

塩尻市における牛舎周辺のツキノワグマ (*Ursus thibetanus*) 捕獲個体の家畜飼料依存

中下留美子^{1,5}・岸元良輔^{2,5}・鈴木彌生子^{3,5}
瀧井暁子^{4,5}・林 秀剛⁵・泉山茂之^{4,5}

長野県塩尻市内の2か所の牛舎でツキノワグマ (*Ursus thibetanus*) の出没が問題となっている。2010-11年の2年間に牛舎周辺および近隣地区において捕獲された9個体について、炭素・窒素安定同位体比解析を行い、食性履歴の推定を行った。その結果、9個体中5個体が牛舎の家畜飼料に依存していた可能性があることが明らかとなった。牛舎周辺には民家もあることから、早急な対策が求められる。

キーワード：ツキノワグマ，飼料依存，安定同位体比解析

1. はじめに

長野県において、ツキノワグマの人里周辺への出没は珍しくなくなった。2010年は松本市街地に出没して大騒ぎになったが¹⁾、2012年には長野駅にまで出没した²⁾。農山村の過疎化やそれに伴い増加する耕作放棄農地や整備のなされない山林などが原因となってクマと人との軋轢が急増していると考えられる³⁾。長野県塩尻市の宗賀地区周辺も、山林の環境整備がなされず、クマの出没が相次いでいる地域のひとつである。数年前から、この地域にある牛舎 (A畜産, B畜産) にツキノワグマが頻繁に出没するようになった。これら牛舎における2011年に捕獲されたツキノワグマ3個体の食性履歴の推定結果によると、3個体すべてが牛舎の家畜飼料に依存していた可能性が高いことが明らかとなっている⁴⁾。近隣地域でもツキノワグマの捕獲が続いていることから、これらの牛舎がツキノワグマを誘引している可能性がある。周囲には民家も点在し、人身事故の発生も心配されるから、対策を講ずるためにも、牛舎およびその周辺で捕獲されるツキノワグマについて家畜飼料に依存しているかどうか十分な検証を行う必要がある。

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⁵⁾⁻⁷⁾。 $\delta^{13}\text{C}$ 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^{8), 9)}。

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¹⁰⁾⁻¹³⁾。ただし、少量の摂取で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¹⁴⁾。

本研究では、被害軽減および防止の対策をたてるにあたって、当該地域のツキノワグマ捕獲個体について炭素・窒素安定同位体比分析を行い、すでに報告されている牛舎周辺で捕獲された3個体⁴⁾

1 独立行政法人森林総合研究所 〒305-8687 茨城県つくば市松の里1

2 長野県環境保全研究所 自然環境部 〒381-0075 長野市北郷2054-120

3 独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構 食品総合研究所 〒305-8642 茨城県つくば市観音台2-1-12

4 信州大学農学部附属アルプス圏フィールド科学研究教育センター 〒399-4511 上伊那郡南箕輪村8304

5 特定非営利活動法人信州ツキノワグマ研究会 〒390-0876 松本市開智2-9-8

表1 分析試料の個体情報

個体番号	捕獲日	捕獲地点	性別	体重 (kg)	試料
1	2010/7/30	塩尻市奈良井	m	40 (推定)	2009年に成長した体毛
2	2010/10/4	塩尻市宗賀	m	80	2010年に成長中の体毛
3	2010/10/5	塩尻市洗馬	m	90 (推定)	2010年に成長中の体毛
4	2010/11/18	塩尻市宗賀			2010年に成長した体毛
5*	2011/5/26	塩尻市宗賀 (A畜産)	m	80 (推定)	2010年に成長した体毛
6	2011/8/4	塩尻市洗馬芦ノ田	m	40	2010年に成長した体毛
7	2011/8/18	塩尻市木曾平沢	m	70 (推定)	2010年に成長した体毛
8*	2011/8/25	塩尻市宗賀 (A畜産)	f	65	2011年に成長中の体毛
9*	2011/9/12	塩尻市宗賀 (B畜産)	m	60 (推定)	2011年に成長中の体毛

*個体番号5,8,9は牛舎周辺で捕獲された個体 (泉山ら 2012 より引用) .

表2 捕獲個体の炭素・窒素安定同位体比の平均値および変動範囲

個体番号	$\delta^{15}\text{N}$ (‰)		$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	
	Ave.	min. - max.	Ave.	min. - max.
1	2.7	0.0~4.5	-22.8	-23.1~-22.3
2	2.0	1.4~2.9	-24.3	-25.0~-23.5
3	3.9	2.3~5.4	-21.3	-24.2~-17.3
4	3.0	1.2~4.8	-21.8	-23.1~-19.1
5*	4.0	3.4~5.0	-21.4	-22.6~-19.4
6	2.3	0.4~3.9	-23.6	-24.3~-22.9
7	3.9	3.3~4.2	-22.0	-22.5~-21.5
8*	4.0	1.8~5.2	-20.4	-22.8~-18.2
9*	2.8	2.3~3.4	-22.2	-24.8~-18.0

*個体番号5,8,9は牛舎周辺で捕獲された個体⁴⁾

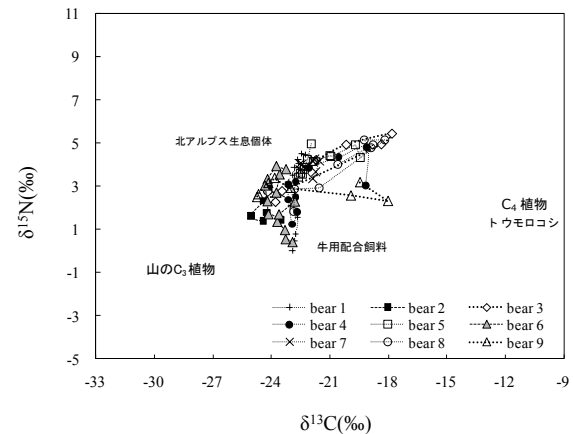


図1 捕獲9個体および食物資源の炭素・窒素同位体比分布. 食物資源の分布範囲および bear 5,8,9 は Nakashita (2006)¹⁴⁾ および泉山ら (2012)⁴⁾ より引用.

と合わせて、これらの捕獲個体がどれだけ家畜飼料に餌付いていたのかを検討した.

2. 材料と方法

2.1 調査地の概要

調査地は、長野県のほぼ中央に位置する塩尻市南部の宗賀地区で、国道19号線の西約500mを北東に流れる奈良井川沿いに立地する2か所の牛舎 (A畜産, B畜産とする) とその周辺地域である. A畜産は右岸崖上にあり, B畜産は左岸で肉牛肥育を行っている. 右岸側は、比較的平坦であり, 中央線や国道が通り, 畑や民家があり, その先は市街地となるが, 左岸 (西側) は, 山が迫り, その先はクマの生息地として知られている北アルプス南部の山岳域に続く.

2.2 分析

調査地周辺において、2010年から2011年の2年間に捕獲されたツキノワグマ9個体 (bear 1-9) から採取した体毛を調査対象とした (表1). ただし, そのうち3個体 (bear 5,8,9) の体毛のデータは泉山ほか (2012) から引用したものである⁴⁾. 試料として体毛を用いたのは, 体毛は食べた物を記録しながら成長するため, 体毛を成長に沿って分析することにより, その個体の食性履歴を復元できるからである¹⁰⁾. ツキノワグマの体毛は, 6月頃から成長を始め, その後コンスタントに成長し, 10月末頃に成長を終えることが明らかとなっている¹⁴⁾. したがって, 成長しきった体毛の場合, 毛先側からは春の食性を, 根元付近からは秋の食性を推定することが可能となる¹⁴⁾. 新たに収集した6個体の体毛は蒸留水と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1mg程度錫カップに量りとったものを試料とした¹⁰⁾。また、A 畜産で使用している配合飼料も収集し、乾燥して粉碎し、試料とした。

試料は元素分析計 (FlashEA1112, ThermoFisher Scientific) を接続した質量分析計 (Thermo Scientific Delta V Advantage, ThermoFisher Scientific) 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。安定同位体比は、標準物質の安定同位体比からの差異を千分率で示す δ (デルタ) 値で定義され、以下の式で表現する。

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

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

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气中の窒素ガスを標準物質としている。測定誤差は $\delta^{13}\text{C}$ が $\pm 0.1\text{‰}$ (SD), $\delta^{15}\text{N}$ が $\pm 0.2\text{‰}$ (SD) であった。

3. 結果と考察

捕獲個体の $\delta^{15}\text{N}$ ・ $\delta^{13}\text{C}$ 値の平均値および変動幅を表2に示し、図1には捕獲個体と食物資源の $\delta^{15}\text{N}$ ・ $\delta^{13}\text{C}$ 値の分布範囲を示した。A 畜産の家畜飼料は、配合飼料で $\delta^{15}\text{N} = 1.4 \pm 0.5$ (mean \pm sd) ‰, $\delta^{13}\text{C} = -20.7 \pm 1.2\text{‰}$ となり、山の植物よりも高い $\delta^{13}\text{C}$ 値を示す⁴⁾。人間活動と関係なく山中のみで生息している北アルプスの生息個体と比較すると、分析を行った9個体中、4個体 (bear 1,2,6,7) は山に生息している個体の分布範囲内に分布しており、家畜飼料への依存の可能性は低いと考えられた。一方、残りの5個体 (bear 3,4,5,8,9) の体毛はその分布範囲をはずれて $\delta^{13}\text{C}$ 値が高い傾向にあり、家畜飼料への依存が疑われた。

家畜飼料に依存した可能性のある5個体についてさらに詳細にみってみる。bear 3は2010年10月に捕獲された個体で、体毛は成長中のものである。春に相当する毛先側では比較的低い $\delta^{13}\text{C}$ ・ $\delta^{15}\text{N}$ 値を示したが、8月頃になって $\delta^{13}\text{C}$ ・ $\delta^{15}\text{N}$ 値共に上昇し、その時期に家畜飼料に依存するようになったと考えられた (図2a)。bear 4は2010年11月に捕獲された個体であり、体毛はその年に成長したものである。毛先付近で高い $\delta^{13}\text{C}$ ・ $\delta^{15}\text{N}$ 値を示し、体毛の成長とともに減少していることから、春に最

も家畜飼料に依存していたと考えられた (図2b)。bear 5は2011年5月に捕獲された個体であることから、体毛は前年の2010年に成長したものである。bear 4と同様に、毛先付近で比較的高い $\delta^{13}\text{C}$ 値を示しており、春に家畜飼料を食べていた可能性がある (図2c)。bear 8は2011年8月下旬の捕獲個体で、体毛はその年に成長中のものである。毛先付近の春と比較して、捕獲前の夏に高い $\delta^{13}\text{C}$ ・ $\delta^{15}\text{N}$ 値を示しており、夏に家畜飼料に依存していたと考えられた (図2d)。bear 9は2011年に9月中旬に捕獲された個体であり、体毛はその年に成長中のものである。 $\delta^{15}\text{N}$ 値は体毛の成長期間を通じて変化が小さかったが、 $\delta^{13}\text{C}$ 値は毛先側では比較的低いものの、8月に相当する部分では急激に上昇しており、夏になって家畜飼料に依存するようになったと考えられた (図2e)。

5個体中、bear 3,8,9の3個体は捕獲前の夏に家畜飼料に餌付いていたと考えられ、bear 4と5の2個体は夏よりも春に餌付いていた可能性が高いことがわかった。ただし、当該地域では、トウモロコシの栽培も行われており、特に体毛の夏に相当する部分の $\delta^{13}\text{C}$ 値の上昇は、家畜飼料の他にトウモロコシの食害の可能性もある。また、bear 9が最も高い $\delta^{13}\text{C}$ 値を示したことから、特に牛舎の家畜飼料への依存度が高かったと考えられる。実際に捕獲後に放獣して追跡した結果から、bear 9は放獣後ただちに牛舎周辺に戻ってきたことが明らかとなっており¹⁵⁾、牛舎が餌場として認識されており、執着するようになったと思われる。bear 5は捕獲前年には夏以降より春～初夏に家畜飼料に依存していた可能性が高いと考えられたが、その翌年捕獲された時期は前年の家畜飼料に依存していた時期と一致しており、餌場としての認識があったのかもしれない。

以上のことから、本研究で食性履歴の分析を行ったツキノワグマ捕獲個体9個体のうち、5個体が牛舎の家畜飼料に依存していた可能性が高いことが明らかとなった。また、依存するようになった個体は餌場として認識するようになり、執着してしまう可能性が高いことも明らかとなった。A 畜産についてはすでに電気柵の設置等の対策がとられ、ツキノワグマの出没はみられなくなったが、B 畜産については対策が遅れているのが現状である。牛舎の家畜飼料がこの地域へツキノワグマを誘引している一因と考えられることから、一日も早い対策が望まれる。

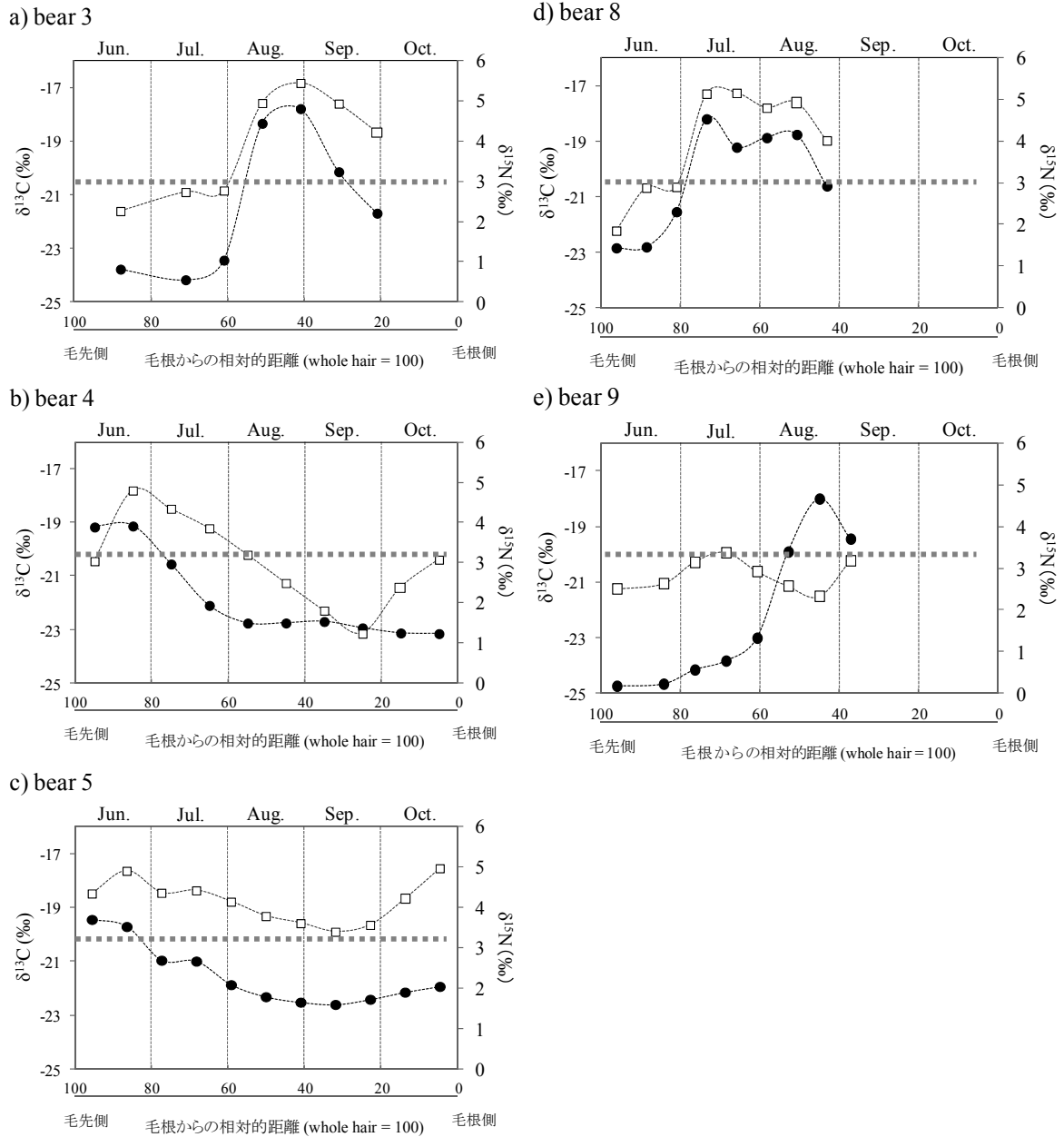


図2 畜飼料に依存した可能性のある5個体の炭素・窒素安定同位体比の変化。左縦軸が $\delta^{13}\text{C}$ 値(●)を示し、右縦軸は $\delta^{15}\text{N}$ 値(□)を示す。横軸は体毛の全長を100としたときの毛根からの相対距離を示す。ツキノワグマの体毛は6月頃に生え始め、比較的コンスタントに成長し、10月末に成長を終えることから、全長を5等分し、それぞれに相当する月を当てはめた¹⁴⁾。図の波線は牛舎で用いられていた配合飼料の $\delta^{13}\text{C}$ 平均値を示す。図2c, d, eは泉山ら(2012)⁴⁾を改変して引用。

謝 辞

調査の実施および試料採取にご協力いただいたA, B畜産の場長に感謝する。また、情報提供および試料採取にご協力いただいた県地方事務所の担当者および猟友会員の方々に感謝する。

文 献

- 1) 泉山茂之・中下留美子・木戸きらら・林秀剛 (2011) 安定同位体比解析による松本市街地出没ツキノワグマの食性履歴の推定. 信州大学農学部 AFC 報告 9 : 69-73.
- 2) 信濃毎日新聞社 (2012) 長野市中心部に熊. 信

- 濃毎日新聞 2012年10月6日付け朝刊.
- 3) 長野県. 2007. 平成18年度特定鳥獣保護管理計 (ツキノワグマ) モニタリング手法調査報告書. pp.153.
 - 4) 泉山茂之・中下留美子・鈴木彌生子・岸元良輔・瀧井暁子・林秀剛 (2012) 塩尻市における牛舎周辺の捕獲ツキノワグマ (*Ursus thibetanus*) の食性解析. 信州大学農学部 AFC 報告 10: 139-143.
 - 5) 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.
 - 6) 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.
 - 7) 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.
 - 8) Hobson, K. A. 1999. Tracing origins and migration of wildlife using stable isotopes: a review. *Oecologia* 120: 314-326.
 - 9) 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.
 - 10) 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.
 - 11) 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.
 - 12) 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.
 - 13) 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. 乗鞍岳畳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.
 - 14) 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科博士論文.

Dependence on cattle feed of Asiatic black bears captured
near beef cattle barns in Shiojiri, Nagano

Rumiko NAKASHITA^{1,5}, Ryosuke KISHIMOTO^{2,5}, Yaeko SUZUKI^{3,5}, Akiko TAKII^{4,5},
Hidetake HAYASHI⁵ and Shigeyuki IZUMIYAMA^{4,5}

1 Forestry and Forest Products Research Institute, Matsunosato, Tsukuba, Ibaraki 350-8687, Japan

2 Nagano Environmental Conservation Research Institute, Natural Environment Division,
2054-120 Kitago, Nagano 381-0075, Japan

3 National Food Research Institute, 2-1-12 Kannondai, Tsukuba, Ibaraki 305-8642, Japan

4 Faculty of Agriculture, Shinshu University, 8304 Minami-minowa 399-4511, Japan

5 Shinshu Black Bear Research Group, NPO, Matusmoto 390-0876, Japan

Abstract

Carbon and nitrogen stable isotope ratios ($\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$) were measured in hair samples from nine Asiatic black bears (*Ursus thibetanus*) that captured near the beef cattle barns in Shiojiri city in 2010 and 2011, in order to examine the feeding history of these bears. Five of the nine bears had high $\delta^{13}\text{C}$ values which indicated that they were actually dependent on the cattle feed.

Key words : Asiatic black bear, dependence on cattle feed, stable isotopes