

平成 29 年 6 月 15 日現在

機関番号：12605

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2013～2016

課題番号：25292085

研究課題名(和文) 過採食のもたらす植生とシカへのフィードバック効果：過採食の生態学的意義

研究課題名(英文) Impact of overabundance of sika deer on vegetation and feedback effects on their life history

研究代表者

梶 光一 (Koichi, Kaji)

東京農工大学・(連合) 農学研究科(研究院)・教授

研究者番号：70436674

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 12,100,000円

研究成果の概要(和文)：シカの慢性的な過採食はシカの体サイズの密度依存的な小型化のみならず、下層植生の減少により生態系にもさまざまな影響をもたらしている。すなわち林冠木が利用可能な窒素量が増加し、分解されやすい低いC/N比のリターを土壤に供給するというフィードバック、植生の種多様性、系統多様性の複雑な変化、開花フェノロジーの断絶によるマルハナバチの個体数の減少の示唆などである。昆虫類は、分類群及び機能群により、シカの高密度化に対する反応が異なり、下層植生に依存し、過採食が食物資源や生息環境に負の影響を及ぼすと推測された。このことは、シカの過増加が将来的な生物群集の均質化を引き起こすことを示唆している。

研究成果の概要(英文)：Chronic overgrazing by sika deer has caused smaller body size due to density dependent resource limitation and various impacts on ecosystems. These involved feedback mechanism that available nitrogen for canopy tree increased and supplied litter with low C/N subject to degradation into soil. In addition, we found the complex changes in species diversity and phylogenetic diversity of vegetation, possibility of decrease in bumblebee population due to extinction of bloom phenology. For insects, the responses to high density of deer were different among taxon and functional group, and overgrazing by deer might cause negative feedback effects on insects which depend on understory vegetation through depression of food resources and habitat.

研究分野：野生動物管理学

キーワード：過採食 ニホンジカ 個体群動態 森林植生 生物多様性 土壌侵食 昆虫類

1. 研究開始当初の背景

シカ類の爆発的増加がヨーロッパと北米ならびに日本各地で生じており、シカ類の過増加がもたらす生態系とシカ自身への影響が注目されている。しかし、それらの相互関係について長期モニタリングに基づいて調べられた事例は世界的にも限られ、スナップショットや定性的な評価に留まり、シカの密度増加の機会をとらえて植生の変化やシカ自身に与える影響についての一連のプロセスを詳細に調べることの重要性が指摘されている。

2. 研究の目的

ニホンジカは餌不足になると、不嗜好植物を新たな餌として利用するため、過採食は生態系に不可逆的な影響を与えレジームシフトを引き起こす可能性が高い。本研究ではエゾシカの過採食が森林生態系とシカの個体数変動へ与える影響を定量的に評価し、落葉食へ移行するプロセスとメカニズムを解明するために、シカの個体数と植生の長期モニタリング(9~33年)が実施されてきた北海道内3地域(4調査サイト)とシカが不在の南千島、国後島の対照区において、冬季の環境収容力、シカ密度、シカの採食が植生と土壌侵食へ与える影響、シカの体サイズ、食糞性コガネムシ相を比較検討する。それらの生物多様性に与えるシカの過採食の影響についての詳細な知見に基づいて、過採食の広義の生態学的意義を検討する。

3. 研究の方法

個体数調査とシカ柵を用いた植生群落の長期モニタリング(9~33年)が実施されている知床半島(知床岬、幌別)、北大苫小牧演習林、洞爺湖中島の3地域調査4サイトを選定し、知床と同様の植生であり、かつシカが不在の南千島、国後島に対照区を設置する。これらの調査サイトにおいて以下の項目について調査を実施する。

(1) シカ密度と体重の関係：シカの個体数変動パターンと体サイズの変化を調べる。

(2) 森林植生の変化：長期継続した採食が森林の構造と構成ならびに林床植生に与えた影響を評価する。シカ密度変化に伴う林床植物のアルファ多様性とベータ多様性の変化を評価する。

(3) シカによる土壌侵食量の評価：放射性同位体(セシウム・鉛)を用いて1960年代以降に降下した量から、シカの食害がもたらす林床の裸地化による土壌侵食量を推定する。

(4) 食糞性コガネムシ相の比較：シカ密度・植生構造・食糞性コガネムシ相の関係を明らかにする。

(5) 以上の結果をもとに、シカの個体数変動プロセス、森林生態系へ影響を与える生態的特質を明らかにしたうえで、過採食の広義の生態学的意義を検討する。

4. 研究成果

(1) シカ密度と体重の関係

知床半島では、知床岬(高密度)、幌別・岩尾別(中密度)、真鯉-遠音別(低密度)において、体重と体サイズの密度効果を調べたところ、2つの方向(計測部位と性・年齢クラス)、すなわち体重 後足長 下顎長、幼獣 成獣オス 成獣メスの順に検出された。

洞爺湖中島では若齢個体の体重回復、初産年齢の低下、妊娠率の上昇が観察された。

(2) 森林植生の変化

シカ柵内外の窒素循環

知床、苫小牧、洞爺湖のシカ排除柵内外計66カ所で窒素循環に関わる要因を比較した。全てのサイトで柵外で67-99%下層植生が地下部を含めて減少しており、土壌中硝酸体窒素が増加していた。また優占種であるミズナラ、イタヤカエデ、ハリギリのリターフォールのC/N比が柵外で低下していた。これらのことからシカの採食により下層植生が減少したことで競争相手である林冠木が利用可能な窒素量が増加し、分解されやすい低いC/N比のリターを土壌に供給するというフィードバックが起こっていることが示唆された。

洞爺湖中島における植生変化

調査対象地域である洞爺湖中島における木本および草本植物の永久調査区のデータセットについて、過去に遡り不明な点についてデータを検証し整備を進めた。また新たに取得したデータについても入力した。整備したデータセットの分析より、種多様性、系統多様性は時間経過に伴い単調な変化をしないことが確かめられた。

知床岬における植生変化

2007年~2008年の冬季からシカの個体数調整が開始され、風衝地群落と亜高山高茎草本群落の防鹿柵外において、シカの密度低下に対する植生の反応が検証できる。風衝地群落においては群落高、植被率、種数ともに増加傾向にあって群落レベルでは確認できるものの、種レベルではガンコウラン、ヒメエゾネギ、シコタンヨモギ、ツルクジムシロ等で回復傾向はわずかながら確認されるとはいえ、優占度の増加はきわめて緩やかである。

亜高山高茎草本群落においては、回復はごく緩やかである。群落レベルでは、群落高と植被率ともに2008年にもっとも低かったものの、群落高は2012年までは上昇傾向にあったものの、それ以降はやや停滞している。植被率は2012年にほぼ100%に回復しているので、それ以降は傾向が読み取れない。種数

のみが緩やかに上昇している。種ごとに検討するとクサフジとオオヨモギが2010年から、ヤマブキシヨウマが2012年から優占度が上昇する傾向が認められるものの、不食草であるトウゲブキの優占性が依然として高い状態で推移している。

国後島の植生調査

調査を実施した国後東南部の森林植生、海岸植生、および火山植生の保存状態は良好であり、なおかつそれらの構成種は、知床半島を主体とした北海道東部の各植生と類似性が高かった。ただし、これらの種の中には近年のロシア側の種の認識と日本で一般的な種の認識が異なっている事情から直接的な比較が困難な場合があった。しかし、今回の調査に付随した標本採取に基づいた種の確認(Fukuda et al. 2015)によって、種名の相違による障害も克服できるようになったことから、シカ増加後の回復目標としての植生実態に関するさらに詳細な調査も可能となった。

(3) シカによる土壌侵食量の評価

シカの食害による植生量の衰退による数十年スケールでの土壌侵食量の指標として、¹³⁷Csや²¹⁰Pbexなどの放射性核種の蓄積量による評価が有効であるが、洞爺湖周辺ではこれまでの有珠山の火山活動などにより火山灰降下などがあることから、手法の適用性について検討した。シカの個体数変動プロセスは、林床植生、土壌侵食、土壌栄養塩蓄積の流れの中で、森林生態系の基礎生産へ影響を及ぼすことが考えられ、今後、広義の視点での過採食の生態学的意義を検討する上でも重要であると示唆された。

(4) 食糞性コガネムシ相の比較

昆虫類は、分類群及び分類群内の食性や体サイズなどで分けられる機能群により、シカの高密度化に対する反応が異なっていた。具体的には、過増加が食物資源を増加させると考えられる糞虫類やカミキリムシ類は高密度化に対し正の反応を示した。その一方で、オサムシ類やシテムシ類、草本・低木類を食餌植物とする蛾類では負の反応が見られた。これらは下層植生に依存し、過採食が食物資源や生息環境に負の影響を及ぼすと推測される。このことは、シカの過増加が将来的な生物群集の均質化を引き起こすことを示唆している。加えて、昆虫類が関わる生態系機能にも影響が及んでいる可能性が推測される。

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15件)

Shinoda Y, Akasaka M (2017) Incorporating

habitats of plants and ungulates contributes to prioritize targets for conserving regional plant diversity. *Ecosphere* 8:e01713, DOI: 10.1002/ecs2.1713 査読有

Takeshita K, Ikeda T, Takahashi H, Yoshida T, Igota H, Matsuura Y, Kaji K (2016) Comparison of Drive Counts and Mark-Resight As Methods of Population Size Estimation of Highly Dense Sika Deer (*Cervus nippon*) Populations. *PLoS ONE* 11(10):e0164345.doi:10.1371/journal.pone.0164345 査読有

Ikeda T, Uchida K, Matsuura Y, Takahashi H, Yoshida T, Kaji K, Koizumi I. (2016) Seasonal and Diel Activity Patterns of Eight Sympatric Mammals in Northern Japan Revealed by an Intensive Camera-Trap Survey. *PLoS ONE* 11(10):e0163602.doi:10.1371/journal.pone.0163602 査読有

Iida T, Soga M, Koike S (2016) Effects of an increase in population of sika deer on beetle communities in deciduous forests. *ZooKeys* 625: 67-85. <https://doi.org/10.3897/zookeys.625.9116> 査読有

Jiang Z, Kaji K, Ping X (2016) The Tale of Two Deer: Management of Milu and Sika Deer in Anthropogenic Landscape of East Asia. *Animal Production Science*,

<http://dx.doi.org/10.1071/AN15292> 査読有

赤羽俊亮・日野貴文・吉田剛司 (2016) エゾシカの高密度化に対するマルハナバチ群集の応答. *森林動物学会研究会誌* 41: 1-9. 査読有 <http://ci.nii.ac.jp/naid/40020785070>

小池伸介・曾我昌史・飯田泰地 (2016) 国後島南部と知床岬で採取された地表性甲虫類および食糞性コガネムシ類とその比較. *知床博物館研究報告* 38:5-12. <http://shiretoko-museum.mydns.jp/shuppan/kempo/kempo38> 査読無

Iida T, Soga M, Hiura T, Koike S (2016) Life history traits predict insect species responses to large herbivore overabundance: A multitaxonomic approach. *Journal of Insect Conservation* 20:295-304. doi:10.1007/s10841-016-9866-x 査読有

Hiraoka M, Gomi T, Oda T, Egusa T, Uchiyama Y (2015) Responses of bed load yields from a forested headwater catchment in the eastern Tanzawa Mountains, Japan. *Hydrological Research Letters* 9:41-46. <http://doi.org/10.3178/hrl.9.41> 査読有

Ikeda, T, Takahashi H, Yoshida T, Igota H, Matsuura Y, Takeshita K, Kaji K. (2015) Activity patterns of sika deer (*Cervus nippon*) assessed by camera trap surveys. *Mammal Study* 40: 199-205. doi: 10.3106/041.040.0401 査読有

Takeshita K, Ishizaki M, Mitsuya R, Takahashi H, Yoshida T, Igota H, Ikeda T, Kubo MO, Kaji K (2015) Temporal changes in molar wear speeds rate of a sika deer population under the

density- dependent food limitation. Journal of Zoology 297: 139-145. doi:10.1111/jzo.12258 査読有

von Doormaal, ND, Ohashi H, Koike S, Kaji K (2015) Influence of human activities on the distributions and activity patterns of Japanese sika deer (*Cervus nippon*) and wild boar (*Sus scrofa*) in central Japan. European Journal of Wildlife Research 61:517-527 doi:10.1007/s10344-015-0922-8 査読有

Fukuda T, Yamagishi H, Loguntsev AE, Barkalov VY, Ishikawa Y (2015) Vascular plants from Kunashiri Island, the southernmost island of the Kuril Islands, island arc between Hokkaido and Kamchatka peninsula. Check List: Journal of Species Lists and Distribution. DOI: <http://dx.doi.org/10.15560/11.1.1553> 査読有

Seto T, Matsuda N, Okahisa Y, Kaji K (2015) Effects of Population Density and Snow Depth on the Winter Food Composition of Two Contrasting Sika Deer Populations. Journal of Wildlife Management 79(2):243 - 253; 2015; DOI: 10.1002/jwmg.830 査読有

Fukuda T, Loguntsev A, Antipin M, Kaji K, Ikeda H (2014) A cytological study on *Skimmia japonica* Thunb. (Rutaceae) from Kunashiri Island, the South Kuriles. J. Jap. Bot. 89: 169 - 172. 査読有

梶光一 2013 我が国におけるニホンジカの増加と個体数管理 水利科学 57(4):2-11. 査読無

〔学会発表〕(計 31 件)

邑上亮真・能勢峰・石名坂豪・増田泰・中西将尚・岡田秀明・山中正実・梶光一. ニホンジカの個体群動向を示す生態的指標としての体重・体サイズの評価. 第 64 回日本生態学会大会. 2017.3.15.早稲田大学(東京)

飯田泰地・曾我昌史・小池伸介. 食べ物か棲み家か? -ニホンジカの過増加に対する昆虫類群集の反応の違い. 第 63 回日本生態学会. 2016.3.22. 仙台国際センター(仙台)

篠田悠心・赤坂宗光. シカ柵をどこに設置する? :有蹄類の嗜好性および有蹄類と植物の遭遇可能性に基づく優先設置区域を選定する枠組みの提案. 第 63 回日本生態学会. 2016.3.22. 仙台国際センター(仙台)

上原裕世・梶光一・吉田剛司. ニホンジカの個体数調整による生態系回復を鳥類で探る. 第 63 回日本生態学会. 2016.3.22. 仙台国際センター(仙台)

Takeshita K, Kaneko M, Kaji K. Challenges for sika deer adaptive management using ecological indices of deer performance. 第 63 回日本生態学会. 2016.3.24. 仙台国際センター(仙台)

上原裕世・吉田剛司. 知床岬におけるエゾシカの個体数密度調整による森林性鳥類の変遷. 森林野生動物研究会第 48 回大会.

2015.10.30.東京環境工科専門学校(東京)

Kaji K, Yamanaka M, Masuda Y, Ishinazaka G, Murakami R. Natural Regulation and Management Policy and of Sika deer on Shiretoko World Natural Heritage Site, Hokkaido, Japan. The Wildlife Society 22nd Annual Conference (国際学会). 2015.10.20-10.21. Winnipeg (Manitoba)

Murakami R, Nose T, Ishinazaka T, Masuda Y, Nakanishi M, Okada H, Yamanaka M, Kaji K. An Evaluation of Body Mass and Hind Foot Length as Indicators of Population Monitoring in Hokkaido Sika Deer. 5th International Wildlife Management Congress(国際学会). 2015.7.27-7.30. 札幌コンベンションセンター(札幌)

Iida T, Soga M, Hiura T, Koike S. The modification of insect assemblages by deer overabundance: a comparison between multi-taxa or functional groups. 5th International Wildlife Management Congress(国際学会). 2015.7.29. 札幌コンベンションセンター(札幌)

Murakami R, Nose T, Ishinazaka T, Masuda Y, Nakanishi M, Okada H, Yamanaka M, Kaji K. An Evaluation of Body Mass and Hind Foot Length as Indicators of Population Monitoring in Hokkaido Sika Deer. 5th International Wildlife Management Congress(国際学会). 2015.7.28. 札幌コンベンションセンター(札幌)

梶光一・邑上亮真. 知床と洞爺湖中島におけるエゾシカの爆発的増加と体サイズ・生活史特性の密度依存的变化. 第 62 回日本生態学会. 2015.3.22. 鹿児島大学(鹿児島)

石川幸男. シカの増加が北海道の自然植生に与えた影響. 第 62 回日本生態学会. 2015.3.22. 鹿児島大学(鹿児島)

日浦勉・天野創・日野貴文. 大型草食獣の採食圧による林床植生を介した冷温帯林の物質循環過程の変化. 第 62 回日本生態学会. 2015.3.22. 鹿児島大学(鹿児島)

小池伸介・飯田泰地・曾我昌史. ニホンジカ生息地密度の違いは地表性甲虫類および食糞性コガネムシ類にどのような影響を与える? 第 62 回日本生態学会. 2015.3.22. 鹿児島大学(鹿児島)

五味高志. 洞爺湖中島における数十年スケールでの土壌侵食量推定. 第 62 回日本生態学会. 2015.3.22. 鹿児島大学(鹿児島)

飯田泰地・曾我昌史・日浦勉・小池伸介. シカの過増加が引き起こす昆虫群集の改変: 複数分類群を用いた比較検証. 第 62 回日本生態学会. 2015.3.22. 鹿児島大学(鹿児島)

野創・日浦勉. 森林の物質循環に与えるシカと林床植物の影響. 第 62 回日本生態学会. 2015.3.19. 鹿児島大学(鹿児島)

上亮真・能勢峰・石名坂豪・増田泰・中西将尚・岡田秀明・山中正実・梶光一. エゾシカの個体数変動に伴う体重と体サイズの変化. 第 62 回日本生態学会. 2015.3.19. 鹿児島

島大学(鹿児島)

Kaji K., Takahashi H., Yoshida T., Igota H., Matsuura Y., Ikeda T., Hino T., Azumaya M. Density-Dependent Effects on Body Mass and Reproduction in Sika Deer. The Wildlife Society 21st Annual Conference. 2014.10.29. David L. Lawrence Convention Center. Pittsburgh, (USA)

Seto T, Maruyama T, Kaji K. Evaluation of Body Mass and Body Size as Indicators for Monitoring Sika Deer Populations. The Wildlife Society 21st Annual Conference. 2014.10.28. David L. Lawrence Convention Center. Pittsburgh, (USA)

② Takuma A., Seto T., Maruyama T., Kaji K. Comparison of Tooth Wear in Two Contrasting Sika Deer Populations. 2014.10.27. David L. Lawrence Convention Center. Pittsburgh, (USA)

② Kaji K., Takahashi H., Ueno M., Yoshida T., Igota H., Matsuura Y., Ikeda T. Density effect on body mass and body size of sika deer. The 8th International Deer Biology Congress & International Wildlife Management Symposium. 2014.7.28. 東北林業大学 Harbin (China)

③ 上原裕世・石名坂豪・田澤道弘・中川元・吉田剛司. 知床岬のトリ事情シカ事情 シカによる草地景観の改変と鳥類相変化 . 日本景観生態学会 第 24 回大会 . 2014.6.28. 金沢市地場産業振興センター (金沢)

④ 飯田泰地・曾我昌史・日浦勉・小池伸介. シカ生息密度の違いが食糞性・地表徘徊性甲虫類群集に与える影響. 第 125 回日本森林学会大会. 2014.3.28. 大宮ソニックシティ (さいたま)

⑤ 瀬戸隆之・丸山哲也・松田奈帆子・会田秀樹・新井一司・杉田あき・田熊彩乃・梶光二. 間引きによる密度低下がニホンジカの体サイズに与える影響. 日本生態学会第 61 回全国大会 .2014.3.16. 広島国際会議場(広島)

⑥ Kaji K. Distribution, Status and Management of Ungulates in Japan. XXXI International School of Ethology. Workshop on Ungulate Management in the World with an European Perspective(招待講演), 2013.10.27-11.1. Erice(Italy)

⑦ Kaji K. Hunting system in Japan. Wildlife Management Forum (招待講演) 2013.10.1. National Pingtung University of Science and Technology. 台北 (台湾)

⑧ 石崎真理・竹下和貴・吉田剛司・伊吾田宏正・高橋裕史・池田 敬・三ツ矢綾子・久保麦野・梶光二. ニホンジカ個体群崩壊に伴う歯の摩滅と体サイズの変化. 第 29 回霊長類学会・日本哺乳類学会 2013 年度合同大会. 2013.9.8.岡山理科大学

⑨ Ikeda T., Takahashi H., Igota H., Kaji K. Comparing methods of estimating Sika deer population in Hokkaido, Japan. 11th International

Mammalogical Congress. 2013.8.12. Queen's University. Belfast(Ireland)

⑩ Kaji K., Miyaki M., Takahashi H., Yoshida T. Impact of population irruption of Sika deer on vegetation and feedback effects on their life history on Nakanoshima Island, Hokkaido. 11th International Mammalogical Congress. 2013.8.12. Queen's University. Belfast(Ireland)

⑪ 上原裕世・川路則友・梶光二・吉田剛司. エゾシカの高密度化により植生構造が改変された洞爺湖中島におけるヤブサメの生息地選択. 日本景観生態学会第 23 回盛岡大会. 2013.6.29. 岩手大学工学部 (岩手)

〔図書〕(計 2 件)

梶光二・小池伸介編. 『野生動物の管理システム クマ, シカ, イノシシとの共存をめざして』 KS 地球環境科学専門書. 講談社. 2015 年. 225 頁

梶光二・土屋俊幸編. 『野生動物管理システム』東京大学出版会. 2014 年. 256p.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

梶 光一 (KAJI KOICHI)

東京農工大学・大学院農学研究院・教授
研究者番号: 70436674

(2) 研究分担者

吉田 剛司 (YOSHIDA TSUYOSHI)

酪農学園大学・農食環境学群・教授
研究者番号: 00458134

五味 高志 (GOMI TAKASHI)

東京農工大学・大学院農学研究院・教授
研究者番号: 30378921

赤坂 宗光 (AKASAKA MUNEMITSU)

東京農工大学・大学院農学研究院・准教授
研究者番号: 70446384

小池 伸介 (KOIKE SHINSUKE)

東京農工大学・大学院農学研究院・准教授
研究者番号: 40514865

日浦 勉 (HIURA TSUTOMU)

北海道大学・北方生物圏フィールド科学センター・教授
研究者番号: 70250496

石川 幸男 (ISHIKAWA YUKIKO)

弘前大学・白神自然環境研究所・教授
研究者番号: 80193291

(3) 連携研究者

宮木 雅美 (MIYAKI MASAMI)

酪農学園大学・農食環境学群・教授
研究者番号: 60442604

伊吾田 宏正(IGOTA HIROMASA)
酪農学園大学・農食環境学群・准教授
研究者番号：60442604

高橋 裕史(TAKAHASI HIROSI)
独立行政法人森林総合研究所・主任研究員
研究者番号：60399780

(4)研究協力者

松浦 由紀子(MATSUURA YUKIKO)
上野 真由美(UENO MAYUMI)
池田 敬 (IKEDA TAKASHI)
竹下 和貴 (TAKESHITA KAZUTAKA)
増田 泰 (MASUDA YASUSHI)
東谷 宗光(AZUMAYA MUNMITSU)
上原 裕世 (UEHARA HIROYO)