

令和 3 年 4 月 19 日現在

機関番号：80122

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2020

課題番号：16K07786

研究課題名(和文) 森林被害評価にもとづく日本型シカ管理体制構築に関する研究

研究課題名(英文) The development of deer management system based on forest damage assessment suitable for Japan

研究代表者

明石 信廣 (AKASHI, NOBUHIRO)

地方独立行政法人北海道立総合研究機構・森林研究本部 林業試験場・支場長(林業試験場)

研究者番号：40414239

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：北海道のカラマツ人工林のデータを解析し、林齢と被害率をもとに、1年間の食害回数と樹高成長を推定するモデルを作成した。このモデルから、樹高1mに達するまでの期間が1年長くなるのは非常に激しい被害を受けた林分に限られることがわかった。北海道の人工林内の広葉樹稚樹や奈良県大台ヶ原の天然林の小径木の調査から、シカの個体数管理をすすめても天然更新の回復は難しい可能性が示唆された。日本では林業被害軽減を目的としたシカ管理は難しく、農業被害や交通事故など多様な影響を考慮した公的資金による管理が不可欠であると考えられる。

研究成果の学術的意義や社会的意義

日本各地でシカの個体数が増加し、森林被害だけでなく社会にさまざまな影響を及ぼしている。本研究では、人工林被害を評価する新たな方法を開発したほか、シカの個体数管理をすすめても天然更新が容易には回復しない可能性を示した。日本ではシカが減少する過程での現象について知見が乏しく、本研究の成果は今後のシカと森林の管理に示唆を与える意義がある。

研究成果の概要(英文)：Browsing damage by sika deer on *Larix kaempferi* were analyzed to construct the model that estimate the frequency of browsing per year and annual height growth from the age and percentage of browsed seedlings. This model predicted that it would be only heavily damaged sites where it takes one year more to reach 1 m height. Surveys on broadleaved seedlings established in planted conifer stands and saplings in a natural forest where deer population have been managed and densities have been reduced suggested that natural regeneration of broadleaved trees would be difficult even if deer density decreased. It is difficult to manage deer population in order to mitigate forestry damage, and publicly funded management that considers diverse impacts such as agricultural damage and traffic accidents would be essential in Japan.

研究分野：森林保護

キーワード：ニホンジカ 森林被害 シカ管理

## 1. 研究開始当初の背景

近年、世界各地の森林において、シカ類をはじめとする有蹄類の生息密度が高まり、森林の更新動態にも大きな影響を及ぼしていることが指摘されている。申請者は、森林の更新を確保するためには、シカの密度を非常に低い状態にする必要があると予測した(Akashi 2009)。しかし、日本では多くの地域において、シカ個体群の増加を抑えるだけのシカ捕獲が実行できる体制がなく、森林生態系が劣化し、林業被害が拡大している(前迫・高槻 2015)。

シカの影響に関する自然科学的研究が多数蓄積されている一方で、それを対策につなげるための社会科学側面からの研究が必要となっている(梶・土屋 2014)。ヨーロッパの多くの国では土地所有者に狩猟権があり、狩猟者の受け入れが土地所有者の収入に結びついている(Apollonio et al. 2010)。そのため、狩猟による捕獲数を増やすことで森林の更新におけるシカの採食を軽減させた事例が報告されている(Hothorn and Müller 2010)。しかし、日本では土地所有と狩猟権が一部の猟区を除いて切り離されているため、狩猟者を受け入れても土地所有者の経済的な利益につながらない。そのため、森林所有者は主に防鹿柵の設置など、シカの被害を防ぐための対策を行い、そのコストが大きな負担となる一方、シカの個体数管理への関与には消極的であった。日本でも狩猟者がシカの個体数管理の中核を担ってきたが、捕獲数にほとんど制限がない現状でも十分な捕獲が達成されず、新たなシカ管理体制の構築が急務である。

森林はシカの主要な生息地であり、そこで経済的な被害を受けている森林所有者にはシカの個体数管理において重要な役割が期待される。狩猟が森林管理に組み込まれているドイツにおいても、森林の更新を維持できるシカの個体群密度は非常に低いと考えられ、そこではレクリエーションとしての狩猟だけでなく、森林官らによる捕獲が重要な役割を担っている(Schaller 2007)。シカ捕獲によって被害額が減少することが見込まれるならば、森林所有者が一定の費用負担をして捕獲を実行することが期待できる。例えば、アメリカ・ペンシルバニア州では、森林所有者と狩猟者の連携によってシカの生息密度を低下させた結果、防鹿柵が不要となり、林業のコストダウンにつながった事例が報告されている(Stout et al. 2013)。

日本各地で植生等の条件に応じたさまざまな調査手法が確立され、森林へのシカの影響の空間的広がりが明らかになりつつある(明石 2009, 明石ほか 2013, 藤木ほか 2014)。明石ほか(2013)は、シカの痕跡の調査結果を多重対応分析により客観的な手法で点数化し、地理情報システムを用いたクリギングによって広域におけるシカの影響を視覚的に示す手法を開発した。このような評価をシカの個体数管理に活用するには、評価結果とシカの生息密度あるいは密度指標を関連づけることが望まれるが、その事例は少ない。また、枝葉や樹皮の食害はただちに枯損に結びつかないことから、これを被害額として経済評価する手法は確立されていない。

## 2. 研究の目的

本研究では、北海道をフィールドとして、人工林被害や天然林への影響について、地域ごとのシカ被害レベルの評価を行う手法を開発すること、その評価にもとづく被害レベルごとに、人工林の標準的な被害発生モデルを構築して森林被害額を評価する手法を検討すること、森林被害の状況とシカ捕獲数の推移から、現状の捕獲数が被害レベルの軽減に有効であったかどうかを検証し、被害軽減のために必要となるシカ捕獲数を推定すること、これらを通じて、森林所有者によって経済的に実現可能な日本型シカ管理体制構築の考え方を提示することを目的とした。

## 3. 研究の方法

(1) カラマツ類及び常緑針葉樹類の被害発生に関するデータを集計し、これを一元化して複数の情報に基づくシカ被害レベルを評価することが可能かどうかを検討した。

(2) 釧路地方のカラマツ人工林について得られているエゾシカ被害のデータをもとに、樹高、被害率、食害回数、樹高成長の関係から被害レベルを評価する方法を検討し、被害レベルの変化が被害額等にどのように影響するかを検討した。

(3) 2006年と2014年の人工林被害に関するデータから、カラマツ幼齢林における被害レベルを評価し、被害レベルが低下している地域、上昇している地域でのエゾシカ捕獲数との関係を検討した。

(4) 天然林において、稚樹の採食の有無にササがどのように関わっているかを、ササの被度の異なる北海道内19地点におけるデータによって解析した。

(5) 森林管理者がシカ捕獲を実施しているオホーツク地方の森林において、シカの生息密度を推定するとともに森林への影響をモニタリングした。また、環境省によってシカの捕獲が実施され、一部に2003年から柵が設置されている奈良県・大台ヶ原の天然林において、森林の変化を調査した。これらの結果から、森林管理者が捕獲することによる森林回復の可能性について検討した。

## 4. 研究成果

(1) カラマツ類(1~5年生及び6~20年生)、常緑針葉樹類(1~5年生及び9~40年生)の4カテゴリーのデータについて、被害率の分布を地図化したところ、細かく見れば被害率の高い地域は必ずしも一致せず、被害レベルは樹種ごとに検討すべきであることが明らかになった。

(2) 人工林の被害レベルは樹種ごとに検討すべきであることがわかったため、被害の多いカラマツについて、以後の解析を行った。

カラマツは食害を受けても樹高が前年よりも高くなることが多いが、生育期間中に繰り返し食害を受けることで成長量が低下する。そこで、北海道釧路地方のカラマツ人工林において過去に現地調査を行ったデータを解析し、カラマツの樹高、被害率、食害回数、樹高成長の関係を検討した。

まず、1年間の食害回数と期首樹高の関係を、調査地をランダム効果とする順序ロジスティック回帰分析によってモデル化した(図1A)。ここで、調査地ごとのランダム効果は被害レベルを示すと考えられる。これを被害レベル指数とした。

被害レベル指数は、林齢と被害率から推定することができた(図1B)。樹高が高い個体は食害を受けにくいので、同じ被害率でも平均樹高の高い林分は被害レベルが高いといえる。また、樹高成長は食害回数と前年樹高によって推定できた(図1C)。これらの結果をもとに、林齢と被害率のデータから被害レベルを推定し、1年間の食害回数、その状況における樹高成長を予測するモデルを作成した。

このモデルをもとに計算したところ、樹高1mに達するまでの期間が1年長くなるのは非常に激しい被害を受けた林分に限られ、そこでは下刈りコスト等が増加することがわかった。

(3) 釧路地方のカラマツ人工林について、2006年と2014年のデータから(2)の方法によって被害レベルを算出したところ、被害レベルが低下傾向を示す地域が存在し、そこではシカの捕獲数が高レベルで維持され、SPUEが低下傾向であった。このことから、個体数管理によって、森林被害の軽減が可能であることが示唆された。

(4) 天然林において広葉樹稚樹が採食される確率は、ササの被度と稚樹の樹高の積と相関があり、ササの被度が高いところでは稚樹が小さくなるほど採食されにくくなっていた。これは、稚樹の採食に対してササが防御効果を発揮していることを示唆する(Akashi et al. in press)。

(5) 北海道津別町・美幌町の北海道有林においてライントランセクト法(Uno et al. 2017)によるエゾシカの生息密度調査を3年間継続して行ったところ、調査結果は年によって大きく異なり、3.74-11.53頭/km<sup>2</sup>と推定された。この地域のトドマツ人工林において広葉樹稚樹を継続調査したところ、前年に比べて稚樹数は減少傾向であり、シカのさらなる低密度化が必要であることが示唆された。この地域では農地周辺における駆除が進捗し低密度化していると考えられる。一方で、食肉としての活用のためシカの生体捕獲が求められているため、誘引効果の高い冬期での捕獲を試行したが、夏期に比べて冬期の森林内のシカ密度は低く、捕獲の効率は非常に低かった。

奈良県・大台ヶ原に1993年に設定した調査区では、2000年頃までシカによる強度の影響を受けてスズタケが消失したが、シカの個体数管理により、2003年以降の糞粒法による推定生息密度は概ね5頭/km<sup>2</sup>以下に低下した。しかし、2018年の調査でも小径木本数の回復は見られなかった。2003年に柵が設置された区画では胸高直径5cm以下の小径木が大幅に増加したが、過去の影響により、5-15cmの本数は減少が続いた。このことから、個体数管理による低密度化と柵によるシカの排除には、森林の更新の面で大きな違いがあることが示唆された。

欧米では狩猟による捕獲を増やすことによってシカの生息密度を低下させた事例があるが、北海道ではすでにメスジカの捕獲頭数に制限がなく、狩猟による捕獲を増加させるのは困難だと考えられる。食肉としての活用のためには捕獲方法の制約もあり、効率的な捕獲は難しい(明

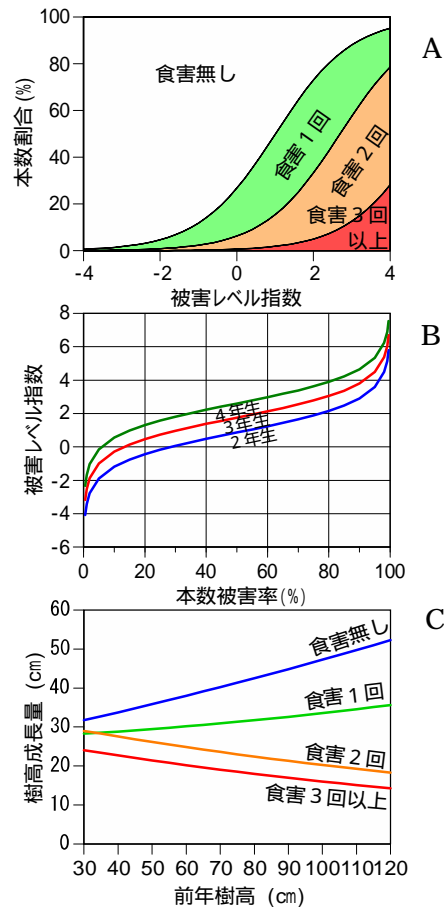


図1 本数被害率、被害レベル指数、食害回数、樹高成長量の関係  
被害レベル指数と食害回数の関係(A)は樹高100cmの場合を例として示す

石 2019)。北海道の人工林の多くを占めるカラマツやトドマツはシカ被害による枯死は少なく、森林管理者が被害軽減のために捕獲する必要性は低いと考えられた。低質な餌でも生息できる特徴を持つニホンジカの影響を受ける天然林では、深刻な影響を回避するには高密度化の前に早期の対策が必要である。例えば大台ヶ原では 5 頭/km<sup>2</sup> 以下になっても小径木の回復が見られないなど、激害を受けた森林の回復には長期を要することが示唆された。これらのことから、日本では林業における被害軽減を目的としたシカ管理は難しく、森林被害だけでなく農業被害や交通事故など多様な影響を考慮した公的資金による管理が不可欠であると考えられる（明石 2020）。

< 引用文献 >

- 明石信廣 (2009) 幼齡人工林におけるエゾシカ食害の発生状況とエゾシカ生息密度指標との関係。日本森林学会誌 91: 178-183.
- Akashi N (2009) Simulation of the effects of deer browsing on forest dynamics. Ecol. Res. 24: 247-255.
- 明石信廣・藤田真人・渡辺修・宇野裕之・荻原裕 (2013) 簡易なチェックシートによるエゾシカの天然林への影響評価。日本森林学会誌 95: 259-266.
- 明石信廣 (2019) エゾシカをおいしく食べるための捕獲とは。光珠内季報 192: 1-4.
- 明石信廣 (2020) 北海道の森林にふさわしいシカ管理を考える。光珠内季報 196: 1-6.
- Akashi N, Unno A, Uno H (in press) The protective effect of dwarf bamboo on broad-leaved seedlings against deer browsing. Forest Ecology and Management.
- Apollonio M, Andersen R, Putman R (2010) European ungulates and their management in the 21st century. Cambridge University Press.
- 藤木大介・酒田真澄美・芝原淳・境米造・井上巖夫 (2014) 関西 4 府県を対象としたニホンジカの影響による 落葉広葉樹林の衰退状況の推定。日本緑化工学会誌 39: 374-380.
- Hothorn T, Müller J (2010) Large-scale reduction of ungulate browsing by managed sport hunting. For. Ecol. Manage. 260: 1416-1423.
- 梶光一・土屋俊幸 (2014) 野生動物管理システム。東京大学出版会。
- 前迫ゆり・高槻成紀 (2015) シカの脅威と森の未来: シカ柵による植生保全の有効性と限界。文一総合出版。
- Schaller MJ (2007) Forests and Wildlife Management in Germany : A mini-review. Eurasian J. For. Res. 10: 59-70.
- Stout SL, Royo AA, Decalesta DS, Mcaleese K, Finley JC (2013) The Kinzua quality deer cooperative: Can adaptive management and local stakeholder engagement sustain reduced impact of ungulate browsers in forest systems? Boreal Environ. Res. 18: 50-64.
- Uno H, Ueno M, Inatomi Y, Osa Y, Akashi N, Unno A, Minamino K (2017) Estimation of population density for sika deer (*Cervus nippon*) using distance sampling in the forested habitats of Hokkaido, Japan. Mammal Study 42: 57-64.

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計13件（うち査読付論文 4件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 8件）

1. 著者名 明石 信廣	4. 巻 42
2. 論文標題 二ホンジカが変える森林のすがた	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 地域自然史と保全	6. 最初と最後の頁 27-33
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 明石 信廣	4. 巻 196
2. 論文標題 北海道の森林にふさわしいシカ管理を考える	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 光珠内季報	6. 最初と最後の頁 1-6
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 明石信廣	4. 巻 192
2. 論文標題 エゾシカをおいしく食べるための捕獲とは	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 光珠内季報	6. 最初と最後の頁 1-4
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 明石信廣、南野一博、寺澤和彦	4. 巻 69
2. 論文標題 エゾシカの影響による林分構造の変化 17年間の追跡調査から	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 森林防疫	6. 最初と最後の頁 5-12
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Nakata, K., Unno, A., Akashi, N., Minamino, K.	4. 巻 23
2. 論文標題 Growth response of mature larch trees to simulated vole-gnawing: 20-year results.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Forest Research	6. 最初と最後の頁 129-132
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/13416979.2017.1410762	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 明石 信廣	4. 巻 14 (2)
2. 論文標題 森林管理と連携したエゾシカ管理	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 グリーンテクノ情報	6. 最初と最後の頁 5-8
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 明石 信廣、藤木 大介、田村 淳、安藤 正規、飯島 勇人	4. 巻 902
2. 論文標題 <公募セッション> 森林におけるシカ問題の解決に向けて	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 森林技術	6. 最初と最後の頁 24-25
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 飯島 勇人、明石 信廣、安藤 正規	4. 巻 57
2. 論文標題 シカ管理目標の設定状況と課題	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 哺乳類科学	6. 最初と最後の頁 151 ~ 152
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11238/mammalianscience.57.151	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 明石 信廣	4. 巻 184
2. 論文標題 森林におけるエゾシカの痕跡を読み解く	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 光珠内季報	6. 最初と最後の頁 1-6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 永田 純子、明石 信廣、小泉 透	4. 巻 56
2. 論文標題 シンポジウム：シカと森林の管理.	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 哺乳類科学	6. 最初と最後の頁 215-224
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11238/mammalianscience.56.215	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 明石 信廣、長池 卓男	4. 巻 56
2. 論文標題 シカと森林の持続的な管理に向けて 赤谷プロジェクトと占冠村の事例	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 哺乳類科学	6. 最初と最後の頁 225-231
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11238/mammalianscience.56.225	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 明石 信廣	4. 巻 67
2. 論文標題 森林におけるエゾシカ被害対策のあゆみ	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 北方林業	6. 最初と最後の頁 81-84
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 明石 信廣	4. 巻 79
2. 論文標題 森林におけるエゾシカの影響を把握する	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 森林科学	6. 最初と最後の頁 14-17
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計10件 (うち招待講演 1件 / うち国際学会 2件)

1. 発表者名 明石 信廣、雲野 明、宇野 裕之
2. 発表標題 シカによる広葉樹稚樹採食に対するササの防御効果
3. 学会等名 第132回日本森林学会大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 明石信廣、寺澤和彦
2. 発表標題 距離標本法によるエゾシカの推定生息密度と森林への影響評価にもとづく捕獲の必要性の検討
3. 学会等名 日本哺乳類学会2019年度大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Akashi, N.
2. 発表標題 Deer and forest management in Hokkaido, Japan: roles of recreational hunting and culling by forest managers to reduce forest damage.
3. 学会等名 XXV IUFRO World Congress (国際学会)
4. 発表年 2019年



1. 発表者名 明石信廣
2. 発表標題 カラマツ幼齡林におけるエゾシカ食害が樹高成長に及ぼす影響
3. 学会等名 第131回日本森林学会大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 明石信廣、安藤正規、中森さつき、田村淳、飯島勇人、藤木大介
2. 発表標題 大台ヶ原のブナ・ウラジロモミ林におけるシカの影響と回復の可能性
3. 学会等名 第130回日本森林学会大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 明石 信廣
2. 発表標題 森林におけるエゾシカの影響 - 森林とシカの一体的な管理に向けて -
3. 学会等名 日本環境学会第43回研究発表会（招待講演）
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Akashi N
2. 発表標題 Evaluation of the impact of sika deer on natural forests using a simple check list
3. 学会等名 IUFRO 125th Anniversary Congress 2017, Freiburg, Germany (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 明石 信廣、寺澤 和彦、稲富 佳洋、上野 真由美、長 雄一、宇野 裕之、二木 美帆、濱田 革
2. 発表標題 森林内におけるエゾシカ捕獲の適地選択
3. 学会等名 第129回日本森林学会大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 明石 信廣、雲野 明、南野 一博
2. 発表標題 エゾシカが森林に及ぼす影響を把握する：簡易評価と詳細評価.
3. 学会等名 第64回日本生態学会大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 明石 信廣
2. 発表標題 エゾシカによる人工林被害レベルの評価指標
3. 学会等名 第128回日本森林学会大会
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------