

堅果類の豊凶調査とツキノワグマ出沒への影響

Effect of yearly fluctuations in nut production on appearance of Japanese black bear (*Ursus thibetanus japonicus*)

片平篤行

堅果類の豊凶とツキノワグマの出沒について調査したところ、以下のことが明らかとなった。

- 1 GPS 首輪を用いたツキノワグマの行動調査により、4頭のツキノワグマの行動特性を把握した。
- 2 3年間の豊凶調査結果では、3樹種（ブナ、ミズナラ、コナラ）の豊凶変動が類似していた。
- 3 調査地域のツキノワグマの出沒と豊凶変動に負の相関が見られた。
- 4 8月中旬に豊凶調査を集中的に実施することにより、豊凶の把握と9月以降のツキノワグマの出沒予測が可能であると考えられる。

キーワード 堅果類、豊凶、ツキノワグマ、出沒、GPS

I はじめに

ツキノワグマ (*Ursus thibetanus japonicus*) の出沒による農林・人身被害は、増減を繰り返しながら毎年発生している¹⁾。特に2006年には全国的に異常な出沒が相次ぎ、群馬県においても、例年の有害鳥獣捕獲（以下、有害捕獲とする）数を大幅に上回る333頭のツキノワグマが捕獲されている。

群馬県ではツキノワグマ保護管理計画²⁾により、生息状況調査などを行い、適正な種の保存と生息数の維持に努めている。一方、被害に遭う農作地では、被害を未然に防ぐため、様々な防除対策を実施しているが、対策後も執拗に出沒する個体や、人家周辺へ出沒する個体があり、有害捕獲による過度の捕獲が適正な生息数に影響を与えることが危惧されている。

農作地や人里へのツキノワグマの出沒は、エサ資源である堅果類の豊凶が影響していると言われており³⁾、豊凶と出沒の因果関係を把握できれば、ツキノワグマの出沒を予測し、出沒に対する注意喚起や、防除対策への情報提供が可能であると考えられる。

このため、ツキノワグマの行動調査と詳細な堅果類の豊凶調査を行い、出沒へ与える影響と出沒予測の可能性について考察した。

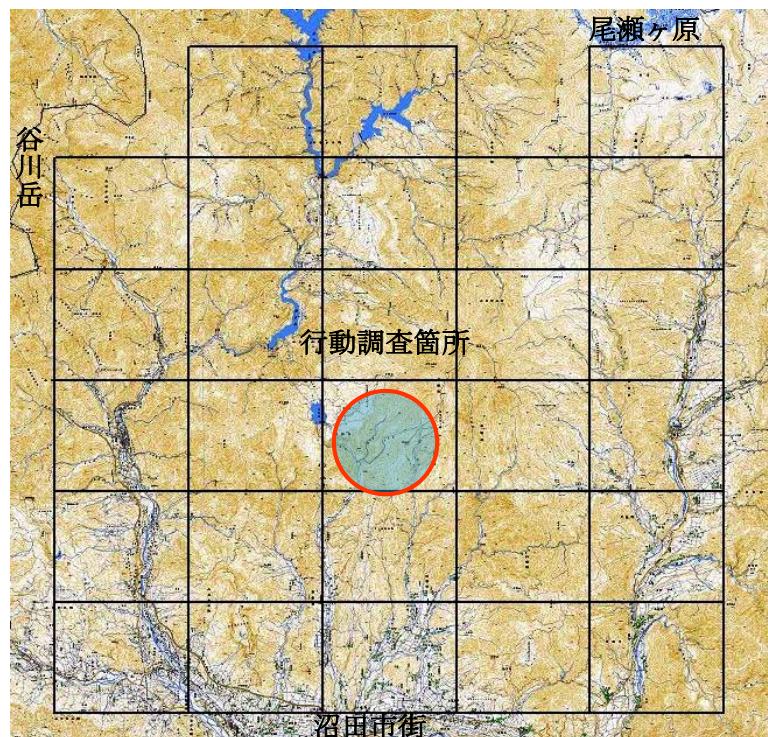


図-1 堅果類調査区画及び行動調査位置図

II 調査方法

調査地域は、県内の約6割（1996年～2009年：平均 $57 \pm SD12\%$ ）のツキノワグマの有害捕獲が発生している利根沼田地域とした。この地域は谷川岳、武尊山、尾瀬を含む自然植生の豊かな地域であり、チシマザサブナ群団に代表されるブナの自然林や、ミズナラ、コナラなどの広葉樹林が広く分布している⁴⁾。ツキノワグマの行動調査は、調査地域のほぼ中心に位置する玉原湖周辺の山林において、学術許可によりツキノワグマを捕獲し、GPS首輪を用いた調査を行った。堅果類の豊凶調査は、基準地域メッシュをもとに5km四方（25km²）の28区画に区分し、この区画内の豊凶状況を3年間調査した（図-1 ※本文中の地形図については国土地理院の数値地図25000（地図画像）『茂倉岳、藤原、至仏山、水上、藤原湖、鎌田、猿ヶ京、後閑、追貝』を使用）。

1 ツキノワグマの行動調査

(1) GPS首輪を用いた調査方法

ツキノワグマの個体群調査には、捕獲情報調査（捕獲数や地域の変化などの情報を利用）、痕跡調査（直接観察、熊棚、糞などの情報を利用）、生息数調査（追い出し法、ヘアートラップ法）などがある⁵⁾。個体の行動特性（環境選択、行動圏など）を調べる方法としては、従来から調査個体にVHF発信機を取り付けて追跡するラジオテレメトリー調査⁶⁾（以下、VHFテレメトリーとする）が利用



図-2 GPS首輪写真及び活動量センサー詳細図

されている。今回の調査では、より詳細な行動特性を把握するため、GPS受信記録機能を備えたGPS首輪（Lotek社製3300Sカガ）を使用した。この首輪は、従来のVHF発信機とGPS受信機（Fstrx社製）を内蔵するほか、個体の活動量を記録する活動量センサーとGPS測位時の標高を記録する機能を備えている。この活動量センサーは首輪の傾きを計測するシステムで（図-2）、Y軸（首の上下：垂

表-1 調査個体の概要

個体名	M071113	M080828	F090811	F090817
檻設置日-捕獲日	2007/8/13-11/11	2008/6/13-8/27	2009/5/26-8/8	2009/5/26-8/16
放獣日	11/13	8/28	8/11	8/17
首輪脱落日	未回収	2008/10/31	2009/11/5	2009/9/16
調査期間(日)	(577)	64	86	30
性別・年齢	オス・3才	オス・3才	メス・4～6才	メス・4才
体重(kg)	45	60	57	45
全長(mm)	1150	1300	1250	1200
体高/首周(mm)	560/525	600/550	600/620	540/550
前/後掌長(mm)	150/160	150/170	170/170	165/170
測位間隔	3h(4-20時) 夜間測位なし	30min(5-20時) 1h(20-5時)	1h(0-24時)	30min(3-21時) 1h(21-3時)

直) X軸(首の左右:水平)方向に傾く回数を、5分間隔で計測している(一方向最大255回:総計510回)。GPSの計測間隔は任意に設定できるが、バッテリー容量により測位間隔と計測期間が制限される。計測された位置データ等は首輪の記録部に保存される。GPS首輪装着後は、調査個体の長距離移動などによる見失いを防ぐため、VHFテレメトリにより定期的に位置を確認し、予定調査期間終了後に回収する。回収方法は、首輪に付属される脱落装置(火薬のガス圧による解錠)に至近距離(最大200m)において専用送信機器からコマンドを送り、発火脱落させる(自動脱落も併用)。また、回収したGPS首輪はバッテリー等の交換により再利用が可能である。なお、3年間に調査した個体はオス2頭(3才、3才)、メス2頭(4~6才、4才)の4頭である(表-1)。

(2) 調査個体の捕獲方法

堅果類の豊凶と行動について把握するため、人家から離れた広葉樹林内に檻を設置した。捕獲檻は扉の落下により捕獲電波を発信するよう設定し、落下後の電波の発信が3日で途絶えるため、3日に1回以上の見回りを行った。なお、餌は養蜂ミツバチの密蓋などを使用した。

(3) 捕獲の状況

捕獲には捕獲個体の檻内での歯や手などへの損傷を防ぐため、学術捕獲用の檻を使用している(図-3)。捕獲檻には赤外線カメラを設置しており、捕獲までの間に、檻に接近する個体が複数回確認されたが、捕獲までには2.5ヶ月~3ヶ月の期間を要した。檻を倒し中の餌を取るなど、捕獲檻の存在に慣れた個体も現れた。なおM080828については、麓の果樹園でサルの有害捕獲檻に錯誤捕獲された個体を、地元の了解を得て放獣した。



図-3 学術捕獲檻に近づくツキノワグマ

(4) 不動物・放獣

不動物は麻醉銃(TELINJECT社製ドイツVARIO 1V)を使用し、野生動物調査で一般的に用いられる⁷⁾塩酸ケタミン(第一三共社製ケタール500)及び塩酸キシラジン(バイエル社製セクター2%)の混合液の投与により行った。調査個体の外部計測と、体毛の採取、抜歯(第1~3小白歯のいずれか)を行い、GPS首輪装着後にその場で放獣した。M080828については、錯誤捕獲位置から7km離れた、捕獲檻設置付近まで移動し放獣した。放獣に際しては、調査個体への影響を考慮し、爆竹、カプサイシンスプレーの噴霧などによる忌避学習行為は実施していない⁸⁾。

(5) GPS首輪回収状況

放獣後は、3素子八木アンテナ及び携帯型受信機(icom製IC-R20)を使用し、VHFテレメトリにより、調査個体の定期的な位置確認を行った。回収時は約30m~180mの範囲まで接近しコマンドの送信を試みた。しかし、M071113の首輪はリモート脱落が何らかの理由により作動せず⁹⁾、自動脱落前に発信が途絶えたため未回収である。また、F090817については、装着後1ヶ月で調査個体が首輪を外したため、予定調査期間のデータを得られたのは、M080828とF090811の2個体である。

2 堅果類の豊凶調査

(1) 調査方法

堅果類の豊凶調査の方法は、シードトラップによる落果数調査¹⁰⁾、前年枝採取による花芽率調査¹¹⁾、

開花量調査¹²⁾などがある。今回の調査ではなるべく多くの調査数を確保するため、目視による方法とした。調査対象は、ブナ、ミズナラ、コナラ、クリ、ミズキとし、28 調査区画内になるべくランダムになるように選定した。また、対象木は市町村道や林道から目視が可能な、樹形全体を確認できるものを選木した。なお、目視調査は3年間同一の調査木で行った。樹種により堅果の成熟時期がことなるが、不良な堅果の落果が進み、健全堅果の大きさが目視可能となる8月中旬以降に調査を実施した¹³⁻¹⁶⁾。

(2) 調査内容

調査項目は双眼鏡(nikon8-24×25zoom)を利用した豊凶確認、標高、胸高直径、樹高の計測である。豊凶状況の評価方法は、調査木を樹形により2～6分割(図-4)に区画し、この区画内の豊凶状況を表-2の判定基準により評価した。評価した豊凶状況は分割区画数を分母として計算し、調査木毎に豊凶指数を計算した(表-3)。

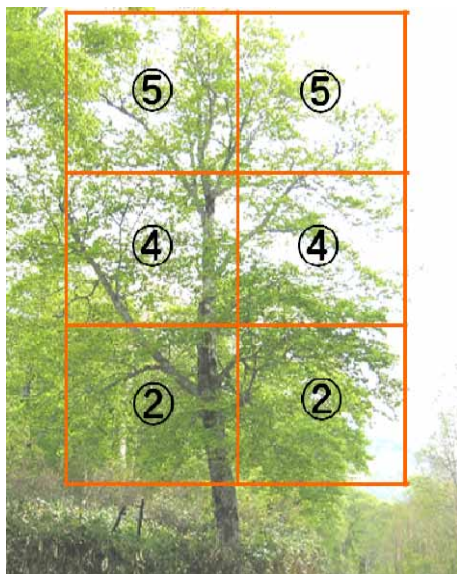


図-4 調査木分割図

表-2 豊凶判定基準

0	無結実
1	数個確認できる
2	一部に疎に着果
3	全体に疎に着果
4	全体に密に着果
5	全体に過密に着果

表-3 豊凶指数 (%)

無	0
凶作	大凶作 0～10
	凶作 11～25
並作	不作 26～45
	並作 46～65
豊作	豊作 66～85
	大豊作 86～100

$$⑤+⑤+④+④+②+②=22$$

$$5 \text{ 段階 (判定基準)} \times 68 \text{ 区画数} = 30$$

$$22/30=73\%$$

III 調査結果及び考察

1 ツキノワグマの行動調査

(1) 測位データ

調査個体から得られたGPS測位データ及び、解析に用いた期間は表-4のとおりである。測位データには、緯度、経度、測位時刻、受信時間、受信利用衛星数、測位精度が記録されている。GPSの

表-4 GPS測位データ及び測位成功率

個体名	M080828	F090811	F090817
分析期間	8/28-10/31	8/11-11/5	8/17-9/16
全測位数(件)	2,340	2,041	1,790
測位 30min	1,740	—	841
測位 1h	600	2,041	203
成功数/成功率	550 / 23.50%	1,085 / 53.16%	1,044 / 58.32%
30min/成功率	405 / 23.28%	—	617 / 73.37%
1h/成功率	145 / 24.17%	—	129 / 63.55%
χ^2 , $P^1=$	0.151, 0.656	—	7.254, 0.007

¹ Fisher's Exact Test *以降統計解析はR ver2.10.1を使用

受信成功率には受信時の衛星の配置状況、季節、開空度、首輪の角度などが影響し¹⁷⁻¹⁸⁾、2DFix 時での測位精度の低下が指摘されている¹⁹⁻²⁰⁾。しかし、図上での位置確認により、誤差の範囲内と判断し、データ解析から排除していない。測位成功率は F090817 の 30 分測位時が 73.37%と高く、行動域が南向きで調査期間も短かったためと考えられる。なお、F090817 のみ測位間隔による成功率の差が見られた (Fisher's Exact Test P=0.007 ※以下本文中のすべての統計解析に R ver2.10.1 を使用)。

(2) 調査個体の行動圏

各個体の行動圏については、得られた GPS 測位データを GIS ソフト (地図太郎 Ver6.04) の図上に展開し計算した (表-5)。

表-5 行動圏内の植生割合 (最外郭, 集中域)

個体名	M080828		F090811		F090817		M071113
	95%カーネル	50%カーネル	95%カーネル	50%カーネル	95%カーネル	50%カーネル	—
行動圏面積	70.551	10.070	8.381	1.184	2.023	0.381	—
(km ²)	最外郭	集中域	最外郭	集中域	最外郭	集中域	最外郭
	70.025	7.495	11.247	5.641	3.014	1.513	20.680
チマダ サープナ群落	17.444	1.408	7.275	4.939	2.189	0.858	3.832
(%)	24.91	18.79	64.69	87.56	72.62	56.69	18.53
クリスナ群落	17.816	4.765	1.349	0.159	—	—	2.542
(%)	25.44	63.57	11.99	2.82	—	—	12.29
カラマツ植林	16.931	0.306	2.089	0.543	0.825	0.655	10.012
(%)	24.18	4.08	18.57	9.63	27.38	43.31	48.41
スギ・ヒノキ植林	8.403	0.627	—	—	—	—	2.621
(%)	12.00	8.37	—	—	—	—	12.67
牧草地コナラ場他	2.481	—	0.161	—	—	—	1.313
(%)	3.54	—	1.43	—	—	—	6.35
ササダケカンバ群落	2.029	—	—	—	—	—	—
(%)	2.90	—	—	—	—	—	—
アカマツ植林	1.159	0.302	—	—	—	—	0.360
(%)	1.65	4.02	—	—	—	—	1.74
開放水域	0.568	—	0.373	—	—	—	—
(%)	0.81	—	3.32	—	—	—	—
畑地・雑種他	3.193	0.087	—	—	—	—	—
(%)	4.56	1.17	—	—	—	—	—
$\chi^2, P^{1, 2} =$	31.823	$P^1 < 0.0001$	11.838	$P^1 = 0.003$	5.5523	$P^2 = 0.026$	—

¹ Pearson's Chi-squared test ² Fisher's Exact Test ³カーネル行動圏は R (adehabitat) 使用

最外郭行動圏 (100MCP 法 以降、最外郭) は、調査期間に記録された最も外側の測位点を結んだ面積としている。また、集中利用域 (以降、集中域) は日別の利用面積レイヤーを重ね、3日分 (3レイヤー) の行動域が重なる面積とした。この他、カーネル法による 50%及び 95%行動圏も示す。なお、M071113 については、追跡期間に確認した VHF テレメトリーによる推定位置を使用している。

ツキノワグマの行動圏はオスで 10~250km² (平均 40km²)、メスで 4~100km² (平均 20km²)²¹⁻²²⁾ 程

度とされ、生息環境や年度により変動する。調査個体の最外郭は、オスの2頭で 20.7 及び 70.0km²、メスの2頭で 11.2 及び 3.0km² となり、オスの行動圏が広がった (図-5)。なお、2001 年に実施された放追調査²³⁾ では、周年の最外郭でメス 7.2km² (7才) とメス 0.6km² (4才) の記録があり、県内のメスの行動圏は比較的狭い範囲となっている。

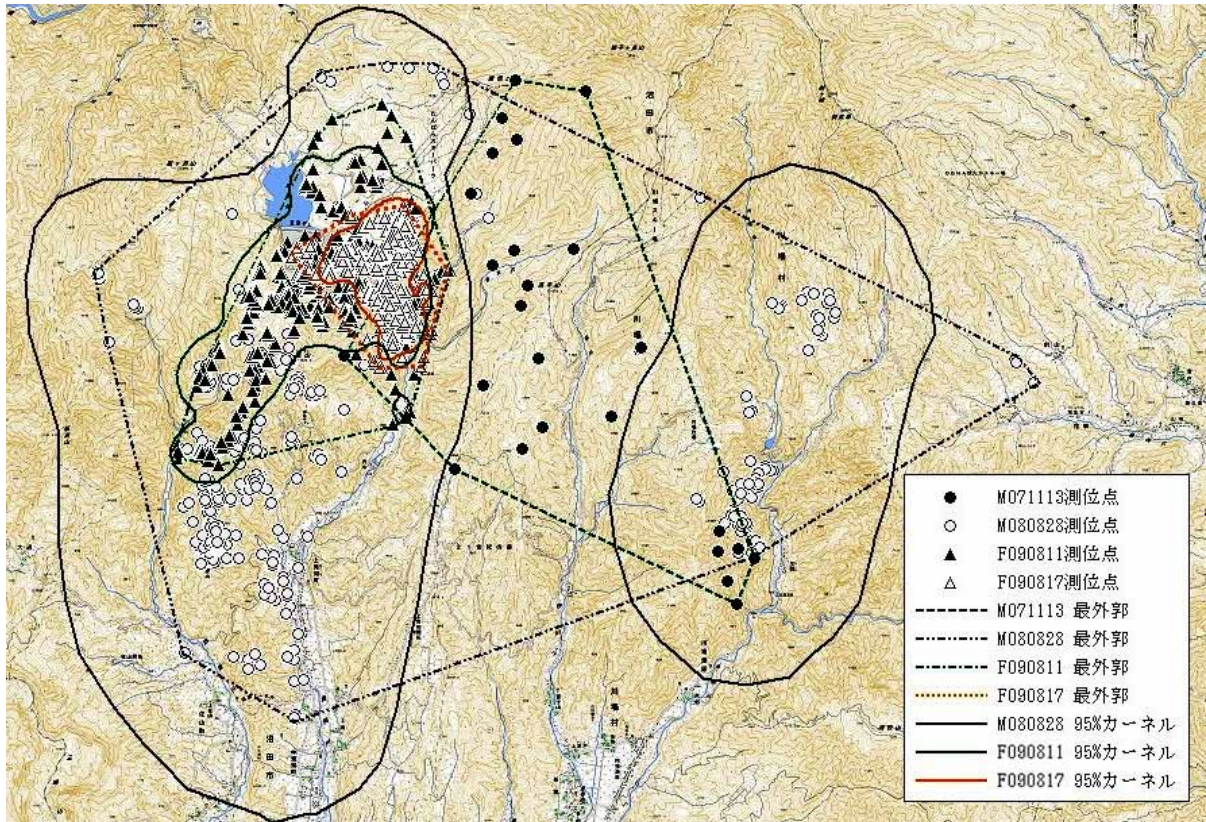


図-5 GPS 測位点及び行動圏

(3) 行動圏内の環境選択

ツキノワグマの食性は植物質を主体とする雑食であり (表-6)、季節により利用種が異なるため²⁴⁻²⁵⁾、環境選択はこれら食性の影響を強く受ける。行動圏内の利用状況については、自然環境保全基

表-6 採食種の季節変化

	春		夏			秋		
	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月
木本類	新芽 新葉 花序							
草本類	ササ類 セリ科 イネ科 アザミ属 ウド							
果実類	サクラ属 キイチゴ属				ミズキ ツル性植物			
堅果類	前年落果		堅果類 (ブナ ミズナラ コナラ クリ)					
動物質	死骸 (シカ クマ)		昆虫類 (ハチ アリ クワガタ)					
	養 蜂							
農作物被害	とうもろこし プラム モモ ブドウ リンゴ 野菜							

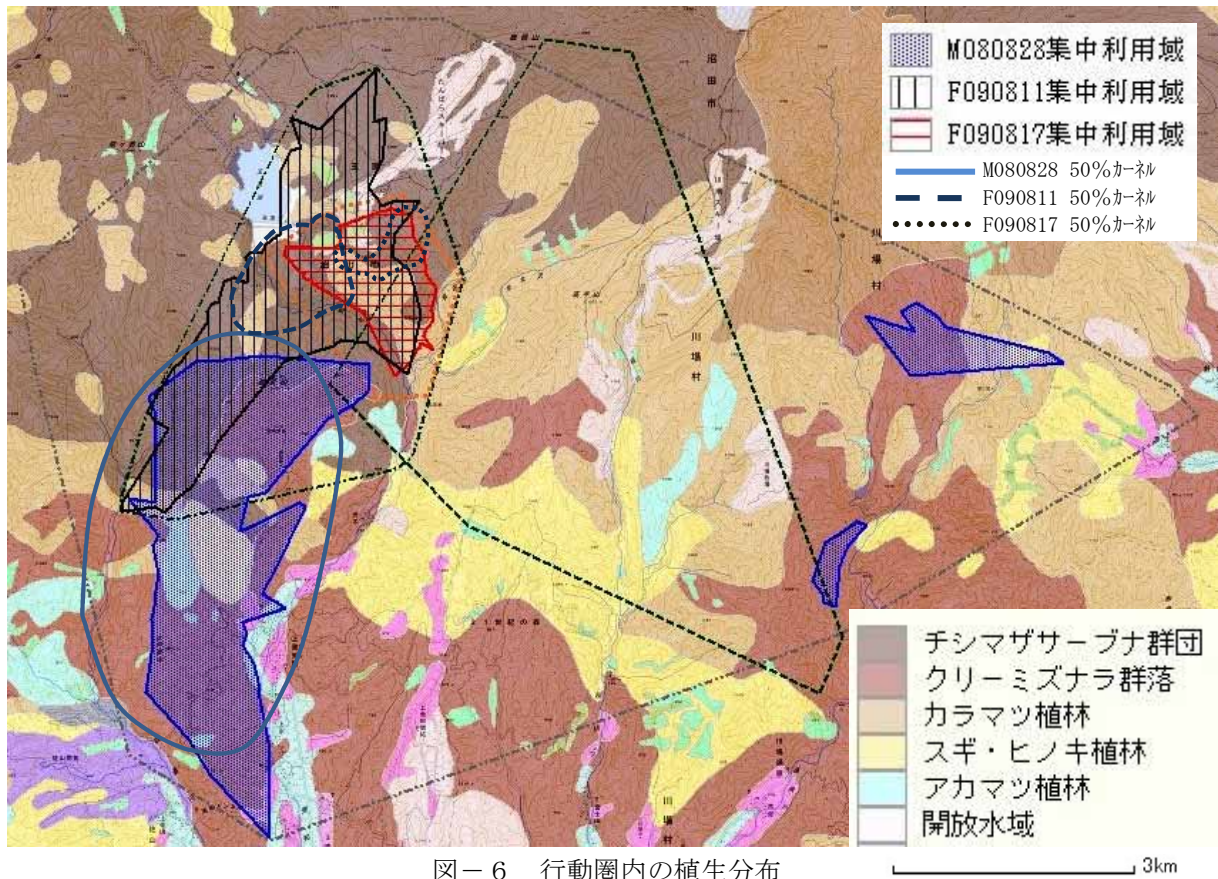


図-6 行動圏内の植生分布

礎調査²⁶⁾のGIS情報をもとに分析した(図-6)。M080828の最外郭内の植生はクリーミズナラ群落25.4%、チシマザサ-ブナ群団24.9%、カラマツ植林24.2%で74.5%を占め、残りはスギ・ヒノキ植林や牧草地などである。一方、集中域内の植生は、クリーミズナラ群落63.6%、チシマザサ-ブナ群団18.8%、スギ・ヒノキ植林8.4%となり、構成割合に有意な差が見られた(Pearson's Chi-squared test, $P < 0.0001$)。カラマツ林内の利用の低下は、この時期利用する餌に乏しいためと考えられる。F090811では、最外郭内がチシマザサ-ブナ群団64.7%、カラマツ植林18.6%、クリーミズナラ群落12.0%、集中域内がチシマザサ-ブナ群団87.6%、カラマツ植林9.6%、クリーミズナラ群落2.8%となり、有意差が見られた($P = 0.00269$)。F090817では、調査期間が短く移動が少ないため、有意差は見られない(Fisher's Exact Test $P = 0.02582$)。

(4) 個体別行動状況-M071113

M071113は放獣後すぐに何らかの原因でVHF電波の発信が止まり、翌春まで電波が途

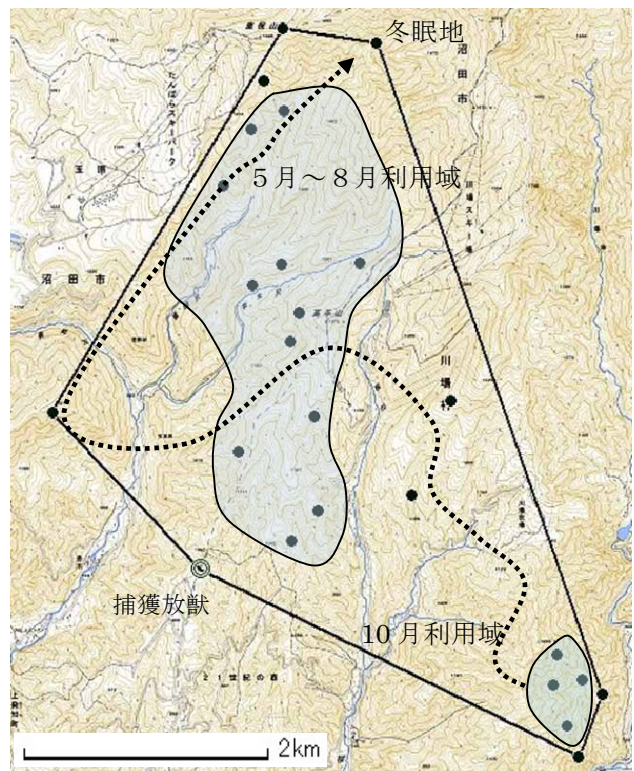


図-7 M071113の行動圏及び移動経路

絶えた。翌春5月以降はVHFテレメトリによる行動追跡が可能となった(図-7)。5月は前年の落果(ミズナラ)や草本を利用し、初夏までの間は、尾根部や谷の上流部など標高の高い箇所を好んで利用していた。10月に入り大きく移動し、M080828と近接してミズナラの堅果を利用していた。この場所には多個体が集まり、約0.5haの狭い範囲に4頭が集中していたが、排他的行動は見られなかった。11月に入り、大きく移動し、鳥獣保護区内で停滞した後、11月末には冬眠地である標高1,500m付近で冬眠したと考えられる。

(5) 個体別行動状況-M080828

錯誤捕獲場所から6km離れた学術捕獲檻周辺まで移動し放獣した(図-8)。ツキノワグマは移動放獣後の回帰行動が知られているが²⁷⁻²⁸⁾、この個体においても、放獣後は玉原スキー場を避けるように、武尊山の北を大きく迂回し、3日後には錯誤捕獲された果樹園付近まで回帰していた。その後、数度にわたり人里へ出没したが9月中旬の堅果類が実る時期に出没は収束した。10月に入ると大きく行動圏を移し、ミズナラを中心とする広葉樹林で採餌を続けていた。なお、行動域は出没時期(9/1~9/15)、堅果類利用時期Ⅰ(9/16~10/18)、堅果類利用時期Ⅱ(10/19~10/30)の3つの時期に分けられた。

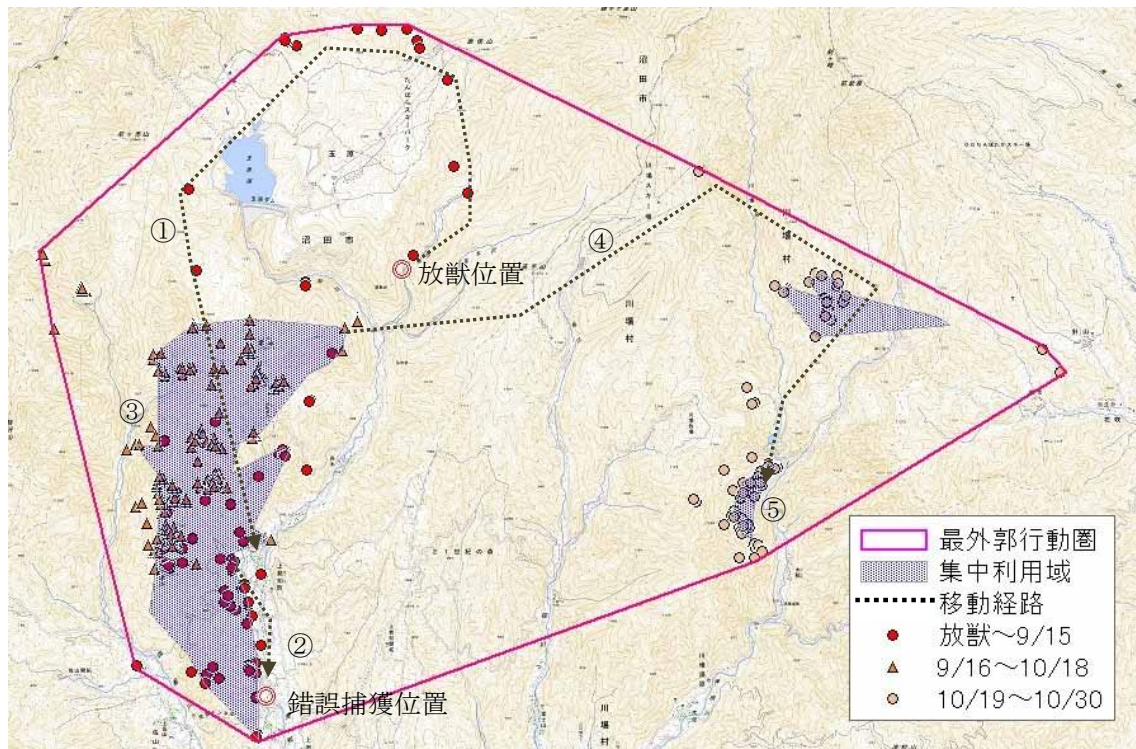


図-8 M080828 行動圏及び移動経路 3km

錯誤位置から6km離して放獣 → ① 捕獲位置周辺へ回帰 → ② 9月中旬まで人里へ出没 → ③ 10/18まで集中域で堅果利用 → ④ 8.4km離れたエリアへ移動 → ⑤ 10/30まで集中域で堅果利用

(6) 個体別行動状況-F090811、F090817

F090811は放獣後の長距離移動は見られず、回収時まで捕獲地付近で活動していた(図-9)。また、調査期間中の人里への出没はなかった。県道付近での活動やダム堤体の横断も頻繁に見られたが、これらの行動は、夜間や早朝の時間に限られた。行動域内の利用は期間により3つの範囲に場所の偏りが見られた(8/11~9/17、9/18~10/1、10/2~11/5)。F090817はF090811とほぼ重なる行動圏を持ち、同一時間に数十mの範囲で活動していたが、排他的ではなかった²⁹⁾。放獣後は順調に計測していたが、

1ヶ月後に調査個体により首輪を外された。なお、2頭とも捕獲地より以西に行動圏を持ち、これより東への移動は全く見られなかった。

(7) 平均移動距離、面積及び標高
 移動距離については、1日に測位された箇所間の距離と時間を加算した24時間の平均速度で、1日当たりの移動距離を計算している。移動面積については、1日の測位位置を結び、1日当たりの移動面積を計測した(表-7)。平均移動距離(km/日)は若干M080828が多いものの3頭とも3km台となり、秋の深まりと共に低下した。

GPS 首輪から得られた標高データは図-10のように変化した。なお、国土地理院の地形図標高と若干差が生じている。F090811及びF090817は平均して1200m前後の高標高域で活動していた。M080828については、9月中旬まで人里付近の低標高域(平均857±SD101m)で活動し、これ以降は徐々に標高を上げていった。M071113は1000m付近で活動し、冬眠時には1500m付近へ移動していた。³⁰⁻³¹⁾

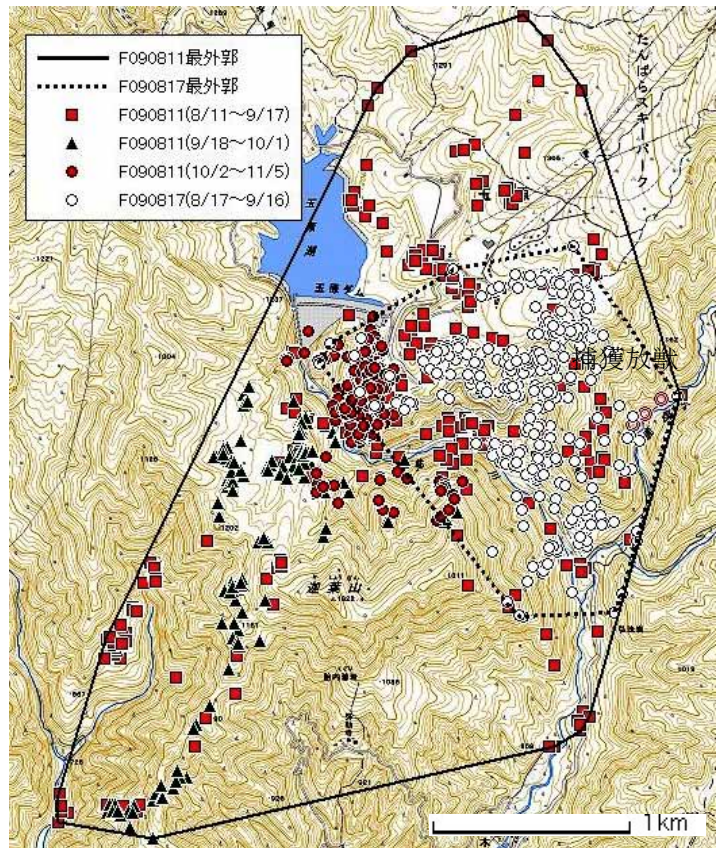


図-9 F090811及びF090817の行動圏

表-7 移動距離、移動面積、移動標高

個体名	M080828	F090811	F090817
平均移動距離 km	3.83±SD2.02	3.13±SD1.94	3.19±SD1.01
N= , Max	60 , 8.40	85 , 7.44	29 , 5.04
平均移動面積 km ²	0.46±SD0.66	0.46±SD0.50	0.36±SD0.22
Max	4.63	2.59	0.87
平均移動標高 m	1,025±SD146	1,186±SD61	1,223±SD98
Max / min	1,381/699	1,307/1,011	1,330/1,006
(出沒期間N=15)	857±SD101	—	—

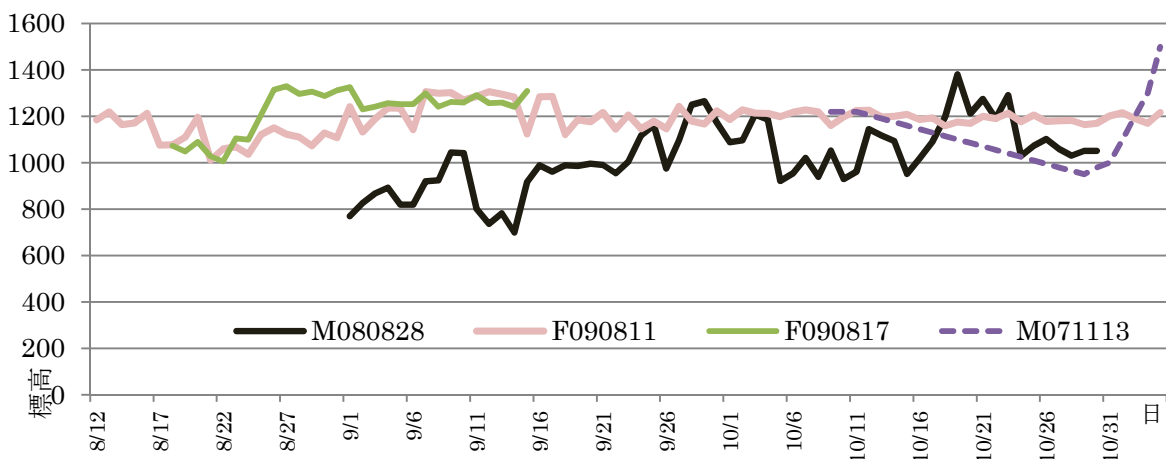


図-10 移動標高の推移

(8) 活動量センサーによる活動状況の解析

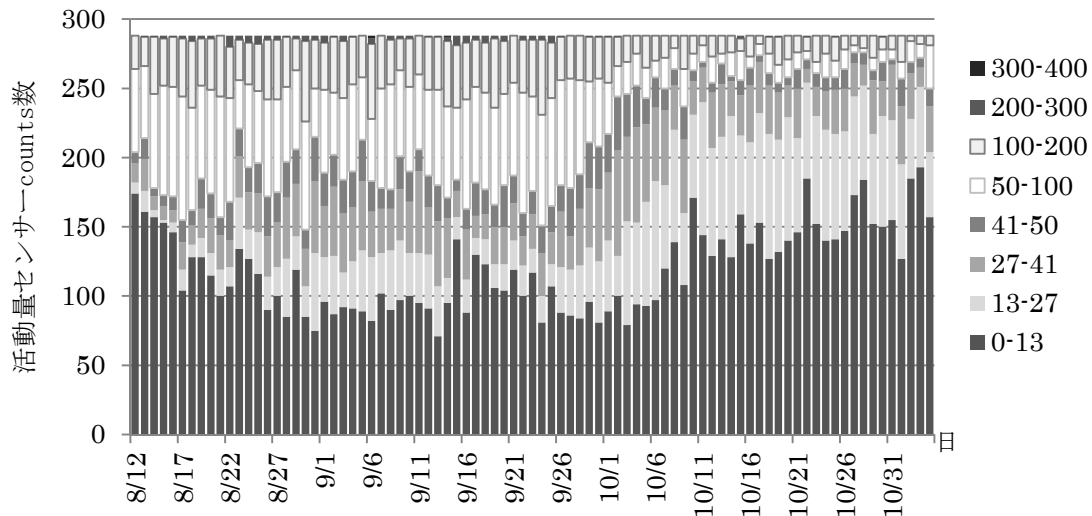


図-11 F090811の活動量センサーcounts別階層図

活動量センサーの解析は、5分間隔で記録されるX軸とY軸の傾き回数の総和（最大 510counts/5min）を活動量とした。活動と非活動の分岐値は、飼育個体事例で 13counts³²⁾、野外観察事例で 41counts³³⁾ とする報告がある。F090811 の活動量を counts 階層別に見ると（図-11）、13~41counts の活動量割合が高く、分岐値により非活動状況が反映されない可能性があった。このため、分岐値は 13counts、27counts（41 と 13 の中間値）及び 41counts とした（表-8）。調査期間全体の平均日活動時間は、13counts で 14.0~15.8 時間/日、27counts で 10.6~14.6 時間/日、41counts で 7.7~13.3 時間/日と、13 と 41counts の間で大きな開きがあった。他の同様の報告では、ツキノワグマの日活動時間は 12 時間程度³³⁻³⁵⁾ であるため、27counts 付近が適当と考えられるが、分岐値の設定には注意が必要である。活動時期別に見た活動時間は、M080828 の出没時期及び堅果類利用時期、F090811 の 8/12~9/30 及び停滞時期との間でそれぞれ有意な差が見られた（Exact Wilcoxon Mann-Whitney Rank Sum Test $P < 0.0001$ ）。活動状態による測位成功率は、すべての個体において活動時の成功率が高くなったが、有意差が認められたのは F090811 のみであった（表-9）³⁵⁻³⁶⁾（Fisher's Exact Test $P < 0.01$ ）。

表-8 日周活動量の詳細

個体名 期 間	分岐値別活動時間					
	13counts	P ¹	27counts	P ¹	41counts	P ¹
M080828						
全期間 2008. 9. 1-10. 30	15.8±SD2.5 h		14.6±SD2.3 h		12.6±SD2.3 h	
出没時期 9/1- 9/15	13.3±SD2.3 h	P ¹ <	11.9±SD2.4 h	P ¹ <	10.1±SD2.5 h	P ¹ <
堅果時期 10/1-10/30	17.6±SD1.0 h	0.0001	16.0±SD1.0 h	0.0001	13.6±SD1.1 h	0.0001
F090811						
全期間 2009. 8. 12-11. 4	14.0±SD2.5 h		10.6±SD3.7 h		7.7±SD3.7 h	
8/12-9/30	15.1±SD2.0 h	P ¹ <	13.1±SD1.5 h	P ¹ <	10.5±SD1.4 h	P ¹ <
停滞時期 10/1-11/4	12.4±SD2.4 h	0.0001	6.9±SD2.7 h	0.0001	3.6±SD1.6 h	0.0001
F090817						
全期間 2009. 8. 18-9. 15	14.7±SD1.8 h		13.8±SD2.1 h		13.3±SD2.4 h	

表-9 活動区分別測位成功率

個体名 区分	13counts					分岐値 27counts					41counts				
	全測位	成功数	成功率	χ^2	P ¹	全測位	成功数	成功率	χ^2	P ¹	全測位	成功数	成功率	χ^2	P ¹
M080828															
活動	1676	409	24.4	1.530	0.205	1628	396	24.3	1.137	0.278	1325	321	24.2	0.550	0.473
非活動	664	141	21.2			712	154	21.6			1015	229	22.6		
F090811															
活動	1205	694	57.6	6.997	0.008	880	534	60.7	10.397	0.001	654	394	60.2	16.47	<0.00
非活動	836	391	46.8			1161	551	47.5			1387	691	49.8		
F090817															
活動	662	503	76.0	2.914	0.087	629	476	75.7	2.183	0.139	601	453	75.4	1.791	0.189
非活動	382	243	63.6			415	270	65.1			443	293	66.1		

(9) 日周活動状況と活動時間の季節推移

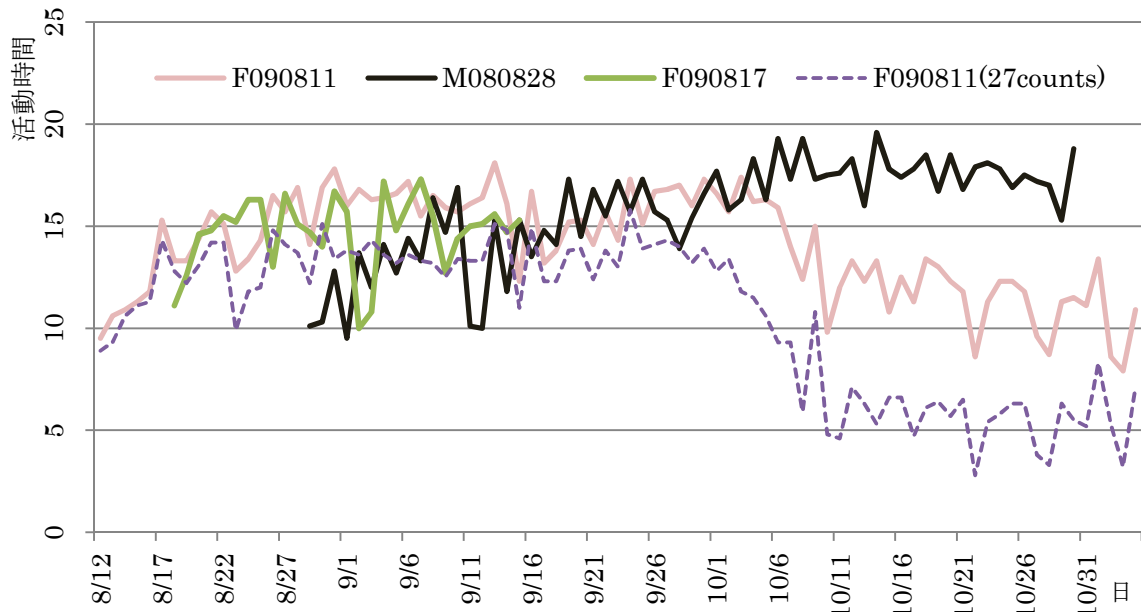


図-12 日別活動時間の推移 13counts時
(※F090811は参考として27counts時も記載)

日別の活動状況の推移は図-12のとおりである。M080828については、日増しに活動が活発となり、10月中旬の長距離移動後は、ミズナラ林内で活動面積を狭めて活動していた。2008年ほどの樹種も実りが悪く、特にブナは大凶作となっており、冬眠を前に活動量を増加させてミズナラ堅果を採餌していたと考えられる。F090811については、10月以降の集中域での停滞により、活動量も低下していた。2009年はエサとなるブナ、ミズナラが十分存在したため、行動域を広げる必要がなかったと考えられ

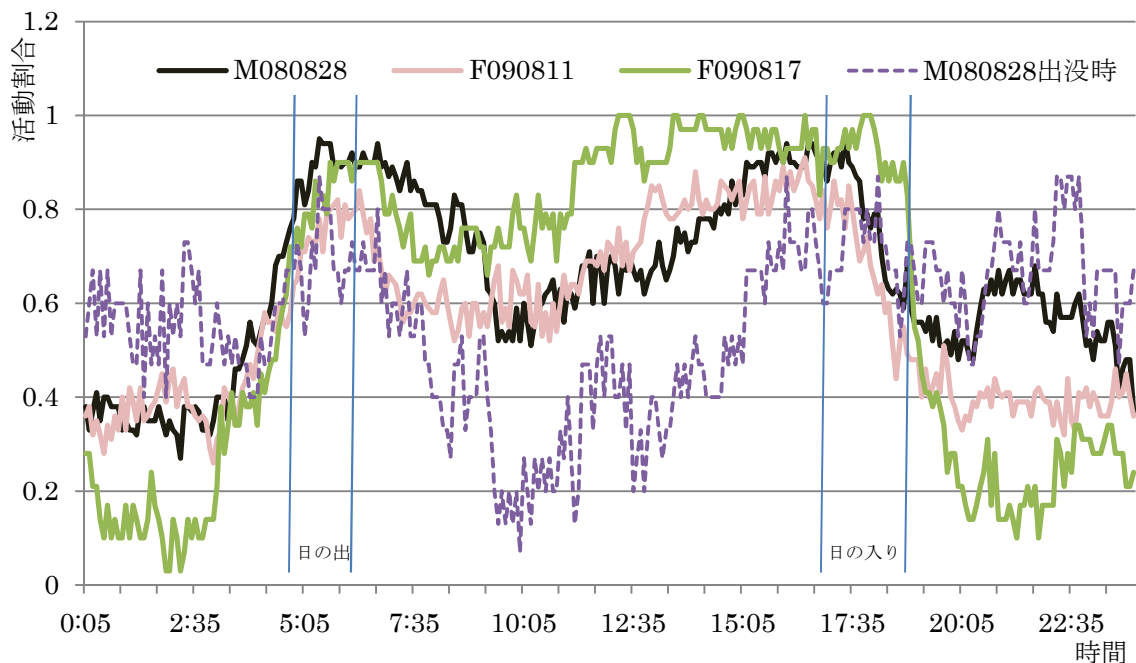


図-13 調査期間を平均した日周活動比率 13counts時

る。調査期間を平均した1日の日周活動比率は(図-13)、3頭とも日の出(4:51~6:04)日の入り(16:51~18:46)³⁷⁾の前後で活動が活発になっており、これはツキノワグマに一般的に見られる特徴である。しかし、M080828については、人家周辺へ出沒した期間は、活動時間を夜間にシフトし、昼間の活動割合の低下と、夜間(21:00~3:00)の増加が確認された³⁴⁻³⁵⁾。

(10) 人里出沒時の行動特性

M080828は8月28日の放獣後、30日夕刻には人家から800m離れた山林へ移動し、9月1日の夜間から頻繁に人家周辺に出沒していた。人里への出沒は9月15日の早朝まで続き、出沒時間帯は19:30から4:00までの間に限られた。出沒ルートは毎回同様のルートをとどり、昼間は人家から約1km離れた標高950m~900m付近の山頂部に停滞していたが、時には山頂部へ戻らず、林道脇のスギ林内で休息する場合もあった(図-14)。人目に付かない時間帯になると、

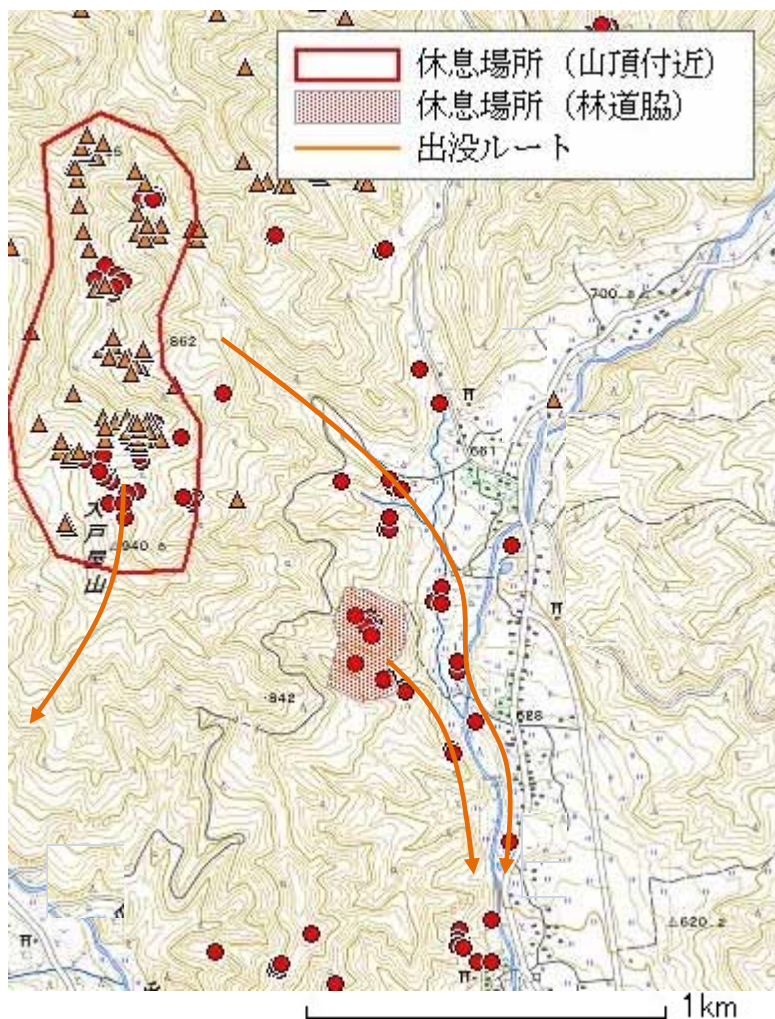


図-14 休息時及び夜間出沒時のルート

尾根や谷沿いを経て、標高 600m 付近の人家周辺まで出没していた。また、長いときは直線距離で 3 km を往復していた。9 月 15 日以降の出没は見られず、落葉広葉樹林内での堅果類の採餌が中心となった。

2 堅果類の豊凶調査

(1) 3 年間の調査本数及び調査内容

3 年連続して調査した本数は、ブナ 247 本、ミズナラ 132 本、コナラ 117 本、クリ 70 本、ミズキ 30 本で (表-10、11)、各年度の調査本数は追加や枯損などによりそれぞれ異なる。なお、クリ、ミズキについては、調査本数が少ないため、一部の分析からは除外している。

表-10 調査区画別調査本数

地図名	樹 種					地図名	樹 種				
	ブナ	ミズナラ	コナラ	クリ	ミズキ		ブナ	ミズナラ	コナラ	クリ	ミズキ
茂倉岳 4	48	8				鎌田 2		3	4	4	
水上 2	8	8				鎌田 3	4	6	5	2	1
水上 4			10	3	2	鎌田 4		6	7	3	1
猿ヶ京 2		3	7	3	3	後閑 1		2	4	2	
猿ヶ京 4			10	4	3	後閑 2		4	9	8	4
藤原 1	11	7				後閑 3			10	6	
藤原 2	22	2				後閑 4			9	4	5
藤原 3	20	12	4	1		追貝 1		4	3	2	
藤原 4	16	9	1	1		追貝 2		1	10	3	3
藤原湖 1	14	11	4	2	1	追貝 3		8	10	7	3
藤原湖 2	9	10		2		追貝 4			9	5	2
藤原湖 3		2	1	2	1	計	247	132	117	70	30
藤原湖 4	19	6		6	1						
至仏山 2	14	2									
至仏山 3	44	7									
至仏山 4	18	11									

※1/25000 地形図を 4 分割し 1～4 まで付番
(左上 1、右上 2、左下 3、右下 4)

表-11 樹種別調査内容

調査項目	調 査 樹 種					
	ブナ	ミズナラ	コナラ	クリ	ミズキ	
調査本数 (本)	247	132	117	70	30	
標高	平均±SD	1,054±SD277	926±SD213	701±SD155	795±SD194	744±SD185
(m)	Max min	600 1,630	540 1,510	380 1,070	470 1,200	470 1,180
胸直	平均±SD	60.1±SD20.0	58.5±SD28.8	41.4±SD16.3	40.8±SD15.9	26.3±SD14.5
(cm)	Max min	30 120	20 160	20 120	20 100	10 90
樹高	平均±SD	18.8±SD3.2	14.5±SD3.7	14.3±SD3.5	13.0±SD3.4	10.6±SD3.8
(m)	Max min	11 28	8 24	6 24	7 22	3 18

(2) 2007年の調査結果

2007年の調査結果を図-15に示した。前年に県内で実施された堅果類調査³⁸⁾では、ブナ、ミズナラの凶作が確認されており、2007年の平均豊凶指数は、ブナ不作：35%、ミズナラ並作：62%、コナラ豊作：71%、クリ不作：35%、ミズキ大豊作：88%と、比較的実りが良い結果となった。特にミズナラ、コナラにおいては、不作～大豊作の割合がそれぞれ84%、98%と高い値となった。

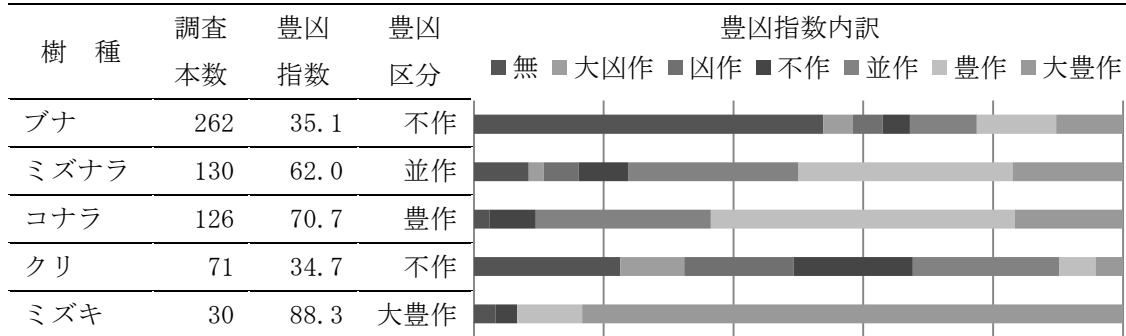


図-15 2007年豊凶調査結果 Pearson's Chi-squared test $\chi^2 = 276.5$, $df = 12$, $P < 0.0001$

(3) 2008年の調査結果

2008年はクリを除いたすべての樹種において、実りが悪い年となった(図-16)。調査結果は、ブナ大凶作：7%、ミズナラ不作：28%、コナラ不作：39%、クリ並作：60%、ミズキ不作：30%である。ブナにおいては無～凶作の比率が95%と高い。ミズナラにおいても83%を占め、前年に比べ、作柄が悪くなっている。しかし、コナラについては、不作であるものの、38%の並作+豊作個体があり、唯一豊作であったクリとともに、ツキノワグマや野生動物の重要な餌資源であったことが伺える。

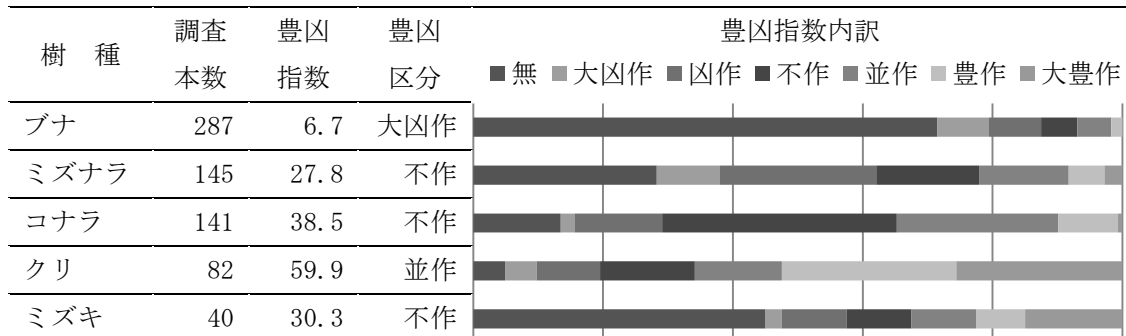


図-16 2008年豊凶調査結果 Pearson's Chi-squared test $\chi^2 = 263.0$, $df = 12$, $P < 0.0001$

(4) 2009年の調査結果

調査結果は、ブナ不作35%、ミズナラ並作62%、コナラ並作58%、クリ並作49%、ミズキ豊作80%である(図-17)。前年に凶作であったブナ、ミズナラ、コナラすべてにおいて、実りが戻っていた。

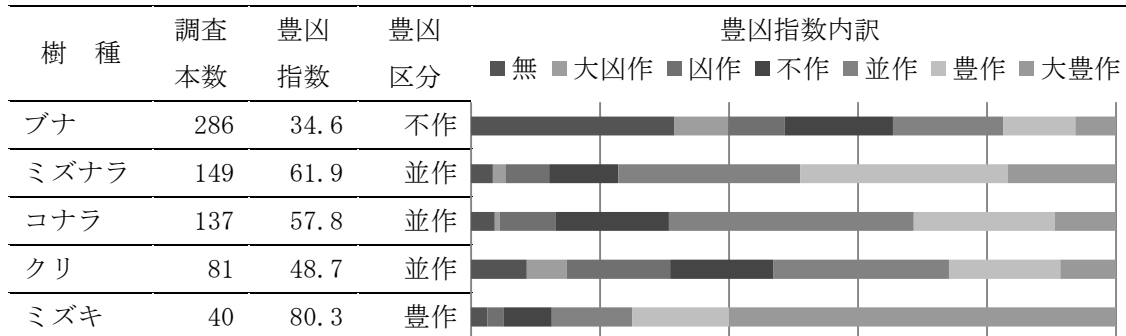


図-17 2009年豊凶調査結果 Pearson's Chi-squared test $\chi^2 = 138.9$, $df = 12$, $P < 0.0001$

(5) 3年間の豊凶状況の推移

樹種別に見た平均豊凶指数の推移は図-18のとおりである。ブナ、ミズナラ、コナラの3樹種においては、豊凶の推移が類似していた (Friedman chi-squared test $P < 0.05$)。また、各年度における樹種間の豊凶割合 (図-16~18 Pearson's Chi-squared test $P < 0.0001$) は有意に異なっていた。

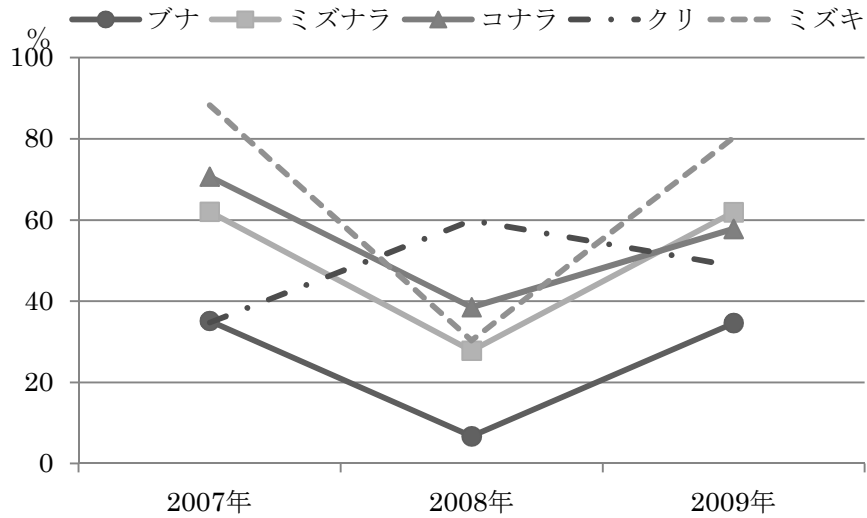


図-18 豊凶指数の推移

3年間連続して調査した調査木の豊凶の推移を図-19~21に示す。

このグラフは、2007年に凶作以下であった個体、並作以上であった個体が翌年以降どのような豊凶推移を示すかを表している。

これを見ると、ブナでは2007年の凶作以下個体162本 (65.6% 162/247)のうち、99本 (61.1% 99/162)の個体が3年目にも凶作以下となり、並作以上個体の85本 (34.4% 85/247)は67本 (78.8% 67/85)が3年目に並作以上に戻っていた。ミズナラでは3年目にも凶作以下の割合は5本 (23.8% 5/21)、並作以上の個体が100本 (90.1% 100/111)であり、コナラで

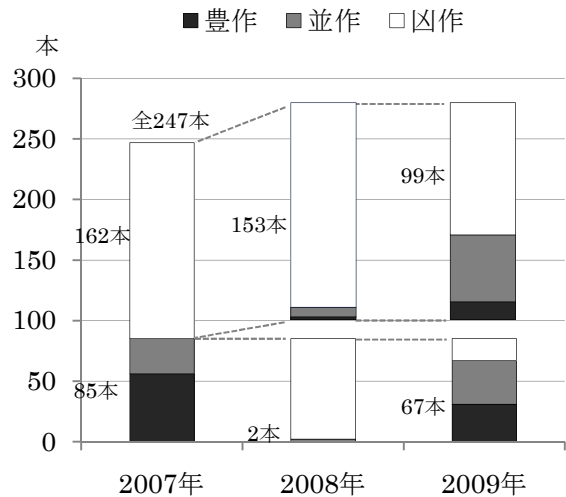


図-19 調査木別豊凶推移 (ブナ)

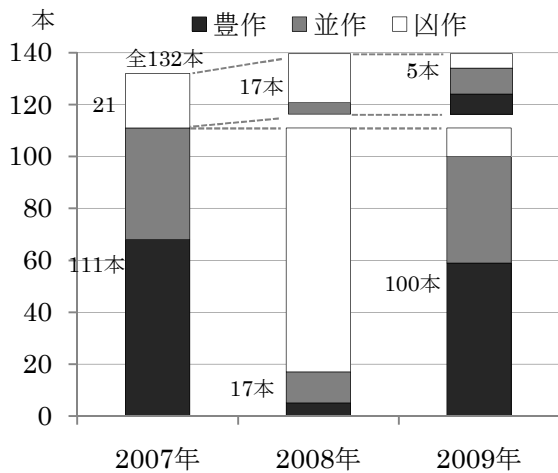


図-20 調査木別豊凶推移 (ミズナラ)

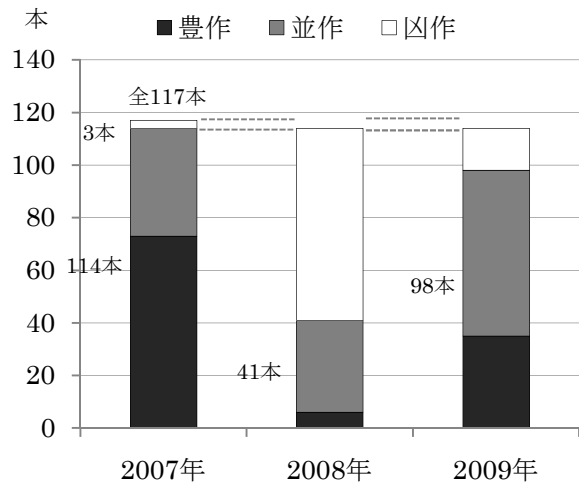


図-21 調査木別豊凶推移 (コナラ)

は3年目に並作以上を占める割合は、98本（86.0% 98/114）となっていた。

ブナは5～6年に1回の豊作年があり、その後は数年間の不作が続くことが知られており³⁹⁻⁴⁰、単木毎の豊凶状況の推移からも、ブナの不作の連続する傾向が確認された。

(6) 調査区画別の豊凶状況

調査区画別の豊凶の推移は図-22～30 のとおりとなった。図内にはGPS首輪調査個体の最外郭を示している。ブナでは2007年、2009年の平均豊凶指数が共に35%であるが、平面的にみると地域により豊凶の差があることがわかる。2008年はすべての区画で凶作以下の大凶作となったが、区画間の豊凶指数に類似性は見られなかった。ブナでは大豊作の年は同調するが、並作以下の年は、特徴的な同調はないと考えられる。

これに対し、コナラでは3年間とも区画間の豊凶状況が同調し、ミズナラはブナとコナラの中間的な豊凶傾向を持っていた

(Kruskal-Wallis rank sum test 図中記載)。

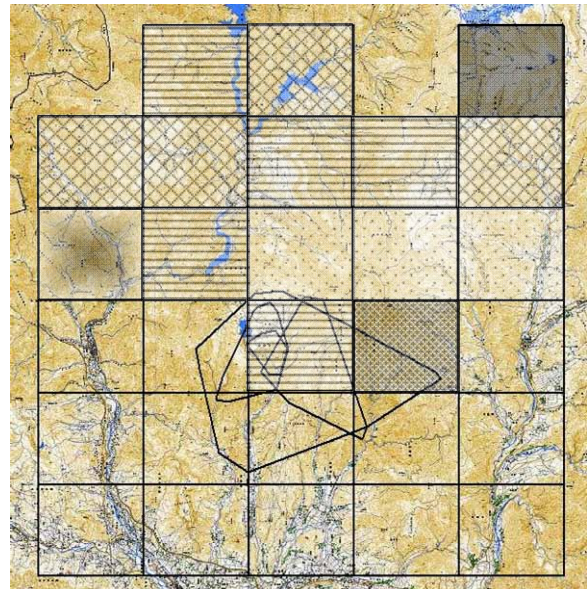


図-22 2007年調査区画別豊凶状況 (ブナ)

Kruskal-Wallis rank sum test

$\chi^2=47.85, df=14, P<0.0001$

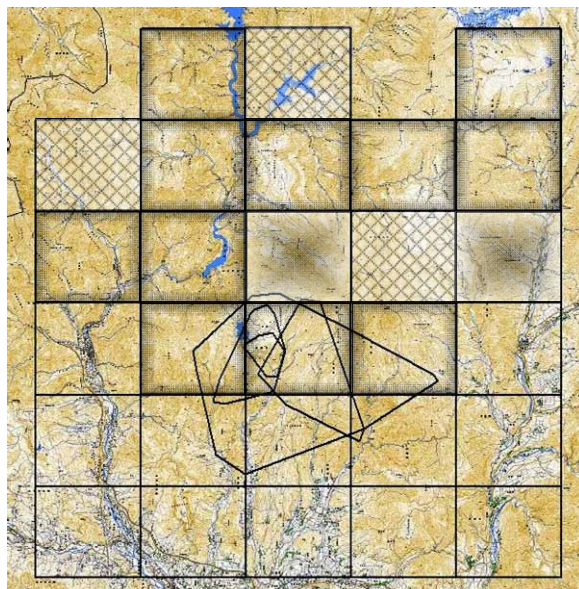


図-23 2008年調査区画別豊凶状況 (ブナ)

Kruskal-Wallis rank sum test

$\chi^2=33.15, df=15, P<0.005$

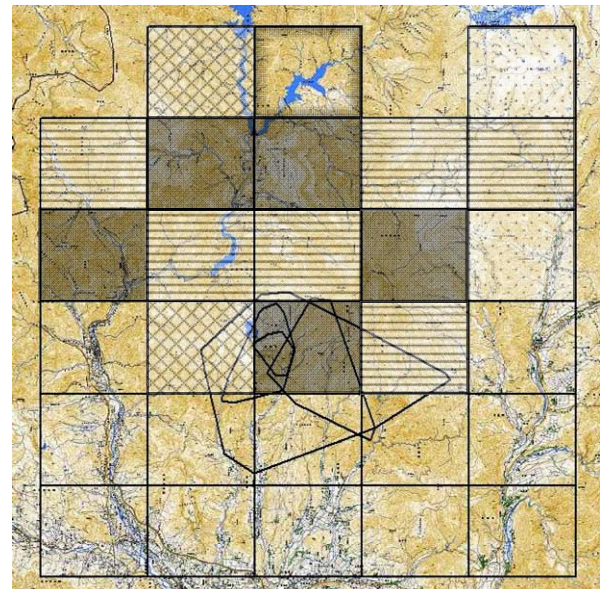


図-24 2009年調査区画別豊凶状況 (ブナ)

Kruskal-Wallis rank sum test

$\chi^2=50.05, df=15, P<0.0001$

豊凶指数 (%)							
	無 0	大凶作 0~10	凶作 11~25	不作 26~45	並作 46~65	豊作 66~85	大豊作 86~100
	凶作			並作		豊作	

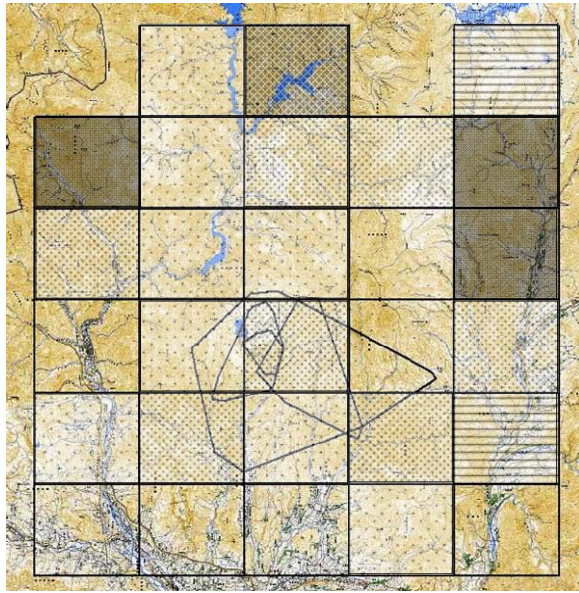


図-25 2007年調査区画別豊凶状況(ミズナラ)

Kruskal-Wallis rank sum test

$$\chi^2=28.08, df=21, P=0.1378$$

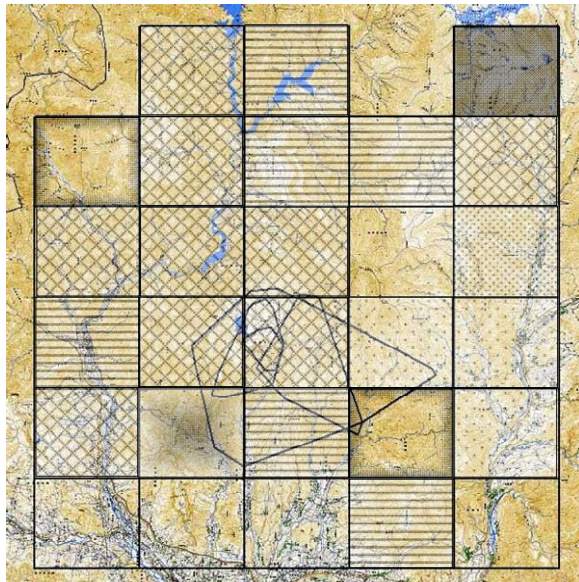


図-26 2008年調査区画別豊凶状況(ミズナラ)

Kruskal-Wallis rank sum test

$$\chi^2=62.16, df=22, P<0.0001$$

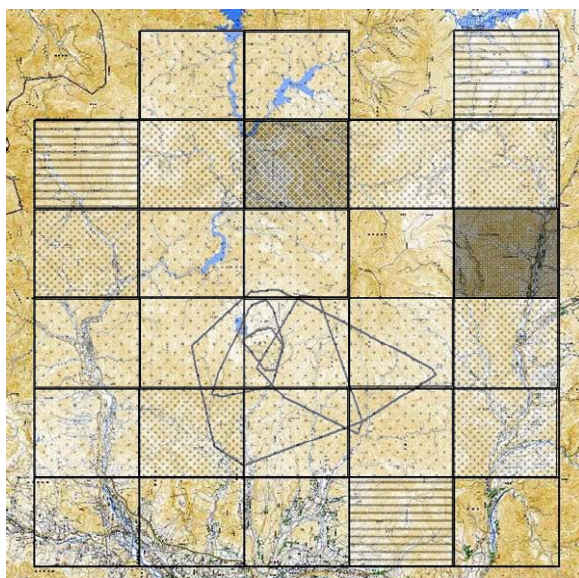


図-27 2009年調査区画別豊凶状況(ミズナラ)

Kruskal-Wallis rank sum test

$$\chi^2=43.92, df=22, P<0.0005$$

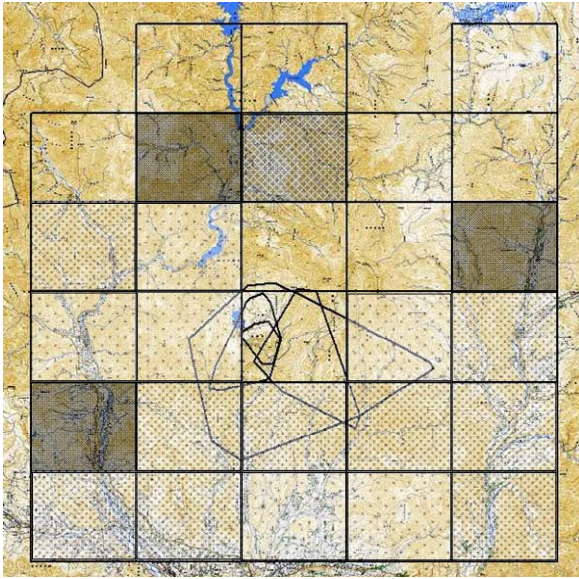


図-28 2007年調査区画別豊凶状況 (マテ)

Kruskal-Wallis rank sum test

$$\chi^2=28.15, df=18, P=0.060$$

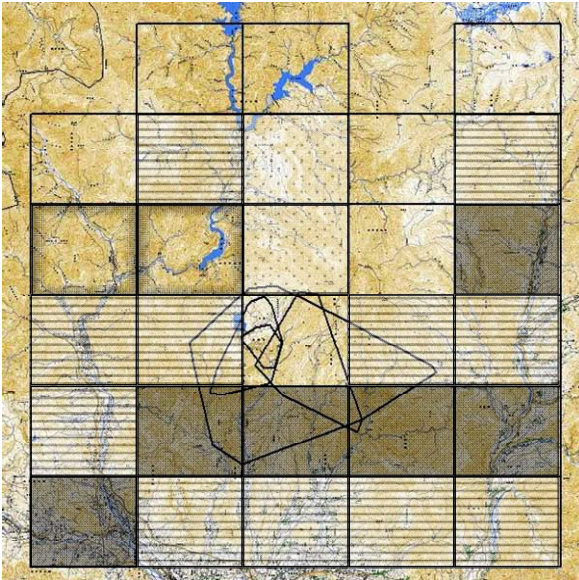


図-29 2008年調査区画別豊凶状況 (マテ)

Kruskal-Wallis rank sum test

$$\chi^2=21.93, df=20, P<0.347$$

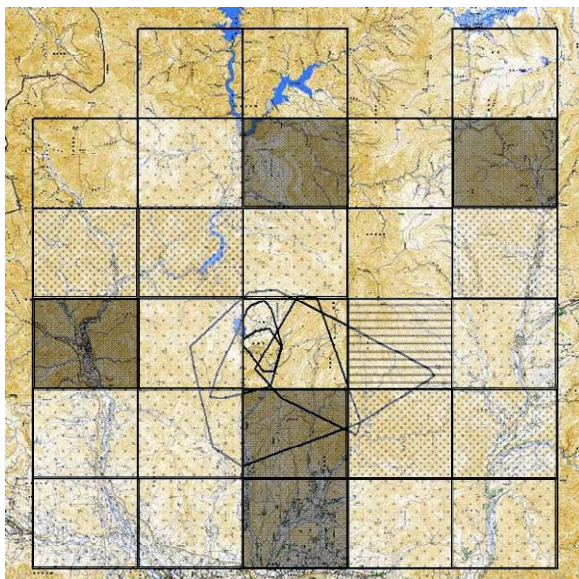


図-30 2009年調査区画別豊凶状況 (マテ)

Kruskal-Wallis rank sum test

$$\chi^2=27.61, df=20, P<0.119$$

IV まとめ

1 有害捕獲の発生時期

ツキノワグマの有害捕獲は地域により発生時期が異なる（例えば北上山地では9月が多い）⁴¹⁻⁴³。県内で発生する農作物被害額のうち、1割前後（金額：平均24,646±SD18,928千円、max77,084千円（2006年）割合：平均10±SD6%、max22%（2006年））をツキノワグマが占めており⁴⁴、農作物の成長に合わせて、トウモロコシ、プラム、ブドウ、リンゴと被害が推移する（表-6）。利根沼田地域における有害捕獲は、例年8月をピークに発生しており（図-31）、2006年の多数出没の年が突出している。このように多数出没をする年は、過去に数回（1999年、2003年、2007年）発生しており、出没ピークが9月以降となり、遅い時期まで長引く傾向にある。

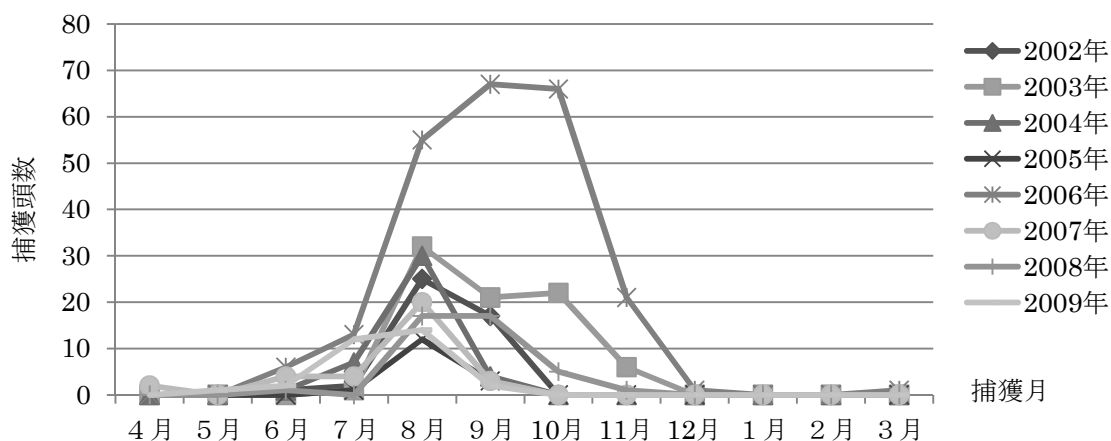


図-31 調査地域の捕獲頭数（月別・年度別）

2 豊凶調査の結果と出没の関係

有害捕獲申請を出没の指標とし、3年間の申請位置を豊凶調査区画に重ねると、図-32のとおりとなる⁴⁵。発生時期と場所は偏りがあり、片品川周辺は毎年8月の発生が多く、申請理由は主にトウモロコシなどの農作物被害及びそれに伴う人身被害防止であった。

一方、利根川周辺は、2008年の9月以降と、2009年の7月以前が多く、2009年の8月以降は少ない。申請理由は主に人身被害防止となっている。

この有害捕獲申請の図に、2008年の調査区画別の豊凶指数図を重ねると図-33~35のとおりとなる。

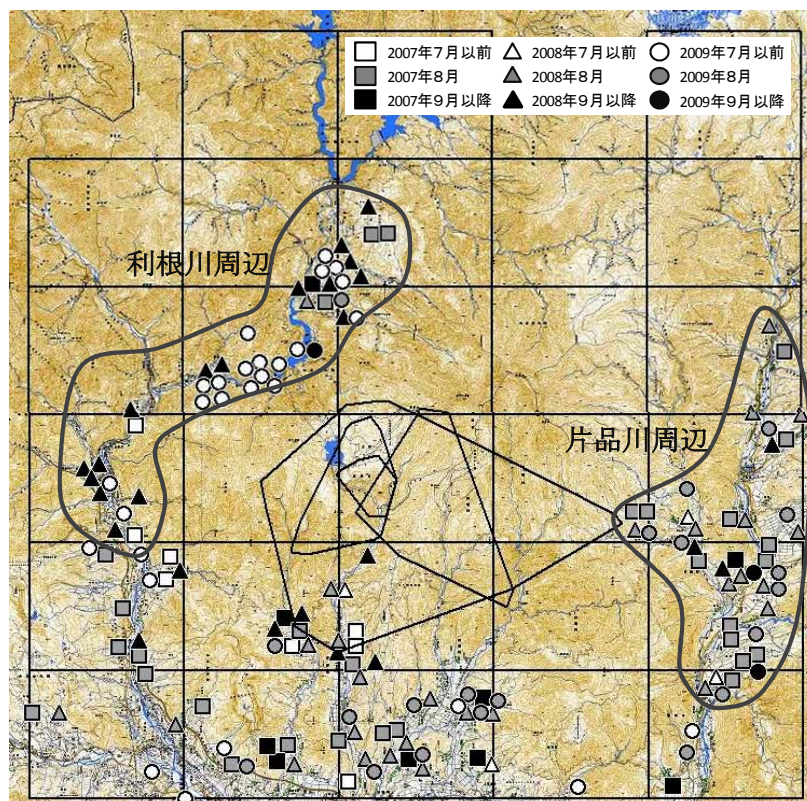


図-32 有害捕獲申請位置図（2007年～2009年）

利根川沿いの線で囲んだ範囲の周辺では、ブナ、ミズナラ、コナラの3樹種全てで凶作の区画が見られる。ツキノワグマの行動圏を平均の20km²～40km²（1～2区画程度）とすれば、2008年の3樹種の凶作が、周辺に生息するツキノワグマの9月以降の出没に影響を及ぼしたと考えられる。

3年間の調査地域内の有害捕獲頭数と豊凶指数の間には負の相関が見られ（図-36）、3樹種とも不作以下だった2008年の捕獲頭数は増加していた。

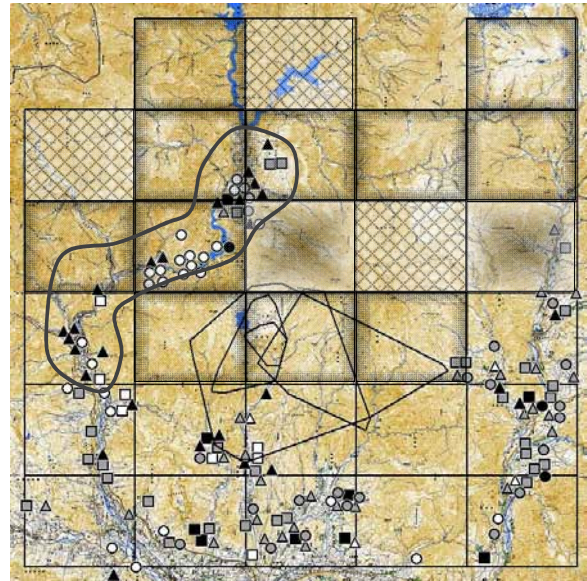
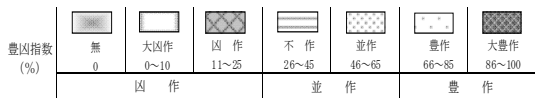


図-33 豊凶状況と有害捕獲申請図（ブナ）

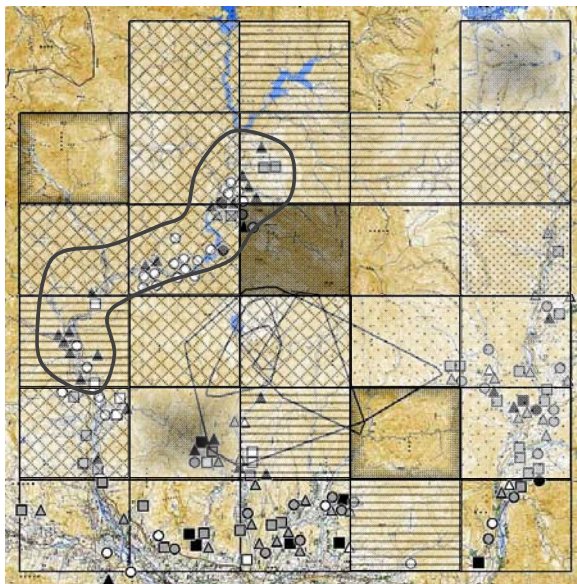


図-34 豊凶状況と有害捕獲申請図（ミズナラ）

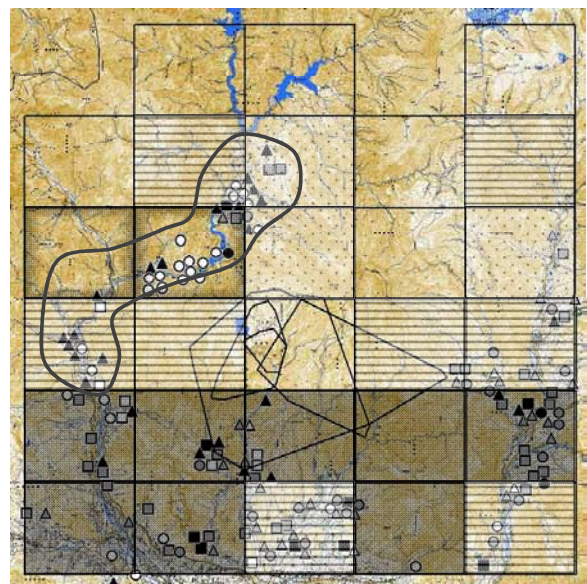


図-35 豊凶状況と有害捕獲申請図（コナラ）

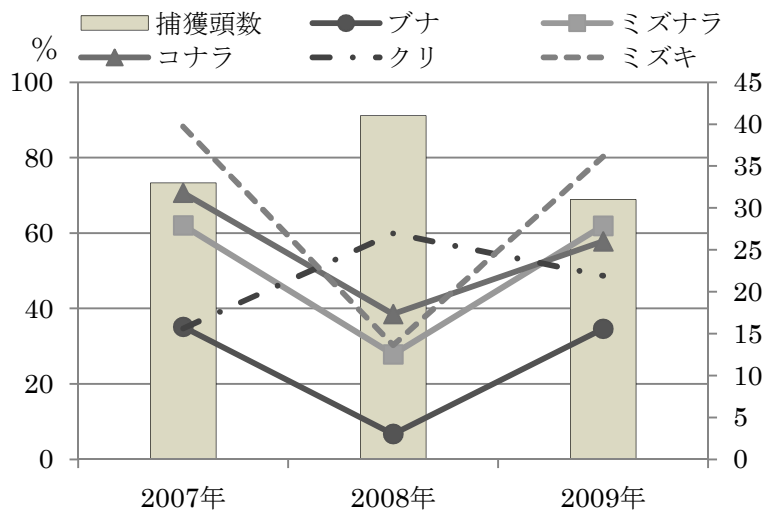


図-36 調査地域内の有害捕獲頭数と豊凶指数の推移

3 豊凶調査による出沒予測の可能性

3年間の調査結果により、どの調査樹種においても結実後の豊凶把握が可能であることが確認できた。この調査方法は、固定調査木をランダムに多数選木することによる、評価誤差の低減と面的な豊凶の把握を目的としている。目視の確認が可能な堅果の結実時期は、樹種及び標高に左右され、不健全果の落果が進む8月中旬以降にならないと、堅果の確認が困難である。このため、例年有害捕獲の増加する8月の出沒を事前に予測することはできない。また、8月以前の出沒を予測するには、花芽率調査や開花量調査などを経年的に実施する必要がある。

出沒（有害捕獲頭数）の多い年は、9月以降の出沒に左右されている。この調査方法は、調査木と調査地の結実時期を見極め、複数人で短期間に実施することが可能であり、これにより数日で豊凶を把握できる。また、今回と同様に区画別などの詳細な豊凶調査の継続により、地域別の出沒予測の可能性も考えられる。

豊凶調査に伴うツキノワグマの出沒予測により、9月以降の農作物被害に対する防除対策、また、地域住民、観光客、入山者などに対し、出沒予測情報を発信することによる、注意喚起を図ることが可能となる。堅果類の実はツキノワグマだけでなく、これを利用する野生動物へ様々な影響を及ぼすと考えられ、野生動物と人との軋轢低減に向けて、豊凶調査により得られる情報はきわめて重要と考えられる。

謝辞

調査個体の捕獲にあたり、捕獲檻の巡回や現地における調査にご尽力を頂いた利根沼田猟友会池田支部長 田村信夫氏、調査方法にご助言頂いた茨城県自然博物館 山崎晃司氏、調査のご協力を頂いた沼田市農林課、利根沼田森林管理署、利根沼田環境森林事務所の職員の皆様、また、放獣作業にご協力頂いた群馬県自然環境課の職員の皆様に、この場を借りて厚くお礼申し上げます。

IV 引用文献

- 1) 環境省自然環境局：鳥獣関係統計資料
- 2) 群馬県環境森林部自然環境課：群馬県ツキノワグマ保護管理計画（第Ⅱ期），(2007)
- 3) 岡 輝樹：ツキノワグマの異常出没を予測する：森林総研東北支所研報 vol.5 NO.2, 1-6, (2005)
- 4) 群馬県・群馬県高等学校教育研究会生物部会：(改訂版) 群馬県植物誌, (1987)
- 5) 環境省自然環境局：特定鳥獣保護管理計画技術マニュアルⅡ クマ類平成 18 年改訂版, (2006)
- 6) 佐伯 緑・早稲田宏一：ラジオテレメトリを用いた個体追跡技術とデータ解析法 哺乳類科学 46(2), 193-210, (2006)
- 7) 岸本真弓・金子弥生：食肉目調査にかかわる保定技術：哺乳類科学 45(2), 237-250, (2005)
- 8) 岩手県生活環境部自然保護課(編)：ツキノワグマ保護管理対策事業報告書～移動放獣技術マニュアル～：(2001)
- 9) 宇野裕之・山崎晃司・早稲田宏一・瀧井暁子・伊吾田宏正：どこまで使える GPS テレメトリー？～その現状と課題～：哺乳類科学, 43(1), 77-81, (2003)
- 10) 溝口紀泰・片山敦司・坪田敏男・小見山 章：ブナの豊凶がツキノワグマの食性に与える影響ーブナとミズナラの種子落下量の年次変動に関連してー：哺乳類科学 36(1), 33-44, (1996)
- 11) 八坂通泰：森林植物の開花結実特性の解明とその保全管理に関する研究：北海道林試研報 NO. 44, 1-44, (2007)
- 12) 野上達也・中村こすも・小谷二郎・野崎英吉：2007 年の石川県加賀地方のブナ科樹木 3 種の結実状況：石川県白山自然保護センター研究報告第 34 集, 11-20, (2007)
- 13) 箕口秀夫・丸山幸平：ブナ林の生態学的研究 (X X X V I) 豊作年の堅果の発達とその動態：日林誌 66(8), 320-327, (1984)
- 14) 橋詰隼人：コナラ二次林における種子生産：広葉樹研究 NO. 4, 19-27, (1987)
- 15) 齊籐秀樹・今井英行・中口努・久後地平・川瀬博隆・竹岡政治：林齢の異なるミズナラ林における雄花、花粉、雌花及び種子生産の比較：京都府立大学報農学第 41 号, 46-57, (1989)
- 16) 吉野豊・谷口真吾：有用落葉広葉樹の開花結実特性に関する調査：兵庫県森林技センター研報第 43 号, (1996)
- 17) 長谷川尚史・浦上勝・米津克彦：落葉広葉樹林における GPS 測位精度の季節変化：日林学会大会第 115 回, (2004)
- 18) 伊吾田宏正・早稲田宏一・櫻木まゆみ・宇野裕之・梶光一・金子正美・赤松里香・前川光司：GPS 首輪の評価とエゾシカへの適用：哺乳類科学, 42(2), 113-121, (2002)
- 19) 宇野裕之・玉田克巳・平川浩文・赤松里香：GPS テレメトリーの測位成功率及び測位精度の評価：哺乳類科学, 42(2), 129-137, (2002)
- 20) Yamazaki k, Kasai S, Koike S, Goto Y, Kozakai C, and Furubayashi K : Evaluation of GPS collar performance by stationary tests and fitting on free-ranging Japanese black bears : Mammal Study Vol133 NO. 4, 131-142, (2008)
- 21) 岡 輝樹：北東北地方のツキノワグマ：森林科学 第 37 号, 51-54, (2003)
- 22) 大井 徹 著：ツキノワグマと森の生物学一, 121, (2009)
- 23) (財) 自然環境研究センター：ツキノワグマ保護管理計画推進のための調査報告書：群馬県, (2001)
- 24) 石田健：ツキノワグマの食物と生活史特性：哺乳類科学, 35(1), 71-78, (1995)
- 25) 橋本幸彦・高槻成紀：ツキノワグマの食性 総説：哺乳類科学 37, 1-19 (1997)

- 26) 環境省自然保護局生物多様性センター：第2-5回自然環境保全基礎調査（植生）
- 27) 上馬康生・野崎英吉：石川県におけるツキノワグマの移動放獣試験（2000年～2004年）：石川県白山自然保護センター研究報告大第31集, 97-105, (2004)
- 28) 丸山哲也・長澤邦彦・小金澤正昭：有害鳥獣駆除により捕獲されたツキノワグマの奥地放獣試験：栃木県県民の森管理事務所 野生鳥獣研究紀要 NO. 30, 43-62, (2004)
- 29) 羽澄俊裕・小山克己・長縄今日子・釣賀一二三：ツキノワグマ：丹沢大山自然環境総合調査報告書：神奈川県環境部, 453-469, (1997)
- 30) 兵庫のけもの研究会・片山敦司：東中国山地におけるツキノワグマの生態調査：第8期プロ・ナトゥーラ・ファンド助成成果報告書：49-53, (1999)
- 31) 泉山茂之・白石俊明・望月敬史：北アルプスに生息するツキノワグマ (*Ursus thibetanus*) の季節的環境利用：信州大学農学部 AFC 報告第7号, 55-62, (2009)
- 32) Kozakai, C., Koike, S., Yamazaki, K. and Furubayashi, K. : Examination of captive Japanese black bear activity using activity sensors. : Mammal Study, 33, 115-119, (2008)
- 33) 山崎晃司：GPS テレメトリー法を用いたニホンツキノワグマの行動生態学的研究について：東京農工大学大学院連合農学研究科学位論文, (2009)
- 34) 山田孝樹・上馬康生：白山地域のツキノワグマ (*Ursus thibetanus japonicus*) の日周行動と季節的行動様式の変化：石川県白山自然保護センター研究報告第35集, 35-46, (2008)
- 35) 水谷瑞希・多田雅充：福井県ツキノワグマ行動調査報告書：福井県自然保護センター, (2007)
- 36) 後藤優介・肴倉孝明・古林賢恒：立山カルデラにおける activity sensor 付き GPS 受信機を用いたツキノワグマ生態調査：立山カルデラ研究紀要第6号, 1-9, (2005)
- 37) 国立天文台天文情報センター暦計算室：玉原湖周辺, 北緯 36 度 46 分, 東経 139 度 4 分, 標高 1240m
- 38) 竹内忠義：環境保全に対応した広葉樹の種の保存に関する研究(3) 広葉樹の結実特性(1)：群林試業務報告, 10-11, (2006)
- 39) 橋詰隼人：自然林におけるブナ科植物の生殖器官の生産と散布：広葉樹研究 N04, 271-290, (1987)
- 40) 梶 幹男・澤田晴雄・五十嵐勇治・蒲谷肇・仁多見俊夫：秩父山地のイヌブナブナ林における 17 年間のブナ類堅果落下状況：東大農演林報：106、1-16, (2001)
- 41) 大井 徹：ツキノワグマの保護・管理と森林のあり方：森総究東北支所年報, 42-45, (1999)
- 42) 長野県林務部：特定鳥獣保護管理計画策定調査報告書—ツキノワグマ調査—：(2001)
- 43) 林 哲・野崎英吉・山田孝樹：石川県におけるツキノワグマの性と年令（大量出没年と平常の捕獲個体の比較）：石川県白山自然保護センター研究報告第35集, 47-59, (2008)
- 44) 群馬県農政部技術支援課：農作物被害統計資料
- 45) 群馬県利根沼田県民局利根沼田環境森林事務所：有害捕獲申請資料