採取位置

(★)は3セッションを通じて試料が採取されたトラップの位置を示す。

(2) 考察

実施した3回のサンプリングの結果、採取された体毛試料は、第1セッションで計104試料、第2セッションで計236試料、第3セッションで計165試料であり、遺伝分析を行うのに十分な試料数を得ることができた。ヘアトラップを設置してから第1セッションの回収までに長い誘引期間を設定したことや、誘引物の匂いが十分拡散するよう誘引物の容器や内容物に細工をしたことで多くの試料が採取できたと考えられる。3セッション目までに多くの試料が回収できたことと予算の関係から、サンプリングの回数は3回とし4回目のサンプリングは行わなかった。

第3章 遺伝解析

1. 分析サンプルの選別と DNA 抽出

トラップにて採取された計 505 試料の中には、DNA 分析に必要な毛の本数に満たない試料や、クマ以外の動物の体毛も含まれていたことから、すべての試料が分析対象とはなりえなかった。そこで、サンプリング期間を通じて体毛本数の多い試料を選択することと、サンプリングのセッションごとに、体毛が採取されたトラップから可能な限り 1 試料を選択することを基本方針とし、200 試料を選別した。選別された試料の内訳は、南アルプス管理ユニットは 45 試料、富士・丹沢管理ユニットは 86 試料、関東山地管理ユニットでは 69 試料であった（表 3-1）。

選別された 200 試料は実体顕微鏡視野下で毛根部の有無を確認し、毛根部の見られない試料はその時点で分析不可と判断した。毛根部が確認された体毛が 1 本以上確認できた試料を遺伝分析の対象とし、1 試料当たり 20 本以上を目安に毛根部を単離した。

体毛からの DNA 抽出には、法医学研究用の DNA 抽出キット DNA Extra FM KIT (Wako) を使用した。

表 3-1 各セッションで採取された試料数の合計と分析対象試料数

管理ユニット	採取された試料数	分析対象試料数
南アルプス	94	45
富士・丹沢	234	86
関東山地	177	69
総計	505	200

2. DNA 分析

DNA 分析による個体識別にはマイクロサテライト遺伝子座を使用した。マイクロサテライト遺伝子座は主に 2~4 塩基を基本単位とする短い繰り返し配列で（例えば CACA…のような塩基配列）、核 DNA 上に数多く存在する。そして、繰り返し数の違いが対立遺伝子として扱われる。対立遺伝子の違いは、DNA 断片長の違いとして電気泳動によって読み取ることができる。

個体識別には G1A、G10B、G10X (Peatkau *et al.* 1995)、MSUT2、MSUT6 (Kitahara *et al.* 2000)、UarMU05、UarMU23 (Taberlet *et al.* 1997) の 7 座位のマイクロサテライト遺伝子座を使用した。分析に用いたマイクロサテライト DNA7 遺伝子座が、山梨県に生息するクマの個体識別を行う上で十分な識別能力を有しているか検証するために、個体識別確率 (P_{id}) を計算した結果、 $P_{id}=2.0 \times 10^{-7}$ と推定された。これは、本調査地内のクマをランダムに 2 個体を選んだ時に同じ遺伝子型の個体が現れる確率が約 1/5,000,000であることを示しており、今回使用した 7 遺伝子座により山梨県に生息するクマを十分に個体識別することが可能であると考えられる。

PCR 増幅したマイクロサテライト遺伝子座は、塩基配列自動分析装置 Genetic Analyzer MODEL3130 (Applied Biosystems) を用いて電気泳動を行なった。泳動結果はコンピュータソフトウェア GeneMapper v3.7 を用いて DNA 断片長の解析を行い、試料ごとに遺伝子型（対立遺伝子の組み合わせ）を決定した。

体毛サンプルのような DNA 含量の少ないサンプルを PCR 増幅した場合、ヘテロ接合の 2 つの対立遺伝子のうち片方の対立遺伝子が増幅しない (Dropout) など、分析上のエラーが生じやすいことが知られている。このため同じ遺伝子座であっても複数回分析することが推奨されている (Taberlet *et al.* 1996)。以上のことを考慮し、PCR と電気泳動による遺伝分析は、全試料で遺伝子座ごとに最低 2 回行い、2 回の分析で同じ遺伝子型が得られた場合は、その結果を遺伝子型として採用した。2 回の分析結果が異なる場合、もしくは 2 回のうち 1 回のみ断片長の取得に成功した場合は 3 回目の分析を行い、そのうちの 2 回で同じ遺伝子型が得られたときにその結果を遺伝子型として採用した。一方、2 回の分析結果が増幅なしと判断された場合、および 3 回分析しても同じ遺伝子型の結果が 2 回得られなかった場合は、その遺伝子座は増幅不能のため採用しなかった。

個体識別に際しては、分析した 7 遺伝子座すべてで遺伝子型を決定できたサンプルのみを分析に用いた。その上で 1 ないし 2 遺伝子座でのみ対立遺伝子の組み合わせに不一致が見られる試料については、それらの遺伝子座で分析エラーが生じている可能性が高いため、再分析を行った。

遺伝子型を決定できたサンプルにおいて、全ての遺伝子座で対立遺伝子の組み合わせが一致した場合、同じ個体に由来するサンプルと判断した。サンプル DNA 型に基づく個体識別には、フリーのコンピュータプログラムである GENECAP (Wilberg and Dreher 2004) を用いた。

体毛サンプルの雌雄判定には、アメロゲニン遺伝子座を使用した。アメロゲニン遺伝子は歯のエナメル質を形成するタンパク質をコードする遺伝子で、X 染色体上と Y 染色体上に存在し、X 染色体上の対立遺伝子と比べて Y 染色体上の対立遺伝子の塩基配列が短いという特徴を持つ。したがって、対立遺伝子の組み合わせによって雌雄判別が可能となる。アメロゲニン遺伝子座の PCR 増幅は、Yamamoto *et al.* (2002) の方法に従った。

3. DNA 分析結果と考察

(1) 分析結果

分析対象とした 200 試料について、マイクロサテライト 7 遺伝子座およびアメロゲニン遺伝子座の分析結果を表 3-2 に示す。毛根が 1 本も見られない試料と 2 回以上の分析を行っても全遺伝子座の遺伝子型の分析結果が得られなかった分析不可の試料は 46 試料で、残りの 154 試料については 7 遺伝子座すべての遺伝子型が明らかとなった。分析成功率は 77%であった。

分析の結果、南アルプス管理ユニットでは 45 試料のうち 37 試料の個体識別に成功し、13 個体が検出された (表 3-3)。富士・丹沢管理ユニットでは 86 試料のうち 63 試料の個体識別に成功し、15 個体が検出された (表 3-4)。関東山地管理ユニットでは 69 試料のうち 54 試料で個体識別に成功し、19 個体が検出された (表 3-5)。

識別個体の確認位置は、図 3-1~図 3-3 にそれぞれ図示した。識別された全 47 個体のうち、複数のトラップを訪れていた個体は南アルプス管理ユニットでは 0 個体、富士・丹沢管理ユニットは 1 個体、関東山地管理ユニットは 2 個体であった。これら 3 個体が確認さ

れたトラップは、それぞれ以下の通りである。

20YN015 (♂) : トラップ番号 F03、F13、F23

20YN040 (♂) : トラップ番号 K04、K06

20YN043 (♂) : トラップ番号 K06、K11

平成 24 年度の生息実態調査にて識別された個体のうち、今年度も識別された個体がないか照合した結果、20YN15 と 12YN08 は同一個体であることが判明した。

表 3-2 全 200 試料の遺伝分析の結果

分析試料番号	採取年月日	地域	トラップ番号	○：分析成功 ×：分析不可	分析試料番号	採取年月日	地域	トラップ番号	○：分析成功 ×：分析不可
YN20-001	2020/7/13	南アルプス	M07	○	YN20-051	2020/7/13	富士丹沢	FT03	○
YN20-002	2020/7/14	南アルプス	M15	×	YN20-052	2020/7/15	富士丹沢	FT18	×
YN20-003	2020/7/15	南アルプス	M16	○	YN20-053	2020/7/15	富士丹沢	FT18	○
YN20-004	2020/7/14	南アルプス	M18	○	YN20-054	2020/7/21	富士丹沢	FT01	×
YN20-005	2020/7/22	南アルプス	M05	○	YN20-055	2020/7/21	富士丹沢	FT03	○
YN20-006	2020/7/22	南アルプス	M05	○	YN20-056	2020/7/21	富士丹沢	FT03	○
YN20-007	2020/7/20	南アルプス	M07	○	YN20-057	2020/7/21	富士丹沢	FT03	○
YN20-008	2020/7/20	南アルプス	M07	○	YN20-058	2020/7/21	富士丹沢	FT03	○
YN20-009	2020/7/20	南アルプス	M07	×	YN20-059	2020/7/21	富士丹沢	FT03	×
YN20-010	2020/7/20	南アルプス	M07	○	YN20-060	2020/7/21	富士丹沢	FT03	○
YN20-011	2020/7/20	南アルプス	M07	○	YN20-061	2020/7/21	富士丹沢	FT03	○
YN20-012	2020/7/20	南アルプス	M07	○	YN20-062	2020/7/21	富士丹沢	FT03	○
YN20-013	2020/7/21	南アルプス	M20	×	YN20-063	2020/7/21	富士丹沢	FT03	○
YN20-014	2020/7/21	南アルプス	M20	○	YN20-064	2020/7/20	富士丹沢	FT04	○
YN20-015	2020/7/21	南アルプス	M20	○	YN20-065	2020/7/20	富士丹沢	FT04	○
YN20-016	2020/7/21	南アルプス	M25	○	YN20-066	2020/7/20	富士丹沢	FT04	○
YN20-017	2020/7/28	南アルプス	M03	○	YN20-067	2020/7/22	富士丹沢	FT05	×
YN20-018	2020/7/28	南アルプス	M03	○	YN20-068	2020/7/22	富士丹沢	FT05	×
YN20-019	2020/7/28	南アルプス	M03	○	YN20-069	2020/7/20	富士丹沢	FT12	○
YN20-020	2020/7/28	南アルプス	M03	○	YN20-070	2020/7/20	富士丹沢	FT13	×
YN20-021	2020/7/28	南アルプス	M03	○	YN20-071	2020/7/20	富士丹沢	FT14	×
YN20-022	2020/7/28	南アルプス	M03	○	YN20-072	2020/7/20	富士丹沢	FT14	×
YN20-023	2020/7/28	南アルプス	M03	○	YN20-073	2020/7/20	富士丹沢	FT14	○
YN20-024	2020/7/28	南アルプス	M07	○	YN20-074	2020/7/20	富士丹沢	FT14	○
YN20-025	2020/7/28	南アルプス	M07	○	YN20-075	2020/7/20	富士丹沢	FT14	×
YN20-026	2020/7/28	南アルプス	M07	○	YN20-076	2020/7/20	富士丹沢	FT14	○
YN20-027	2020/7/28	南アルプス	M07	○	YN20-077	2020/7/20	富士丹沢	FT14	○
YN20-028	2020/7/28	南アルプス	M07	○	YN20-078	2020/7/20	富士丹沢	FT14	×
YN20-029	2020/7/28	南アルプス	M07	×	YN20-079	2020/7/20	富士丹沢	FT14	○
YN20-030	2020/7/28	南アルプス	M07	×	YN20-080	2020/7/20	富士丹沢	FT16	×
YN20-031	2020/7/28	南アルプス	M07	○	YN20-081	2020/7/21	富士丹沢	FT18	×
YN20-032	2020/7/28	南アルプス	M07	○	YN20-082	2020/7/21	富士丹沢	FT18	○
YN20-033	2020/7/28	南アルプス	M07	○	YN20-083	2020/7/22	富士丹沢	FT19	×
YN20-034	2020/7/29	南アルプス	M08	×	YN20-084	2020/7/22	富士丹沢	FT19	×
YN20-035	2020/7/29	南アルプス	M09	×	YN20-085	2020/7/22	富士丹沢	FT20	○
YN20-036	2020/7/29	南アルプス	M13	○	YN20-086	2020/7/22	富士丹沢	FT20	○
YN20-037	2020/7/29	南アルプス	M13	○	YN20-087	2020/7/20	富士丹沢	FT23	○
YN20-038	2020/7/29	南アルプス	M13	○	YN20-088	2020/7/20	富士丹沢	FT23	○
YN20-039	2020/7/29	南アルプス	M13	○	YN20-089	2020/7/20	富士丹沢	FT23	○
YN20-040	2020/7/29	南アルプス	M13	○	YN20-090	2020/7/20	富士丹沢	FT23	○
YN20-041	2020/7/27	南アルプス	M20	○	YN20-091	2020/7/20	富士丹沢	FT23	○
YN20-042	2020/7/27	南アルプス	M20	○	YN20-092	2020/7/20	富士丹沢	FT23	○
YN20-043	2020/7/27	南アルプス	M20	×	YN20-093	2020/7/20	富士丹沢	FT23	○
YN20-044	2020/7/28	南アルプス	M23	○	YN20-094	2020/7/20	富士丹沢	FT23	○
YN20-045	2020/7/28	南アルプス	M23	○	YN20-095	2020/7/20	富士丹沢	FT23	○
YN20-046	2020/7/14	富士丹沢	FT05	○	YN20-096	2020/7/20	富士丹沢	FT23	○
YN20-047	2020/7/13	富士丹沢	FT13	○	YN20-097	2020/7/20	富士丹沢	FT23	○
YN20-048	2020/7/13	富士丹沢	FT13	○	YN20-098	2020/7/20	富士丹沢	FT23	○
YN20-049	2020/7/13	富士丹沢	FT14	×	YN20-099	2020/7/20	富士丹沢	FT23	×
YN20-050	2020/7/13	富士丹沢	FT03	○	YN20-100	2020/7/22	富士丹沢	FT24	×

表 3-2 個体識別結果(続き)

分析試料番号	採取年月日	地域	トラップ番号	○：分析成功 ×：分析不可	分析試料番号	採取年月日	地域	トラップ番号	○：分析成功 ×：分析不可
YN20-101	2020/7/20	富士丹沢	FT25	○	YN20-151	2020/7/14	関東山地	K25	○
YN20-102	2020/7/20	富士丹沢	FT25	○	YN20-152	2020/7/20	関東山地	K04	○
YN20-103	2020/7/20	富士丹沢	FT25	○	YN20-153	2020/7/20	関東山地	K04	○
YN20-104	2020/7/27	富士丹沢	FT03	○	YN20-154	2020/7/20	関東山地	K04	○
YN20-105	2020/7/27	富士丹沢	FT03	○	YN20-155	2020/7/20	関東山地	K04	○
YN20-106	2020/7/27	富士丹沢	FT03	×	YN20-156	2020/7/20	関東山地	K04	×
YN20-107	2020/7/27	富士丹沢	FT03	○	YN20-157	2020/7/20	関東山地	K04	○
YN20-108	2020/7/27	富士丹沢	FT03	○	YN20-158	2020/7/20	関東山地	K04	○
YN20-109	2020/7/27	富士丹沢	FT03	×	YN20-159	2020/7/20	関東山地	K04	○
YN20-110	2020/7/27	富士丹沢	FT11	×	YN20-160	2020/7/20	関東山地	K04	○
YN20-111	2020/7/27	富士丹沢	FT11	×	YN20-161	2020/7/20	関東山地	K04	○
YN20-112	2020/7/28	富士丹沢	FT13	○	YN20-162	2020/7/20	関東山地	K04	○
YN20-113	2020/7/28	富士丹沢	FT13	○	YN20-163	2020/7/20	関東山地	K04	○
YN20-114	2020/7/28	富士丹沢	FT13	○	YN20-164	2020/7/20	関東山地	K07	×
YN20-115	2020/7/28	富士丹沢	FT13	○	YN20-165	2020/7/20	関東山地	K07	×
YN20-116	2020/7/27	富士丹沢	FT14	×	YN20-166	2020/7/20	関東山地	K07	×
YN20-117	2020/7/27	富士丹沢	FT15	×	YN20-167	2020/7/20	関東山地	K06	○
YN20-118	2020/7/28	富士丹沢	FT18	○	YN20-168	2020/7/20	関東山地	K06	○
YN20-119	2020/7/28	富士丹沢	FT18	○	YN20-169	2020/7/20	関東山地	K06	○
YN20-120	2020/7/28	富士丹沢	FT18	○	YN20-170	2020/7/20	関東山地	K06	○
YN20-121	2020/7/28	富士丹沢	FT18	○	YN20-171	2020/7/20	関東山地	K06	○
YN20-122	2020/7/28	富士丹沢	FT18	○	YN20-172	2020/7/20	関東山地	K06	○
YN20-123	2020/7/28	富士丹沢	FT18	○	YN20-173	2020/7/20	関東山地	K06	○
YN20-124	2020/7/28	富士丹沢	FT18	○	YN20-174	2020/7/20	関東山地	K06	×
YN20-125	2020/7/28	富士丹沢	FT18	○	YN20-175	2020/7/20	関東山地	K06	○
YN20-126	2020/7/28	富士丹沢	FT23	○	YN20-176	2020/7/20	関東山地	K06	○
YN20-127	2020/7/28	富士丹沢	FT23	○	YN20-177	2020/7/20	関東山地	K06	○
YN20-128	2020/7/27	富士丹沢	FT25	○	YN20-178	2020/7/30	関東山地	K06	×
YN20-129	2020/7/27	富士丹沢	FT25	○	YN20-179	2020/7/30	関東山地	K06	×
YN20-130	2020/7/27	富士丹沢	FT25	○	YN20-180	2020/7/29	関東山地	K09	○
YN20-131	2020/7/27	富士丹沢	FT25	○	YN20-181	2020/7/29	関東山地	K09	○
YN20-132	2020/7/13	関東山地	K05	○	YN20-182	2020/7/27	関東山地	K16	○
YN20-133	2020/7/13	関東山地	K05	○	YN20-183	2020/7/27	関東山地	K16	×
YN20-134	2020/7/13	関東山地	K05	○	YN20-184	2020/7/27	関東山地	K16	○
YN20-135	2020/7/13	関東山地	K05	○	YN20-185	2020/7/28	関東山地	K18	×
YN20-136	2020/7/13	関東山地	K11	○	YN20-186	2020/7/28	関東山地	K18	○
YN20-137	2020/7/14	関東山地	K14	○	YN20-187	2020/7/30	関東山地	K04	○
YN20-138	2020/7/13	関東山地	K20	○	YN20-188	2020/7/30	関東山地	K04	×
YN20-139	2020/7/13	関東山地	K20	○	YN20-189	2020/7/30	関東山地	K04	○
YN20-140	2020/7/15	関東山地	K17	○	YN20-190	2020/7/30	関東山地	K04	○
YN20-141	2020/7/15	関東山地	K17	○	YN20-191	2020/7/30	関東山地	K04	○
YN20-142	2020/7/15	関東山地	K17	×	YN20-192	2020/7/30	関東山地	K04	○
YN20-143	2020/7/15	関東山地	K15	○	YN20-193	2020/7/30	関東山地	K11	○
YN20-144	2020/7/15	関東山地	K08	○	YN20-194	2020/7/30	関東山地	K11	×
YN20-145	2020/7/15	関東山地	K08	○	YN20-195	2020/7/30	関東山地	K11	○
YN20-146	2020/7/15	関東山地	K08	○	YN20-196	2020/7/30	関東山地	K11	○
YN20-147	2020/7/15	関東山地	K02	×	YN20-197	2020/7/30	関東山地	K11	○
YN20-148	2020/7/13	関東山地	K06	○	YN20-198	2020/7/30	関東山地	K11	×
YN20-149	2020/7/13	関東山地	K06	○	YN20-199	2020/7/30	関東山地	K11	×
YN20-150	2020/7/13	関東山地	K06	○	YN20-200	2020/7/30	関東山地	K11	○

表 3-3 個体識別結果(南アルプス管理ユニット)

識別番号	性別	分析試料番号	採取日	トランプ 番号	遺伝子座										SE					
					GI0B	GI0X	GI1A	MSUT02	MSUT06	MU05	MU23	SE								
20YN01	♂	YN20-001	2020/7/13	M07	167	167	136	150	219	227	84	88	186	194	147	147	121	123	191	245
		YN20-007	2020/7/20	M07	167	167	136	150	219	227	84	88	186	194	147	147	121	123	191	245
		YN20-033	2020/7/28	M07	167	167	136	150	219	227	84	88	186	194	147	147	121	123	191	245
20YN02	♀	YN20-003	2020/7/15	M16	167	167	150	150	203	219	84	88	194	194	147	153	121	129	245	245
		YN20-004	2020/7/14	M18	167	169	150	150	203	221	84	92	186	194	147	147	121	121	245	245
20YN04	♂	YN20-005	2020/7/22	M05	167	169	136	150	203	223	84	92	188	194	147	153	121	121	191	245
		YN20-006	2020/7/22	M05	167	169	136	150	203	223	84	92	188	194	147	153	121	121	191	245
20YN05	♂	YM20-008	2020/7/20	M07	167	167	150	154	203	219	84	84	194	194	147	147	121	123	191	245
		YN20-012	2020/7/20	M07	167	167	150	154	203	219	84	84	194	194	147	147	121	123	191	245
		YN20-024	2020/7/28	M07	167	167	150	154	203	219	84	84	194	194	147	147	121	123	191	245
		YN20-025	2020/7/28	M07	167	167	150	154	203	219	84	84	194	194	147	147	121	123	191	245
		YN20-026	2020/7/28	M07	167	167	150	154	203	219	84	84	194	194	147	147	121	123	191	245
		YN20-027	2020/7/28	M07	167	167	150	154	203	219	84	84	194	194	147	147	121	123	191	245
		YN20-028	2020/7/28	M07	167	167	150	154	203	219	84	84	194	194	147	147	121	123	191	245
		YN20-031	2020/7/28	M07	167	167	150	154	203	219	84	84	194	194	147	147	121	123	191	245
		YN20-032	2020/7/28	M07	167	167	150	154	203	219	84	84	194	194	147	147	121	123	191	245
		YN20-010	2020/7/20	M07	153	167	136	150	150	203	225	84	86	188	194	153	153	121	121	245
20YN06	♀	YN20-011	2020/7/20	M07	153	167	136	150	203	225	84	86	188	194	153	153	121	121	245	245
20YN07	♀	YN20-014	2020/7/21	M20	167	169	150	150	223	225	84	84	186	194	147	147	121	129	245	245
		YN20-015	2020/7/21	M20	167	169	150	150	223	225	84	84	186	194	147	147	121	129	245	245
20YN08	♂	YN20-016	2020/7/20	M25	169	169	150	150	223	223	92	92	186	188	153	153	121	121	191	245
		YN20-017	2020/7/28	M03	167	167	150	154	203	203	84	84	188	194	147	153	121	125	191	245
		YN20-018	2020/7/28	M03	167	167	150	154	203	203	84	84	188	194	147	153	121	125	191	245
		YN20-019	2020/7/28	M03	167	167	150	154	203	203	84	84	188	194	147	153	121	125	191	245
		YN20-020	2020/7/28	M03	167	167	150	154	203	203	84	84	188	194	147	153	121	125	191	245
		YN20-021	2020/7/28	M03	167	167	150	154	203	203	84	84	188	194	147	153	121	125	191	245
		YN20-022	2020/7/28	M03	167	167	150	154	203	203	84	84	188	194	147	153	121	125	191	245
		YN20-023	2020/7/28	M03	167	167	150	154	203	203	84	84	188	194	147	153	121	125	191	245
		YN20-036	2020/7/29	M13	163	167	150	150	203	223	84	84	186	194	147	153	121	121	191	245
		YN20-037	2020/7/29	M13	163	167	150	150	203	223	84	84	186	194	147	153	121	121	191	245
20YN10	♂	YN20-038	2020/7/29	M13	163	167	150	150	203	223	84	84	186	194	147	153	121	121	191	245
		YN20-039	2020/7/29	M13	163	167	150	150	203	223	84	84	186	194	147	153	121	121	191	245
		YN20-040	2020/7/29	M13	163	167	150	150	203	223	84	84	186	194	147	153	121	121	191	245
20YN11	♀	YN20-041	2020/7/27	M20	167	169	150	154	203	225	84	84	194	194	147	147	123	129	245	245
		YN20-042	2020/7/27	M20	167	169	150	154	203	225	84	84	194	194	147	147	123	129	245	245
20YN12	♀	YN20-044	2020/7/28	M23	153	153	150	160	219	223	80	92	186	194	147	147	121	123	245	245
		YN20-045	2020/7/28	M23	153	153	136	150	219	223	80	84	186	194	147	147	121	123	245	245

表3-4 個体識別結果(富士・丹沢管理ユニット)

識別番号	性別	分析試料番号	採取日	トラップ 番号	遺伝子座															
					G10B	G10X	G1A	MSUT02	MSUT06	MU05	MU23	SE								
20YN14	-	YN20-046	2020/7/14	F05	153	153	150	160	203	203	84	84	186	194	147	153	121	123	245	245
20YN15	♂	YN20-047	2020/7/13	F13	153	167	150	150	201	201	86	92	186	194	147	153	123	129	191	245
		YN20-048	2020/7/13	F13	153	167	150	150	201	201	86	92	186	194	147	153	123	129	191	245
		YN20-050	2020/7/13	F03	153	167	150	150	201	201	86	92	186	194	147	153	123	129	191	245
		YN20-051	2020/7/13	F03	153	167	150	150	201	201	86	92	186	194	147	153	123	129	191	245
		YN20-055	2020/7/21	F03	153	167	150	150	201	201	86	92	186	194	147	153	123	129	191	245
		YN20-056	2020/7/21	F03	153	167	150	150	201	201	86	92	186	194	147	153	123	129	191	245
		YN20-057	2020/7/21	F03	153	167	150	150	201	201	86	92	186	194	147	153	123	129	191	245
		YN20-058	2020/7/21	F03	153	167	150	150	201	201	86	92	186	194	147	153	123	129	191	245
		YN20-060	2020/7/21	F03	153	167	150	150	201	201	86	92	186	194	147	153	123	129	191	245
		YN20-061	2020/7/21	F03	153	167	150	150	201	201	86	92	186	194	147	153	123	129	191	245
		YN20-062	2020/7/21	F03	153	167	150	150	201	201	86	92	186	194	147	153	123	129	191	245
		YN20-063	2020/7/21	F03	153	167	150	150	201	201	86	92	186	194	147	153	123	129	191	245
		YN20-067	2020/7/20	F23	153	167	150	150	201	201	86	92	186	194	147	153	123	129	191	245
		YN20-088	2020/7/20	F23	153	167	150	150	201	201	86	92	186	194	147	153	123	129	191	245
		YN20-090	2020/7/20	F23	153	167	150	150	201	201	86	92	186	194	147	153	123	129	191	245
		YN20-091	2020/7/20	F23	153	167	150	150	201	201	86	92	186	194	147	153	123	129	191	245
		YN20-092	2020/7/20	F23	153	167	150	150	201	201	86	92	186	194	147	153	123	129	191	245
		YN20-093	2020/7/20	F23	153	167	150	150	201	201	86	92	186	194	147	153	123	129	191	245
		YN20-094	2020/7/20	F23	153	167	150	150	201	201	86	92	186	194	147	153	123	129	191	245
		YN20-095	2020/7/20	F23	153	167	150	150	201	201	86	92	186	194	147	153	123	129	191	245
		YN20-096	2020/7/20	F23	153	167	150	150	201	201	86	92	186	194	147	153	123	129	191	245
		YN20-097	2020/7/20	F23	153	167	150	150	201	201	86	92	186	194	147	153	123	129	191	245
		YN20-098	2020/7/20	F23	153	167	150	150	201	201	86	92	186	194	147	153	123	129	191	245
		YN20-104	2020/7/27	F03	153	167	150	150	201	201	86	92	186	194	147	153	123	129	191	245
		YN20-112	2020/7/28	F13	153	167	150	150	201	201	86	92	186	194	147	153	123	129	191	245
		YN20-113	2020/7/28	F13	153	167	150	150	201	201	86	92	186	194	147	153	123	129	191	245
		YN20-114	2020/7/28	F13	153	167	150	150	201	201	86	92	186	194	147	153	123	129	191	245
		YN20-115	2020/7/28	F13	153	167	150	150	201	201	86	92	186	194	147	153	123	129	191	245
(12YN08)	♂	YM12-08	2012/7/20	007	153	167	150	150	201	201	86	92	186	194	147	153	123	129	191	245

他6試料2地点で識別

表 3-4 個体識別の結果(富士・丹沢管理ユニット)(続き)

識別番号	性別	分析試料番号	採取日	トランプ		遺伝子座															
				番号	番号	G10B	G10X	G1A	MSUT02	MSUT06	MU05	MU23	SE								
20YN16	♀	YN20-053	2020/7/15	F18	F18	167	167	150	150	201	201	86	90	186	194	143	147	123	129	245	245
20YN17	♀	YN20-064	2020/7/20	F04	F04	167	167	150	160	201	221	90	92	186	188	125	147	125	129	245	245
		YN20-065	2020/7/20	F04	F04	167	167	150	160	201	221	90	92	186	188	125	147	125	129	245	245
		YN20-066	2020/7/20	F04	F04	167	167	150	160	201	221	90	92	186	188	125	147	125	129	245	245
20YN18	♂	YN20-069	2020/7/20	F12	F12	153	153	136	150	201	201	80	86	186	188	147	153	127	129	191	245
20YN19	♀	YN20-073	2020/7/20	F14	F14	153	153	150	160	191	201	86	90	186	194	125	147	123	125	245	245
		YN20-079	2020/7/20	F14	F14	153	153	150	160	191	201	86	90	186	194	125	147	123	125	245	245
20YN20	♀	YN20-074	2020/7/20	F14	F14	153	153	160	160	191	221	90	90	186	194	125	153	125	131	245	245
		YN20-076	2020/7/20	F14	F14	153	153	160	160	191	221	90	90	186	194	125	153	125	131	245	245
		YN20-077	2020/7/20	F14	F14	153	153	160	160	191	221	90	90	186	194	125	153	125	131	245	245
20YN21	♂	YN20-082	2020/7/21	F18	F18	167	167	136	160	201	203	90	92	186	188	147	153	121	129	191	245
20YN22	♀	YN20-085	2020/7/22	F20	F20	153	153	150	150	217	217	84	86	186	194	147	153	123	125	245	245
		YN20-086	2020/7/22	F20	F20	153	153	150	150	217	217	84	86	186	194	147	153	123	125	245	245
20YN23	♀	YN20-089	2020/7/20	F23	F23	167	167	136	136	201	201	80	92	186	194	147	153	123	129	245	245
		YN20-126	2020/7/28	F23	F23	167	167	136	136	201	201	80	92	186	194	147	153	123	129	245	245
		YN20-127	2020/7/28	F23	F23	167	167	136	136	201	201	80	92	186	194	147	153	123	129	245	245
20YN24	♀	YN20-101	2020/7/20	F25	F25	167	167	136	150	201	203	80	86	194	196	149	153	123	123	245	245
		YN20-102	2020/7/20	F25	F25	167	167	136	150	201	203	80	86	194	196	149	153	123	123	245	245
		YN20-103	2020/7/20	F25	F25	167	167	136	150	201	203	80	86	194	196	149	153	123	123	245	245
		YN20-128	2020/7/27	F25	F25	167	167	136	150	201	203	80	86	194	196	149	153	123	123	245	245
		YN20-129	2020/7/27	F25	F25	167	167	136	150	201	203	80	86	194	196	149	153	123	123	245	245
		YN20-130	2020/7/27	F25	F25	167	167	136	150	201	203	80	86	194	196	149	153	123	123	245	245
		YN20-131	2020/7/27	F25	F25	167	167	136	150	201	203	80	86	194	196	149	153	123	123	245	245
20YN25	♀	YN20-105	2020/7/27	F03	F03	167	167	136	150	201	201	86	92	194	194	147	153	127	129	245	245
		YN20-107	2020/7/27	F03	F03	167	167	136	150	201	201	86	92	194	194	147	153	127	129	245	245
20YN26	♀	YN20-108	2020/7/27	F03	F03	153	167	136	150	201	201	86	92	194	194	153	153	127	129	245	245
20YN27	♂	YN20-118	2020/7/28	F18	F18	167	167	150	160	203	203	84	90	192	194	149	153	129	129	191	245
		YN20-119	2020/7/28	F18	F18	167	167	150	160	203	203	84	90	192	194	149	153	129	129	191	245
		YN20-120	2020/7/28	F18	F18	167	167	150	160	203	203	84	90	192	194	149	153	129	129	191	245
		YN20-121	2020/7/28	F18	F18	167	167	150	160	203	203	84	90	192	194	149	153	129	129	191	245
		YN20-122	2020/7/28	F18	F18	167	167	150	160	203	203	84	90	192	194	149	153	129	129	191	245
		YN20-124	2020/7/28	F18	F18	167	167	150	160	203	203	84	90	192	194	149	153	129	129	191	245
		YN20-125	2020/7/28	F18	F18	167	167	150	160	203	203	84	90	192	194	149	153	129	129	191	245
20YN28	♂	YN20-123	2020/7/28	F18	F18	167	167	136	160	203	203	90	92	194	194	153	153	123	129	191	245

表 3-5 個体識別の結果(関東山地管理ユニット)

識別番号	性別	分析試料番号	採取日	ナマツ	遺伝子座															
					GI0B	GI0X	GI1A	M5U102	M5U106	MU05	MU23	SE								
20VN29	♀	YM20-132	2020/7/13	K05	153	167	136	160	201	217	92	92	186	194	149	153	121	131	245	245
		YM20-133	2020/7/13	K05	153	167	136	160	201	217	92	92	186	194	149	153	121	131	245	245
		YM20-134	2020/7/13	K05	153	167	136	160	201	217	92	92	186	194	149	153	121	131	245	245
		YM20-135	2020/7/13	K05	153	167	136	160	201	217	92	92	186	194	149	153	121	131	245	245
		YM20-136	2020/7/13	K11	167	169	136	136	201	203	92	92	186	194	149	149	127	127	191	245
20VN30	♀	YM20-137	2020/7/14	K14	167	167	136	150	201	201	80	86	186	194	143	153	129	131	245	245
		YM20-138	2020/7/14	K20	153	167	136	160	201	217	92	92	188	194	143	153	123	127	191	245
		YM20-139	2020/7/13	K20	153	169	136	160	191	201	80	88	186	194	147	153	123	131	191	245
		YM20-140	2020/7/15	K17	163	167	150	160	201	203	92	92	186	194	149	153	123	127	245	245
		YM20-141	2020/7/15	K17	163	167	150	160	201	203	92	92	186	194	149	153	123	127	245	245
20VN31	♀	YM20-142	2020/7/15	K15	153	167	136	160	203	203	86	92	186	194	153	153	129	131	245	245
		YM20-143	2020/7/15	K15	153	167	136	160	203	203	86	92	186	194	153	153	129	131	245	245
		YM20-144	2020/7/15	K08	153	169	150	150	201	201	84	84	188	194	147	153	129	129	191	245
		YM20-145	2020/7/15	K08	153	169	150	150	201	201	84	84	188	194	147	153	129	129	191	245
		YM20-146	2020/7/15	K08	153	163	136	150	201	223	84	92	186	194	147	153	123	129	245	245
20VN32	♂	YM20-148	2020/7/13	K06	153	167	150	154	201	221	84	92	186	194	145	153	123	127	191	245
		YM20-149	2020/7/13	K06	153	167	150	154	201	221	84	92	186	194	145	153	123	127	191	245
		YM20-150	2020/7/13	K06	153	167	150	154	201	221	84	92	186	194	145	153	123	127	191	245
		YM20-151	2020/7/14	K25	167	169	150	160	201	221	90	92	186	194	143	153	129	129	245	245
		YM20-152	2020/7/20	K04	153	169	150	160	201	203	90	92	188	194	143	153	127	129	191	245
20VN33	♂	YM20-153	2020/7/20	K04	153	169	150	160	201	203	90	92	188	194	143	153	127	129	191	245
		YM20-154	2020/7/20	K04	153	169	150	160	201	203	90	92	188	194	143	153	127	129	191	245
		YM20-155	2020/7/20	K04	153	169	150	160	201	203	90	92	188	194	143	153	127	129	191	245
		YM20-156	2020/7/20	K04	153	169	150	160	201	203	90	92	188	194	143	153	127	129	191	245
		YM20-157	2020/7/20	K04	153	169	150	160	201	203	90	92	188	194	143	153	127	129	191	245
20VN34	♂	YM20-158	2020/7/20	K04	153	169	150	160	201	203	90	92	188	194	143	153	127	129	191	245
		YM20-159	2020/7/20	K04	153	169	150	160	201	203	90	92	188	194	143	153	127	129	191	245
		YM20-160	2020/7/20	K04	153	169	150	160	201	203	90	92	188	194	143	153	127	129	191	245
		YM20-161	2020/7/20	K04	153	169	150	160	201	203	90	92	188	194	143	153	127	129	191	245
		YM20-162	2020/7/20	K04	153	169	150	160	201	203	90	92	188	194	143	153	127	129	191	245
20VN35	♂	YM20-163	2020/7/20	K04	153	169	150	160	201	203	90	92	188	194	143	153	127	129	191	245
		YM20-164	2020/7/20	K06	153	169	150	160	201	203	90	92	188	194	143	153	127	129	191	245
		YM20-165	2020/7/20	K06	153	169	150	160	201	203	90	92	188	194	143	153	127	129	191	245
		YM20-166	2020/7/20	K04	167	169	150	150	217	221	84	90	188	190	145	153	123	131	245	245
		YM20-167	2020/7/20	K04	167	169	150	150	217	221	84	90	188	190	145	153	123	131	245	245
20VN36	♀	YM20-168	2020/7/20	K06	167	167	136	150	201	201	80	84	186	194	147	153	127	129	191	245
		YM20-169	2020/7/20	K06	153	167	136	150	201	201	80	84	186	194	147	153	127	129	191	245
		YM20-170	2020/7/20	K06	153	167	136	150	201	201	80	84	186	194	147	153	127	129	191	245
		YM20-171	2020/7/20	K06	153	167	136	150	201	201	80	84	186	194	147	153	127	129	191	245
		YM20-172	2020/7/20	K06	153	167	136	150	201	201	80	84	186	194	147	153	127	129	191	245
20VN37	♂	YM20-173	2020/7/20	K06	153	167	136	150	201	201	80	84	186	194	147	153	127	129	191	245
		YM20-174	2020/7/20	K06	153	167	136	150	201	201	80	84	186	194	147	153	127	129	191	245
		YM20-175	2020/7/20	K06	153	167	136	150	201	201	80	84	186	194	147	153	127	129	191	245
		YM20-176	2020/7/20	K06	153	169	136	150	201	203	90	92	186	194	149	153	127	129	191	245
		YM20-177	2020/7/20	K09	153	167	136	160	203	203	80	90	186	186	125	147	123	123	191	245
20VN38	♂	YM20-181	2020/7/29	K09	153	167	136	160	203	203	80	90	186	186	125	147	123	123	191	245
		YM20-182	2020/7/27	K16	153	153	136	150	201	201	92	92	194	194	149	153	121	131	191	245
		YM20-183	2020/7/27	K16	153	153	136	150	201	201	92	92	194	194	149	153	121	131	191	245
		YM20-184	2020/7/27	K16	153	153	136	150	201	201	92	92	194	194	149	153	121	131	191	245
		YM20-186	2020/7/28	K18	153	153	150	160	203	217	92	92	186	186	147	149	123	125	245	245

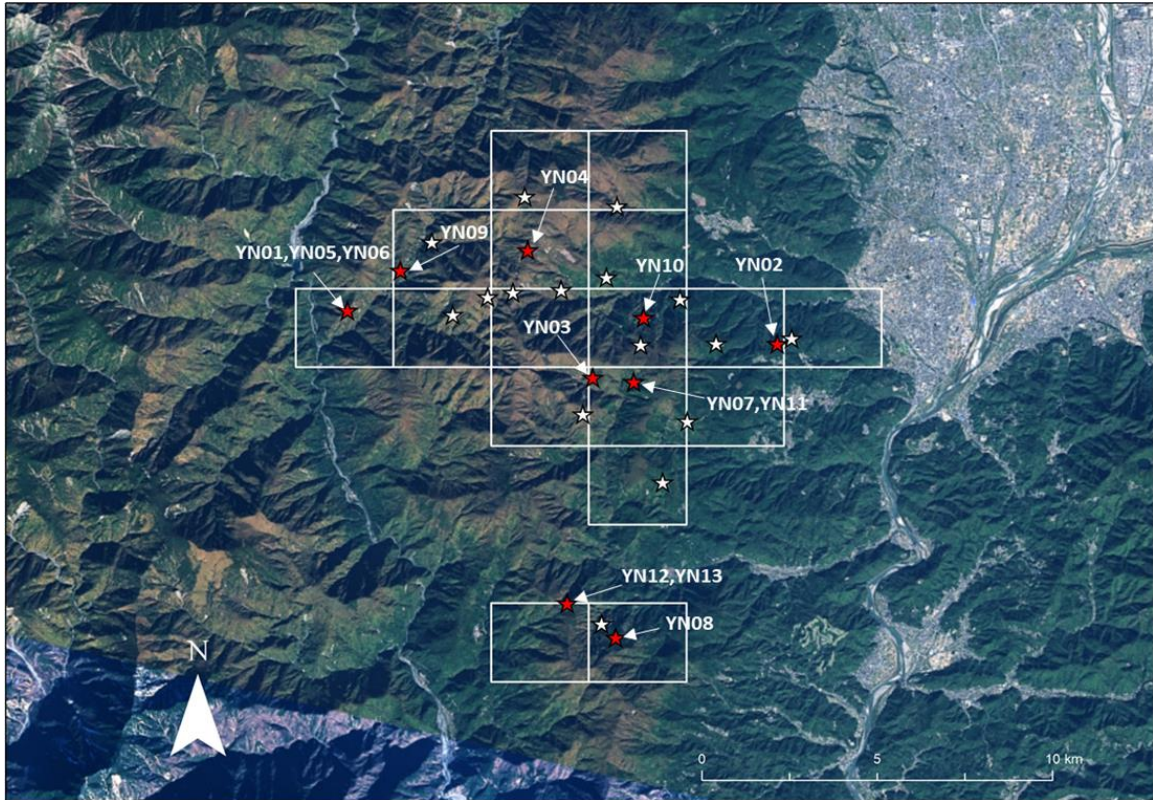


図 3-1 南アルプス管理ユニットにおける識別個体の確認位置

(★)は識別個体が確認されたトラップを示す。YN～はトラップで確認された個体の識別番号、(□)は2km×2kmのメッシュを示す。

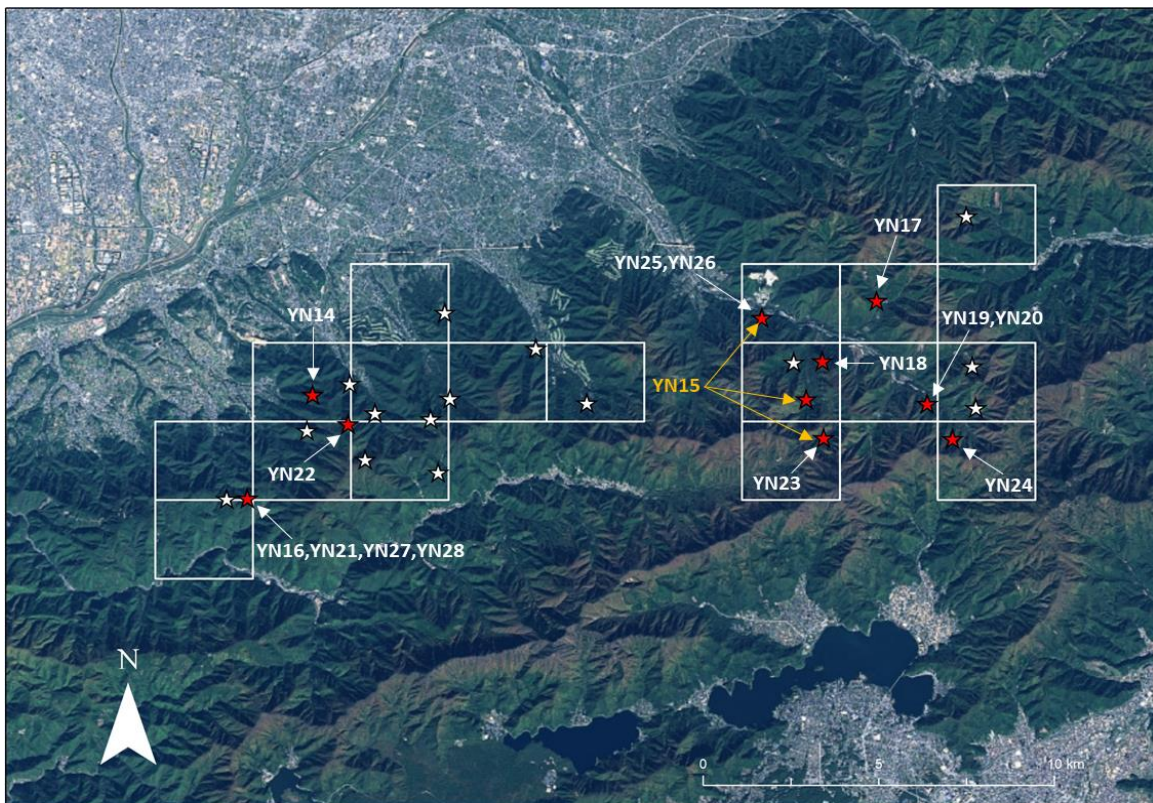


図 3-2 富士・丹沢管理ユニットにおける識別個体の確認位置

(★)は識別個体が確認されたトラップを示す。YN～はトラップで確認された個体の識別番号、(□)は2km×2kmのメッシュを示す。

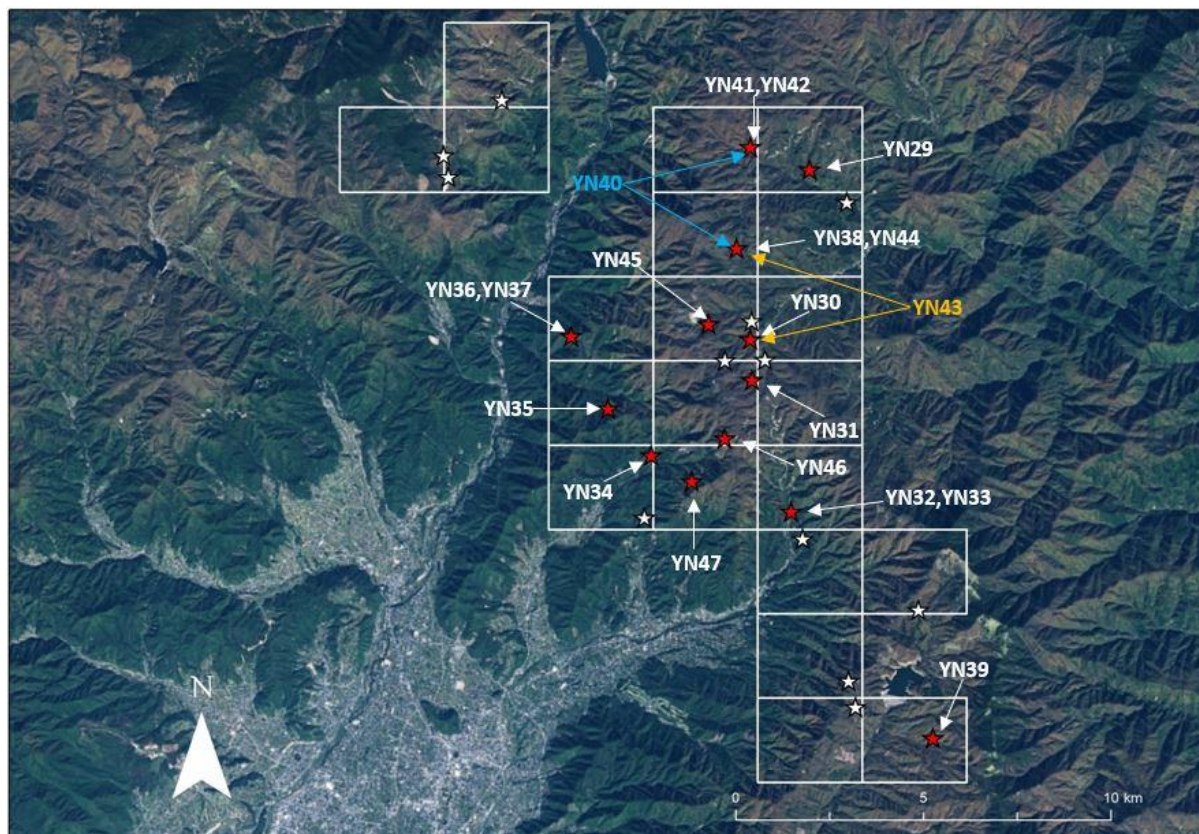


図 3-3 関東山地管理ユニットにおける識別個体の確認位置

(★)は識別個体が確認されたトラップを示す。YN～はトラップで確認された個体の識別番号、(□)は2km×2kmのメッシュを示す。

(2) 考察

各管理ユニットで25基ずつ、計75基のヘアトラップから採取された試料を用いて遺伝分析を行った。その結果、南アルプ管理ユニットにおいては13個体、富士・丹沢管理ユニットでは15個体、関東山地管理ユニットでは19個体、計47個体が検出された(YN01～YN47)。ヘアトラップ1基あたりの識別個体数であらわすと、南アルプ管理ユニットは0.52個体/基、富士・丹沢管理ユニットは0.6個体/基、関東山地管理ユニットは0.76個体/基であった。2012年度の調査が行われた富士・丹沢管理ユニットの調査では計30基のヘアトラップで計14個体が検出されており、ヘアトラップ1基あたりの識別個体数は0.47個体/基であった。

200試料中154試料で分析が成功しており、分析成功率は77%であった。長野県で実施されたヘアトラップ調査では全試料あたりの分析成功率が26.3%という結果が報告されており(森光ら 2006、森光 2008)、今年度の分析成功率は比較的高い水準であることが明らかとなった。

今年度の調査は、分析成功率が低下する8～9月を避け、7月中にサンプリングを実施した。また、採取された試料をシリカゲルで素早く乾燥させ、保管容器内にもシリカゲルを入れて乾燥状態を保持した。高い分析成功率が得られたのはこれらの要因により、比較的状态の良い試料を採取、保管できたことが要因であると考えられる。

第4章 生息密度と頭数の推定

現地調査で採取した体毛試料を用いて DNA 分析して得られたデータを用いて、管理ユニットごとのクマ生息密度と個体数を推定した。

1. 生息密度の推定法

ヘアトラップ法による生息密度の推定は、Lincoln-Petersen モデル (Petersen 1896) などの標識再捕獲法に基づく方法が主流であった。この方法は全てのトラップにおける捕捉率は一定という仮定に基づき、識別された全個体のうち再識別された個体の割合から個体数を推定する方法である。しかし、実際は調査地内にクマが一様に分布しているとは限らず、トラップ配置の不均一性により、各個体の捕捉率が異なるといった状況が起こる (図 4-1)。また、生息密度を算出する際に設定する有効トラップ面積の決め方により、算出される生息密度が変化してしまう問題も指摘されていた。

こういった状況をうけ、近年上記の問題点を考慮した空間明示型標識再捕獲モデルが開発された (Efford 2004, Borchers & Efford 2008, Royle *et al.* 2009)。このモデルはクマを捕捉したトラップの位置情報を推定に組み込むことが可能であり、個体ごとに異なる捕捉率を考慮することが可能となった。モデルにおいては、クマの行動圏の中心がトラップの位置から離れているほど捕捉率は低下すると仮定し、ある個体 (i) が特定のサンプリングセッション (k) において、トラップ (j) で捕捉される確率は以下の式であらわされる。

$$b_0 + b_2 \times \text{dist}(s(i), u(j))^2$$

ここで、 b_0 はクマの行動圏中心がトラップの位置と一致した場合の捕捉率、つまり捕捉率の最大値を表す。 $b_2 \times \text{dist}(s(i), u(j))^2$ は、クマの行動圏中心とトラップの距離に応じた捕捉の減衰率を表す。

推定に際してはベイズ推定法を用い、マルコフ連鎖モンテカルロ法 (MCMC) と呼ばれる方法で、行動圏中心の位置に関する b_0 や b_2 の値で乱数を発生させ、今回得られたデータが得られる確率を繰り返し計算する。そして、データが得られる確率と事前分布を掛け合わせるにより、事後分布が導き出される。この方法により捕捉率とトラップとの距離の関係 (σ , λ)、個体数や個体の位置座標 (ϕ , N) に関連するパラメーターを同時に推定することが可能である (図 4-2)。

本調査では、上述した空間明示型標識再捕獲モデルで、南アルプス管理ユニット、富士・丹沢管理ユニット、関東山地管理ユニットにおける生息密度および個体数を平成 24 年度「山梨県ツキノワグマ生息実態調査報告書」(山梨県・野生動物保護管理事務所 2013) の方法と設定条件に基づき推定する。

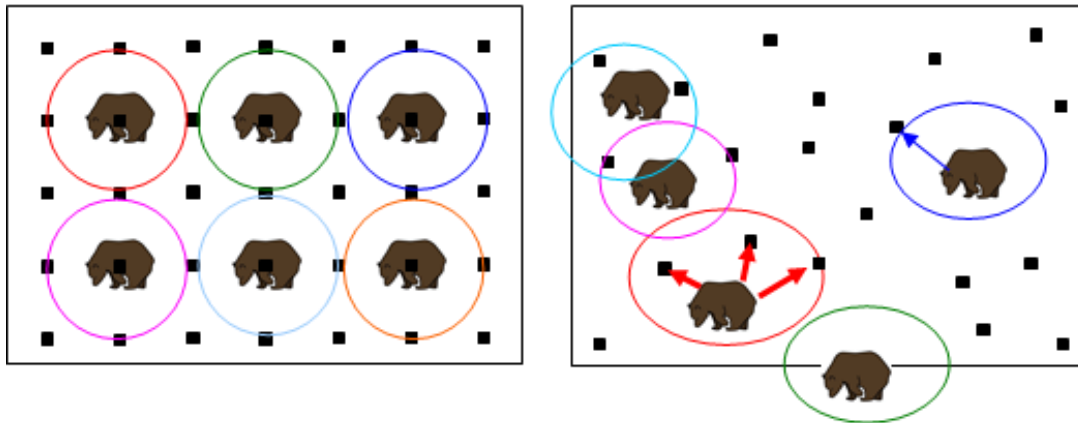
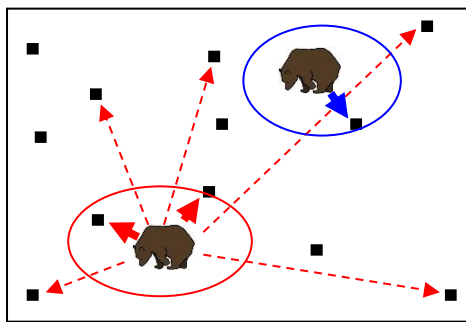


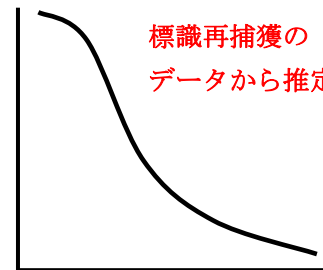
図 4-1 標識再捕獲法におけるクマの分布・トラップ配置・捕捉率の概念図

(左側が Lincoln-Petersen モデルなどの古典的モデルでのイメージを、右側が現実のイメージを表す。空間明示型標識再捕獲モデルは、右側に近い状況を仮定している。図中の枠線は調査地の境界を、(■)はトラップ位置を楕円はクマの行動圏を表す。右図で表したとおり、行動圏内のトラップではクマを捕獲しやすく、トラップ位置が行動圏から離れるほどクマを捕獲しにくくなる。)



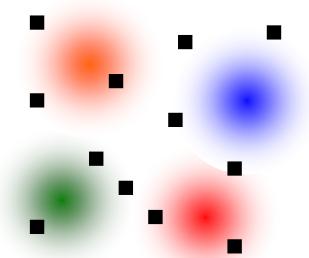
行動圏から離れるとトラップでの捕捉率は低下する。

トラップでの捕捉率

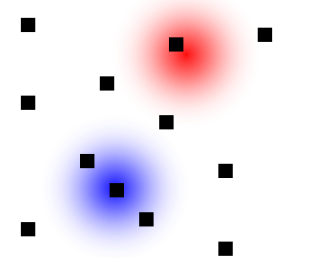


標識再捕獲のデータから推定

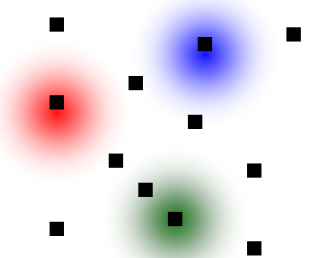
行動圏中心からトラップまでの距離



<1回目のシミュレーション>



<2回目のシミュレーション>



<3回目のシミュレーション>

図 4-2 空間明示型標識再捕獲モデルの概念図

個対数・個体の位置・距離と捕捉率の関係を変化させながらシミュレーションを繰り返す。

2. 各管理ユニットの生息密度の推定

実際の各管理ユニットにおける生息密度の推定は、フリーの統計解析ソフト R のパッケージである SPACECAP (Gopalaswamy *et al.* 2012) を用いた。SPACECAP は、個体の行動中心候補の位置座標、トラップの位置座標、遺伝分析により得られた個体の再識別情報のデータをもとに、空間明示型標識再捕獲モデルとベイズ推定の原理に基づき生息密度の推定が可能である。

推定に際し、まず各管理ユニットにおける生息密度の推定範囲を決定した。国土交通省国土数値情報土地利用 3 次メッシュ (1km×1km) を基準に、実際に設置したトラップの最外郭から 10km のバッファゾーンを取った長方形のエリアを規定した。バッファゾーンはヘアトラップの設置場所からクマが移動して到達することが可能な範囲を想定している。その後、クマの生息地として不適な市街地や河川が含まれるメッシュを除外し推定範囲とした。次に、推定範囲内に任意の行動中心点候補を設定した。行動中心候補点は、推定範囲内の 1km メッシュの中心点に 1 つずつ設定した。各管理ユニットの推定範囲と行動中心候補点を図 4-3、図 4-4、図 4-5 に示す。各管理ユニットにおける推定範囲の面積は、南アルプス管理ユニットで 478km²、富士・丹沢管理ユニットで 539km²、関東山地管理ユニットで 669km² である。

計算に際しては、事前分布である調査地に生息している可能性のあるクマの個体数を最大 1,000 頭と仮定し、最小値 0、最大値 1,000 の一様分布を事前分布とした。MCMC の回数は 30 万回とし、数値の不安定な初期の 3,000 回は焼き捨て、3 ステップごとに結果をサンプリングした。

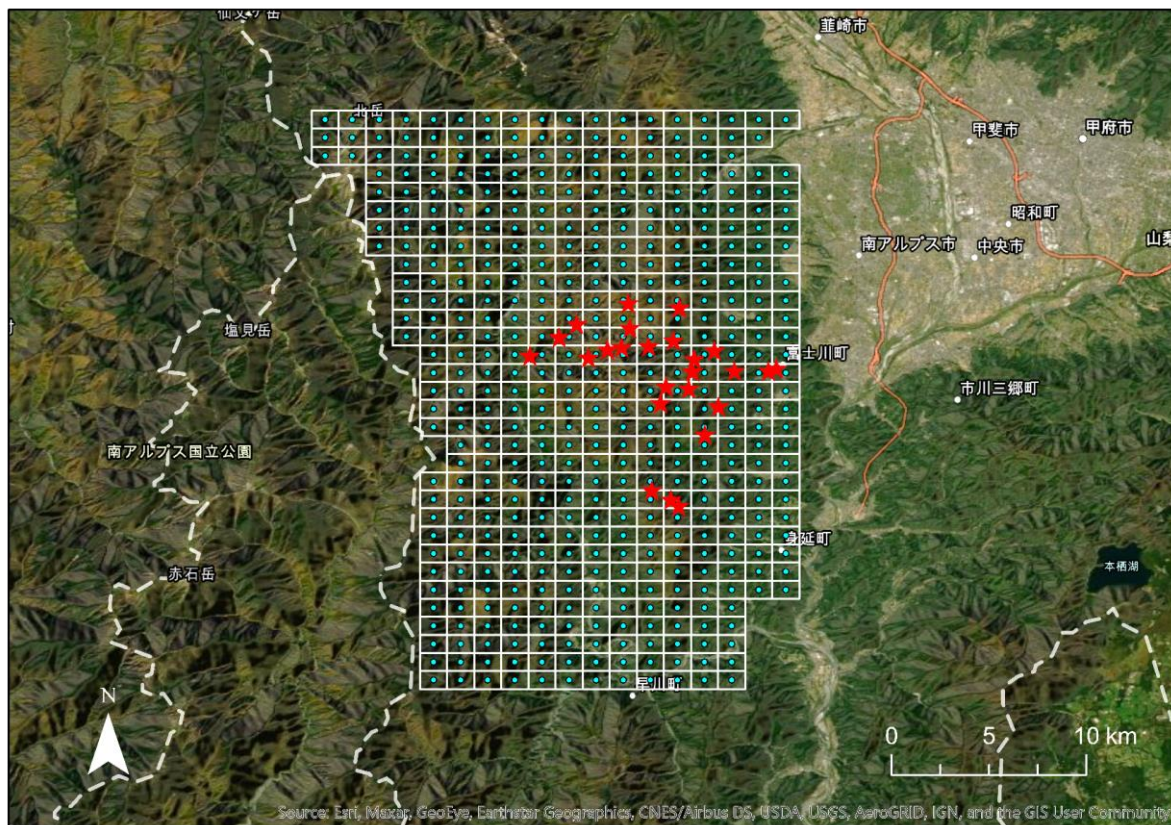


図 4-3 行動中心候補点と設置したトラップの位置関係 (南アルプス管理ユニット)

(★) はトラップの位置, (●) は行動圏中心候補点, (□) は推定範囲の 1km×1km メッシュ, 破線は県境を表す。

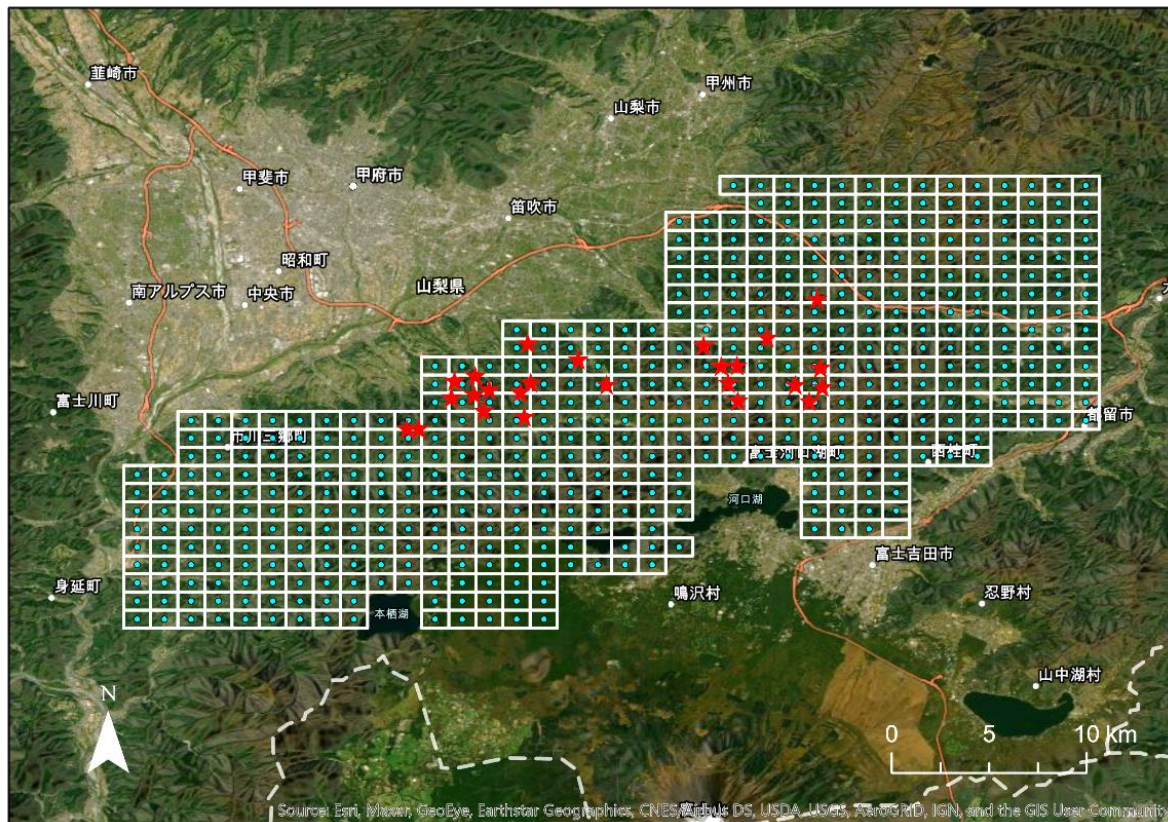


図 4-4 行動中心候補点と設置したトラップの位置関係（富士・丹沢管理ユニット）
 (★) はトラップの位置, (●) は行動圏中心候補点, (□) は推定範囲の1km×1kmメッシュ, 破線は県境を表す。

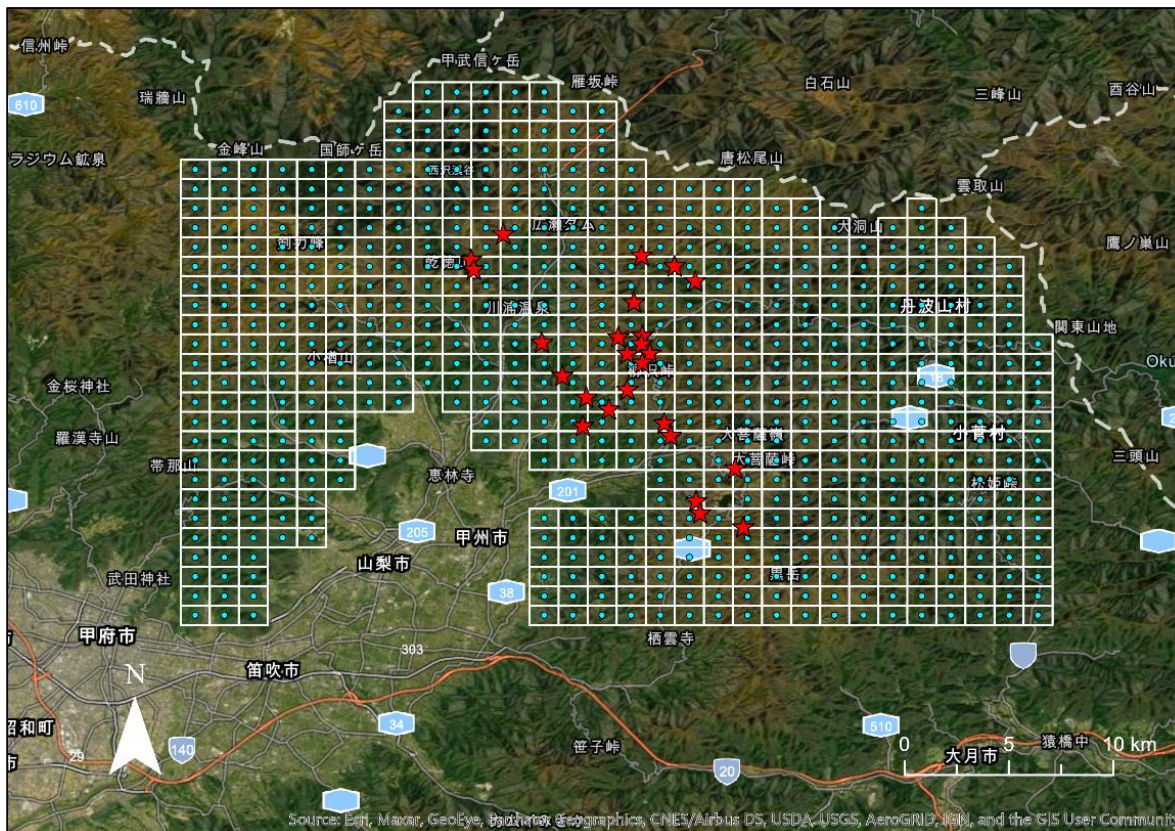


図 4-5 行動中心候補点と設置したトラップの位置関係（関東山地管理ユニット）
 (★) はトラップの位置, (●) は行動圏中心候補点, (□) は推定範囲の1km×1kmメッシュ, 破線は県境を表す。

3. 各管理ユニットにおける個体数の推定

推定された各管理ユニットにおける生息密度の平均値を、そのユニットにおけるクマの生息密度の代表値とした。個体数の推定は、平成24年度「山梨県ツキノワグマ生息実態調査報告書」(山梨県・野生動物保護管理事務所 2013)に記載の方法に準じて行った。環境省が実施した「第6回自然環境保全基礎調査」(1999～2004年度)の哺乳類分布調査では、山梨県内のほぼ全域でクマの生息が確認されている。クマは森林性の動物であることから、各管理ユニットにおけるクマの生息域は、ユニット内の森林面積とほぼ等しいと想定される。そこで、今回推定された生息密度に各管理ユニットの森林面積を乗ずることで個体数を推定した。森林面積の算出には、環境省生物多様性センターで公開されている、第2回から第5回自然環境保全基礎調査(1978～1998年度)の植生調査の結果を統合したデータ(1/50,000縮尺)を用いた。環境省が定義する植生自然度による分類で、6:植林地、7:二次林(代償植生地区)、8:二次林(自然林に近いもの)、9:自然林に該当する面積を合計したものを森林面積とし、7:二次林、8:二次林、9:自然林に該当する面積を合計したものを天然林面積とした。

管理ユニットごとの森林面積は、南アルプス管理ユニットで990.50km²(うち天然林が654.12km²)、富士・丹沢管理ユニットで999.65km²(うち天然林が567.49km²)、関東山地管理ユニットで1209.35km²(うち天然林が689.98km²)、である(表4-1、図4-6)。

表4-1 各管理ユニットの森林面積と天然林面積

管理ユニット	人工林面積 (km ²)	天然林面積 (km ²)	全森林面積 (km ²)
南アルプス	336.38	654.12	990.50
富士・丹沢	432.16	567.49	999.65
関東山地	519.38	689.98	1209.35

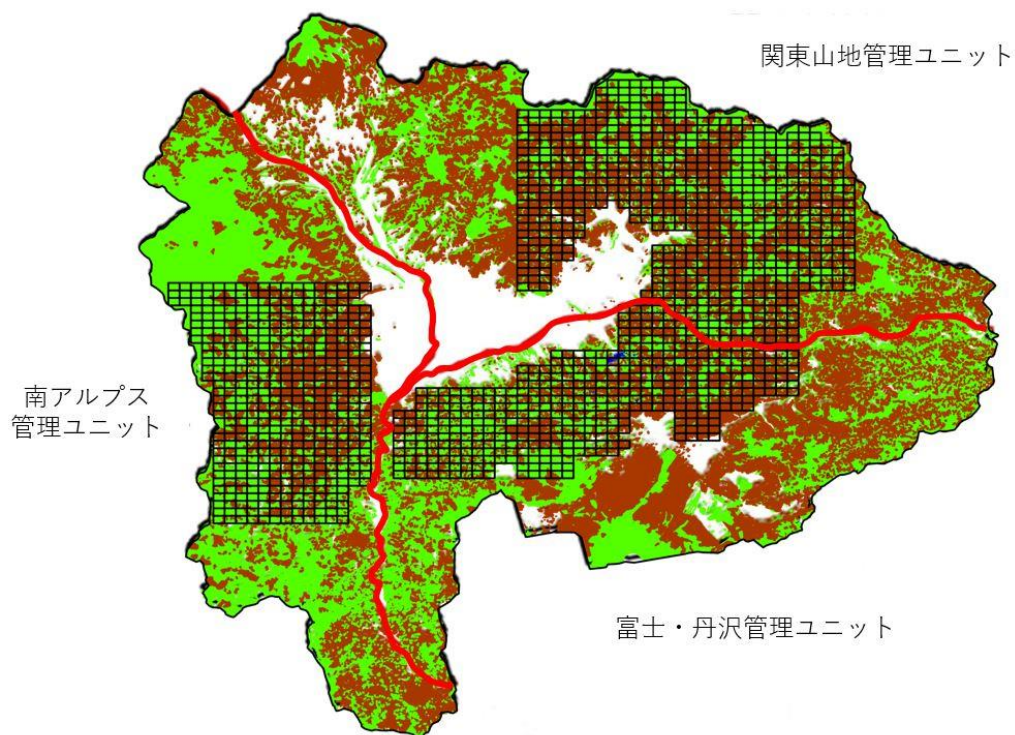


図 4-6 各管理ユニットの森林の概況図

緑色の部分が天然林、茶色の部分が人工林、赤線は管理ユニットの境界、(□)は推定範囲をそれぞれ表す。

4. 生息密度と個体数

平成 24 年度の推定方法に基づき、各管理ユニットの生息密度と個体数を行い、得られた結果は以下の通りである。

(1) 各管理ユニットにおける推定生息密度

得られた個体識別情報および、再識別情報をもとに空間明示標識再捕獲モデルによる個体数推定を行った。その結果、各管理ユニットの生息密度は富士・丹沢管理ユニットで 0.158 頭/km²(95%信頼区間：0.013-0.412 頭/km²)、関東山地管理ユニットで 0.156 頭/km²(95%信頼区間：0.039-0.300 頭/km²)と推定された。南アルプス管理ユニットについては、事後分布の形が他の 2 地域とは異なり、推定値を得ることができなかった(図 4-7)。

そこで、南アルプス管理ユニットの生息密度は、平成 24 年度「山梨県ツキノワグマ生息実態調査報告書」(山梨県・野生動物保護管理事務所 2013)の方法に準じて間接的に推定することとした。具体的には、今年度調査で得られた 2 ユニットの生息密度推定値の平均を算出したうえで、富士・丹沢管理ユニットと関東山地管理ユニットの天然林面積の割合の平均値に対する(表 4-2)、南アルプス管理ユニットの天然林面積割合の比率で重み付けした値として間接的に推定した。その結果、南アルプス管理ユニットの生息密度は約 0.182 頭/km²(95%信頼区間：0.030-0.413 頭/km²)と推定された(表 4-3)。

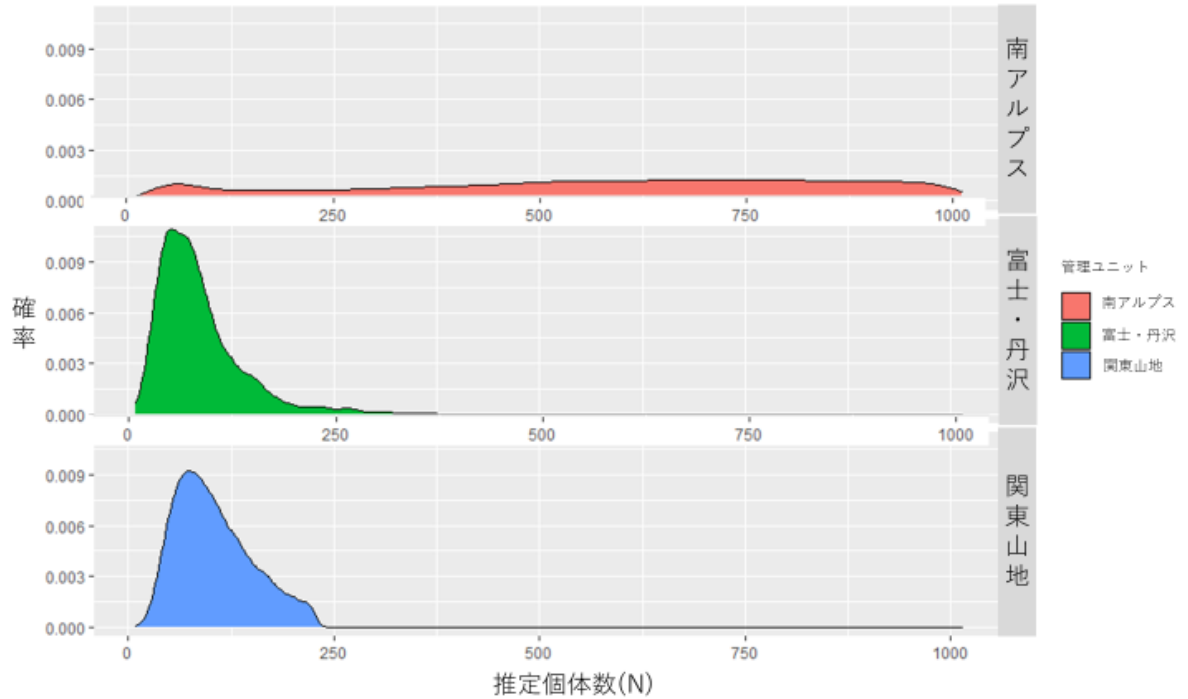


図 4-7 各管理ユニットにおける推定個体数の事後分布

表 4-2 富士・丹沢管理ユニットと関東山地管理ユニットの推定密度平均値と天然林面積割合の平均値

管理ユニット	富士・丹沢	関東山地
推定生息密度(頭/km ²)	0.158	0.156
推定密度の平均値(頭/km ²)	0.157	
95%信頼区間	0.013~0.412	0.039~0.300
95%信頼区間の平均	0.026~0.356	
天然林面積(km ²)	567.49	689.98
全森林面積(km ²)	999.65	1209.35
天然林面積比率	0.57	0.57
天然林面積割合の平均	0.57	

表 4-3 南アルプス管理ユニットの生息密度の推定値

管理ユニット	平均推定密度 (頭/km ²)	95%信頼区間 (平均値)	天然林面積 平均割合	天然林面積 割合の比率
富士・丹沢 & 関東山地	0.157	0.260~0.356	0.57	1
南アルプス	0.182	0.030~0.413	0.66	1.16

(2) 管理ユニットごとの推定個体数

各管理ユニットにおけるクマの生息域を管理ユニット内の森林面積と仮定し、今回推定された生息密度に各管理ユニットの森林面積を乗ずることで推定個体数を求めた。

その結果、管理ユニットごとの推定個体数は、南アルプス管理ユニットで約 180 頭(95%信頼区間：30-409 頭)、富士・丹沢管理ユニットで約 160 頭(95%信頼区間：13-412 頭)、関東山地管理ユニットで約 190 頭(95%信頼区間：47-364 頭)であることが明らかとなった(表 4-4)。

表 4-4 各管理ユニットの推定個体数

	管理ユニット		
	南アルプス	富士丹沢	関東山地
推定生息密度の平均値 (頭/km ²)	0.182	0.158	0.156
95%信頼区間(頭/km ²)	0.030~0.413	0.013~0.412	0.039~0.301
森林面積(km ²)	990.50	999.65	1209.35
推定個体数(頭)	180	158	189
95%信頼区間(頭)	30~409	13~412	47~364
県内の推定個体数(頭)	527		
95%信頼区間(頭)	90~1185		

第5章 基礎情報の分析

2000年（平成12年）以降の、山梨県内のクマの生息状況の変化について調べるため、森林環境部みどり自然課において収集されていた2000年度（平成12年度）から2020年度（令和2年度）までの目撃情報、捕獲情報について整理した。

1. 目撃情報

県内の各市町村から2000年度以降に寄せられた目撃情報を集計して、その推移を図5-1に示した。

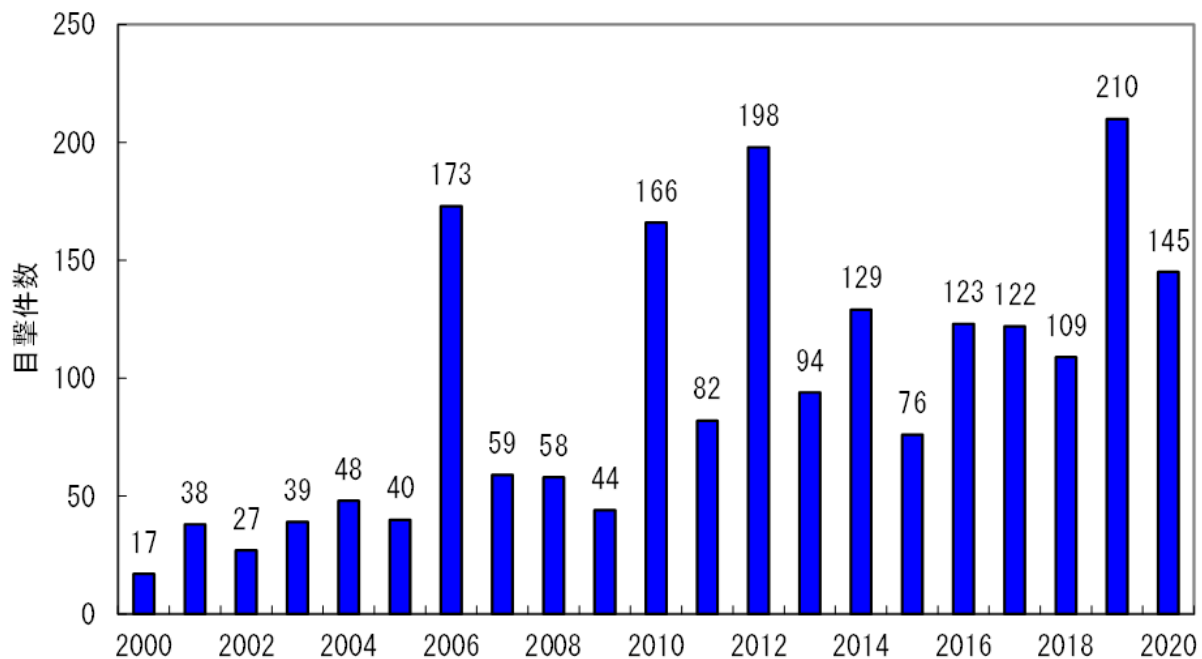


図5-1 各年度の目撃件数の推移

2000年度から2005年度までは50件以内を推移していた目撃件数は、2006年度に急増し、173件に達した。その後2007年度から2009年度にかけては再び減少し、およそ50件程度の目撃情報が寄せられた。2010年度目撃件数は再び166件に急増し、2011年度に80件程度まで減少するものの、2012年度には198件の目撃情報が寄せられていた。2013年度以降では2013年度と2015年度だけ目撃件数が100件以下になって、その他の年度の目撃情報は100件を越え、2019年度には過去最多となる210件の目撃情報が寄せられていた。2020年度には減少したものの、それでも150件近い目撃件数になっており、目撃件数は増加する傾向にあると考えられる。

2000年度から2020年度に渡り、山梨県においては目撃件数が50件以内の年度と、2006年度、2010年度、2012年度、2019年度のように目撃件数が150件を上回る年度が混在しており、2010年度を境に目撃件数が増加傾向を示している。

クマは冬眠に備えるために、ミズナラやブナなどの堅果を秋季に大量に摂取することが知られており、堅果の凶作年には、行動圏が拡大し、人里への出没が増加する傾向にあることが報告されている(Kozakai *et al.* 2011)。

山梨県北部の4地域(須玉、甲府北部、増穂・鯉沢、八ヶ岳)で2001~2010年の間実施されたミズナラ堅果落下量調査によると、2006および2010年は堅果落下数が少なく、凶作年であったと考えられ、山梨県内でのクマ目撃情報の増加年とよく一致する(長池2011)。また2020年度から過去4年間に遡って山梨県のブナ、ミズナラ、コナラの堅果類結実情報を見ると、2019年にブナ、ミズナラが凶作となっており、目撃情報の増加とよく一致している(環境省「堅果類の着花結実情報」)。

こういった堅果類の豊凶調査結果から秋に発生するクマの出没予測を立てることも可能であり、ウェブ上で出没予測を公開している自治体も少なくない。山梨県近隣の長野県や群馬県においても堅果類の豊凶調査が毎年実施され、クマの出没予測に役立てるよう公開されている。

また、これまで堅果類の結実周期は3~4年とされてきたが、2年に短くなっていることが森林総合研究所の研究結果によって明らかになっている(図5-2、Shibata *et. al.* 2020)。そのため、今後はこれまでよりも短い周期で目撃件数の増加が懸念される。

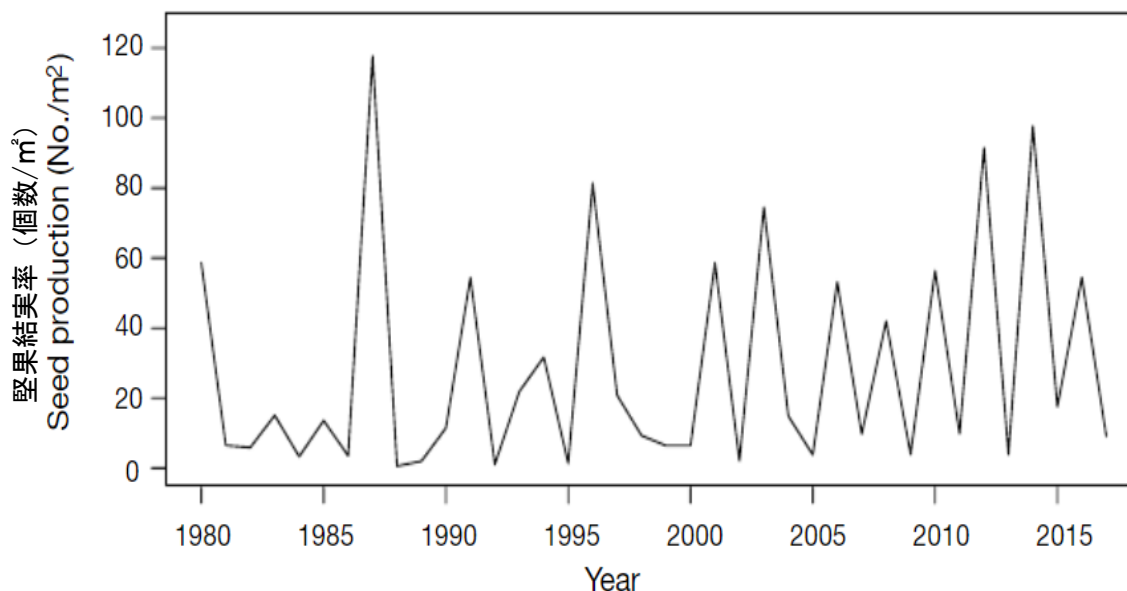


図5-2 堅果の結実数推移 (Shibata *et. al.* 2019 より)

さらに、目撃情報のうち基準地域メッシュコードが記されている情報について、基準地域メッシュをクマの目撃地点として集計し、山梨県におけるクマの目撃地点の分布を図化した(図5-3)。昭和町を除いて全県的に目撃情報が寄せられていることが分かった。近年、市街地や商業施設内にクマが現れることもあることから、引き続き全県的に警戒が必要であると考えられる。

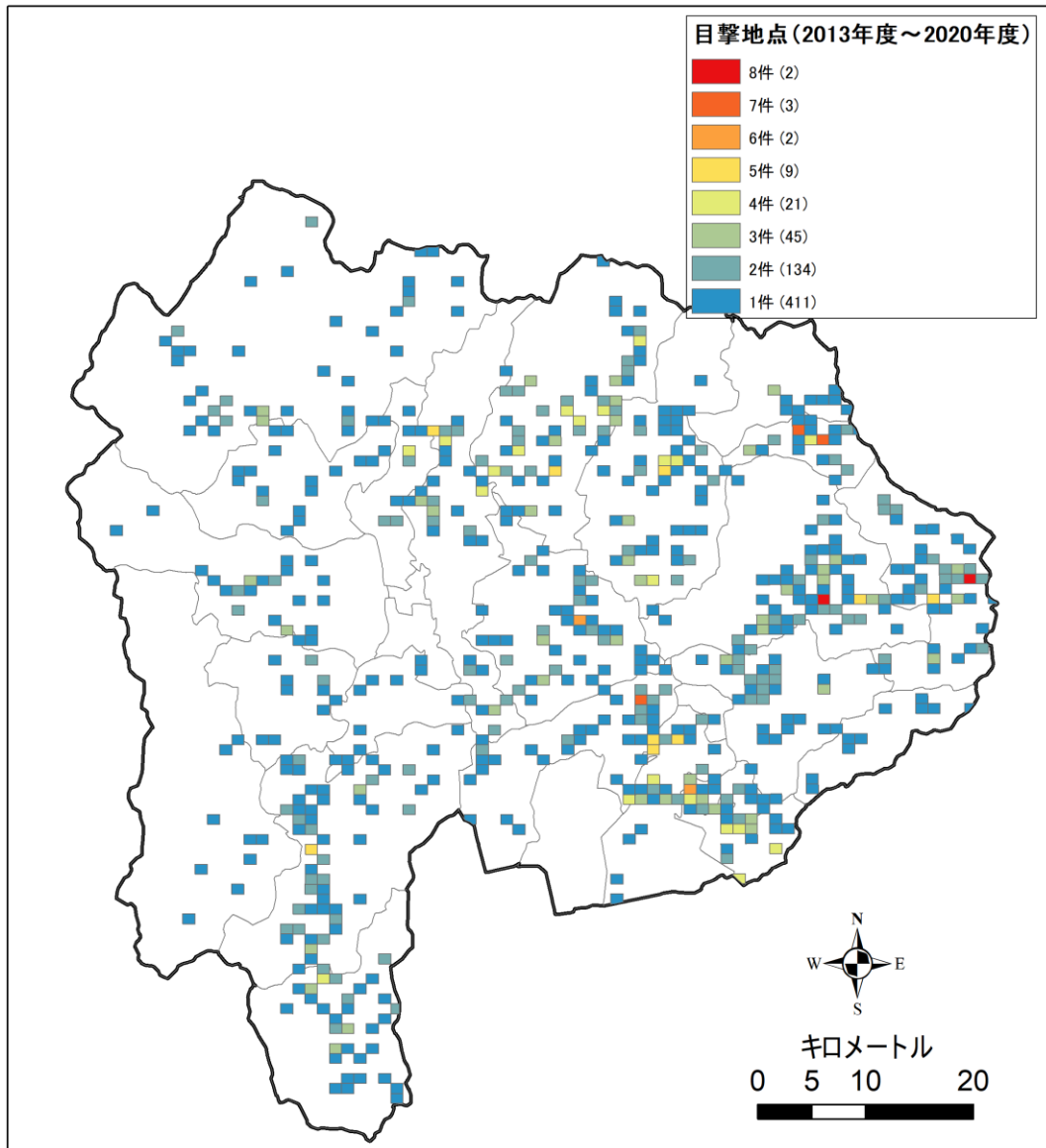


図 5-3 目撃地点の分布（市町村名は巻末資料 1 を参照）

2. 捕獲情報

2013 年度以降に実施されたクマの狩猟における捕獲頭数（狩猟）、有害捕獲と錯誤捕獲における捕殺処分頭数の推移を図 5-4 に示した。

2011 年度および 2012 年度に実施された生息実態調査から算出された山梨県内のクマの推定個体数は、南アルプス管理ユニットで 228 頭、富士・丹沢管理ユニットで 200 頭、関東山地管理ユニットで 295 頭であり、合計が 723 頭であったこと（山梨県・野生動物保護管理事務所 2013）を受け、第 4 期山梨県ツキノワグマ保護管理指針の中で、狩猟と有害捕獲を合わせた年間捕獲数の上限は 70 頭と設定されている。

2013 年度から 2015 年度は、狩猟および有害捕獲と錯誤捕獲における捕殺頭数を合わせた年間殺処分頭数は合わせて 20 頭以下で推移していたが、2016 年度を境に殺処分頭数が増加していた。これは、同じクマが複数回捕獲されることや、人里近い場所で捕獲されるなど、人への加害レベルが高いクマが増えているために、増加していると考えられる。

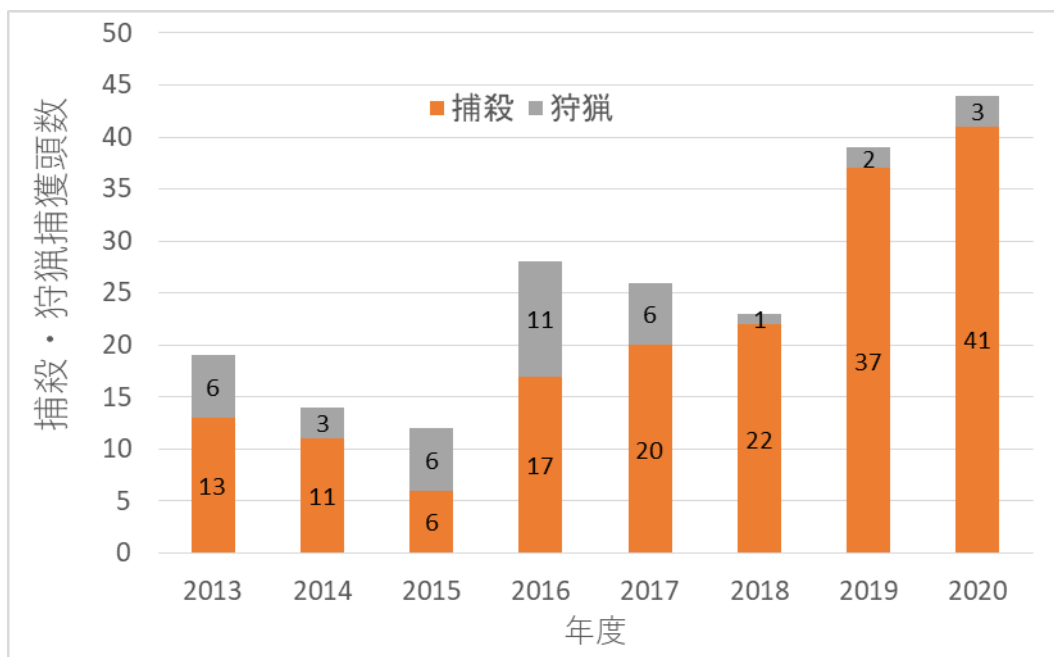


図 5-4 各年度捕殺処分と狩猟捕獲頭数の推移

山梨県では 2006 年の大量出沒を受け、翌 2007 年のクマによる人身被害および農林業被害の防止および軽減を目的とした「山梨県ツキノワグマ出沒対応マニュアル」が作成された。錯誤捕獲や有害捕獲であっても、捕獲された経験の少ないクマを奥山に移動し放獣する奥山放獣が取り入れられ、2013 年度以降は放獣件数が 5 件前後で推移し、2020 年度には 14 件まで増加した (図 5-5)。

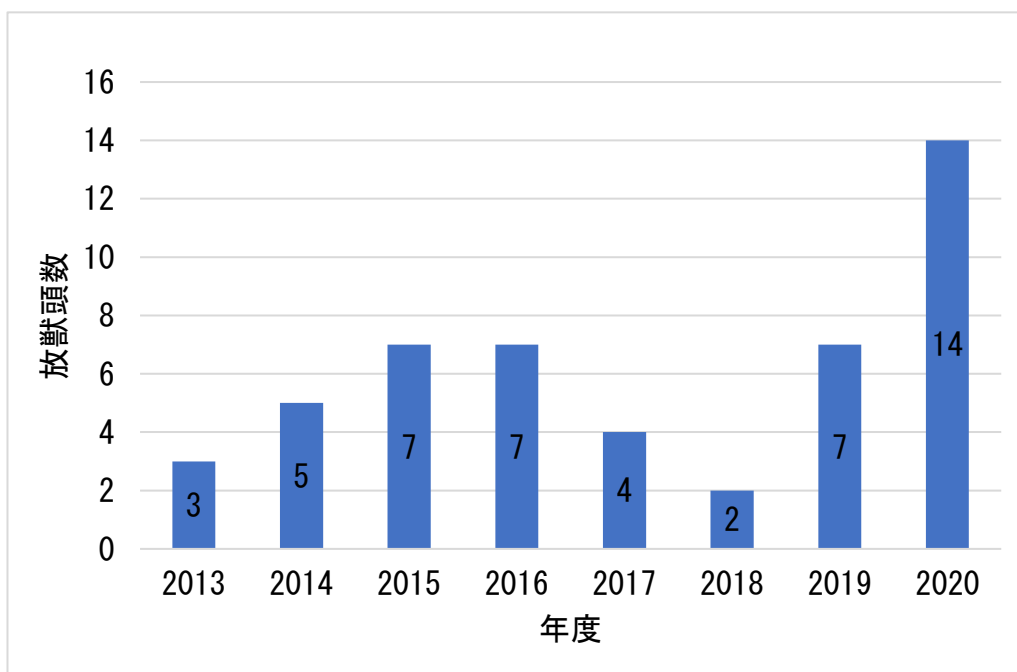


図 5-5 各年度放獣頭数の推移

目撃情報と同様に、基準地域メッシュコードが記されている捕獲情報について、基準地域メッシュをクマの捕獲地点として集計し、山梨県におけるクマの捕獲地点の分布を図化した(図5-6)。

2013年度から2020年度の間、市街地に位置する昭和町と中央市を除いて全ての市町村で捕獲されていた(巻末資料3)。都留市、山中湖村、韭崎市では、狩猟による捕獲の報告があったが、3次メッシュ情報が記録されていなかったため図に表示することができなかった。

中央市では捕獲はなかったものの、2018年度、2019年度にそれぞれ一度ずつ目撃情報が寄せられている。また、8年間の累積捕獲数は、甲州市が34件、北杜市が27件、山梨市が21件の順で多かった(巻末資料4)。

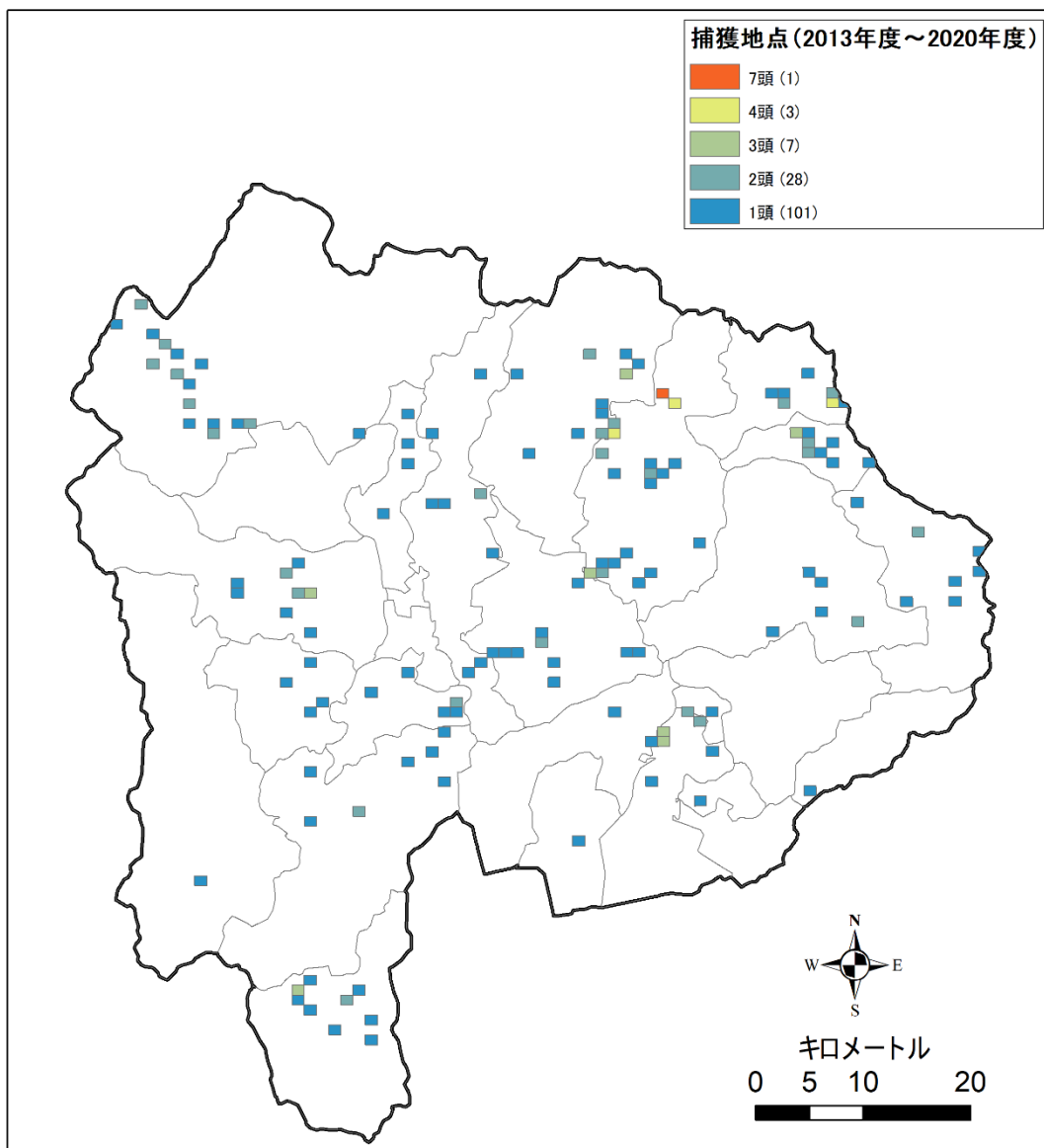


図5-6 捕獲地点の分布(市町村名は巻末資料1を参照)

3. 目撃件数と捕獲頭数の関係

2000年度から2020年度までの目撃情報と捕獲頭数(捕獲全頭数と狩猟以外の捕獲頭数)との関係を図化して見ると、目撃件数は捕獲頭数と正の相関関係の傾向がみられた(図5-7)。この結果から、人とクマの棲み分けが重要であり、人間生活圏にクマが近よらないような対策が重要であると考えられる。そのような環境作りのためには、集落周辺の藪を刈払い、集落の周辺にクマの誘引物になるゴミを置かないこと、放棄された果樹園等の管理が重要であると考えられる。

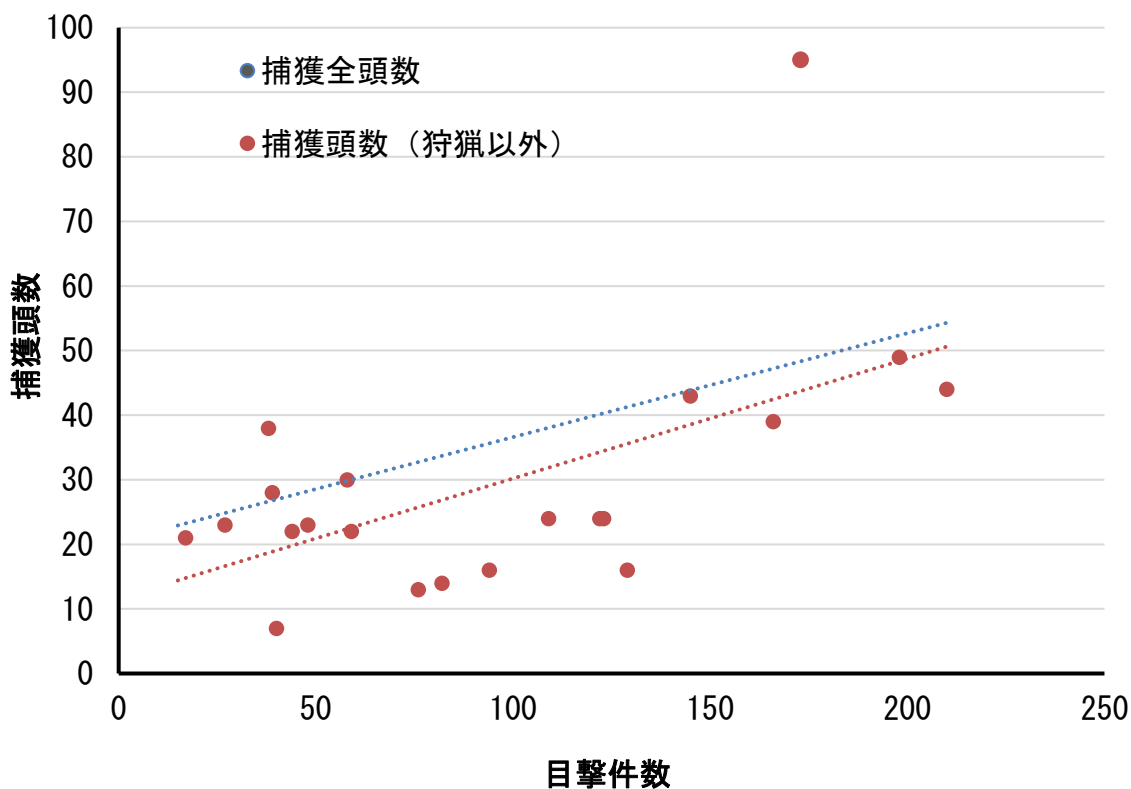


図 5-7 目撃件数と捕獲頭数の関係

第6章 総合考察

今年度の業務では3つの管理ユニットで現地調査を実施し、現場で得られた試料の遺伝分析の結果を用いてクマの生息密度と個体数を推定した。

現場調査においては個体数推定に影響を及ぼす様々な不確定要素がある。本章では今年度の業務におけるクマの生息密度と個体数の推定結果が示す意味と、推定個体数の推移および結果の信頼性について考察した。

1. 県内のクマの推定個体数の推移

平成24年度行われた調査に基づく各管理ユニットにおける推定個体数を、平成12年度「山梨県ツキノワグマ生息実態調査報告書」に記載されている推定個体数と比較した結果、全ての管理ユニットにおいて個体数が増加したと推定された。南アルプス管理ユニットでは約130頭から約230頭へ、富士・丹沢管理ユニットでは約120頭から約200頭へ、関東山地管理ユニットでは約150頭から約300頭へと、1.6倍～2倍に増加している可能性が示された（図6-1）。しかし、平成24年度調査の報告書における考察では、平成12年度と推定方法が違ふことや、空間明示標識再捕獲モデルにより得られた推定値の信頼性が低いという問題点を指摘しており、県内の個体数が平成12年度に比べ1.6～2倍増加したと結論付けるのは適切でないとしていた。

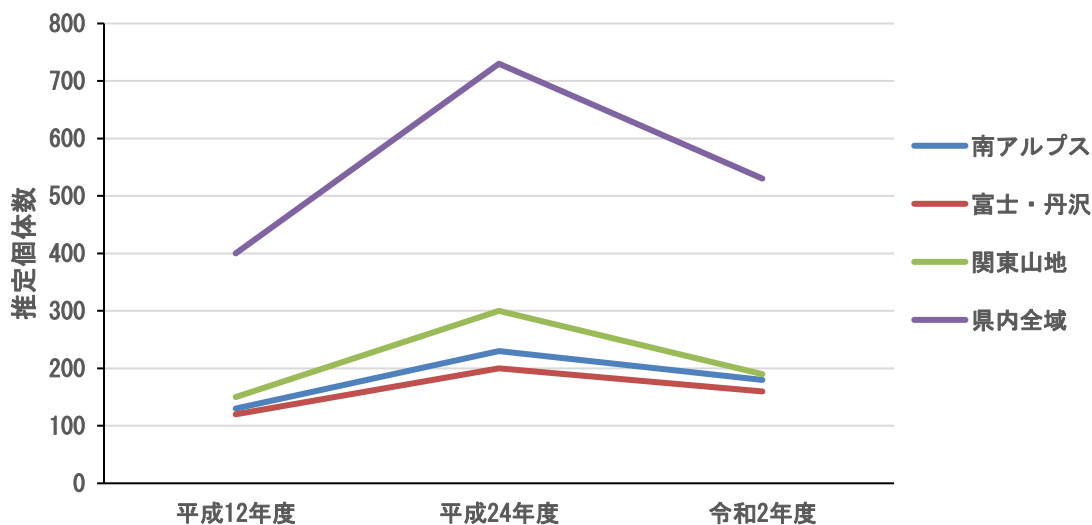


図6-1 県内のクマの推定個体数の推移

推定方法の違いや、推定の精度の問題点を考慮した上で行われた今年度の調査結果、推定個体数は平成24年度「山梨県ツキノワグマ生息実態調査報告書」に記載されている推定個体数の平均値を比べると、南アルプス管理ユニットでは約230頭から約180頭へ、富士・丹沢管理ユニットでは推定個体数が約200頭から約160頭へ、関東山地管理ユニットでは約300頭から約190頭へと、全ての管理ユニットで個体数が低く推定された（図6-1）。減少率は南アルプス管理ユニットでは約2割、富士・丹沢管理ユニットは約2割、関東山地管理ユニットでは約4割であった。今年度の推定結果から判断すると、県内のクマ

の個体数は平成 24 年度の推定値より減少している可能性がある」と判断された。ただし、空間明示型標識再捕獲モデルにおいて推定される個体数は、95%信頼区間の幅がある値である。平成 24 年度と今年度の数値の比較は幅があるデータの平均値で行っており、絶対値ではないことに注意する必要がある。

第 5 章における基礎情報の分析の結果、県内では 2006 年度以降クマの大量出没が繰り返し発生し、それに伴い 2010 年度以降は目撃数、捕獲数ともに緩やかな増加傾向であることが示された。長野県、埼玉県、群馬県など近隣県においても個体数が増加傾向であることが報告されている。生態学的な観点から見ても、生息地の条件を満たせば、健全な個体群の場合、クマの増加率は約 20%に達し(坂田ら 2011)、自然環境下においても増加率は 11.6%~13.5% (兵庫県 2020) であるという報告もある。山梨県における少ない捕獲数を考慮すると、県内のクマの個体数は増加している可能性もある。平成 24 年度と今年度の推定結果を平均値で比較すると個体数は減少していると判断され、現実に即していないように感じる。

ヘアトラップ調査による推定個体数の平均値が、実際のクマの個体数に比べ低く推定される原因として考えられるのは、降雨の影響によりクマの行動活性が低下し、行動圏が小さくなることで、相対的にヘアトラップに捕捉される個体が減少した可能性である。オグロジカ^{※1}を対象に行われた研究結果によると、降雨により体温が低下することで、行動活性が低下することが報告されている(Parker 1988, Mysterud & Ostbye 1999)。同じく大型哺乳類であるクマも同様の行動特性を有する可能性は高い。今年度と平成 24 年度に調査を行った 7 月中に、県内で 1mm 以上の降水が確認された日数は、平成 24 年は 31 日中 14 日であったのに対し、令和 2 年は 28 日と、2 倍の日数であった。また、降水量についても、平成 24 年の 7 月は 163mm であったのに対し、令和 2 年は 561mm と 3.5 倍の降水量が確認されている(河口湖測候所、気象庁データ)。令和 2 年は平成 24 年に比べ降水量が多いことから、クマの行動活性が低下したことで同一個体が複数のヘアトラップで捕捉されることが減少し、個体数の平均値が低く推定されたと考えられる。

クマの個体数は増加していなくても、クマがヒトの生活圏へ出没する頻度が上昇すれば、目撃数や捕獲数は増加する。近年、全国的に高密度に生息するニホンジカの採食により森林の下層植生の衰退が進行している。ニホンジカとクマは季節の変化とともに採食する植物の品目も変化する。冬季末期と春季初期に当たる 4 月は両種ともヒノキなどの樹皮を剥ぎ採食し、春季になると木本やササなどの新芽を採食する。秋季になるとキノコと堅果類も共通の餌資源となる。このためニホンジカの採食による植生の衰退は、植物を中心に採食する雑食性のクマ(橋本・高槻 1997)の食物環境の悪化に繋がる可能性がある。実際に下層植生の衰退と堅果の豊凶間隔の短縮によりクマの食物資源量が減少していた場合、食物を求めたクマが里山へ出没する頻度も上昇すると考えられる。加えて、現在日本各地で里山地域における人口の過疎化が進行し、野生動物の目撃頻度は上昇している。近年、クマの目撃数や捕獲数が増加しているのはこれらの要因が関係していると想定される。また、メスのクマは受精後であっても、栄養状態が良くなければ、受精卵は着床せず、妊娠及び出産を行わないという繁殖生理的な調整能力を有する。食物環境が悪化することで出産しない個体が増加すれば、個体数は予想よりも増加していないことが想定される。

※1: *Odocoileus hemionus*, 北アメリカ西部で普通にみられる尻が黒いシカ, 体長 2m, 体重: 68kg~140kg(オス), 57kg~79kg(メス)

2. 今年度の推定個体数の信頼度

今年度の推定結果から平成24年度に比べ個体数が減少したことを結論づけることは難しいと考えられる。その理由として、今年度調査における推定精度の低さが挙げられる。推定精度の低さは95%信頼区間の幅が示しており、今年度と同様の推定方法で推定された平成24年度の富士・丹沢管理ユニットにおける95%信頼区間は40-400頭であったのに対し、今年度の富士・丹沢管理ユニットにおける95%信頼区間は幅が広く、13-412頭であった（表6-1）。つまり、今年度の推定は平成24年度の推定に比べても精度が低い。平成24年度の調査でも、報告書に記載の通り推定精度が低いことが指摘されており、今年度のさらに低い精度の推定値から個体数が減少したと結論付けることは適切ではない。

表6-1 各管理ユニットにおける個体数推定結果の比較

管理ユニット	年度	トラップ数 (基)	推定個体数の 平均値(頭)※1	95%信頼区間 (頭)	再識別数
富士・丹沢	平成24年度	30	200	40-400	4
	令和2年度	25	158	13-412	1
南アルプス	平成24年度	-	228	46-456	-
	令和2年度	25	180	30-409	0
関東山地	平成24年度	-	295	59-590	-
	令和2年度	25	189	47-364	2

※1：平成24年度の南アルプスと関東山地管理ユニットの推定値および、令和2年度の南アルプス管理ユニットの推定値は天然林面積の比率から間接的に推定

今年度の推定精度が低い原因として考えられるのは、再識別数の少なさである。ここでいう再識別数とは、調査期間中に複数のトラップを訪れた個体の数である。各管理ユニットの再識別個体の数は、南アルプス管理ユニットでは識別された13個体のうち0頭、富士・丹沢管理ユニットでは識別された15個体のうち1個体、関東山地管理ユニットでは識別された19個体のうち2個体であった（表6-1）。平成24年度の富士・丹沢管理ユニットにおける調査では、識別された14個体のうち4個体が再識別されており、今年度の再識別率は、前述の降水のクマの行動性への影響もあり平成24年度に比べても低い。空間明示型標識再捕獲モデルは原理的に、再識別個体が確認されないと、生息密度の推定はできない。また、再識別個体が確認できても、その個体数が少ない場合、精度の高い推定値を得ることはできない。先行研究によると、空間明示型標識再捕獲モデルでは、最低10頭、理想的には20頭の再識別個体が必要であるとされている(Efford *et al.* 2004)。今年度の推定値が南アルプス管理ユニットでは得られず、富士・丹沢管理ユニットと関東山地管理ユニットにおいても95%信頼区間が広く精度が低い推定値となったのは再識別個体数の少なさが原因であると考えられる。

上述の通り、再識別される個体の割合が精度の高い推定において最も重要となる。今年度の調査では、私有林にはトラップが設置できなかったため、トラップ間の距離が空いて

しまう配置となったため、異なるトラップでの再識別率が低くなったと考えられる。また、前述した頻度の高い降雨によりクマの行動活性が低下したことも、再識別率が低下した原因として考えられる。

再識別率を上昇させるには、トラップ密度を高くすることと、サンプリングセッションの回数を増やすことが重要である。設置できるトラップの数が限られている場合、調査範囲を縮小してでもトラップ密度を維持することが重要となる（図 6-2）。目安として、5km×5km メッシュ内に6～8 基程度のトラップが設置されることが望ましい。また、サンプリングセッションに関しても、セッション数が多いほど再識別個体が確認できる確率が上昇する。上記のことを考慮した調査設計で調査を行うことで、再識別率が上昇し信頼性の高いデータが得られると考える。

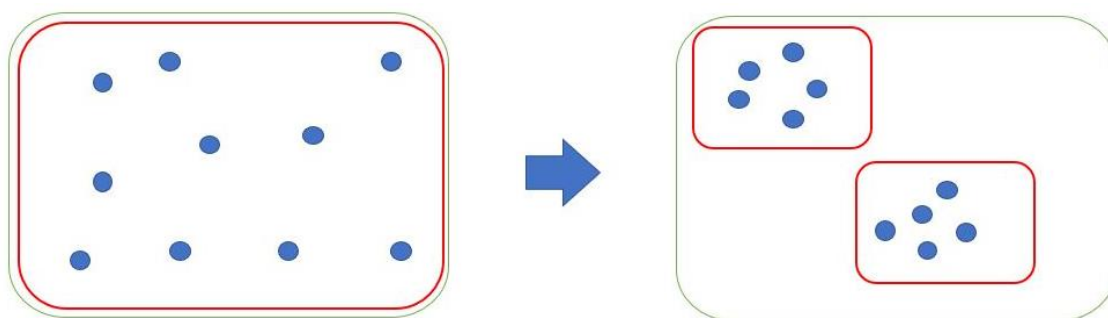


図 6-2 再識別個体を増やすためのトラップ配置のイメージ

(●) はトラップの位置、□は調査範囲、□は推定範囲を表す。

推定の精度を上昇させるもう 1 つの工夫として、実際の調査結果に沿って推定モデルの設定条件を変更することが挙げられる。今年度は平成 24 年度と同様の設定条件で推定を行ったが、精度が低い結果となった。SPACECAP の推定に際しては、いくつかモデルの前提条件を変更することが可能であり、それらの条件を得られたデータに即した条件に変更することで、推定の精度が上昇する可能性があると考えられる。例として挙げられるのは、トラップハッピーの有無の設定条件の見直しである。トラップハッピーとは、クマが誘引餌に付いてしまい、何回もトラップにやってくる現象である。一般論として、誘引効果が高い誘引物を設置すると、トラップハッピーが発生しやすい。今年度の調査においてトラップハッピーが生じていたか判断するために、各管理ユニットで識別された個体のうち、同じトラップを何度も訪れていた個体の割合を確認した（表 6-2）。その結果、南アルプス管理ユニットでは 13 個体のうち 2 個体、富士・丹沢管理ユニットでは 15 個体のうち 3 個体、関東山地管理ユニットでは 19 個体のうち 1 個体であった。この結果からトラップハッピーを起こしていた個体の割合は低く、今年度の調査ではトラップハッピーが生じている可能性は低いと判断できる。今年度は平成 24 年度の推定結果と比較するために、トラップハッピーは生じていたという前提のもと推定を行ったが、トラップハッピーは生じていないという前提で推定を行うと推定の精度が上昇し、推定個体数も増加する可能性がある。

表 6-2 今年度の調査でトラップハッピーを起こしていた個体の数

管理ユニット	識別個体数 (頭)	同じトラップを複数回 訪れていた個体数(頭)	トラップハッピーの 個体の割合(%)
南アルプス	13	2	15
富士・丹沢	15	3	20
関東山地	19	1	5

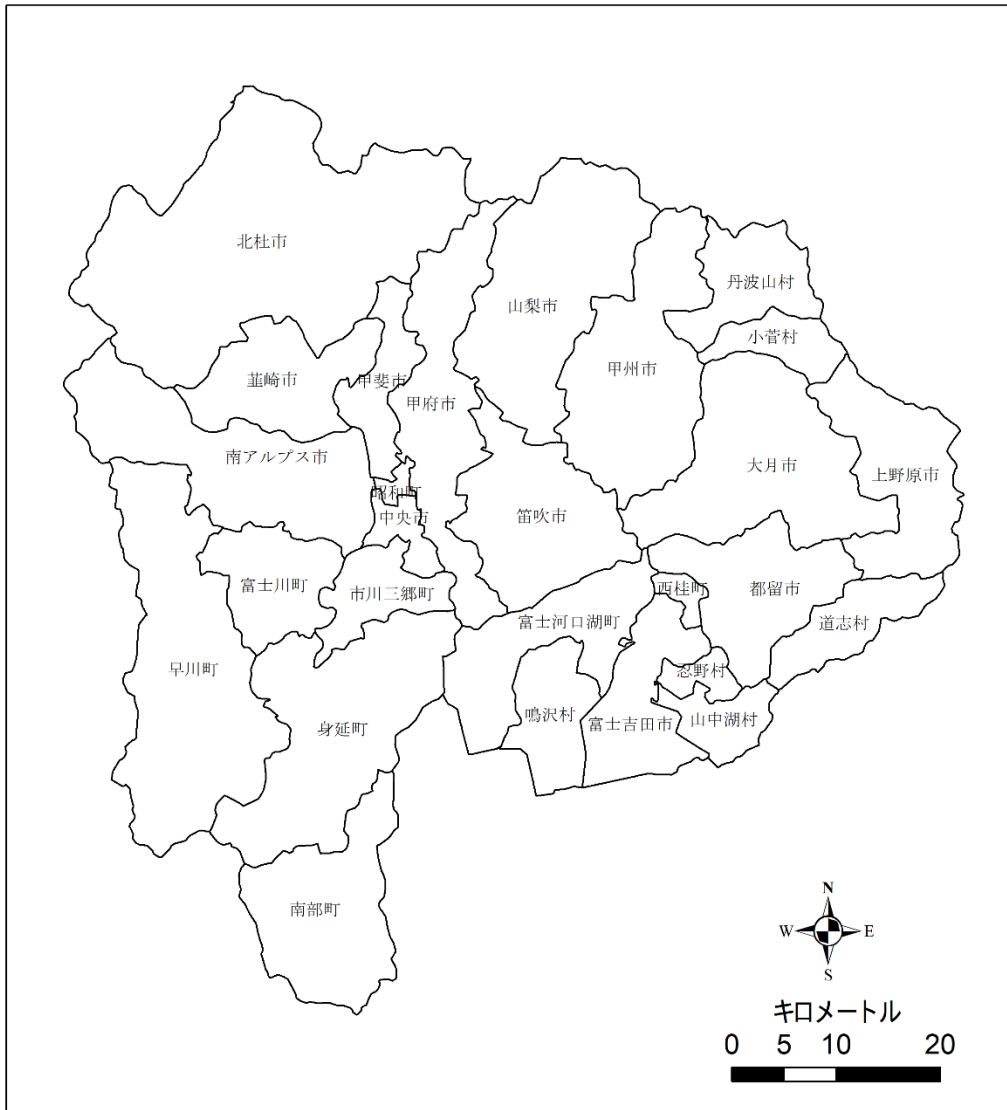
もう1つは生息密度を推定する設定範囲の見直しである。今年度の推定範囲は、推定結果を比較するために、平成24年度の報告書と同じ、最も外側にあるトラップの位置から10kmのバッファゾーンを想定した四角形の範囲とした。このバッファゾーンの設定が、実際のクマの行動圏に即していない場合、推定の精度は低下、推定頭数も少なくなると考えられる。ヘアトラップを設置した期間や、先行研究で得られているクマの行動圏の値から総合的に判断し、適切なバッファゾーンを設定することで、推定の精度が向上し、推定個体数も増加する可能性がある。

参考文献

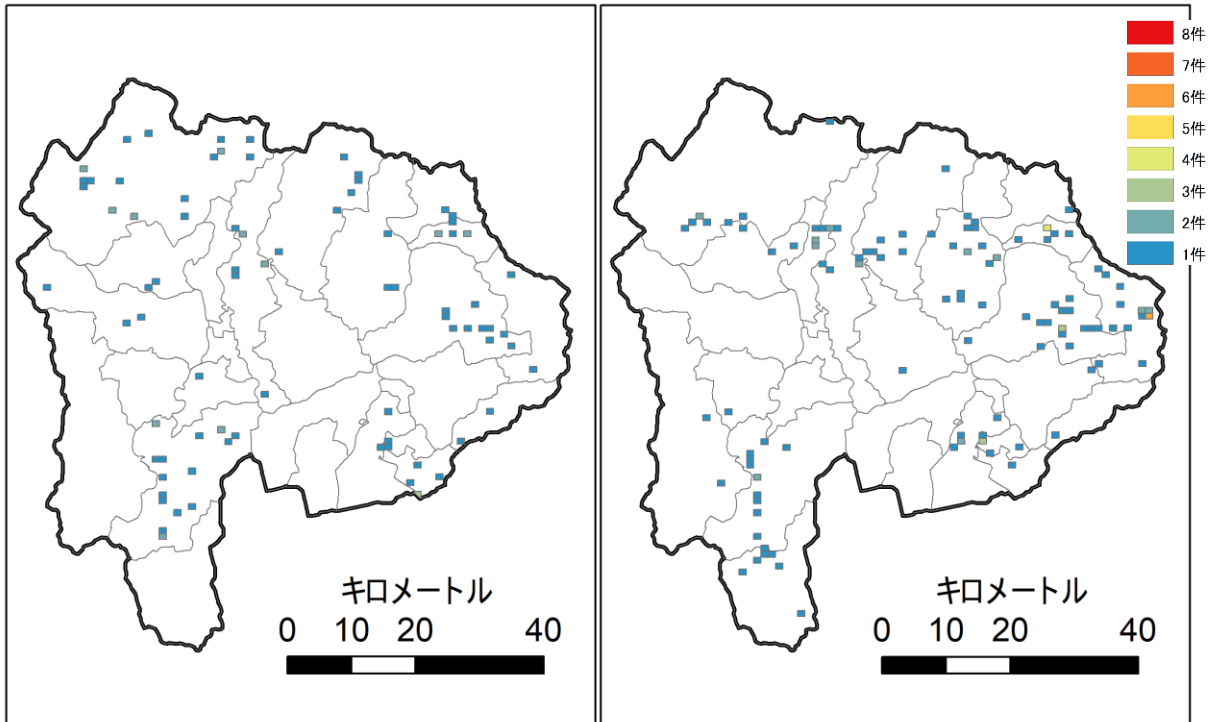
- Efford, M.G., Dawson D.K. and Robbins C.S. 2004. DENSITY: software for analysing capture-recapture data from passive detector arrays. *Animal Biodiversity and Conservation* 27: 217-228.
- Gardner B., Royle J. A., Wegan, M. T. 2009. Hierarchical models for estimating density from DNA mark-recapture studies. *Ecology* 90(4):1106-1115.
- Gopalaswamy, A. M., Royle, J. A., Hines, J. E., Singh, P., Jathanna, D., Kumar, N. S. and Karanth, K. U. 2012. Program SPACECAP: software for estimating animal density using spatially explicit capture-recapture models. *Methods in Ecology and Evolution* 3: 1067-1072
- 岩手県. 2007. 第2次ツキノワグマ保護管理計画.
- 橋本幸彦, 高槻成紀. 1997. ツキノワグマの食性: 総説. *哺乳類科学*. 37 (1) : 1-19.
- 環境研究総合推進費 クマ類の個体数推定の開発に関する研究チーム. 2012. クマ類の個体数を調べる ヘア・トラップ法とカメラトラップ法の手引き (統合版).
- 環境省. 2000. 特定鳥獣保護管理計画技術マニュアル (クマ類編).
- 環境省・野生動物保護管理事務所. 2002. 平成13年度自然再生技術調査業務報告書.
- 関東山地ニホンジカ広域協議会. 2017. 関東山地ニホンジカ広域保護管理指針
- Kitahara, E., Y. Isagi, Y. Ishibashi T. Saitoh. 2000. Polymorphic microsatellite DNA markers in the Asiatic black bear *Ursus thibetanus*. *Molecular Ecology* 9: 1661-1662.
- Kozakai, C., Yamazaki, K., Nemoto, Y., Nakajima, A., Koike, S., Abe, S., Masaki, T. and Kaji, K. (2011), Effect of mast production on home range use of Japanese black bears. *The Journal of Wildlife Management*, 75: 867-875.
- 植生学会企画委員会. 2011. ニホンジカによる日本の植生への影響_シカ影響アンケート調査 (2009~2010) 結果. *植生情報*第15号:9-30.
- 兵庫県. 2020. ツキノワグマ管理計画令和2年度事業実施計画.
- 森光由樹, 名矢結香, 泉山茂之. 2006. ヘア・トラップ法による野生ツキノワグマの個体識別. *DNA多型* 14: 164-167.
- 森光由樹. 2008. 各都道府県のヘア・トラップ調査の実施状況 と長野県における実施例. *哺乳類科学* 48: 133-138.
- Mysterud, A. and Ostbye, E. 1999. Cover as a habitat element for temperate ungulates: effects on habitat selection and demography. *Wildlife Society Bulletin* 27 (2): 385-394.
- 長池卓男 2011. 山梨県北部におけるミズナラ堅果落下量の年変化. *山梨県森林総合研究所研究報告* 30: 11-13
- Paetkau, D., W. Calvert, I. Stirling C. Strobeck. 1995. Microsatellite analysis of population structure in Canadian polar bears. *Molecular Ecology* 4: 347-354.
- Parker, K.L. 1988. Effects of heat, cold, and rain on coastal black-tailed deer. *Canadian Journal of Zoology* 66(11): 2475-2483.
- Paetkau, D. 2003. An empirical exploration of data quality in DNA-based population inventories. *Molecular Ecology* 12: 1375-1387.

- Royle, J. A.; Karanth, K. U.; Gopaldaswamy, A. N. Kumar, S. N. 2009. Bayesian inference in camera trapping studies for a class of spatial capture-recapture models. *Ecology* 90(11): 3233-3244.
- 坂田 宏志, 岸本 康誉, 関 香奈子. 2011. ツキノワグマの生息動向と個体数の推定. 兵庫ワイルドライフモノグラフ 3号, p. 26-38(2011-03).
- 佐藤喜和・湯浅卓. 2008. ヘア・トラップを用いたクマ類の個体数推定のための方法論について. *哺乳類科学*, 48: 101-107.
- Shibata, M.; Masaki, T.; Yagihashi, T.; Shimada, T.; Saitoh, T. 2020. Decadal changes in masting behaviour of oak trees with rising temperature. *Journal of Ecology*. 2020;108:1088-1100. DOI: 10.1111/1365-2745.13337.
- Taberlet, P., J.-J. Camarra, S. Griffin, E. Uhres, O. Hanotte, L.P. Waits, C. Dubois-Paganon, T. Burke J. Bouvet. 1997. Noninvasive genetic tracking of the endangered Pyrenean brown bear population. *Molecular Ecology* 6: 869-876.
- Taberlet, P. L.P Waits, G Luikart. 1999. Noninvasive genetic sampling: look before you leap. *Trends in Ecology and Evolution*, 14: 323-327
- Yamamoto, K., T. Tsubota, T. Komatsu, A. Katayama, T. Murase, I. Kita, T Kudo. 2002. Sex identification of Japanese black bear, *Ursus thibetanus japonicus*, by PCR based on Amelogenin gene. *The journal of veterinary medical science*, 64: 505-508.
- 山内貴義・近藤麻実. 2010. クマ類体毛サンプルからの DNA 抽出と分析成功率の季節性. 平成 21 年度環境研究・技術開発推進費 クマ類の個体数推定法の開発に関する研究 平成 21 年度報告書: 82-93.
- 山内貴義・斎藤正恵. 2008. 岩手県におけるヘア・トラップの実施状況と今後の課題. *哺乳類化学* 48(1):125-131.
- 山梨県・野生動物保護管理事務所. 2001. ツキノワグマ生息実態調査報告書.
- 山梨県・野生動物保護管理事務所. 2012. 平成 23 年度 ツキノワグマ生息実態調査 調査報告書.
- 山梨県・野生動物保護管理事務所. 2012. 平成 24 年度 ツキノワグマ生息実態調査 調査報告書.
- 湯浅卓・佐藤喜和. 2008. ヘア・トラップを用いたクマ類の個体数推定法における課題 ～国内外の事例の比較検討～. *哺乳類科学* 48: 109-118.
- 米田政明・間野勉. 2011. クマ類の個体数推定および動向把握方法の現状と課題. *哺乳類科学* 51: 79-95.
- Wilberg, M. J., B.P Dreher . 2004. GENECAP: a program for analysis of multilocus genotypes data for non-invasive sampling and capture-recapture population estimation. *Molecular Ecology Notes* 4: 783-785.
- Woods J. G., B. N. McLellan, D. Paetkau 1999. Genetic tagging free ranging black and brown bears. *Wildlife Society Bulletin* 27: 616-627.

巻末資料

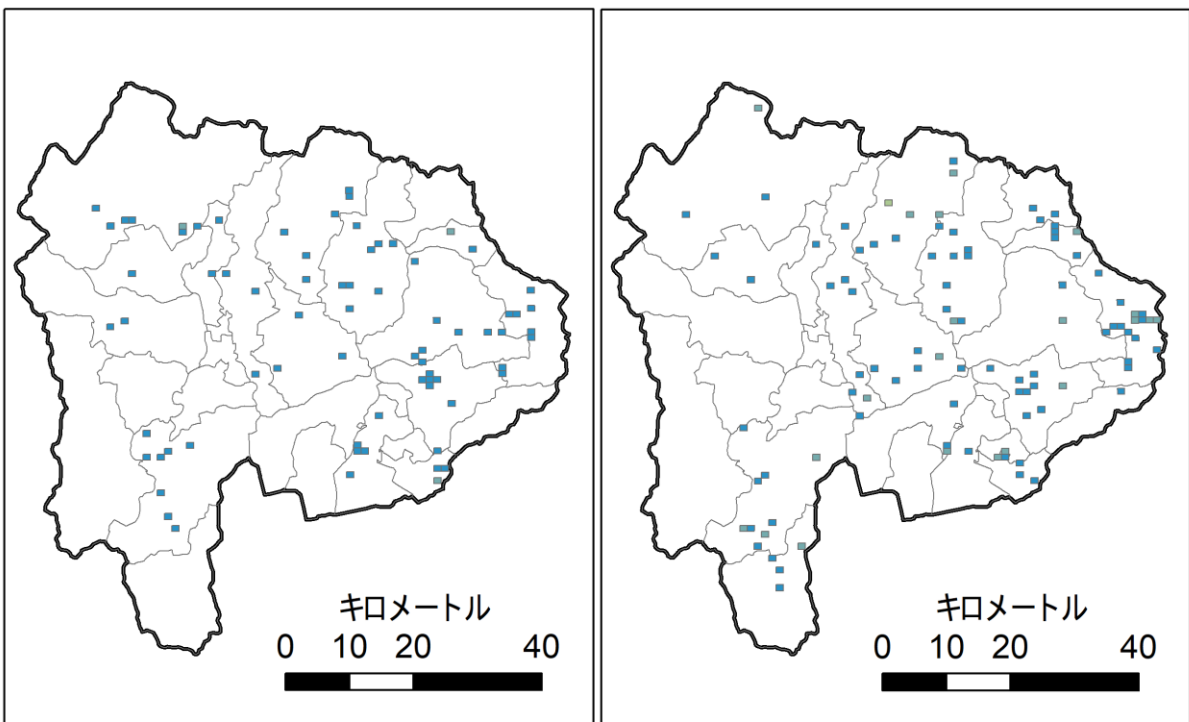


資料 1 山梨県内の市町村位置図



目撃地点 (2013年)

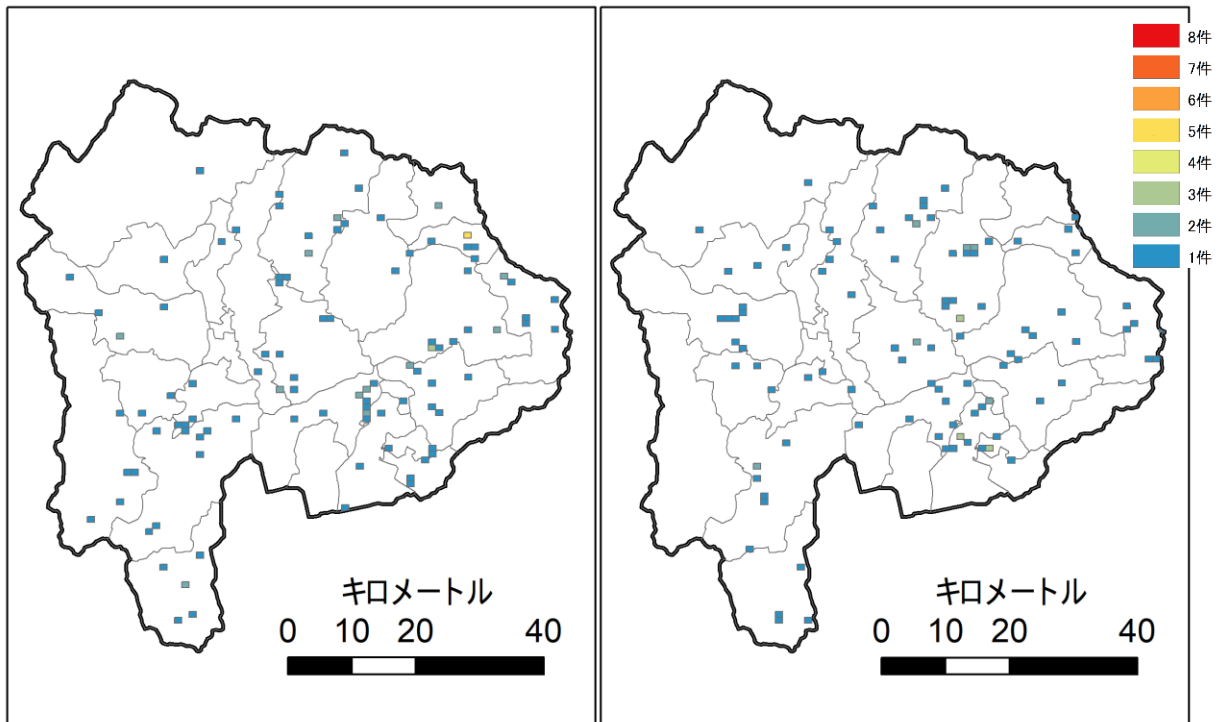
目撃地点 (2014年)



目撃地点 (2015年)

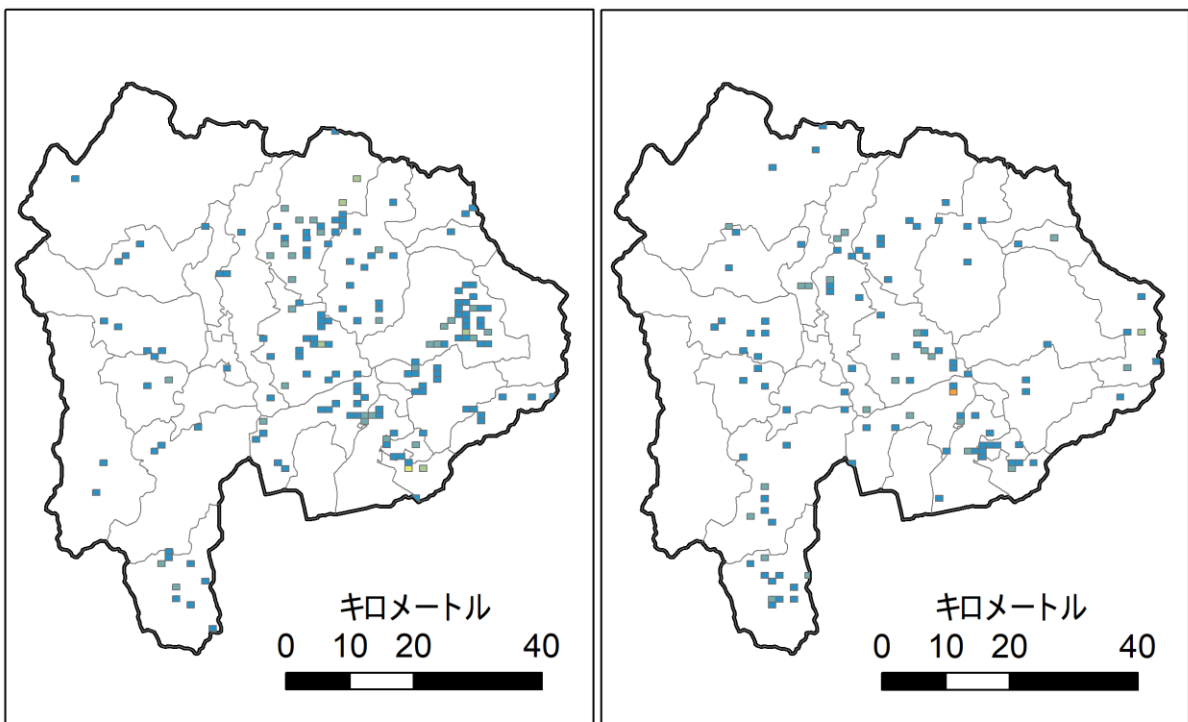
目撃地点 (2016年)

資料2 目撃地点 (2013～2016年度)



目撃地点 (2017年)

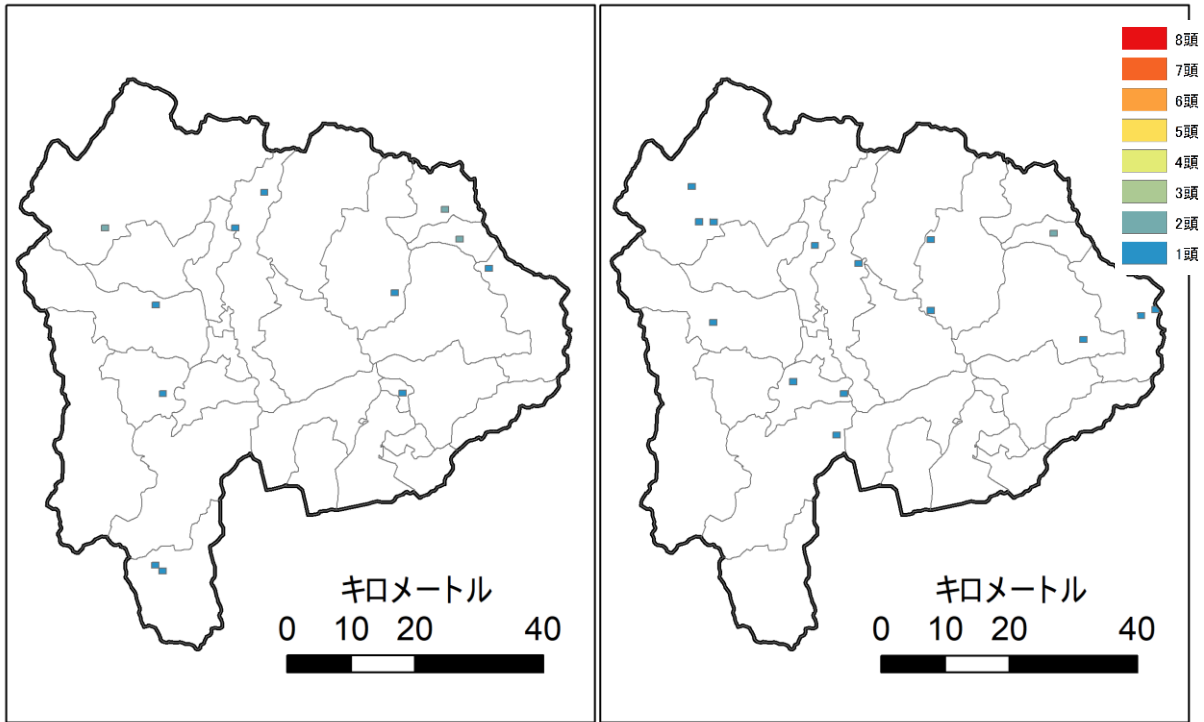
目撃地点 (2018年)



目撃地点 (2019年)

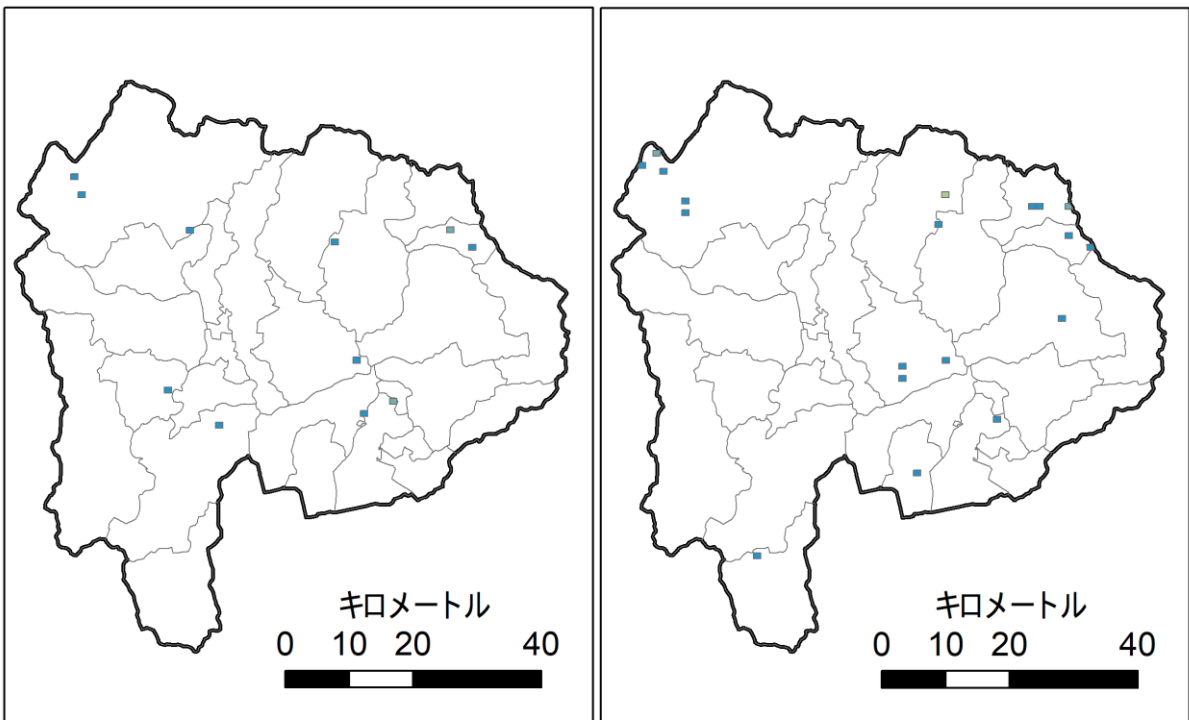
目撃地点 (2020年)

資料 2 (続き) 目撃地点 (2017~2020 年度)



捕獲地点 (2013年)

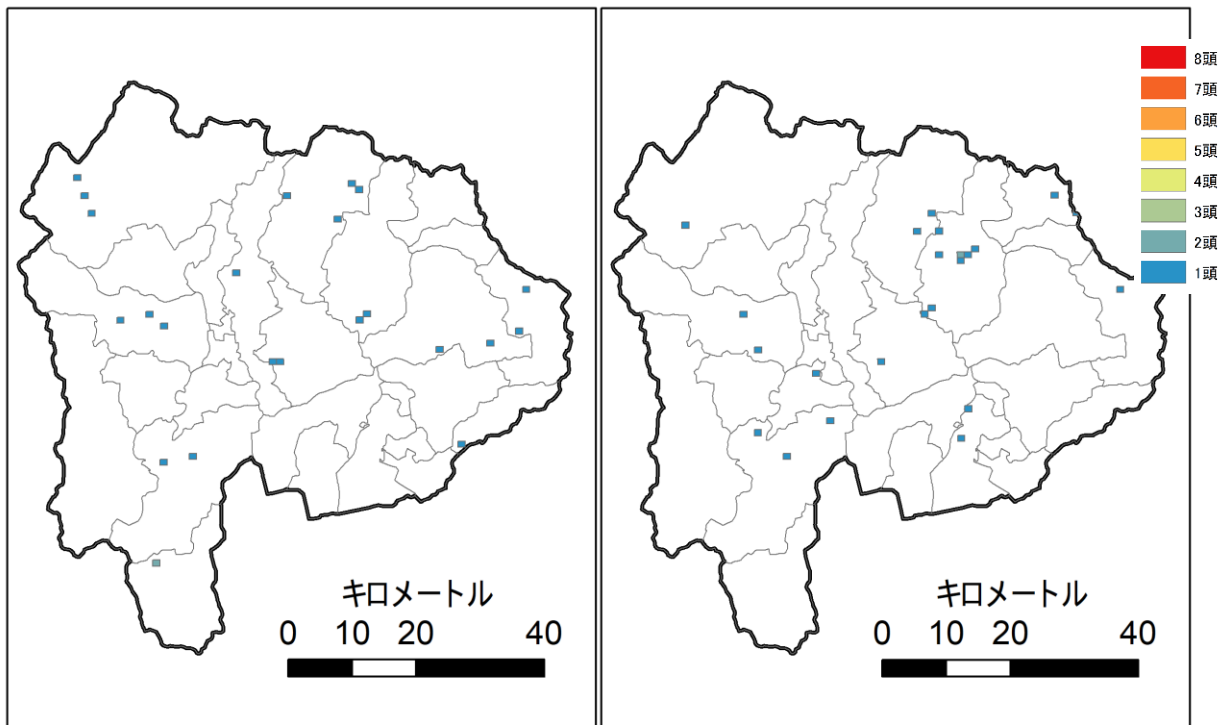
捕獲地点 (2014年)



捕獲地点 (2015年)

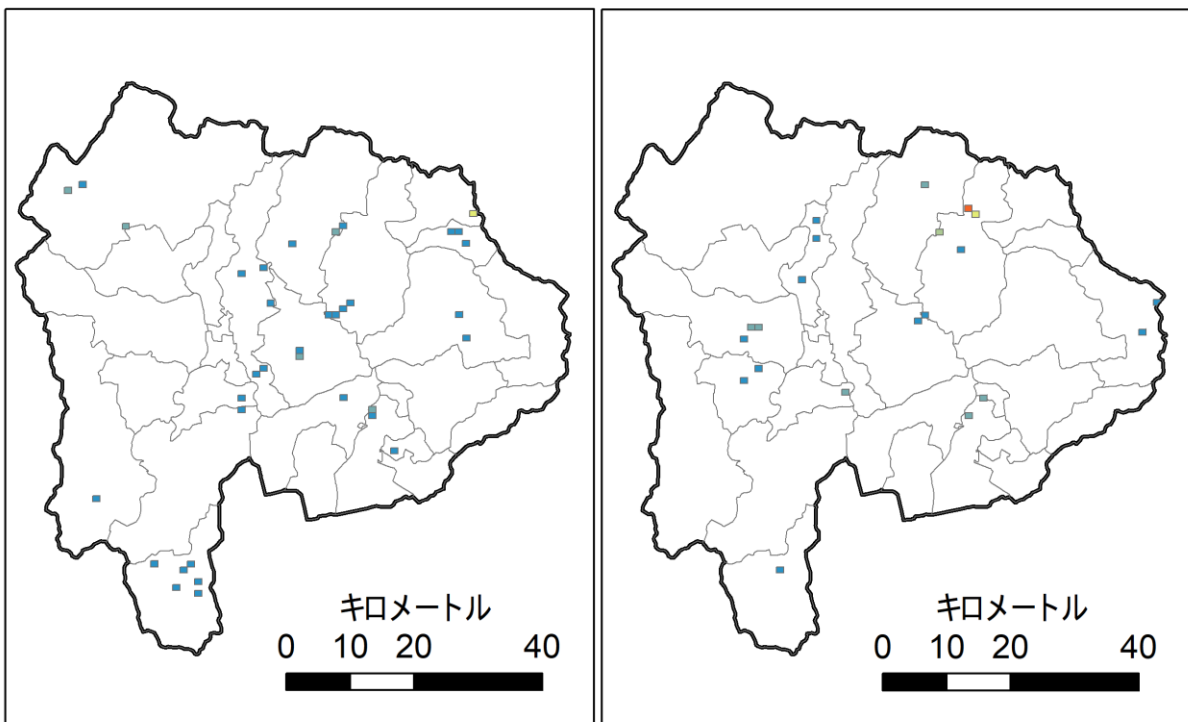
捕獲地点 (2016年)

資料3 捕獲地点 (2013~2016年度)



捕獲地点 (2017年)

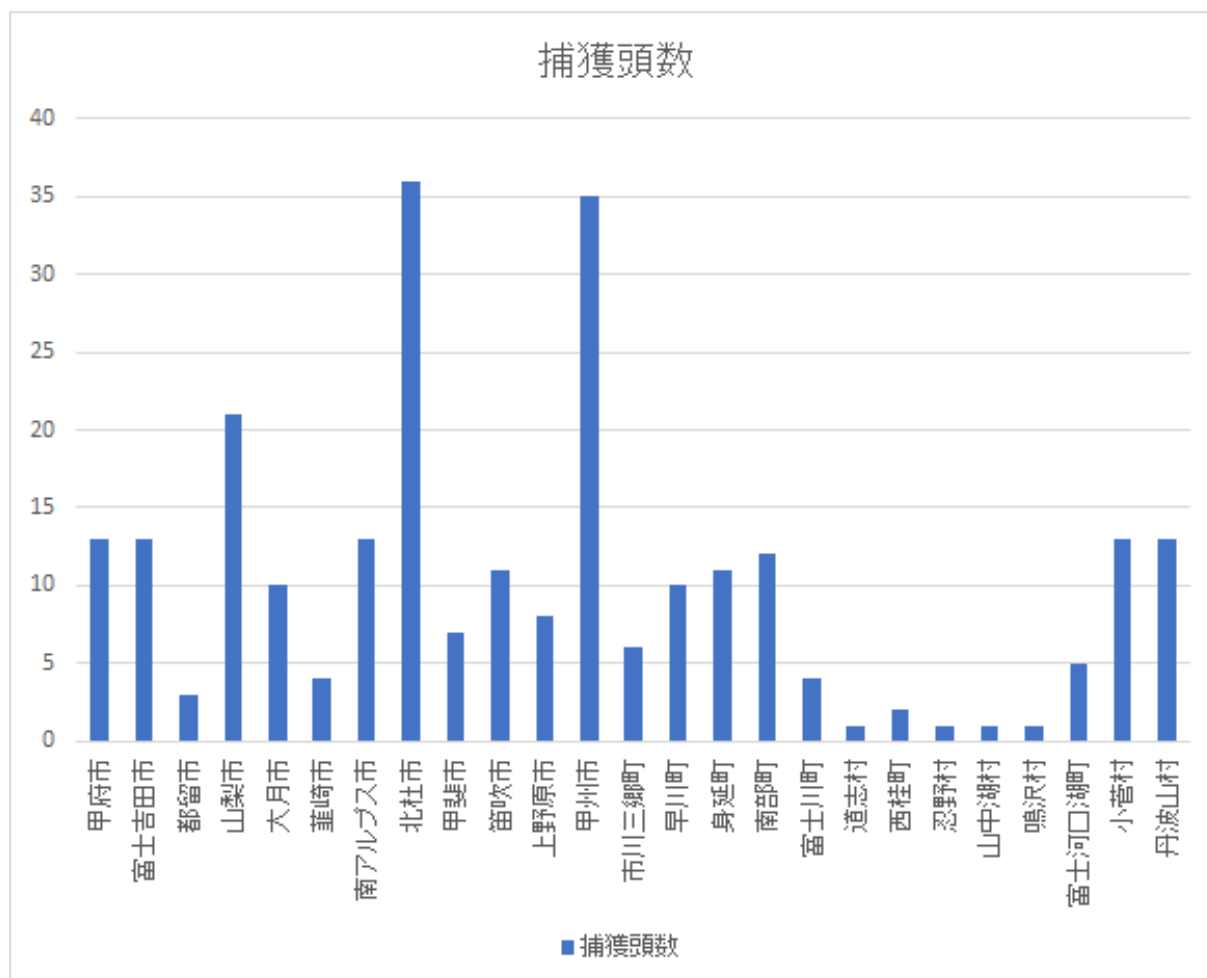
捕獲地点 (2018年)



捕獲地点 (2019年)

捕獲地点 (2020年)

資料 3 (続き) 捕獲地点 (2017~2020 年度)



資料 4 各市町村別累積捕獲頭数 (2013~2020 年度)

令和2年度
ツキノワグマ生息等モニタリング調査委託業務
報告書

令和3年3月31日

発注者 山梨県森林環境部みどり自然課
業務請負者 株式会社野生動物保護管理事務所

〒192-0031 東京都八王子市小宮町 922-7
Tel. 042-649-1385 Fax. 042-649-1386