

博士(農学) 上野真由美

学位論文題名

Analyses of population dynamics and establishment of harvest-based population estimation methods in the sika deer (*Cervus nippon*) in Hokkaido, Japan

(北海道に生息するニホンジカ (*Cervus nippon*) 個体群の動態解明と  
捕獲数を用いた個体数推定法の確立)

学位論文内容の要旨

シカをはじめとする有蹄類は、捕食者の減少・森林の草地化・里山での人間活動の衰退によって世界各地で激増し、森林生態系の改変や農林業被害・交通事故の増加といった問題を起こして人間社会との軋轢を高めている。そのため、有害駆除や狩猟による捕獲（以下、捕獲）を通じて個体数をコントロールする試みが行われている。我が国においては1日の捕獲許可数や捕獲期間といった規制を緩和することによって捕獲努力量を一定レベルまで上げることに成功したが、いまだ個体数を目標レベルにまで減少させた地域はない。そのため、捕獲の個体数削減効果の検証と確度の高い目標捕獲数の算定が求められている。本研究は、ニホンジカの個体数を高い確度で、かつ現実的な手法で推定する方法を確立し、捕獲による個体数削減効果を検証することを目的に、以下の3つの課題に取り組んだ。まず、齢別捕獲数を用いた実用的な個体数復元法を確立するため、水産資源管理学において発展してきたコホート解析を陸棲大型哺乳類に適用できるよう改良した（2章）。次に、2章で検討した手法を用いてニホンジカ個体群の動態を分析し、捕獲による個体数削減効果を検証した（3章）。最後に3章における復元個体数を用いて、自然増加率をモデル化し、大規模スケールでの個体数推定法を確立した（4章）。総合討論では、4章で確立した手法を全国で実施するにあたっての問題点を提起した（5章）。

2章で検討したコホート解析とは、齢別捕獲数を出生年ごとに集計し、足し合わせることで、過去の個体数を復元する手法である。この原理に忠実な方法（以下、オリジナルコホート解析）では、ある年（1年間）の個体数復元のためには寿命と同じ年数にわたる齢別捕獲数を必要とするため、寿命の長い陸棲大型哺乳類においては適用例が非常に少ない。水産資源管理学では、齢別捕獲数データと同じ期間の個体数復元を可能にする方法が開発されているが、この手法では捕獲率についていくつかの仮定を置く必要があるため、陸棲大型哺乳類への適用にあたってそれらの仮定が妥当であるか、また、より適切な仮定は存在するのかを検討する必要がある。本研究では、24年間にわたり収集してきたノルウェーのヘラジカ個体群の齢別捕獲数を用いて、仮定に依存しないオリジナルコホート解析によって算出された齢別個体数を真に近い値と考え、それぞれの仮定の妥当性を検討した。その結果、捕獲データの最終年における齢別捕獲率は、捕獲率の年変化に一定の傾

向が見られない限り、過去数年間の平均捕獲率に等しいと仮定することが、後半年の復元個体数の正確性を著しく高めることを明らかにした。このように、より適切な仮定に基づいたコホート解析を確立し、大型陸棲哺乳類における齢別捕獲数を用いた個体数復元法の実用化に貢献した。

3章では、個体数コントロールを目的とした捕獲の個体数削減効果を検証するため、1990-2001年における北海道東部足寄町ニホンジカ個体群を対象にその動態を分析した。2章で検討した手法を用いて、同期間の性・齢別個体数（1歳以上）を復元した。足寄町で行われた最も大きな規制緩和は1998年に実施され、捕獲許可数が1日1頭から2頭になり、その内訳は、オスについては最大1頭、メスについては最大2頭であり、積極的なメスジカ捕獲が奨励された。90年代前半において、メスの捕獲率は低い値で推移し、個体数は増加の一途をたどった。一方で、個体数の増加に伴い、子（0歳個体）の生存率が低下するなど、個体群成長率への密度効果が検出され、個体群自己制御機構の存在が示唆された。しかし、最も生息密度が高い条件下においても個体群成長率は依然として正であり、個体数の減少には至らず、積極的なメスジカ捕獲が開始された1998年の翌年に初めて個体数が減少した。この個体数の減少には、捕獲率の上昇だけでなく1歳個体の加入率の低下も寄与していた。加入率が低下した原因の一つとして、子の母親にあたる2歳以上メスの捕獲率の上昇が明らかになった。2歳以上メスの捕獲が加入率を低下させた理由には、母親を失った孤児は生存に不利であり1歳になるまでに死亡しやすいと考えられた。以上の分析から、個体数が過剰な状態にあるニホンジカを減少させるためにはメスジカの大量捕獲が不可欠であることを立証した。

4章では、3章で得られた復元個体数を使って自然増加率の推定モデルを作成し、大規模スケールでの個体数推定法を検討した。Matsuda et al. (2002)や Yamamura et al. (2008)は、ライトセンサスで得られた個体数指標の動向を参考しながら、捕獲実績に基づいて個体数を推定する手法を開発した。しかし、これらの手法では対象個体群の自然増加率を独立に推定する必要がある。従来は、ある特定地域で得られた値を仮定値として用いてきたが、挿入する値によって推定個体数が大きく異なってしまうという問題があった。3章において自然増加率への密度効果が検出されたことを考えると、自然増加率の時間的変化を考慮にいれることによって、確度の高い個体数推定が可能になると期待された。そこで、3章で実施した足寄町個体群の復元個体数から自然増加率の推定モデル（以下、足寄モデル）を作成し、その上位個体群にあたる北海道東部個体群の個体数推定法を検討した。まず、足寄モデルの妥当性を検討するため、足寄町個体群を対象に、ライトセンサスで得られた個体数指標の動向を参考しながら、捕獲実績に基づいて個体数推定を行った。真の値に近いと考えられる復元個体数と比較した結果、各年の推定値およびその年変化の動向は復元個体数のそれに近く、足寄モデルの妥当性が裏付けられた。次に、この足寄モデルを道東個体群の個体数推定に適用し、従来の手法による推定結果と比較した。その結果、新しい推定値の年変化は妥当で、個体数は自然増加率に1.15を仮定した場合に近い値が得られた。このように、本章ではモデル個体群における詳細な情報を取り入れることによって自然増加率の推定モデルを作成し、大規模スケールでの確度の高い個体数推定法を確立した。

捕獲数は、ニホンジカ特定鳥獣保護管理計画が実施されている都道府県において最も熱心に収集されているデータである。4章で示したように、モデル地区における齢別捕獲数といった個体群の詳細なデータと、広域レベルでの捕獲数や個体数指標といった簡易データを組み合わせることに

よって、大規模スケールでの個体数推定が可能になり、個体数管理に必要な確度の高い目標捕獲数を得ることができると期待される。本手法を実践するためには齢別捕獲数データを回収するモデル地区を増やす必要がある。継続的に齢別捕獲データを収集するシステムを確立することが、今後のニホンジカの個体数管理において重要であると考えられる（5章）。

## 学位論文審査の要旨

主査教授 齊藤 隆  
副査教授 齊藤 裕  
副査教授 秋元信一  
副査名誉教授 前川光司  
副査教授 梶 光一 (東京農工大学共生科学  
技術院)

### 学位論文題名

Analyses of population dynamics and establishment of  
harvest-based population estimation methods in the  
sika deer (*Cervus nippon*) in Hokkaido, Japan

(北海道に生息するニホンジカ (*Cervus nippon*) 個体群の動態解明と  
捕獲数を用いた個体数推定法の確立)

本研究は 110 ページの英文論文で、引用文献 151 を含み、5 章で構成されている。他に参考論文 8 編が添えられている。

シカ類は世界各地で激増し、人間社会との軋轢を高めているため、駆除や狩猟による捕獲（以下、捕獲）を通じた個体数コントロールが試みられている。しかし、いまだに個体数を目標レベルにまで減少させた例はなく、捕獲の個体数削減効果の検証と個体数管理に必要な分析手法の確立が求められている。本研究は、捕獲効果の検証と捕獲数を用いた個体数推定法の確立を目的に、以下の 3 つの課題に取り組んだものである。課題 1：齢別捕獲数を用いた個体数復元法を確立（2 章）。課題 2：ニホンジカ個体群の動態分析と捕獲効果の検証（3 章）。課題 3：大規模スケールでの個体数推定法の確立（4 章）。また、総合討論として、4 章で検討した手法を実施する場合の問題点を議論している（5 章）。

2 章では、齢別捕獲数を出生年ごとに集計することで、過去の個体数を復元する手法であるコホート解析法の改良を行っている。原理に忠実な方法（以下、オリジナルコホート解析）は、ある年の個体数復元のために寿命と同じ年数の齢別捕獲数が必要なため、寿命の長い陸棲大型哺乳類ではほとんど適用されていない。水産資源管理学では、捕獲データと同期間の個体数復元を可能にする方法が開発されているが、捕獲率にいくつかの仮定を置くため、陸棲大型哺乳類に適用するためには、それらの仮定の妥当性やより適切な仮定の探索が必要である。この章では、ノルウェーのヘラジカの長期間にわたる齢別捕獲数を用いて、オリジナルコホート解析によって算出した齢別個体

数を真に近い値と考え、仮定の妥当性を検討した。その結果、データの最終年における齢別捕獲率は、捕獲率の年変化に一定の傾向が見られない限り、過去数年間の平均捕獲率に等しいと仮定することが、後半年の復元個体数の正確性を著しく高めることを明らかにした。このように、より適切な仮定を得ることで、陸棲大型哺乳類における個体数復元法の改良に貢献した。

3章では、2章で検討した手法を用いて、1990-2001年における北海道足寄町ニホンジカ個体群の動態を分析し、個体数コントロールに対する捕獲の効果を検証した。90年代前半において、メスの捕獲率は低い値で推移し、個体数は増加し続けた。一方、個体群成長率への密度効果が検出され、個体群自己制御機構の存在が示唆された。しかし、密度が最も高い時でさえ個体群成長率は正であり、密度効果によって個体数は減少しなかった。個体数が初めて減少したのは、積極的なメスジカ捕獲が開始された1998年の翌年で、捕獲率の上昇だけでなく1歳個体の加入率の低下がこの減少に寄与していた。加入率の低下には、子の母親にあたる2歳以上メスの捕獲率の上昇が作用していた。2歳以上メスの捕獲が加入率を低下させた理由には、母親を失った孤児は生存に不利であることが考えられた。以上の分析から、個体数が過剰な状態にあるニホンジカを減少させるためにはメスジカの大量捕獲が不可欠であることが立証された。

4章では、3章で復元した個体数を使って自然増加率の推定モデルを作成し、大規模スケールでの新たな個体数推定法を検討した。Matsuda et al. (2002) や Yamamura et al. (2008) は、ライトセンサスで得られた個体数指標の動向を参考しながら、捕獲実績に基づいて個体数を推定する手法を開発した。しかし、仮定する自然増加率の大きさによって推定個体数が大きく異なるという問題があった。3章の分析に基づき、密度効果を考慮した自然増加率の時間的変化をモデル化することによって、この問題を解決し、より確度の高い個体数推定が可能になると考えられた。足寄町の復元個体数から自然増加率の推定モデル（以下、足寄モデル）を作成し、その上位個体群にあたる道東個体群の個体数推定法を検討した。その結果、新しい推定値の年変化は妥当で、個体数は自然増加率に1.15を仮定した場合に近い値が得られた。このように、本章ではモデル個体群から得た詳細な情報を取り入れた個体数推定法を確立し、確度の高い個体数推定を可能にした。

5章では4章で検討した手法を実施する場合の問題点を議論し、個体群動態に関する詳細な情報を得ることができるモデル個体群の重要性を指摘し、モデル地区からのデータ収集システムの確立を提言した。

以上のように本研究は、シカ類の個体数コントロールに不可欠な捕獲の個体数削減効果を検証し、個体数管理に必要な個体数推定法の確立に貢献した。よって審査員一同は、上野真由美が博士（農学）の学位を受けるに充分な資格を有するものと認めた。