

学 位 論 文 題 名

Migration strategy and its cost of female sika deer in eastern Hokkaido, Japan

（北海道東部のエゾシカにおける季節移動戦略とそのコスト）

学位論文内容の要旨

1. 多くの野生動物が季節移動（migration）をすることが知られているが、同じ個体群内に移動する個体（移動個体）と移動しない個体（定住個体）が存在する場合がある（partial migration）。季節移動は、動物が一年のうち生存の困難な時期を回避するように、また環境の時間的・空間的な変化に適応するように進化してきた。季節移動パターンの発展に関する個体レベルの研究は季節移動の進化的意義を理解する上で重要である。シカ類においても夏の生息地と越冬地の間の季節移動がみられ、partial migration の存在が報告されている。彼らの季節移動は、冬期に多雪・低温である高標高（または高緯度）のハビタットから低標高（または低緯度）のハビタットへと避難する移動である。Partial migration の発生・維持機構を明らかにするためには、季節移動に関するコスト・ベネフィットを検討する必要がある。しかし、そのような研究は殆どない。そこで本研究では、北海道東部のエゾシカを対象に、個体－ランドスケープレベルにおいて、季節移動パターンとその要因、移動の時期の引き金、および移動タイプ毎の死亡パターンの評価を行い、partial migration の生物学的・進化的意義を考察するとともに、その管理学的提言も行った。

2. エゾシカは明治期の大雪と乱獲で絶滅に瀕したが、このボトルネックを生き残った集団の一部がこの集団の起源といわれている。彼らはその後の保護で個体数を回復し道東中に分布を拡大したとされる。このように、この個体群は個体群動態と歴史的背景の情報が蓄積されているので、季節移動パターンの発展の過程を研究するのに適している。1997 年 4 月～2002 年 5 月に北海道東部の白糠丘陵におけるエゾシカ越冬集団のメス 60 頭をラジオテレメトリー法によって個体追跡した。調査期間中に 1 個体あたり平均 714 ± 67 (SE) 日間（幅 = 20-1,877）追跡し、合計 7,765 位置点を得た。

3. エゾシカの季節移動の要因を明らかにするために、季節移動のパターンを記載し、各移動タイプについて季節行動圏の特性を比較した。各追跡個体の夏の行動圏は道東の広範囲（5,734 km²）に拡散した。個体毎の移動距離は直線で 7.2～101.7km の幅があった。季節行動圏面積は夏に 107ha、冬に 118ha であった。季節行動圏に対して高い執着性がみられ、97% の個体が毎年同じ夏の行動圏を利用し、71% の個体が毎年同じ冬の行動圏を利用した。60 頭中 10 頭が低標高の夏の行動圏と中標高の冬の行動圏の間を（上昇個体）、29 頭が高標高の夏の行動圏と中標高の冬の行動圏の間を（下降個体）季節移動した。上昇個体の存在は同種の他個体群または他のシカ類で初めて明らかにされたものである。一方 12 頭は中標高の

行動圏を周年利用した（定住個体）。上昇個体の冬の行動圏はその夏の行動圏より有意に少雪で、冬の重要な餌であるササの質が高く、針葉樹が多かった。下降個体の冬の行動圏はその夏の行動圏より有意に少雪で、ササの質が高く、高温で、南向斜面が多かったが、針葉樹が少なかった。以上のことから、個体－ランドスケープレベルにおいて積雪とササが季節移動の主な要因であると考えられた。さらに、上昇個体にとって針葉樹のカバーはもうひとつの要因であり、気温・斜面方位は季節移動の要因としては必ずしも重要ではないと考えられた。

4. 季節移動の引き金を明らかにするために、季節移動の時期と環境要因の関係を検討した。秋の移動（夏の行動圏から冬の行動圏への移動）の時期に年変動はみられなかった。移動距離の長い個体ほど夏の行動圏を早く出発した。殆どの個体（67%）は積雪の前に夏の行動圏を出発した。各週の夏の行動圏を出発した個体数と気温の低下は相関がなかった。以上の結果から秋の移動の要因として、移動距離が重要であると考えられた。春の移動時期（冬の行動圏から夏の行動圏への移動）は秋の移動時期に比べて有意に短期間で起きていた。春の移動時期には有意な年変動がみられた。冬の行動圏からの出発が最初に起きた日と越冬地の積雪深が 30 cm を下回った日および冬の行動圏を 75% の個体が出発した日と越冬地の積雪が消失した日に、それぞれ正の相関がみられた。以上の結果から春の移動の引き金は融雪であると考えられた。したがって、秋の移動には地理的条件が、春の移動には気象条件が重要であることが示唆された。

5. 季節移動に伴うコストを評価するために、死亡要因、年生存率・要因別死亡率および期間別生存率・要因別死亡率を各移動タイプ（上昇個体、下降個体、定住個体）間で比較した。季節によって死亡のパターンは異なると予想されたので、前章の結果から以下のように時期を区分した。6～10月：夏期、11～1月：秋の移動期（狩猟期）、2～3月：越冬期、4～5月：春の移動期。狩猟はいずれの移動タイプにおいても主要な死亡要因だった（死亡例の内 67～100%）。狩猟以外の死亡（有害駆除・自動車事故・自然死亡）は上昇・下降個体のみで起きた。上昇個体と定住個体の間で各パラメーターに有意差はみられなかった。下降個体の夏期生存率は定住個体および上昇個体のそれらより有意に低かった。上昇個体と下降個体をプール（移動個体）したところ、移動個体の夏期および春の移動期の生存率は定住個体のそれらより有意に低く、また移動個体の有害駆除による年死亡率は定住個体のそれより有意に高かった。以上の結果から、下降個体について季節移動に伴うコストの存在が示唆された。

6. 北海道東部のエゾシカにおいて季節移動をするかどうかでトレードオフが働いていた。当個体群における先行研究によると、下降個体は定住個体および上昇個体よりも夏期に高質の食物を得ていた。したがって下降個体は高質な食物を得る代わりに季節移動によるリスクを被っており、一方、定住個体と上昇個体は低質な食物を得ていたが移動によるリスクを避けていることが示唆された。明治期におけるボトルネック以後の分布拡大の過程で、下降個体は白糠丘陵から高質なハビタットである北部の山地に分散したと考えられた。上昇個体は東部の牧草地帯に分散したが、高い狩猟圧によって牧草の利用が制限されていると考えられた。最後に、エゾシカの保護管理のために以下のような提言を行った。1) 多様な移動タイプを保全するために地域別のユニット管理が重要である。2) 適正な管理に必要な生物学的モニタリングには、季節移動の時期の把握が重要である。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 前 川 光 司
副 査 教 授 齋 藤 裕
副 査 助 教 授 齋 藤 隆
副 査 科 長 梶 光 一

学 位 論 文 題 名

Migration strategy and its cost of female sika deer in eastern Hokkaido, Japan

(北海道東部のエゾシカにおける季節移動戦略とそのコスト)

本研究は88ページの英文論文で、引用文献98を含み、6章で構成されている。他に参考論文5編が添えられている。

多くの野生動物が季節移動 (migration) をすることが知られているが、同じ個体群内に移動する個体 (移動個体) と移動しない個体 (定住個体) が存在する場合がある (partial migration)。シカ類においても夏の生息地と越冬地の間の季節移動がみられ、partial migration の存在が報告されている。彼らの季節移動は、冬期に多雪・低温である高標高 (または高緯度) のハビタットから低標高 (または低緯度) のハビタットへと避難する移動である。Partial migration の発生・維持機構を明らかにするためには、季節移動に関するコスト・ベネフィットを検討する必要がある。そこで本研究では、北海道東部のエゾシカを対象に、個体－ランドスケープレベルにおいて、季節移動パターンとその要因、移動の時期の引き金、および移動タイプ毎の死亡パターンの評価を行い、partial migration の生物学的・進化的意義を考察するとともに、その管理学的提言も行った。

1997年4月～2002年5月に北海道東部の白糠丘陵におけるエゾシカ越冬集団のメス60頭をラジオテレメトリー法によって個体追跡した。調査期間中に1個体あたり平均 714 ± 67 (SE) 日間 (幅=20-1,877) 追跡し、合計7,765位置点を得た。

まず、エゾシカの季節移動の要因を明らかにするために、季節移動のパターンを記載し、各移動タイプについて季節行動圏の特性を比較した。各追跡個体の夏の行動圏は道東の広範囲 ($5,734 \text{ km}^2$) に拡散した。個体毎の移動距離は直線で $7.2 \sim 101.7 \text{ km}$ の幅があった。季節行動圏面積は夏に107ha、冬に118haであった。季節行動圏に対して高い執着性がみられ、97%の個体が毎年同じ夏の行動圏を利用し、71%の個体が毎年同じ冬の行動圏を利用した。60頭中10頭が低標高の夏の行動圏と中標高の冬の行動圏の間を (上昇個体)、29頭が高標高の夏の行動圏と中標高の冬の行動圏の間を (下降個体) 季節移動した。上昇個体の存在

は同種の他個体群または他のシカ類で初めて明らかにされたものである。一方 12 頭は中標高の行動圏を周年利用した（定住個体）。上昇個体の冬の行動圏はその夏の行動圏より有意に少雪で、冬の重要な餌であるササの質が高く、針葉樹が多かった。下降個体の冬の行動圏はその夏の行動圏より有意に少雪で、ササの質が高く、高温で、南向斜面が多かったが、針葉樹が少なかった。

季節移動の引き金を明らかにするために、季節移動の時期と環境要因の関係を検討した。秋の移動（夏の行動圏から冬の行動圏への移動）の時期に年変動はみられなかった。移動距離の長い個体ほど夏の行動圏を早く出発した。殆どの個体（67%）は積雪の前に夏の行動圏を出発した。各週の夏の行動圏を出発した個体数と気温の低下は相関がなかった。以上の結果から秋の移動の要因として、移動距離が重要であると考えられた。春の移動時期（冬の行動圏から夏の行動圏への移動）は秋の移動時期に比べて有意に短期間で起きていた。春の移動の引き金は融雪であると考えられた。したがって、秋の移動には地理的条件が、春の移動には気象条件が重要であることが示唆された。

季節移動に伴うコストを評価するために、死亡要因、年生存率・要因別死亡率および期間別生存率・要因別死亡率を各移動タイプ（上昇個体、下降個体、定住個体）間で比較した。狩猟はいずれの移動タイプにおいても主要な死亡要因だった（死亡例の内 67～100%）。狩猟以外の死亡（有害駆除・自動車事故・自然死亡）は上昇・下降個体のみで起きた。上昇個体と下降個体をプール（移動個体）したところ、移動個体の夏期および春の移動期の生存率は定住個体のそれらより有意に低く、また移動個体の有害駆除による年死亡率は定住個体のそれより有意に高かった。以上の結果から、下降個体について季節移動に伴うコストの存在が示唆された。

当個体群における先行研究によると、下降個体は定住個体および上昇個体よりも夏期に高質の食物を得ていた。したがって下降個体は高質な食物を得る代わりに季節移動によるリスクを被っており、一方、定住個体と上昇個体は低質な食物を得ていたが移動によるリスクを避けていることが示唆された。

最後に、エゾシカの保護管理のために以下のような提言を行った。1) 多様な移動タイプを保全するために地域別のユニット管理が重要である。2) 適正な管理に必要な生物学的モニタリングには、季節移動の時期の把握が重要である。

以上のように本研究では、北海道東部地方のエゾシカのメスにおける、移動に関する要因を生態学的に明らかにしようとしたものであり、得られた成果は学術的に貴重なものであり、その保全のための基礎資料としても高く評価される。よって審査員一同は、伊吾田宏正が博士（農学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認めた。