

令和元年6月14日現在

機関番号：82111

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K21702

研究課題名(和文) 堅果類の豊凶周期パターンの変化が哺乳類成長動態に与える影響解析

研究課題名(英文) Effects of mastings on Asian black bear populations

研究代表者

小坂井 千夏 (KOZAKAI, Chinatsu)

国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構・中央農業研究センター・任期付研究員

研究者番号：90637670

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,100,000円

研究成果の概要(和文)：ツキノワグマの個体群動態に堅果類の豊凶が与える影響について検証した。不作年の秋にはメスでも出生地(春から夏の行動圏)から遠く離れた場所にまで移動して食物を探し回るが、秋終盤になると再び長距離を移動して出生地付近に戻ってきてから冬眠することを明らかにした。母系の血縁個体が近くに暮らす慣れ親しんだ土地に戻って冬眠、育児を行うことで繁殖成功率を上げている可能性がある。また、メスの歯のセメント質にできる年輪の幅から繁殖(育児の成功)履歴を推定する手法を開発した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

2000年代に入り気候変動に伴うと考えられる堅果類の豊凶の周期パターンの変化が観測されている中、堅果類の豊凶とツキノワグマ等の大型哺乳類の個体群動態との関係を正しく理解した上で、農作物被害や出沒対策を行わなければならない。本研究はこれまで難しかったツキノワグマの繁殖履歴の推定手法を確立するなど、今後のクマ類の科学的な保護管理に大きく貢献する成果を得た。

研究成果の概要(英文)：We investigated relationship between hard mast productivity and population dynamics of Asian black bears. We found high site fidelity over the years from the denning to summer season, and there was spatial proximity among related females. Female bears returned to sites near their primary range before den entry. This suggested that female bears could gain benefits on reproductive success from settling in familiar areas (in turn matrilineal site fidelity during spring, summer, and the denning season). In addition, we found reproductive success (parturition and lactation) in female bears decreases cementum annulus width of tooth, which appears to be a useful index of past reproductive history.

研究分野：野生動物保護管理

キーワード：ツキノワグマ マスティング 堅果 豊凶 繁殖成功 個体群動態 頭骨標本

1. 研究開始当初の背景

温帯林においてブナ科樹木の堅果類は、その質、量共に野生動物の重要な食物となっている。堅果の結実量は年により大きく変動するが（いわゆる豊凶、マスティング）、野生動物もこの豊凶に応じて個体群動態（成長率や繁殖率、個体数等）、行動、採食物等を大きく変化させることが知られている。さらに堅果類の豊凶と人と動物の共通感染症であるライム病の発生動態が野ネズミ、シカ、ダニを介して連動することや、堅果の不作年にツキノワグマの出没が増えること等が分かっている。これらは、温帯林における植物と動物の相互関係を紐解くため、そして人間社会の安全を考える上でも、堅果類の豊凶と野生動物との関係を正しく理解することが重要であることを示している。

哺乳類の個体群動態研究は直接観察や捕獲によって、個体数や繁殖率のモニタリング調査を継続して実施できる種や環境を中心に実施されてきた。ネズミ等の小型哺乳類は捕獲によって個体数の動態を把握でき、また堅果類の豊凶が個体群動態に直ぐに表れるために、両者の関係を理解しやすい。一方で、森林性の大型哺乳類では豊凶が個体群動態に与える影響の解明は進んでいない。この一因として、寿命が長くかつ直接観察の難しい森林性の種では、そもそも個体数や繁殖率を継続してモニタリングすること自体が難しいことが挙げられる。したがって、ツキノワグマでは、不作年に低標高地域を含めた広範囲に食物を探し回ることが農作物被害や大量出没に影響することは明らかとなっているもの（Kozakai et al. 2011, 2013）、豊凶が個体群動態にどのように影響するのかは明らかになっていない。2000年代に入り気候変動に伴うと考えられる堅果類の豊凶の周期パターンの変化が観測されているが、ツキノワグマの出没も2000年代半ば以降でその発生頻度が増している（小坂井ほか2015）。こうした周期パターンの変化と関係を含めて個体群動態との関係を明らかにし、今後のツキノワグマの保護管理（個体群管理、農業被害対策、生息地管理）等を考える必要がある。

2. 研究の目的

本研究では、ツキノワグマの個体群動態に堅果類の豊凶及びその周期パターンが与える影響を検証することを目的とし、以下の課題に取り組んだ。

(1) 堅果類の豊凶とメスの冬眠場所との関係解明

ツキノワグマのメスは冬眠中に出産を行う。冬眠を控えた秋はツキノワグマにとって脂肪を蓄積して冬眠にそなえる重要な時期であり、たとえ不作年でも活動量を増加させ、豊作年よりも広い範囲を動き回って食物を探ることが明らかとなっていたが、冬眠場所をどのように選択するかは不明であった。このため、まずは繁殖率に影響すると考えられる冬眠場所と堅果類の豊凶との関係について検証した。

(2) メスの繁殖（育児成功）履歴の推定方法の開発

前述の様に大型哺乳類では個体群動態に影響する繁殖率等のモニタリング調査自体が難しいという課題があった。哺乳類の歯のセメント質には樹木の様に年輪が形成されるが、他種においてこの歯の年輪幅から個体の栄養状態や繁殖状態が推定できることが分かっていた。そこで本研究では、ツキノワグマにおいてもメスの繁殖状態が推定できるかを検討した。

(3) 堅果類の豊凶およびその周期と歯の年輪幅との関係解明

上記の結果を踏まえ、ツキノワグマのオスでは栄養状態及びメスでは繁殖状態が堅果類の豊凶により影響を受けるか検証した。

3. 研究の方法

(1) 堅果類の豊凶とメスの冬眠場所との関係解明

個体の位置や活動状態を測定できるGPS首輪をツキノワグマのメスに装着し冬眠場所を含めた季節ごとの活動中心点（主に活動していた場所）を明らかにした。また、捕獲時に採血した血液から追跡個体同士の血縁関係をマイクロサテライトDNAの分析によって推定した。季節毎に活動中心点や母系の血縁個体（例：母と娘）同士の空間的な位置関係を明らかにした上で、堅果類の豊作年及び不作年で比較することで冬眠場所の特徴を明らかにした。

(2) メスの繁殖（育児成功）履歴の推定方法の開発

歯のセメント質は栄養状態の良い春～夏は発達するが、冬の発達が停滞することで明部と暗部が形成され、これが樹木の年輪の様な層を形成する。栄養状態が良い時にはこの年輪幅が広くなり、反対に悪い場合には狭くなると考えられるが、ツキノワグマについてその詳細は明らかとなっていなかった。メスは繁殖、すなわち出産、そしてとりわけ授乳（育児）に

よって栄養状態、すなわち年輪幅が変化すると考えられる。そこで、直接観察によって過去の育児成功の有無を明らかにできている野生個体(栃木県と群馬県にまたがる足尾日光山地および長野県軽井沢町)を対象に、育児履歴と年輪幅の関係を検討した。

(3) 堅果類の豊凶およびその周期と歯の年輪幅との関係解明

ブナ科樹木は地域や標高によって優占する樹種が異なるため、ツキノワグマにとってカギとなる堅果の種類も地域によって異なる。ミズナラが鍵となる堅果類となっている関東地方、栃木県で有害鳥獣捕獲等されたオスの頭骨標本から前臼歯を採取した。メスについては、ブナの堅果とツキノワグマの捕獲数との相関関係が明らかにされている東北地方岩手県において、有害鳥獣捕獲等で捕殺されたメス個体の頭骨標本から頭骨サイズを計測するとともに前臼歯を採取した。マイクロームを用いて歯の歯根部分を薄く切断し、染色した後に切片の画像を光学顕微鏡及び顕微鏡カメラで撮影した。撮影した画像から、解析ソフト(Olympus社 cellSens)を用いて年輪幅を計測した。頭骨標本は関東地方の栃木県、東北地方は森林総合研究所(大井ほか 2015)および岩手県環境保健研究センターが収集した標本を利用した。

4. 研究成果

(1) 堅果類の豊凶とメスの冬眠場所との関係解明

ツキノワグマのメスは、春から夏にかけては母系に由来する土地への定住性が高く、毎年ほぼ同じ場所を利用していることが分かった。堅果類の不作年の秋には、母系に由来しない土地にも長距離移動をするものの、秋の終わり、つまり冬眠前までには春から夏の行動圏に戻ってくることが分かった。ツキノワグマのメスにとっては、再び長距離を移動するというコストをかけてまで慣れ親しんだ土地に戻ってきて冬眠や翌春以降の育児を行うことのメリットが大きく、春～夏の定住性が高いことで繁殖成功率を高めている可能性がある。

日本各地において人里へのクマの大量出没を伴うような堅果類の不作年を経ても、個体群内の血縁構造(メスでは血縁個体同士が空間的にも近接して暮らしている)は維持されてきた。本研究でこうした個体群の構造が維持されるメカニズム解明につながる成果を得るとともに、日本哺乳類学会論文賞を受賞した。

(2) メスの繁殖(育児成功)履歴の推定方法の開発(図1)

13頭の成獣メスから47年分の育児履歴と歯の年輪幅との関係を検証した結果、いずれの個体においても出産育児に成功した年には、出産をしていない又は育児に失敗した(途中で子グマを失った等の)年と比較して年輪幅が狭くなった。育児に成功した場合であっても、人間の出した生ごみ等を食べている場合に年輪幅が狭くならない事例も確認された点に留意が必要であるものの、メスの年輪幅から初産齢や育児に成功した回数や年、頻度を推定できることが分かった。本課題の遂行のみならず、今後のクマ類の科学的な保護管理に大きく貢献する成果である。

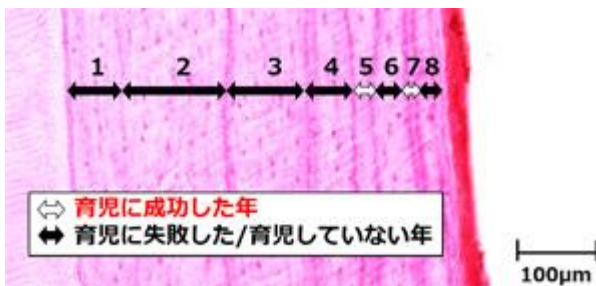


図1 育児成功の有無と年輪幅に対応させた歯根部分セメント質切片の顕微鏡写真

*5歳と7歳で育児成功があったと判別できる

(3) 堅果類の豊凶およびその周期と歯の年輪幅との関係解明

堅果類の豊凶とオスの年輪幅との関係については、当初の予想に反して不作年であっても年輪幅が狭くなることはなく、不作年であってもオスの栄養状態が極端に悪化することはないと考えられた。メスの年輪幅との関係について(2)の結果を踏まえて解析を行ったところ、単年度の豊凶との間には明瞭な関係が認められない可能性があった。今後、(1)の結果も踏まえ、さらに他地域および成長率との関係を含めてより多角的な検証を進める。

<引用文献>

Kozakai Chinatsu, Yamazaki Koji, Nemoto Yui, Nakajima Ami, Koike Shinsuke, Abe Shin, Masaki Takashi, KAJI Koichi, 2011, Effect of Mast Production on Home Range Use of Japanese Black Bears, Journal of Wildlife Management 75(4):867-875.

Kozakai Chinatsu, Yamazaki Koji, Nemoto Yui, Nakajima Ami, Umemura Yoshihiro, Koike Shinsuke,

Goto Yusuke, Kasai Shinsuke, Abe Shin, Masaki Takashi, Kaji Koichi, 2013, Fluctuation of daily activity time budgets of Japanese black bears: relationship to sex, reproductive status, and hard-mast availability, *Journal of Mammalogy* 94(2):351-360.

小坂井千夏, 近藤麻実, 有本勲, 伊藤哲治, 後藤優介, 中下留美子, 中村幸子, 間野勉, 2015, I.クマ類の保護管理の経緯と法制度, *哺乳類科学* 55(2) 219-239.

大井徹, 岡輝樹, 大西尚樹, 石橋靖幸, 高橋裕史, 島田卓也, 鈴木祥悟, 山田文雄, 小泉徹, 2015, 森林総合研究所が収集したツキノワグマ *Ursus thibetanus* の頭骨標本リスト, *森林総合研究所研究報告/Bulletin of the Forestry and Forest Products Research Institute*, 14(3): 159-192.

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計3件)

- ① Tochigi Kahoko, Aoki Yukino, Maruyama Tetsuya, Yamazaki Koji, **Kozakai Chinatsu**, Naganuma Tomoko, Inagaki Akino, Masaki Takashi, Koike Shinsuke, 2019, Does hard mast production affect patterns of cementum annuli formation in premolar teeth of Asian black bears (*Ursus thibetanus*)? *Plos One* 14, <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0211561>. (査読有)
- ② Tochigi Kahoko, Tamatani Hiroo, **Kozakai Chinatsu**, Inagaki Akino, Naganuma Tomoko, Myojo Hiroaki, Yamazaki Koji, Koike Shinsuke, 2018, Reproductive Histories of Asian Black Bears Can be Determined by Cementum Annuli Width, *Mammal Study* 43:261-268. (査読有)
<https://doi.org/10.3106/ms2018-0016>
- ③ **Kozakai Chinatsu**, Nemoto Yui, Nakajima Ami, Koike Shinsuke, Ohnishi Naoki, Yamazaki Koji, 2017, Influence of Food Availability on Matrilineal Site Fidelity of Female Asian Black Bears, *Mammal Study* 42: 219-230. (査読有) ***2018年度日本哺乳類学会論文賞***
<https://doi.org/10.3106/041.042.0404>

[学会発表] (計5件)

- ① Kahoko Tochigi, Kiyoshi Yamauchi, Shigekazu Kurakake, **Chinatsu Kozakai**, Koji Yamazaki, Tomoko Naganuma, Shinsuke Koike, 2019, Impact of beechnut masting on reproductive success of Asian black bear, 日本生態学会第66回全国大会.
- ② **小坂井千夏**, 2019, とちぎのクマとの15年, 第16回とちぎ野生動物研究交流会.
- ③ **小坂井千夏**, 2018, ツキノワグマの行動とブナ科堅果類の豊凶との関係解明/現場の実情に即した保護管理に向けて, 2018年度日本哺乳類学会. ***2018年度日本哺乳類学会奨励賞受賞講演***
- ④ 栃木香帆子, 玉谷宏夫, **小坂井千夏**, 稲垣亜希乃, 長沼知子, 名生啓晃, 山崎晃司, 小池伸介, 2018, ツキノワグマの歯の年輪幅への繁殖履歴の反映の解明, 2018年度日本哺乳類学会. ***学生口頭発表賞受賞***
- ⑤ Kahoko Tochigi, **Chinatsu Kozakai**, Koji Yamazaki, Tomoko Naganuma, Shinsuke Koike, 2018, Impact of beechnut masting on reproductive success of Asian black bear, 26th International conference on bear research and management.

[その他]

Asian black bear research group の web サイト <https://asianblackbear.kagoyacloud.com/>

6. 研究組織

(1) 研究分担者

研究分担者氏名:

ローマ字氏名:

所属研究機関名:

部局名:

職名：

研究者番号（8桁）：

(2) 研究協力者

研究協力者氏名：

ローマ字氏名：

※科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。