

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 30 年 6 月 8 日現在

機関番号：82105

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K18619

研究課題名(和文)大型野生動物の一生の食性履歴を解明する手法の開発

研究課題名(英文)An application of stable isotope analysis on lifetime feeding history of wildlife

研究代表者

中下 留美子 (NAKASHITA, Rumiko)

国立研究開発法人森林研究・整備機構・森林総合研究所・主任研究員 等

研究者番号：00457839

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,000,000円

研究成果の概要(和文)：近年、野生動物と人との軋轢が顕在化し、農林水産被害や人身被害等が頻発し、多数の個体が捕獲されている。しかし、駆除個体の詳細な加害実態は把握されておらず、根本的な被害対策は遅れている。そこで、本研究では捕獲個体の加害実態履歴を明らかにするために、野生動物の一生の食性履歴を明らかにする手法を開発した。ツキノワグマについて、代謝速度の早い組織(血液、肝臓、体毛など)と遅い組織(骨、歯)を組み合わせることで、個体毎に亜成獣～捕獲前までの食性が推定可能となった。本研究は、入手可能な様々な組織を組み合わせることで個体レベルの詳細な食性履歴と加害実態を明らかにし、科学的根拠に基づく保護管理策に貢献する。

研究成果の概要(英文)：I developed a method to understand lifelong feeding history of Asiatic black bear to investigate suspected individuals in damage on crops or accident on humans. It became possible to reconstruct the individual-based feeding history of the period from sub adult to the capture by examining carbon and nitrogen stable isotope ratios of the tissues formed at different time period and those with different metabolic rates. Understanding lifelong feeding history of wildlife individually will enable us to investigate the cause of damages on crops or accident on humans. By accumulating such information, we can contribute on wildlife management based on scientific evidence.

研究分野：同位体生態学

キーワード：野生動物 食性履歴 安定同位体比 体毛 骨コラーゲン 歯

1. 研究開始当初の背景

クマ類(ツキノワグマ *Ursus thibetanus*, ヒグマ *Ursus arctos*)は、日本に生息する代表的な大型野生動物である。植物食を中心とした幅広い雑食性を示し、広い豊かな生息地を必要とすることから森のアンブレラ種ともいわれる。絶滅の心配される地域個体群がある一方で、そうした地域であっても、人との軋轢は絶えず、各地で農作物被害や人身事故が頻発し、深刻な社会問題となっている。被害対策は捕獲(駆除)が主流であり、毎年数千頭が捕獲され続けているが、捕獲個体がなぜ出たのか、実際に被害を出した個体なのか、いつからどれくらい被害と関わっていたのか、などの詳細な加害実態はほとんど把握されていないのが現状である。保護と駆除とのせめぎ合いの中で、個体群を維持しつつ被害を軽減していくには、捕獲個体の詳細な加害実態を明らかにし、科学的根拠に基づいた保護管理施策を実施していくことが重要である。

著者はこれまで生元素安定同位体比分析を用いて、野生ツキノワグマの食性解析を行い、有害駆除個体と農作物被害等との関連性を検討し、人里への出没原因解明の研究を行ってきた。生き物のからだは摂取した食べ物の生元素から構成されるため、食べ物と体組織の安定同位体比を比較することで、その組織がつくられた時期の食性を推定することができる。クマの場合、本来の自然食物源と人里の人為的食物源の炭素・窒素同位体比が異なるため、人里出没個体の検出が可能となる。体毛を用いた場合、ツキノワグマの体毛は食性を記録しながら春から秋までコンスタントに成長することが明らかとなっているため、その期間の食性履歴を復元することができ、個体毎の食性の季節変化や個体差、捕獲個体の過去数ヶ月にわたる被害との関連性等の検証ができる。

しかし、捕獲個体の加害実態を明らかにするためには、過去数か月間の食性履歴の解明だけでは不十分である。クマ類は、出生後1年半~2年間ほど母親と過ごし、生きていく上で必要なスキルを身につける。その間の親子間学習がその後の個体の一生を左右する可能性も高い人里への出没個体のうち、どれだけが親子間の採食習慣の伝播によるものかは分かっておらず、成獣個体の幼獣期の食性を明らかにする手法も今のところない。また、若いクマは、高い栄養要求のある発達段階にある。特に親離れ後の亜成獣のオスは行動圏を拡大する時期でもあり、人里への出没機会が増える可能性がある。さらには、近年数年おきに発生している堅果類凶作時には、山で堅果類を食べられないクマが行動圏を広げて食性を多様化させることにより、人里出没のきっかけとなる可能性も指摘されている。このように、クマ類の人里出没には様々な要因が考えられ、個体の年齢ステージや生息環境の年変動、地域の土地利用の変化な

どに応じて、その食性は変化することが予想される。個体ベースで長期にわたる食性履歴と詳細な加害実態が解明できれば、個体毎の出没理由の究明が可能となり、そうした情報の蓄積は、その地域特有の出没機構の解明につながり、地域の実情に応じた被害対策や保護管理策に寄与するだろう。

2. 研究の目的

本研究では、野生動物による被害発生メカニズムの解明や被害防除・軽減対策への科学的根拠に基づく保護管理策への貢献を目指し、個体レベルの詳細な食性履歴と加害実態を明らかにするため、クマ類を対象として捕獲個体の一生の食性履歴を復元する手法を開発することを目的とした。

3. 研究の方法

捕獲個体の体組織から一生の食性履歴を復元する手法を開発するために、以下の3点を実施した。

(1) 餌履歴がわかっているツキノワグマ飼育個体の様々な組織の比較。

動物のからだには代謝速度(数日~数年レベル)の異なる様々な組織がある。同一個体の様々な組織を比較することによって、過去数日から数カ月、数年間の平均的食性を推定することができる。様々な組織(血漿、血球成分、筋肉、肝臓、体毛、歯、骨等)の代謝速度の違いや試料の前処理方法を整理し、個体の一生の食性履歴の復元に最適な組織の組み合わせを決定した。

(2) 歯の年輪を用いた食性履歴の推定方法の検討。

骨や歯は個体の長期間の食生態を復元するための同位体分析によく用いられる組織である。特に動物の年齢査定にも用いられる歯には年輪が形成され、幼獣から成獣・老獣に至るまでの生涯の食性情報を記録している。ただし、クマ類の1年毎の年輪は非常に微細であることから、分析に用いる歯種(大臼歯、犬歯等)と部位(セメント質、象牙質)を吟味し、可能な限り解像度の高い食性情報を取得するための最適な試料条件と前処理方法を検討した。

(3) 本手法の有用性を評価・検討。

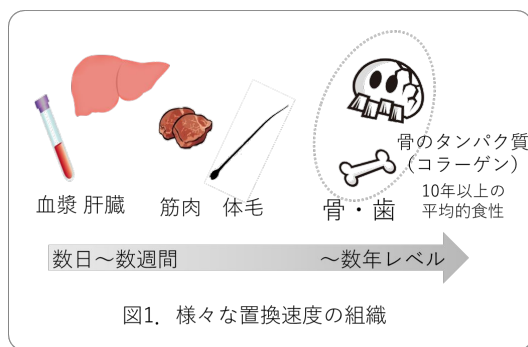
(1)(2)を組み合わせ、野生個体(ツキノワグマ)に適用した。有害捕獲個体の一生の食性履歴の復元を試み、本手法の有用性について検証を行った。

4. 研究成果

(1) 餌履歴がわかっているツキノワグマ飼育個体の様々な組織の比較。

ツキノワグマ飼育個体から採材した様々な組織の生元素安定同位体比分析を行い、代謝速度の違いや試料の前処理方法を整理し、個体の一生の食性履歴の復元に有効な組み

合わせを検討した結果、捕獲直前の数日から数週間、数か月の平均的な食性は血液成分（血漿および赤血球）、捕獲前の春から秋およびその前年の春から秋までの食性履歴は体毛、さらに長期間（過去数年間）の平均的な食性については骨コラーゲンをを用いることが有効であると考えられた（図1）。これら異なる組織を組み合わせるため、食物と組織間の同位体分別の違いを検討したところ、ツキノワグマの体組織は、 ^{13}C が骨コラーゲン、体毛、血液の順に多く濃縮し、 ^{15}N は血液が体毛や骨コラーゲンよりやや多く濃縮することが分かった。これら同位体分別率の違いを考慮し、血液や体毛、骨コラーゲンを組み合わせることで個体の一生の大まかな食性履歴を解明する可能性が示された。



(2) 歯の年輪を用いた食性履歴の推定方法の検討。

長期間の食性履歴推定の解像度を上げるため、歯に形成された年輪から食性履歴を推定する手法を検討した。その結果、餌資源を反映するタンパク質が比較的豊富に含まれ、同位体比分析に必要な試料量を確保できる犬歯の象牙質部分から年輪を削り出して、コラーゲンを抽出する手法が有効であることが分かった。様々な年齢の個体から犬歯の象牙質を観察したところ、ツキノワグマの犬歯は、1歳では象牙質はまだ形成されておらず、2歳以降に形成され、歯髓腔を埋めるように形成されていくことから、2歳前後から死ぬまでの食性履歴を推定できることが分かった。つまり、象牙質の最外側部分は亜成獣時の食性を、歯髓腔付近は捕獲直前の食性を、その間の部分の年輪は亜成獣～捕獲前間の食性を推定することが可能であることが分かった。ただし、象牙質の年輪と正確な形成時期の関係については、今のところ明らかにできておらず、引き続き検討していく必要がある。

(3) 本手法の有用性を評価・検討。

(1)(2)を組み合わせ、野生ツキノワグマに適用し、有害捕獲個体の一生の食性履歴の復元を試み、本手法の有用性について検証を行った。具体的には、長野県大町市にある養

魚場周辺で捕獲された個体の体毛と骨コラーゲン、犬歯の象牙質の炭素・窒素安定同位体比分析を行い、個体毎にどの年齢ステージから養魚場のニジマスに依存していたのかについて検討した。その結果、1個体を除いては、体毛のみにニジマスへの依存が検出され、骨や犬歯からは検出されなかった。つまり、ほとんどの個体は、捕獲年またはその前年以降に養魚場に依存するようになり、駆除されたことが分かった。1個体は、体毛だけでなく、犬歯象牙質の内側からもニジマスの影響が検出されたが、骨と象牙質外側からは検出されなかった。つまり、亜成獣の頃には養魚場に依存していなかったが、成獣になって以降に依存するようになったことがわかった（図2）。

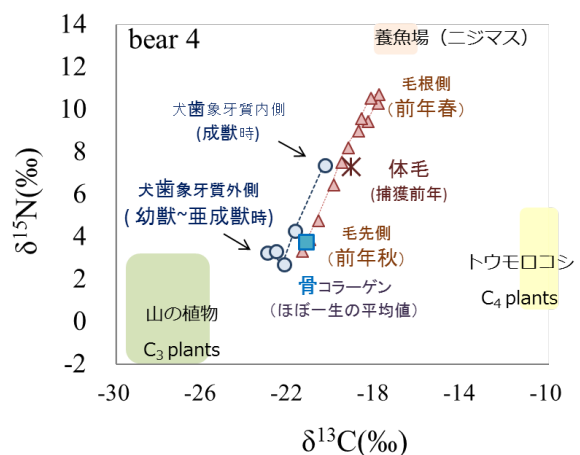


図2. 養魚場近くで捕獲された個体の体毛、骨コラーゲン、犬歯象牙質の炭素・窒素安定同位体比分布。

また 2016 年秋田県鹿角市において発生したツキノワグマによる 4 件の連続死亡事故に関して、関与が疑われた捕獲個体から採取された心臓と肝臓を用いて、捕獲直前の食性履歴の推定を行った。事故が発生した時期はタケノコ(ネマガリダケ)採りの最盛期であり、クマたちもネマガリダケを盛んに採食している時期である。比較のため、事故後に同地域で捕獲された個体（自然個体とする）の肝臓と心臓も合わせて同位体比分析を行った。

当該個体の同位体比は、心臓、肝臓共に自然個体よりも高い値を示した。また、心臓より肝臓のほうが代謝速度が速いと考えられ、肝臓のほうが高い炭素・窒素同位体比を示したことから、当該個体は捕獲直前に動物質のものをより多く摂取したことが明らかとなった（図3）。つまり、当該個体は連続死亡事故に関与していた疑いが濃厚であると考えられた。

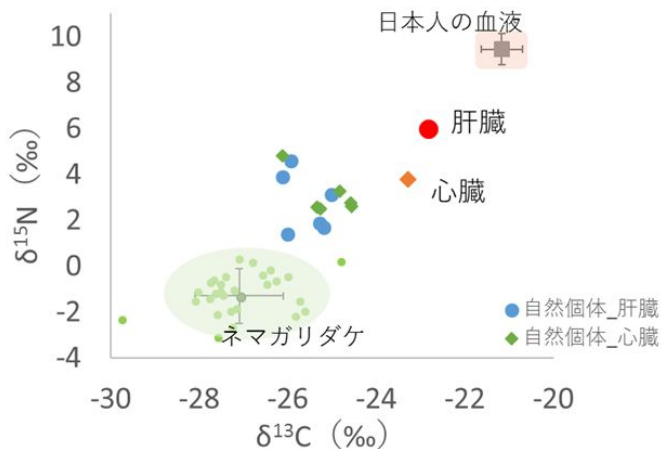


図3．秋田県鹿角市で発生した連続人身事故後に捕獲された個体の肝臓および心臓の炭素・窒素安定同位体比．

以上のことより，本研究は，入手可能な様々な組織を組み合わせることにより，個体レベルの詳細な食性履歴と加害実態を明らかにすることができる事が確かめられた．

今後、捕獲個体のこうした情報を蓄積していくことにより、出沒機構の解明や地域の実情に応じた被害対策や保護管理策への寄与が期待できる．

5．主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 2件)

HATA Ayaka , TAKADA Mayura, NAKASHITA Rumiko ,FUKASAWA Keita , OSHIDA Tatsuo, ISHITASHI Yuki, SATO Yoshikazu (2017) Stable isotope and DNA analyses reveal the spatial distribution of crop-foraging brown bears. Journal of Zoology、303(3) : 207-217. (査読有)

中下留美子・橋本操・岸元良輔・瀧井暁子・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. (査読有)

〔学会発表〕(計 6件)

NAKASHITA Rumiko, SUZUKI Yaeko, KUROE Misako, KISHIMOTO Ryosuke. Feeding history over a lifetime of an Asiatic black bear estimated by stable isotope analysis. The 25th International Conference on Bear Research and Management, 2017年

中下留美子, 山崎晃司, 泉山吉明, 釣賀一二三. 秋田県鹿角市におけるツキノワグマ捕獲個体の安定同位体比解析. 日本哺乳類学会 2017年度大会、2017年

NAKASHITA Rumiko, SUZUKI Yaeko, HASHIMOTO Misao, KISHIMOTO Ryosuke, TAKII Akiko, IZUMIYAMA Shigeyuki, HAYASHI Hidetake . Since when were captured Asiatic black bears dependent on human food? -by carbon and nitrogen stable isotope analysis of hair and bone collagen. The 24th International Conference on Bear Research and Management, 2016年

NAKASHITA Rumiko, SUZUKI Yaeko, OISHI Masahiro, KOBAYASHI Kyoko, ITO Tetsuji, MASUDA Yasushi, OHTAISHI Noriyuki, LOGUNTSEV Andrey, SATO Yoshikazu . Feeding ecology of Hokkaido brown bears revealed by stable isotope analysis and LA-ICPMS imaging. The Wildlife Society, 2015

中下留美子, 岸元良輔, 橋本操, 鈴木彌生子, 濱口あかり, 林秀剛 . 長野県塩尻市における捕獲ツキノワグマの人里依存度・体毛および骨の生元素安定同位体比分析. 第21回「野生生物と社会」学会、2015年

中下留美子, 鈴木彌生子, 岸元良輔, 蔦谷匠, 林秀剛 . 安定同位体比解析による野生動物の個体ベースの長期的な食性履歴推定法—捕獲ツキノワグマの加害履歴を調べる—、第75回分析化学討論会、2015年

〔産業財産権〕

○出願状況 (計 0件)

○取得状況 (計 0件)

〔その他〕

なし

6．研究組織

(1)研究代表者

中下 留美子 (NAKASHITA, Rumiko)
国立研究開発法人森林研究・整備機構・
森林総合研究所・主任研究員
研究者番号：00457839