大量出没年に長野県松本市で捕殺されたツキノワグマ成獣オスの環境利用の変化

瀧井暁子*・泉山茂之*
*信州大学山岳科学研究所

要　　約

2014年秋季，長野県中信地域では里地へのツキノワグマの大量出没が発生し，捕殺数が2006年以降，最大となった。しかし，長野県ではこのような大量出没年におけるツキノワグマの行動を明らかにした事例はこれまで報告されなかった。本研究では，2012年９月に松本市西部の水殿ダムで捕獲された成獣オス１頭（捕獲当時８歳）について，2014年10月に松本市梓川で捕殺されるまでの約２年間の個体追跡から得られた利用場所および環境利用の変化を調べた。この成獣オスの秋季の利用場所や環境利用は，2012～2014年の３年間でそれぞれ異なっていた。2014年秋季は過去２年間で最も利用標高が低く，これまで利用されなかった里地に接近していた。この成獣オスの行動は，秋季の食物資源の不足によるものと推測された。今後も秋季の食物資源の少ない年には再び大量出没がおきる可能性があるため，ツキノワグマの里地への接近を未然に防ぐためには，移動経路となる河畔林を遮断するような環境整備が必要と考える。

キーワード：環境利用，行動圏，GPS テレメトリー，ツキノワグマ，長野県

は じ め に

ツキノワグマ（*Ursus thibetanus*）の秋季の里地への大量出没は，2000年以降，日本各地において数年間隔で確認されている。長野県では，2006，2010，2012年にツキノワグマの大量出没が発生し，個体数調整による捕殺数は，2006年に558頭，2010年に357頭[1]，2012年に390頭（環境省2014年12月速報値，https://www.env.go.jp/nature/choju/docs/docs4/capture-qe.pdf）にのぼった。一方で，2014年は長野県の木曽を除く中信地域において再び大量出没が発生し，個体数調整による捕殺数が過去最大の653頭となり，ツキノワグマによる人身事故も過去最大の32件発生した。このような大量出没の発生する背景には様々な要因が関係するが，なかでもブナ科樹木の豊凶が大きく関係していると考えられている[2),3)]。

ツキノワグマの食性や行動は，冬眠と大きく関係する。ツキノワグマは11～12月頃から数ヶ月間冬眠するが，冬眠前には体脂肪を蓄積するために，ツキノワグマの秋季の主要な餌食物は堅果類であることが知られている[4),5)]。長野県においても，北アルプス地域におけるツキノワグマは，秋季にミズナラの優占する落葉広葉樹林を選択的に利用することが報告されている[6),7)]。一方，長野県における2006年の大量出没では，堅果類が凶作であったため，耕作地の利用をせずに奥山に生息する高齢個体が堅果類の不足により里地に出没したと報告されている[8)]。このような大量出没の背景には，ツキノワグマの秋季の行動圏や利用標高が堅果類の豊凶と関連していることがあげられる[9)]。

一方，大量出没年に里地に出没したツキノワグマの行動に関する知見は不足している。長野県における2014年の大量出没では，松本地域などで秋季に多数のツキノワグマが捕殺されたが，これらのツキノワグマが通常利用していた範囲は明らかにされていない。大量出没の背景にある要因を検討する上でも，秋季に里地に出没した個体の利用場所や環境利用は今後のツキノワグマの保護管理を行なう際に重要な科学的知見となる。

本研究では，大量出没年に松本市郊外で捕殺された成獣オス１個体の２年間のGPSテレメトリーによる追跡結果から，季節ごとの利用場所および環境利用の年変化を明らかにし，環境利用の変化とその要因について考察した。

調査地および調査方法

１．調査地

北アルプス南麓に位置する長野県松本市安曇とその周辺地域で調査した。調査地の標高は約

受付日　2015年１月７日
受理日　2015年２月２日

800～1,700ｍで，その東側では，標高800ｍ付近が耕作地や市街地の境界となっており，その他の地域には小規模な集落が点在していた。調査地北側を東西に流れる梓川の右岸と左岸では植生が大きく異なっていた。左岸側では標高約1,600ｍまではミズナラ（*Quercus crispula*），クリ（*Castanea crenata*）を主とする落葉広葉樹林，これより上部は常緑針葉樹林となっていたのに対し，右岸から調査地南側の木曽町開田高原にかけては主にカラマツ（*Larix kaempferi*）植林となっており，その中にクリ，ミズナラを主とする落葉広葉樹林がパッチ状に分布し，標高約1,600ｍ以上の地域は常緑針葉樹林となっていた[10]。長野県奈川気象観測所（36°05′N，137°41′E；標高1,068ｍ）における2012～2013年の年平均気温は8.1℃，年間平均降水量は1,811㎜であった。

２．捕獲および個体追跡

追跡個体は，2012年９月14日に長野県松本市安曇の水殿ダム付近においてツキノワグマ学習放獣用の捕獲檻で捕獲された75㎏の成獣オスであった（以下，個体M）。個体Mは，化学的不動化の後，体重等を計測し，GPS 首輪（GPS PLUS-2 collar, VECTRONIC Aerospace GmbH, Berlin, Germany）を装着した。また，年齢査定のため上顎の第１小臼歯を抜歯した。個体Mは，捕獲場所から直線距離で約15㎞離れた山中に放獣した。この個体は，１週間後もとの生息地に帰還したことを確認した。GPS 首輪の測位間隔は，４～11月に１時間間隔，12～３月に６時間間隔となるよう設定した。ただし，GPS 首輪の電池残量を考慮し，2014年４月14日以降は測位間隔を12時間間隔に変更した。位置データのダウンロードは１～数ヶ月に１度，専用機器を用いて行った。位置データはパソコンに取り込み，GIS ソフト（ESRI ArcGIS 9.3）に表示し，解析した。

３．データ解析

GPS 首輪から得られた位置データは，季節ごとに分けて解析した。季節区分は，Izumiyama and Shiraishi（2004）を参考にし，冬眠開け～６月30日を春季，７月１日～９月10日を夏季，９月11日～冬眠入りを秋季とした。個体Mの冬眠期間中は位置データを得られなかったため，冬眠入りは秋季最後に位置データを得た日とし，冬眠開けは春季最初に位置データを得た日とした。用いた位置データは，個体Mが放獣場所から通常の行動圏に戻った９月17日以降とした。

季節行動圏は R のパッケージ adehabitat[11]を用い，ad hoc[12]を用いた固定カーネル法により各個体の50％行動圏（以下，コアエリア）[13]および面積を算出した。季節行動圏の年変化を明らかにするために，各季節のコアエリアについて2013，2014年の重複率を算出した。ただし，秋季については，2014年の追跡期間が短かったため，2012年と2013年の重複率を算出した。

各季節の環境利用の特徴を明らかにするため，各季節の標高および植生を明らかにした。季節ごとの定位点における標高は，10ｍメッシュ数値標高モデル（DEM）を用いて抽出した（基盤地図情報：国土地理院）。2014年４月以降は GPS 首輪の測位間隔がそれ以前と大きく異なるため，利用標高は季節ごとに日標高で比較した。日標高は，定位点における標高の日平均標高と定義した。植生は，環境省第５回植生図[10]を用いた。植生は，落葉広葉樹林，常緑針葉樹林，アカマツ（*Pinus densiflora*）林，カラマツ植林，スギ・ヒノキ植林，耕作地，市街地，その他に分類した。得られた値は，季節ごとにそれぞれ年による較を行った。利用標高は Mann-Whitney *U* test を，利用植生は個体が実際に利用した植生面積をもとに Chi-square test を用いてそれぞれ検定した。2014年秋季は10月３日までの個体追跡であったため，2012および2013年秋季との比較する際は，秋季を９月11日～10月３日までとした。

結　　果

１．季節行動圏の年変化

年齢査定の結果，個体Mは捕獲時に８歳のオス成獣であった。捕獲時には，耳標や抜歯痕はなく，過去に捕獲された経歴のない個体であった。個体Mの追跡期間を通した GPS 首輪の位置データ取得率は83％であり，位置データのうち４つ以上の衛星を捕捉して得られた3D データは取得したデータの90％であった。個体Mの冬眠期間を表１に示した。2012～2013年は2013～2014年よりも冬眠開始時期が23日早かった。

個体Mの２ヶ年の季節ごとのコアエリアを図１に示した。春季および夏季コアエリアは，水殿ダムの

表１　個体Mの冬眠期間

年	冬眠開始	～	冬眠終了	冬眠期間（日）
2012～2013年	12月３日	～	４月６日	124
2013～2014年	12月26日	～	３月28日	92

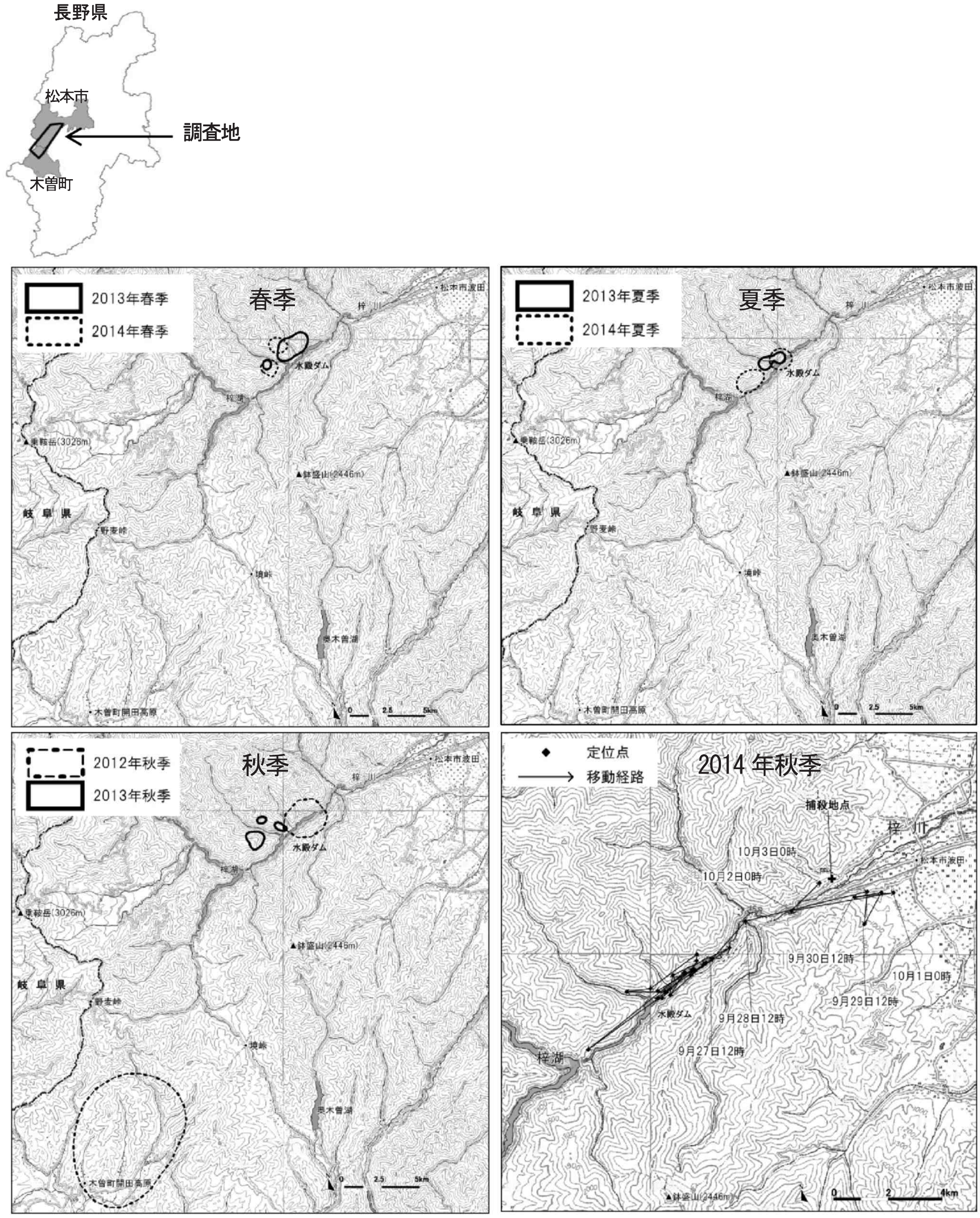

図１　個体M（オス成獣）の2012～2013年の春季，夏季，秋季コアエリア（50％固定カーネル）および捕殺された2014年秋季の定位点と移動経路

北側の地域に形成された。春季および夏季コアエリアの重複率に対し（春季：2013年22.8％，2014年34.0％；夏季：2013年52.1％，2014年15.7％），秋季コアエリアの重複率は低かった（2012年0.1％，2013年2.3％）。個体Mは，2012年秋季に水殿ダムから直線距離で約25㎞南西の木曽町開田高原において10月４日～11月22日の49日間滞在していた。この結果に対し，2013年秋季はコアエリアから離れることはなかった。一方，2014年秋季は，2012年や2013年には利用されなかった，これまでの利用場所より東側の里地に近い地域へ移動していた（図１）。個体Mは，９月27日にそれまで滞在していた水殿ダム付近から梓川右岸沿いに下流方向へ移動を開始し，10月１日０時に松本市波田の市街地に最接近した後，10月２日に梓川左岸へ移動し，10月３日午後に松本市梓川の耕作地付近に設置された個体数調整を目的とした捕獲檻に入ったところを射殺された。

個体Mの季節ごとのコアエリア面積を図２に示し

た。年によるコアエリア面積は，春季（1.9～2.9㎢）および夏季（1.2～3.8㎢）となり両季節の間に2013年，2014年とも大きな差がみられなかったが，秋季には2012年56.8㎢，2013年1.6㎢と両年の間で大きく異なった。

２．各季節の環境利用

季節ごとの利用標高を図3a，ｂに示した。2014年春季の利用標高は，2013年よりも有意に高かった（Z＝-1.977，p＜0.05）。夏季の利用標高は，2013年と2014年で有意な差はみられなかった（Z＝-0.634，p＞0.05）。一方，2013年秋季の利用標高は，2012年よりも有意に高かった（Z＝-5.733，p＜0.001）。また，秋季の９月11日～10月３日までの利用標高は，年により異なり（図３b），2014年は2012および2013年よりも有意に低かった（2012年：Z＝-10.642，p＜0.001；2013年：Z＝-14.977，p＜0.001）。

季節ごとの利用植生を図４に示した。春季，夏季ともに落葉広葉樹林の利用がもっとも高かったが，その利用割合は年により異なった。春季は2014年の方が（χ^2＝31.978，$d.f.$＝５，p＜0.001），夏季は2013年の方が（χ^2＝30.001，$d.f.$＝４，p＜0.001）それぞれ落葉広葉樹林の割合が高かった。一方，秋季の利用植生は年により大きく異なった。もっとも割合の高かった利用植生は，2012年にカラマツ植林だったのに対し（62％），2013年は落葉広葉樹林（51％）であった（χ^2＝1262.818，$d.f.$＝７，p＜0.001）。また，秋季の９月11日～10月３日までの利用植生を３ヶ年で比較したところ，2014年の利用植生は2012および2013年と異なり，耕作地の割合が高

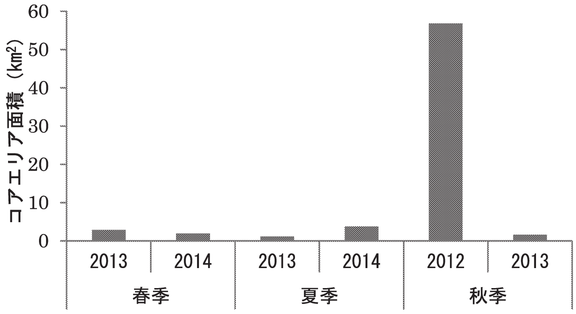

図２　個体Ｍ（オス成獣）の各季節のコアエリア（50％固定カーネル法）面積の年変化

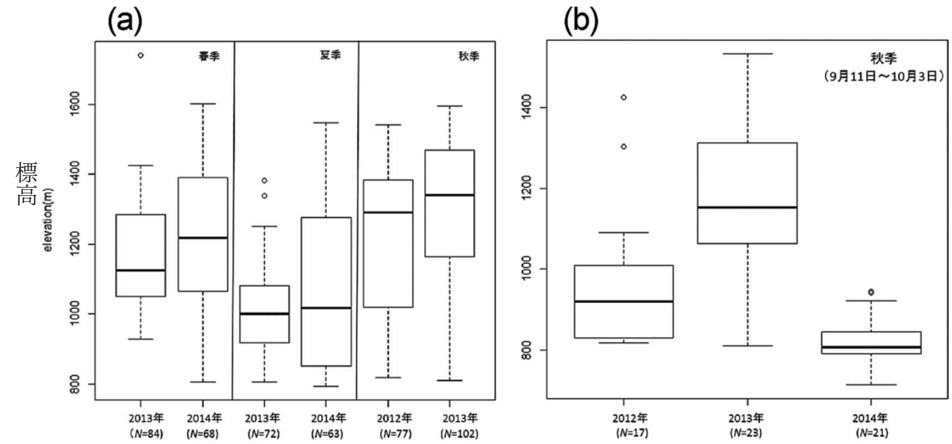

図３　個体Ｍ（オス成獣）の2012～2013年の春季，夏季，秋季の日標高の年変化(a)および秋季（９月11日～10月３日）の日標高の年変化(b)の箱ひげ図．箱の下端，中央，上端はそれぞれ25％パーセンタイル，中央値，75％パーセンタイルを示す．ひげの上端，下端は，外れ値（白丸）を除いた最大値，最小値を示す。

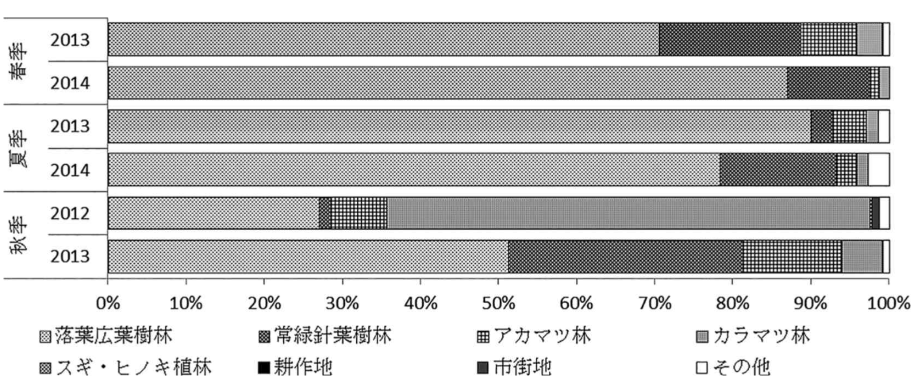

図４　個体Ｍ（オス成獣）の季節ごとの定位点における利用植生の年変化。

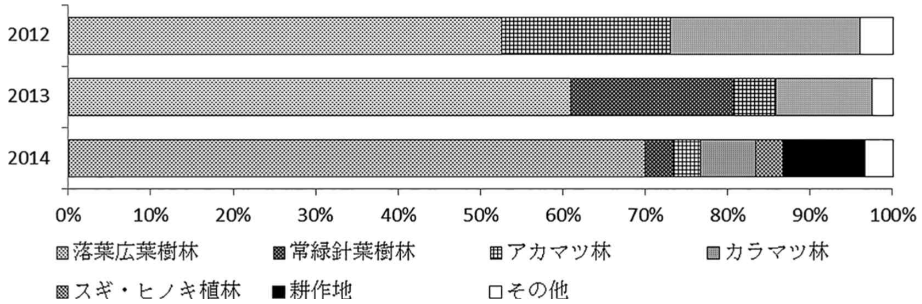

図５　個体M（オス成獣）の９月11日～10月３日の定位点における利用植生の年変化。

かった（図５，2012年：$\chi^2=60.515$，$d.f.=6$，$p<0.001$，2013年：$\chi^2=64.767$，$d.f.=6$，$p<0.001$）。

考　察

個体Mの季節行動圏は，季節や年により異なった。春季と夏季コアエリアは，2013，2014年で重複していたのに対し，秋季コアエリアは2012，2013年で異なる場所に形成され，2012年の２つのコアエリアの距離が大きく隔たっていた。また，コアエリア面積は，秋季にのみ年による大きな違いがみられた。近年の研究から，ツキノワグマの秋季の利用場所は，秋季の主要な食糧資源である堅果類[4]と密接に関係することが知られている。栃木県足尾地域においてツキノワグマの利用場所を明らかにしたKozakai *et al.*（2011）によれば，堅果類の不作年にツキノワグマは秋季のコアエリア間の距離や，コアエリア面積が大きくなっていた。長野県で実施しているナラ類（ミズナラ，コナラ）の豊凶調査によれば，中信地域において2012年は並作下～並作（長野県林務部プレスリリース2012年９月25日），2013年は並作（長野県林務部プレスリリース2013年10月８日）であり，2012年の方が2013年よりもやや結実不良だった。長野県北アルプス地域においてツキノワグマは秋季にミズナラの優占する落葉広葉樹林を選択的に利用するが[6]，ミズナラの結実は豊凶の年次変動が大きい一方で，同調する範囲が狭く，母樹ごとに結実状況が異なると考えられている[14]。すなわち，ミズナラの結実状況には，地域差が生じやすいと考えられ，個体Mの秋季の利用場所が年によって異っていた可能性もある。

一方で，2012年秋季における個体Mの利用植生はカラマツ林が多かった。カラマツ林は個体Mが１ヶ月半近く滞在していた木曽町開田高原地域に多く分布する。カラマツ林の中には，クリ，ミズナラを主とした落葉広葉樹林がパッチ状に分布しており[10]，個体Mの定位点でカラマツ林と分類された地点が，植生図には反映されない程度の小面積の落葉広葉樹林であった可能性もある。さらに，個体Mの2012年の秋季コアエリア間の距離やコアエリア面積が大きかったことを考慮すると，個体Mは落葉広葉樹林の堅果類の採食を目的として開田高原に移動した可能性が高いと考えられ，2012年は通常の行動圏内において堅果類の結実が不良だったと予測される。したがって，先行研究も示しているように個体Mの秋季の利用場所の年による違いは，秋季の食物資源量と関係していたと考えられる。

個体Mの年による季節ごとの利用標高は，秋季のほか，春季にも有意な差がみられた。ツキノワグマの食性には年次変動があり，春季には主に草本類や木本類の新芽，新葉，花を主に採食するものの，前年の秋季に堅果類が豊富にある場合，堅果類の利用割合も大きくなる[5]。個体Mの例年の行動圏では，2013年は2012年よりも堅果類の結実状況が良好であったと考えられる。そのため，個体Mの2014年の春季の利用標高が2013年よりも高かった理由としては，2013年に結実した堅果類が翌年の春季まで残存し，比較的標高の高い地域に分布するミズナラ堅果を個体Mが利用したためと考えられる。

個体Mの冬眠開始時期は，2012年の方が2013年よりも23日早かった。クマ類の冬眠期間や冬眠開始時期は，秋季の食物利用可能量に影響される可能性があり[15]，アメリカクロクマでは堅果類の凶作年は豊作年に比べて冬眠開始時期が早かったという報告がある[16]。ツキノワグマの冬眠のタイミングと食物資源に関する研究はほとんどないものの，個体Mの冬眠開始時期は，上述の結果と同様に堅果類の豊凶が関係していたのかもしれない。

2012～2014年の秋季（９月11日～10月３日）における個体Mの利用標高や利用環境は年により大きく異なった。個体Mは，2014年に最も標高の低い里地付近を利用した結果，10月３日に個体数調整により捕殺された。長野県の発表した2014年のナラ類の豊凶は，不作～並作であり（長野県林務部プレスリ

リース2014年9月26日)，2012からの3年間のうち最もツキノワグマの秋季の食物資源量が少なかったと考えられる。一方，2014年は，里地に近い標高の低い地域においてクリやコナラが豊富に実っていた（泉山茂之，私信)。堅果類の凶作年にツキノワグマは，より標高の低い地域を利用することや[9]，堅果類の凶作年にクマの捕殺数が増加する[2]ことが知られているが，個体Mの行動や2014年の捕殺数の多さはこれらの報告と一致する。個体Mは，捕殺時に比較的高齢の10歳であり，過去に捕獲経歴がなかったことから耕作地利用が無いか，ほとんど利用しない個体と推測される。このような個体が，2014年秋季に里地付近に現れた要因については，長野県の2006年のツキノワグマの大量出没と同様に，奥山の食糧不足により比較的高齢の通常は奥山に生息している個体が里地に移動した[8]ためと考えられる。

一方で，ツキノワグマの大量出没は，異常な行動ではなく，進化の過程で形成してきた，冬眠を主とする生物学的特性が背景にある[17]。ツキノワグマは，冬眠にむけて堅果類を採食する必要があり，それらには豊凶の年次変動があるために食物資源量に応じて秋季に大きく移動する大型哺乳類である。したがって，今後も堅果類の豊凶と関連して秋季に個体Mのような大型の高齢個体が里地を利用する年が繰り返されると予測される。長野県においては，大量出没年には人身事故の危険回避等のために個体数調整を目的としたツキノワグマの捕殺数が増大する傾向がある。しかし，大量出没が繰り返されるたびに里地において捕殺数が増大すれば，ツキノワグマ個体群存続の危機に至る可能性も指摘され[8]，個体数管理では限界がある。このような事態を回避するためには，里地にツキノワグマが容易に接近できないような生息環境管理を行なう必要がある。個体Mは，梓川沿いに下流の里地に移動していた。河畔林はツキノワグマが身を隠すことができる移動経路として機能するため[18]，移動経路を遮断するために河畔林の刈払いといった環境整備が有効だと考える。また，個体Mの捕殺された耕作地付近ではリンゴ果樹園が分布しているが，里地においてはクマを誘引する農作物をツキノワグマから防除するために有効な電気柵[19]の設置も重要である。

本研究では，1個体のみの報告にとどまったが，大量出没となった2014年を含む過去2年間の行動追跡を行うことで，里地に出没したツキノワグマの利用場所を明らかにし，その要因について考察した。豊凶の年次変動に伴いクマの行動も変化するため，クマの行動追跡に関しても，同一個体を複数年にわたって個体追跡することが今後のツキノワグマの保護管理を行なう上でも重要な資料となると考える。

謝　辞

長野県環境保全研究所の岸元良輔氏には，年齢査定を行っていただいた。長野県松本地方事務所林務課の担当者，地元猟友会には，追跡個体の情報収集および GPS 首輪の回収にご協力いただいた。以上の方々に感謝申し上げます。

引用文献

1) 長野県 (2012) 第3期特定鳥獣保護管理計画（ツキノワグマ). 長野県林務部，長野，38 pp.
2) Oka, T., Miura, S., Masaki, T., Suzuki, W., Osumi, K. and Saitoh, S. (2004) Relationship between changes in beechnut production and Asiatic black bears in northern Japan. Journal of Wildlife Management 68(4): 979-986.
3) 水谷瑞希・中島春樹・小谷二郎・野上達也・多田雅充 (2013) 北陸地域におけるブナ科樹木の豊凶とクマ大量出没との関係. 日林誌95：76-82.
4) Hashimoto, Y., Kaji, M., Sawada, H. and Takatsuki, S. (2003) Five-year study on the autumn food habits of the Asiatic black bear in relation to nut production. Ecological Research 18: 485-492.
5) Koike, S. (2010) Long-term trends in food habits of Asiatic black bears in the Misaka Mountains on the Pacific coast of central Japan. Mammalian Biology 75: 17-28.
6) Izumiyama, S. and Shiraishi, T. (2004) Seasonal changes in elevation and habitat use of the Asiatic black bear (*Ursus thibetanus*) in the Northern Japan Alps. Mammal Study 29: 1-8.
7) 泉山茂之・白石俊明・望月敬史 (2009) 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 7：55-62.
8) 泉山茂之・望月敬史・岸元良輔・後藤光章・林秀剛 (2008) 長野県におけるツキノワグマ（*Ursus thibetanus*）の里地への出没時期と年齢査定による大量出没要因の解明. 信州大学農学部 AFC 報告 6：19-24.
9) 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. Journal of Wildlife Management 75: 867-875.
10) 環境省 (1997) 生物多様性情報システム（J

-IBIS). http://www.biodic.go.jp/index_e.html.
11) Calenge, C. (2006) The package "adehabitat" for the R software : A tool for the analysis of space and habitat use by animals. Ecological Modelling 197 : 516-519.
12) Pellerin, M., Saïd, S. and Gaillard, J-M. (2008) Roe deer *Capreolus capreolus* home-range sizes estimated from VHF and GPS data. Wildlife Biology 14 : 101-110.
13) Worton, B. J. (1989) Kernel methods for estimating the utilization distribution in home-range studies. Ecology 70 : 164-168.
14) 溝口紀泰・片山敦司・坪田敏男・小見山章（1996）ブナの豊凶がツキノワグマの食性に与える影響―ブナとミズナラの種子落下量の年次変動に関連して―．哺乳類科学36：33-44．
15) Vaughan, MR.（2009）食物条件がアメリカクロクマの生理，行動，生態に与える影響について．森林科学57：18-25．
16) Johnson, KG. and Pelton, MR. (1980) Environmental relationships and the denning period of black bears in Tennessee. Journal of Mammalogy 61 : 653-660.
17) 大井徹（2009）ツキノワグマの出没と森林，そして人間．森林科学57：２-３．
18) 木戸きらら・西野自然・泉山茂之（2011）里地・里山に生息するツキノワグマ（*Ursus thibetanus japonicas*）の耕作地への移動経路と利用パターン．信州大学農学部 AFC 報告９：27-32．
19) 瀧井暁子・泉山茂之・日吉晶子・細川勇記・小平廣幸・奥原由孝（2014）電気柵設置によるツキノワグマの行動変化．信州大学 AFC 報告12：25-32．

Yearly changes in seasonal habitat use by a male Asiatic black bear culled during the year of autumn mass sightings in Matsumoto, Nagano

Akiko TAKII* and Shigeyuki IZUMIYAMA*
*Institute of Mountain Science, Shinshu University

Summary

During 2014, autumn mass sightings of Asiatic black bears occurred in central Nagano Prefecture. Although mass sightings occurred several times in the past years, there was no study on the habitat use of the bear during such years. Our objective was to illustrate the yearly changes of seasonal home range and habitat use of 8-year old adult male bear, which was captured in 2012 and culled during the autumn of 2014. The overlap ratio of yearly autumn core area of this bear was lower than spring and summer. This bear utilized different elevation during autumn of 2012-2014. During autumn of 2014, this bear utilized the lowest elevation and approached near urban area. It seemed that these behaviors were affected by the changes in autumn food resource. In order to avoid the intrusion of bears into urban area, it is necessary to clear the riparian forests, which is utilized by bears as a migratory path.

Key words : Asiatic black bear, GPS telemetry, habitat use, home range, Nagano Prefecture