

## MAS を用いた人工林でのシカ被害対策の検討\*1

北島 薫\*2・佐藤宣子\*3・藤岡 薫\*4

北島 薫・佐藤宣子・藤岡 薫：MAS を用いた人工林シカ被害対策の検討 九州森林研究 70：133－135, 2017 日本では、シカの個体数の大幅な増加による林業被害が深刻化している。本研究では、マルチエージェントシステム（MAS）というシミュレーションツールを用いて、人工林内で発生するシカ食害の程度を説明可能かについて検討した。シミュレーションでは、下刈り後の植生量と生息密度を説明変数として被害本数を推定した。シミュレーション結果から、下刈り時に刈払う下層植生の量を調整することは、シカ被害を軽減することに繋がるという結果が得られ、この手法が有効であることが示唆された。

キーワード：マルチエージェントシステム、シミュレーション、人工林、下刈り、シカ被害

## I. はじめに

近年、日本の森林において野生鳥獣による森林被害が増加しており、その約7割がシカによる被害である（林野庁, 2016）。被害状況には幼齢木の枝葉の食害、植栽木の樹皮の食害などがあり、忌避剤の散布、防護柵、食害防止チューブの設置などの対策が行われている。九州においても、中南部を中心にシカの個体数の増大と生息地域の拡大が進み、林業に深刻な被害を及ぼしており（九州森林管理局ウェブサイト）、各県は目標の生息密度を定め対策を行っている（表－1）。しかし、狩猟免許保持者の高齢化と人数の減少を背景に、被害を抑制できていないのが現状である。

鳥獣被害やシカによる食害に関して多くの研究が行われており、シカによる食害については、下刈りの省略（渡邊ほか, 2013）や下刈り時の刈払高の調整（大分森林管理署, 2006）が植栽木に与える食害を軽減する上で一定の効果をもたらすとされている。しかしながら、野生動物が関係する問題の多くは、その根本的問題が明らかにされておらず、効果的な対策もはっきりしているわけではないため（高槻, 2000）、その探索・確立が強く求められている。

そこで、本研究ではシカの生息頭数や下層植生の繁茂状況と

いった実際の研究では設定が難しい要素を用いて食害の程度をシミュレーションすることができるか否か検討することを目的とした。なお、本研究の対象は人工林の植栽木である。

## II. 研究の方法

## 1. マルチエージェントシステム（MAS）

マルチエージェントシステムとは、環境の状態を把握し行動する自立した主体であるエージェントが多数存在する環境において、エージェント間の相互作用をシミュレーションできるシステムである（構造計画研究所ウェブサイトb）。災害からの避難行動（松島ほか, 2014）や、商業施設、テーマパークなどでの混雑緩和（佃ほか, 2014）をシミュレーションするツールとして利用されている。

本研究では、（株）構造計画研究所が製造している artisoc という社会シミュレータを使用し、システムを作成した。artisoc とは MAS のためのモデルを構築することができるだけでなく、シミュレーションの過程をリアルタイムで観察することも可能にしたシミュレーションプラットフォームである（構造計画研究所ウェブサイトa）。

表－1. 九州6県のシカ害の現状

	福岡県	大分県	熊本県	長崎県	宮崎県	鹿児島県
推定生息頭数（頭）	23,028	95,106	78,147	29,201	130,593	72,553
目標値 （頭/km <sup>2</sup> ）	3	3以下	保護地域：5 調整地域：2 生息拡大地域：0	5	保護地域：5 調整地域：2	保護地域：5 調整地域：2
森林被害	113.5ha	－	924ha	約500万円	国有林：47ha 民有林：43ha	1億円以上

資料：第4期第二種特定鳥獣管理計画（福岡県（2012）・熊本県（2012）・長崎県（2015）・宮崎県（2015）・鹿児島県（2015））、大分県の鳥獣保護管理の現状（2013）

\*1 Kitajima, K., Sato, N. and Fujioka, K. : Examination of measures against deer damage in planted forest by using MAS.

\*2 九州大学大学院生物資源環境科学府 Grad. Sch. Biores. and Bioenvir. Sci., Kyushu Univ., Fukuoka, 821-8581, Japan.

\*3 九州大学大学院農学研究院 Fac. of Agric., Kyushu Univ., Fukuoka, 812-8581, Japan.

\*4 福岡女子大学国際文理学部 International College of Arts and Sci., Fukuoka Women's Univ., Fukuoka, 813-8529, Japan.

2. シミュレーションモデル

MASを用いて人工林でのシカによる食害と下刈りで刈払われる下層植生の関係性を分析するために、シカが生息する人工林のモデルを作成した。図-1は作成したモデルの拡大図である。

モデルの空間は400マス×500マスで作成し、1マスが1㎡に当たる20haの空間と仮定した。植栽密度は2,500本/haと仮定したため、人工林は4㎡に1本の割合で分布するとした。時間経過は1ステップを12時間とし、5年間に当たる3,650ステップの間に減少した木の本数をカウントした。

各マス目の濃淡は下層植生の状態を表す。下層植生の繁茂の程度は各マス目が持つ値に応じた濃淡で表され、マスの色が濃くなるほど値が大きく、下層植生が繁茂した状態であるとする。下層植生の値は毎ステップ0~3の間でランダムに増加し、シカが通った後の下層植生の値は200減少するよう設定した。

シカは自分のいるマスと接する周囲8つのマスの下層植生の値を認識し、値が大きい箇所を選んで動くと仮定した。周りの下層植生の値が全て同じである場合はランダムに進む方向を決定する。シカはそれぞれが満腹度という変数を持ち、満腹度は2ステップ(24時間)に5減少する。下層植生の値が大きい場所を通った方

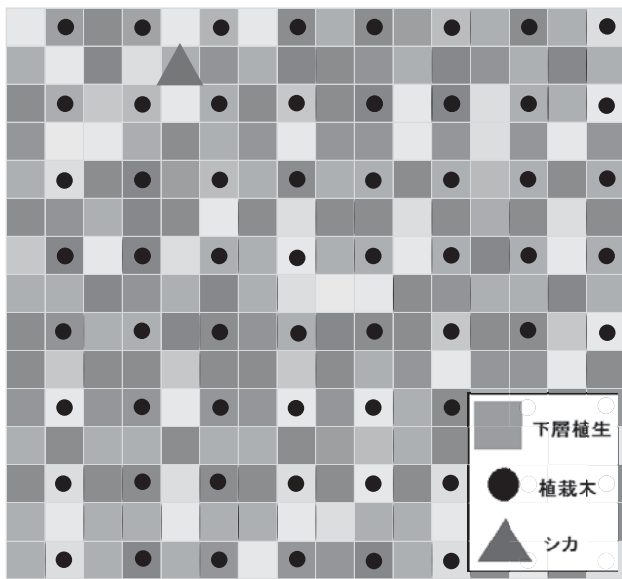


図-1. モデルの拡大図

表-2. シカの得られる満腹度

下層植生	200以上	100以上	50以上	50未満	植栽木
満腹度	+10	+5	+3	+1	+4



図-2. シミュレーションモデルにおける導入要素の分類

がシカの得られる満腹度も大きくなると仮定し、シカの得られる満腹度は、表-2の通り決定されることとした。

一般的に夏季(6~8月)に下刈りが行われることから、9月1日に下刈りが完了していると仮定し、各年9月1日に該当する487, 1,217, 1,947, 2,677, 3,407ステップの計5回で下層植生の値を50(強度の下刈り実施)にした場合と300(繁茂状況を残す)にした場合とを比較した。

また、シカの生息頭数は自然植生にあまり目立った影響が出ない密度が3~5頭/㎢(環境省, 2016)という知見から、5頭/㎢を適正頭数とした。九州森林管理局の公表データによると、九州においては、適正頭数の7倍以上のシカが生息しているとされていることから、適正頭数と、その7倍である場合とをシミュレーションし、面積あたり食害被害本数をカウントした。また、生息密度の関連性を調べるために、1頭当たりの被害量を算出した。図-2にはシミュレーションモデルにおける導入要素の分類を整理した。なお、シミュレーションは100回ずつ行った。

Ⅲ. 結果

シミュレーションで得られた結果を元に、図-3と図-4のグラフを作成した。

図-3は、生息密度と下層植生の違いによる被害の受けた植栽本数のシミュレーション結果を示している。20ha当たりの頭数に関わりなく下層植生の値を300とした場合の方が50とした場合よりも被害本数が少ないことを示している。特に、生息密度が7頭/20haの場合、下層植生50で5万本あたり1,426.3本に対して、下層植生300では1,185.7本と被害本数が16.9%減少した。

また、図-4は1頭当たり被害本数を示している。下層植生の値を50とした場合、生息密度が1頭/20haでは197.2本なのに対し7頭/20haでは203.8本と5本以上の増加が見られたが、

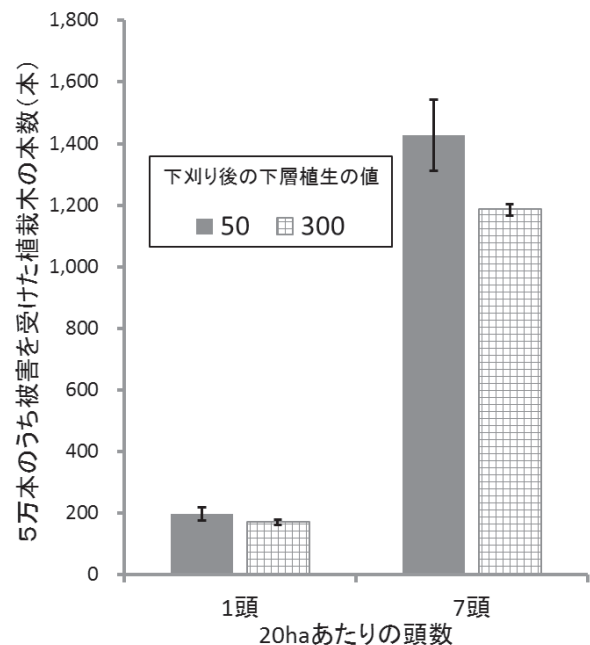


図-3. 被害木の平均本数のシミュレーション結果

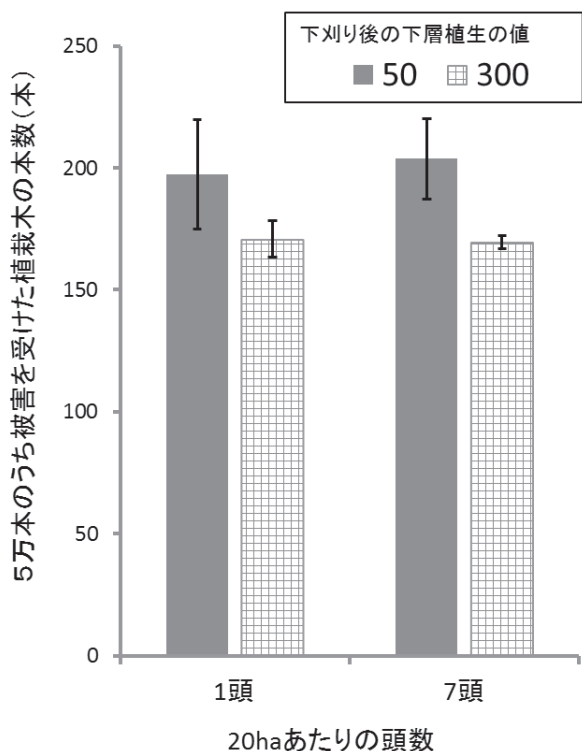


図-4. 1頭当たりの被害本数

下層植生を多く残した300の場合は1頭/20haでは168.6本、7頭/20haでは169.4本であり、生息密度によらず1頭当たりの被害にはほとんど差が見られなかった。

以上のシミュレーション結果より、シカの頭数が適正頭数の7倍の場合には面積当たりの被害本数に差があり、下刈り時の下層植生の値を大きくした方が被害本数は少ないこと、また、シカ1頭当たりの被害本数にはほとんど差が見られないことが示された。

#### IV. 考察

以上より、MASを用いたシミュレーションシステムによって、シカの行動を予想し、食害本数を推定でき、シカ被害対策を議論する上で有効なツールとなり得ることが示唆された。

しかし、本研究で、実際に用いた要素は適正頭数と植栽密度のみである。今後は、傾斜度などの地形情報、シカの群れとしての行動傾向、植生の種類、植生の種類に対するシカの嗜好などの要素に加え、様々な研究成果に基づいた可能な限りの要素を導入したシミュレーションを行い、最終的には有効なシカ被害対策を構築することにつなげたい。

#### 引用文献

- 福岡県 (2012) 福岡県第二種特定鳥獣 (シカ) 管理計画 (第4期)
- 佃 勇平ほか (2014) 情報処理学会第76回全国大会講演論文集, 1: 527-528.
- 鹿児島県 (2015) 第二種特定鳥獣 (ニホンジカ) 管理計画.
- 環境省 (2016) 特定鳥獣保護管理計画作成のためのガイドライン (ニホンジカ編).
- 構造計画研究所 a URL: <http://www.kke.co.jp/solution/theme/artisoc.html> (2017年1月4日利用).
- 構造計画研究所 b URL: <http://mas.kke.co.jp/> (2016年11月15日利用).
- 熊本県 (2012) 第4期特定鳥獣保護管理計画.
- 九州森林管理局 URL: <http://www.rinya.maff.go.jp/kyusyu/fukyu/shika/shika.html> (2016年11月17日利用).
- 松島 弘ほか (2014) 研報数理モデル化と問題解決, 2014-MPS-100 (7): 1-6.
- 宮崎県 (2015) 宮崎県第二種特定鳥獣 (ニホンジカ) 管理計画.
- 長崎県 (2015) 第二種特定鳥獣 (ニホンジカ) 管理計画.
- 大分県 (2013) 大分県の鳥獣保護管理の現状.
- 大分森林管理署 (2006) 単植造林による台風被害防止とシカの食害対策について.
- 林野庁 (2016) 野生鳥獣による森林被害 URL: <http://www.rinya.maff.go.jp/j/hogo/higai/tyouju.html> (2016年10月15日利用).
- 高槻成紀 (2000) 生物科学 52: 29-36.
- 山影 進 (2013) 人口社会構築指南—artisocによるマルチエージェント・シミュレーション入門, 446p, 書籍工房早山.
- 渡邊仁志ほか (2013) 日本緑化工学会誌 39 (2): 264-267. (2016年11月18日受付; 2017年1月15日受理)