

平成 28 年度
那岐山国有林外における
ニホンジカの捕獲強化のための行動把握等
調査業務報告書

平成 29 年 3 月



株式会社 野生動物保護管理事務所

目次

はじめに	1
第1章 糞塊密度調査	2
1. 調査地	2
2. 調査方法	2
3. 結果および考察	3
(1) 調査ルート	3
(2) 糞塊の確認位置	7
(3) 国有林別の糞塊密度	12
第2章 森林植生衰退状況調査	14
1. 調査方法	14
(1) 調査地の選定	14
(2) 林床の状況の記録	14
(3) 下層植生衰退度の算出	15
2. 結果および考察	15
(1) 調査地および植生概況	15
(2) 森林植生の衰退度の評価	21
第3章 GPS テレメトリー調査	23
1. 使用したGPS テレメトリー首輪	23
2. 測位スケジュール設定内容	24
3. 捕獲方法	24
4. 捕獲結果	24
第4章 カメラトラップ法による生息密度調査	34
1. 使用したセンサーカメラおよび設定内容	34
2. 撮影されたシカの解析方法	34
3. 生息密度の解析方法	35
4. 調査結果及び考察	35
(1) センサーカメラの設置状況	35
(2) 撮影頻度	37
(3) 生息密度の推定	44
(4) 撮影されたシカの性比	45
(5) 設置環境と撮影頻度との関係	45
(6) 時間帯別の撮影頭数の変化	48
5. センサーカメラ調査により得られた効果的な捕獲方法の提案	49
第5章 今後のモニタリング調査	51
1. 本業務で実施されたモニタリング調査の課題整理	51
(1) 糞塊密度調査	51

(2) 森林植生衰退状況調査	52
2. モニタリング調査の考え方	53
(1) 個体群動向に関する調査	53
(2) 森林植生への影響調査	53
(3) 対策実施のための調査	53
参考文献	55
参考資料	57

はじめに

全国的に、ニホンジカ（以下、シカという）の個体数増加に伴う過度な採食圧により、森林生態系への影響が顕著となり、生物多様性の低下、土壌の流出など、森林の有する公益的機能が低下していることが報告されている。中国山地は、シカの生息が連続しておらず、兵庫県と鳥取県の県境部、広島県の中央部、山口県の西部に地域個体群が分かれている。しかし、近年、シカの個体数が増加し、各地域個体群が連続するような分布拡大の兆候を見せている。

岡山県では、県の東部にシカの生息が確認されていたが、近年は県の中中部と西部にもシカの生息が確認されている（岡山県 2015）。また、岡山県では、森林生態系への影響について把握されていないが、近隣県の状況を鑑み、森林生態系への影響を軽減するための予防的措置としてシカの管理を推進していくことが、「ニホンジカ管理計画」（平成 27 年 5 月改訂）の中で示されている。

本事業の対象地域である、那岐山、木地山、津川山、岩湫、角ヶ仙、遠藤、霰ヶ仙、山ノ神谷、芝山、古谷、三室国有林は、中国山地に位置し、日笠山国有林および保曽国有林は県の南西部に位置する。これらの地域ではこれまでシカの生息状況および森林被害の状況が把握されていない。

そこで、中国山地に位置する 11 国有林では、糞塊密度調査、森林植生衰退状況調査を実施し、那岐山国有林および津川山国有林においては、GPS テレメトリー調査を実施することとした。また、シカの生息が多いと考えられる日笠山国有林および保曽国有林においては、シカの捕獲を効率的に進めるため、センサーカメラによる生息状況調査および生息密度の推定を実施した。

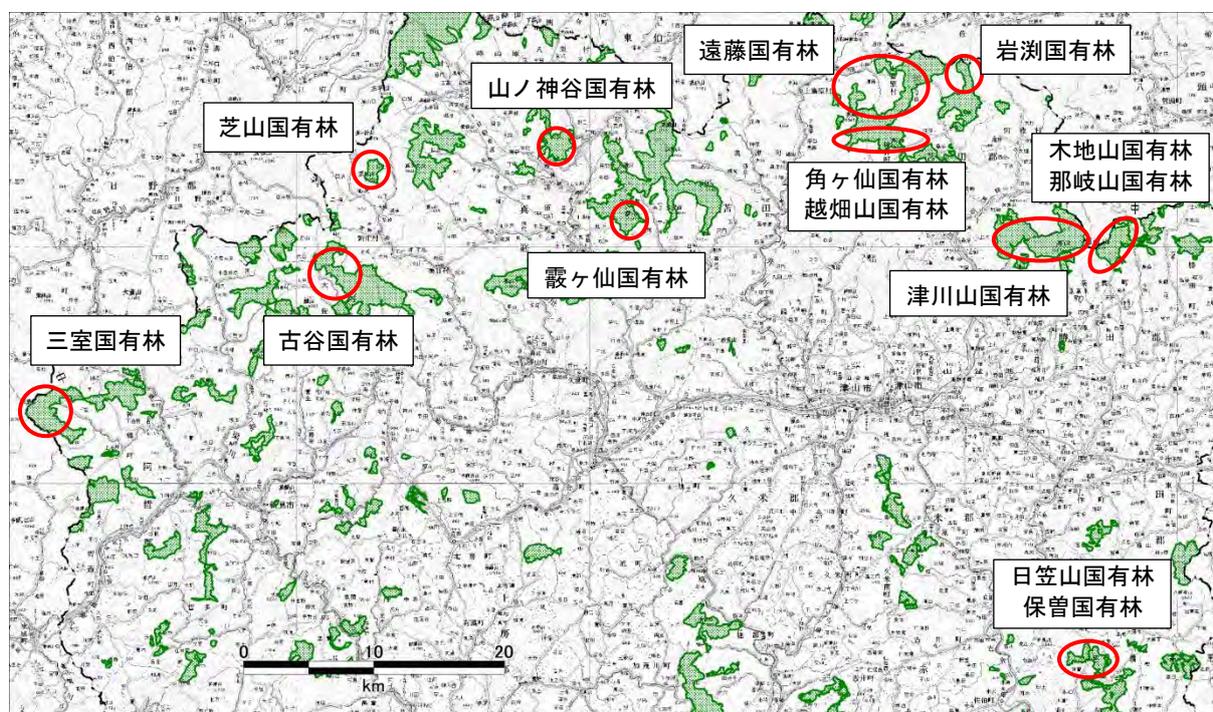


図 事業対象国有林 位置図

第1章 糞塊密度調査

シカの生息状況を把握することは、シカの保護管理を実施する上で基礎的な情報となる。糞塊密度調査は、毎年同時期に実施することによりシカの個体数の増減を推測することができたため、シカの生息状況を把握する上で有効とされており、兵庫県、鳥取県、京都府、岡山県、など多くの府県で採用されている方法である。そこで当該事業地におけるシカの生息状況の分布を把握することを目的に、シカの糞塊密度調査を実施した。

1. 調査対象地域

糞塊密度調査は、那岐山、木地山、津川山、岩渕、角ヶ仙、遠藤、霰ヶ仙、山ノ神谷、芝山、古谷、三室の各国有林において実施した。国有林の位置図について、図 1-1 に示す。

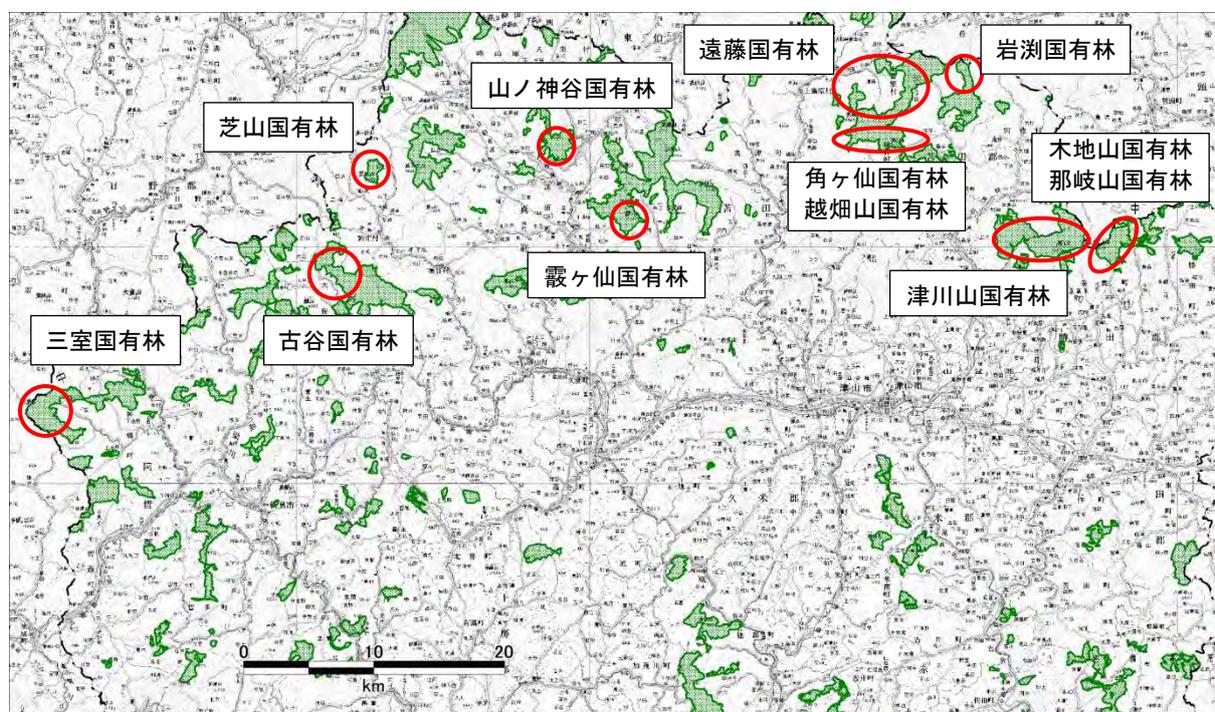


図 1-1 糞塊密度調査実施国有林 位置図

2. 調査方法

調査は、主要な尾根上に各ルートの距離が 2km 程度になるよう踏査ルートを設置し、ルートの中心線から左右各 50cm の範囲内において確認した糞塊について記録した。シカは立ち止まって糞をするだけでなく、歩きながら糞をすることも多いため帯状に糞が残り、いくつかの糞塊が重なってしまうこともある。そのため糞の形状、新鮮度、糞粒数を慎重に観察して糞塊の区別をし、1 回の脱糞で排泄されたと判断される糞粒の集まりを 1 糞塊とし、糞塊数を過大あるいは過小に評価しないよう注意した。

1 糞塊の糞粒数が少ないものについては、下層植生の多寡により見落とし率が異なると考えられるため、1 糞塊の発見糞粒数を 10 粒以上と 10 粒未満に分類し、10 粒以上の糞塊についてはハ

ンディGPS (Garmin 社、アメリカ) により確認位置を記録し、10 粒未満の糞塊は糞塊数のみを記録した。

踏査ルートは林相や下層植生が変化したところで、ルートを区切り、林相および下層植生について優占種を記録した。

糞塊密度調査は11月4日～11月6日に実施した。

3. 結果および考察

(1) 調査ルート

糞塊密度調査実施ルートを図1-2～図1-21に示す。調査ルートは、1ルートあたりの総延長が概ね2kmになるようにルートを設定した。なお、調査ルートは仕様書に指定されたルートがあるが、調査地の状況に応じて、調査ルートの延長に努めた。岩渕国有林の踏査ルートについては、主稜線上のチシマザサの繁茂が著しく、調査が困難な状況であったため、踏査予定ルートを大幅に変更し、総延長3.27kmで、予定踏査距離よりも0.25km延長した。

各国有林における踏査距離を表1-1に示す。調査ルートの総延長距離は、27.69kmで、ルート別平均踏査ルートは2.52kmであった。

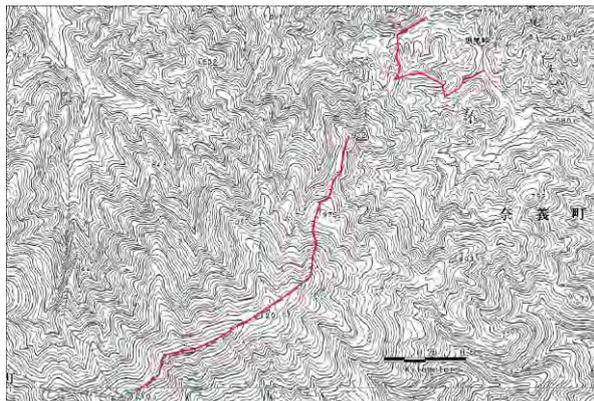


図1-2 糞塊予定ルート
那岐山・木地山国有林

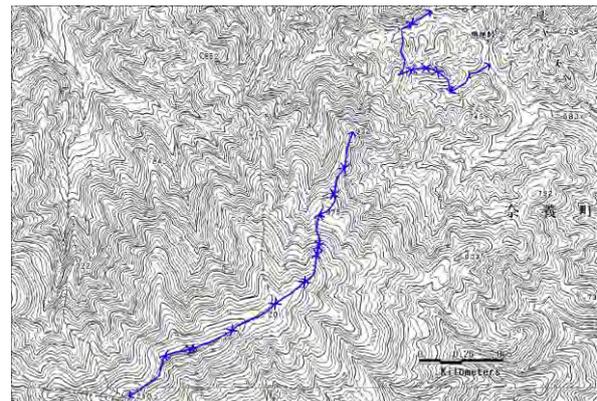


図1-3 糞塊踏査ルート
那岐山・木地山国有林

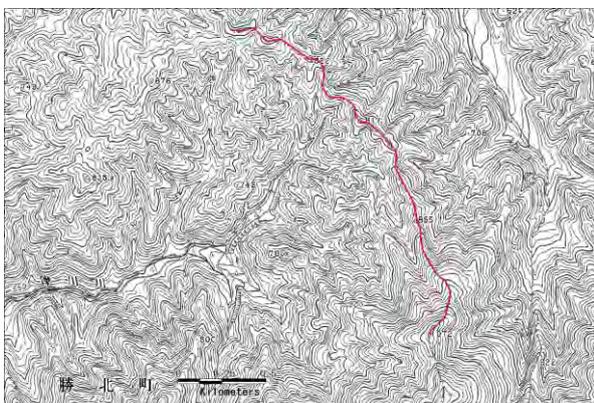


図1-4 糞塊予定ルート
津川山国有林



図1-5 糞塊踏査ルート
津川山国有林

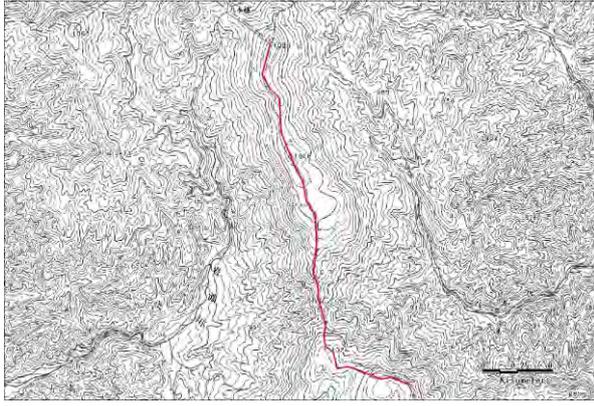


図 1-6 糞塊予定ルート
岩渕国有林

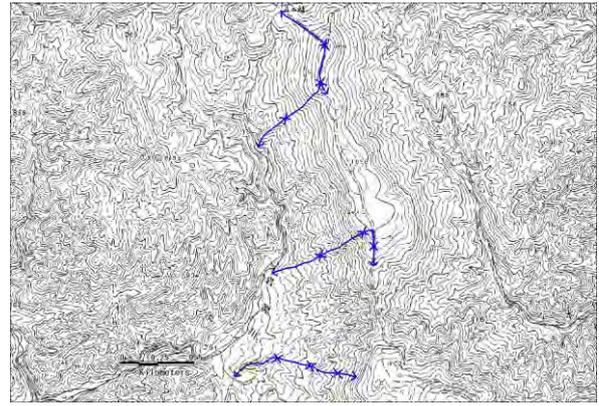


図 1-7 糞塊踏査ルート
岩渕国有林

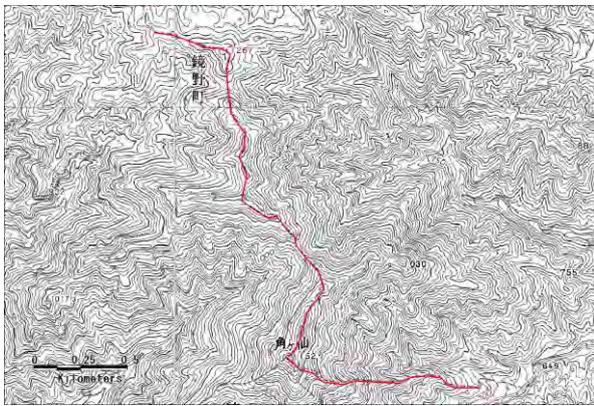


図 1-8 糞塊予定ルート
角ヶ仙・越畑山国有林

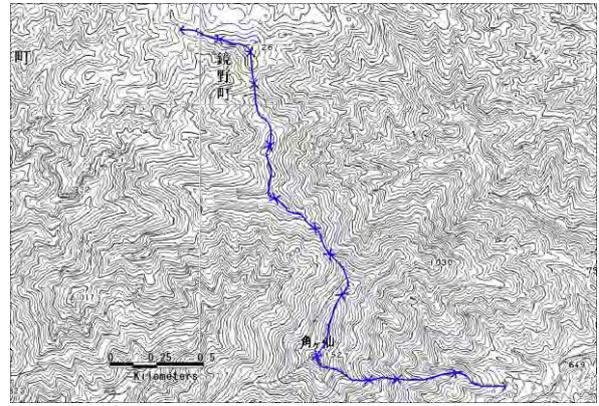


図 1-9 糞塊踏査ルート
角ヶ仙・越畑山国有林

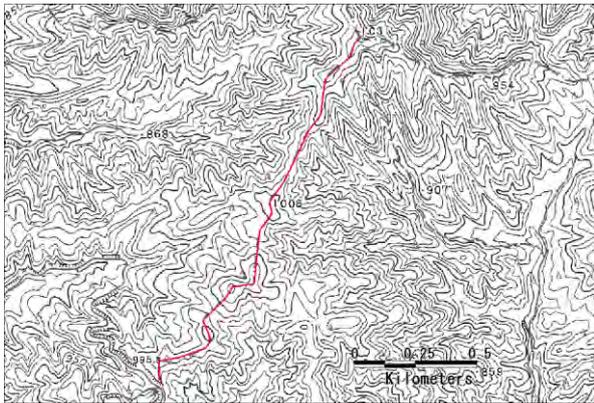


図 1-10 糞塊予定ルート
遠藤国有林

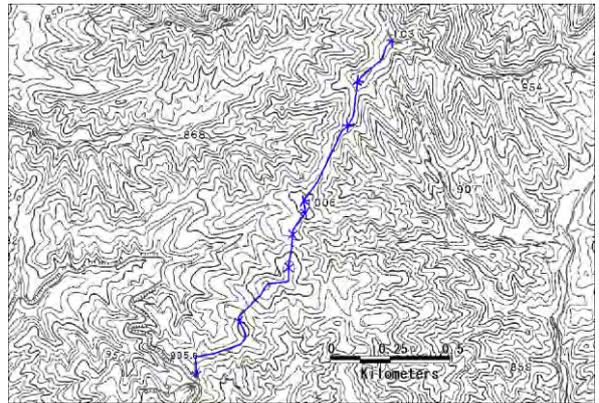


図 1-11 糞塊踏査ルート
遠藤国有林

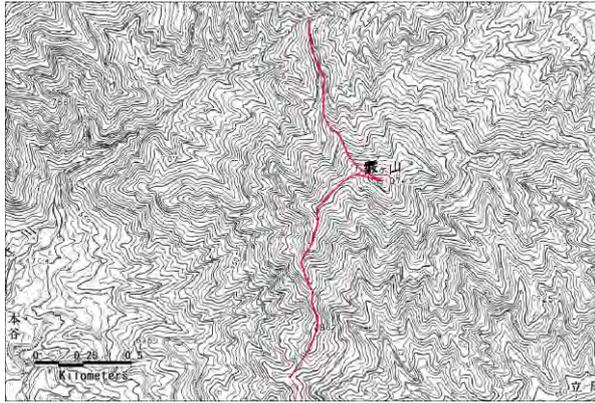


図 1-12 糞塊予定ルート
霞ヶ仙国有林

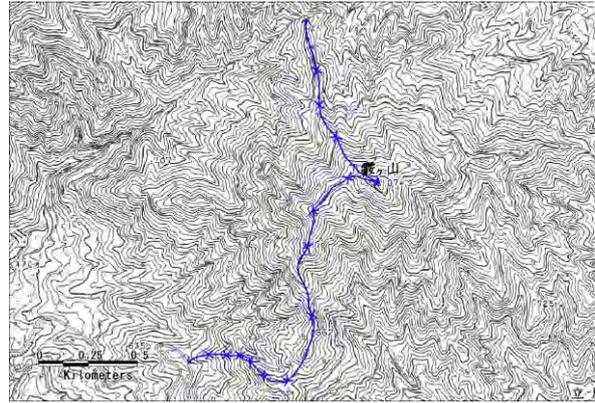


図 1-13 糞塊踏査ルート
霞ヶ仙国有林

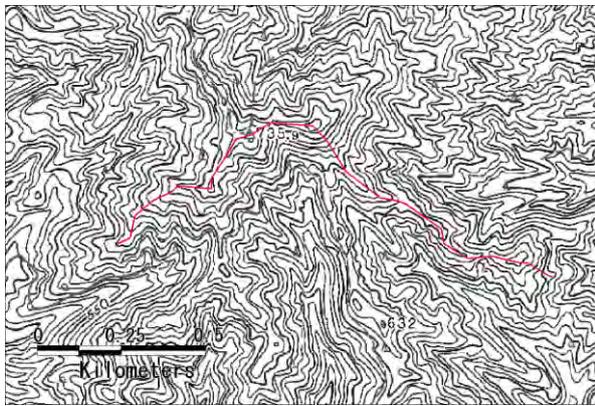


図 1-14 糞塊予定ルート
山ノ神谷国有林

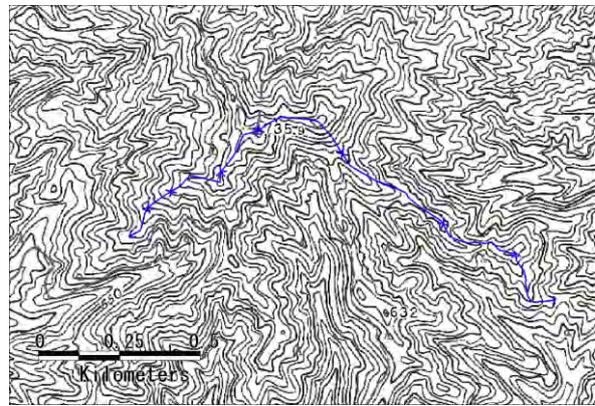


図 1-15 糞塊踏査ルート
山ノ神谷国有林

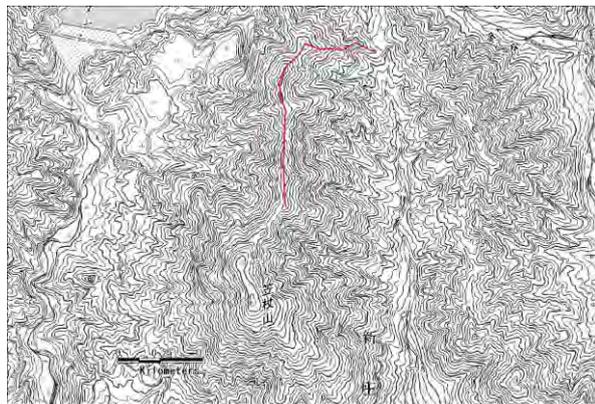


図 1-16 糞塊予定ルート
芝山国有林

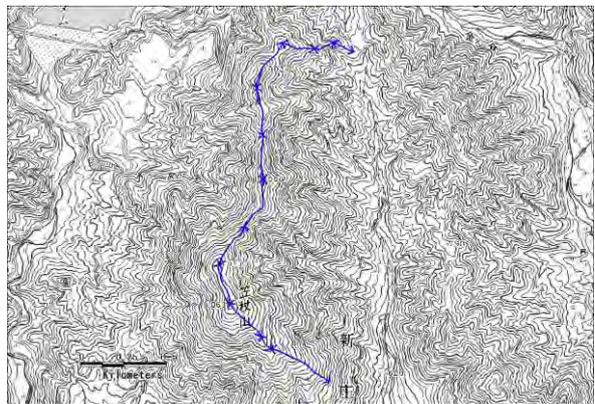


図 1-17 糞塊踏査ルート
芝山国有林

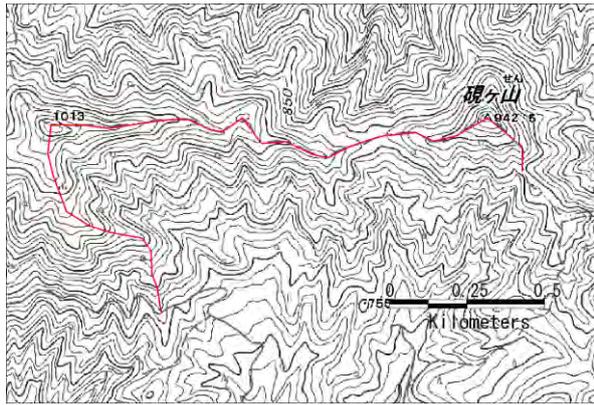


図 1-18 糞塊予定ルート
古谷国有林

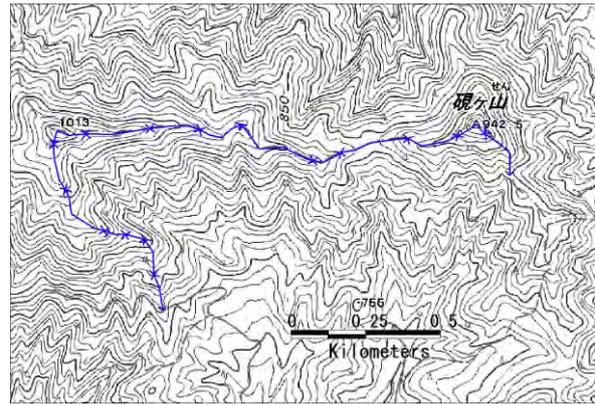


図 1-19 糞塊踏査ルート
古谷国有林

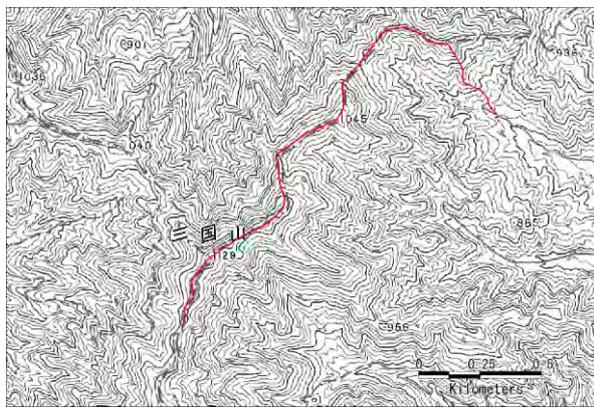


図 1-20 糞塊予定ルート
三室国有林

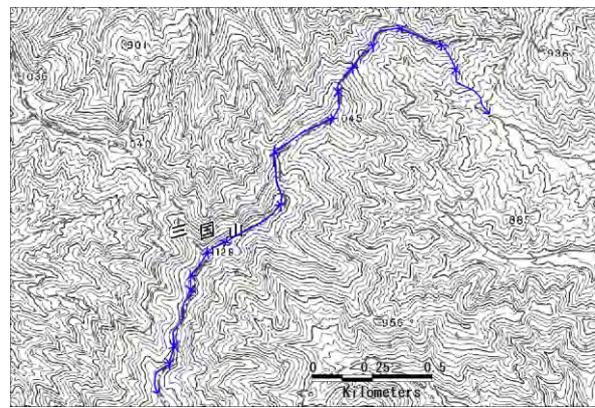


図 1-21 糞塊踏査ルート
三室国有林

表 1-1 各国有林の糞塊密度調査踏査距離

国有林名	予定 踏査距離 (km)	調査実施 踏査距離 (km)	増減
三室国有林	2.28	2.64	0.36
古谷国有林	2.54	2.55	0.01
芝山国有林	1.48	2.92	1.45
山ノ神谷国有林	1.68	1.80	0.13
霞ヶ仙国有林	2.36	2.89	0.54
遠藤国有林	1.82	1.83	0.00
角ヶ仙・越畑山国有林	3.42	3.42	0.00
岩渕国有林	3.02	3.27	0.25
津川山国有林	2.51	2.84	0.33
那岐山国有林	2.26	2.32	0.06
木地山国有林	1.20	1.21	0.00
平均踏査距離 (km)		2.52	
総踏査距離 (km)		27.69	

(2) 糞塊の確認位置

糞塊の確認位置を、図 1-22～図 1-31 を国有林別に示す。また、糞塊の写真を写真 1-1、写真 1-2 に示す。

三室国有林を除く全ての国有林で糞塊を確認した。また、古谷国有林および山ノ神谷国有林ではシカの分布が不明であったが、本事業において生息が確認された。

岡山県の東部に位置する国有林において、糞塊の確認数が多く、県西部で糞塊が少ない傾向がみられた。岡山県東部は、兵庫県に隣接しており、兵庫県ではシカの生息密度が高いこと、また鳥取県は東部でシカ密度が高く、西部で低い傾向が報告されている（兵庫県 2015, (株)野生動物保護管理事務所 2016）。岡山森林管理署管内の国有林においては、兵庫県に隣接する東部で高く、鳥取県と同様に西部で低くなる傾向が確認された。

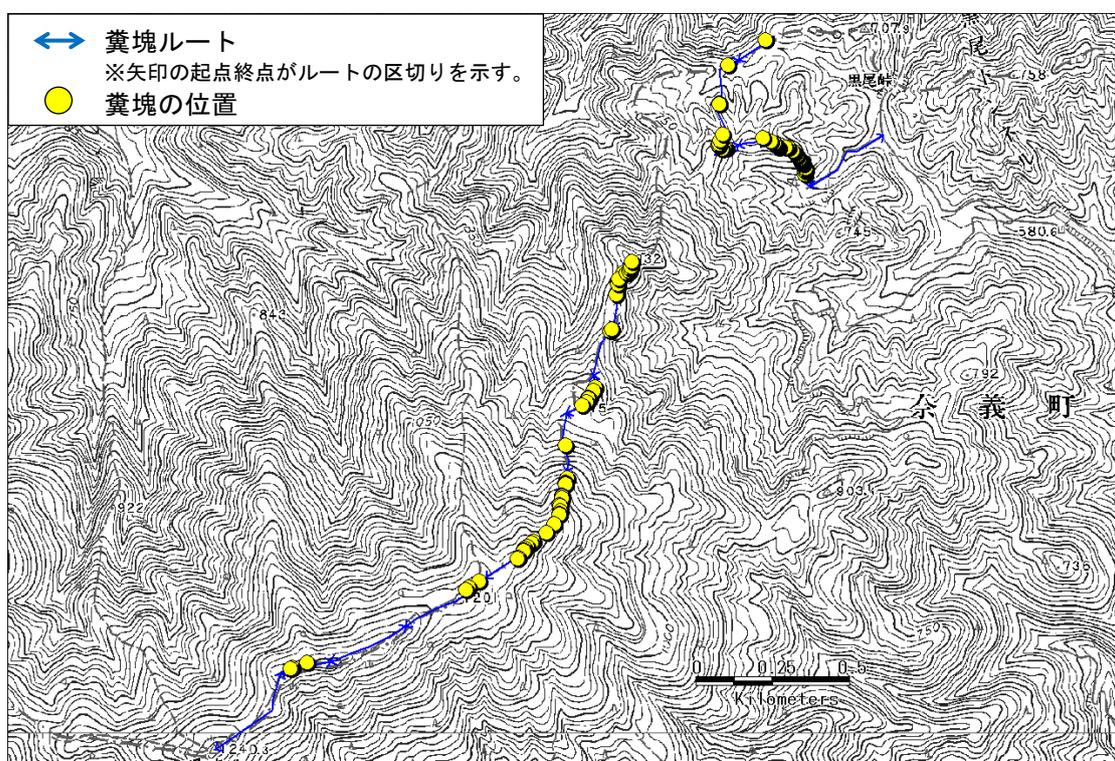


図 1-22 糞塊確認位置
木地山・那岐山国有林

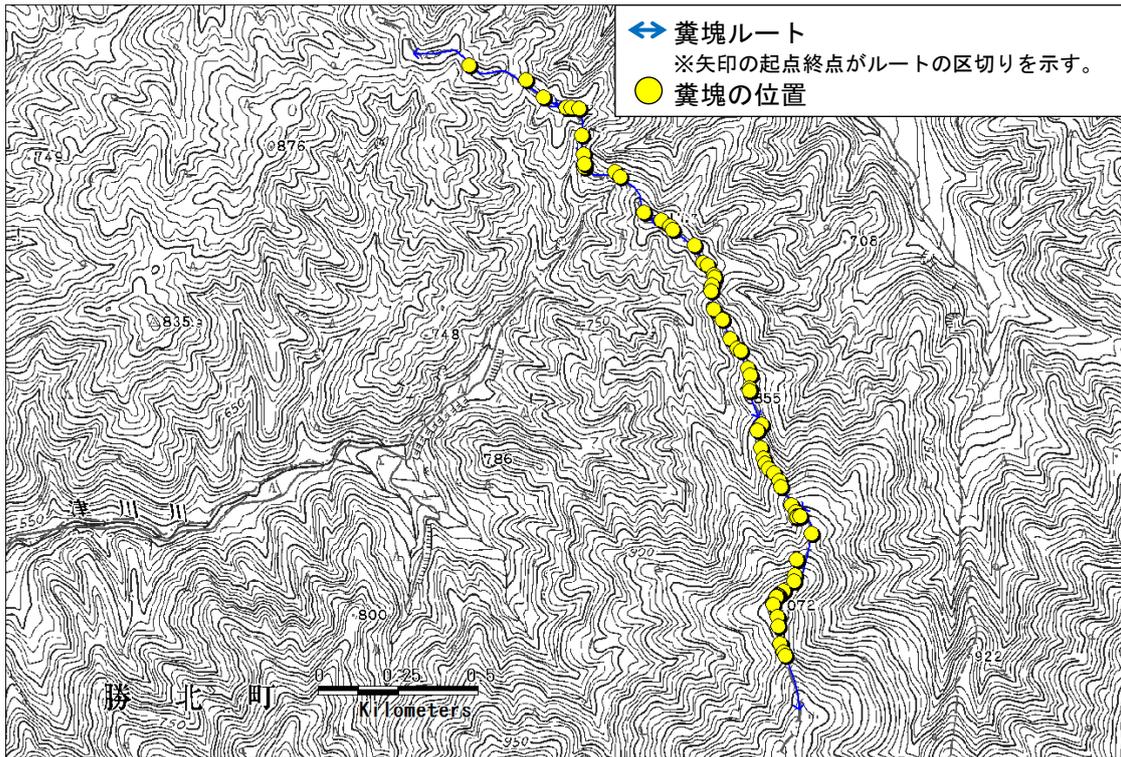


図 1-23 糞塊確認位置
津川山国有林

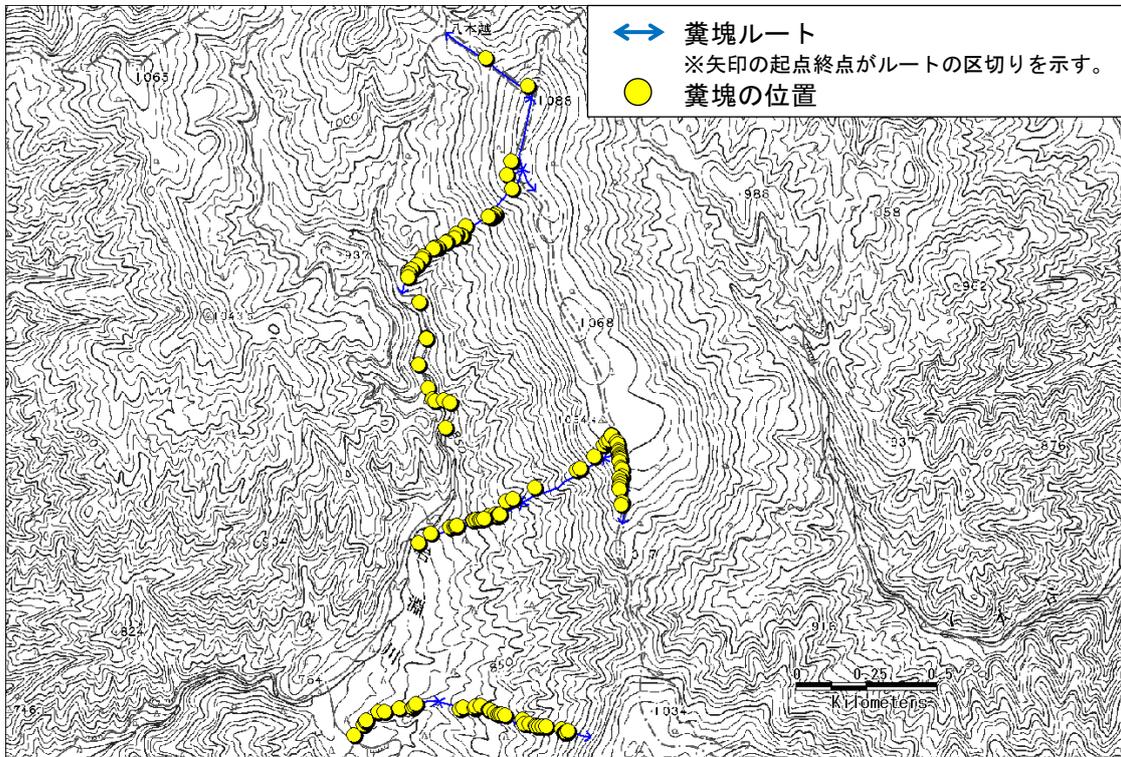


図 1-24 糞塊確認位置
岩淵国有林

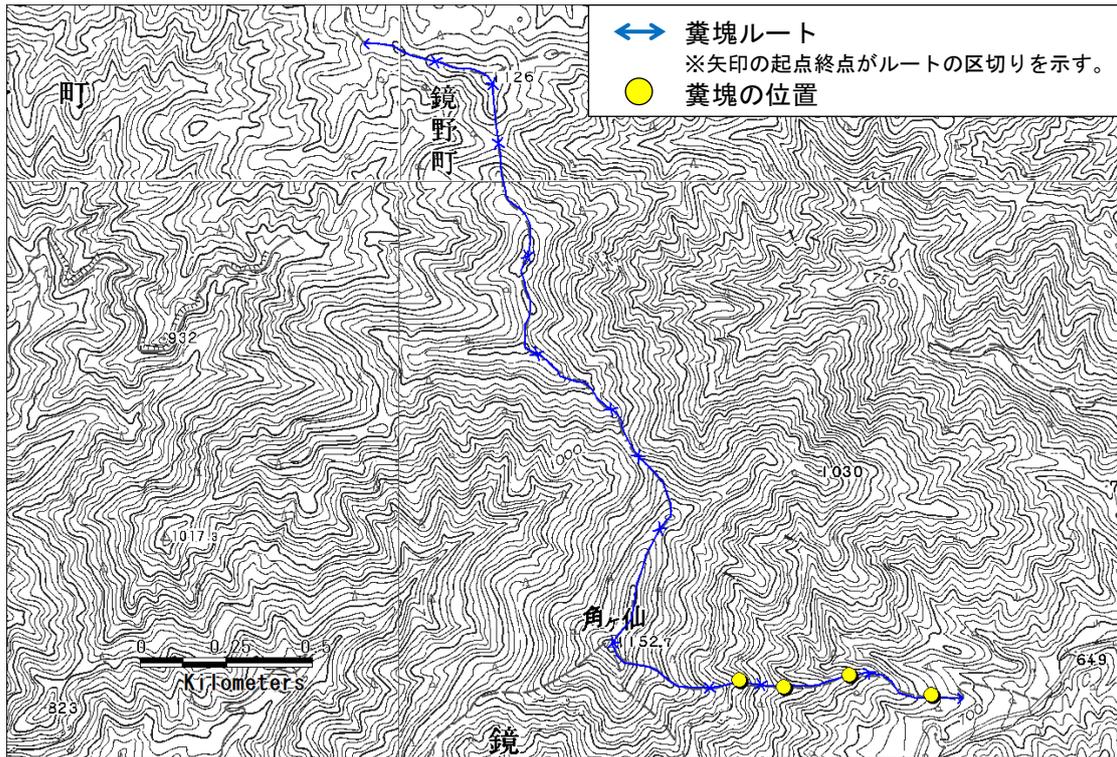


図 1-25 糞塊確認位置
角ヶ仙・越畑山国有林

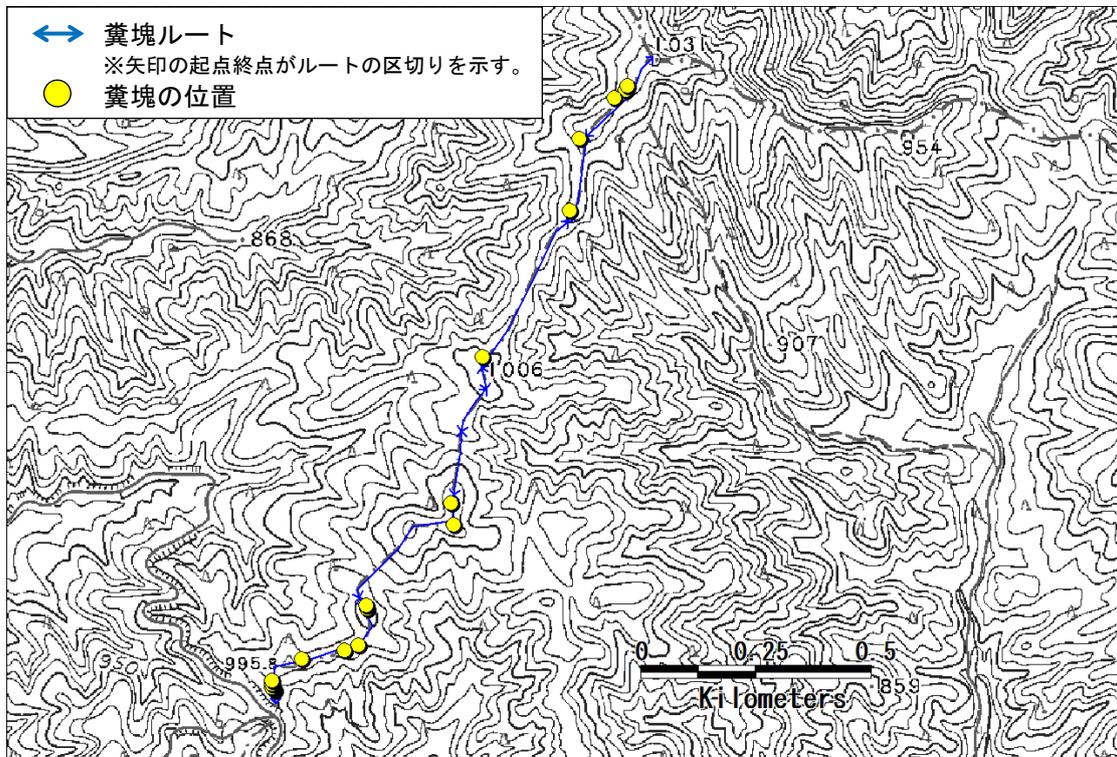


図 1-26 糞塊確認位置
遠藤国有林

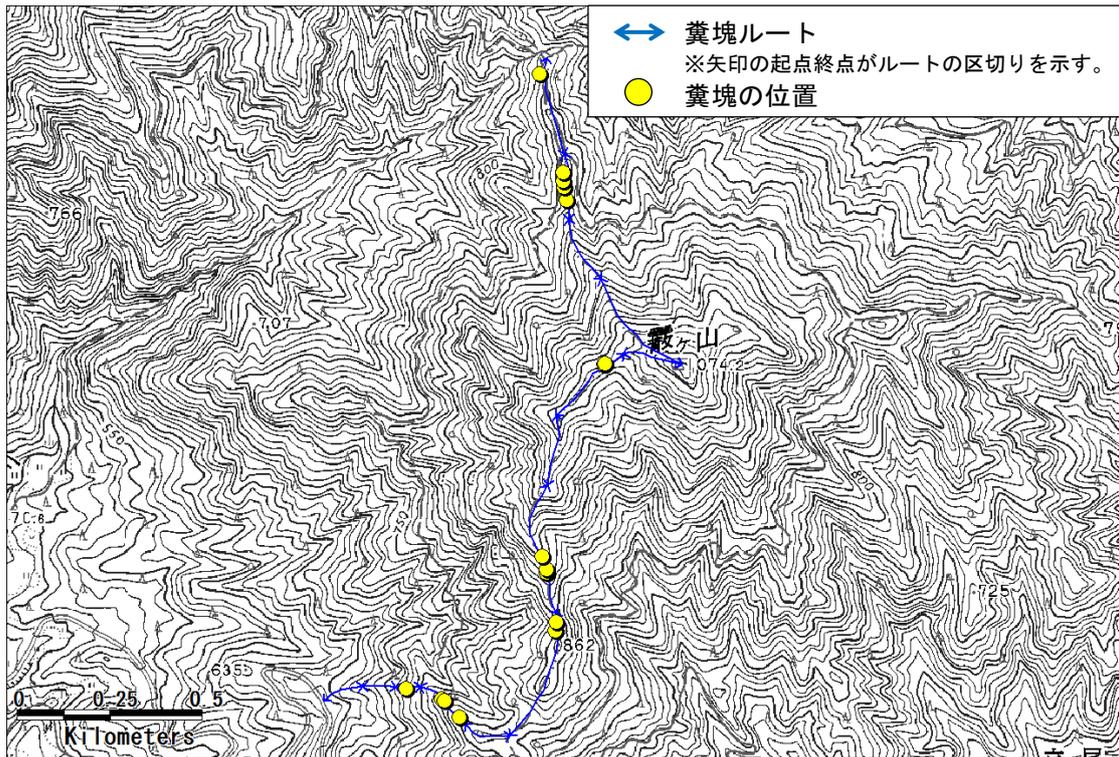


図 1-27 糞塊確認位置
霞ヶ仙国有林

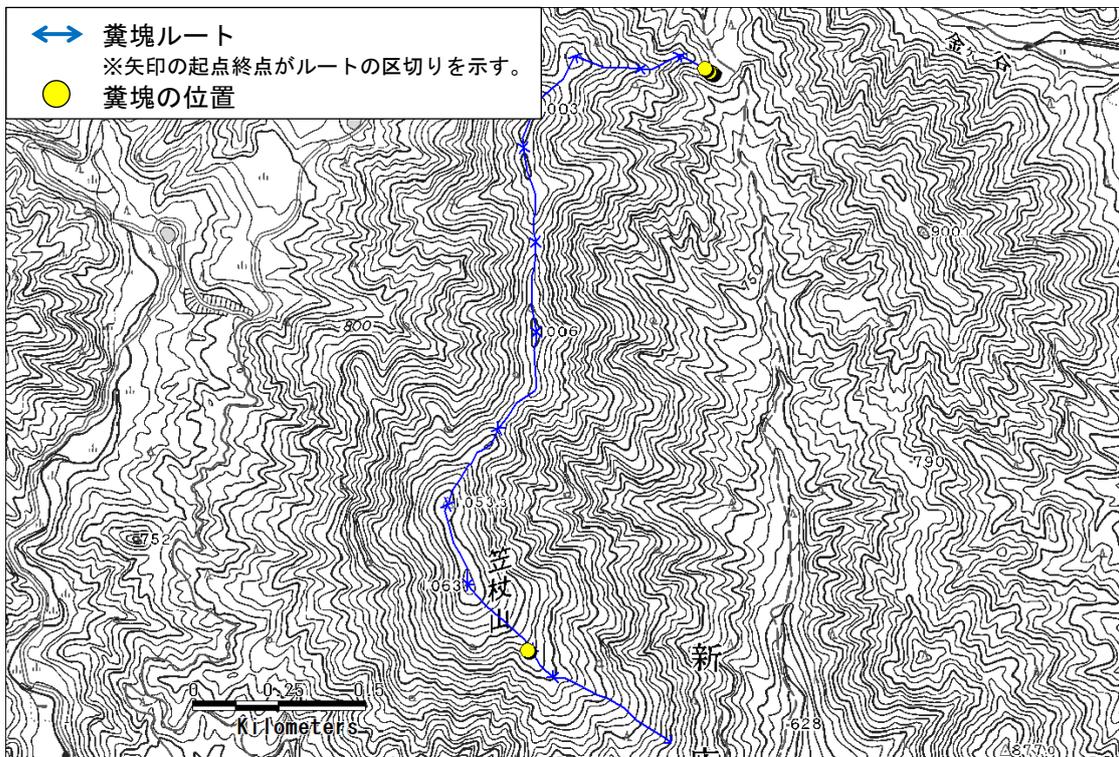


図 1-28 糞塊確認位置
芝山国有林

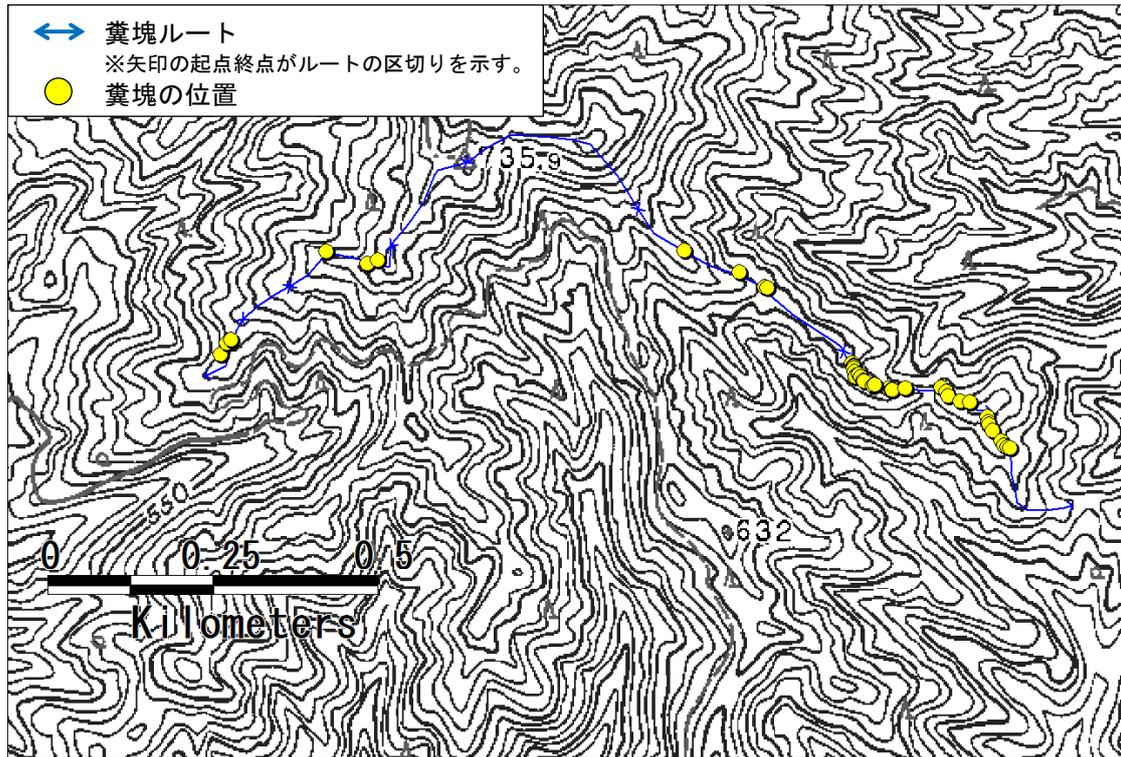


図 1-29 糞塊確認位置
山ノ神谷国有林

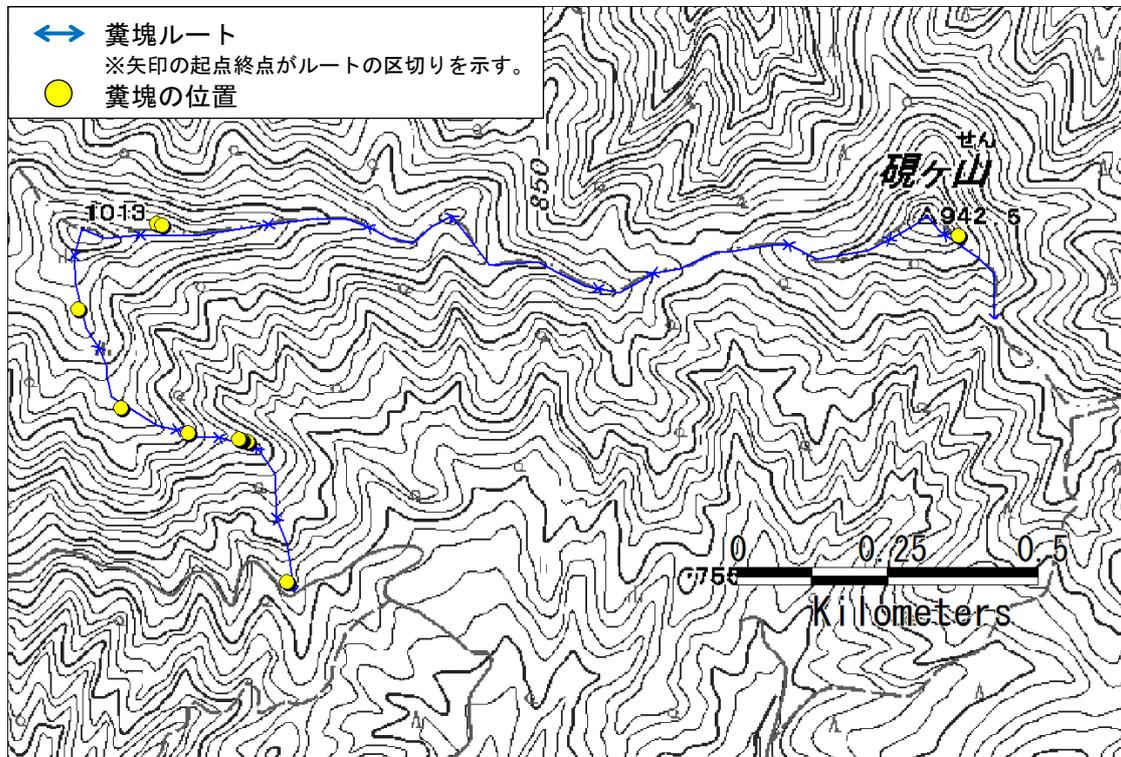


図 1-30 糞塊確認位置
古谷国有林

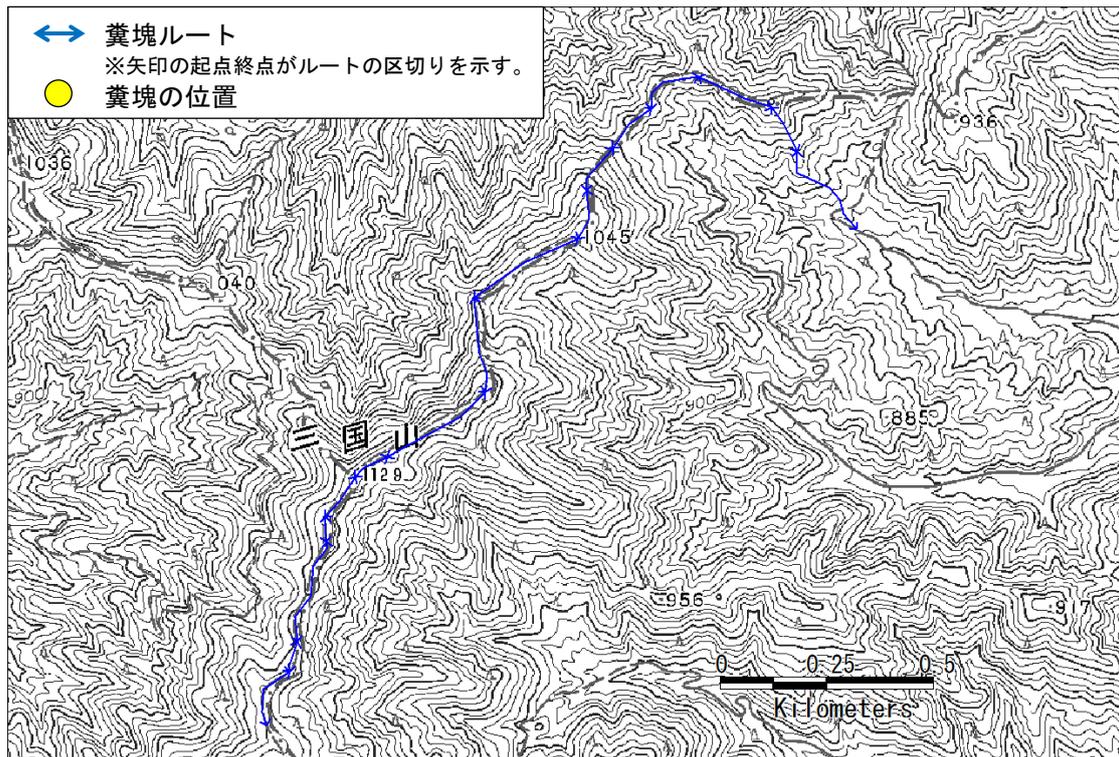


図 1-31 糞塊確認位置
 三室国有林（糞塊の確認無し）



写真 1-1 シカの糞塊



写真 1-2 シカの糞塊

（3） 国有林別の糞塊密度

図 1-32 に各国有林における糞塊密度を示す。なお、作成したグラフは、横軸の国有林名が東西に一致するように並べている。

最も糞塊密度が高かったのは、岩渕国有林であった。岩渕国有林は、主稜線上はチシマザサ（別称ネマガリタケ）が繁茂しており、歩行も困難な状況であったため、大幅にルートを変更したところである。主稜線上の一部を調査したが、主稜線上はチシマザサの繁茂により、シカの痕跡も少なく糞塊の確認が少なかった（写真 1-3）。一方、新たに設置したルートは糞塊の確認が多かった。踏査ルートは主稜線に向かう尾根に設置したが、チシマザサは繁茂しておらず（写真 1-4）、

低木へのシカの食痕が確認されるなど、シカの痕跡が多かった。岩渕国有林の主稜線部のように歩行が困難なほど下層植生が繁茂している所においては、シカの利用も少ないことが推察される。

岩渕国有林の他に糞塊密度が高かったのは、木地山国有林、那岐山国有林、山ノ神谷国有林、津川山国有林であった。山ノ神谷国有林を除くと東から西へ向かうにつれて、糞塊密度が低くなる傾向がみられた。山ノ神谷国有林は岡山県の中中部にあたることからシカ密度が低いことが予想されていたが、糞塊密度が高く、今後の動向に注意が必要である。

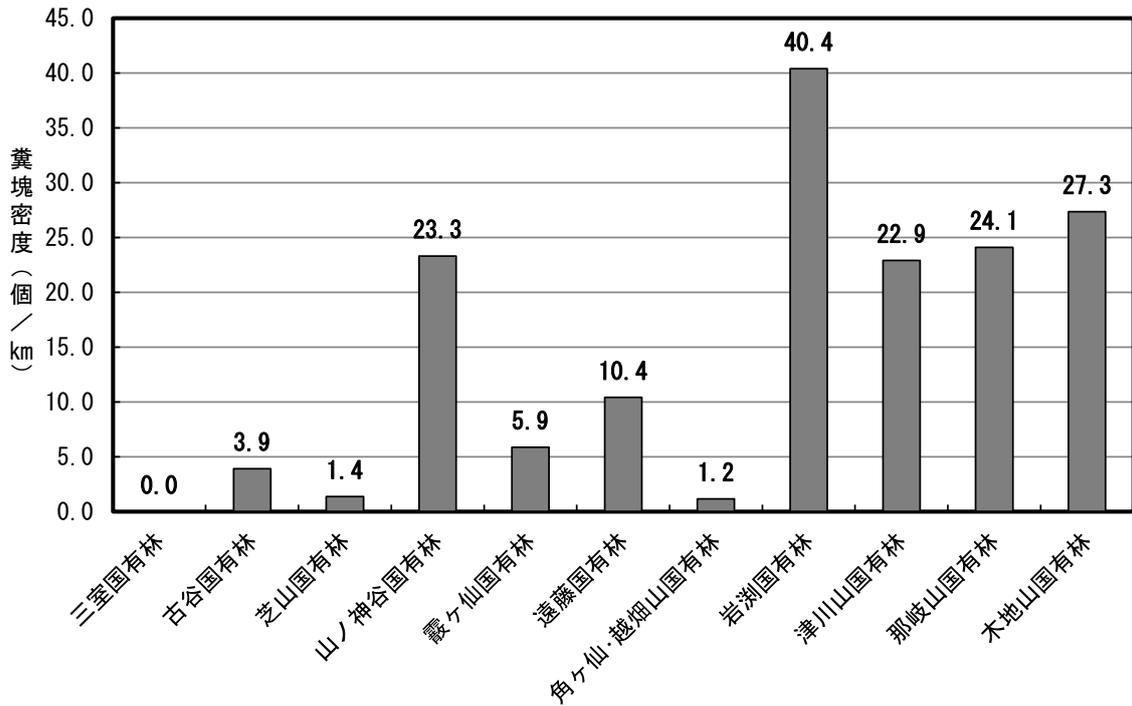


図 1-32 国有林別糞塊密度



写真 1-3 岩渕国有林における主稜線上のチシマザサ繁茂状況



写真 1-4 岩渕国有林において新たに設置したルート上の植生環境

第2章 森林植生衰退状況調査

シカの生息密度が過密となると、下層植生の減少や、シカの不嗜好性植物が繁茂するなどの植物相が変化するため、希少な植物群落への影響も懸念される。生育植物種の変化は、鳥類・昆虫類など様々な生物相にも影響を与え、森林生態系への影響が大きい。また、下層植生の減少・衰退により、土壌の流出などが各地で報告されており、国土保全の上でも森林の衰退状況を把握しておくことは重要である。

シカによる森林衰退状況の把握手法については、いくつかの方法が提案されているが、兵庫県で実施されている方法（下層植生の植被率により評価する方法）が近隣県でも、普及しつつある。本事業では、兵庫県の植生衰退調査を改変した方法で、三重森林管理署大杉谷国有林における方法と同様の方法を取り入れて調査を行い、その結果に基づいて当該事業地の植生の衰退状況を推定した。

1. 調査方法

(1) 調査地の選定

指定された地域において、落葉広葉樹林を中心に1~2地点を選定し、それぞれの地点に20m×20mの調査区を設定した。調査地は以下の基準に従って、選定した。

- 林冠の高さが10m以上であること
- 林冠が閉鎖していること
- 伐採痕など人為的な攪乱痕跡がないこと
- 林縁部からの光が入らない程度に林縁から離れていること
- 不嗜好性植物が低木層・草本層に優占していないこと

(2) 林床の状況の記録

調査は、森林衰退状況調査票（参考資料3）を使用し、実施した。なお、今回の分析に用いた項目は以下の通りである。

- 低木層の状態*
 - ・木本類の植被率
 - ・ササの植被率
- 地表層の状態**
 - ・リター（落葉落枝）の被覆度：
{99%以上、99%未満 75%以上、75%未満 50%以上、50%未満}
 - ・面状浸食（土柱形成）の面積割合：
{10%未満、25%未満 10%以上、50%未満 25%以上、50%以上}
- その他
 - ・高木性稚幼樹（樹高30cm以上）の林床での有無：{有、無}

なお*、**については、以下にシカとの影響について、簡単に説明を示す。

低木層の状態

シカの採食圧が高まると、シカの口の届く範囲の植物はほとんど食べられてしまい、ブラウジングラインが形成される。特にササはシカの主要な餌資源になるため、影響が顕著に出る。

地表層の状態

リター（落葉落枝）はブラウジングラインが形成されているような林分では、餌資源となるため、リターが減少してくる。

さらにリターは土壤に直接雨滴が当たるのを防ぐ機能があり、これがなくなると、土壤の流出が始まる。

（３） 下層植生衰退度の算出

各調査地点にシカによる下層植生への影響程度（下層植生衰退度）は、低木層の植被率に応じて、以下の６段階に区分した。なお、低木層の植被率の計算は、低木層における木本類の植被率とササの植被率の合計値を用いた。また、当該事業地においては、三室国有林についてはシカの糞塊が確認されなかったことから、「無被害」とし、他の国有林については糞塊が確認されていることから、シカの痕跡がある林分として分析を行った。

- ・無被害：シカの食痕がない林分
- ・衰退度 0：低木層の植被率が 75.5%以上で、シカの痕跡がある林分
- ・衰退度 1：低木層の植被率が 38%以上 75.5%未満で、シカの痕跡がある林分
- ・衰退度 2：低木層の植被率が 18%以上 38%未満で、シカの痕跡がある林分
- ・衰退度 3：低木層の植被率が 9%以上 18%未満で、シカの痕跡がある林分
- ・衰退度 4：低木層の植被率が 9%未満で、シカの痕跡がある林分

2. 結果および考察

（１） 調査地および植生概況

調査を実施した位置について、図 2-1 に広域図を、図 2-2～2-11 に詳細位置図を示す。調査地点数は 18 カ所で、調査は 11 月 4～6 日に実施した。なお、各調査地の概況写真については、参考資料 1 に示す。

各調査地における、立地概況は表 2-1 に、植生概況は表 2-2 に、シカの影響は表 2-3 に、指標種の生育および被食状況は表 2-4 に示す。

調査地の地形は、尾根が 6 カ所、斜面が 12 カ所であった。斜面長規模は全地点で 100m 以下である。土性区分は、葡行土が 12 箇所、残積土が 6 箇所であった。

植生は、ブナ、ミズナラ、クリ、コナラ、クヌギなどのブナ科が優占している所が 13 箇所、ミズメ、カナクギノキ、アカマツなどの遷移途中の段階の林分が 3 箇所、ウリハダカエデが優占する林分が 2 箇所となった。下層植生の優占種は、リョウブ、クロモジ、アセビなどが優占している林分が多かった。ササ層では、チシマザサまたはチマキザサが生育しており、平均高はチシマザサが 100～300cm、チマキザサが 40～130cm であった。全ての調査において、「岡山県版レッド

データブック 2009」に記載されている維管束植物で准絶滅危惧以上のランクに位置づけられている種は確認されなかった。

シカの影響については、6種に樹皮剥ぎが認められ、5種に枝葉の食痕が認められた。またササについては、チシマザサとチマキザサが確認され、被食の程度は那岐山Aが50～75%、霰ヶ仙A・B、山ノ神谷Aで0～10%の被食が確認された。那岐山Bと津川山A・Bでは、ササの枯死した桿が残存しており、これらの国有林ではが消失していることが推察される。

地表の攪乱に関する項目では、リターの被覆度が99%以上の地点は8箇所、75～99%の地点は9箇所、50～75%の地点は1箇所確認された。裸地の露出率については、全ての地点で50%未満であった。二次浸食については、3箇所でのみ「わずかにあり」となった。地表の攪乱に関する項目については、シカの影響が著しい地域で確認される現象であるが、岡山森林管理署管内では土壌の流出などの深刻な状況にはなっていないことが予想される。

指標種は6種指定されていたが、日本海性気候の中国山地においては、シカの採食の嗜好性が高いハイイヌガヤが多く生育していることから、ハイイヌガヤについても指標種の一つとして加えて調査を実施した。リョウブは、古谷国有林以外の地点で生育が確認され、そのうち8箇所採食が確認された。イヌツゲについては、生育の確認された13箇所中3箇所採食が確認された。クロモジについては、生育の確認された11箇所中3箇所採食が確認された。リョウブ、イヌツゲ、クロモジのいずれにも食痕が確認されなかったのは、遠藤、角ヶ仙・越畑山、霰ヶ仙、山ノ神谷、芝山、三室国有林であったが、遠藤国有林のB地点ではハイイヌガヤの食痕が確認された。

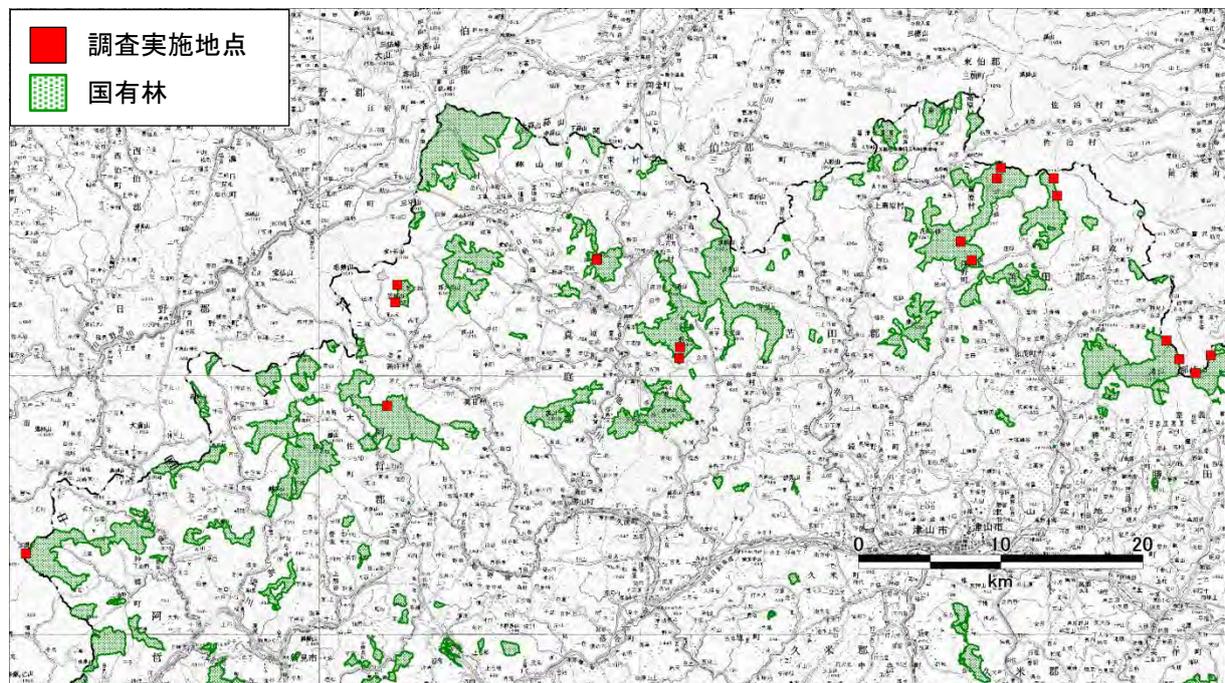


図 2-1 森林植生衰退状況調査実施地点

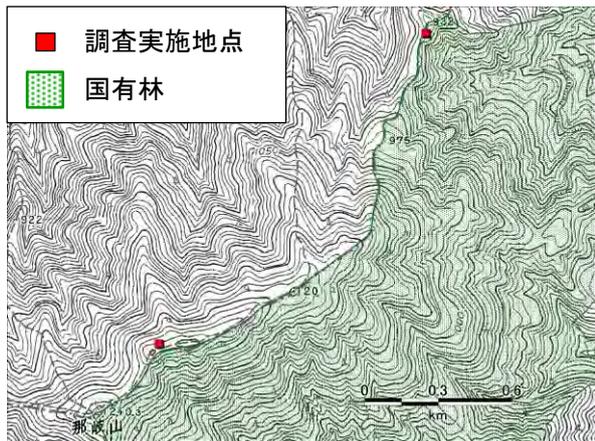


図 2-2 森林植生衰退状況調査地点
那岐山国有林

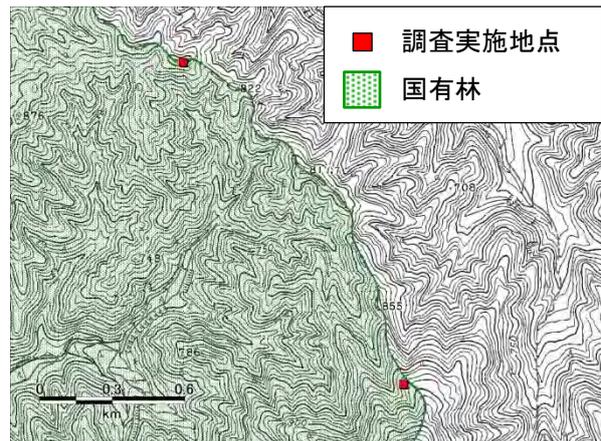


図 2-3 森林植生衰退状況調査地点
津川山国有林

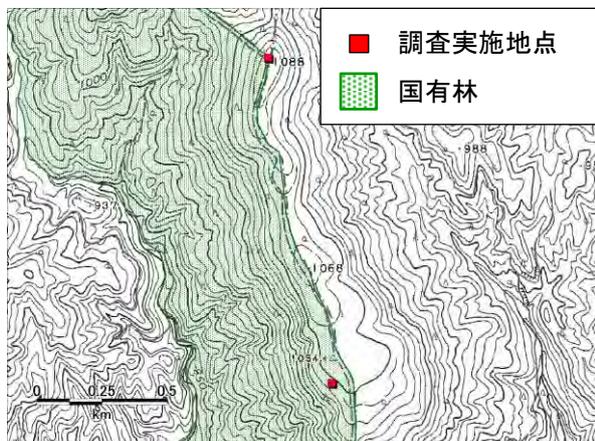


図 2-4 森林植生衰退状況調査地点
岩湊国有林

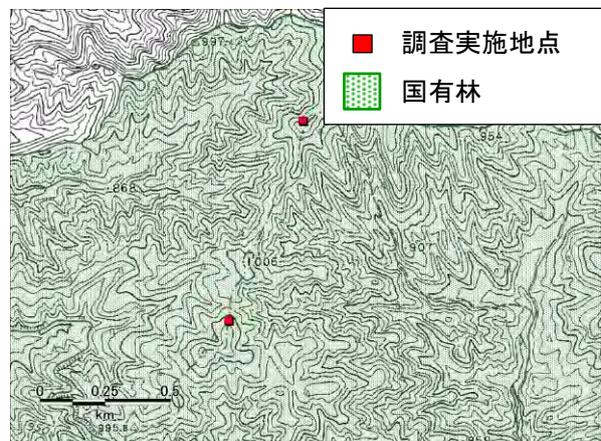


図 2-5 森林植生衰退状況調査地点
遠藤国有林

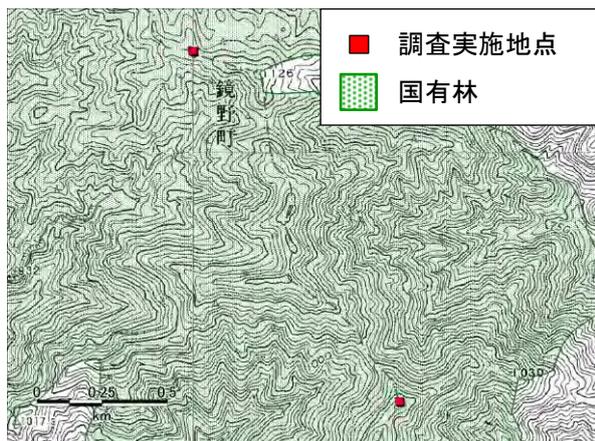


図 2-6 森林植生衰退状況調査地点
角ヶ仙・越畑山国有林

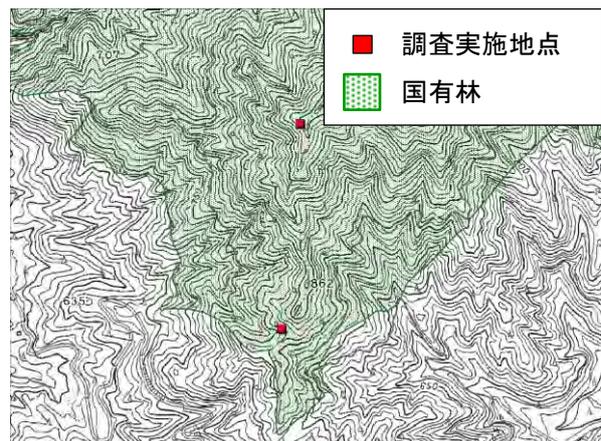


図 2-7 森林植生衰退状況調査地点
霞ヶ仙国有林

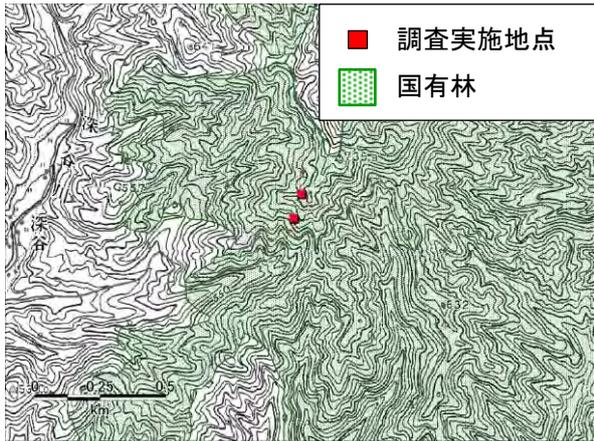


图 2-8 森林植生衰退状况调查地点
山ノ神谷国有林



图 2-9 森林植生衰退状况调查地点
芝山国有林

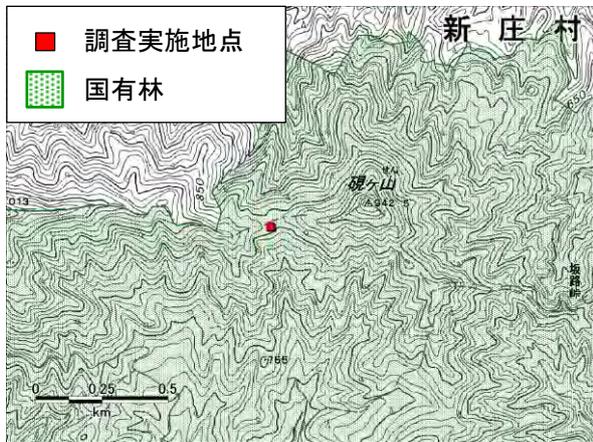


图 2-10 森林植生衰退状况调查地点
古谷国有林



图 2-11 森林植生衰退状况调查地点
三室国有林

表 2-1 各調査地の立地概要

調査地名	緯度(度)	経度(度)	地形	傾斜	斜面長 規模	方位	土性 区分	推定 土層厚	地形 区分	土質
那岐山A	35.17189	134.18065	尾根	緩	100m以下	北	葡行土	普通	平衡	細粒質
那岐山B	35.18339	134.19262	尾根	並	100m以下	南	葡行土	普通	凸型	粘土
津川山A	35.19296	134.15789	斜面上部	並	100m以下	東南	葡行土	やや深い	凹型	細粒質
津川山B	35.18087	134.16790	斜面上部	緩	100m以下	西	葡行土	やや深い	平衡	細粒質
岩淵A	35.29726	134.07013	尾根	緩	100m以下	西	残積土	普通	凸型	粘土
岩淵B	35.28596	134.07281	尾根	緩	100m以下	南西	残積土	普通	凸型	粘土
遠藤A	35.29716	134.02557	尾根	緩	100m以下	北	葡行土	やや深い	平衡	粘土
遠藤B	35.30411	134.02869	斜面上部	並	100m以下	北	葡行土	やや深い	平衡	粘土
角ヶ仙越畑山A	35.24451	134.00605	斜面上部	並	100m以下	北西	残積土	普通	凸型	粘土
角ヶ仙越畑山B	35.25665	133.99736	尾根	並	100m以下	北東	残積土	普通	平衡	粘土
霰ヶ山A	35.18138	133.77779	斜面上部	並	100m以下	西	葡行土	普通	平衡	細粒質
霰ヶ山B	35.18849	133.77858	斜面上部	緩	100m以下	南西	葡行土	やや深い	平衡	細粒質
山ノ神谷A	35.24554	133.71379	斜面上部	並	100m以下	北西	葡行土	普通	凹型	細粒・礫混じり
山ノ神谷B	35.24469	133.71347	斜面上部	急	100m以下	南西	葡行土	普通	凸型	細粒質
芝山A	35.22876	133.55791	斜面上部	緩	100m以下	西	残積土	普通	平衡	粘土
芝山B	35.21747	133.55625	斜面上部	緩	100m以下	西	残積土	普通	凸型	粘土
古谷	35.09035	133.32598	斜面上部	急	100m以下	東南	葡行土	やや深い	平衡	粘土
三室	35.05542	133.26800	斜面上部	急	100m以下	南	葡行土	普通	凹型	細粒・礫混じり

表 2-2 各調査地の植生概要

調査地名	高木層			亜高木層			低木層			ササ層			草本層		
	優占種	高さ (m)	植被率 (%)	優占種	高さ (m)	植被率 (%)	優占種	高さ (m)	植被率 (%)	優占種	高さ (m)	植被率 (%)	優占種	高さ (m)	植被率 (%)
那岐山A	ミスナ	6	30	-	-	-	リュウブ	4	30	チマザサ チマキザサ	50-100	90	チマザサ チマキザサ	1.0	90
那岐山B	ブナ	18	70	リュウブ	8	40	アヒレ	4	50	-	-	-	アヒレ	0.5	20
津川山A	ブナ	14	70	イヌシテ	8	40	アヒレ	4	10	チマキザサ	40	0.1	アヒレ	0.5	5
津川山B	ブナ	16	80	ブナ	8	25	ネツジ	1	0.1	チマキザサ	40	0.1	ツルシキミ	0.2	0.1
岩淵A	ミスメ	12	80	ウリハダガエテ	10	10	チマザサ	3	100	チマザサ	300	100	-	-	-
岩淵B	カナキノキ	12	100	リュウブ	10	10	クナササフタキ	2	20	-	-	-	ツルシキミ	1.0	60
遠藤A	ミスナ	15	60	リュウブ	7	10	チマザサ	-	90	チマザサ	250	90	チマザサ	2.5	90
遠藤B	ウリハダガエテ	10	60	コハナチカエテ	7	20	チマザサ	-	80	チマザサ	250	80	チマザサ	2.5	80
角ヶ仙越畑山A	ブナ	10	70	リュウブ	6	80	カマツカ	3	70	チマザサ?	150	90	チマザサ	2.0	90
角ヶ仙越畑山B	ウリハダガエテ	10	70	リュウブ	7	30	リュウブ	4	30	チマザサ	250	100	チマザサ	3.0	100
霰ヶ山A	クリ	18	70	ハウチワカエテ	12	20	オオカメノキ	3	10	チマキザサ	60-80	90	チマキザサ	-	92
霰ヶ山B	クリ	16	80	リュウブ	8	40	ヤマホウシ	3	10	チマキザサ	40-70	90	チマキザサ	-	92
山ノ神谷A	コナラ	18	80	ヤマモミジ	8	20	クロモジ	4	20	チマキザサ	80-120	70	チマキザサ	1.0	75
山ノ神谷B	アカマツ	20	30	コナラ	14	80	スキ	6	40	チマキザサ	60	5	スキ	1.2	10
芝山A	クリ	10	80	リュウブ	6	70	クロモジ	2	40	チマキザサ	70	70	チマキザサ	0.7	80
芝山B	クリ	12	80	リュウブ	5	20	リュウブ	2.5	20	チマキザサ	120	100	チマキザサ	1.2	100
古谷	クスギ、クリ	12	70	イヌシテ	8	10	オオカメノキ	3	2	チマキザサ	130	100	チマキザサ	1.4	199
三室	ブナ	12	100	ウリハダガエテ	6	40	ミスナ	3	30	チマキザサ	110	90	チマキザサ	1.1	90

表 2-3 各調査地におけるシカの影響

調査地No	樹皮剥ぎが認められた種	枝葉への摂食が認められた種	サ層の状況				確認された高木性稚幼樹	地表の攪乱		
			種名	植被率 (%)	高さ (cm)	被食の程度		リターの被覆度	裸地の露出率	二次浸食
那岐山A	リョウブ	リョウブ	チシマザサ, チマキザサ	90	50-100	あり (75-50%)	-	75~99%	50%未満	ほとんどなし
那岐山B	リョウブ, ヤマモミジ	リョウブ (萌芽)	-	-	-	なし (枯死稈破片有り)	カエデ SP	75~99%	50%未満	ほとんどなし
津川山A	ハイヌカヤ	-	チマキザサ	<1	40	なし (枯死稈立つ)	リョウブ	75~99%	50%未満	わずかにあり
津川山B	リョウブ	イヌツゲ	チマキザサ	<1	40	なし (枯死稈立つ)	リョウブ, カエデ sp	50~75%	50%未満	わずかにあり
岩淵A	-	-	チシマザサ	100	300	あり (10-0%)	-	99%以上	50%未満	ほとんどなし
岩淵B	リョウブ	イヌツゲ, クロモジ, タナサワフタギ	-	-	-	-	ミスナラ, コハクチカエデ	99%以上	50%未満	ほとんどなし
遠藤A	-	-	チシマザサ	90	250	なし	ミスナラ	99%以上	50%未満	ほとんどなし
遠藤B	材ノキ, ミカエデ	ハイヌカヤ	チシマザサ	80	250	なし	-	75~99%	50%未満	ほとんどなし
角ヶ仙越畑山A	-	-	チシマザサ, チマキザサ	90	150	なし	コハクチカエデ	75~99%	50%未満	ほとんどなし
角ヶ仙越畑山B	-	-	チシマザサ	100	250	なし	-	99%以上	50%未満	ほとんどなし
霞ヶ山A	-	-	チマキザサ	90	60-80	あり (10-0%)	-	75~99%	50%未満	ほとんどなし
霞ヶ山B	-	-	チマキザサ	90	40-70	あり (10-0%)	クリ, カエデ SP	75~99%	50%未満	ほとんどなし
山ノ神谷A	-	クロモジ	チマキザサ	70	80-120	あり (10-0%)	ヤマモミジ	75~99%	50%未満	わずかにあり
山ノ神谷B	スキ	-	チマキザサ	5	60	なし	スキ	99%以上	50%未満	ほとんどなし
芝山A	-	-	チマキザサ	70	70	なし	ブナ, コリハダカ	99%以上	50%未満	ほとんどなし
芝山B	-	-	チマキザサ	100	120	なし	-	75~99%	50%未満	ほとんどなし
古谷	-	-	チマキザサ	100	130	なし	-	99%以上	50%未満	ほとんどなし
三室	-	-	チマキザサ	90	110	なし	クスギ, ミスナラ	99%以上	50%未満	ほとんどなし

表 2-4 各調査地における指標種の生育状況及び被食状況

調査地名	リョウブ		イヌツゲ		クロモジ		スキ		ヒノキ		ブナ		ハイヌカヤ	
	生育	被食状況	生育	被食状況	生育	被食状況	生育	被食状況	生育	被食状況	生育	被食状況	生育	被食状況
那岐山A	有り	葉幹食	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
那岐山B	有り	葉幹食	有り	なし	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
津川山A	有り	幹食	有り	なし	-	-	-	-	-	有り	なし	有り	幹食	
津川山B	有り	幹食	有り	葉食	-	-	-	-	-	有り	なし	-	-	
岩淵A	有り	幹食	-	-	有り	なし	-	-	-	-	-	-	-	
岩淵B	有り	葉幹食	有り	葉食	有り	葉食	-	-	有り	なし	有り	なし	-	
遠藤A	有り	なし	有り	なし	-	-	有り	なし	-	-	-	-	-	
遠藤B	有り	なし	有り	なし	-	-	-	-	-	-	-	有り	葉幹食	
角ヶ仙越畑山A	有り	なし	有り	なし	有り	なし	有り	なし	-	-	有り	なし	-	
角ヶ仙越畑山B	有り	なし	有り	なし	有り	なし	有り	なし	有り	なし	有り	なし	有り	
霞ヶ山A	有り	なし	-	-	有り	なし	-	-	-	-	-	-	-	
霞ヶ山B	有り	葉食	-	-	有り	葉食	-	-	-	-	-	-	-	
山ノ神谷A	有り	葉食	有り	葉食	有り	葉食	-	-	-	-	-	-	-	
山ノ神谷B	有り	なし	-	-	-	-	有り	幹食	-	-	-	-	-	
芝山A	有り	なし	有り	なし	有り	なし	-	-	-	-	有り	なし	有り	
芝山B	有り	なし	有り	なし	有り	なし	-	-	-	-	有り	なし	-	
古谷	-	-	有り	なし	有り	なし	-	-	-	-	-	-	-	
三室	有り	なし	有り	なし	有り	なし	-	-	-	-	有り	-	-	

(2) 森林植生の衰退度の評価

調査地点の衰退度を評価し、その分布を図 2-12 に示す。また、糞塊密度と衰退度との関係について、図 2-13 に示す。

本事業で調査を行った国有林のほとんどが衰退度 0 であったが、那岐山国有林、岩渕国有林、山ノ神国有林で衰退度 1 以上を示した。特に那岐山国有林では、衰退度 3 と 4 を示しており、既にシカの影響が顕著であることから、できるだけ早い段階で対策を講じる必要がある。

糞塊密度と衰退度との関係を見ると、糞塊密度が 15 個/km 以上を示す国有林においてシカによる森林への影響が生じていることから、糞塊密度が高い地域では動向に注意が必要である。

森林植生への影響は、シカの累積的な利用圧により生じるため、シカ密度が低い地域であってもシカが定住している場所では、森林の更新速度を上回るシカの採食圧がかかることがあり、局所的に下層植生が衰退する恐れがある。したがって、森林生態系への影響の発生状況を把握しておくために、森林衰退度および糞塊密度などの生息状況は、継続してモニタリングすることが重要である。

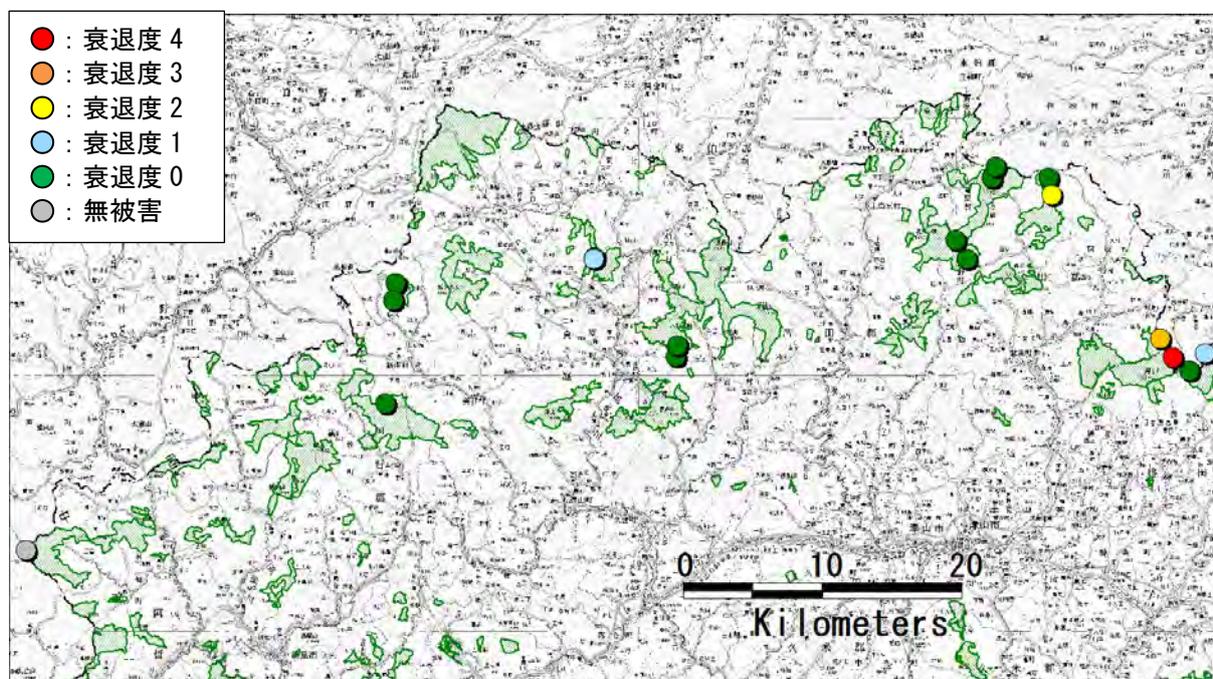


図 2-12 各調査地点における森林衰退度

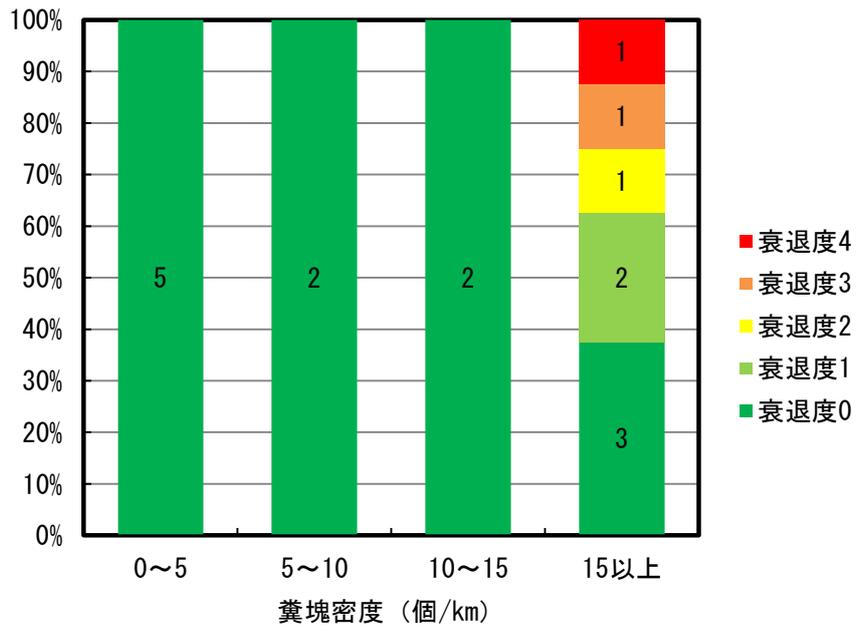


図 2-13 糞塊密度と衰退度との関係

第3章 GPS テレメトリー調査

GPS テレメトリー首輪をシカに装着することにより得るシカの行動特性は、シカの行動圏、移動経路、季節移動の有無などを把握することができ、森林被害対策、個体数管理を実施する上で基礎的な情報となる。そこで、本事業では那岐山国有林または津川山国有林においてシカ2頭にGPS テレメトリー首輪を装着し、行動圏調査を実施することとした。

1. 使用したGPS テレメトリー首輪

シカに装着するGPS テレメトリー首輪と追跡用の電波発信器の仕様を表3-1に示す。GPS テレメトリー首輪（写真3-1）は、VECTRONIC Aerospace社製（ドイツ）のGPS PLUSとした。また、追跡用発信器（写真3-1）は電波法に基づく技術適合認証を受けた機種から選定し、サーキットデザイン社製のLT-02-3（大型鳥類用発信器）を採用した。同発信器はGPS テレメトリー首輪の首輪部分にワイヤーを用いて固定した。

表3-1 シカに装着するGPS テレメトリー首輪と追跡用発信器の仕様

	GPSテレメトリー首輪	追跡用発信器
型式	GPS PLUS 2D	LT-02-3（大型鳥類用発信器）
製造元	VECTRONIC Aerospace 社 （ドイツ）	株式会社サーキットデザイン
重量	720g	70g



写真3-1 GPS テレメトリー首輪（右）と追跡用発信器（左）

2. 測位スケジュール設定内容

使用したGPSテレメトリー首輪は測位間隔の設定および時限的に作動する首輪の脱落装置の期間を設定することが可能である。

本事業では、測位間隔を2時間毎に設定し、GPS首輪から発信されるビーコンについては発信しないように設定した。

3. 捕獲方法

捕獲対象地域を車により巡回し、射程内でシカを発見した場合には、麻酔銃により投薬を試みた。麻酔薬は1頭あたり、塩酸ケタミン250mgと塩酸メデトミジン3mgの混合液を用いた。シカに投薬器が命中した後は、周辺を探索して不動化されたシカを発見に努めた。発見後にはロープにより保定し、外部計測の後にGPS首輪を装着した。約1～1.5時間の作業後に覚醒薬（拮抗薬）として塩酸アチパメゾールを15mg投与して、その場で放獣した。

4. 捕獲結果

捕獲個体の概要について表3-2に示し、捕獲地点を図3-1に示す。また捕獲個体の写真を写真3-2～3-9に示す。

捕獲した個体は、GPS首輪の装着、耳標の装着、外部計測を行い、その場で覚醒薬を投与し放獣した。GPS首輪装着個体のNG-16-1は当歳のオスで、捕獲時、捕獲個体は成獣メスと行動しており、体重は22kgであった。NG-16-2は亜成獣のオスで体重は24kgであった。

表 3-2 捕獲個体概要

個体ID	捕獲年月日	捕獲地点	捕獲地点緯度経度	性別	年齢クラス	発信器の種類	耳標（左）		外部計測値				
							番号	色	体重(kg)	全長(cm)	体長(cm)	体高(cm)	後足長(cm)
NG-16-1	2017/1/11	岡山県奈義町馬桑	N35° 11' 03.09" E134° 12' 11.61"	♂	当歳獣	GPS Plus	46	白	22.0	111.5	60.2	64.8	35.1
NG-16-2	2017/1/13	岡山県奈義町馬桑	N35° 10' 42.22" E134° 12' 01.86"	♂	1歳	GPS Plus Iridium 2D	79	白	24.0	123.0	71.5	67.6	38.6



图 3-2 捕獲地点



写真 3-2 GPS 首輪装着个体 (NG-16-1)
全身



写真 3-3 GPS 首輪装着个体 (NG-16-1)
切歯



写真 3-4 GPS 首輪装着个体 (NG-16-1)
耳標



写真 3-5 GPS 首輪装着个体 (NG-16-1)
覚醒後



写真 3-6 GPS 首輪装着個体 (NG-16-2)
全身



写真 3-7 GPS 首輪装着個体 (NG-16-2)
切歯



写真 3-8 GPS 首輪装着個体 (NG-16-2)
耳標



写真 3-9 GPS 首輪装着個体 (NG-16-2)
覚醒後

5. GPS 首輪装着個体のデータ取得状況

遠隔操作によるデータの取得作業は、平成 29 年 2 月 28 日と平成 29 年 3 月 19 日に実施した。

NG-16-1 は、平成 29 年 2 月 28 日に電波状況から GPS 首輪のトラブルが発生していることが確認され、データの取得ができなかった。平成 29 年 3 月 19 日には、電波の発信は正常であり、データの取得に成功した。GPS 首輪のトラブルが発生した期間は測位がされていなかったため、データの取得期間は、平成 29 年 1 月 12 日～1 月 23 日の期間と平成 29 年 3 月 17 日～19 日の期間で、合計 16 日間のデータとなった。

NG-16-2 については、2 回のデータ取得作業とも電波が正常に発信されているのを確認したものの、積雪のため林道への進入が困難であり遠隔操作によるデータの取得作業ができる範囲内への接近ができず、データを取得することができなかった。

今回使用した GPS 首輪には、ある一定期間 GPS の移動が確認されなかった場合、モータリティーセンサーが稼働し、通常の電波とは異なるパルスを発信する機能を有している。本事業では、4 時間以上の間、移動が確認されなかった場合に、モータリティーセンサーが稼働するように設定

している。2回の作業時には電波が正常であったため、NG-16-2は移動しており、生存していることが確認できた。

6. NG-16-1の行動特性

NG-16-1の活動点および最外郭法による行動圏を図3-3に示す。

当個体は、季節的な移動は示さず捕獲した地点周辺を多く利用していた。最外郭法による行動圏面積は0.44km²であった。当個体のデータの取得期間は16日間と短期であったため行動圏面積が狭く、今後調査期間が長くなることにより行動圏面積は大きくなることが予測される。

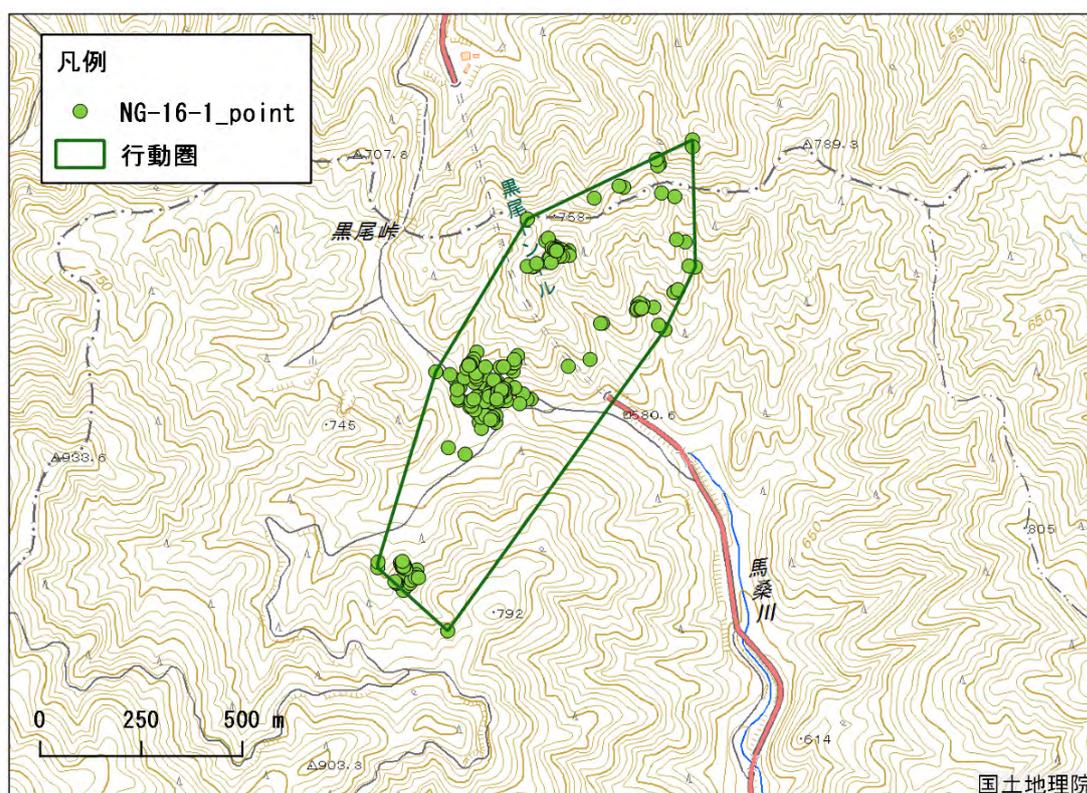


図3-3 NG-16-1の活動点と最外郭法による行動圏
(平成29年1月12日～1月23日, 3月17日～19日)

NG-16-1 の移動経路を図 3-4 に示す。なお、移動経路は時系列で測位点毎を直線で結び示しているため実際の移動経路とは異なることに留意が必要である。

当個体は捕獲後、県境を越えて鳥取県側へ移動する行動が見られたが、大きな動きは示さず捕獲地点周辺を集中的に利用し、その後捕獲地点よりも南側へ移動した。調査期間中の当個体の行動圏内は、積雪が多くシカは移動が困難であったことが予想され、大きな動きを示していないと考えられる。

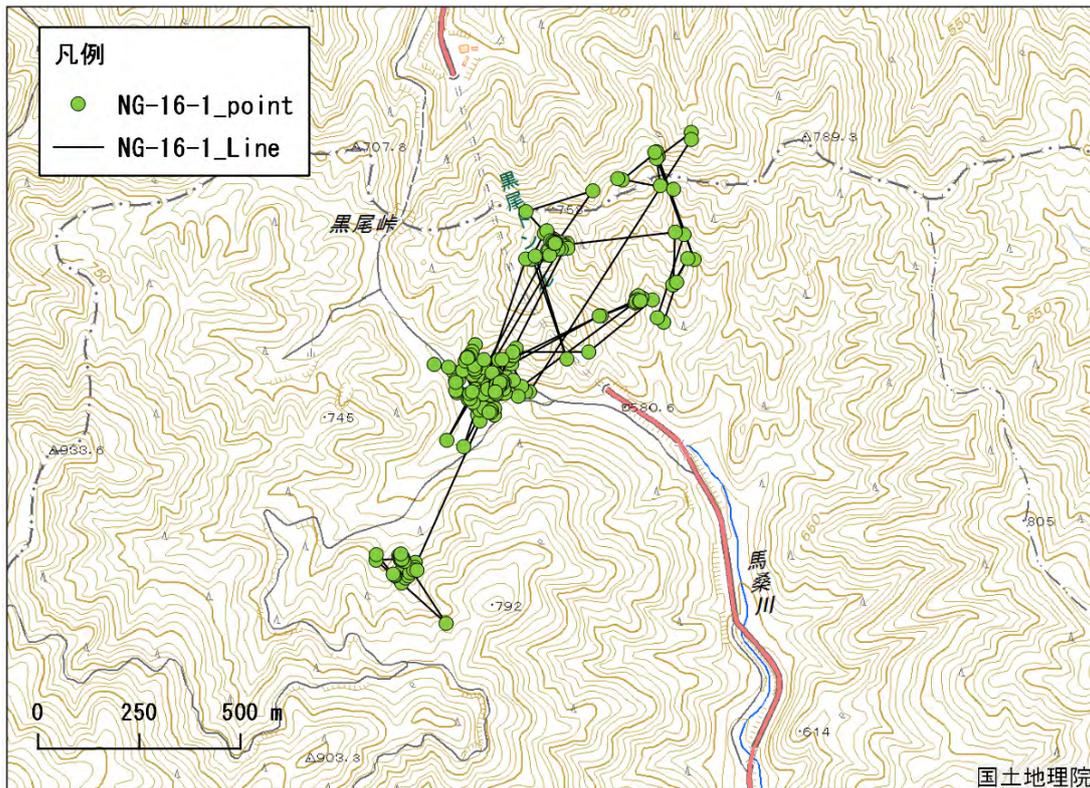


図 3-4 NG-16-1 の移動経路

(平成 29 年 1 月 12 日～1 月 23 日, 3 月 17 日～19 日)

NG-16-1 の月別の活動点分布を図 3-5 に示す。

1月の活動点は捕獲地点周辺地域と黒尾トンネルの南側斜面を多く利用していた。3月は1月に利用していた地域を利用せず、林道よりも南側の地域を利用していた。データの取得期間が短期であるため今後データを蓄積することにより、月別の利用特性が把握できることが期待される。

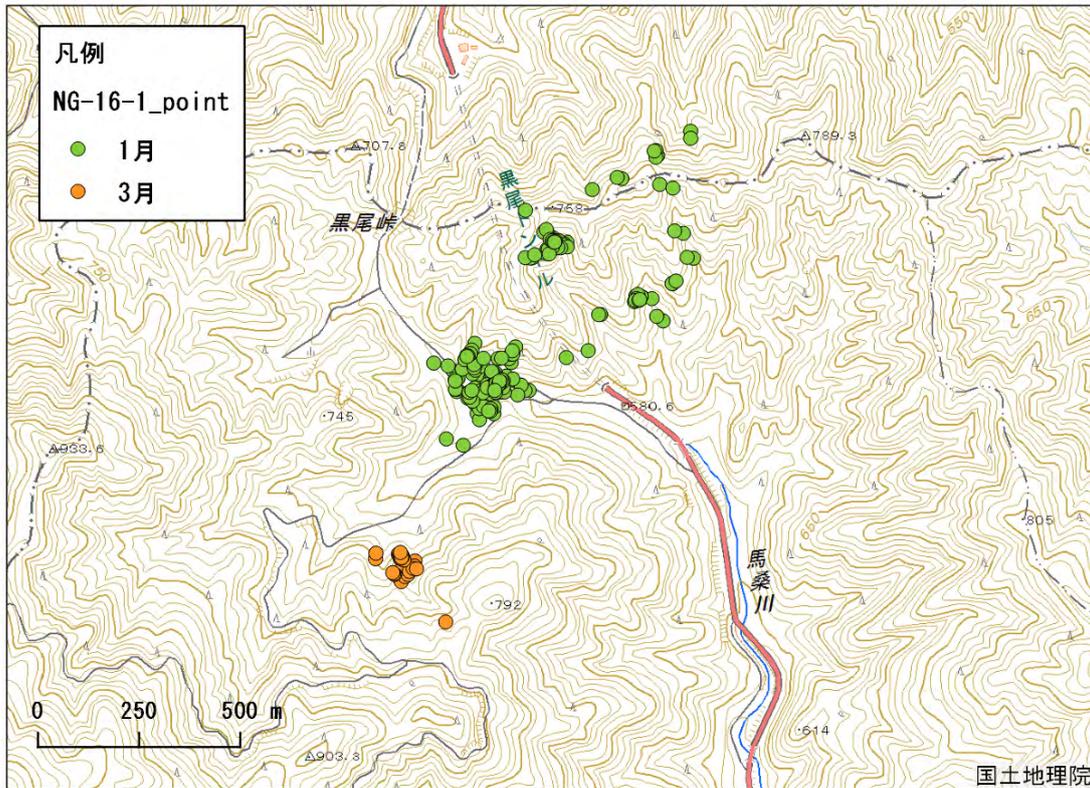


図 3-5 NG-16-1 の月別活動点分布
(平成 29 年 1 月 12 日～1 月 23 日, 3 月 17 日～19 日)

7. NG-16-1 の利用集中地域における環境

図 3-6 に NG-16-1 の活動点分布および環境調査実施地点を示す。

地点①は、3月に利用が集中していた地域で、通常は植生保護柵に囲まれた地域である。しかしながら冬期に積雪により柵が破損し(写真 3-10)、柵内に侵入し利用していたと考えられる。当地点は落葉広葉樹林(ミズナラ林)およびスギ・ヒノキ植林地が混在している地域で、一部チマキザサがあった(写真 3-11, 13)。また斜面に窪地のような凹地となった箇所があり(写真 3-12)、そこにシカの体毛が確認され寝跡となっており、休息場としても利用していることが考えられる。スギ・ヒノキ植林地内は、落葉広葉樹林よりも冬期の積雪量が少ないことが推測され、餌となるチマキザサも残存していることから冬期に利用が集中したと考えられる(写真 3-14)。

地点②および③は、川になっており、冬期の積雪量が少ないことが推察される。当地点にはチマキザサが繁茂し、またササへの食痕が確認されたことから餌場として利用していることが考えられる(写真 3-15～18)。

地点④については、ヒノキ植林地の尾根上であり、一部林冠が空いたギャップ環境となっており、下層植生にはアセビ、イヌツゲ、ヒサカキ、チシマザサが多く、食痕が確認された（写真 3-19～21）。

地点⑤については、スギ植林地内の谷地形で、林冠が空いたギャップ環境となっており、ナワシログミ、コガクウツギ、イワガラミなどの低木が多く、食痕が多く確認された（写真 3-22、23）。また冬季の糞と考えられる古い糞塊も確認された（写真 3-24）。

地点⑥については、当個体の活動地点が確認されなかった地域である。当地点はスギの壮齢林で、下層植生が乏しく、また林道からの見通しが良い地域であった（写真 3-25）。おそらく当個体は体を隠せる環境にない当地点を避けている可能性が示唆された。

以上の結果から、冬期の餌資源となる常緑低木やササが、周辺よりも多く生育している地域を選択的に利用していることが推察される。また、尾根地形には寝跡が確認されたが、谷地形では寝跡は確認されなかったため、休息場としては尾根を利用し、採食場所として谷地形を多く利用していることが推察される。休息場や採食場所はいずれも下層植生が繁茂している地域を選択的に利用していることが推察され、下層植生が乏しく見通しが良い場所は避ける傾向が示唆された。

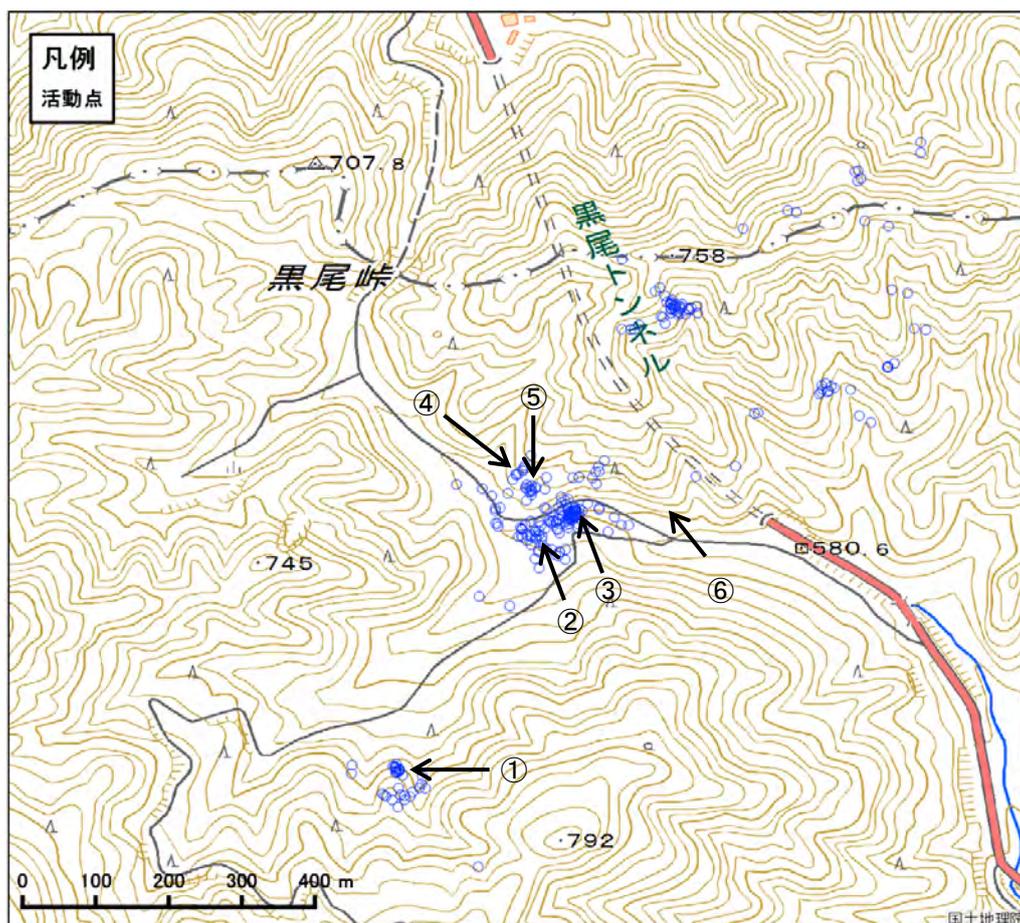


図 3-6 NG-16-1 の活動点および利用環境調査地点

図中数値は利用環境調査地点を示す。



写真 3-10 地点①周辺の植生保護柵
平成 29 年 3 月 19 日撮影



写真 3-11 地点①における利用環境
下層植生が多く生育している。



写真 3-12 地点①における利用環境
確認された凹地。シカの寝跡となっている。



写真 3-13 地点①における利用環境
確認されたチシマザサの食痕



写真 3-14 地点①における利用環境
ヒノキ植林地の下層植生。



写真 3-15 地点②における利用環境
チシマザサが繁茂している。



写真 3-16 地点②において確認された糞塊
乾燥が著しく冬季の糞塊と考えられる。



写真 3-17 地点③において確認された食痕
チシマザサの食痕



写真 3-18 地点③における利用環境
チシマザサが多く生育している。



写真 3-19 地点④における利用環境
ギャップ環境となっている。



写真 3-20 地点④における利用環境
ヒサカキの食痕



写真 3-21 地点④における利用環境
シカの採食により矮性化したイヌツゲ



写真 3-22 地点⑤における利用環境
ヒノキ林冠の一部が倒木により空いている



写真 3-23 地点⑤における利用環境
ナワシログミの食痕
枝を折って採食している



写真 3-24 地点⑤において確認された糞塊
冬季の糞塊と考えられる



写真 3-25 地点⑥における環境
下層植生が乏しく道路からの見通しが良い

第4章 カメラトラップ法による生息密度調査

シカの生息状況を把握するための調査には、糞塊密度調査、区画法などの調査があるが、ある一定期間の痕跡による間接的な生息密度の把握、あるいはある一瞬の生息密度を把握するため、必ずしも地域の平均的な生息密度を反映するとは限らない。また、糞塊密度は糞の分解や雨などによる消失を考慮する必要があり、区画法は調査員の接近によりシカが逃走するため過小に評価してしまうなど、課題がある。一方、センサーカメラ調査では、カメラの設置期間中、24時間のモニタリングが可能で、ある一定期間の平均値を把握することができる。またシカがカメラに警戒しないため、人の影響による調査精度の低下などを防ぐことが可能である。ただし、センサーの感知範囲内の生息状況の把握に留まるため、設置台数を多くする必要があり、調査にかかる費用が大きくなってしまふことが課題である。しかしながら、ある特定の範囲内に複数台のセンサーカメラを設置し、継続して調査をすることにより生息動向の把握が可能となる。

そこで、本事業では日笠山国有林および保曽国有林において、センサーカメラを設置し、生息密度の推定を行う。また、シカの撮影状況により行動特性を把握し、当国有林における効率的な捕獲方法を提案する。

1. 使用したセンサーカメラおよび設定内容

使用したセンサーカメラはBushnell社製 TrophyCam HDである(写真4-1)。センサーカメラの設定は、センサーが感知してから動画を10秒間撮影するように設定し、その後5分間は撮影しないようにインターバルを設定した。



写真4-1 使用したセンサーカメラ
Bushnell社製 Trophy Cam HD

2. 撮影されたシカの解析方法

撮影された動画から、撮影年月日、撮影時刻、シカの性別および齢クラス(幼獣(0歳)、亜成獣(1歳)、成獣(2歳以上))別の頭数を記録した。当国有林におけるシカの生息状況を把握するため、撮影頻度を用いて生息密度指標とした。撮影頻度は、「撮影されたシカの頭数÷カメラ稼働日数」の式で算出した。

3. 生息密度の解析方法

当地域の生息密度の推定には、ガス分子モデルカメラ法を用いて行った。この推定方法は、Hutchinson & Waser(2007)によって考案されたガス分子の衝突率の機構的モデルを、生物同士や生物と調査員、卵子と精子などの接触率に応用した式をもとに、さらにカメラトラップの探知範囲を考慮した式を用いた方法である(Rowcliffe ら 2008)。使用した式を以下に示す。

$$D = \frac{gy}{t} \frac{\pi}{vr(2 + \theta)}$$

ここで、gはシカの群れサイズ、y/tはある時間内に撮影された写真の枚数（撮影率）、vはシカの移動速度、rはカメラの探知距離、 θ はカメラの探知角度である。

4. 調査結果及び考察

(1) センサーカメラの設置状況

図4-1にセンサーカメラの設置地点を示し、表4-1に設置環境および稼働状況を示す。

センサーカメラの設置作業は、平成28年10月14日、15日、17日に実施し、指定された1kmメッシュ内に複数台、合計19台を設置した。設置箇所を選定には、シカの足跡や糞などの痕跡の多い地点を探索して設置した。設置地点の植生タイプは、H10-1の地点のみヒノキ人工林であったが、残りは落葉広葉樹林に設置した。設置地点の地形は、尾根が13箇所、斜面が1箇所、谷が4箇所となった。環境区分は、林内が16箇所、林縁が3箇所となった。

センサーカメラの稼働状況は全て正常に作動し、設置期間は52～54日間となった。

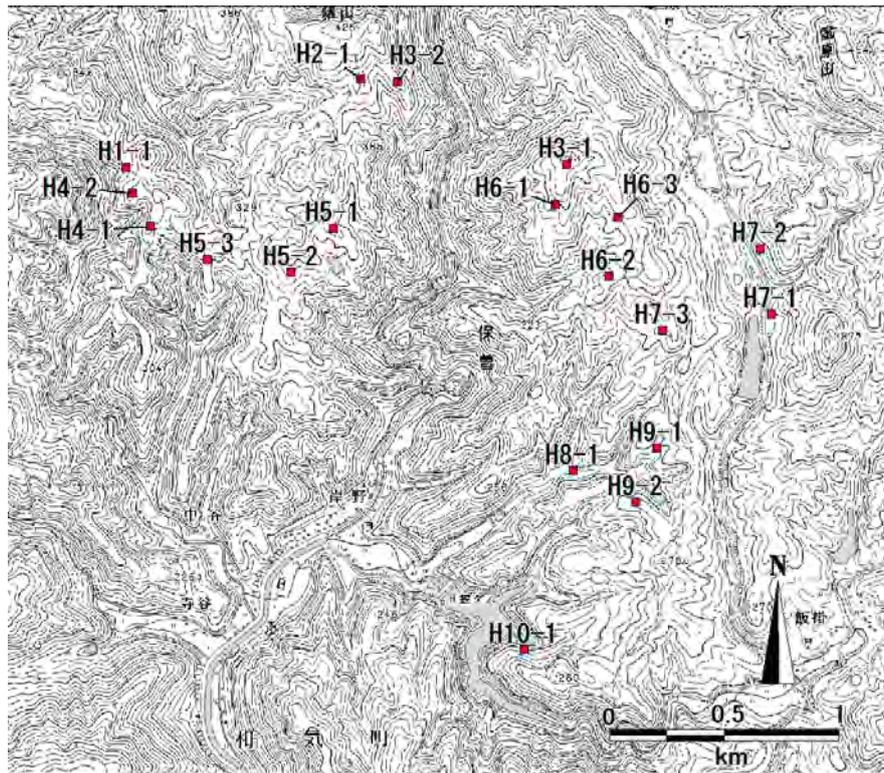


図 4-1 センサーカメラ設置地点

表 4-1 センサーカメラの設置地点概況および稼働状況

地点名	植生	地形	環境区分	稼働状況	設置日	回収日	稼働日数
H1-1	落葉広葉樹林	尾根	林内	正常	2016/10/17	2016/12/8	52
H2-1	落葉広葉樹林	尾根	林内	正常	2016/10/17	2016/12/8	52
H3-1	落葉広葉樹林	尾根	林内	正常	2016/10/14	2016/12/8	55
H3-2	落葉広葉樹林	尾根	林内	正常	2016/10/17	2016/12/8	52
H4-1	落葉広葉樹林	尾根	林内	正常	2016/10/17	2016/12/8	52
H4-2	落葉広葉樹林	尾根	林内	正常	2016/10/17	2016/12/8	52
H5-1	落葉広葉樹林	尾根	林内	正常	2016/10/17	2016/12/8	52
H5-2	落葉広葉樹林	尾根	林内	正常	2016/10/17	2016/12/8	52
H5-3	落葉広葉樹林	尾根	林内	正常	2016/10/17	2016/12/8	52
H6-1	落葉広葉樹林	尾根	林内	正常	2016/10/14	2016/12/8	55
H6-2	落葉広葉樹林	尾根	林内	正常	2016/10/14	2016/12/8	55
H6-3	落葉広葉樹林	谷	林内	正常	2016/10/17	2016/12/8	52
H7-1	落葉広葉樹林	尾根	林縁	正常	2016/10/14	2016/12/8	55
H7-2	落葉広葉樹林	平地	林縁	正常	2016/10/14	2016/12/8	55
H7-3	落葉広葉樹林	谷	林内	正常	2016/10/15	2016/12/8	54
H8-1	落葉広葉樹林	谷	林内	正常	2016/10/17	2016/12/8	52
H9-1	落葉広葉樹林	谷	林内	正常	2016/10/15	2016/12/8	54
H9-2	落葉広葉樹林	尾根	林内	正常	2016/10/15	2016/12/8	54
H10-1	ヒノキ植林	斜面	林縁	正常	2016/10/14	2016/12/8	55

(2) 撮影頻度

各地点の撮影状況および撮影頻度について、表 4-2 に示す。また、撮影頻度の分布について図 4-3 に示す。また撮影された動画から代表的なものを写真 4-2～4-37 に示す。

撮影頻度が最も高かったのは、H8-1 であった。当地点の地形は谷で、比較的深い谷の合流部にあたるため、シカが谷を移動経路として利用し複数の方向から来ることにより、撮影頻度が高くなったと考えられる。高い撮影頻度を示したのは H8-1 の他に、H4-1、H5-3、H6-3、H7-3 であった。いずれも尾根に設置したカメラであるが、各地点の微地形は全て鞍部であった。鞍部は尾根上でもピークとピークの間など少しくぼんだ部分の地形を指す。鞍部では、シカだけでなく多くの動物種の通り道になるため、鞍部に設置した地点での撮影頻度が高くなったと考えられる。

一方、撮影頻度が低かったのは、H7-2、H3-1、H7-1、H10-1 で、特に H7-2 についてはシカの撮影がなかった。H3-1 については、緩やかなピークに設置されたカメラで、H3-1 に最も近い H6-1 も撮影頻度が低かった。この場所は、緩やかな尾根で利用頻度の高いシカ道の特定が困難であったことが要因と考えられる。緩やかな地形は、シカが利用しやすい場所であるが（(株)野生動物保護管理事務所）、シカ道が縦横無尽にあるため、シカの利用する経路の特定が困難である。一方、急な斜面や細尾根などではシカ利用できる経路が限定されるため、シカ道の特定が容易である。H2-1、H5-1、H5-2 についても、緩やかな地形でシカ道の特定が困難であったため、撮影頻度が低いと考えられる。H7-1 および H10-1 については、道路に近い林縁に設置しているカメラであり、人間活動の影響を受けてシカの撮影が少ないことが考えられる。また、H10-1 についてはヒノキ植林地であり、シカの餌植物が乏しいことが推察される。本調査ではヒノキ植林地が 1 箇所のみであるため、植生タイプによる差は明らかにできないが、植生によりシカの利用頻度が異なる可能性は考えられる。

表 4-2 各地点の撮影状況及び撮影頻度

地点名	オス	メス	幼獣	不明	総数	撮影頻度 (撮影頭数/カメラ稼働日数)
H1-1	3	6	1	0	10	0.192
H2-1	4	3	0	2	9	0.173
H3-1	0	1	1	1	3	0.055
H3-2	4	4	1	0	9	0.173
H4-1	4	44	9	2	59	1.135
H4-2	5	10	2	3	20	0.385
H5-1	6	4	0	5	15	0.288
H5-2	3	4	2	1	10	0.192
H5-3	3	15	4	3	25	0.481
H6-1	2	7	0	0	9	0.164
H6-2	1	5	3	3	12	0.218
H6-3	10	10	2	1	23	0.442
H7-1	2	1	0	0	3	0.055
H7-2	0	0	0	0	0	0.000
H7-3	5	10	5	3	23	0.426
H8-1	28	28	13	4	73	1.404
H9-1	2	3	0	2	7	0.130
H9-2	4	10	5	0	19	0.352
H10-1	0	3	0	0	3	0.055

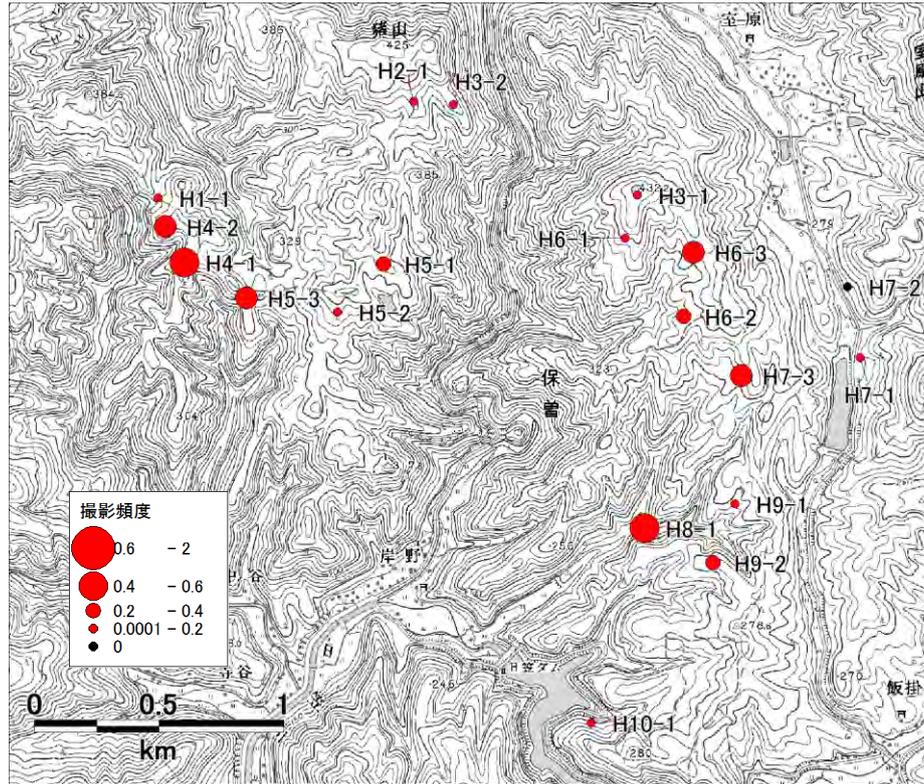


図 4-3 撮影頻度の分布



写真 4-2 撮影されたシカ (H1-1)
成獣メス、亜成獣メス



写真 4-3 撮影されたシカ (H1-1)
成獣メス、亜成獣メス



写真 4-4 撮影されたシカ (H2-1)
成獣メス



写真 4-5 撮影されたシカ (H2-1)
成獣オス



写真 4-6 撮影されたシカ (H3-1)
成獣メス



写真 4-7 撮影されたシカ (H3-1)
成獣メス



写真 4-8 撮影されたシカ (H3-2)
成獣メス、幼獣



写真 4-9 撮影されたシカ (H3-2)
成獣オス



写真 4-10 撮影されたシカ (H4-1)
成獣オス



写真 4-11 撮影されたシカ (H4-1)
成獣メス、亜成獣メス



写真 4-12 撮影されたシカ (H4-2)
亜成獣オス



写真 4-13 撮影されたシカ (H4-2)
成獣メス、幼獣



写真 4-14 撮影されたシカ (H5-1)
成獣メス



写真 4-15 撮影されたシカ (H5-1)
成獣オス



写真 4-16 撮影されたシカ (H5-2)
成獣オス



写真 4-17 撮影されたシカ (H5-2)
成獣メス



写真 4-18 撮影されたシカ (H5-3)
成獣オス



写真 4-19 撮影されたシカ (H5-3)
成獣オス



写真 4-20 撮影されたシカ (H6-1)
成獣メス



写真 4-21 撮影されたシカ (H6-1)
亜成獣メス



写真 4-22 撮影されたシカ (H6-2)
成獣メス



写真 4-23 撮影されたシカ (H6-2)
成獣メス



写真 4-24 撮影されたシカ (H6-3)
成獣オス



写真 4-25 撮影されたシカ (H6-3)
成獣メス



写真 4-26 撮影されたシカ (H7-2)
成獣オス



写真 4-27 撮影されたシカ (H7-2)
成獣メス



写真 4-28 撮影されたシカ (H7-3)
成獣メス



写真 4-29 撮影されたシカ (H7-3)
成獣オス



写真 4-30 撮影されたシカ (H8-1)
成獣メス、亜成獣メス、幼獣



写真 4-31 撮影されたシカ (H8-1)
成獣オス



写真 4-32 撮影されたシカ (H9-1)
成獣メス



写真 4-33 撮影されたシカ (H9-1)
成獣オス



写真 4-34 撮影されたシカ (H9-2)
成獣メス



写真 4-35 撮影されたシカ (H9-2)
成獣メス、幼獣



写真 4-36 撮影されたシカ (H10-1)
成獣メス



写真 4-37 撮影されたシカ (H10-1)
成獣メス

(3) 生息密度の推定

当地域におけるシカの生息密度を推定するためのパラメーターを表 4-3 に示す。

使用したパラメーターの内、群れサイズについては、1 頭以上撮影されたものから平均を算出した場合と、2 頭以上撮影されたデータから平均を算出した場合とで、平均値が異なる。

野生動物の生息密度の推定には、シカの移動などにより正確に把握することが困難であるため、算出された両方の平均値を群れサイズとし、それぞれの値から推定された生息密度を基に、推定値に幅を持たせることとした。

本調査期間中に撮影された全動画から算出した群れサイズは 1.306 頭で、2 頭以上撮影された動画を基に算出された群れサイズは、2.529 頭となった。移動速度は、箕面国有林における調査結果 ((株)野生動物保護管理事務所 2017) を使用した。

表 4-3 生息密度の推定に使用した各パラメーター

パラメーター	数値	備考
シカの行動指数	群れサイズ (g)	1.306 調査期間中の平均シカ撮影頭数
		2.529 調査期間中の2頭以上撮影された写真の平均頭数
	移動速度 (v)	1.678km/日 箕面国有林の事例を使用
カメラの指数	探知角度 (θ)	0.7854ラジアン 45度
	探知距離 (r)	13.72m

今回使用するガス分子モデルカメラ法では、最低でも 20 箇所、20 日間のセンサーカメラによる調査が必要とされている。今回の推定には 19 箇所のセンサーカメラのデータを使用し、全調査期間、つまり 52~55 日間のデータを使用し、推定に十分なデータ数を得ることができた。

今回の調査で、撮影率は 0.2551 回/日と算出された。群れサイズを、調査期間中の平均シカ撮影頭数から算出した場合の推定生息密度は 16.3 頭/km² となり、2 頭以上撮影されたものから平均した場合は 31.6 頭/km² となった。したがって、当国有林の生息密度は、16.3~31.6 頭/km² と推定された。

(4) 撮影されたシカの性比

一般的にシカは性別により利用場所が異なることが知られており、当地域での性別による利用場所の違いを把握するため、撮影地点毎の性比について、図 4-4 にその分布を示した。

当国有林においては、性別による地域的な差は確認されなかった。本調査は10月～12月に実施しこの時期はシカの交尾期にあたるため、オスとメスが同一地域を利用していることが考えられる。

シカの個体数調整を効率的に実施するためには、メスの捕獲を推進する必要がある。シカの交尾期以外の期間についても調査を実施し、メスの利用が多い地域を特定することも検討する必要があると考えられる。

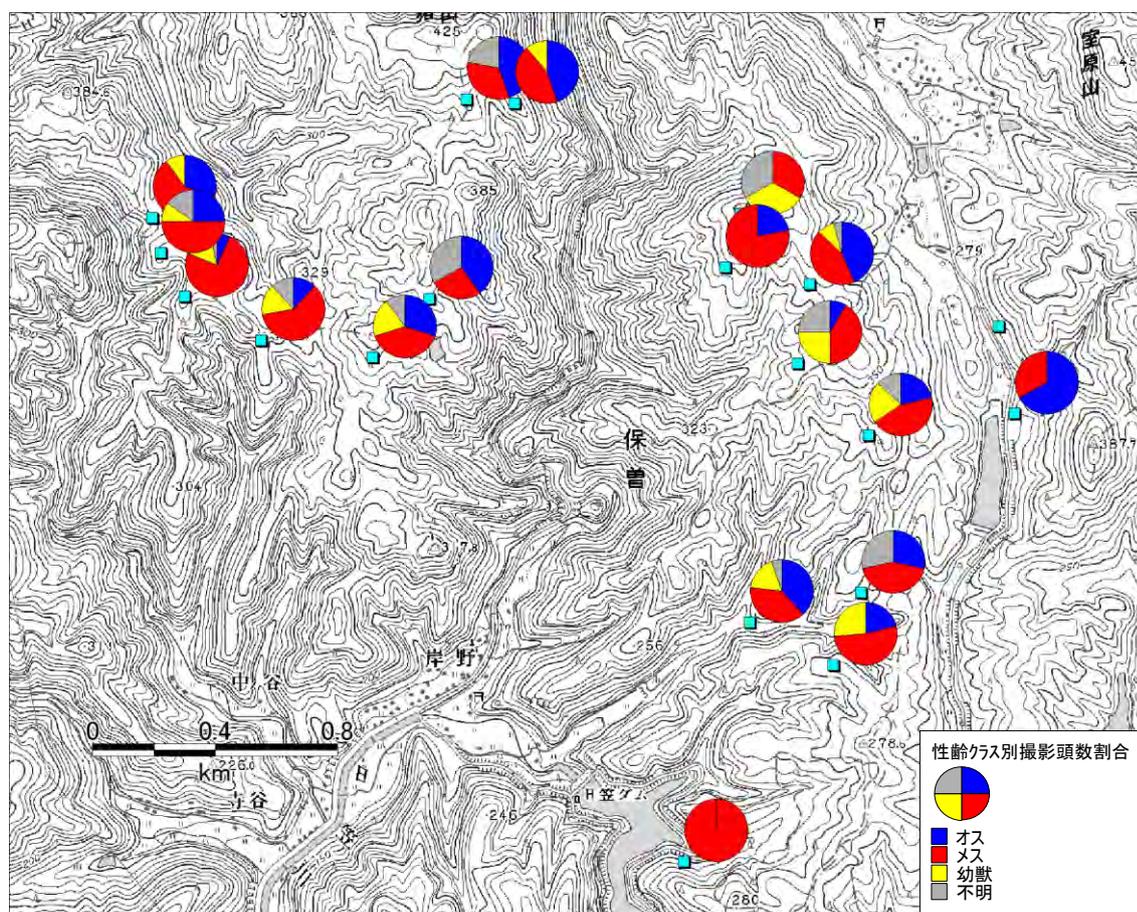


図 4-4 性齢クラス別撮影頭数の割合

(5) 設置環境と撮影頻度との関係

(2) 撮影頻度の項で前述したとおり、シカが全く撮影されなかった H7-2 と撮影頻度が低かった H7-1、H10-1 については、道路に隣接している場所であった。そのことから、道路とカメラとの距離による撮影頻度への影響について考察する。

25,000 分の 1 の地形図をもとに、道路を 2 車線道路、1 車線道路、林道に区分し、GIS ソフト (Mapinfo ver. 10.0) を用いて、センサーカメラの設置地点から最も近い道路を判別し、その直線距離を求めた。図 4-5 に、道路の区分図と GIS ソフトにより求められた最短距離を示す。また、

得られた最短距離と最短距離にある道路の種類について表 4-4 にまとめ、道路からの距離と撮影頻度との関係について図 4-6 に示す。

最も道路から近い場所は H7-1 で約 30m、最も遠いところで約 560m であった。図 4-6 から、道路からの距離が近い場所において撮影頻度が低く、遠い場所で撮影頻度が高くなる傾向がみられた。撮影頻度が 0.4 頭/日以上を示すのは、道から 300m 程度離れた場所であるということが分かる。撮影頻度 0.4 頭/日とは、つまり 10 日間で 4 頭が撮影される撮影頻度であり、撮影頻度がそれ以下の場合、ほとんどシカが通らない場所であるといえるため、道から 300m 以下の場所はシカの利用が少ないと考えられる。

カメラからの最短の距離にある道路の種類と撮影頻度との関係について図 4-7 に示す。平均撮影頻度は、林道に近い地点の方が高く、1 車線道路に近い地点は低いことが明らかとなった。1 車線道路はアスファルト舗装の道で自動車の通行量が多く、林道については通行量が少ないことから、林道の方がシカの撮影が多くなったと考えられる。

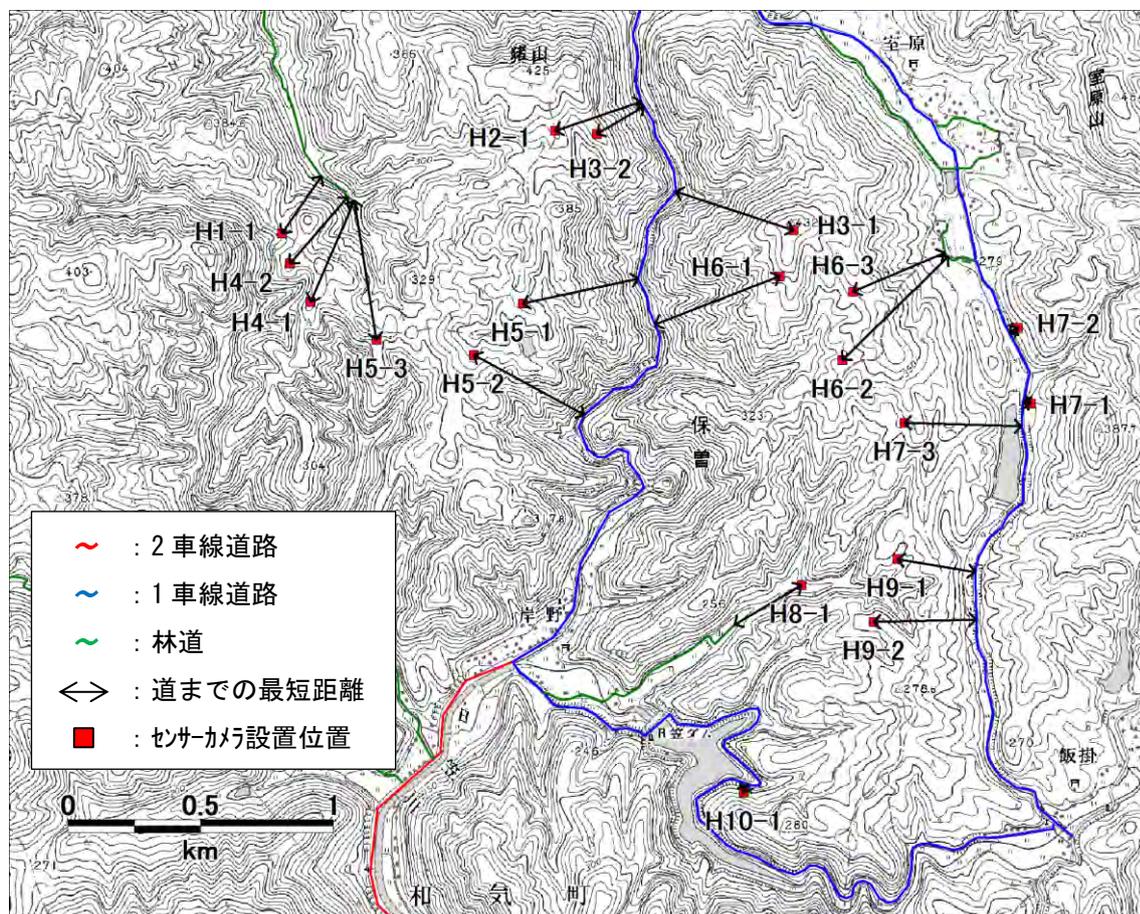


図 4-5 センサーカメラ位置から道路までの最短距離

表 4-4 カメラから道路までの距離と撮影頻度

地点名	撮影頻度	カメラ～道路の距離 (m)	カメラから最短距離 にある道路の種類
H1-1	0.192	262.96	林道
H2-1	0.173	341.66	1車線
H3-1	0.055	463.67	1車線
H3-2	0.173	205.47	1車線
H4-1	1.135	418.70	林道
H4-2	0.404	332.08	林道
H5-1	0.288	444.02	1車線
H5-2	0.192	475.61	1車線
H5-3	0.481	535.74	林道
H6-1	0.164	503.86	1車線
H6-2	0.218	558.62	林道
H6-3	0.442	374.10	林道
H7-1	0.055	29.72	1車線
H7-2	0.000	34.82	1車線
H7-3	0.426	441.15	1車線
H8-1	1.404	291.95	林道
H9-1	0.130	295.46	1車線
H9-2	0.352	385.57	1車線
H10-1	0.055	35.14	1車線

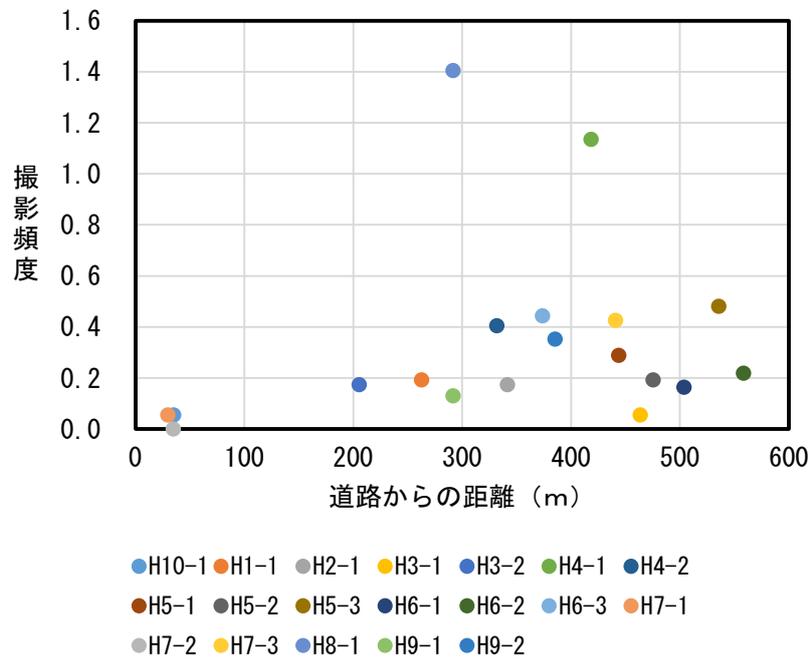


図 4-6 道路からの距離と撮影頻度との関係

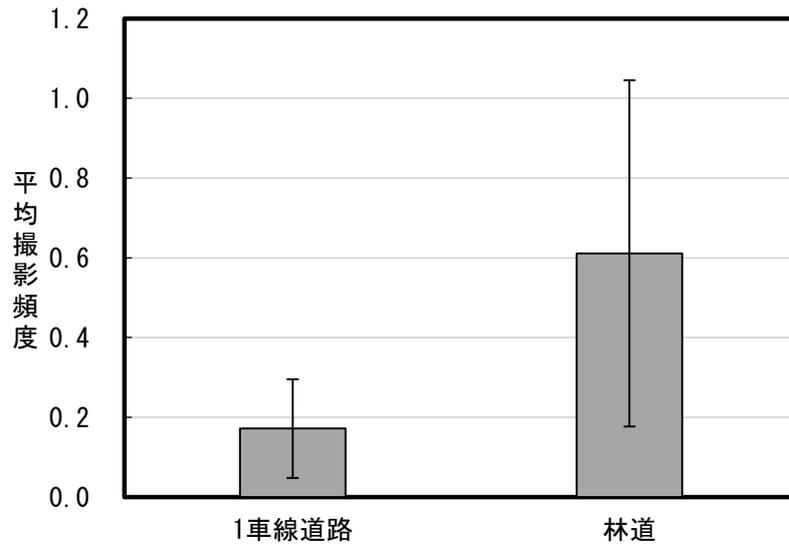


図 4-7 カメラから最短の道路の種類と撮影頻度との関係
エラーバーは標準偏差を示す。

(6) 時間帯別の撮影頭数の変化

時間帯別の撮影頭数の変化について、図 4-8 に示す。なお、時間帯別の撮影頭数は人間活動の影響を受けることから、各地点から最も近い道路の種類についても合わせて図示した。

林道に近い地点においては、日中の撮影頭数が多く、1車線道路に近い地点では、日中の撮影頭数が少ない傾向がみられた。1車線道路に近い地点では、人間活動に影響を受け、シカの活動時間が夜間に多くなることが考えられる。

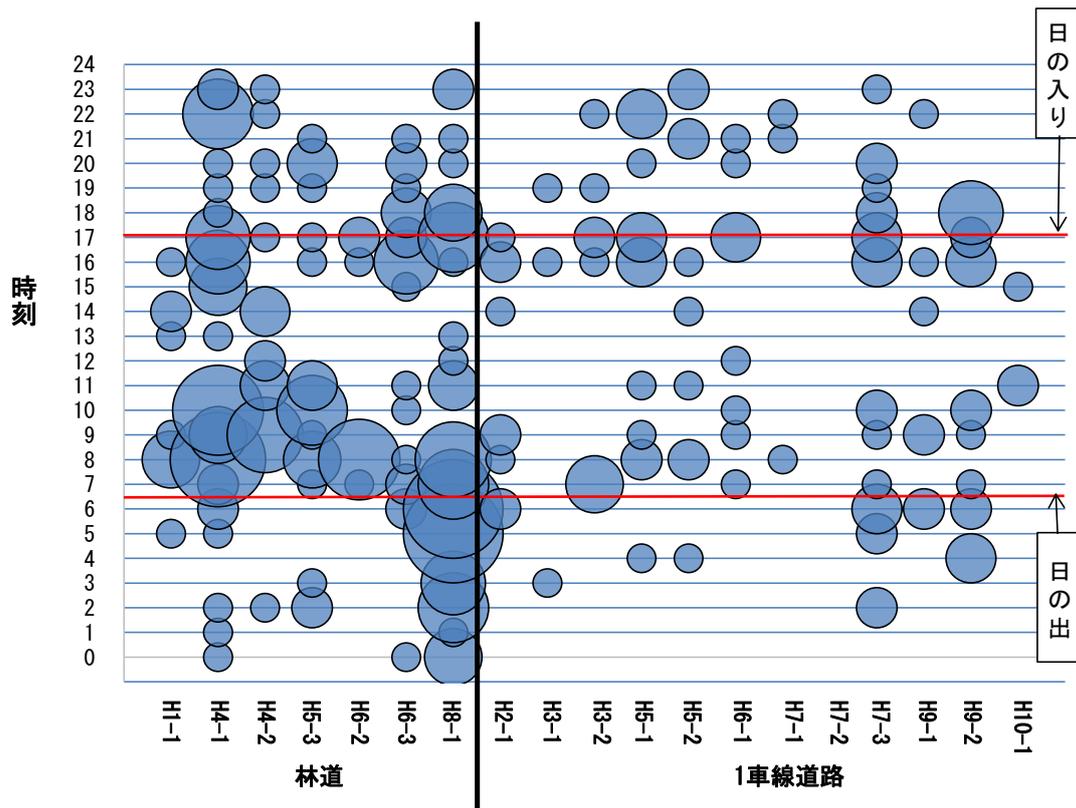


図 4-8 時間帯別の撮影頭数

バブルの大きさは頭数の多寡に応じている。

赤線は日の入り時刻、日の出時刻を示、赤線の内側が日中であることを示す。

5. センサーカメラ調査により得られた効果的な捕獲方法の提案

センサーカメラ調査の結果をまとめると、以下の通りである。

- 当地域の生息密度は 16.3～31.6 頭/km² と推定された。
- 撮影頻度の高い地点は、シカの移動経路となっている地点であり、谷が合流する場所、尾根上の鞍部などの地形である。
- 道路からの距離が 300m 以下の場所では撮影頻度が低い傾向がある。
- 1 車線道路など車の通行量が多い地点では、林道周辺よりも撮影頻度が低い。
- 林道周辺では日中もシカの利用が多く、1 車線道路周辺では日中の利用が少ない。

以上のことから、シカの利用が多い地点は、①シカの移動経路となっている場所、②道路から 300m 以上離れた所、③林道周辺であることが明らかとなった。したがって、これらの条件を満たす場所において、効果的な捕獲ができることが推察される。また、林道周辺では日中のシカの利用が多いことから、銃器による捕獲が可能である。一方、1 車線道路周辺では日中の利用が少ないため、銃器による捕獲は非効率的であり、わなによる捕獲が効率的であると考えられる。

銃器による捕獲については、巻狩りや忍び猟などにより道から離れた地点も捕獲対象地域に含まれることが多いため、道から 300m 以上離れた地域も捕獲対象とすることができる。しかしながら、捕獲個体の搬出に労力がかかってしまうため、処理方法について検討しておく必要がある。

わなによる捕獲については、毎日の見回りが必要であるため、道に比較的近い地域でないと労力がかかる。見回りの労力が多くなると、捕獲者の負担が大きくなり、見回り頻度を減らすことになり、捕獲対象以外の動物が捕獲される錯誤捕獲が発生した際に、捕獲対象外の動物が死亡するなどの問題が発生する恐れがある。したがって、わなの設置箇所は道に近い場所であることが望ましく、今回の調査結果から、道路周辺でシカの利用が多い、谷が合流する場所を選択することが望ましい。

捕獲方法については、様々な方法があり、地域に応じて柔軟に方法を選択する必要がある。そのためには、各地域のシカの生息状況や行動特性を十分に把握した上で、捕獲地域の選定、捕獲時期の選定、取るべき捕獲方法、捕獲効率が低下した場合の次の捕獲方法の検討など、戦略的な捕獲計画を立てることが重要である。

第5章 今後のモニタリング調査

当該事業地では、本年度初めてシカの生息状況および森林の衰退状況について調査が実施された。シカの保護管理は、被害管理、個体数管理、生息地管理の三本柱を適切に管理することによって成り立つ。モニタリング調査は、シカの生息状況などの基礎的な情報を収集すること、さらには対策の効果検証を科学的・客観的に判断することなどが可能であり、シカの管理を実施する上で非常に重要である。

そこで、当該事業地におけるシカ管理体制の構築のために必要なモニタリング調査項目およびその方法を整理し、今後のモニタリング調査について提案する。

1. 本業務で実施されたモニタリング調査の課題整理

(1) 糞塊密度調査

① 調査方法の再検討

本業務で実施した調査方法は、踏査線の中央から左右 50 cm ずつ、幅 1m の範囲を調査している。当該事業地が位置する岡山県、その他の近隣県が実施している調査では、左右 1m ずつ、幅 2m の範囲を調査し、当該事業地での調査方法と異なっている。

本業務の調査方法である踏査線の中央から左右 50cm ずつ、幅 1m の範囲を調査対象とする糞塊密度調査は、三重県森林管理署管轄の大杉谷国有林および隣接した大台ヶ原地域でのみ使用されている方法である。

そもそも、大杉谷国有林において実施されている調査は、生息密度を推定することを目的とした方法で、大台ヶ原地域で開発した生息密度推定の数式に当てはめるためのものである。この数式は、幅 1m 長さ 100m あたりに確認された糞塊数から、生息密度を推定するもので、大台ヶ原地域の糞塊の消失率を基に推定されている。糞塊の消失率は、降雨量、季節、気温、糞虫（オオセンチコガネなどのシカの糞を採食する昆虫）の種類などにより、地域によって異なるため、大杉谷国有林および大台ヶ原以外の地域では使用することができない。

一方、近隣府県の調査は、糞塊密度調査を毎年同じ時期に調査を実施し、年による糞塊密度の増減の傾向をとらえ、シカの生息密度指標として使用している。また、近隣府県では狩猟時に狩猟カレンダー調査による目撃効率および捕獲効率、また農業被害に関するアンケート調査などを実施し、複数のシカの生息密度指標調査を実施し、統計学的手法（ベイズ推定）を用いて生息数の推定を行っている。

糞塊密度から生息密度を推定するためには、当地域の糞の消失率を明らかにする必要があるため、当地域では糞塊密度による生息密度推定は適さない。したがって、糞塊密度はその増減傾向を把握し生息密度指標とするにとどめておくことが適切である。また、当該事業地においてのシカの生息状況について、岡山県内もしくは近隣県と比較して、相対的な生息密度の多寡を把握するためには、周辺地域と調査方法を合わせておくことが望ましい。

② 調査の実施頻度

糞塊密度調査は毎年実施し、調査時期を今年度とできる限り合わせることを望ましい。

(2) 森林植生衰退状況調査

① 調査方法

本調査で実施した調査方法により、当該事業地の衰退状況の概要を把握することができた。調査方法には大きな問題はないが、実用面で調査票は改善する必要があると考える。

今回使用した調査票は、調査基準が明確でない部分が多く、記入の際に判断に迷う部分や、重複する調査項目が多かった。これらのことは、調査票への誤記入や記入漏れなどのミスが生じてしまうことから、調査票の改変を提案する。

改善すべき点などを調査票の項目順に表 5-1 に示す。また、今回使用した調査票を参考資料 3 に示し、改善案を参考資料 4 に調査票案を示す。

表 5-1 森林衰退状況調査票で改善すべき項目一覧

改善すべき調査項目		改善の理由	改善方法
立地	傾斜	選択すべき項目の基準が明確でない。	傾斜角を計測し、角度を記録する。
	推定土層厚	計測が困難であり、根張部の状況などから調査員の経験で記録するしかできない。 また、選択すべき項目の基準が明確でない。	項目の基準を明確化する。 または、調査項目から削除する。
植生	植生相観区分：優占種	階層別に優占種を記録するため、内容が重複している。	群落名を記録するように変更する。
	人為区分	人工林、林縁は調査地選定基準から外れている。	人工林、林縁の項目を削除
	高木層：優占種、% 他階層も同様	%は何を示しているのか明確でない。	優占種の植被率を記録するのであれば、シカの影響調査には重要項目でないため、削除する。
	ササの取り扱い	低木層、草本層にササを含めるのかが、不明確。	兵庫県の方法と同様に、低木層にササの植被率を含めて記録する。 ササについては、「4. ササ層」に記録するため、この項目からは削除する。
	森林調査簿林齢	落葉広葉樹林の林齢は不明である。	項目を削除する。
シカによる影響	1. 高木層：林冠の高さ	植生の項目で記録し、内容が重複している	項目を削除する。
	1. 高木層～3. 低木層 ：被害木樹勢	被害木の種別に記録すべき	表などに変更する。
	3. 低木層：被食の程度	被食の程度は種によって異なる。また矮性化は採食によって生じるため複数回答になる。 採食の有無は「枝葉への摂食が認められるもの」で記録するため、重複している。	項目を削除する。
	4. ササ層：被食の程度	枯死稈の有無は、風化の状況に影響されるためシカの影響の指標とならない。 被害率は、植被率に影響を受けるため、指標になりにくい。	ササの植被率とササの高さで影響の程度は把握可能であるため、被食の程度は、有無のみを記録。
	5. 草本層：出現種	出現種は植生の項目で優占種を記録しているため、重複している。	5. 草本層の項目を削除する。
	6. 実生・稚樹の発生状況：生育場所	生育場所は個体毎に異なるため、全個体を記録することは困難。	項目を削除する。
	7. 指標種	ブナはシカの採食を受けることが少ないため、影響の評価には適さない。	ブナを指標種から削除し、シカの嗜好性の高いハイヌガヤを追加する。
	9. シカの痕跡：糞塊数	本調査に適した調査時期（夏季～初秋）は、糞の消失率が高いため、過小評価となる。	糞塊密度調査を実施している場合は、削除。
	10. 枯死木の状況	樹高、直径など、本数を数えるべき枯死木の基準が不明確。シカ以外の要因により枯死することがあるため、適切に評価できない。	項目を削除する。

② 調査の実施頻度

本調査と同時期に、5年に1度程度の頻度で実施する。

2. モニタリング調査の考え方

(1) 個体群動向に関する調査

シカの生息密度の把握には、糞塊密度調査以外にも区画法、航空機センサス、ライトセンサスなど各地でさまざまな方法で調査が行われているが、いずれの方法も推定精度には課題があることが報告されている。そのため、北海道や兵庫県などシカ管理の先進地域では、複数の密度指標調査を継続的に実施し、個体群動向（トレンド）の変化に基づいて管理施策を修正する手法が主流となっている。また、生息頭数についても、密度指標の変化とその間の捕獲数の情報を基に、個体群モデルや統計手法を用いた推定手法が用いられるようになってきている。

したがって、計画的な管理を実践していくために、当該事業地においても複数の生息密度指標調査を実施しクロスチェックする体制が必要である。当該事業地においては、後述するセンサーカメラ調査による撮影頻度を生息密度指標とした調査（表 5-2）を、糞塊密度調査の補完調査と位置づけ実施することがのぞましい。

(2) 森林植生への影響調査

森林の衰退状況を把握することは、シカの保護管理の三本柱の一つである、生息地管理を実施する上で重要である。また、森林下層植生衰退度については、保護管理の目標設定の一つとして使用することが可能であるため、基礎的な情報として把握しておく必要がある。ただし、森林への影響はシカの累積的な採食圧により生じ、また、植物の回復も時間を要することから、ある一定期間（5年程度）の間隔で実施することが妥当と考えられる。

(3) 対策実施のための調査

シカの被害対策には、防鹿柵の設置、捕獲の実施などが挙げられる。これらの対策を効果的に実施するためには、シカの生息状況の把握、シカの行動特性の把握、被害状況の把握などを事前に実施し、対策優先地域の抽出および優先すべき対策方法の検討を行うことが望ましい。

本事業で実施した調査方法の他にシカの行動特性や出没状況などのシカに関する調査方法について、表 5-2 に各調査方法の特徴をまとめた。

ライトセンサス調査については、シカの夜間の出没状況について、直接観察することができるため、シカの行動特性を把握することができる。出没状況を把握することにより、対策の優先地域の抽出に活用できる。また出没経路を把握できるため、捕獲地点の選定に有効である。

センサーカメラ調査は、24時間撮影が可能であるため、シカの利用状況が把握できる。防鹿柵への侵入時の行動把握や捕獲時の罠への反応などを把握することができる。また、定点調査を実施することにより撮影頻度からシカの生息密度指標として活用でき、糞塊密度調査の補完調査として有効である。

GPSテレメトリーによる行動特性調査は、シカの位置を把握できるため、シカの行動圏、越冬地、移動経路の把握などができる。シカの位置から、環境解析により利用環境の特性を把握することができ、対策の優先地域の抽出や、各地域に応じた対策手法の選定などに活用することが可能となる。また、防鹿柵の効果検証や捕獲による行動の変化など、対策の効果検証に有効である。

表 5-2 各調査方法の特徴

調査方法	得られる情報	留意点等
ライトセンサスによる直接観察	夜間の出没状況の把握ができる。シカを直接観察することにより、捕獲地点の選定に有効である。	森林内への人の侵入などの人間活動の影響を受ける。また、霧や雨などの気象条件によりシカの発見頭数が減少する。シカの活動しやすい時間帯を地域により見極める必要がある。 深夜に調査を実施する場合もあり、安全に留意する必要がある。
センサーカメラ調査	24時間のシカの利用状況が把握できる。柵への侵入の行動などの観察ができる。撮影頻度（頭/台日）を算出することにより、生息密度指標として活用することができる。	センサーカメラの機種により、機能が異なる。生息密度指標として、活用する場合は、同一設定にする必要がある。 1ヶ月に1回程度の維持管理作業が必要である。
GPS テレメトリーによる行動特性調査	行動圏、越冬地、移動経路の把握、などが把握できる。 環境解析により、利用環境の特徴が明らかになる。 得られる情報量は、他の調査よりも非常に多く、費用対効果は高い。	GPS テレメトリー首輪を装着するシカの頭数を多くする必要がある。 生体捕獲に労力がかかるため、適切な捕獲時期を見極める必要がある。

参考文献

- 藤木大介・岸本康誉・坂田宏志. 2011. 兵庫県氷ノ山山系におけるニホンジカ *Cervus nippon* の動向と植生の状況. 保全生態学研究. 16 : 55-67.
- 藤木大介. 2012. ニホンジカによる森林生態系被害の広域評価手法マニュアル. 兵庫ワイルドライフモノグラフ 4号. pp. 2-16.
- 福田淳子・高柳 敦 (2008) 京都府の多雪地におけるニホンジカ *Cervus nippon* Temminck によるハイイヌガヤ *Cephalotaxus harringtonia* var. *nana* の採食にみられる積雪の影響. 森林研究 77 : 5-11
- Goda R., Ando M., Sato H., and Shibata E. (2008) Application of fecal pellet group count to sika deer (*Cervus nippon*) population monitoring on Mt. Ohdaigahara, central Japan. Mammal Study 33: 93-97
- Hutchinson, J. M. C & Waser, P. M. 2007. Use, misuse and extensions of 'ideal gas' models of animal encounter. Biological Reviews, 82:335-359.
- 兵庫県. 2015. シカ管理計画. 17pp.
- 池田浩一・岩本俊孝 (2004) 糞粒法を利用したシカ個体数推定の現状と問題点. 哺乳類科学 44: 81-86
- 近畿中国森林管理局 (2009) 平成 20 年度大杉谷国有林におけるニホンジカの生息状況及び森林被害の現況把握調査報告書. 112pp.
- 近畿中国森林管理局 (2010) 平成 21 年度大杉谷国有林におけるニホンジカの生息状況及び森林被害の現況把握調査報告書. 103pp.
- 近畿中国森林管理局 (2011) 平成 22 年度大杉谷国有林におけるニホンジカの生息状況及び森林被害の現況把握調査報告書. 161pp.
- 近畿中国森林管理局 (2013) 大杉谷国有林におけるニホンジカによる森林被害対策指針. 45pp.
- 岡山県 (2015) ニホンジカ管理計画書. 12pp.
- 柴田叡弑・日野輝明 (2009) 大台ヶ原の自然誌-森の中のシカをめぐる生物間相互作用-. 東海大学出版会. 300pp.
- (財)自然環境研究センター (2012) 平成 23 年度大杉谷国有林におけるニホンジカの生息状況及び森林被害の現況把握調査報告書. 197pp
- Rowcliffe, J. M., J. Field, S. T. Turvey, and C. Carbone. 2008. Estimating animal density using camera traps without the need for individual recognition. J. Appli. Ecol. 45:1228-1236.
- (株)野生動物保護管理事務所 (2017) 箕面国有林におけるニホンジカの生息状況外モニタリング調査委託報告書. 40pp.
- (株)野生動物保護管理事務所 (2013) 平成 24 年度大杉谷国有林におけるニホンジカの生息状況及び森林被害の現況把握調査報告書. 195pp.
- (株)野生動物保護管理事務所 (2016) 平成 27 年度指定管理鳥獣捕獲等事業実施計画策定調査業務報告書. 41pp.

- (株)野生動物保護管理事務所（2013）大杉谷国有林における調査研究用ニホンジカの捕獲及び調査業務報告書．近畿中国森林管理局． 11pp.
- (株)野生動物保護管理事務所（2014）大杉谷国有林におけるニホンジカの生息状況及び森林被害の現況把握調査業務報告書． 50pp.
- (株)野生動物保護管理事務所（2015）大杉谷国有林におけるニホンジカの生息状況及び森林被害の現況把握調査業務報告書． 36pp.