

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成25年 6月17日現在

機関番号：80122

研究種目：基盤研究（B）

研究期間：2010年度～2012年度

課題番号：22380087

研究課題名（和文） ニホンジカの分布拡大過程と空間構造の解明

研究課題名（英文） Temporal Change in spatial distribution and genetic structure of a sika deer population

研究代表者：

宇野 裕之（UNO HIROYUKI）

地方独立行政法人 北海道立総合研究機構・環境・地質研究本部・環境科学研究センター
自然環境部・研究主幹

研究者番号：80442614

研究成果の概要（和文）：

北海道におけるエゾシカ (*Cervus nippon*) の分布域は、1990～2000年代に東部から西部に拡大した。約15年の間に、ミトコンドリアDNAを基に推定した分集団は4から3に、マイクロサテライトDNAを基にした分集団は5から3に減少した。ミトコンドリアDNAを基にした変化は、高密度（北東部）地域から低密度（北西部）地域へのメスジカの分散と関連していることが示唆された。一方、マイクロサテライトDNAを基にした変化は、オスの分集団間の双方向の分散と関連していると考えられた。努力量当りの目撃数データを用いた分布拡大シミュレーションモデルにより、シカの移動分散の環境障壁として積雪深、大規模な河川、都市域、少ない植生被覆及び高標高域などが重要であることが示唆された。

研究成果の概要（英文）：

The distribution area of sika deer (*Cervus nippon*) in Hokkaido has expanded from east to west during the 1990s and the 2000s. The genetic structure changed from 4 to 3 subpopulations based on mtDNA and from 5 to 3 subpopulations based on microsatellite DNA across the 15-year periods. The temporal change in mtDNA-based structure might be linked to the dispersal of female deer from higher (the northeast) to lower (the northwest) density area. In comparison, the change in microsatellite DNA-based structure might be linked to the bi-directional dispersal of males among subpopulations. The environmental barriers for deer movement or dispersal were estimated to be snow depth, large river, city area, fewer vegetation cover and higher elevation area based on the simulation model using the data of sighting per unit effort.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	4,000,000	1,200,000	5,200,000
2011年度	3,300,000	990,000	4,290,000
2012年度	3,300,000	990,000	4,290,000
年度			
年度			
総計	10,600,000	3,180,000	13,780,000

研究分野：動物生態学

科研費の分科・細目：森林学、森林科学

キーワード：エゾシカ・狩猟努力量当りの目撃数・遺伝的空間構造・ミトコンドリアDNA・マイクロサテライトDNA・地理情報システム・生息地モデル

1. 研究開始当初の背景

ニホンジカの分布域は過去 30 年間に約 2 倍に拡大し、日本各地の森林生態系がシカの採食圧によって大きな影響を受けている。また、近年は脆弱な生態系が多い多雪地域への分布拡大が懸念されており、効果的な個体群管理を行っていくためには分布拡大過程を明らかにする必要がある。

2. 研究の目的

本研究の目的は、シカの季節移動、積雪期間や針葉樹林に着目して、DNA 分析、リモートセンシング技術や景観生態学的手法を用いて、(1) 個体群の遺伝的空間構造を明らかにする、(2) 空間明示的モデルを開発し、個体数変動に及ぼす要因を明らかにすることである。

3. 研究の方法

(1) 分布及び個体数の動向解析

4 回 (1978 年, 1984 年, 1991 年及び 1998 年) の分布調査をもとに分布拡大地域を明らかにした。また、2008 年～2010 年度の狩猟カレンダー情報 (出猟した月日、出猟場所、シカを目撃数や捕獲数) をもとに、個体数指数として有効な努力量当りの目撃数 (以下 SPUE) を 5 倍メッシュ (約 5×5km) 単位で整備した。1990～2007 年度の既存の SPUE と比較することにより、分布の変化及び個体数の動向を明らかにした。

(2) 遺伝的空間構造の解明

1990 年代に捕獲されたエゾシカの筋肉組織 168 例, 2008～2010 年に収集した 648 例のうち 169 例のサンプルについて、ミトコンドリア DNA の D-loop 領域とマイクロサテライト DNA の 10 座位について解析を行い、遺伝的な空間構造及びその変化を明らかにした。

(3) 個体群構造に関わる地理的要因の解明

衛星画像とリモートセンシング技術を用いて根雪と融雪時期を空間的に把握し、積雪期間データを作成した。既存の地理情報システムを活用し、気象、植生、土地利用などの生息環境データを整備した。さらに、エゾシカの移動障壁と考えられる地形、人口密集程度、河川幅 (流域面積から推定)、幹線国道などのデータを 5 倍メッシュごとに作成した。

(4) 分布拡大シミュレーションモデル及び空間明示的個体群動態モデルの開発

分布拡大の過程と要因を明らかにするために、SPUE データを用いてシミュレーションモデルを開発し、環境障壁の効果を検証した。さらに、個体数変動を明らかにするための状態空間モデルを検討した。

4. 研究成果

(1) 分布及び個体数の動向解析

2008 年度 (63, 529 件)、2009 年度 (60, 832 件) 及び 2010 年度 (58, 114 件) の狩猟カレンダー情報を用いてメッシュ及び市町村ごとの SPUE データを整備した (図 1)。過去との比較から、2000 年代に日本海沿岸地域で分布拡大が顕著にみられること、西部 (日高・宗谷など) では SPUE 値が上昇している一方、東部 (釧路など) では SPUE 値の低下が認められた。東部個体群の加入率の年変動とその要因について一般化線形モデルを用いて解析を行った結果、積雪が加入率を決定する主要因であることが示唆された。

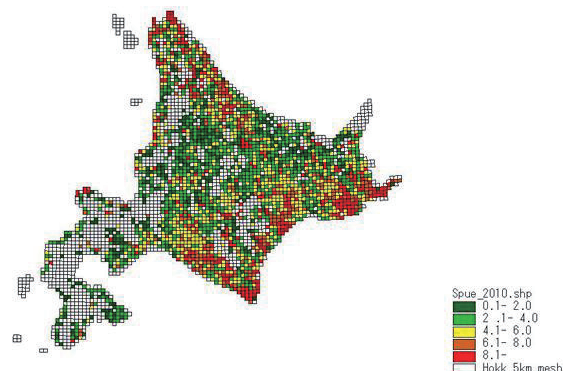


図 1. 2010 年度の努力量当りの目撃数 (SPUE)。狩猟カレンダーの解析から 5 kmメッシュごとの狩猟者 1 人 1 日当りのエゾシカ目撃数を算出した。

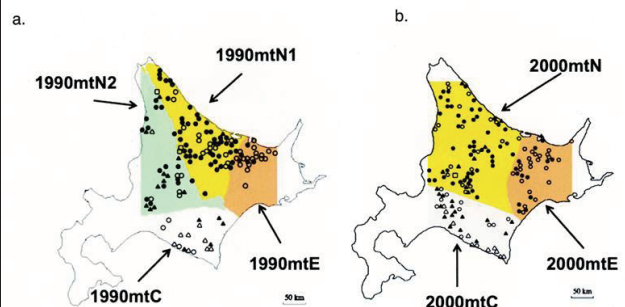


図 2. ミトコンドリア DNA のハプロタイプに基づく遺伝的空間構造 (Ou Wei et al. in preparation). a) 1991-1996 年, b) 2008-2010 年サンプル。

(2) 遺伝的空間構造の解明

ミトコンドリア DNA を用いた解析によると地域的な分集団が4つから3つに減少(図2)、マイクロサテライト DNA によると5つから3つに減少したことが明らかとなった。ミトコンドリア DNA に基づく空間構造の変化は、高密度(オホーツク海沿岸)地域から低密度(日本海沿岸)地域へのメスジカの分散、マイクロサテライト DNA に基づく変化は分集団間のオスジカの双方向的な分散と関連していることが示唆された。

(3) 個体群構造に関わる地理的要因の解明

エゾシカの生息環境に関わる基盤情報として、既存情報に加えて新たに MODIS を用いた積雪期間推定のアルゴリズムを開発し地図化した。次に、1978年、1984年、1991年、1998年の各時期の制限要因を MAXENT モデルを用いて推定し、積雪要因の制限が年々低下するとともに、1998年以降エゾシカの内的要因(前回分布からの距離)が相対的に高まる傾向を示した。さらに、GIS を用いて、河川幅、幹線国道、人口密集程度及び地形要因(尾根等)に係る 5km メッシュデータの構築を進めた。

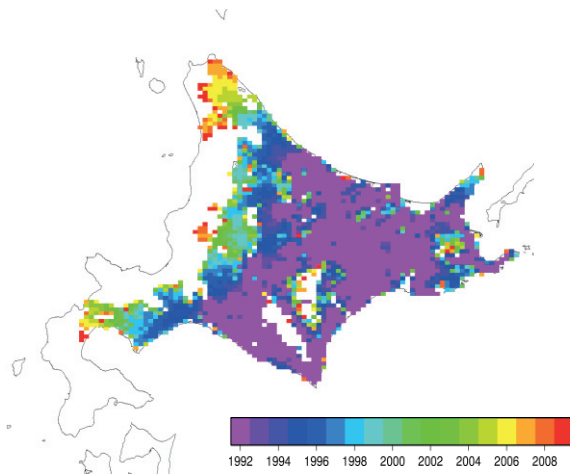


図3. パーコレーションモデルより得られた分布拡大予測の結果例。

(4) 分布拡大シミュレーションモデル及び空間明示的個体群動態モデルの開発

エゾシカの分布拡大の過程と要因を明らかにするために、2種類の分布拡大シミュレーションモデルを検討した。一つはパーコレーションモデルで、周囲からの移入確率は対象セルにおける地理的要因に影響されると仮

定し、SPUE 情報を基にパラメータ推定を試みた結果、植生被覆率や積雪深、標高がシカの移動分散に影響していることが示唆された(図3)。

もう一方は、拡散方程式をベースとしたモデルで、分布拡大における障壁について検討した結果、人口集中地域(都市域)、大規模河川(河川幅)、高標高(尾根)などの組合せが重要であることが示された(図4)。さらに、SPUE データと状態空間モデルを用いた個体数推定手法の開発を行った。

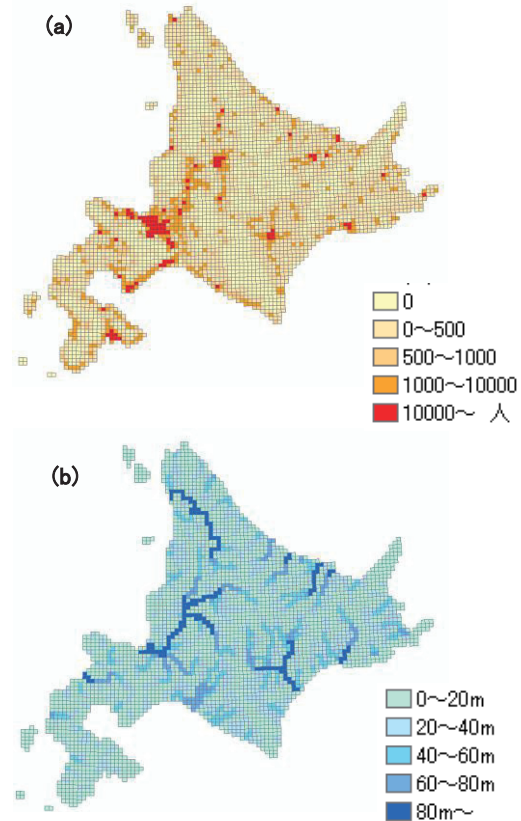


図4. 北海道の(a)人口集中地域、及び(b)河川幅。河川幅は流域面積から算出した。

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4件)

① Uno H, Asahi R, Akasaka T, A comparison of sika deer population conditions between the Hidaka and Akan districts in Hokkaido, Japan, *Mammal Study*, 査読有、Vol. 38、2013 (受理済)

<http://www.mammalogy.jp/journals/MammalStudy.html>

② Terada C, Yamada T, Uno H, Saitoh T,

New mtDNA haplotypes of the sika deer (*Cervus nippon*) found in Hokkaido, Japan suggest human-mediated immigration, *Mammal Study*, 査読有、Vol. 38, 2013 (受理済)
<http://www.mammalogy.jp/journals/MammalStudy.html>

③ 宇野裕之、エゾシカの過増加と森林植生～野生動物管理の視点、*北方森林研究*、査読有、61巻、2013、pp.5-6.

④ 濱原和広、階層ベイズモデルを用いたMODIS Level-2 雪プロダクト時系列データからの積雪期間マップの作成、*北海道環境科学研究センター所報*、査読無、第36号、2010、pp.21-27.

[学会発表] (計13件)

① 濱原和広、宇野裕之、高田雅之、エゾシカの分布拡大における積雪の影響—積雪モデルより得られた積雪の時空間分布を用いた解析—、*日本生態学会第60回大会*、2013年3月5-9日、静岡市

② 高田雅之、棗庄輔、宇野裕之、エゾシカ分布拡大過程への拡散モデル適用の試み、*地理情報システム学会2012年度大会*、2012年10月13-14日、広島市

③ 宇野裕之、旭亮介、赤坂猛、エゾシカの日高及び阿寒個体群の質的検討、*日本哺乳類学会2012年度大会*、2012年9月20-23日、相模原市

④ Uno H, Akashi N, Watanabe O, Watanabe N, The browsing index of sika deer as a management tool in Hokkaido, Japan, *日本生態学会第59回大会*、2012年3月17-21日、大津市

⑤ Ou Wei, Igota M, Nagata J, Kaji K, Saitoh T, Genetic differences between residents and migrants of an eastern sika deer (*Cervus nippon*) population in Hokkaido, Japan, *日本生態学会第59回大会*、2012年3月17-21日、大津市

⑥ 濱原和広、高田雅之、宇野裕之、狩猟者情報を利用したエゾシカの移動分散における地理的障壁の評価の試み、*日本生態学会第59回大会*、2012年3月17-21日、大津市

⑦ Muramatsu H, Fujita H, Takada M, Analysis of sika deer trails using multi-temporal air photographs in Sarobetsu Mire, Hokkaido, *日本生態学会第*

59回大会、2012年3月17-21日、大津市

⑧ 高田雅之、富士田裕子、村松弘規、橋田金重、空中写真を用いた湿原におけるエゾシカの生息痕跡の抽出と評価、*地理情報システム学会*、2011年10月15-16日、鹿児島市

⑨ Uno H, Ueno M, Inatomi Y, Yamamura K, Management of the sika deer population on Hokkaido Island, Japan, *XXXth International Union of Game Biologist Congress*、2011年9月5-9日、バルセロナ市 (スペイン)

⑩ Ou Wei, Takekawa S, Nagata J, Masuda R, Uno H, Saitoh T, Temporal change in spatial genetic structure of the sika deer (*Cervus nippon*) for over 15 years in Hokkaido, Japan, *日本生態学会第58回大会*、2011年3月10日、札幌市

⑪ 鈴木透、山根正伸、笹川裕史、羽太博樹、ニホンジカと森林の統合的管理に向けたGISデータベースの構築に関する研究、*地理情報システム学会*、2010年10月24日、京都市

⑫ 宇野裕之、北海道東部エゾシカ個体群の加入率～年変動とその要因解析、*日本哺乳類学会2010年度大会*、2010年9月18日、岐阜市

⑬ Akashi N, Uno H, Index of deer abundance based on tree browsing, *95th ESA Annual Meeting*、2010年8月1-6日、ピッツバーグ市

[図書] (計3件)

① 宇野裕之、他、文永堂出版、*野生動物管理—理論と技術—*、2012、pp.145-159.

② 宇野裕之、他、北海道新聞社、*北海道の森林*、2011、pp.63-68.

③ 宇野裕之、他、北海道新聞社、*知床の自然保護*、2010、pp.80-85.

[産業財産権]

○出願状況 (計0件)

○取得状況 (計0件)

[その他]

ホームページ等

<http://www.hro.or.jp/event/lunch/lts5.html>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

宇野 裕之 (UNO HIROYUKI)
地方独立行政法人 北海道立総合研究機構・環境・地質研究本部・環境科学研究センター自然環境部・研究主幹
研究者番号：80442614

(2) 研究分担者

高田 雅之 (TAKADA MASAYUKI)
法政大学・人間環境学部・教授
研究者番号：40442610

齊藤 隆 (SAITOH TAKASHI)
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：00183814

(3) 連携研究者

梶 光一 (KAJI KOUICHI)
東京農工大学・共生科学技術研究科・教授
研究者番号：70436674

山村 光司 (YAMAMURA KOUJI)
独立行政法人 農業環境技術研究所・生物多様性研究領域・主任研究員
研究者番号：60354122

鈴木 透 (SUZUKI TORU)
酪農学園大学・環境システム学部・助教
研究者番号：20515861

上野 真由美 (UENO MAYUMI)
地方独立行政法人 北海道立総合研究機構・環境・地質研究本部・環境科学研究センター自然環境部・研究主任
研究者番号：00543753

濱原 和広 (HAMAHARA KAZUHIRO)
地方独立行政法人 北海道立総合研究機構・環境・地質研究本部・環境科学研究センター環境保全部・主査
研究者番号：50442629