

# エゾシカの生態に着目した交通事故発生条件に関する分析の試み

(社)北海道開発技術センター 野呂 美紗子  
(社)北海道開発技術センター 原文宏  
酪農学園大学 鈴木 透  
酪農学園大学 金子 正美  
北海道大学大学院 萩原 亨

## 1. シカ類と車輦との事故の実態

近年、北海道には30万頭のエゾシカ (*Cervus nippon yezoensis*) が生息していると言われている [1]。エゾシカは、明治初期の大雪と狩猟による乱獲で、阿寒、日高、大雪の一部地域で生き残るのみで、一時は絶滅寸前まで個体数が減少した。その後の保護政策や生息環境の改変などにより、分布域を拡大しながら生息数を増加させてきた [2]。エゾシカの生息数の増加によって、エゾシカと車輦との事故 (以下、エゾシカ事故とする) が北海道では大きな問題となってきている。エゾシカ事故の実態を正確に示す統計データはない。そこで、本研究では、道路維持作業時に回収したエゾシカの死体数をエゾシカ事故と定義し、分析に用いた。2003年度には1030件となり、96年度からの8年間に2倍以上に増えた。図1は、1996年度と2003年度における年間のエゾシカ事故の分布を示す。10kmメッシュ内のエゾシカ事故件数を、メッシュ内の国道延長で割った値で表示しており、メッシュの色が濃いほど、件数が多いことを示している。1996年度にエゾシカ事故は、北海道東部のみで発生していた。2003年度には北海道の北や南など西側地域でもエゾシカ事故が発生している。エゾシカ事故の分布は全道に拡大している。これらのことから、北海道全域でエゾシカ事故を減らす対策が必要であり、効果的な減少対策を実施する政策プロセスと具体的な衝突回避対策の確立が求められている。

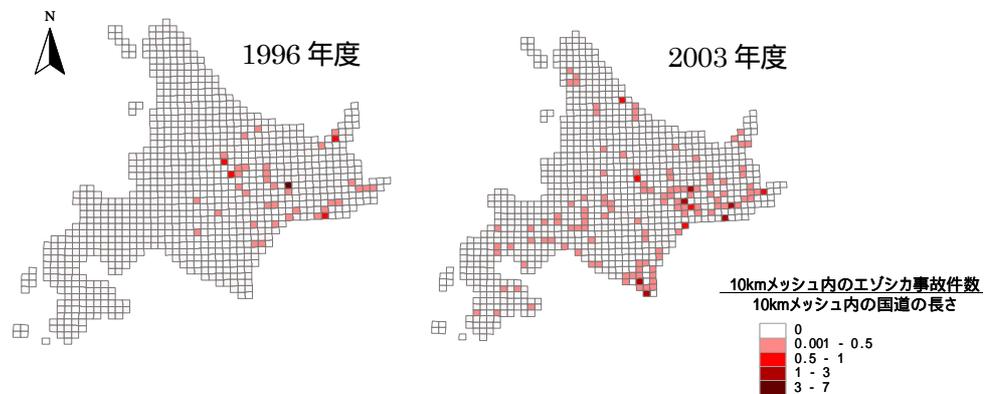


図1 1996年度と2003年度におけるエゾシカ事故件数の分布 [7]

## 2. 本研究の目的

エゾシカ事故を考えたとき、エゾシカが存在しており、車輦 (道路) が存在することが、最も基本的な衝突発生要因となる。エゾシカの存在条件を考えた場合、エゾシカの生態に着目することが非常に重要である。エゾシカは、1年の間に夏の生息地と冬の越冬地を季節的に移動する動物である。その移動距離は長いもので100km以上になる [3]。事故の発生条件を探るために事故現場周辺の環境を把握することは重要だが、季節移動という視点から捉えた場合、より広域的なスケールでの分析も必要といえる。

エゾシカの季節的な移動には、いくつかのパターンが知られている。北海道東部の白糠丘陵に存在するエゾシカの大規模越冬地からの季節移動を追跡した研究 [3] では、冬期に同じ越冬地にいるエゾシカでも、夏期に同標高からさらに高い標高へ移動する個体群と、低い標高に移動する個体群がある。一方、越冬地にそのまま滞在する個体

群も存在することを明らかにしている[3]。このようなエゾシカの行動様式は、エゾシカ事故の季節的な変動と件数そのもの増減に影響を与えているものと考えられる。そこで、本研究では、エゾシカの生態に着目し、エゾシカ事故が多くなる地域条件を探る。具体的な目的は、以下の2点である。

エゾシカの季節的な移動に着目し、1年間での事故発生時期を、夏期(夏の生息地)、冬期(越冬地)、春秋期(夏の生息地と越冬地間の移動)と区分し、事故が各季節に多くなる地域的な特徴を明らかにする。

標高、積雪深、針葉樹林帯の占める面積、越冬地、道路延長、道路タイプ、交通量、エゾシカ進入防止柵の説明変数データをGISによってデータベース化し、3つの季節別にエゾシカ事故へ地域的な特徴がどのように影響するかを数量的に明らかにする。

### 3. 分析に用いたエゾシカ事故データと説明変数

#### 3.1 目的変数

エゾシカ事故の発生状況を表す資料として、国土交通省北海道開発局所有の動物死体回収記録を用いた。動物死体回収記録は、国道の維持管理作業時に回収した動物の記録に関するデータである。回収した国道名、位置(キロポスト)、動物名、回収月等が記載されている。動物死体回収記録と国土数値情報の道路データを用いて、国道上の1kmごとの回収地点を載せたGISデータを作成し、分析に用いた。対象とする期間は、1995年4月から2005年3月までである。

対象エリアは、エゾシカが古くから定着して生息している北海道東部4支庁(以下、道東)の国道とした(図2)。道東地域で国道を含む3次メッシュ(5km)を、解析の基本単位とした。メッシュ数は、512メッシュである。エゾシカの生態を考慮し、事故の分析は季節ごとに、夏期(6~8月)、春秋期(3~5月、9~11月)、冬(12~2月)とした。1995年度から2004年度までの各季節におけるエゾシカ事故件数は、夏期:978件、春と秋:計3897件(季節あたり1948.5件)、冬:1017件、合計5892件である。ただし、事故地点の把握が可能なデータのみでのエゾシカ事故の件数である。3季節別におけるエゾシカ事故の分布を図3~図5に示す。

#### 3.2 説明変数

事故発生条件を把握するために、標高、平均積雪深、針葉樹割合、越冬地、道路延長、道路タイプ、交通量、エゾシカ道路進入防止柵の設置有無を環境要因として用いた(表1)。地理情報システム(以下、GISとする)を用いて、上記の環境要因を表す5kmメッシュのマップを作成した(図6~13)。対象メッシュは、目的変数と同様に道東地域の国道であり、512メッシュである。使用したGISのソフトウェアは、ArcView9.1である。

標高(m)、平均積雪深(cm)は、国土数値情報の50mDEM、気候値メッシュデータを用いた。5kmメッシュ内の平均値を用いている。平均積雪深は、過去30年間(1955~1984)の平均値であり、対象地域である道東での相対的な地形的分布を示している。針葉樹割合には、自然環境情報GIS(第5回植生調査)を用いた。自然環境情報GISデータの各植生区分の面積を5kmメッシュごとに集計し、メッシュの面積に対する針葉樹(針葉樹林、針広混交林、植林地(針葉樹))の面積の合計)面積の割合(%)を示した。

エゾシカの主な越冬地を示す越冬地メッシュを作成した。越冬地の記載がある場合、もしくは、冬期にエゾシカの生息を確認している文献の記述を元に、越冬地の有無でデータを作成した。

道路延長には、国土数値情報の道路データを用い、メッシュ内に含まれる国道距離の合計値(km)で表示した。道路タイプは、国土数値情報の国道データを用いた。メッシュの中で、道路がどのように入り込んでいるかでカテゴリー化し、データを作成した。各カテゴリーは、メッシュの4つ角に道路が位置している場合はメッシュ角端、メッシュの各辺沿いに道路が位置している場合はメッシュ辺部、道路が南北に走っている場合と、東西に走っている場合は、ともに南北方向、東西方向と表している。この他、メッシュ内で道路が交差している場合は、分岐含むという形で表記している。

平均交通量には、平成11年度交通量センサスのデータを用いた。メッシュ内の国道における平均交通量を占めず。エゾシカ事故防止対策として、整備されたエゾシカ道路進入防止柵の位置を参考に、柵事故防止対策についての有無で、表記した。

表1 説明変数データ一覧

変数	単位	内容	資料年度	使用データ
1 標高	m	5kmメッシュの平均	1983年度	国土数値情報
2 平均積雪深	cm	5kmメッシュ内での平均	1955年～ 1984年度	国土数値情報
3 針葉樹割合	%	5kmメッシュ内の割合(%)	1994年～ 1998年度	自然環境情報GIS
4 越冬地メッシュ	-	5kmメッシュ	引用文献 参照	引用文献(4, 5, 6, 8)
5 道路延長	km	キロポストを含むメッシュ	1995年度	国土数値情報
6 道路タイプ	-	メッシュ内での道路の配置タイプ	1995年度	国土数値情報
7 平均交通量	台/km	メッシュ内での平均交通量	1999年度	平成11年度交通量センサス
8 エゾシカ 道路進入防止柵	-	施設整備区間を含むメッシュ	-	著者未発表資料より作成

#### 4. 分析

##### 4.1 季節別のエゾシカ事故の地域的な特徴

エゾシカ事故は、季節によって多発地域が異なっている(図3, 4, 5)。夏期のエゾシカ事故は、大雪、阿寒、知床、釧路・根室支庁全体と、比較的对象エリアの全体に広く薄く分布している傾向が見られる(図3)。逆に、冬は厚岸、阿寒、風蓮湖付近で局所的に、集中して発生している(図5)。春秋期は、最もエゾシカ事故が多発する時期である。解析対象エリア内に事故は広く分布し、大雪、阿寒、知床、厚岸、風蓮湖と、夏期と冬期に多発する地域全てで、エゾシカ事故が多発している(図4)。春秋期はエゾシカ事故件数が多いのと同時に、発生場所も広域であることがわかる。全季節を通して、エゾシカ事故がほぼ発生していないのは、十勝支庁の中心部(帯広)と網走支庁の中心部(北見)のみである。

##### 4.2 季節別の事故要因分析

季節別の事故発生条件分析を行なうため、5章で示した説明変数を用いて事故件数を説明する統計モデルを構築した。5kmメッシュ別のエゾシカ事故件数と説明変数間の関係にポアソン回帰モデルを適用し、モデルの適合度と説明変数がエゾシカ事故に与える影響を求めた。ポアソン回帰モデルは、目的変数の分布がポアソン分布しているカウントデータを扱うことができ、リンク関数として対数を用いる。ポアソン回帰モデルの確率密度関数は(1)式のように定義される。

$$f(n_i|X_i) = \frac{\lambda_i^{n_i}}{n_i!} \exp(-\lambda_i) \quad (1)$$

ここで  $n_i=0, 1, 2, \dots$   $i$  番目のメッシュにおけるエゾシカ事故件数  
 $i$  番目のメッシュにおけるエゾシカ事故件数の期待値  $\lambda_i$  は(2)式で表わされる。

$$\lambda_i = e^{(\beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_m X_m)} \quad (2)$$

ここで、 $X_i$  は説明変数、 $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_m$  はパラメータ  
尤度関数を用いて、目的変数に対して尤度を最大とするパラメータを決定する。本研究では JMP6.0 (SAS JAPAN, 2007) を使ってパラメータを決めた。表-2 は、モデルとパラメータの推定結果を示している。

夏期、春秋期、冬期の全ての季節において、エゾシカ事故モデルは有意であった。夏期のエゾシカ事故モデルでは、標高、針葉樹、越冬地メッシュ、道路延長、エゾシカ道路進入防止柵がエゾシカ事故の増加に有意な説明変数であることがわかった(表-2)。春秋期のエゾシカ事故モデルでは、針葉樹、越冬地メッシュ、道路延長、道路タイプ、平均交通量、エゾシカ道路進入防止柵の説明変数が事故の増加に影響しており、標高はエゾシカ事故の減少に影響していた(表-2)。冬期のエゾシカ事故モデルでは、



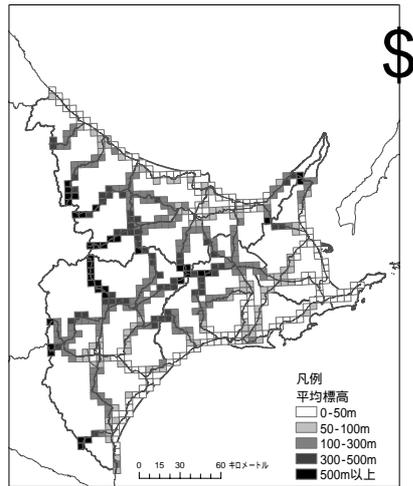


図6 平均標高

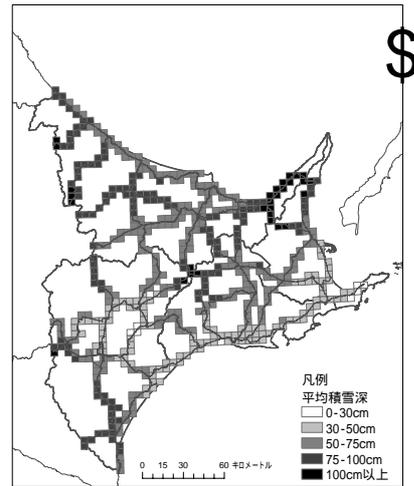


図7 平均積雪深

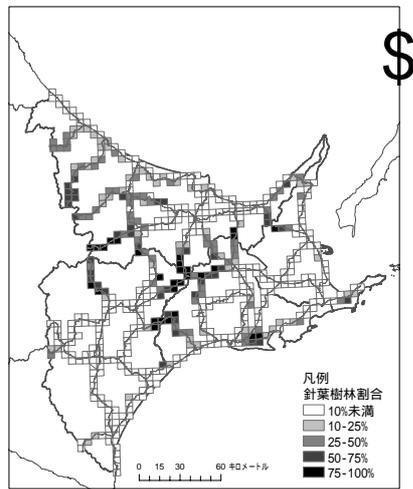


図8 針葉樹割合

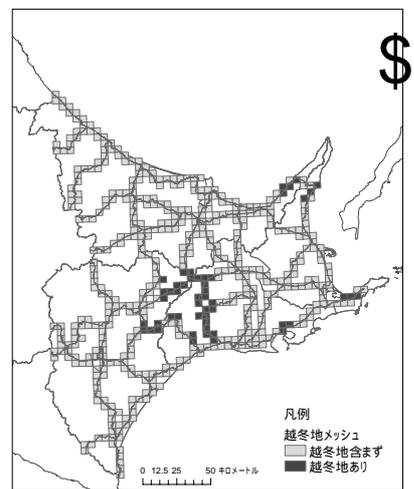


図9 越冬地

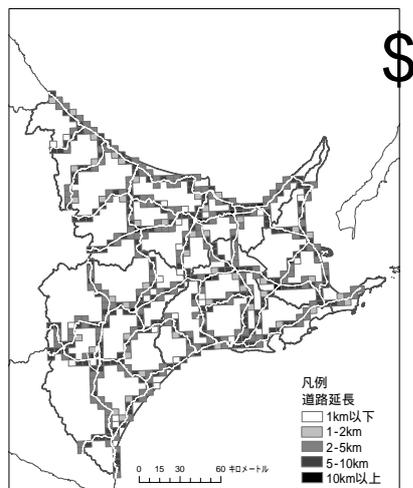


図10 道路延長

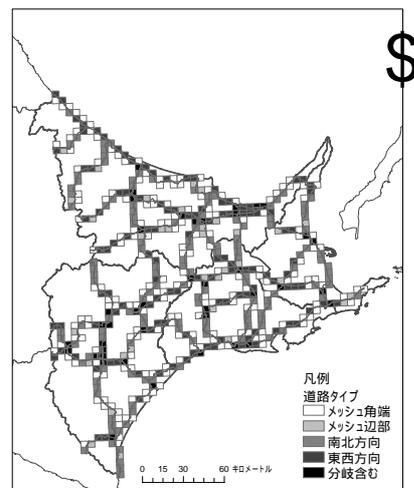


図11 道路タイプ

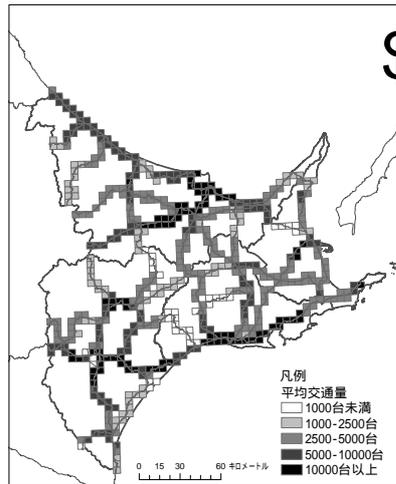


図-12 平均交通量

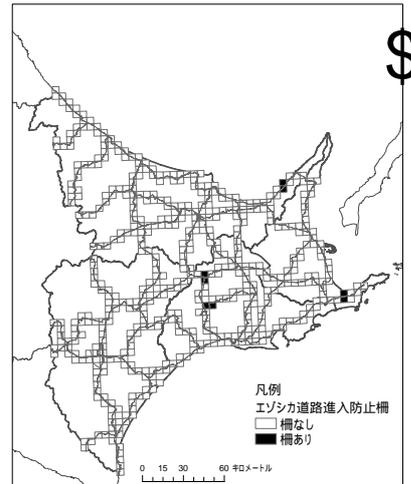


図-13 エゾシカ道路進入防止柵

## 5. まとめ

エゾシカ事故は、季節によって発生地点が異なる傾向を示しており、事故多発地点にも変化が見られた。このことから、事故発生条件が、季節によって異なっていることが示唆された。夏期のエゾシカ事故は、標高が高くなる発生条件を持っており、エゾシカが夏の生息地として高標高地域に移動する[3]行動を反映していると考えられる。

冬期は、最もモデルの尤度が高く、事故発生条件を把握することが出来たといえる。冬期のエゾシカ事故の多発条件は、標高が低く、平均積雪深の浅い環境（風蓮湖や厚岸など）、もしくは、平均積雪深が深く、標高の高い環境であるが、周辺植生に針葉樹林帯が多く存在する環境（阿寒）であり、エゾシカが越冬できる環境を有していることが重要であることがわかった。このことや、越冬地メッシュが全ての季節において有意であったことを踏まえると、今後、越冬地に関する情報の構築が重要であると考えられる。

本研究では、越冬地とエゾシカ道路進入防止柵に関する情報が存在しなかったため、独自にデータを作成した。エゾシカ道路進入防止柵は、全てのモデルで有意な結果となった。しかし、これは柵の整備時期と分析の対象とした時期が前後しているため（各々の柵の正確な整備年度は不明である）と考えられ、事故発生条件として事故発生に影響しているわけではない。逆に、エゾシカ事故の多い場所に柵が整備された状況を裏付けていると考えられる。事故防止対策の詳細な整備状況も合わせて把握していくことは、今後の課題といえる。

## 6. 謝辞

本研究にあたり、動物死体回収記録および交通量に関するデータを提供して頂いた国土交通省北海道開発局に対し、厚く御礼を申し上げます。

## 参 考 文 献

- [1] 朝日新聞, 2006年4月14日.
- [2] 北海道環境生活部環境室自然環境課野生生物室: エゾシカ保護管理計画, p1, 北海道 2002.
- [3] Igota, H., Sakuragi, M., Uno, H., Kaji, K., Kaneko, M., Akamatsu, R. and Maekawa, K., "Seasonal migration patterns of female sika deer in eastern Hokkaido, Japan." *Ecological research*, 19: 169-178, 2005.
- [4] 近藤憲久, 『厚岸道立自然公園総合調査 動物 第1章 哺乳類 道立自然公園総合調査報告書』, pp.129-139, 1986.
- [5] 近藤憲久, 『野付風蓮道立自然公園総合調査 動物 第1章 哺乳類, 道立自然公園総合調査報告書』, pp.129-141, 1987.
- [6] 近藤憲久・阿部永, 『第4節 哺乳類 別寒辺牛湿原, 「すぐれた自然地域」自然環境調査報告書』, pp.34-45, 1992.
- [7] Noro, M. and Hara, H., "Current Status of Deer-Vehicle Collisions in Hokkaido." *International Mammalogical Congress Symposium "Wild animals and traffic accidents" proceedings*, pp. 63-70, 2005.
- [8] (財)知床財団, 『平成14年度知床国立公園生態系保全管理等充実にに向けた基盤整備事業報告書』, 2003.