

安定同位体比分析による長野県伊那市で錯誤捕獲された ツキノワグマの食性解析

中下留美子¹・瀧井暁子²・泉山茂之²・岸元良輔³・黒江美紗子⁴

近年、ニホンジカやイノシシを捕るためのワナ（くくり罠および箱罠）に、捕獲対象種でない動物の捕獲（錯誤捕獲）が増加している。なかでもツキノワグマの錯誤捕獲は、放獣時に危険を伴うことやワナにより四肢等を損傷した個体が確認されていることから、深刻な問題となっている。本研究の調査地である長野県でもツキノワグマの錯誤捕獲は近年増加傾向にあるが、ワナにかかった個体が利用していた場所や食物などの行動把握は全く進んでいない。そこで本研究では、錯誤捕獲されたツキノワグマの食性を明らかにするため、2018年から2021年までの4年間に長野県伊那市で錯誤捕獲され、体毛試料が採取できたツキノワグマ延べ58個体（再捕獲個体を含む）の炭素・窒素安定同位体比分析を行った。その結果、ほとんどの個体は体毛の成長期間を通じて低い炭素・窒素同位体比を示し、山の食べ物を摂取していたと考えられた。農作物に依存した可能性が高い個体は、4個体検出され、うち1個体は、2019年に捕獲された後2020年にも再捕獲された。これらの個体は、夏季に炭素・窒素同位体比が上昇したことから、トウモロコシ等を摂取していたと考えられた。以上のことから、伊那市で錯誤捕獲された個体のうち、農作物等の人為的食物を常習的に摂取していた個体は7%で、残りの93%は農作物や人里を利用していない個体であることが明らかとなった。

キーワード：ツキノワグマ、錯誤捕獲、安定同位体比、食性、農作物

1 はじめに

ニホンジカ（*Cervus nippon*：以下、シカ）やイノシシ（*Sus scrofa*）は全国で分布が拡大し、個体数が増加している。その影響でシカやイノシシによる農林業被害は増加しており、環境省と農林水産省は「抜本的な鳥獣捕獲強化対策」として、2011年度時点のシカとイノシシの個体数を2023年までに半減させる目標を設定し、捕獲を推進している¹⁾。そのため、近年はワナによる捕獲数が増加しており、同時に錯誤捕獲（許可対象外の動物種がワナに掛かること）も増加している。なかでもシカやイノシシと生息域の重複するツキノワグマ（*Ursus thibetanus*：以下クマ）は、近年錯誤捕獲が増加し、問題となっている²⁾。クマの錯誤捕獲は個体へのダメージだけでなく、捕獲従事者や近隣住民への安全上のリスクも懸念される³⁾。錯誤捕獲個体は放獣することが原則であるが、放獣体制が整っていないことや、地域住民の反対などにより、原則通りに放獣されていない場合が多く⁴⁾、

多数のクマが許可捕獲に切り換えられて駆除されていると考えられる。しかし、国には錯誤捕獲による駆除を許可捕獲と区別して報告する仕組みがなく、錯誤捕獲の詳細な実態は把握できていないのが現状である⁵⁾。

長野県においても、クマの錯誤捕獲は年々増加傾向にある（図1）。長野県では錯誤捕獲個体は原則と

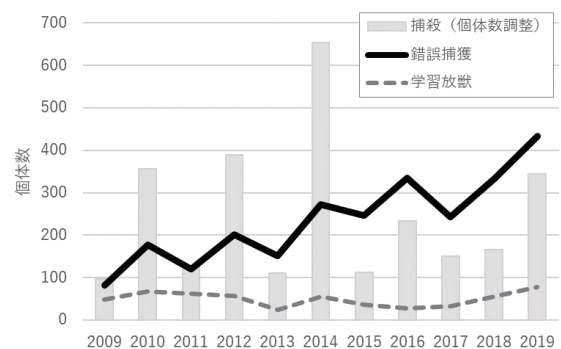


図1 長野県におけるツキノワグマ錯誤捕獲数、捕殺数、学習放獣数の推移（長野県資料より作成）

1 国立研究開発法人森林研究・整備機構森林総合研究所 〒305-8687 茨城県つくば市松の里 1

2 信州大学山岳科学研究拠点 〒399-4598 上伊那郡南箕輪村 8304

3 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

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

して放獣されているが⁶⁾、くくりワナで錯誤捕獲されたクマの中には四肢の一部を損傷する個体も確認されている(泉山 未発表データ)。しかし、錯誤捕獲されたクマが農作物など人里の食べ物に依存した個体なのか、あるいは人里には依存しない山の個体なのかなど、その食物生態は全く分かっていない。

著者らはこれまで人里におけるクマの出没要因を明らかにするために、捕獲個体の体組織を用いた炭素・窒素安定同位体比分析による食性解析を行ってきた⁷⁾⁻¹⁰⁾。動物の体組織の炭素・窒素安定同位体比($\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{15}\text{N}$)は食べ物のそれを反映することが知られており¹¹⁾⁻¹³⁾、 $\delta^{13}\text{C}$ 値は植物等の初期生産者(陸上由来か海洋由来か、 C_3 植物系か C_4 植物系か)の値を反映するため¹¹⁾、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上昇することから^{12), 13)} 栄養段階の推定に用いられる。クマの安定同位体比分析では、主な生息地である山の動植物(C_3 植物系)が、里の農作物のトウモロコシ(C_4

植物系)や家畜飼料(トウモロコシを多く含む)、養魚場の魚やその飼料(海洋由来の餌を含む)、残飯等の人間の食物(C_3 植物系と C_4 植物系、海洋由来が混合)と異なる値をもつことを利用して食性解析が行われている¹⁰⁾。

そこで本研究では、錯誤捕獲個体の生息実態の解明に寄与するために、長野県伊那市で錯誤捕獲されたクマについて個体毎に体毛の安定同位体比分析による食性解析を行った。

2 方法

2.1 調査地

解析個体の捕獲場所は、長野県伊那市の中央アルプス山麓である(図2)。山麓部は伊那谷中央を流れる天竜川の各支流により形成された扇状地となっており、支流の下流域には段丘崖が発達している。段丘崖には、中央アルプスから続く段丘林が天竜川付

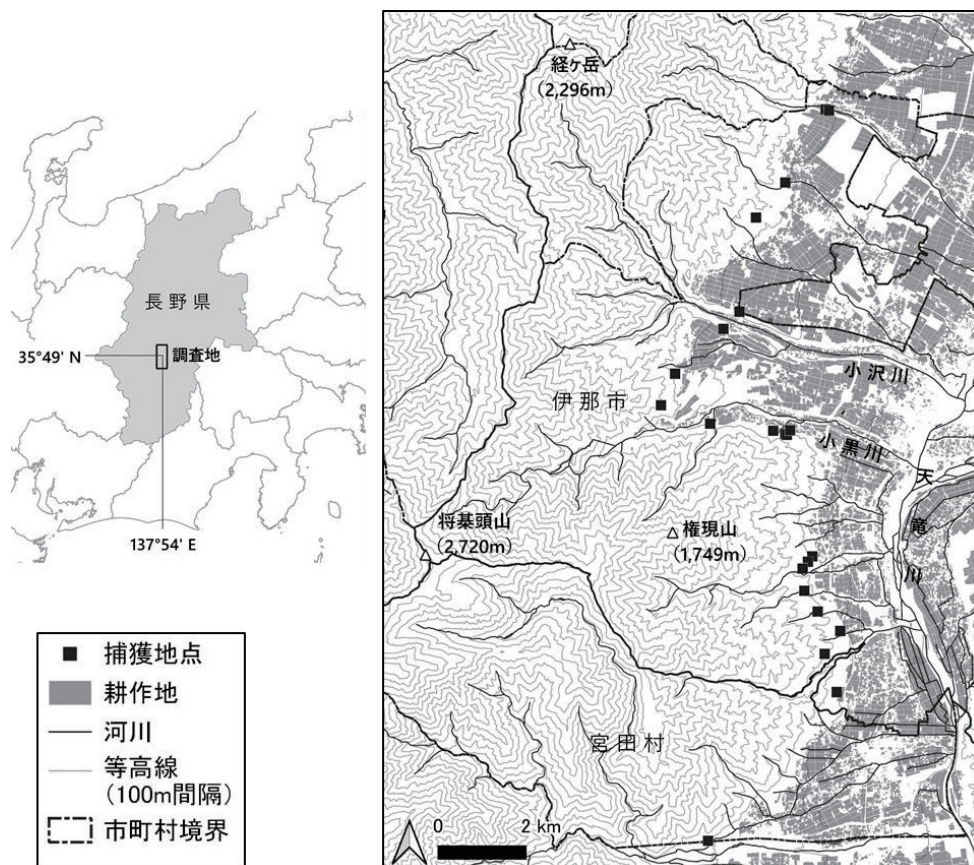


図2 体毛分析したツキノワグマの捕獲地点

耕作地は「筆ポリゴンデータ(2022年度公開)」(農林水産省)から作成した。

近まで連続しており、クマやシカなどの大型野生動物の移動経路となっている。段丘崖上には主に耕作地や集落が散在し、小沢川と小黑川の段丘崖上の耕作地は大面積の飼料用トウモロコシ畑、牧草地、水田、果樹園、菜園等となっている。山麓部の樹林は主にアカマツ (*Pinus densiflora*) 林で、クリ (*Castanea crenata*) やコナラ (*Quercus serrata*) などの落葉広葉樹が混在する。

調査地では、ニホンザル (*Macaca fuscata*)、シカおよびイノシシの捕獲を目的としたワナの多くが林縁部から 500 m 以内に設置され (図 2)、クマの錯誤捕獲も発生しやすい。伊那市では、2018~2021 年の 4 年間にこうしたワナによって計 166 個体 (27~62 個体/年) のクマが錯誤捕獲された。一方、学習放獣を目的としたクマの捕獲は、計 89 個体 (17~40 個体/年) あり、このうち 4 個体 (0~2 個体/年) が捕殺された (長野県上伊那地域振興局林務課 2021 年度資料)。

2. 2 試料

2018 年から 2021 年までの 4 年間に、長野県伊那市で錯誤捕獲されたクマ (延べ 166 個体) のうち、体毛が採取できた個体を対象とした。分析数は、2018 年 14 個体、2019 年 23 個体、2020 年 8 個体、2021 年 13 個体の計 58 個体 (再捕獲個体含む) で、クマの背から肩付近から採取した体毛を分析試料とした (表 1)。

体毛は食性を記録しながら成長する特性を持ち、体毛の成長時期に応じて、比較的近過去 (捕獲年やその前年) における個体ごとの食性の季節変化を推定することができる¹⁴⁾。ツキノワグマの体毛の場合、6 月頃から成長を開始し、10 月末頃成長が止まる。その間、比較的にコンスタントに成長し、冬眠期間中は成長しない¹⁴⁾。つまり、毛先側は成長開始時期の晩春~初夏の食性を反映し、毛根側は成長終了時期の秋の食性を反映する¹⁴⁾。換毛期は 8 月前後で、換

毛期には前年に成長した体毛とその年に成長中の体毛が混在するが、8 月下旬以降はその年に成長中の体毛が採取されることが多く、毛根側は採取直前の食性を反映する¹⁴⁾。捕獲前年に成長した体毛か、捕獲年に成長中の体毛かは体毛の採取時期と毛根の状態で見分けできる¹⁴⁾。今回分析に用いた 58 個体の体毛試料には、採取前年に成長した体毛と採取年に成長中の体毛、またそれら両方が混在している体毛が含まれていたが、本研究では各試料について捕獲年を用いてデータをまとめることとした。

2. 3 安定同位体比分析

採取した体毛は蒸留水と Folch 液 (メタノール:クロロホルム=1:2) で洗浄、乾燥して保管した。次に、体毛の成長に沿って分析するため、生え際の毛根部分から毛先に向かって十数本を束にして 5mm ずつ細断し、各細断区分ずつ 0.4mg 程度錫カップに量り取ったものを試料とした (Growth Section Analysis; GSA 法¹⁴⁾)。なお、個体毎に GSA 法の値を平均した値を体毛全体の平均値、つまり体毛の成長期間の平均的な食性情報として扱った。

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 ($\delta^{13}\text{C}$) ならびに窒素安定同位体比 ($\delta^{15}\text{N}$) 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。

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

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

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 (VPDB) を、窒素安定同位体比は大気中の窒素ガスを、それぞれ標準物質としている。準標準物質 (Histidine, Glycine, Alanine) を同時に測定した結果から、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。

表 1 2018-2021 年伊那市におけるツキノワグマ錯誤捕獲個体の $\delta^{15}\text{N}$ ・ $\delta^{13}\text{C}$ 値

年	n	$\delta^{15}\text{N}$ (‰)		$\delta^{13}\text{C}$ (‰)		農作物 依存個体数
		mean \pm sd	min ~ max	mean \pm sd	min ~ max	
2018	14	1.5 \pm 0.8	-1.6 ~ 4.0	-24.2 \pm 0.3	-25.2 ~ -22.5	0
2019	23	1.8 \pm 1.1	-1.4 ~ 7.7	-23.7 \pm 1.5	-25.1 ~ -13.1	1
2020	8	2.4 \pm 1.6	-0.5 ~ 8.3	-23.7 \pm 2.6	-26.0 ~ -12.3	2
2021	13	1.8 \pm 1.0	-1.0 ~ 5.1	-23.8 \pm 1.2	-25.7 ~ -14.2	2
2018-21	58	1.8 \pm 1.1	-1.6 ~ 8.3	-23.8 \pm 1.4	-26.0 ~ -12.3	5 (4) *

* () は再捕獲を除いた個体数を示す

3 結果と考察

2018年から2021年までの4年間に伊那市で捕獲された個体の体毛の炭素・窒素安定同位体比分析結果を表1に示した。全58個体の体毛全体の $\delta^{13}\text{C}$ 値は $-23.8 \pm 1.4\%$ (平均値 \pm SD), $\delta^{15}\text{N}$ 値は $1.8 \pm 1.1\%$ であった。毛根から毛先に向けて切り分けたGSA法のrange(最小値~最大値)は $\delta^{13}\text{C}$ 値: $-26.0 \sim -12.3\%$, $\delta^{15}\text{N}$ 値: $-1.6 \sim 8.3\%$ と大きく変化した。

北アルプス北部において人里の食べ物に依存していない個体(山のクマ)の基準値として, $\delta^{13}\text{C}$ 値は $-23.9 \pm 0.5\%$ (range: $-25.9 \sim -22.2\%$), $\delta^{15}\text{N}$ 値は $1.4 \pm 0.6\%$ (range: $-0.9 \sim 4.0\%$)と報告されており¹⁵⁾, 本研究で得られた58個体の体毛と比較すると平均値は近い値であった。伊那市を含む中央アルプスにおける山のクマの基準値は不明だが, 北アルプス北部の山のクマの基準値を用いて, 錯誤捕獲個体のうち, 人里の食べ物に依存した可能性のある個体を抽出したところ2018年は0個体, 2019年は1個体, 2020年は2個体, 2021年は2個体が検出された(表2)。このうちの2019年の1個体(表2のA)と2020年の1個体(表2のC)は同一個体であった。

これら延べ5個体の同位体比の変化を詳しくみると, 同一個体のAとC(オス, 2020年当時17歳)は特に高い炭素窒素同位体比を示し, 春から夏まで農作物に著しく依存していたと考えられた(図3A,C)。この個体は, 2012年からGPSテレメトリーによる個体追跡をしており, 追跡期間中は7~9月にトウモロコシ畑を繰り返し利用していることが分かっている¹⁶⁾。図3AとCの $\delta^{13}\text{C}$ 値も7・8月を中心に高くなっており, 行動追跡結果と一致していた。この個体は, 2020年11月初旬に宮田村の養魚場近くのくくりワナで捕獲されたが麻酔により不動化できなかつたため, 緊急避難的に駆除された。養魚場ではクマによる被害は報告されていなかったことから, 堅果類の採食を目的として宮

田村へ移動したと考えられた。

個体BとDは体毛の中央付近で炭素同位体比の上昇が見られ(図3B,D), 夏にトウモロコシ等農作物を摂取していたと考えられる。個体B(オス, 7歳)は2018年からGPSテレメトリーによる個体追跡をしているが, 2019年に初めてトウモロコシ畑を利用した(瀧井・泉山 未発表データ)。個体D(メス, 19歳)は, 10年近くGPSテレメトリーによる個体追跡を行っていた個体で, 長期にわたって畑は利用しなかつたが, 2018年8月下旬(当時16歳)に初めて飼料用トウモロコシ畑を利用した¹⁷⁾。クマにとって晩夏は, 最も食物資源の不足する時期であり, 人里近くを多く利用する時期である¹⁸⁾。分析した2020年は個体追跡を行っていなかつたが, 高い炭素同位体比から, トウモロコシ畑を利用していた可能性が高い。個体E(オス3歳)は他の個体と比較すると緩やかな変化であるが7・8月に相当する部位で炭素同位体比が -22% を超えており(図3E), 農作物を摂取していた可能性がある。

以上をまとめると, 伊那市で錯誤捕獲されたクマ58個体のうち, 農作物等に依存したと推定された個体は4個体で, 殆どの個体は農作物を利用していない個体である可能性の高いことが明らかとなった。

実態は把握されていないものの, 地方自治体によっては被害対策のために錯誤捕獲を許可捕獲に切り替えて駆除しているケースも多い^{19),20)}。しかし, 本研究の結果が示すように, 錯誤捕獲されるクマの多くが非加害個体である可能性が考えられる。GPSテレメトリーを用いた中央アルプス北部のクマの生息適地を推定した研究では, 春季や秋季に比べて夏季の生息適地が雌雄共に人里付近にあることが示されている¹⁸⁾。調査地における錯誤捕獲のワナはそうした人里付近の林縁や耕作地に比較的近い場所に設置されており, 生息適地と重複していることから, 錯誤捕獲を誘発しやすいと考えられる。一方, 人里の農作物に依存した加害個体はクマを目的としたワナでは捕獲されにくいことも報告

表2 農作物に依存していたと推定された個体の $\delta^{15}\text{N} \cdot \delta^{13}\text{C}$ 値

個体ID	捕獲年	月日	性	体重(kg)	$\delta^{15}\text{N}$ (‰)			$\delta^{13}\text{C}$ (‰)		
					mean \pm sd	min ~ max		mean \pm sd	min ~ max	
A	2019	6.8	オス	104	5.2 \pm 2.1	2.1 ~ 7.7	-16.7 \pm 3.5	-21.6 ~ -13.1		
B	2020	7.29	オス	52	3.2 \pm 0.7	1.2 ~ 3.9	-22.6 \pm 1.5	-24.5 ~ -19.7		
C	2020	11.4	オス	150超	6.2 \pm 1.7	3.3 ~ 8.3	-17.2 \pm 4.2	-23.4 ~ -12.3		
D	2021	6.24	メス	38	2.9 \pm 1.2	0.8 ~ 4.9	-20.8 \pm 3.0	-22.9 ~ -14.2		
E	2021	7.12	メス	34	2.2 \pm 1.2	0.6 ~ 3.6	-22.9 \pm 1.1	-24.3 ~ -21.4		

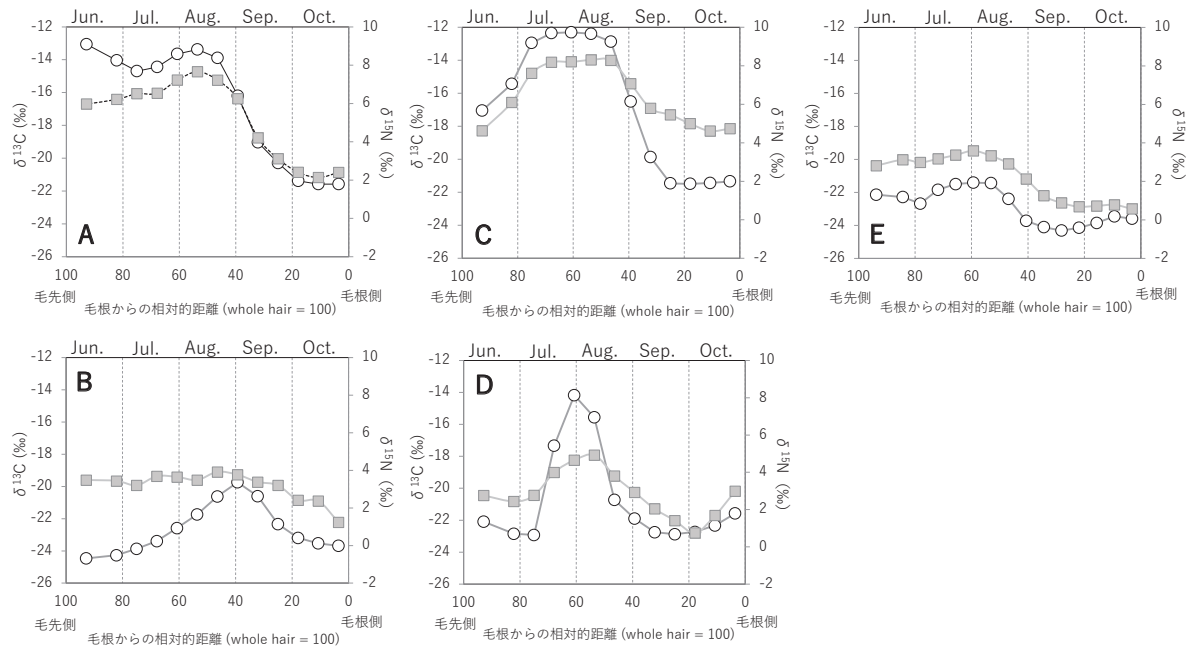


図3 農作物に依存していたと推定された5個体(A-D)の体毛の炭素・窒素同位体比の変化
○は炭素同位体比(左縦軸), ■は窒素同位体比(右縦軸)を示す。横軸は毛根からの距離を示し、成長した月と対応している。δ¹³C値>-22‰で農作物に依存した可能性があると判定した。AとCは同一個体であった。

されており^{16), 17)}, 対策として逆の効果をもたらす恐れがある。非加害個体を中心とするクマの健全な個体群を維持していくことが重要であるが、多数のクマを駆除し続けることの生態系へのインパクトは全く分かっていない。

錯誤捕獲問題に対応するためには、まずはクマの錯誤捕獲の実態をきちんと把握し、なぜ錯誤捕獲が起きるのか、どのような個体が捕獲されているのか、などを明らかにしていく必要がある。

謝 辞

クマの捕獲・放獣作業にあたっては、長野県上伊那地域振興局林務課、伊那市役所耕地林務課および地元猟友会の方々にご協力いただきました。捕獲個体の体毛採取には、元長野県職員竹松清志氏および信州大学農学部動物生態学研究室の学生諸氏にご協力いただきました。以上の方々にご場を借りて心よりお礼申し上げます。本研究の一部は、森林総合研究所の「家族責任がある研究者のための支援制度」による研究支援およびJSPS 科研費 17K07563 を受けました。

文 献

- 1) 環境省・農林水産省(2013) 抜本的な鳥獣捕獲強化対策。
(<http://www.env.go.jp/nature/choju/effort/effort9/kyouka.pdf>. 2023年1月3日確認)
- 2) 山崎晃司・小坂井千夏・釣賀一二三・中川恒祐・近藤麻実(2020) 錯誤捕獲問題から目をそらし続けることはできない。哺乳類科学 60: 321-326.
- 3) 中川恒祐(2020) クマ類の錯誤捕獲の現状と課題—西日本のツキノワグマの事例について—. 哺乳類科学 60: 345-350.
- 4) WWFジャパン(2012) クマの保護管理 (<https://www.wwf.or.jp/activities/basicinfo/2400.html>, 2023年1月3日確認)
- 5) 総務省東北管区行政評価局(2021) ツキノワグマの保護管理に関する調査—人里への出没対策を中心として—結果報告書 総務省東北管区区実施評価局, 仙台 pp111.
- 6) 長野県(2022) 長野県第二種特定鳥獣管理計画(第5期ツキノワグマ保護管理) 長野県, 長野 pp43.

- 7) 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.
- 8) 中下留美子・岸元良輔・瀧井暁子・橋本 操・鈴木彌生子・林 秀剛・泉山茂之 (2015) 長野県塩尻市における過去10年間のツキノワグマ捕獲状況と捕獲個体の人里依存度. 信州大学農学部AFC報告 13: 89-98.
- 9) 中下留美子・岸元良輔・瀧井暁子・橋本 操・鈴木彌生子・林 秀剛・泉山茂之 (2016) 2014年長野県大町市におけるツキノワグマの捕獲状況と捕獲個体の人里依存度. 信州大学農学部AFC報告 14: 51-62.
- 10) 中下留美子 (2013) 生元素安定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: 13-17.
- 11) DeNiro, M.J. and Epstein, S.(1978) Influence of diet on the distribution of nitrogen isotopes in animals. Geochim. cosmochim. acta 45: 341-351.
- 12) DeNiro, M.J. and Epstein, S.(1981) Influence of diet on the distribution of nitrogen isotopes in animals. Geochim. cosmochim. acta 45: 341-351.
- 13) Minagawa, M. and Wada, E.(1984) Stepwise enrichment of ^{15}N along food chains: further evidence and the relation between $\delta^{15}\text{N}$ and animal age. Geochim. cosmochim. acta 48: 1135-1140.
- 14) Nakashita, R.(2006) Reconstruction of the feeding history of Asiatic black bear (*Ursus thibetanus*) by carbon and nitrogen stable isotopes. Ph.D. dissertation. Tokyo University of Agriculture and Technology, Tokyo, Japan. 100pp.
- 15) 中下留美子・鈴木彌生子・岸元良輔・黒江美紗子 (印刷中) 北アルプス北部地域 (長野県北安曇郡小谷村) で春期捕獲されたツキノワグマの炭素・窒素安定同位体比. 長野県環境保全研究所報告 18: 9-14.
- 16) 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. 信州大学農学部AFC報告 12: 25-32.
- 17) 瀧井暁子・中下留美子・泉山茂之 (2021) ツキノワグマによる飼料作物の加害実態 —2頭の個体追跡事例—. 信州大学農学部AFC報告 19: 19-32.
- 18) Takahata, C., Takii, A. and Izumiyama, S. (2017) Season-specific habitat restriction in Asiatic black bears, Japan. J. Wildl. Manage. 81: 1254-1265.
- 19) 宮城県(2021)宮城県特定鳥獣保護管理計画検討・評価委員会ツキノワグマ部会会議録. (https://www.pref.miyagi.jp/documents/24283/r3kumabuka_i.pdf 2023年1月3日確認)
- 20) 群馬県(2022)群馬県ツキノワグマ適正管理計画 (第二種特定鳥獣管理計画・第三期計画) 群馬県, 前橋 pp13.

Carbon and nitrogen stable isotope ratios of Asiatic black bears captured unintentionally around Ina City, Nagano

Rumiko NAKASHITA¹, Akiko TAKII², Shigeyuki IZUMIYAMA², Ryosuke KISHIMOTO³ and Misako KUROE⁴

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

2 *Institute of Mountain Science, Shinshu University Minami-minowa 8304, Nagano 399-4598, Japan*

3 *NPO Shinshu Black Bear Research Group, Kaichi 2-9-8, Matsumoto, Nagano 390-0876, Japan*

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

Key words : Asiatic black bear, unintentional capture, stable isotope, feeding habit, agricultural crops

Abstract

The number of unintentional captures of animals in traps for deer or wild boars are recently increasing. In Nagano Prefecture, unintentional captures of Asiatic black bears are also increasing, but the ecological features of these bears have not been fully examined. In this study, we analyzed carbon and nitrogen stable isotope ratios of hair samples to estimate the feeding history of 58 bears that were captured unintentionally in Ina City from 2018 to 2021. Most bears showed low carbon and nitrogen stable isotope ratios throughout their hair growing period, indicating that their food source was “mountainous”. On the other hand, some bears showed elevated carbon and nitrogen isotope ratios during summer, indicating that they had foraged corn or other agricultural crops. Only four bears were inferred to cause agricultural damages. One of these bears was captured in 2019 and re-captured in 2020. From the above, we conclude that that most of the bears captured unintentionally in traps in Ina City do not feed on anthropogenic food.