

第 5 章

兵庫県内におけるツキノワグマの出没変動 パターンの地域変異とブナ科堅果の豊凶の影響

藤木大介・横山真弓・坂田宏志

要 点

- ・ 2004 年から 2010 年の 7 年間の目撃痕跡情報データを用いて、県内におけるツキノワグマの出没変動パターンの地域間変異の検出を試みた。その結果、県内におけるツキノワグマの出没変動パターンには、大きく 2 タイプあることが判った。
- ・ 過去 7 年間のツキノワグマの人里への出没変動は、兵庫県各地域で必ずしも同調していたわけではなく、地域間でその変動に違いがあったことが明らかとなった。
- ・ 県内ではコナラ、ブナ、ミズナラの堅果の豊凶のいずれも、ツキノワグマの出没変動要因として働いているが、それぞれの影響の強さは、その資源量に応じて地域によって異なっていることが示唆された。また、その結果として、県内のツキノワグマの出没変動パターンには地域間変異が生じている可能性があった。

key words: クラスタ分析 コナラ ブナ ミズナラ 目撃痕跡情報

1. はじめに

兵庫県内では、2004 年の秋季に、ツキノワグマ (*Ursus thibetanus*) が大量に人里に出没して以来、ツキノワグマの大量出没が隔年で生じるようになってきている。県民から市町を通じて県に報告されたツキノワグマの目撃痕跡情報数は、2003 年、2005 年、2007 年、2009 年はそれぞれ 93 件、125 件、190 件、181 件だった一方、その翌年の 2004 年、2006 年、2008 年、2010 年はそれぞれ 985 件、743 件、450 件、1622 件と前年の 2.4~10.6 倍となっている(兵庫県森林動物研究センターホームページ, <http://www.wmi-hyogo.jp/index.php>)。また、大量出没年には、集落内徘徊が頻発し、市街地への出没や人身被害も発生するケースも出ていることから、ツキノワグマの分布域やその周辺域に位置する市町では、住民生活の安全を確保することが大きな課題となっている(兵庫県 2009)。

ツキノワグマが大量に出没する現象は、兵庫県以外の地域でも報告されており(大井 2007)、その主要な要因としてはブナ科樹種の堅果の豊凶が広域的に同調することがあげられている(谷口・尾崎 2003; Oka *et al.* 2004)。ツキノワグマは秋季に越冬に備えて大量の脂肪を体内に蓄積する必要があるが、ブナ科樹木の堅果はそのための栄養源として重要になっている(橋本・高槻 1997; 大井 2009)。このためブナ科樹木の堅果の凶作年には、代替食物を求めて人里へツキノワグマが出没するものと考えられている(藤木ほか 2011)。実際、東北地方のブナ (*Fagus crenata*) は 60-190km の空間距離で広域的に同調することが確かめら

れているうえ (Suzuki *et al.* 2005)、クマの有害捕獲数の年変動パターンとブナの堅果の豊凶パターンも東北地方の7地域中の5地域において同調していることが示されている (Oka *et al.* 2004)。

一方で、全国スケールで見ると、ツキノワグマの出没変動パターンには地域間変異があることが示されている (Oka 2006)。Oka (2006) によると、1993年～2004年の12年間ににおける全国25地域のツキノワグマの出没変動パターンは、東日本地域と西日本地域で大別され、それぞれの地域の中でさらに、近隣の都道府県毎のグループに細分化できることが示されている。Oka (2006) は、出没変動パターンに地域間変異が生じる理由として、地域間でツキノワグマの餌資源として重要なブナ科樹種が異なるため、あるいは餌資源として重要なブナ科樹種の豊凶がその地域間で同調しないためである可能性を指摘している。

以上のことから、的確にツキノワグマの出没変動を予測するためには、まずツキノワグマの出没変動パターンが同調する地域を特定し、その地域内でツキノワグマの出没変動に強い影響を及ぼしているブナ科樹種の豊凶をモニタリングすることが重要といえる。兵庫県では、2004年以前から目撃痕跡情報を集計することで全県的なツキノワグマの出没の年変動を把握してきたが、その変動に県内地域間で変異があるかについては検討してこなかった。そこで本報告では、2004年から2010年の7年間の目撃痕跡情報データを用いて、県内におけるツキノワグマの出没変動パターンの地域間変異の検出を試みた。さらに、地域単位、市町単位でツキノワグマの出没の年変動とコナラ (*Quercus serrata*)、ブナ、ミズナラ (*Quercus crispula*) の堅果の豊凶の関係性の強さについて定量化することで、県内各地域においてツキノワグマの出没変動に強い影響を及ぼしているブナ科樹種について考察した。

2. 調査方法

データの収集

兵庫県では、住民から市町に通報された集落周辺におけるツキノワグマの出没に関する情報を、目撃痕跡情報として兵庫県森林動物研究センターにおいて一元管理している (兵庫県森林動物研究センターホームページ参照, <http://www.wmi-hyogo.jp/index.php>)。そこで研究センターで管理されているデータベースから、2004年～2010年の7年間のデータをダウンロードし、市町単位で月毎に目撃痕跡情報の集計を行った。なお、1月から3月の期間は情報数が非常に少なかったため、集計には4月から12月までの期間の情報のみを使用した。

2005年～2010年の6年間、各年の9月上中旬の期間にコナラ、ブナ、ミズナラの堅果の豊凶調査を行った。豊凶調査は、県内各地に設定された定点観測ポイントにおいて、10本の成木の樹冠を双眼鏡で目視し、堅果の結実量に応じて単木毎にその豊凶度を以下の4段階に判定した。

- 0: 前方投影面積で樹冠 1m² 当たりの平均結実数 1 個未満
- 1: 前方投影面積で樹冠 1m² 当たりの平均結実数 1-4 個
- 2: 前方投影面積で樹冠 1m² 当たりの平均結実数 5-9 個
- 3: 前方投影面積で樹冠 1m² 当たりの平均結実数 10 個以上

判定された 10 本の観察木の豊凶度の平均値を、その観測ポイントの豊凶指数とした。なお、定点観測を行ったポイント数は、コナラ 206～216 地点、ブナ 10～15 地点、ミズナラ 10～14 地点である。観測ポイント数に幅があるのは、年によっては一部の観測ポイントで欠測があるためである。観測ポイントの位置については藤木ほか（2011）の図 1 に示した。

3. 解析方法

県下 41 市町のうち、2004 年～2010 年までにツキノワグマの目撃痕跡情報数（以下、目撃痕跡数）が 20 以上得られたのは 10 市町であった。そこで 10 市町における 7 年間の目撃痕跡数の月単位の集計データを用いて、ツキノワグマの出没変動パターンを類型化するための階層的クラスター分析を実施した。分析にあたっては、出没痕跡数の月変動に関する各市町間のピアソンの相関係数（ r ）を求め、その係数を距離に変換したうえで、最遠隣法を用いて樹形図を作成した。使用した統計ソフトは、統計解析パッケージ R である

次に豊凶調査データを用いて、コナラ、ブナ、ミズナラの豊凶指数の県内における空間変異を推定するため、定点観測された豊凶データを地理情報システム（GIS）上に取り込んで、空間補間を行った。空間補間にあたっては、県内を 100m 四方メッシュに分割し、メッシュ毎に、近隣 6 地点の観測ポイントの豊凶データを用いて、そのメッシュの豊凶指数を推定した。補間値の計算にあたっては、メッシュから観測ポイントまでの距離の 2 乗の逆数で加重平均する手法（IDW, Inverse distance weighting）を用いた（Fortin & Dale 2005）。以上の手法で推定された各メッシュの豊凶指数は、市町区域ごとに集計され、その平均値を各市町の豊凶指数とした。以上の解析は Esri 社の ArcGIS 10.0 Spatial Analysis Extension を用いて実施した。

各市町における目撃痕跡数と豊凶指数の年変動の関係性の強さには、相関係数を用いた。分析にあたっては、2005 年～2010 年の 6 年間のデータセットを用い、データの単位は年単位とした。

4. 結果

出没変動パターンの地域変異

目撃痕跡数の月変動における市町間の相関は、様々な関係が認められた（表 1）。相関係数で 0.9 以上の強い相関（朝来市×新温泉町、宍粟市×養父市）が認められる組み合わせがある一方、相関が認められなかった組み合わせ（佐用町×丹波市、佐用町×豊岡市、神河町×丹波市、神河町×豊岡市）も存在した。

クラスター分析を実施した結果、県内 10 市町におけるツキノワグマの出没変動パターンは、大きく 2 タイプに区分された（図 1）。Type 1 は、県東部の 4 市町（豊岡市、朝来市、丹波市、篠山市）と新温泉町の 5 市町から構成され（図 2）、過去 7 年のうち 2010 年秋に出没数のピークをもつタイプであった（図 3）。Type 2 は県西部の 5 市町（香美町、養父市、神河

表1 県内10市町で報告されたツキノワグマの目撃痕跡情報数の過去7年間(2004年~2010年)の月変動に関するピアソンの相関係数(r)

	篠山市	丹波市	豊岡市	新温泉町	朝来市	香美町	佐用町	神河町	宍粟市	養父市
篠山市	1.00									
丹波市	0.70	1.00								
豊岡市	0.64	0.76	1.00							
新温泉町	0.78	0.78	0.80	1.00						
朝来市	0.72	0.76	0.87	0.92	1.00					
香美町	0.37	0.39	0.62	0.61	0.76	1.00				
佐用町	0.38			0.60	0.49	0.47	1.00			
神河町	0.38			0.52	0.44	0.47	0.78	1.00		
宍粟市	0.61	0.51	0.55	0.82	0.81	0.74	0.81	0.81	1.00	
養父市	0.57	0.41	0.57	0.76	0.79	0.82	0.68	0.79	0.90	1.00

※有意な相関 ($p < 0.05$) をもつものだけを記載した

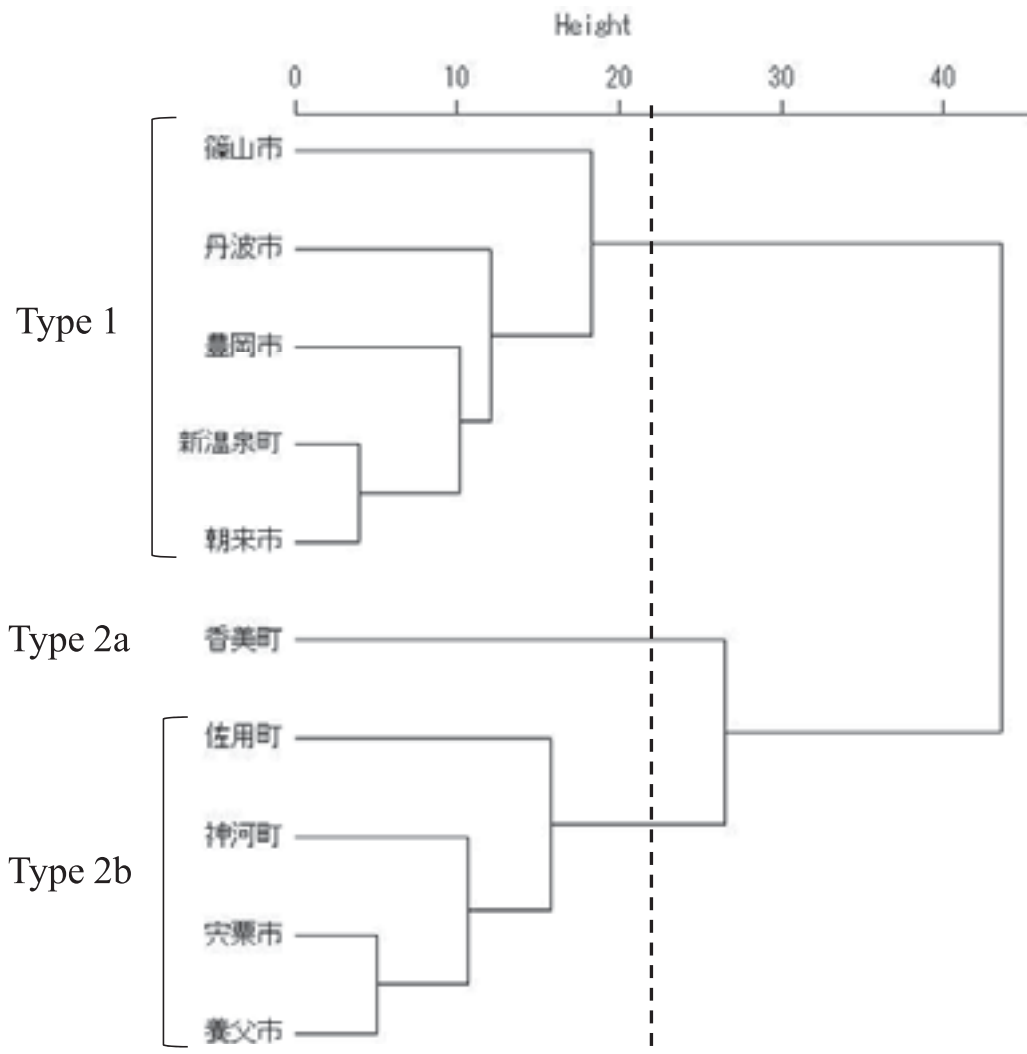


図1 出没変動パタンのクラスター分析結果

町、宍粟市、佐用町) から構成された (図 2)。このタイプは、さらに下位区分として、香美町 (Type 2a) とそれ以外 (Type 2b) に区分された。Type 2 は、2010 年に比べて 2004 年の出沒数のピークが高いという点で共通していたが、Type 2a は 2006 年秋に出沒数のピークがあり、Type 2b は 2004 年秋に出沒数のピークがあるという点でパターンが異なった (図 3)。

出沒変動と堅果類の豊凶の相関

2005 年から 2010 年の 6 年間の目撃痕跡数と豊凶指数の間の相関係数は、3 樹種とも全ての市町で負の値を示したが、その相関の強さは樹種や市町によって異なっていた (表 2)。樹種間比較では、ブナで有意な相関が認められなかった一方、コナラとミズナラでは 10 市町中 5 市町で有意な相関が見られた。

市町間では、3 樹種全てが Type 2a の香美町と最も相関係数が高かった (コナラ, $r=-0.97$; ブナ, $r=-0.70$; ミズナラ, $r=-0.99$)。ミズナラとコナラの両樹種で有意な相関があった市町は、Type 1 では朝来市 (コナラ, $r=-0.75$; ミズナラ, $r=-0.74$)、Type 2a の香美町、Type 2b の宍粟市 (コナラ, $r=-0.86$; ミズナラ, $r=-0.79$) と養父市 (コナラ, $r=-0.94$; ミズナラ, $r=-0.95$) であった。コナラとミズナラのいずれか片方と有意な相関があった市町は、Type 1 の豊岡市 (ミズナラ, $r=-0.76$) と新温泉町 (コナラ, $r=-0.81$) であった。Type 1 の篠山市と丹波市、Type 2 の佐用町と神河町ではすべての樹種と有意な相関はなかった。特に佐用町は、他の市町と比べてコナラ ($r=-0.15$) とミズナラ ($r=-0.10$) との相関が顕著に低かった。

5. 考 察

県内における出沒変動の地域間変異の有無

今回の分析結果から、過去 7 年間のツキノワグマの人里への出沒変動は、兵庫県各地域で必ずしも同調していた訳ではなく、地域間でその変動に違いがあったことが明らかとなった (図 1)。特に、過去 3 度の大量出沒が県内一律に生じてはいなかった点は重要と言える。例えば、県内では過去 7 年間で、2004 年と 2006 年、2010 年の 3 回にわたって大量出沒が生じたが、豊岡市と丹波市における過去 7 年間の変動をみると、2004 年秋や 2006 年秋の出沒のピークは 2010 年と比較して顕著に低く、この 2 市における大量出沒は 2010 年のみであったといえる (図 3)。また、2010 年の出沒数は県全体では過去最高のものであったが、Type 2 に区分された市町の 2010 年秋の目撃痕跡数のピークは 2004 年秋あるいは 2006 年秋に比べ低かった。特に、神河町と佐用町における 2010 年の目撃痕跡数は、2004 年と比較して顕著に少なく、この両町では大量出沒が生じていなかったといえる。

一方、同一の出沒変動パターンをもつ市町の分布は、地域的なまとまりが認められた (図 2)。このことは県内の出沒変動パターンには、複数の市町を跨るスケールでの地域的な分化が存在することを意味している。このようなツキノワグマの出沒変動パターンの地域的な分化については、Oka *et al.* (2006) も報告している。ただし、Oka *et al.* (2006) の場合は、複数の都道府県間を跨るスケールで地域的な分化が存在していることを示したものであり、本報告とは対象としている地域のスケールが異なる。しかし、都道府県以下のスケールにお

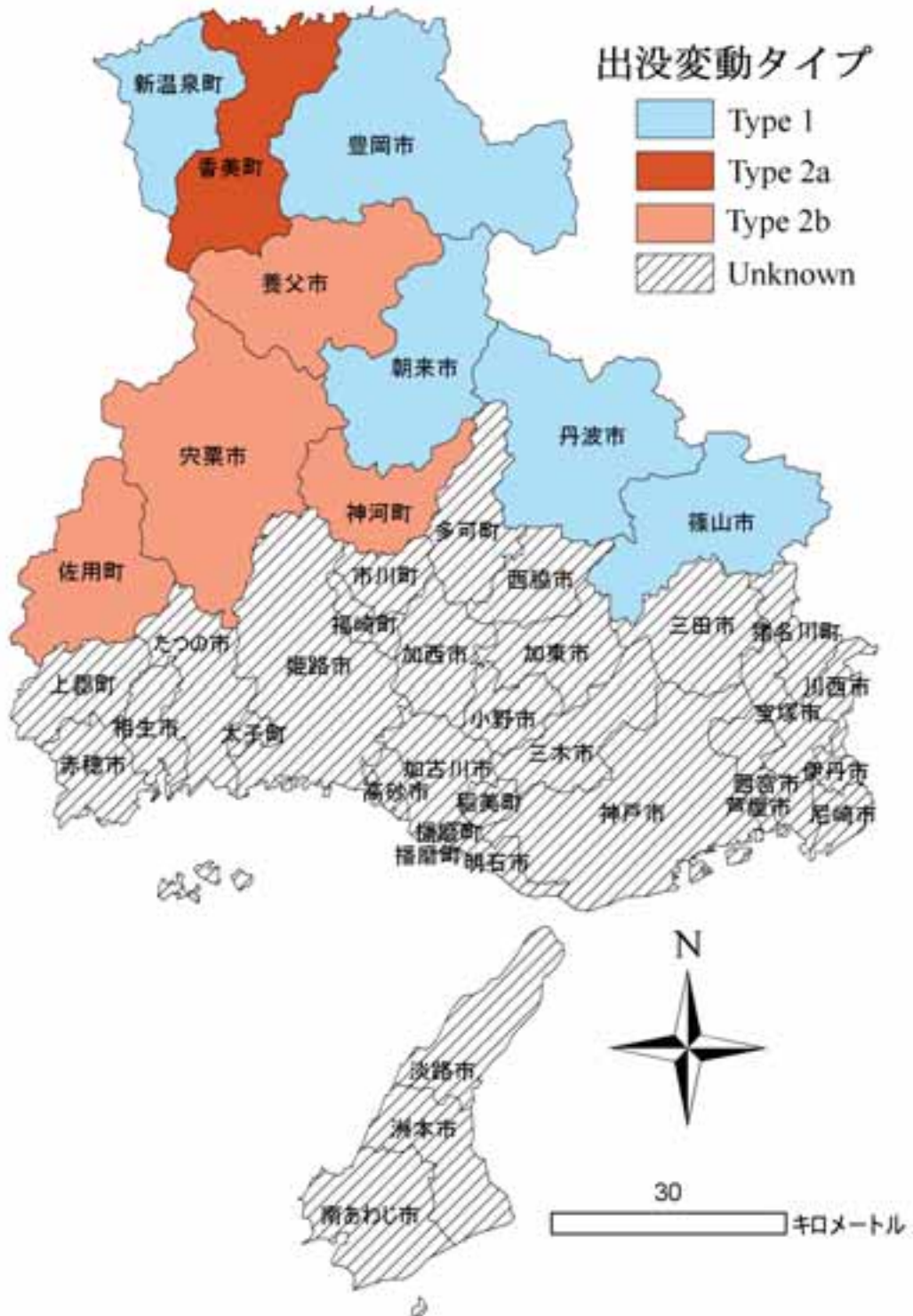


図2 県内10市町における出沒変動タイプ

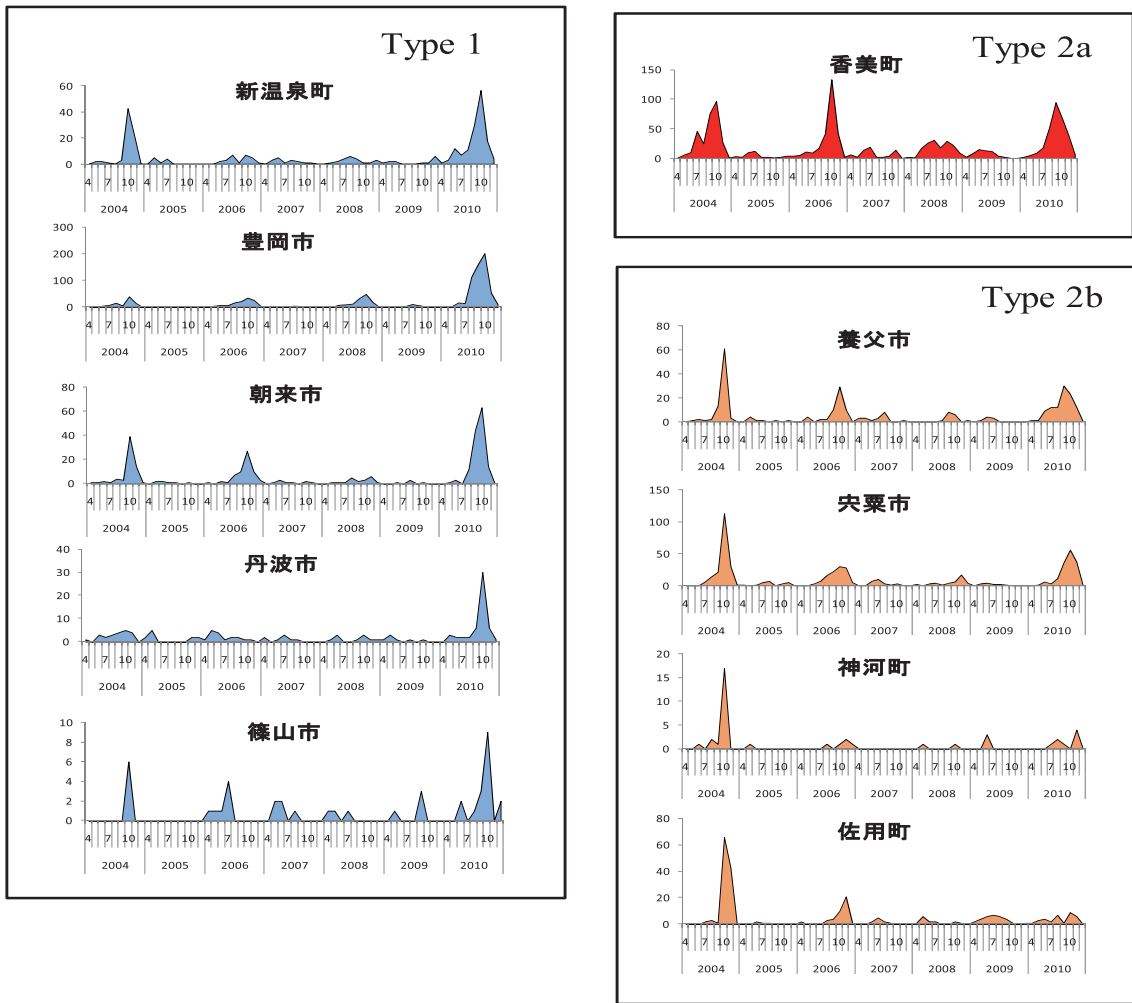


図3 県内10市町におけるクマの目撃痕跡数の7年間の推移

表2 過去6年間（2005～2010年）の目撃痕跡情報数と堅果の豊凶指数の相関係数（ r ）

	目撃痕跡数			
	コナラ	ブナ	ミズナラ	
Type 1	篠山市	-0.37	-	-0.60
	丹波市	-0.63	-	-0.65
	豊岡市	-0.59	-0.50	-0.76 *
	新温泉町	-0.81 *	-0.40	-0.58
	朝来市	-0.75 *	-0.51	-0.74 *
Type 2a	香美町	-0.97 **	-0.70	-0.99 **
Type 2b	佐用町	-0.15	-0.42	-0.10
	神河町	-0.58	-	-0.58
	宍粟市	-0.86 **	-0.61	-0.79 *
	養父市	-0.94 **	-0.56	-0.95 **
	平均値	-0.48	-0.52	-0.48
	+SD	-0.27	-0.43	-0.25
	-SD	-0.84	-0.63	-0.91

*; $P < 0.05$, **; $P < 0.01$

いてもツキノワグマの出没変動に地域間変異が認められたことは、ひとつの都道府県の中で、ツキノワグマの出没変動に関わる管理的措置を考える際に、複数の管理ユニットに分けた対応が必要であることを示唆している。

出没変動に対する堅果の豊凶の影響

Oka *et al.* (2006) は、全国スケールでツキノワグマの出没変動パターンに地域間変異がみられる理由としては、ツキノワグマの餌資源として重要なブナ科樹種に違いがあるためか、あるいは餌資源として重要な特定のブナ科樹種の豊凶が地域間で同調しないためである可能性を指摘している。例を挙げると、ツキノワグマの出没変動パターンが東日本と西日本で大別される理由として、東日本ではブナの資源量が多いのに対し、西日本ではコナラ属の資源量が多いためと説明している。また、ブナの資源量が多い東北地方の中で出没変動パターンに地域間変異がみられる理由としては、東北地方の中でブナの豊凶リズムに地域間変異があるためと考察している。

一方、本報告では、過去 6 年間の目撃痕跡数と豊凶指数の相関係数は、すべての出没変動タイプで、コナラとミズナラと強い相関をもつ市町がみられた (表 2)。このことは出没変動タイプの違いに関わらず、出没変動の要因としてコナラとミズナラの堅果の豊凶が共通して働いていることを示唆している。ただし、過去 6 年間におけるコナラとミズナラの豊凶指数の変動は極めて相関が高いことから (藤木ほか 2011)、実際はどちらか片方の樹種の豊凶のみが出没変動要因として強く働いている可能性もある。県内におけるコナラとミズナラの資源量については精度の高い植生図が整備されていないため明確ではない。しかし、経験的には、全県的にはコナラの資源量の方が格段に多いものと推測される (橋本 1995)。特に Type 1 に区分された地域は、Type 2 に区分された地域に比べて、冷温帯性の植生域が少ないことから、相対的にコナラが多いものと推測される (宮脇 1984)。つまり、実際はコナラの豊凶がミズナラより強く出没変動に影響している可能性があり、またその傾向は Type 1 でより強い可能性がある。

ブナに関しては有意ではなかったが、全ての市町で一貫して相関係数は中程度の負の値をとっていることから、出没変動要因として一定の影響力はもっているものと推測される。また、香美町において最も強い相関がみられたことは、香美町では他の市町に比べ相対的にブナの影響力が強く、その結果として Type 2b とは若干異なるツキノワグマの出没変動パターンを示すのかも知れない。実際、県内におけるブナの分布は香美町とその周辺に集中していると推測される (宮脇 1984)。また、2004 年、2006 年、2010 年は全県的にブナが大凶作であったが (藤木ほか 2011)、これらの年の秋季におけるツキノワグマ出没のピークが全般的に最も明瞭だったのは香美町だったことも、これを示唆している。

以上のことから、県内ではコナラ、ブナ、ミズナラの堅果の豊凶のいずれも、ツキノワグマの出没変動要因として働いているが、それぞれの影響の強さは、その資源量に応じて地域によって異なっている可能性がある。また、その結果として、県内のツキノワグマの出没変動パターンには地域間変異が生じている可能性がある。ただし、今回の解析に用いたデータの期間は 6 年間と短く、偶発的に生じる関係性の影響を十分排除したうえで、各地域におけるそれぞれの樹種の影響力の強さを定量化できている訳ではない。今後、継続的なモニタリ

ング調査を実施し、より長期的なデータに基づいた解析を進める必要がある。また、精度の高い植生図の整備を進めることによって、ブナ科樹木の資源量の点からも裏付けをとる必要がある。

謝辞

本研究の一部は、平成 18 年～20 年度科学研究費補助金（基盤研究 C 1850783）と環境省の環境研究総合推進費（D-1003）により実施されました。ここにお礼申し上げます。

引用文献

- Fortin M-J, Dale M 2005 Spatial analysis. A guide for ecologists. Cambridge University Press, Cambridge, 380pp.
- 藤木大介・横山真弓・坂田宏志 2011 兵庫県内におけるブナ科樹木 3 種の堅果の豊凶とツキノワグマの餌資源としての評価. 「兵庫県におけるツキノワグマの保護管理の現状と課題」, 兵庫ワイルドライフモノグラフ 3 号, pp.39-49. 兵庫県森林動物研究センター.
- 橋本光政 1995 兵庫県の樹木誌. 兵庫県農林水産部林務課, 678pp.
- 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 37:1-19.
- 宮脇昭 1984 日本植生誌 近畿. 至文堂, 596pp.
- 兵庫県 2009 第 2 期ツキノワグマ保護管理計画. 兵庫県, 30pp.
- 大井徹 2009 ツキノワグマ クマと森の生物学. 東海大学出版会, 246pp.
- Oka T 2006 Regional concurrence in the number of culled Asiatic black bears, *Ursus thibetanus*. Mammal Study 31:79-85.
- Oka T, Miura S, Masaki T, Suzuki W, Osumi K, Saitoh S 2004 Relationship between changes in beechnut production and Asiatic black bears in northern Japan. Journal of Wildlife Management 68:979-986.
- Suzuki W, Osumi K, Masaki T 2005 Mast seeding and its spatial scale in *Fagus crenata* in northern Japan. Forest Ecology and Management 205:105-116.
- 谷口真吾・尾崎慎也 2003 兵庫県氷ノ山山系におけるブナ・ミズナラの結実とツキノワグマの目撃頭数の関係. 森林立地 45:1-6.

第 6 章

兵庫県におけるツキノワグマの行動圏の変異と その要因

横山真弓・齋田栄里奈・江藤公俊・中村幸子・森光由樹

要 点

- ・兵庫県におけるツキノワグマの行動圏の特徴を分析するため、有害捕獲と錯誤捕獲、学術研究捕獲により捕獲されたツキノワグマのオス 11 頭とメス 11 頭から GPS データを取得した。
- ・最外郭法 (MCP) と固定カーネル法 (95%Khr、50%Khr) により行動圏を算出した。
- ・未利用地を排除して算出される行動圏 95%Khr の平均は 19.3~62.8km² となり、移動を伴わず放獣したメスで最も狭く、移動放獣されたオスで最も広い行動圏を示した。
- ・行動圏面積は個体差が大きく、雌雄ともに MCP で 100 km² を超えるものもあったが、生息コアエリアを表す 50%Khr は 4.2~11.1km² といずれの個体でも狭かった。
- ・同一個体において、堅果類の豊作年と凶作年の秋に追跡できたメス 2 頭では、凶作年の MCP は、豊作年の 3 倍~17 倍に拡大していた。
- ・同一地域で捕獲されたメス 3 頭の行動圏は狭い範囲で重複しており、生息コアエリアも同時に重複している個体があった。
- ・近畿圏に生息するツキノワグマは人為的攪乱や資源不足がない場合 10~30 km² ほどの行動圏をもつものと考えられたが、状況に応じて柔軟に行動圏を拡大させる能力があることも示された。

Kew words : GPS 首輪 現地放獣 移動放獣 固定カーネル法 最外郭法

1. はじめに

ツキノワグマ (*Ursus thibetanus*) は本州で最大級の大型哺乳類であり、多様な環境を必要とし、広域的に移動することが知られている。また、学習能力も高いと考えられており、同一個体でも経験により行動が変化するなど個体差・年次差があることが知られている。ツキノワグマの行動について、これまでに報告されているものとしては、行動圏の雌雄による特徴 (秋田県 1986; Oi & Yamazaki 2006) や季節的な移動 (羽澄 1986)、あるいは標高移動 (Izumiya & Shiraishi 2004) などがあるが、西日本での研究事例は少ない (片山 1999; 島根県 2001; 玉谷ほか 2001)。特に、人の生活圏とツキノワグマの生息域が隣接している地域が多い近畿圏では、ツキノワグマの行動に関する情報は極めて少なく、基本的な情報の集積が必要な段階である。