

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 29 日現在

機関番号：82120

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2012～2014

課題番号：24380088

研究課題名(和文) ツキノワグマは春から夏をどうしのいでいるのか? - その行動生態学的研究 -

研究課題名(英文) How do Japanese black bears stand during spring to summer? - A study on their behavioral ecology-

研究代表者

山崎 晃司 (Yamazaki, Koji)

ミュージアムパーク茨城県自然博物館・その他部局等・首席学芸員

研究者番号：40568424

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,900,000円

研究成果の概要(和文)：ツキノワグマの行動生態研究の多くは、秋の食欲亢進期に行われており、春から夏の行動はよく分かっていない。本研究では、各種新型機材を利用し、冬眠明け後の春から夏の野生グマの生理状態の把握と共に、その行動生態の解明を試みた。その結果、夏期には活動量、体温、心拍計共に低下することを確かめた。春は低繊維、高タンパクの新葉が利用できたが、その期間は極めて短かった。夏は食物の欠乏期として捉えられ、夏眠のような生理状態に入ることによってエネルギー消費を防いでいたと考えられた。本研究は、秋の堅果結実の多寡だけでは説明できていない、本種の夏の人里への出没機構の解明にも役立つことが期待できる。

研究成果の概要(英文)：Most of the behavioral studies on Japanese black bears have been done during autumn at their hyperphagia period. In this study, we have tried to understand the bear behavioral ecology from spring to summer just after their hibernation time, using some newly developed equipment which will be able to measure bear physiological status. In the results, we confirmed that the activity level, deep body temperature, and heart rate were being declined in summer. In the spring, bears could feed on new leaves which contained low fibers and high protein in short period, but there were very limited food resources in summer. Therefore, the bears went into like a walking hibernation status in summer, and seemed to be avoided energy losses. Our study can be useful for understanding bear intrusion around human habitation in summer which was not possible to be explained in terms of acorn production level in autumn.

研究分野：森林生物

キーワード：ツキノワグマ 行動生態 栄養状態 繁殖 生理

1. 研究開始当初の背景

ニホンツキノワグマ *Ursus thibetanus japonicus* (以下クマ) は、秋の食欲亢進期に堅果などの脂質や炭水化物に富んだ食物の飽食を行い、冬眠に向けた体脂肪蓄積の多寡が、メスにとっての繁殖(出産)の成功度に影響を与えることが知られる。しかし、この秋に至る以前の春～夏にどのような行動的な適応を行っているかは解明されていない。

これまでの限られた先行研究例では、栃木県日光山地で捕獲されたクマの骨髄内脂肪量が、夏に向けて下がり続け、9月以降の堅果結実期にやっと上昇に転じることや、岐阜県で捕獲されたクマの腎臓脂肪量が夏に最低になることが報告されている。これらの結果は、冬眠明け後の春先から夏の間の採食行動は、クマの体重増加に結びつかない可能性を示すが、サンプルサイズや調査期間などから、ある側面のみを捉えたスナップショット的な報告にとどまっている。

2. 研究の目的

本研究では、衛星通信型の活動量センサー付 GPS 首輪、小型心拍計、テレメリー型深部体温計などの機材を利用し、春から夏の冬眠明け時期に着目して、野生グマの栄養・生理状態の把握によりその行動生態の解明を試みた。春から夏のクマの行動評価は、秋の堅果結実の多寡だけでは説明できていない、本種の夏の人里への出没機構の解明への貢献も期待できた。

3. 研究の方法

本研究は2つに大別された。

a) クマ行動生態および生理調査: 野生グマの学術捕獲による活動量センサー付衛星 GPS 首輪および心拍計、深部体温計の装着、体脂肪量計測、体計測値からの BCI 算出、血中生殖ホルモン類の計測。また各種口ガー計測値の検討のための、飼育グマでの試験。血中生殖関連ホルモン計測値の理解のための飼育グマの尿および糞を用いた実験。

b) 生息環境調査: GPS 首輪装着個体の利用環境評価、春から夏期の各種食物のエネルギー量の評価、クマの利用食物(植物)分布図(エネルギー供給量図)の作成

以上を、栃木県および群馬県にまたがる日光足尾山地で実施した。飼育実験は北秋田市阿仁クマ牧場、日立市かみね動物園、よこはま市動物園ズーラシア、わんぱーく高知で実施した。

4. 研究成果

野生クマの行動生態および生理調査

(1) クマの捕獲と機器の装着

2012～2014年の3年間に、計59個体(オス28個体、メス31個体 一部重複を含む)のクマを学術捕獲して、その内33個体に GPS

首輪を装着して放逐した。また、6個体に MIT、8個体に HRT を挿入した。

(2) 活動量センサー、MIT および HRT の計測結果

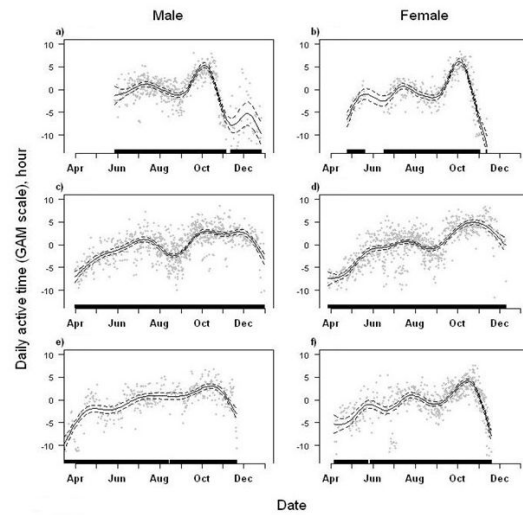


図1 野生ツキノワグマの活動量の季節変化(実線はモデル推定値 破線は95%信頼区間を示す)

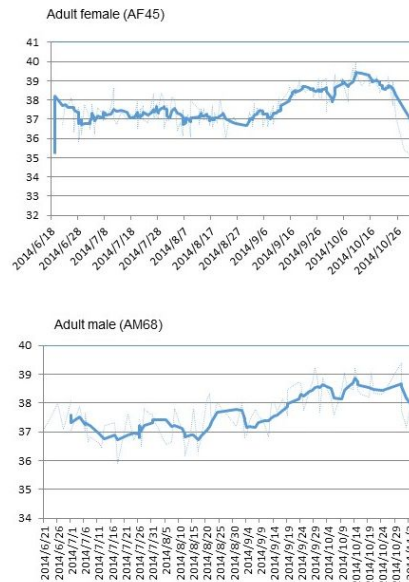


図2 野生ツキノワグマの深部体温(腹腔内)の季節変化の例

GPS 首輪内蔵の活動量センサーの値からは、クマの活動量レベルは、冬眠明けから徐々に高まるものの、8月に一旦大きく下降し、その後9月の食欲亢進期に再び大きく上昇する傾向が認められた(図1)。

MIT による計測結果でも、活動量と同様に7～8月に深部体温が低く推移して、9月の食欲亢進期に上昇することが確認された(図2)。

HRT による心拍計測結果も、夏期に心拍数が低下し、秋期の食欲亢進期に再び上昇に転じるという挙動を示した(図3)。

以上の、野生グマの活動量、深部体温、心拍数の夏期の低下は、ホッキョクグマで報告されている、Walking Hibernation と同様の生理機能の表れである可能性が示唆された。つまり、夏期の食物欠乏期を、活動量およびおそらくは代謝も下げることにより乗り切る

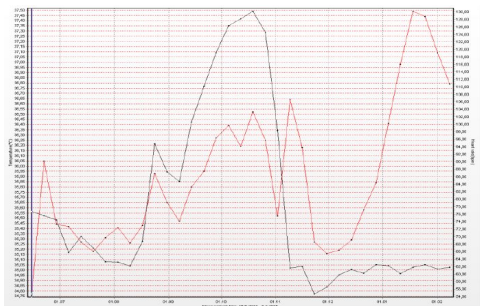


図3 野生ツキノワグマの心拍数の季節変化(黒実線:1週間毎の平均値) 右側の心拍数低下は冬眠によるもの

戦略を保持していると考えられた。

図4は、6月下旬から7月上旬のメス成獣の活動地点と日ごとの活動量を示しているが、ごく狭い範囲でほとんど活動せずに滞在していることが示される。Walking Hibernation の存在を支持する事例と考えられた。

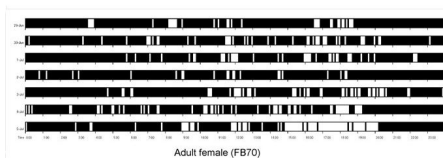
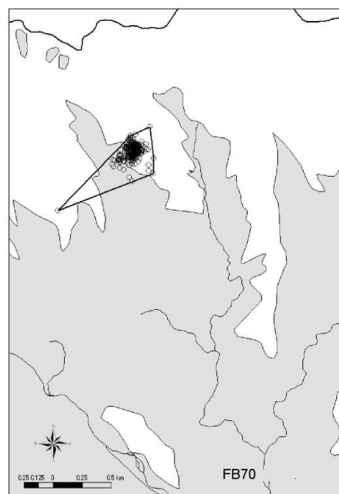


図4 メス成獣の夏期の活動地点(上)と日ごとの活動パターン(下:黒トーンは非活動時間帯を示す)

(3) 飼育個体の皮下体温、腹腔内体温および活動量測定の試み

阿仁くま牧場において、飼育下のメス成獣2個体で、腹腔内体温の測定(MIT)、皮下体温の測定(i-button, Maxim, USA)、首輪に内蔵活動量センサーにより活動量を測定した。

No.96は、1月下旬まで体温が一定の範囲で維持され、2月に入ると数日おきに短期的な昇降を繰り返し徐々に体温が低下した。ま

た、12月上旬まで一定の活動量が維持されていたが、それ以降急激に低下し、2月下旬まで低い活動量が維持された。No.181は、12月上旬から下旬にかけて体温が低下した。2月に入るとさらに低下し、3月に上昇した。また、12月下旬から2月下旬まで数日おきに

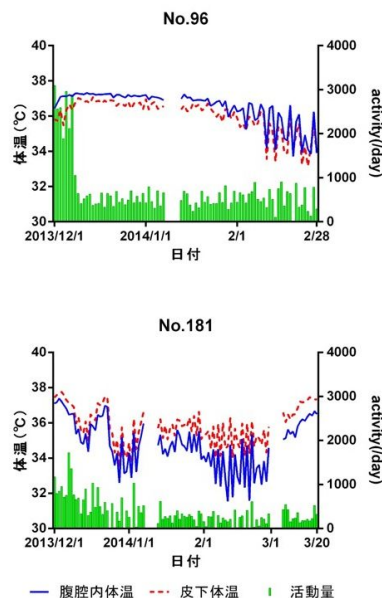


図5 飼育ツキノワグマの皮下および腹腔内体温と活動量の変動

短期的な昇降が繰り返し認められた。12月中旬まで一定の活動量を維持したが、12月下旬から活動量は急激に低下し、3月下旬まで低い活動量が維持された(図5)。両個体において皮下体温と腹腔内体温は同調して推移し、両者の間には高い相関が認められた(図6)。

以上より、皮下体温は外気温の影響により変動するのではなく、腹腔内(深部)体温と同調して変化する、すなわち何らかの手段による産熱により体全体の体温を高めていることが示唆された。また、首輪に内蔵された活動量センサーの値と併せて検討すること

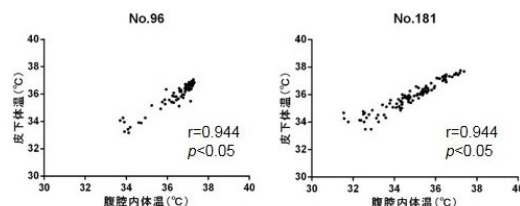


図6 飼育ツキノワグマの皮下体温と腹腔内体温の相関

により、クマの生理を研究するためのツールとして有用であることが確認できた。研究デザインによるが、MITを腹腔内に挿入しなくても、皮下へのHRT挿入により、当該個体の生理状態を再現できることも示された。

(4) 飼育グマを用いた糞および尿中生殖内分泌動態の検討

野生個体の繁殖生理についての知見を、学術捕獲の際の血液試料から再現できるか検

討するため、まず糞および尿を用い非侵襲的ホルモン測定法を確立し、それを用いて飼育個体の内分泌動態確認を試みた。

対象は3か所の動物園で飼育されている成獣メス4個体とした。糞尿中性ステロイドホルモン代謝産物 Estrone conjugates (E1C) と Pregnanediol glucuronide (PdG) 濃度、尿中 chorionic gonadotropin (CG) を酵素免疫測定 (EIA) 法により測定した。尿中のホルモン濃度については、クレアチニンによる補正をおこなった。

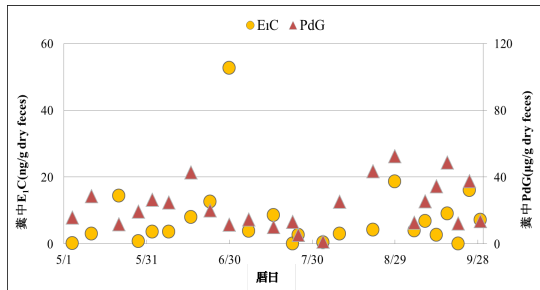


図7 飼育ツキノワグマ(メス成獣)の糞中のE1C及びPdG動態の一例

これらの結果から、EIA法によりクマの糞および尿中のステロイドホルモン代謝産物および尿中性腺刺激ホルモンの測定が可能であることが確認された(図7)。また、糞中、尿中ともに交尾期である6~8月にE1CおよびPdGの上昇が観察されたことから、この時期に卵胞の成熟があったことが確認された。しかし、サンプル採取の間隔があいており、排卵の有無の推定には至らなかった。

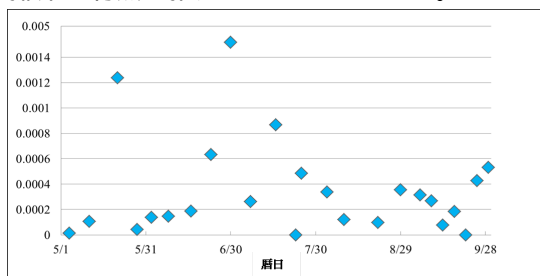


図8 飼育ツキノワグマ(メス成獣)の糞中のE1C/PdG値の一例

対象個体の生殖状態と本種の繁殖特性を知るため、糞中と尿中のE1CおよびPdG濃度からE1C/PdG値を求めた(図8)。値に山は見られたが、排卵推定には至らなかった。

今回の結果により、交尾期中にE1CおよびPdGの上昇がみられ、少なくとも卵胞発育があったことが分かる。しかし、今回の交尾期中のE1C及びPdGの上昇は排卵の結果であるか閉鎖卵胞の黄体化によるかは決定できなかった。今後、サンプリングを続け詳細な検討が行えれば、春~夏のクマの栄養状態が繁殖に与える影響について、野生個体の糞や血液からの推定が期待される。

生息環境調査

(1) 春から夏食物評価

冬眠後の採食戦略について、野生グマの採食品目(植物)とその利用期間の直接観察と、

採食された植物種(葉部)の栄養分析(粗タンパク(CP)と中性デタージェント繊維(NDF)の含有量および総カロリー量)から検討を行った。直接観察では、5月ではほとんどの場合、樹木の葉部を採食していることが確かめられた。

クマは春(5月)にCP含量が高く、NDF含量が低い葉を選択的に食べた(図9)。しかし、季節変化と共に、木本の葉はCP含量が減少し、NDF含量が増加し、クマにとって低質な食物資源となった(図10)。そして、1日の栄養摂取量が低いアリへと採食物が変化した。しかし、アリ摂食は、クマの基礎代謝量にも足りていない可能性がある。そのため、採食物の栄養価の変化が、夏の栄養状態の悪化を引き起こしていた可能性があった。

今回は、採食物の栄養価、その中でも特に葉部の栄養価に着目した。今後は、木本の葉部以外の採食物も含めた栄養価の季節変化、バイオマスの変化を解明すること、本研究では十分なデータの取得が出来なかった1日の

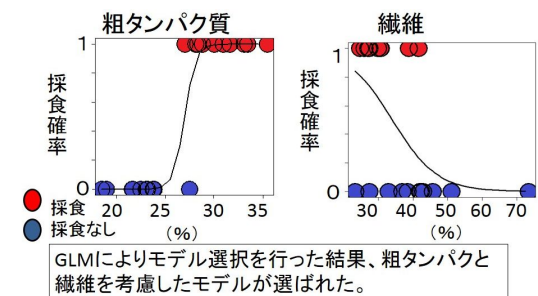
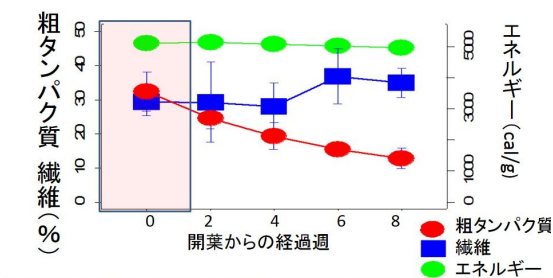


図9 野生ツキノワグマの食物(植物葉部)選択性について

採食量を解明することによって、クマの栄養状態がさらに解明出来ると考えられる。

(2) 高精度植生図の作成

高精度植生図(解像度約10×10m)の元情報として、SPOT-5衛星画像、空中写真、林班図、現地調査での結果を用いた。衛星画像は



葉の粗タンパク質が多く、繊維が低い時期に採食

図10 野生ツキノワグマが選択した植物種(ズミ)の栄養価の経時変化

パノクロマティック画像とマルチスペクトル画像を使用し、それらを基に植生の識別精度を維持するためにパンシャープン画像を作成した。空中写真は、調整とモザイク化を行って使用した。さらに現地調査を行うことで、パンシャープン画像から植生タイプを分類し植生図を作成した(図11)。当該植生図は、今後春~夏期のクマの環境選択性を論じ

る上で、食物資源の量と質についての基礎情報を提供するものである。

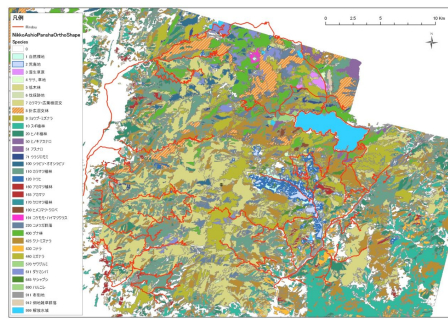


図 11 新たに作成した高精度植生図

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 12 件)

有本 勲・小池伸介・山崎晃司・他 2 名 (2014) 集落周辺に生息するツキノワグマの行動と利用環境. 哺乳類科学 54(1): 19-31. (査読有り)

川村 友美・小池伸介・山崎晃司・他 2 名 (2014) 人工林におけるツキノワグマの潜在的な食物資源量に施業方法・林齢・樹種・シカ密度が与える影響. 日本森林学会誌 96: 93-99. (査読有り)

Yamazaki K, Sato Y. 2014. Country-wide range mapping of Asiatic Black bears reveals increasing range in Japan. International Bear News 23(3): 18-19. (査読無し)

Kozakai K, Yamazaki K, Koike S 他 8 名 (2013) Fluctuation of daily activity time budgets of Japanese black bears: relationship to sex, reproductive status, and hardmast availability. Journal of Mammalogy 94(2): 351-360. (査読有り)

Fujiwara S, Koike S, Yamazaki K 他 2 名 (2013) Direct observation of bear myrmecophagy: Relationship between bears' feeding habits and ant phenology. Mammalian Biology 78 (1): 34-40. (査読有り)

小池伸介・山崎晃司 (2013) ツキノワグマの採食生態を読み解くカギ—多様なアプローチからわかること—. 哺乳類科学 53: 161-163. (査読無し)

Koike S, Yamazaki K, 他 5 名 (2012) The role of dung beetles as a secondary seed dispersers after dispersal by frugivore mammals in a temperate deciduous forest. Acta Oecologica 41: 74-81. (査読有り)

Nakajima A, Koike S, Yamazaki K, 他 5 名 (2012) Spatial and elevational variation in fruiting phenology of a deciduous oak and foraging behavior of Asiatic black bear (*Ursus thibetanus*). Ecological Research 27: 529-538. (査読有り)

Koike S, Yamazaki K 他 3 名 (2012) Insectivory by sympatric five carnivores in cool-temperate deciduous forest. Mammal

Study 37: 73-83. (査読有り)

Koike S, Yamazaki Y 他 7 名 (2012) Effect of hard mast production on foraging and sex-specific behavior of the Asiatic black bear (*Ursus thibetanus*). Mammal Study 37: 21-28. (査読有り)

Koike S, Morimoto H, Kozakai C, Arimoto I, Yamazaki K, Iwaoka M, Soga M, Koganezawa M (2012) Seed removal from vertebrate faces by rodents: seed fate of seeds dispersed by Asiatic black bear. Wildlife Biology 18: 24-34. (査読有り)

Yamazaki K, Koike S 他 4 名 (2012) Myrmecophagy of Japanese black bear in the grasslands of the Ashio area, Nikko National Park, Japan. Ursus 23(1): 52-64. (査読有り)

〔学会発表〕(計 20 件)

Yamazaki K. (2014) The status of bear management and research, and local residents' participation. 2014 International symposium for successful Asiatic black bear restoration in Korea (ソウル市 (韓国))

古坂志乃・山崎晃司・小池伸介 他 3 名 (2014) 直接観察法によるツキノワグマの春の採食物選択要因の解明. 日本哺乳類学会 2014 年度大会(京都府・京都市)

Koike S, Yamazaki K 他 4 名 (2014) Regional differences in carbon stable isotope ratios of wild bears in Japan. 23rd International Conference on Bear Research and Management (Thessaloniki 市 (ギリシャ))

Furusaka S, Kozakai C, Nemoto Y, Umemura Y, Yamazaki K, Koike S. (2014) Relationships between spring feeding behavior of Asian black bear and nutrition values of their foods by direct observation. 23rd International Conference on Bear Research and Management, Thessaloniki, Greece.

Yamazaki K (2014) Conservation Medicine from Ecology - A Case Study on Behavioral Ecology of Japanese Black Bears -. 7th Asian Meeting on Zoo and Wildlife Medicine / Conservation (タオダム町 (ベトナム))

中島亜美・小池伸介・山崎晃司・他 2 名. (2013) セットより単品で? 秋のツキノワグマの採食戦略における消化生理の非加算的效果. 第 60 回日本生態学会大会 (静岡県・静岡市)

根本唯・小池伸介・山崎晃司・他 3 名 (2013) ツキノワグマの夏期の行動に対する食物資源の影響. 第 60 回日本生態学会大会. (静岡県・静岡市)

根本 唯・小池伸介・山崎晃司・他 4 名 (2013) 秋期のツキノワグマの行動圏と集中利用域の生息地選択の違い. 第 29 回

日本霊長類学会・日本哺乳類学会 2013 年度合同大会 (岡山県・岡山市)

片岡政喜・山崎晃司・小池伸介・清水慶子・他 5 名(2013) ニホンツキノワグマにおける尿糞中性ステロイドホルモン測定系の確立 ~ 着床遅延の生理メカニズム解明に向けての第一歩 ~ .第 29 回日本霊長類学会・日本哺乳類学会 2013 年度合同大会 (岡山県・岡山市)

Nemoto Y, Koike S, Yamazaki K 他 3 名 (2013) Influence of Food Resource on Movement and Habitat Selection of Japanese Black Bear in Summer. 22nd International Conference on Bear Research and Management (プロボ市 (アメリカ))

Yamazaki K, Koike S 他 3 名 (2013) Myrmecophagy and Radioactive Contamination on Japanese Black Bears in Nikko-Ashio Mountains by the Fukushima Nuclear Power Plant Explosion. 22nd International Conference on Bear Research and Management (プロボ市 (アメリカ))

Kozakai C, Yamazaki K, Koike S 他 7 名 (2013) Activity Budgets of Japanese Black Bears Fluctuate not only Seasonally, but also Daily. 22nd International Conference on Bear Research and Management (プロボ市 (アメリカ))

Koike S, Yamazaki K 他 2 名 (2013) Direct Observation of Bear Myrmecophagy: When and How do Bears Eat Ants? 22nd International Conference on Bear Research and Management (プロボ市 (アメリカ))

古坂志乃・山崎晃司・小池伸介・他 3 名 (2013) 直接観察法によるツキノワグマの春の採食行動と採食物の栄養価の関係 .第 61 回日本生態学会大会 (広島県・広島市)

Nakajima A., Sugita A., Koike S., Yamazaki K., Kaji K. (2012) Difference in gut retention time of Asiatic black bears, when foraging on different patterns of food supply. Joint Meeting of The 59th Annual Meeting of ESJ & The 5th EAFES International Congress (大津市 (日本))

Arimoto, I., Koike S, Yamazaki K., 他 3 名 (2012) Habitat selection of Asiatic black bears based on energy distribution of Fagaceae mast at two contrasting habitats. Joint Meeting of The 59th Annual Meeting of ESJ & The 5th EAFES International Congress (大津市 (日本))

中島亜美・小池伸介・山崎晃司・他 2 名 (2012) クマが秋に太るメカニズム ツキノワグマの消化生理の季節変化とそれが採食行動に及ぼす影響 .日本哺乳類学会 2012 年度大会(神奈川県・相模原市)

小坂井千夏・山崎晃司・小池伸介・他 8 名(2012)ツキノワグマ活動量の変動パターンを見つけました：堅果類の利用可能

性との関係に注目して .日本哺乳類学会 2012 年度大会 (神奈川県・相模原市)

山崎晃司 .(2012) 野生動物調査での衛星テレメトリーシステムの運用とその課題 .日本哺乳類学会 2012 年度大会 (神奈川県・相模原市)

Nakajima A, Koike S, Masaki T, Sugita A, Yamazaki K, Kaji K. (2012) Seasonal change in foraging strategy of Asian black bears revealed by ecological and physiological factors. 21st International Conference for Bear Research and Management (ニューデリー市 (インド))

[図書](計 1 件)

Koike S, Yamazaki K 他 5 名 (2012) Relationships between the fruiting phenology of *Prunus jamasakura* and timing of visits by mammals - estimation of the feeding period using cameratraps. In: Phenology and Climate Change, Xiaoyang Zhang ed., pp53-68, InTech publisher, 320p, Rijeka, Croatia.

6 . 研究組織

(1)研究代表者

山崎 晃司 (YAMAZAKI, Koji)
茨城県自然博物館・資料課 (兼務)・首席学芸員
研究者番号 : 40568424

(2)研究分担者

坪田 敏男 (TSUBOTA, Toshio)
北海道医科大学・(連合)獣医学研究科・教授
研究者番号 : 10207441

小池 伸介 (KOIKE, Shinsuke)
東京農工大学・(連合)農学研究科 (研究員)・講師
研究者番号 : 40514865

清水 慶子 (SHIMIZU, Keiko) 平成 25 年度まで
平成 25 年度まで
岡山理科大学・理学部・教授
研究者番号 : 90135616

(3)連携研究者

正木 隆 (MAZAKI, Takashi)
森林総合研究所
郡 麻里 (KORI, Mari)
森林総合研究所 現ミシガン州立大学
小坂井千夏 (KOZAKAI, Chinatsu)
神奈川県生命の星・地球博物館
中島 亜美 (NAKAJIMA, Ami)
東京都多摩動物公園
根本 唯 (NEMOTO, Yui)
東京農工大学 現只見町ブナセンター