

平成 21 年 6 月 16 日現在

研究種目：基盤研究 (B)

研究期間：2007～2008

課題番号：19380084

研究課題名 (和文) エゾシカ個体群の爆発的増加に関する研究

研究課題名 (英文) Study on irruptive behavior of sika deer on Hokkaido

研究代表者

梶 光一 (KAJI KOICHI)

東京農工大学・大学院共生科学技術研究院・教授

研究者番号：70436674

研究成果の概要：爆発的増加後に大量死を経験した二つのエゾシカ個体群、すなわち冬季の気象が比較的穏やかで餌が乏しい洞爺湖中島と冬季の気象が厳しいが餌が豊富な知床のシカ個体群を対象に個体数の変動要因を調べたところ、冬季の積雪量が個体数の上限を決定し、夏季の餌の質が体サイズを決定していることが明らかになった。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	6,100,000	1,830,000	7,930,000
2008年度	5,300,000	1,590,000	6,890,000
年度			
年度			
年度			
総計	11,400,000	3,420,000	14,820,000

研究分野：農学

科研費の分科・細目：林学・森林科学

キーワード：エゾシカ、爆発的増加、個体群動態、餌資源制限

1. 研究開始当初の背景

保護下あるいは新天地に導入された大型草食獣は爆発的増加後に群が崩壊し、その後ピーク時よりも低密度で安定する「爆発的増加モデル」が広く受け入れられてきた。しかし、大型草食獣の爆発的増加と崩壊現象の詳細な報告は島などに導入された数例に限られ、しかも崩壊後の群の挙動を追跡した事例は乏しく、実証されない仮想モデルにとどまっていた。

2. 研究の目的

餌資源制限が体重減少、初産年齢上昇、出生率低下、死亡率増加をもたらすことから、爆発的増加と崩壊の歴史があり、冬季の気象

条件の異なる2地域の対象的な個体群（洞爺湖中島と知床岬）を対象に、爆発的増加の現象を解明するために、次の仮説を設定して検証する。

(1) 夏季の生息地の質が体サイズと繁殖力に強い影響を与える。

(2) 冬季の気象および冬季生息地の質と量が、死亡パターンの相違をもたらす。

3. 研究の方法

(1) 個体数のモニタリング

洞爺湖中島では、追い出し法、知床岬では航空機を用いたセンサスにより、個体数推定を行なう。

(2) 個体群密度と変動パターン解析
 生息数、子連れ率、死亡数を調べ、個体群パラメータ間の相互関係、個体数の年次変動に与える影響（制限要因）と密度依存的な要因（個体群調節）について解析する。

(3) 生息地評価
 相対的な利用可能量は移動ケージ法を用い、影響的環境収容力については栄養分析を行う。

(4) 疾病
 学術捕獲個体の血液学的調査

4. 研究成果

(1) 個体数変動

① 洞爺湖中島：主要な冬期の餌は 1980～1984 年にはササ・枝・樹皮、1985～2004 年にはハイヌガヤ・落葉、2005 年以降は落葉へと変化した。群の崩壊はササが消失した 1984 年、ハイヌガヤが消失した 2004 年に生じている。調査期間内のエゾシカの個体数は、2008 年と 2009 年の 3 月とも 252～246 頭であり、約 50 頭/km² と高い生息密度が維持されていた（図 1）。兩年の冬とも暖冬であったため冬季死亡はほとんど生じなかった。

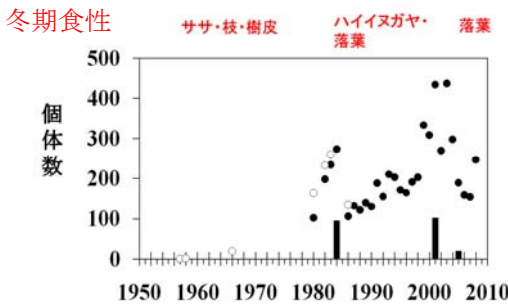


図 1. 洞爺湖中島のエゾシカの個体数の変化。白丸：推定値、黒丸：観察値、縦棒：間引き数。

② 知床岬：1995～2005 年には個体数のピークは 600 頭前後で変動してきた。2007～2009 年にはシカ密度は 90-96 頭/km² と高密度で維持された（図 2）。

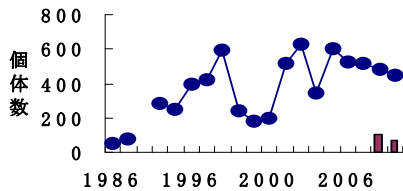


図 2. 知床岬のエゾシカの個体数変動。縦棒はセンサス後の間引きを示す。(Kaji et al. 2004 に知床財団資料を付加)。2008 年と 2009 年の個体数には越冬前の間引き数を加えてある。

2007 年 12 月から間引きが開始されたが、2005 年以降、暖冬が継続しているため冬季死亡はほとんど生じなかった。

(2) 個体群密度と変動パターン解析

① 洞爺湖中島

メスジカの体重は各年齢とも密度依存的な資源制限によって大きな年次変動を示した。若いメスの体重の減少により、初産年齢は 1 歳から 3 歳に上昇したが、成獣の妊娠率および秋季の子連れ率（図 3）は比較的高い値で推移した。春季の子連れ率は個体群成長率と関係していること（図 4）から、子の冬季死亡率が個体群制御に大きな影響を与えていることが明らかとなった。子の一冬の死亡率は成獣雌の体重が減少するにつれ上昇している（図 5）。以上から餌資源制限は、まず初産年齢の上昇をもたらすが、成獣の繁殖力には影響せず子の冬季死亡率を増加させることが示唆された。

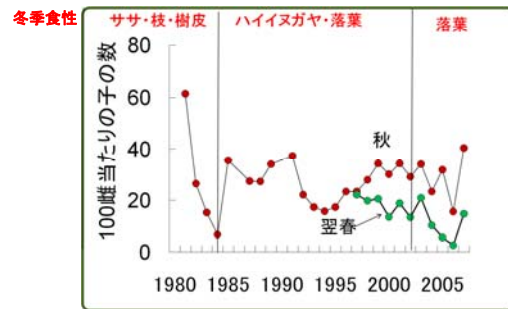


図 3. 100 メス当たりの子の比率の推移。

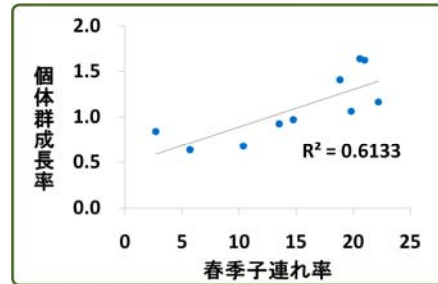


図 4. 春季子連れ率と個体群成長率の関係。

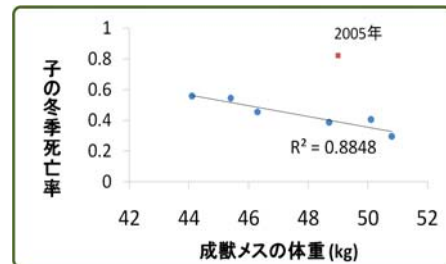


図 5. 成獣メスの体重と子の冬季死亡率の関係。

②知床岬

成獣の角のサイズから推定される体サイズは、1982～1994年の間に変化していない。同時期の100メス当たりの子連れ率にも大きな変化はみられない。2007年および2008年に間引かれた1歳以上のメスの妊娠率は2007年に98% (n=61)、2008年に97% (n=38)と極めて高い値で推移した。すなわち知床岬のエゾシカ個体群は体格が大きく、妊娠率が高い高質個体群として維持されている。

(3)生息地評価

洞爺湖中島(面積5km²)は落葉広葉樹林とごく小規模の草原(面積2ha)からなり、シカの長期にわたる採食によって植生が改変されたために、現在では周年を通じて落葉が主要な餌となっている。生息密度は50頭/km²が維持されている。一方、知床岬(調査面積5km²)は針広混交林と海岸大地草原からなり、シカは夏にイネ科草本、冬にササに依存している。冬季の上限密度(生態的環境収容力)は120頭/km²である。

① 質の評価(栄養的環境収容力)

洞爺湖中島では餌資源の利用可能量が乏しいものの草本は春から秋まで、豊富に存在する落葉は初夏に高い疎タンパク含有率をもち、成長要求量を上回っている(図6)。落葉は秋以降、維持要求量を下回るが、高いエネルギー量を保持している。知床岬ではイネ科草本が夏季に、ササは夏冬とも高い粗タンパク含有率をもち、安定している。

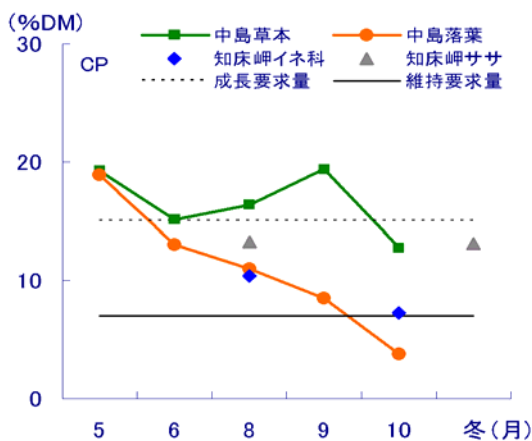


図6. 洞爺湖中島と知床岬における餌植物の粗タンパク含有率。

② 量的評価

洞爺湖中島の草原の草本の栄養価は高いが、面積が限られるので最大の現存量となる6月でも最大で35頭が限度である。それに対し落葉は大量に存在し、主要な餌となっている(図8)。一方、知床岬においては、イネ科は大量に存在し(面積13ha)、採食率は低いいため夏から秋の環境収容力には余裕があり、約700～900頭の生息が可能である。

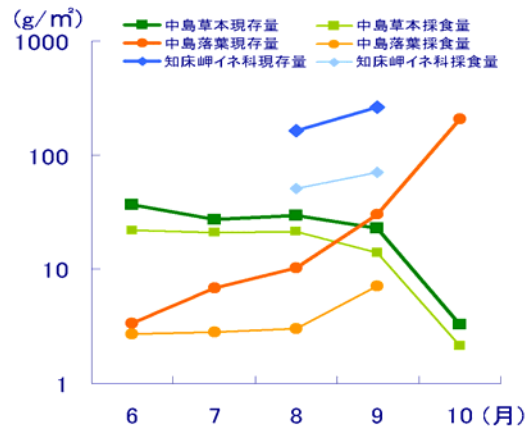


図8 洞爺湖中島と知床岬における餌植物の採食量と現存量の季節変化。

(4) 疾病

学術捕獲個体からマダニ類が媒介するリケッチアが発見されたが、個体群動態に与える影響については不明である。

(5) まとめ

対照的な2個体群の比較から、両個体群とも冬季の気象と密度依存的な資源制限が個体数のピークを決定するが、環境収容力の地域差と夏冬の季節差が異なる変動パターンをもたらすこと、積雪が少なればニホンジカは周年にわたり、落葉に依存して高密度状態が継続する可能性が示唆された。

(6) 国内外における位置づけ

本研究で行なった有蹄類の爆発的増加現象の詳細な観察およびその要因観察については、国内外とも前例がない。大型草食獣の爆発的増加モデルは、導入あるいは再定着の個体群が高密度のピークに達して群の崩壊が生じ、最終的には減少した餌資源に見合った静的な平衡状態、いわゆる環境収容力に到達することを予測する(Caughley 1970)。しかし、本研究で調べた2個体群とも予測に反している。ニホンジカが代替餌を開拓することによって密度依存的餌資源制限によるフィードバックから逸脱し、レジームシフトを引き起こすことを示唆している。また、個体

群制限に与える要因として冬季の気象要因が極めて重要であり、温暖化が有蹄類の爆発的増加を引き起こすことを示した。

(7) 今後の展望

長期間の採食圧がシカ個体群の生活史特性に影響し、代替餌が高密度個体群を維持することが示唆されている (Simard et al. 2008) が、スナップショットの研究であるために実証性に欠いている。そこで、資源制限下で高密度個体群が維持されるメカニズムを探るため、「長期に継続した採食圧による餌の質量の転換 (高質・少量→低質・大量) がシカの生活史特性にフィードバック効果を与え、小型で繁殖力の低い低質個体群となることにより餌不足を緩和し、高密度状態を維持している」ことを仮説として設定し、実証研究に取り組むことにより、日本各地のニホンジカの過増加現象を解明し、その対策のための基盤を構築する (基盤研究A 2009～2012年として採択済)。

Caughley G. (1970) *Ecology* 51:53-72.

Simard et al. (2008) *Journal of Animal Ecology* 77:678-686.

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 18 件)

- ① Ueno, M., Matsuishi, T., Solberg, E. J., Saitoh, T. Application of cohort analysis to large terrestrial mammal kill data. *Mammal Study*. (in press). 査読有
- ② Kaji, K., Takahashi, H., Okada, H., Kohira, M., Yamanaka, M. Irregular behavior of sika deer. Pages 421-436, in D. R. McCullough, S. Takatsuki and K. Kaji editors, *Sika deer: Biology and Management of Native and Introduced Populations*. Springer. (2009) 査読無.
- ③ Uno, H., Kaji, K., Tamada, K. Sika deer population irruption and their management on Hokkaido Island, Japan. Pages 405-420, in D. R. McCullough, S. Takatsuki and K. Kaji editors, *Sika deer: Biology and Management of Native and Introduced Populations*. Springer. (2009) 査読無.
- ④ Miyaki, M., Kaji K. The dynamics of forest stands affected by sika deer on Nakanoshima Island—changes of size structure similar to the thinning effect. Pages 193-206, in D. R. McCullough, S. Takatsuki and K. Kaji editors, *Sika deer: Biology and Management of Native and Introduced Populations*. Springer. (2009) 査読無.
- ⑤ Miyaki, M., Kaji K. Shift to litterfall as year-round forage for sika deer after a population crash. Pages 171-180 in D. R. McCullough, S. Takatsuki and K. Kaji editors, *Sika deer: Biology and Management of Native and Introduced Populations*. Springer. (2009) 査読無.
- ⑥ 梶光一 国立公園のシカ管理：イエローストーンと知床 森林科学 53号, 18-22. (2008) 査読無.
- ⑦ 高橋裕史. どこまで資源? 資源制限下におけるシカの餌転換. 林業と薬剤 (印刷中) (2008) 査読無
- ⑧ 高橋裕史. 数える、防ぐ、ときどき食べる —森林保全を目指した野生動物管理—. 森林総合研究所関西支所年報 (印刷中) (2008) 査読無
- ⑨ Yamamura K, Matsuda H, Yokomizo H, Kaji K et al. 9名のうち4番目. Harvest-based Bayesian estimation of sika deer populations using a state-space model. *Population Ecology* 50: 131-144. (2008) 査読有
- ⑩ Inokuma H, Seino N, Suzuki M, Kaji K, Takahashi H, Igota H, Inoue, S. Detection of *Rickettsia helvetica* DNA from Peripheral Blood of Sika Deer (*Cervus nippon yezoensis*) in Japan. *Journal of Wildlife Diseases* 44(1):164-167. (2008) 査読有
- ⑪ 梶光一 知床世界自然遺産地域のエゾシカ保護管理計画—管理すべきか、遷移に委ねるべきか— 遺伝 61(5):18-21. (2007) 査読無
- ⑫ Hatama S, Shibahara T, Suzuki M et al. 6名のうち3番目 Isolation of a Megatrypanum trypanosome from sika deer (*Cervus nippon yezoensis*) in Japan. *Vet. Parasitol.* 49:56-64. (2007) 査読有
- ⑬ Matsuura, Y, Suzuki M et al. 5名のうち2番目 Prevalence of antibody to hepatitis E virus among wild sika deer, *Cervus nippon*, in Japan. *Arch. Virol.* 152, 1375-1381. (2007) 査読有
- ⑭ Tsuyuzaki S, Takahashi H. Pits conserve species diversity in an overgrazed grassland. *Applied Ecology and Environmental Research* 5(2): 25-36. (2007) 査読有
- ⑮ Nabata, D., Kaji, K., Nagata, J., Masuda, R. Genetic structure changes of expanding sika deer (*Cervus nippon*) populations in central and western Hokkaido, revealed by mitochondrial DNA analysis. *Mammal Study*. 32: 17-22. (2007) 査読有
- ⑯ Ozaki, M., Suwa, G., Kaji, K., Ohba, T., Hosoi, E., Koizumi, T., Takatsuki, S. Correlations between feeding type and mandibular morphology in the sika deer (*Cervus nippon*).

Journal of Zoology. 272: 244-257. (2007) 査読有

- ⑰ Tamamoto C, Seino, N, Suzuki M, Kaji K, Takahashi H, Inokuma H. Detection of Ehrlichia muris DNA from sika deer (*Cervus nippon yezoensis*) in Hokkaido, Japan Veterinary Parasitology 150: 370-373. (2007) 査読有
- ⑱ Ueno M, Nishimura C, Takahashi H, Kaji K, Saitoh T. Fecal nitrogen as an index of diet quality in two contrasting sika deer *Cervus nippon* populations. Acta theriologica 52 (2): 119-128. (2007) 査読有

[学会発表] (計 12 件)

- ① 高橋裕史. 2004 年台風 18 号風倒地のニホンジカ: 千歳国有林周辺の分布. 日本哺乳類学会 2008 年度大会. 2008 年 9 月 13 日. 山口大学 (山口市)
- ② 松浦友紀子. Vaginal implant transmitter を用いたエゾシカの出産検知の試み. 日本哺乳類学会 2008 年度大会. 2008 年 9 月 13 日. 山口大学 (山口市)
- ③ 梶光一. 国立公園のシカ管理—イエローストーンと知床—. 第 120 回日本森林学会大会. 2009 年 3 月 26 日. 京都大学吉田キャンパス.
- ④ 及川真里亜. 栄養学的環境収容力に基づくニホンジカ (*Cervus nippon*) の生息地評価. 第 56 回日本生態学会. 2009 年 3 月 18 日. 岩手県立大学.
- ⑤ 山本悠子. 餌資源の質と量によるエゾシカの生息地評価～対照的な二地域、知床岬・洞爺湖中島の比較～. 第 56 回日本生態学会. 2009 年 3 月 18 日. 岩手県立大
- ⑥ 梶光一. 長期餌資源制限がニホンジカの生活史特性へ及ぼすフィードバック効果の可能性. 第 56 回日本生態学会. 2009 年 3 月 21 日. 岩手県立大学.
- ⑦ 梶光一. エゾシカの餌資源制限による体重変動と個体群制御. 個体群生態学会第 24 回年次大会. 2008 年 10 月 19 日. 東京大学農学部
- ⑧ 高橋裕史. 資源制限下にあるニホンジカの餌転換. 第 55 回日本生態学会. 2008 年 3 月 16 日. 福岡国際会議場.
- ⑨ 梶光一. ニホンジカの過増加を示す指標. 第 55 回日本生態学会. 2008 年 3 月 16 日. 福岡国際会議場.
- ⑩ 山本悠子. 対照的な二地域におけるエゾシカ生息地の質と量による評価. 第 55 回日本生態学会. 2008 年 3 月 17 日. 福岡国際会議場.
- ⑪ Kaji K. Irruptive behavior of sika deer: comparison of two contrasting populations. The 23rd Symposium of the Society of Population Ecology. 2007 年 10 月 19-20 日.

札幌市、定山溪.

- ⑫ 名畑太智. 父系遺伝子 ZFY に基づくアカシカおよびニホンジカの分子系統地理. 日本哺乳類学会大会. 2007 年 9 月 15-17 日. 東京農工大学.

[図書] (計 2 件)

- ① McCullough, D.R., Takatsuki, S., Kaji, K. (Eds.) Sika deer: Biology and Management of Native and Introduced Populations. Springer. (2009) 査読無.
- ② 梶光一・神崎伸夫監修, 江成広斗・須田知樹監訳 (2007) 『生息地復元のための野生動物学』M. L. モリソン著. 朝倉書店 査読無

6. 研究組織

(1) 研究代表者

梶光一 (KAJI KOICHI)

東京農工大学・大学院共生科学技術研究院・教授

研究者番号: 70436674

(2) 研究分担者

宮木 雅美 (MIYAKI MASAMI)

北海道環境科学研究センター・自然環境部・部長

研究者番号: 60442604

鈴木 正嗣 (SUZUKI MASATSUGU)

岐阜大学・応用生物科学部・教授

研究者番号: 90216440

高橋 裕史 (TAKAHASHI HIROSHI)

独立行政法人森林総合研究所・関西支所・生物多様性グループ・主任研究員

研究者番号: 60399780

(3) 連携研究者

齊藤 隆 (SAITOH TAKASHI)

北海道大学・北方生物圏フィールド科学研究センター・教授

研究者番号: 00183814

(4) 研究協力者

山中 正実・岡田 秀明・小平 真佐夫 (知床財団)、小川 裕司 (洞爺ガイドセンター)、及川 真里亜 (東京農工大学博士課程)、山本 悠子 (東京農工大学修士課程)