

安定同位体比解析による松本市街地に出没した ツキノワグマ (*Ursus thibetanus*) の食性履歴の推定

泉山茂之*・中下留美子**・木戸きらら*・林 秀剛***

* 信州大学農学部付属アルプス圏フィールド科学研究教育センター

** 独立行政法人森林総合研究所 茨城県つくば市, 350-8687

*** 特定非営利活動法人信州ツキノワグマ研究会 長野県松本市, 390-0876

和文要約

2010年はツキノワグマの大量出没の年となり、しかも、平常年では見られなかった市街地への出没という特異的事例が注目された。出没個体の状況を明らかにすることは、ツキノワグマの保護管理のために必要不可欠である。本研究では、2010年11月6日朝、長野県松本市南部の市街地に出没したツキノワグマの体毛について、安定同位体比分析により食性履歴の解明を試みた。当該個体の体毛の炭素および窒素安定同位体比は、通常年の北アルプスや中信高原の自然個体と同様の値を示し、人里の残飯等に依存していた形跡は見られなかった。つまり、人間の食物に誘引されて出没したのではないと考えられた。

キーワード：安定同位体比，松本市街地，出没要因，ツキノワグマ，食性履歴

はじめに

2010年は、2006年に次ぐツキノワグマ (*Ursus thibetanus*) 大量出没の年となった¹⁾。長野県では、2010年の暫定値でも、428頭の捕獲（うち73頭は非捕殺）が報告されている（環境省2010年12月末暫定値；<http://www.env.go.jp/nature/choju/docs/docs4/capture-ge>）。この数は、2006年の704頭（うち、非捕殺131頭）よりは少ないが、平常年の150～200頭に比べると2倍以上となる。こうした傾向は、全国総計ともほぼ同調している。長野県内の人身事故も2010年は14件（環境省2010年11月末暫定値）となっている。

出没場所は、平常年は山林内や山林近くの人里が多いが、2010年の特徴としては、これまでほとんど見られなかった市街地への出没が注目される。松本市においては、これまで、山際の集落へのクマの出没は少なくないが、中心市街地への出没は、最近数十年の間には、前例がないとされていた。しかし、2010年11月6日に発生した松本市南部の市街地への出没は、非常に特異的な事例とも見られるが、近年、市街地へのイノシシやサルの出没が頻発している状況などを考慮すると、今後も起こりうる問題と考えざるを得ない。クマの場合、対応を誤れば、重大な

人身事故につながる可能性も大きく、対策の確立は緊急の課題である。なぜ山から遠く離れた市街地にまで出没するのか、どのような状況で出没したのか等、出没の原因や個体の状況を探ることは、今後のツキノワグマ保護管理対策のために必要不可欠である。

本研究では、松本市街地に出没したツキノワグマの事例について、炭素・窒素安定同位体比分析を用いてその食性履歴を推定することにより、出没原因や出没個体の状況の検討を試みた。

材料と方法

1. 当該個体の出没時の状況

図1に当該個体の出没地域の概略を示す。11月6日、06時、地点①より“南方向に歩くクマを目撃した”と110番通報があり、警察署員、消防署員、長野県および松本市の野生鳥獣担当職員らが出動。追跡した結果、国道19号を超え、開明小学校構内に逃げ込んだ。07時頃、地点②（開明小学校正門）で、学校職員が校庭を走るクマを目撃し、児童に自宅待機をメールにて通知した。付近を逃げ回ったのち、民家の庭（地点③）に入り、うずくまる。10:08、麻酔銃にて捕獲。計測や試料採取後、北アルプスに放獣された。捕獲個体は、体長124cm、体重62kgの若いオスで、外見上、特に飢餓状態にあったというような問題は見られなかった。

受付日 2011年1月7日

受理日 2011年2月10日

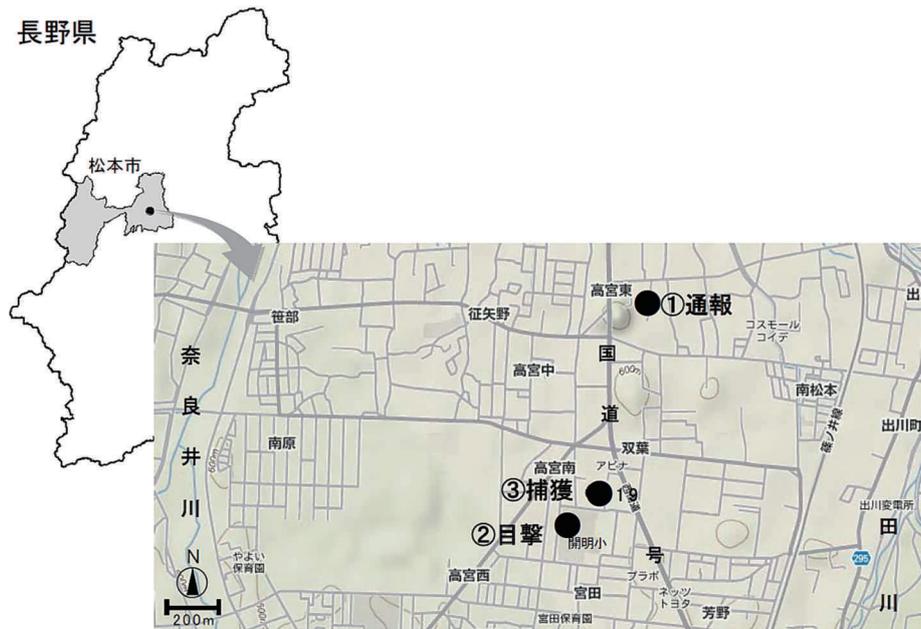


図1. 出没地域の概略。図中の、地点①は第一通報地点、地点②は開明小学校での目撃地点、地点③は捕獲地点を示す。

出没現場は、大型店や住宅・マンションなどが立ち並ぶ市街地である。東に田川、西に奈良井川が流れる(図1)。奈良井川上流は、クマが高密度に生息する朝日村・山形村が位置する。

2. 炭素・窒素安定同位体比による食性解析

動物組織の炭素安定同位体比($\delta^{13}\text{C}$)と窒素安定同位体比($\delta^{15}\text{N}$)は餌の値を反映することが知られている²⁾⁻⁴⁾。 $\delta^{13}\text{C}$ 値は初期生産者(陸上か海洋か、 C_3 植物系か C_4 植物系か)の値を反映するため食物連鎖の出発点の推定に用いられ、 $\delta^{15}\text{N}$ 値は食物連鎖に従って濃縮されることから栄養段階の推定に用いられる。胃内容物や糞を用いる従来の食性解析を補足する方法としても注目され、これまで多数の研究が行われている^{5),6)}。

安定同位体比を用いたツキノワグマの食性解析は、本来の生息地である山の動植物(C_3 植物系)と、里の農作物であるトウモロコシ(C_4 植物)や残飯等の人間の食物(C_3 植物系と C_4 植物系、海洋起源が混合)が異なる同位体比をもつことを利用して、ツキノワグマ捕獲個体と被害との関連性を検討する研究などが行われている⁷⁾⁻¹⁰⁾。ただし、少量の摂取では食物が体組織に反映されない場合や、被害作物が山の動植物と同様の値を示す場合などは、その検出は困難である¹¹⁾。

3. 検出方法

試料は、当該個体捕獲時に体毛を生え際から引き

抜いて採取した。採取した体毛は採取時期が11月であったことから2010年に成長して、成長し終わる頃の体毛であると判断した。つまり、2010年の春から秋までの食性を反映していると思われる。体毛は蒸留水とFolch液(メタノール:クロロホルム=1:2)で洗浄、乾燥後、数十本を束にして生え際から毛先に向かって5mmずつに細断し各細断区分ずつ0.5mg程度錫カップに量りとったものを試料とした(Growth section analysis⁷⁾、以下、GSAと略称)。

試料は、元素分析計(NC-2500, Thermo Electron Inc.)を接続した質量分析計(MAT-252, Thermo Electron Inc.)にて炭素安定同位体比($\delta^{13}\text{C}$)・窒素安定同位体比($\delta^{15}\text{N}$)を測定した。測定誤差は $\delta^{13}\text{C}$ が $\pm 0.1\%$ (SD)、 $\delta^{15}\text{N}$ が $\pm 0.2\%$ (SD)であった。安定同位体比は、標準物質の安定同位体比からのズレを千分率で示す δ (デルタ)値で定義され、以下の式で表現する。

$$\delta^{13}\text{C}, \delta^{15}\text{N} = (R_{\text{試料}}/R_{\text{標準物質}} - 1) \times 1000$$

$$R = {}^{13}\text{C}/{}^{12}\text{C}, {}^{15}\text{N}/{}^{14}\text{N}$$

炭素安定同位体比は海水中の HCO_3^- とほぼ同じ同位体組成をもつ炭酸カルシウム(PDB)、窒素安定同位体比は大気中の窒素ガスを標準物質としている。

結果と考察

1. 同位体比による食性解析

当該個体の体毛の炭素・窒素安定同位体比分析結果を図2に示した。当該個体の $\delta^{15}\text{N}$ 値は2.3~3.5

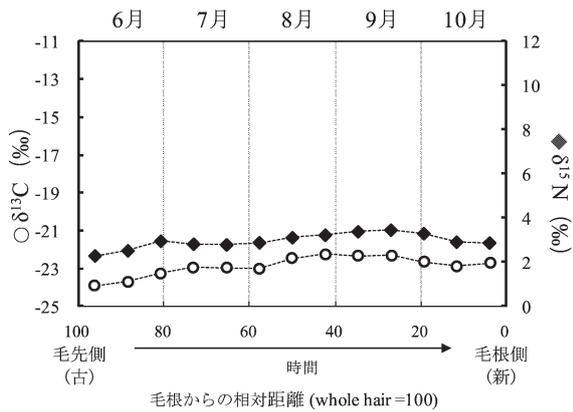


図2. 体毛に記録された当該個体の炭素・窒素安定同位体比の変化。左の縦軸が $\delta^{13}\text{C}$ 値(○)を示し、右の縦軸は $\delta^{15}\text{N}$ 値(◆)を示す。横軸は体毛の全長を100としたときの毛根からの相対距離を示す。ツキノワグマの体毛は6月頃に生え始め、比較的コンスタントに成長し、10月末に成長を終えることから、全長を5等分し、それぞれに相当する月を当てはめた¹¹⁾。

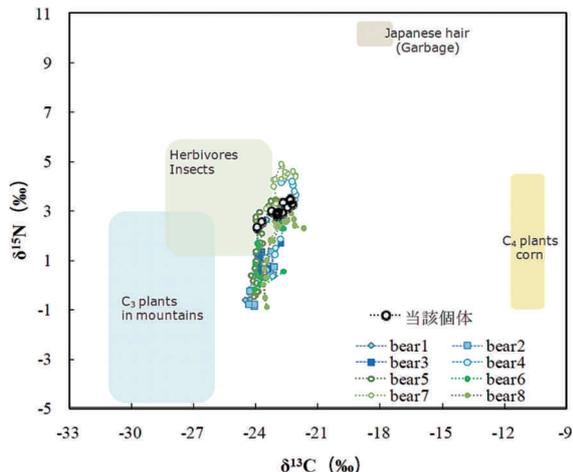


図3. 当該個体と山中のみに生息していた8個体(北アルプス: bear 1-4, 中信高原: bear 5-8)の炭素・窒素安定同位体比分布。

%, $\delta^{13}\text{C}$ 値は $-23.9\sim-22.2\%$ の値を示した。6月から10月まで、 $\delta^{15}\text{N}\cdot\delta^{13}\text{C}$ 値共に大きな変化は見られなかった。

比較のため、山中のみに生息していた北アルプスの4個体(bear 1-4)と中信高原の4個体(bear 5-8)(図3)および人里で残飯等に依存した2個体(bear 9・10)、トウモロコシ畑に依存した3個体(bear 11-13)(図4)のGSA結果^{8),11)}も合わせて示す。当該個体の体毛は、春に相当する毛先で $\delta^{15}\text{N}=2.3\%$ 、 $\delta^{13}\text{C}=-23.9\%$ を示し、生え際に向かって $\delta^{15}\text{N}$ 値はほとんど変化せず、秋に相当する生え際には 2.9% となり、 $\delta^{13}\text{C}$ 値はわずかに上昇して -22.7% となった。これらの体毛は、山の動植物を食べて生息していた個体 bear 1-8 の分

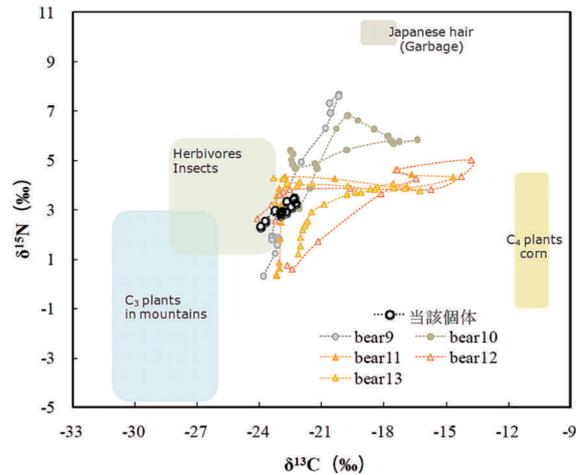


図4. 当該個体と人里で残飯等に依存した2個体(bear 9・10)、畑のトウモロコシに依存した3個体(bear 11-13)の炭素・窒素安定同位体比分布。

布範囲内にあった(図3)。人里で残飯等に依存していた個体 bear 9・10の場合、体毛の毛先付近など、部分的には山で生息している個体と分布域が重なるものの、大部分は日本人の毛髪(残飯の指標)や C_4 植物に近い高い $\delta^{15}\text{N}$ 値、 $\delta^{13}\text{C}$ 値を示す。また、夏にトウモロコシ畑に依存した個体 bear 11-13は、春や秋に相当する毛先や毛根部分は山で生息している個体に近い値を示すが、体毛の夏に相当する中央部分で $\delta^{13}\text{C}$ 値が著しく高くなる。当該個体は、残飯等やトウモロコシに依存した個体とは全く異なるGSAパターンを持つことから、体毛の成長期間を通じて、山の動植物を食べて生息していたと推定される。

このように、当該個体は人里の残飯やトウモロコシに依存した形跡は認められなかった。しかし、捕獲場所周辺で発見された当該個体のものと思われる糞の中からカキが確認された。糞は捕獲直前の食性を反映することから、当該個体は市街地へやってくる途中で、カキを食べていたものと推定される。

2. 進入経路

出沒場所である南松本周辺は交通量が多く、高層マンションや大型ショッピングセンターもある人間活動が活発な場所であり、ツキノワグマの出沒原因となりうる畑や果樹園もない。現場から東へ約1kmのところには田川が流れており、西へ約1.5kmのところには奈良井川が流れていることから、どちらかの河川沿いに山から下りてくる途中で、民家の庭や畑の脇に植えられたカキの実を食べたりしているうちに市街地へ出てきてしまったのかもしれない。現場へのクマの進入経路を追跡するため、周辺での聞き

込みや、報道を通じての目撃・痕跡情報を市役所の担当部局に寄せるよう依頼したが、新たな情報は2件(目撃と足跡)のみで、この情報と当該個体との関係は不明である。また、進入ルートの解明も不明で、さらに検討の必要がある。なぜ市街地まで出沒したかの明確な原因は分からないが、残飯やトウモロコシに依存した形跡は見られなかったことから、そうした人間が関与した食べ物に誘引されて出沒したのではないと考えられた。

3. 出沒対策

大量出沒の原因には、秋の堅果類の凶作との関連性が言われており、長野県でも2010年は、地域的なばらつきが多いものの、凶作の地域が例年より多いと報告されている¹⁾。当該個体のものと思われる糞からも堅果類は一切検出されず、カキのみであったことから、食べ物を探して山林から出てきた可能性も考えられる。長野県だけでなく他県においても、人里へ出沒してカキ等を食べた例が多数報告されている¹⁾。堅果類の凶作年は、ツキノワグマの行動圏が広がり、標高の低い地域へも移動することも明らかとなっている^{12),13)}ことから、同様の現象が起きていたと考えられる。

以上のことから、ツキノワグマの出沒対策は、平常年には残飯等の適切な管理や農作物の被害防除対策で間に合っていたかもしれないが、大量出沒時には、それ以上に気をつけなくては予想外の被害が起きる可能性があると言える。市街地、すなわち、多数の住民が行動している地域にクマを誘い出さない対策、さらには、万一クマに遭遇した場合の対応についての普及啓発活動を緊急に行う必要がある。また、長野県では毎年堅果類の豊凶調査を行っており、その結果から出沒予測を公表している。それらを有効に活用しつつ、クマの生息地やその周辺では、クマが人里に出てこないような対策(例えば庭先のカキの実を放置しない、など)を地域全体で取り組んでいく必要があるだろう。

謝 辞

出沒状況などに関する情報収集にご協力いただいた、松本市耕地林務課、長野県松本地方事務所林務課、および、長野県警松本署生活安全課の担当者の方々に感謝する。また、試料採取および情報提供の呼びかけにご協力いただいた、NHK長野放送局記者・堀之内公彦氏に感謝する。

文 献

- 1) 日本クマネットワーク (2010) 2010年の日本各地域でのクマの動向について(暫定版) <http://www.japanbear.sakura.ne.jp/cms/pdf/101119kumadoukou.pdf>
- 2) DeNiro, M. J. and Epstein S. 1978. Influence of diet on the distribution of carbon isotopes in animals. *Geochimica et Cosmochimica Acta.* 42: 495-506.
- 3) DeNiro, M. J. and Epstein S. 1981. Influence of diet on the distribution of nitrogen isotopes in animals. *Geochimica et Cosmochimica Acta.* 45: 341-351.
- 4) Minagawa, M. and Wada E. 1984. Stepwise enrichment of $\delta^{15}\text{N}$ along food chains: further evidence and the relation between $\delta^{15}\text{N}$ and animal age. *Geochimica et Cosmochimica Acta.* 48: 1135-1140.
- 5) Hobson, K. A. 1999. Tracing origins and migration of wildlife using stable isotopes: a review. *Oecologia* 120: 314-326.
- 6) Kelly, J. F. 2000. Stable isotopes of carbon and nitrogen in the study of avian and mammalian trophic ecology. *Canadian Journal of Zoology.* 78: 1-27.
- 7) Mizukami, N. R., Goto, M., Izumiyama, Yoh, M., Ogura, N. and Hayashi, H. 2005. Temporal diet changes recorded by stable isotopes in Asiatic black bear (*Ursus thibetanus*) hair. *Isotopes Environmental Health Studies.* 41: 87-94.
- 8) Mizukami, N. R., Goto, M., Izumiyama, S., Hayashi, H. and Yoh, M. 2005. Estimation of feeding history by measuring carbon and nitrogen stable isotope ratios in hair of Asiatic black bears. *Ursus.* 16: 93-101.
- 9) 中下留美子・後藤光章・泉山茂之・林 秀剛・楊宗興. 2007. 窒素・炭素安定同位体によるツキノワグマ捕獲個体の養魚場ニジマス加害履歴の推定. *哺乳類科学* 47: 19-23.
- 10) 中下留美子・鈴木彌生子・林 秀剛・泉山茂之・中川恒祐・八代田千鶴・浅野 玄・鈴木正嗣. 2010. 乗鞍岳豊平で人身事故を引き起こしたツキノワグマの食性履歴の推定—窒素・炭素安定同位体分析による食性解析—. *哺乳類科学* 50: 43-48.
- 11) Nakashita, R. 2006. Reconstruction of the feeding history of Asiatic black bear (*Ursus thibetanus*) by carbon and nitrogen stable isotopes. 東京農工大学大学院連合農学研究所博士論文
- 12) Yamazaki K., Koike S., Kozakai C., Nemoto Y., Nakajima A., Masaki T. (2009) Behavioral study of free-ranging Japanese black bears I - Does

food abundance affect the habitat use of bears? - :
Oi T, Ohinshi N, Koizumi T, Okoch I eds) FFPRI
Scientific Meeting Report 4 “Biology of Bear
Intrusion” - *Proceedings of International Work-
shop on “The Mechanism of the Intrusion of
Bears into Residential Areas”*-. Forestry and
Forest Products Research Institute, Ibaraki. pp.

60-63.

- 13) Kozakai C., Yamazaki K., Nemoto Y., Nakajima
A., Koike S., Abe S., Masaki T., and Kaji K. (in
press) Effect of mast production on home range
use of Japanese black bears. *Journal of Wildlife
Management*.

Feeding habit analysis of an Asiatic black bear that intruded into urban area in Matsumoto by stable isotopes

Shigeyuki IZUMIYAMA*, Rumiko NAKASHITA**, Kirara KIDO* and Hidetake HAYASHI***

*Faculty of Agriculture, Shinshu University

**Forestry and Forest Product Research Institute, Tsukuba, Ibaraki 350-8687

***Shinshu Black Bear Research Group, NPO, Matsumoto, Nagano 390-0876

Summary

Carbon and nitrogen stable isotope ratios ($\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$) were measured in hair samples from an Asiatic black bear (*Ursus thibetanus*) that intruded into urban area in Matsumoto November 6th, 2010. Our objective was to examine the feeding history of the bear. The ^{13}C and $\delta^{15}\text{N}$ values of the hair were similar to those of natural bears living in that area of the Northern Japan Alps and Chushin Kogen. This indicated that this bear have not depended on garbage.

Key word : Asiatic black bear, food habit, stable isotopes, intrusion