

平成21年6月1日現在

研究種目：基盤研究（C）  
 研究期間：2006～2008  
 課題番号：18580137  
 研究課題名（和文） 野生動物の生息環境としての樹洞の資源量と利用される樹洞の特性  
 研究課題名（英文） Tree hollow resource for a factor of wildlife habitat and the traits of tree hollows occupied by animals

研究代表者  
 林田 光祐（HAYASHIDA MITSUHIRO）  
 山形大学・農学部・教授  
 研究者番号：10208639

研究成果の概要：超小型 CCD カメラで樹洞内部を撮影した画像から、樹洞を利用する動物の判別だけでなく、樹洞の内部形態とくに樹洞の深さを推定し、内部容積を算出する方法を開発した。樹洞の形態はケヤキ、コナラ、ブナの3樹種間で大きく異なり、ムササビなどの樹上性哺乳類や樹洞営巣性の鳥類は、ブナの樹洞を選択的に利用していることが推察された。樹洞を野生動物の生息環境としての森林が有する資源のひとつとみなすと、利用可能な樹洞は種間で重複しており、樹洞資源をめぐる競合が起きていると考えられる。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2006年度	1,000,000	0	1,000,000
2007年度	400,000	120,000	520,000
2008年度	500,000	150,000	650,000
総計	1,900,000	270,000	2,170,000

研究分野：農学

科研費の分科・細目：林学・森林工学

キーワード：樹洞、野生動物、ムササビ、ハビタット、画像解析、ブナ林、里山、森林管理

## 1. 研究開始当初の背景

老齢・壮齢木に形成される樹洞は、哺乳類から昆虫まで多様な動物のねぐらや繁殖の場として重要な役割を担っており、森林が有する生物多様性の保全機能を高めていると考えられる。しかし、このような視点で樹洞そのものが研究された例はほとんどない。

これまで動物が利用している樹洞については、動物研究者によって調査報告がされているが（松岡・高田, 1999, Sedgely and O'Donnell, 1999）、樹洞がどれくらいあって、その中で動物に利用されているものがどのくらいあるかなど、樹洞そのものに関する研究はオーストラリアのユーカリ林や北欧で行われているにすぎない(Whitford, 2001, van Balen et al., 1982)。しかもこれらは倒木を調べることで量的に推定している。立木

上にある樹洞の資源量の把握は必要不可欠であり、その調査方法の開発が望まれている。安全で有効な方法が開発されれば、研究の範囲が大きく広がり、森林の生物多様性に関する研究が飛躍的に発展することを期待できる。

## 2. 研究の目的

## (1) CCD カメラによる撮影画像を用いた樹洞の深さと内部容積の推定方法

野生動物の生息場所のひとつである樹洞の内部形態を容易に解析する方法として、これまで樹洞を利用する動物の観察のみに利用されてきた CCD カメラ装置を使用し、これによって撮影した画像から樹洞内部の深さと容積を推定する方法を開発することを目的とした。

(2) 野生動物の生息場所としての樹洞の形態的特徴

山形県庄内地方の里山において、樹種による樹洞の形態的特徴の違いを明らかにし、動物がどのような形態的特徴を有する樹洞を生息環境として利用しているのかを明らかにすることを目的とした。

(3) ブナ林における野生動物の生息環境としての樹洞の資源量

典型的な日本海型のブナ林において、どのような形態を有した樹洞が存在しているのか、そうした樹洞をどのような野生動物が利用しているのかを調査し、実際に野生動物によって利用されていた樹洞から、動物が利用可能な樹洞の形態を明らかにした上で、ブナ林における野生動物の生息環境としての樹洞の資源量を推定することを目的とした。

(4) ムササビが利用可能な樹洞の形態と樹洞資源をめぐる他種との競合

夜行性の樹上性げっ歯類であるムササビに着目し、利用が確認された樹洞の形態的特徴から、ムササビが利用可能な樹洞形態について検討することを目的とした。

(5) 野生動物の生息環境としての樹洞資源からみた里山の孤立ブナ林の評価

動物が利用可能な形態を持つ樹洞が一定面積あたりにどのくらい存在しているのかという樹洞の資源量を明らかにすることで、里山に存在する孤立ブナ林が野生動物にとってどのような役割を果たしているのかを検討することを目的とした。

### 3. 研究の方法

(1) CCD カメラによる撮影画像を用いた樹洞の深さと内部容積の推定方法

内径の異なる円筒状の模型を使って、実際の模型の底面積に対する画像に写った底面の面積の比と円筒の内径との関係から、樹洞内部の深さを推定する回帰式を求めた。深さが実測可能な自然林の樹洞を対象にこの回帰式を用いて深さの推定値を算出し、実測値に比べどの程度の差があるかを検証した。

(2) 野生動物の生息場所としての樹洞の形態的特徴

調査は山形県鶴岡市高館山自然休養林（標高 274m）のほぼ全域（約 115ha）から、樹洞木の高い出現率とサンプル数が多く得られたケヤキ、コナラ、ブナの 3 樹種の樹洞木数・樹洞数・入口数、ブナ 69 個体・84 個・116 個、ケヤキ 46 個体・62 個・96 個、コナラ 46 個体・56 個・59 個の樹洞木合計 161 本、樹洞数 202 個、入口数 271 個を対象とした。樹洞の外部形態は、入口の数と面積、

高さを計測し、形成要因を記録した。内部の形態は、形状タイプを記録し、深さを推定して、内部容積を算出した。これらの樹洞内部の形態計測の推定と動物による樹洞の利用状況を把握するため、樹洞カメラシステム（HOGA）で樹洞内部を撮影・録画した。その際に一本梯子を併用することで、高さ 11m までの入口をもつ樹洞を対象にすることができた。動物による樹洞の利用状況を 2005 年と 2006 年 4～6 月、9～11 月の 4 回にわたり、全樹洞に対してそれぞれ最低 1 回以上昼間に行った。

(3) ブナ林における野生動物の生息環境としての樹洞の資源量

調査は山形県戸沢村の今熊山（標高 573m）で行った。今熊山を含む丘陵地一帯は山形県の今神山自然環境保全地域に指定されており、典型的な日本海型ブナ林が成立している。約 16ha の調査地内をくまなく歩いてできる限り多くの樹洞を見つけ、樹洞が形成されていた樹洞木の樹種、胸高直径と樹洞数を記録した。樹洞の外部形態は、入口の数と面積、高さを計測し、形成要因を記録した。内部の形態は、形状タイプを記録し、深さを推定して、内部容積を算出した。これらの樹洞内部の形態計測の推定と動物による樹洞の利用状況を把握するため、樹洞カメラシステム（HOGA）で樹洞内部を撮影・録画した。その際に一本梯子を併用することで、高さ 13m までの入口をもつ樹洞を対象にすることができた。

動物による樹洞の利用状況を 2005 年 10 月、2006 年 6 月と 11 月の 3 回にわたり、すべての樹洞を対象に昼間に調査を行った。調査対象の動物は、哺乳類、鳥類などの脊椎動物と昆虫類である。

樹洞の資源量調査のため、調査地内に 50m × 50m の調査区を 4 か所（合計 1ha）設置し、胸高直径 10cm 以上の樹木を対象に樹種、胸高直径、樹高を計測し、さらに樹洞の有無を調査した。

(4) ムササビが利用可能な樹洞の形態と樹洞資源をめぐる他種との競合

2004～2008 年の間に山形県内でムササビの生息が確認された林分に形成されていた樹洞 437 個を調査対象とし、小型 CCD カメラを用いた内部観察による動物の利用状況の把握と、樹洞の形態（樹洞の入口が形成された高さ・入口面積・入口部から樹洞内部の上下方向に広がる空間の天井・底面までの高さ・内部容積の推定値）の計測・算出を行った。

(5) 野生動物の生息環境としての樹洞資源からみた里山の孤立ブナ林の評価

東北地方日本海側に位置する山形県鶴岡市の海岸に近い里山であり、ブナ林が1～73ha程度の小面積な林分として孤立して存在する三瀬気比神社社叢・荒倉山・高館山の3ヵ所において、それぞれブナ林とその他の落葉広葉樹が優占する林分に調査域を1ヵ所ずつ設定し（ブナ林域、雑木林域と呼ぶ）、各調査域において確認された樹洞を対象に、樹洞の形態的特徴（樹洞高・入口面積・内部容積など）と野生動物の樹洞利用を調査した。その上でそれぞれの調査域に設定した0.5ha（荒倉山は0.25ha）の調査区を毎木調査することで、野生動物にとっての樹洞の資源量を算出し、ブナ林と雑木林とで比較した。

#### 4. 研究成果

##### (1) CCDカメラによる撮影画像を用いた樹洞の深さと内部容積の推定方法

深さが実測可能な自然林の樹洞19個中16個（84.2%）が推定値よりも実測値の深さの方が深く、推定値は実測値を過小評価していた。算出した内部容積についても実測値に比べ推定値は小さい値を示す傾向にあった。

しかし、画像から樹洞内部の底面が明瞭に判別でき、かつ底面がほぼ円形の形態を有する樹洞を対象に限って適用すれば、実測値を用いた場合と比べ過小評価してしまう傾向にあるものの、推定値を常用対数に変換した場合に整数レベルでの違いはなく、大まかな内部容積の把握、すなわち数個か数十個かの判別には有用であると判断される。

この計測手法を用いれば、樹洞カメラによって高さ13mまでの樹洞が調査可能であり、動物の樹洞利用を確認できるとともに、動物が不在時に撮影することで樹洞の内部形態を計測することが可能になり、利用していない樹洞も含めた樹洞の内部を計測することで、森林内に存在する多くの樹洞の形態の特徴や資源量を効率化よく把握することができる。また、樹洞の内部に樹洞カメラを挿入する時間は最小限に抑えられるため、野生動物にとってのストレスを軽減させることができるという意味でも有効的な手法であると考えられる。

##### (2) 野生動物の生息場所としての樹洞の形態的特徴

樹種による樹洞の形態的特徴を調べたところ、ケヤキは根元から5m付近に0.1～1.0m<sup>3</sup>と容積が大きい横T字型の樹洞が多かった。コナラは萌芽幹の損傷によって約9割が根元部分に形成されており、容積が小さい樹洞が多かった。ブナはそのほとんどが高さ5m以上の通直な幹にあり、容積が0.001m<sup>3</sup>未満と狭い樹洞が多く、さらに入口の多くはキツツキ類の穿孔によって斜面下方に形成されていた。

今回の調査で発見された202個の樹洞のうち約4割の樹洞で動物による利用が確認された。また、哺乳類や鳥類による利用の約9割がブナの樹洞であった。利用が多く確認されたムササビ、コウモリ類、カラ類を対象に利用樹洞の形態を検討したところ、3種とも高さが5m以上のキツツキ類によって形成された樹洞を多く利用していた。ムササビは容積が0.01～0.1m<sup>3</sup>の範囲の樹洞を利用していた。コウモリ類とカラ類は0.01m<sup>3</sup>以下の狭い容積の樹洞を利用していたが、両種はそれぞれ異なる内部形状の樹洞を選択していた。

これら3種いずれかが利用可能と考えられる樹洞は調査対象樹洞202個中68個であり、100cm<sup>2</sup>以下の入口を持つ高さ5m以上の高所にある樹洞であった。また、3種それぞれが利用可能な形態を有する樹洞は、ムササビで20個、コウモリ類で13個、カラ類で34個であった。このうち、その動物自体が実際に利用した樹洞の割合は、ムササビが85%、コウモリ類が38%、カラ類が18%であった。ムササビとカラ類の利用可能な形態を有する樹洞は9個が重複しており、そのうち5個はムササビ、2個がカラ類によって利用されていた。

これらのことから、樹洞の形態はケヤキ、コナラ、ブナの3樹種間で大きく異なり、各樹種の生態的特性が樹洞の形成や形態に大きく関わっていることが示唆された。また、樹洞を利用する動物は各動物種の生態的特性に適した形態を有する樹洞を選択的に利用していることが推察され、利用可能な樹洞は種間で重複しており、樹洞資源をめぐる競争が起きていると考えられる。

##### (3) ブナ林における野生動物の生息環境としての樹洞の資源量

約16haの調査域で101個の樹洞が見つかった。樹洞木は90本で、そのうち6本が枯死木であった。最も多く樹洞が確認された樹種はブナの66本（69%）で、胸高直径60～70cmを中心に、17～113cmと幅広い階級で確認された。L字型と横T字型の内部形態をもつ、高さ4～6mの樹洞が多く確認され、8m以上の高い樹洞高をもつ樹洞は6個と少なかった。樹洞の約8割が1個の入口のみを有していた。入口の形成要因は凍裂とキツツキと枝折れがそれぞれ30%程度で、根元腐朽は少なかった。

哺乳類については、ムササビ、ホンドモモンガ、ヤマネ、コウモリ類による利用が13個の樹洞で確認された。これらの樹洞は、サワグルミの1例を除き、すべてブナに形成された樹洞であった。そのほかに鳥類2個、両生類1個、昆虫類は主にカマドウマ類が51個の樹洞で確認された。

利用が多く確認された哺乳類の約8割はムササビ・モモンガによるもので、これらが利用していた樹洞の入口はすべてキツツキによる30~110cm<sup>2</sup>の面積のもので、4~13mの高さに形成されていた。両種のすべての条件にあう樹洞は101個の樹洞中15個(14.9%)で、そのうち利用が確認されなかった樹洞は5個だけであった。逆に、カマドウマ類が利用していた条件の樹洞は89個(88.1%)と多く、実際に利用されていない樹洞も54個と多かった。

1haの調査区の立木本数は306本あり、12本の樹洞木に13個の樹洞が確認された。このうち実際に利用されていた樹洞は7個であったが、いずれかの動物が利用可能と考えられる樹洞は11個であった。

13個の樹洞のうちムササビとモモンガが利用可能な樹洞は4個であった。実際に2個の樹洞でムササビとモモンガによる利用が確認されたが、残りの2個はヤマネとコノハズクによって利用されていた。これらのことから、利用可能な樹洞は種間で重複しており、樹洞資源をめぐる競合が起きていると考えられる。

#### (4) ムササビが利用可能な樹洞の形態と樹洞資源をめぐる他種との競合

ムササビの利用が確認された樹洞は28個で、その他にムササビが利用していたと考えられる藪藁が7個の樹洞で確認された。いずれも地面からの高さが3.9m以上の高所に形成された樹洞であり、入口を複数持つ樹洞が多く、入口は100cm<sup>2</sup>以下の小さな面積のものが多かった。内部容積は0.005~0.24m<sup>3</sup>と大小様々であった。各形態の計測値の最小値と最大値から利用可能な樹洞形態の条件を設定し、全ての樹洞の中で条件を満たす樹洞がどのような動物に利用されているかを調べたところ、条件を満たす樹洞は73個あった。このうち、他の動物種による利用が確認された樹洞が8個あり、ムササビの利用可能な樹洞が、他の動物種と重複していることがわかった。動物種の利用が確認されなかった樹洞は30個あったが、調査林分ごとに見ると樹洞資源の少ない林分もあり、このような林分においては樹洞資源をめぐる競合が起きている可能性があることが示唆された。

#### (5) 野生動物の生息環境としての樹洞資源からみた里山の孤立ブナ林の評価

樹洞の形態的特徴は、ブナ林域ではキツツキによって4m以上の高所に形成された入口・内部容積の小さな樹洞が多いのに対し、雑木林域では、根元腐朽などの損傷により根元付近に形成される樹洞が多く、入口・内部容積は大小様々であった。野生動物の樹洞利用は、ムササビ、コウモリ類などの哺乳類、

シジュウカラ、ヤマガラなどの鳥類、カマドウマなどの節足動物が確認されたが、哺乳類・鳥類の利用が確認されたのはブナ林域のみであった。0.5haあたりに確認された樹洞の資源量は、ブナ林では9~50個、雑木林では7~12個で、どの調査地においてもブナ林の方が多かった。さらに、哺乳類・鳥類の利用可能な樹洞の資源量は、ブナ林で3~16個、雑木林で0~2個で、ブナ林では哺乳類・鳥類の利用が1~10個の樹洞で確認されたのに対して、雑木林では確認されなかった。以上のことより、里山における孤立ブナ林は樹洞性の哺乳類や鳥類などの生息の場として重要な役割を有していると推察される。

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計1件)

① 早川悟史、上山剛司、林田光祐、CCDカメラによる撮影画像を用いた樹洞の深さと内部容積の推定方法、日本森林学会誌、91、投稿中。査読有

〔学会発表〕(計4件)

① 早川悟史ら、ムササビが利用可能な樹洞の形態と樹洞資源をめぐる多種との競合、日本生態学会第13回大会、2009.3.18.、岩手県立大学。

② 上山剛司ら、野生動物の生息場所としての樹洞の形態的特徴、第14回野生生物保護学会大会、2008.11.8.、長崎国際大学。

③ 早川悟史ら、野生動物の生息環境としての樹洞資源からみた里山の孤立ブナ林の評価、東北森林科学会第13回大会、2008.8.25.、福島市コラッセ福島。

④ 林田光祐ら、ブナ林における野生動物の生息環境としての樹洞の資源量、第119回日本森林学会大会、2008.3.28.、東京農工大学。

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕

○出願状況(計0件)

○取得状況(計0件)

〔その他〕

なし

#### 6. 研究組織

(1) 研究代表者

林田 光祐 (HAYASHIDA MITSUHIRO)

山形大学・農学部・教授

研究者番号：10208639

(2) 研究分担者  
なし

(3) 連携研究者  
なし

(4) 研究協力者  
なし