

## 長野県塩尻市における 閉鎖牛舎での捕獲ツキノワグマの家畜飼料依存度

中下留美子<sup>1,2</sup>・林 秀剛<sup>2</sup>・岸元良輔<sup>2,3</sup>・鈴木彌生子<sup>2,4</sup>・瀧井暁子<sup>2,5</sup>・泉山茂之<sup>2,5</sup>

<sup>1</sup> 独立行政法人森林総合研究所 茨城県つくば市, 305-8687

<sup>2</sup> 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

<sup>3</sup> 長野県環境保全研究所 長野県長野市, 381-0075

<sup>4</sup> 独立行政法人食品総合研究所 茨城県つくば市, 305-8642

<sup>5</sup> 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

### 要 約

2010年のツキノワグマ (*Ursus thibetanus*) 大量出没時の現場検証で、複数のクマ出没が判明した長野県塩尻市の牛舎では、それ以降も出没が頻発していた。2013年6月、問題の牛舎は廃業したものの、牛舎周辺ではクマ出没が続いている。そこで、閉鎖後の牛舎敷地内で捕獲された2頭のツキノワグマについて、牛舎での餌付けの実態を調べるために、炭素・窒素安定同位体比解析による食性履歴の推定と胃内容物分析を行い、家畜飼料への依存度を推定した。その結果、2個体共に捕獲前年の夏以降、牛舎の家畜飼料に重度に依存しており、翌年の牛舎閉鎖後も執拗に家畜飼料に執着している実態が明らかとなった。

キーワード：安定同位対比，家畜飼料，食性履歴，ツキノワグマ，被害

### はじめに

近年、わが国の社会構造が根本原因となったと推定される野生鳥獣との軋轢が顕在化している<sup>1)</sup>。とくに、大型哺乳動物であるツキノワグマ (*Ursus thibetanus*, 以下、クマ) については、人身事故の可能性もあることから、人里への出没がしばしば深刻な社会問題となる。長野県での人里への出没の誘因としては、トウモロコシ、リンゴなどの果樹に関わる農業被害として現れる場合や生ゴミへの執着などが知られている<sup>2),3)</sup>。そのほかに、動物飼育に関連する養魚場<sup>4)</sup>や牛舎<sup>5),6)</sup>などがあるが、その実態が詳しく調べられることは少なく、対策も後手に廻っているのが現状である。

養魚場については、中下ら<sup>4)</sup>が、安定同位体比による食性解析により、養殖魚への強度の餌付け状況が生じたことを報告しており、この場合は、養魚池を電気柵で囲うことにより一応の解決をみた。牛舎の家畜飼料への餌付け現象については、丸山<sup>7)-9)</sup>が牛舎へのクマの出没状況を、写真により検証し、電気柵設置の効果について検証している。牧畜関係では、“盗食”として知られており、放牧場の実態調査<sup>10)</sup>では、出没する哺乳類が13種であり、クマの件

数は第5位であるが、危険な動物としての精神的影響が大きいとしていることから、迅速に抜本的な対策を打ち出す必要がある。

長野県塩尻市宗賀地区にある2か所の牛舎では、2010年のクマ大量出没時の現場検証において複数のクマが頻繁に出没していることが判明し、中には家畜飼料への重度の依存個体がいたことが報告されている<sup>5),6)</sup>。その後1か所の牛舎は電気柵を設置したことにより出没はなくなったが、もう一方の牛舎では、周辺の刈り払いなどの対策は行ったものの、飼養規模の大きさと経営状態の厳しさなどが原因で、電気柵の設置といった有効な対策がとれず、出没が頻発し続けた。2013年春になって、この牛舎は経営破たんし廃業となったことから、クマ出没は収まると期待されたが、餌場を失った餌付け個体の周辺への拡散が危惧される事態となった。すなわち、飼料の撤去後、複数の個体による牛舎侵入だけでなく、周辺での目撃情報が増加し、近隣の養鶏場ではクマによる被害が発生した。それにより駆除の申請があり、夏には牛舎敷地内で2個体が捕獲された。

本研究では、牛舎での餌付け事例として、廃業後の牛舎で捕獲されたこの2個体について、餌付けの依存度を明らかにすることを目的として、体毛の炭素・窒素安定同位体比解析による食性解析を行った。動物組織の炭素安定同位体比 ( $\delta^{13}\text{C}$ ) と窒素安定同

受付日 2013年11月29日

受理日 2013年12月25日

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<sup>11)–13)</sup>。 $\delta^{13}\text{C}$ 値は初期生産者(陸上か海洋か、 $\text{C}_3$ 植物系か $\text{C}_4$ 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<sup>14),15)</sup>。

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( $\text{C}_3$ 植物系)と、里の農作物であるトウモロコシ( $\text{C}_4$ 植物)や残飯等の人間の食物( $\text{C}_3$ 植物系と $\text{C}_4$ 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<sup>2)–6),16),17)</sup>。本研究で問題となっている肥育牛の家畜飼料にはトウモロコシが多く含まれているため、山の動植物よりも炭素同位体比が高い<sup>5),6)</sup>。そこで、捕獲個体の体毛の炭素同位体比から、家畜飼料への依存度を推定し、餌付け状態の実態解明を試みる。

## 材料と方法

### 1. 調査地の概要

調査地は、既往の研究<sup>5),6)</sup>にあるとおり、長野県のほぼ中央に位置する塩尻市南部の宗賀地区にある肉牛肥育を行っていた牛舎である。牛舎は、国道20号線の東約500mを北東に流れる奈良井川沿いの左岸側に立地している。奈良井川上流域は、木曾山地であり、北アルプス南部の山々に続いている。右岸段丘上には、市街地も発達しており、鉄道、国道も走る。一方、左岸には、山が迫っており、西側の丘陵を越えると小曾部地区に続く。この地域の産業としては、水稻と雑穀を栽培する農業が主であったが、1945年頃から、畜産が奨励され、それまでの役牛から転換し、乳牛の飼育数が多くなった歴史をもつ<sup>18)</sup>。

当牛舎は、2013年春に廃業し、6月から閉鎖の作業が始まり、同年秋以降は堆肥場となっている。

### 2. 試料と分析

2013年夏、当該牛舎において箱罠により捕獲されたツキノワグマ2個体(bear 1, 2)から胃内容物と体毛を採取した。bear 1は2013年7月18日に捕獲され、体重65kgのメスの成獣であった。bear 2は同年8月23日に捕獲された体重98kgのオスの成獣である。胃内容物は捕獲直前の数時間から1日程度の食性を反映しており、体毛は、2個体共に捕獲前年に成長したものであったことから前年の食性を記録していると考えられる<sup>16)</sup>。胃内容物は2mm格子の篩で水洗して70%エタノールで保存したのちに、5mm方眼の印刷シャーレに広げて、内容物に被われた方眼の交点の数を種類ごとにカウントするポイント枠法<sup>19)</sup>により分析した。体毛は常温で保存後、蒸留水とFolch液(メタノール:クロロホルム=1:2)で洗浄、乾燥し、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安定同位体比分析用試料とした。試料は、元素分析計(Flash 2000, Thermo Fisher Scientific)を接続した質量分析計(Delta V, Thermo Fisher 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 $\delta$ (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 $\text{HCO}_3^-$ 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。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。



写真. 捕獲前年の2012年にセンサーカメラで撮影された bear 1 (左: 2012年7月25日午前5時56分) と bear 2 (右: 2012年10月5日午前3時14分)

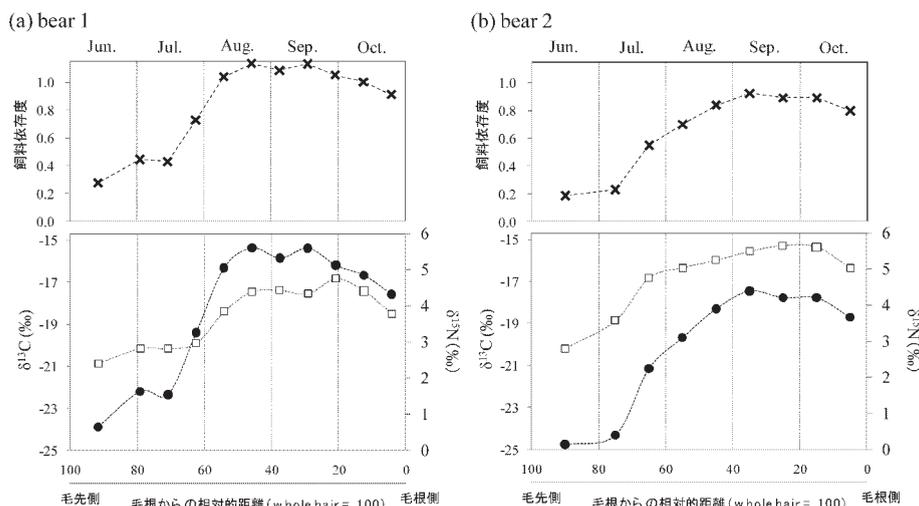


図1. 当該牛舎で捕獲された2個体の炭素・窒素安定同位体比の変化と家畜飼料依存度。図の左下縦軸が $\delta^{13}\text{C}$ 値(●), 右下縦軸は $\delta^{15}\text{N}$ 値(□)を示し, 左上縦軸は飼料依存度(x)を示す。横軸は体毛の全長を100としたときの毛根からの相対距離を示す。ツキノワグマの体毛は6月頃に生え始め, 比較的コンスタントに成長し, 10月末に成長を終えることから, 全長を5等分し, それぞれに相当する月を当てはめた<sup>3)</sup>。

また, 牛舎への出没状況を把握するために, 2012年および2013年のそれぞれ4月~11月の期間, 牛舎構内およびその周辺にセンサーカメラを設置した。用いたカメラはFieldnote II (フィルムカメラ, 麻里府商事), FieldnoteDS6010 & Fieldnote DUO (デジタルカメラ, 麻里府商事), Moultrie Game Camera, model # MFH-DGS-D551R (Moultrie Products, LLC), Trophy Cam (Bushnell)である。いずれも数日置きにフィルム, 電池, メモリーの交換を行った。bear 1は, 体毛が特徴的な褐色を帯びており, 子グマ2頭と行動していたことから, 写真によってもしばしば判別が可能となった(写真左)。bear 2は, 極度に肥満しており, 右臀部の体毛が薄いことで, 写真によって個体識別が可能であった(写真右)。

### 結果と考察

個体番号 bear 1 の $\delta^{13}\text{C}$ ・ $\delta^{15}\text{N}$ 値はそれぞれ $-24.2 \sim -15.7\text{‰}$ ,  $2.4 \sim 4.8\text{‰}$ の変動を示し, bear 2 は $\delta^{13}\text{C} = -25.1 \sim -17.8\text{‰}$ ,  $\delta^{15}\text{N} = 2.8 \sim 5.6\text{‰}$ であった(図1)。どちらの個体も2012年の春に成長した毛先付近では, 最も低い $\delta^{13}\text{C}$ ・ $\delta^{15}\text{N}$ 値を示したが, 7月に入ると $\delta^{13}\text{C}$ ・ $\delta^{15}\text{N}$ 値共に急激に上昇し, bear 1 は8月9月に, bear 2 は9月に最大値となり, 毛根側の10月になってやや減少した。これまでに同牛舎に餌付いていたとされる捕獲個体では, 特に炭素同位体比が高いことが報告されている<sup>5),6)</sup>が, 本研究の2個体も同様に著しく高い $\delta^{13}\text{C}$ 値を示したことから, 家畜飼料に餌付いていた可能性が高

いことが分かった。

胃内容物の重量は bear 1 が760 g, bear 2 が82 gで, ポイント枠法による400交点以上の観察でどちらもほぼ100%が当該牛舎の家畜飼料であった。以上のことから, bear 1 と bear 2 は, 捕獲前年の7月頃から牛舎に餌付くようになり, 翌年の捕獲直前まで家畜飼料を採食していたことが明らかとなった。

そこで, 捕獲個体が捕獲される前年(2012年), つまり牛舎が経営されていた当時に, 実際にどれだけ家畜飼料に依存していたかについて捕獲前年に成長した体毛から推定した。食物源が山の植物と牛舎の家畜飼料の2種類だけと仮定して, その相対割合を炭素同位体比から算出した。2種類の餌(餌1と餌2)の同位体比と相対割合をそれぞれ $\delta_1$ ,  $\delta_2$ と $f_1$ ,  $f_2$ とすると, 動物が利用した餌の同位体比 $\delta_s$ は,

$$\delta_s = f_1 \times \delta_1 + (1 - f_1) \times \delta_2$$

であるので, 餌1の相対割合 $f_1$ は,

$$f_1 = (\delta_s - \delta_2) / (\delta_1 - \delta_2)$$

となる。

動物の $\delta$ 値を $\delta_{\text{animal}}$ , 濃縮係数を $\varepsilon$ とすると,

$$f_1 = (\delta_{\text{animal}} - \varepsilon - \delta_2) / (\delta_1 - \delta_2)$$

となり, 動物と餌2種類の同位体比から餌の割合を求めることができる。

$\delta_1$ に家畜飼料の炭素同位体比として捕獲個体の胃内容物の値 $-18.5\text{‰}$ ,  $\delta_2$ に長野県の山の植物の同位体比 $-28.4\text{‰}$ <sup>20)</sup>, ツキノワグマの炭素同位体比の濃縮係数 $\varepsilon = 1.5$ <sup>21)</sup>を代入して, 体毛が反映する摂取した食物中の家畜飼料の相対割合を家畜飼料依存度として算出した(図1)。

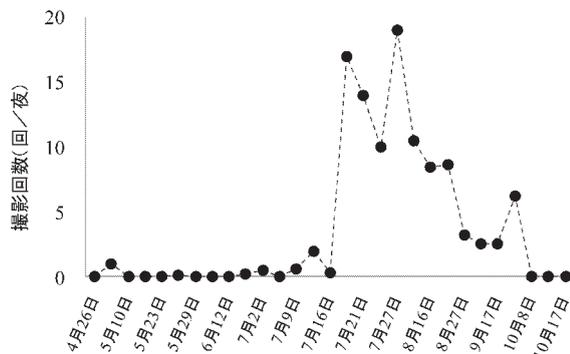


図2. 2012年に牛舎内に設置したセンサーカメラの1晩あたりのツキノワグマ撮影数(同被写体の複数作動あり)

その結果、捕獲前年の春には家畜飼料の摂取割合が低かったが、7月から8月にかけて急激に摂取割合が増加し、8月後半以降には、摂取した食物中の9~10割が家畜飼料という異常なほどに高い割合で当該牛舎に依存していたことが明らかとなった。

牛舎構内通路に設置したセンサーカメラによる2012年(当該個体の捕獲前年の体毛が成長した時期)の撮影頻度(図2)によると、クマ出没は5月初旬から始まり、7月中旬に入って急増し、9月に入ると減少し、10月17日以降に出没はなくなっており、体毛から算出した家畜飼料依存度とほぼ一致した。センサーカメラには、2頭の子グマを連れてきたbear 1と思われる成獣(写真左)やbear 2と推定される肥満の成獣が出没終了直前(10月5日)に撮影されていた(写真右)。捕獲年(2013年)の出没状況は、5月になると、牛舎周辺の畑にクマの足跡が見られるようになり、牛舎内のセンサーカメラには、冬眠明けにもかかわらずbear 2と思われる肥満の成獣個体が撮影されるようになった。6月に入ると廃業した牛舎では、飼育していた牛や飼料の搬出が行われ、7月初旬には作業が完了している。時期を同じくして、近隣の人家でのクマ出没情報が増え、捕獲許可が出され、捕獲されたのがbear 1である。その後8月になっても牛舎周辺に設置されたセンサーカメラにはたびたびクマが撮影され、bear 2と思われる個体も認められた。牛と共に飼料も搬出が完了したはずであったが、2個体共に胃内容物はほぼ家畜飼料であったことから、牛舎敷地内に散乱して残っていた飼料をあさっていたと考えられる。ツキノワグマは1か所でたくさんものを飽食する習性を持ち、食物が豊富に存在した場所には執着する傾向が非常に強いことを再認識させるものである。

以上のことから、牛舎敷地内で捕獲された2個体は、その前年から重度に家畜飼料に依存しており、

牛舎廃業後に餌が少なくなっても執拗に牛舎に執着し、牛舎周辺に出没する実態が明らかとなった。bear 1は駆除されたが、捕獲前年(2012年)には2頭の子グマを連れて牛舎で行動していた(写真左)ことから、牛舎で育った子グマたちのその後の行動が懸念されていた。センサーカメラには、この子グマたちと推量される毛並みの良い若い個体2頭がたびたび撮影されており、こうした懸念が現実のものとなっている可能性を示している。牛舎が立地する塩尻市宗賀地区、ならびに隣接の小曾部地区辺では、毎年、多くのクマが捕獲されているが、牛舎での誘引の影響や多数のクマが同じ地域で捕獲されることによる地域個体群への影響はよくわかっていない。狩猟も含め、捕獲個体の徹底的な検証により、誘引の影響が波及する範囲を知ることが、地域の安全のためにも、また、地域のクマ個体群の保護管理にも有効な情報をもたらすと確信する。そのためには、狩猟者との協働も含め、試料の採取、調査の体制などの有効なシステム構築が不可欠な課題となるであろう。

## 謝 辞

本研究は、牛舎での調査にご協力いただいたA畜産の場長と現場スタッフ、地元猟友会、塩尻市および松本地方事務所の担当者の皆さまの協力により実施した。また、試料採取および分析では橋本操氏(筑波大学大学院)に、カメラの設置や見回りでは三浦博之氏(㈱テレビ信州)に協力いただいた。小口美和子様(松本市在住)にはセンサーカメラを寄贈していただいた。皆さまにこの場を借りて感謝申し上げます。

## 引用文献

- 1) 河合雅雄, 林 良博. 2009. 動物たちの反乱 増えすぎるシカ, 人里へ出るクマ. PHP 研究所発行. pp332.
- 2) Mizukami, N. R., Goto, M., Izumiyama, S., Hayaishi, 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.
- 3) 中下留美子. 2013. 安定生元素同位体比分析によるツキノワグマの食性解析の方法と被害分析の事例(総説). *森林防疫*. 62(1): 13-17.
- 4) 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(1): 19-23.
- 5) 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.
  - 6) 中下留美子・岸元良輔・鈴木彌生子・瀧井暁子・林秀剛・泉山茂之. 2013. 牛舎周辺におけるツキノワグマ捕獲個体の家畜飼料依存. 長野県自然保護研究所報告 9: 17-22.
  - 7) 丸山哲也. 2003. センサーカメラによるツキノワグマの牛舎への出没状況調査. 野生鳥獣研究紀要29: 52-56.
  - 8) 丸山哲也. 2004. 牛舎に出没するツキノワグマに対する被害防除試験. 野生鳥獣研究紀要. 30: 63-66.
  - 9) 丸山哲也. 2005. ツキノワグマ出没地における被害対策としての電気柵の有効性. 野生鳥獣研究紀要 31: 41-45.
  - 10) 動物衛生研究所. 2009. 牛放牧場の全国実態調査 (2008) 報告書. pp.56
  - 11) 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.
  - 12) 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.
  - 13) 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.
  - 14) Hobson, K. A. 1999. Tracing origins and migration of wildlife using stable isotopes: a review. *Oecologia* 120: 314-326.
  - 15) 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.
  - 16) 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—安定同位体分析による食性解析—. 哺乳類科学50: 43-48.
  - 17) 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.
  - 18) 塩尻市教育委員会. 1995. 塩尻市誌 別冊. pp747.
  - 19) Leader-Williams, N., Scott, T. A., and Pratt, R. M.. 1981. Forage selection by introduced reindeer on South Georgia and its consequences for the flora. *Journal of Applied Ecology* 18: 83-106.
  - 20) 深山景亮. 2006. 高地山岳生態系における植物の窒素および炭素安定同位体比の特徴と変動機構. 東京農工大学大学院農学府修士論文, 15pp.
  - 21) 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, 40-41pp.

## The dependence on livestock feed in Asiatic black bears captured at a closed beef cattle barn in Shiojiri City, Nagano

Rumiko NAKASHITA<sup>1,5</sup>, Hidetake HAYASHI<sup>2</sup>, Ryouzuke KISHIMOTO<sup>2,3</sup>, Yaeko SUZUKI<sup>2,4</sup>,  
Akiko TAKII<sup>2,5</sup>, and Shigeyuki IZUMIYAMA<sup>2,5</sup>

<sup>1</sup>Forestry and Forest Product Research Institute, Tsukuba, Ibaraki 350-8687

<sup>2</sup>Shinshu Black Bear Research Group, NPO, Matusmoto, Nagano 390-0876

<sup>3</sup>Nagano Environmental Conservation Research Institute, Nagano, Nagano 381-0075

<sup>4</sup>National Food Research Institute, Tsukuba, Ibaraki 305-8642

<sup>5</sup>Faculty of Agriculture, Shinshu University

### Summary

Several Asiatic black bears (*Ursus thibetanus*) have frequently intruded into a beef cattle barn in Shiojiri city since 2010. Although the barn had been closed after the summer of 2013, the bears still appeared in and around the barn. We collected hair and stomach content samples from two bears captured at the barn in July and August, 2013, and examined to what extent the bears are dependent on livestock feed, using carbon and nitrogen stable isotope analysis and stomach contents analysis. It was revealed that the both bears heavily depended on livestock feed from the previous summer, and that these bears persistently relied on the feed even after the barn had been closed.

**Key word** : Asiatic black bear, cattle feed, conflict, feeding habit, stable isotope