

森林 FOREST PESTS 防疫



目次

特集：シカ剥皮害プロジェクトから

シカ剥皮害プロジェクト報告

拡大する「沈黙の被害」：ニホンジカによる剥皮害

[小泉 透] 3

論文

スギ、ヒノキ人工林におけるシカによる角こすり害の発生要因

[池田浩一・小泉 透・桑野泰光] 5

ニホンジカによる人工林剥皮害の時間的・空間的な分布の推移

[廣石和昭・野口琢郎・近藤洋史・小泉 透] 11

ニホンジカによる人工林剥皮害発生予測マップの作成

[近藤洋史] 19

ニホンジカ被害地における森林造成技術の確立

—下刈り省力施業による被害軽減とそれに適したスギ品種の開発—

[平岡裕一郎・藤澤義武・松永孝治・下村治雄] 28

訃報

小口健夫さんの死を悼む

[秋本正信] 38

都道府県だより：奈良県・佐賀県 39

新刊紹介：よくわかる鳥獣被害対策のポイント(野津 喬・須永重夫 著) 44

森林病虫獣害発生情報：平成21年8月・9月受理分 45



A



B



C



D

[表紙写真] ニホンジカの人工林剥皮害とその対策，新しい森林造成技術の開発（本誌論文参照）

写真A：枝角に樹皮を付けたオスシカ（福岡県池田浩一氏提供）

写真B：角こすりによるヒノキの被害（福岡県池田浩一氏提供）

写真C：間伐木梢端部によるシカ剥皮害防除技術（熊本県林業研究指導所提供）

写真C：設定から3年経過した無下刈り試験地（森林総合研究所林木育種センター平岡裕一郎氏提供）

平成21年度版森林・林業白書によると，シカ・クマ等の野生鳥獣による森林被害は，毎年5千～8千ha程度発生している。このうち，ニホンジカ(*Cervus nippon*)による森林被害面積が50%から60%を占めている。森林管理・森林経営を行っていく上で問題となるシカの森林被害は，剥皮害と枝葉採食害である。剥皮害は幼齡林から壯齡林まで長期にわたり発生する。特に，収穫期を迎えた立木に対する剥皮害は，森林経営者の経営意欲を大きく減退させる一因となっている。また，木材収穫に引き続いて実施される新植造林においても，植栽した造林木に対して枝葉の食害が発生し，造林が成立しないなどの問題が生じている。これらのシカ被害は，大きな社会問題となっている。

((独) 森林総合研究所九州支所 近藤洋史)

シカ剥皮害プロジェクト報告

拡大する「沈黙の被害」：ニホンジカによる剥皮害

小泉 透¹

1. はじめに

農林水産省新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業「外来野生動物等による新たな農林被害防止技術の開発」(2006～2008年度)において、シカによる剥皮害の発生メカニズムの本格的な解明が初めて行われ、低コストの防除技術が開発された。

ニホンジカによる人工林被害は、大きく「枝葉採食害」と「樹皮剥皮害」に分けられる。枝葉採食害は主に若齢造林地で発生し、スギやヒノキなどの梢頭部や側部の枝葉が採食されることによって上長成長や肥大成長が著しく阻害される。樹皮剥皮害はさらに「角こすり害」と「樹皮採食害」に分けられる。角こすり害は樹幹部の地上30～100cmの樹皮がオスジカの角でこすられて剥皮される被害である。繁殖期に特有なオスの行動に関連するために、角こすり害は8～11月に集中して発生する。樹皮採食害は若齢造林地から50～70年生の壮老齢造林地まであらゆる段階で発生し、樹皮が剥皮され形成層が傷つけられるために枯死したり腐朽菌の侵入により材質が劣化したりする(小泉, 2002)。

枝葉採食害は、植栽後の短期間に発生し枯死に至ることも多いため、激害地は遠くからも確認できる「目立つ被害」である。これに対して樹皮剥皮害は、長期に累積して激害にいたる、被害木は枯死しないため林外から認識することが困難であるなど、気がつかない内に被害が拡大するいわば「沈黙の被害」である。しかしながら、この沈黙の被害は熊本県ではすでに林齢11年以上のスギ人工林の35%、ヒノキ人工林の80%で発生していると報告されており(宮島・草野, 2003)、早急な対策が求められるようになっている。2008年の「森林・林業統計」は、ニホンジカによる森林被害を全国で3,000haと報告している(林野庁, 2008)。この内どの程度が剥皮被害によるものなのか、相当の割合を占めることが予想される

が、その実態は不明である。

2. 「森林防疫」誌にみる剥皮害

「森林防疫」誌は、1988年から森林防虫獣害発生情報を掲載している。情報は全国の森林所有者および管理者から提供され、各分野の専門家のチェックを経て誌上に掲載される。任意報告であるため、年度によって特定地域の被害が集中して報告されることもあるが、20年以上継続して掲載されていること、位置や林齢など被害地の属性を含めて報告されていること、などの点で大変貴重な被害統計となっている。図-1に、1990～2008年までの報告の内、林齢が記載されたシカ被害の件数を示した。林齢10年未満の林分では枝葉採食害が、林齢10年以上の林分では剥皮害が報告されたと考えてよい。1990年代は林齢10年未満の林分における被害が大半を占めており、この時期はむしろ枝葉採食害が顕著であったことを伺わせる。この傾向には2001年頃から変化がみられ、林齢10年以上の林分における被害(剥皮害)の割合が徐々に増加し、2005年以降は剥皮害が若齢林分の枝葉採食害を圧倒するようになった。2008年度の被害報告件数は66件、その内65件が林齢10年以上の林分における被害であった。

3. 森林資源モニタリングに見る剥皮害

林野庁は平成11(1999)年度からモンテリオールプロセスに対応して森林資源モニタリング調査事業を実施している。全国を4×4kmの格子に分割し、その交点を中心にプロットを設定しプロットの一部か全部が森林である15,700点を対象に5年ごとに現地調査が行われている(家原, 1999)。すでに、第1期(1999～2003年度)、第2期(2004～2008年度)の調査が完了している。「森林資源モニタリング調査マニュアル」によれば、立木の樹幹に動物による

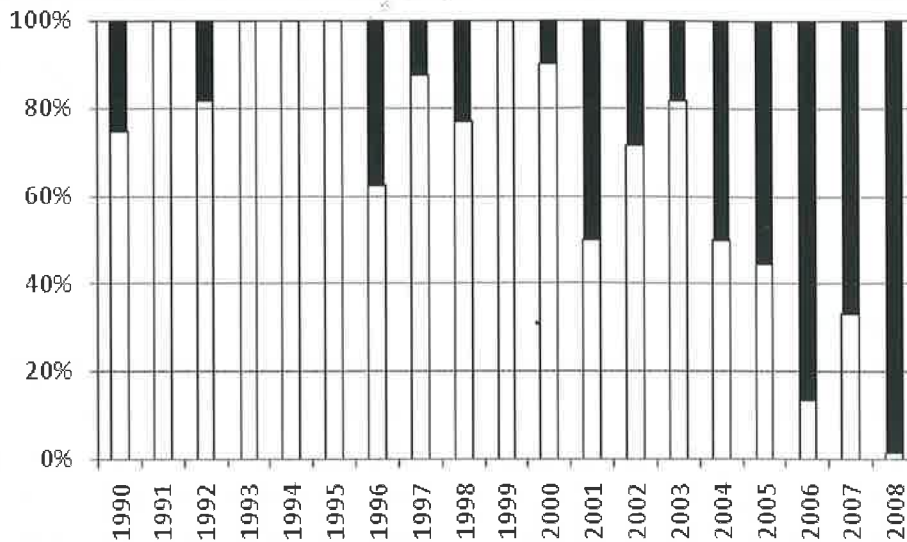


図-1 「森林防疫」誌に掲載された年齢別シカ被害報告件数の推移 (1990～2008年)
 白棒は林齢10年未満の林分における被害発生割合, 黒棒は林齢10年以上の林分における被害発生割合を示す。

剥皮が認められる場合に記入する, 調査プロット全体で病虫獣害が認められる場合には加害種名と被害の程度を記載する, シカ・クマを目撃した場合や痕跡が認められた場合は記録する, こととなっている (林野庁, 1999)。

「平成20年度森林資源調査データによる動態変化解析事業報告書」によれば, 第1期では529点, 第2期は, 2006年度までの途中経過であるが, 631点でシカ被害が確認され, 第1期, 第2期それぞれ244点, 403点で生息情報が報告されている (林野庁, 2009)。人工林における被害の内1, 2 齢級における被害の割合は, 第1期2.6%, 第2期1.7%であった。人工林全体に占める1, 2 齢級の割合が3.3%であることを考え合わせると, シカによる森林被害のほとんどは3 齢級以上の林分で発生する剥皮被害によると考えてよいようである。

4. おわりに

九州では針葉樹人工林における樹幹剥皮害はオスジカの角こすりにより発生することが明らかとなった (池田, 2009) が, 冬季に樹皮採食害が起きる地域もあるかもしれない。かつて, 枝葉採食害は晩秋から早春にかけて発生すると考えられていたが, 後にこれは関東以北における現象で九州では被害は通年発生していることが明らかになった (小泉, 2003)。

地域に状況に応じて被害が大きく変化するのにはニホンジカの特徴である。まさに「ところ変わればシカ変わる」である。各地で剥皮害調査と発生メカニズムの解明, さらなる低コストへ向けた対策の実践が盛んになることを期待したい。

引用文献

- 家原敏郎 (1999) 日本の新しい森林資源モニタリング調査. 山林 1384: 54～61.
- 池田浩一 (2009) スギ, ヒノキ人工林におけるシカによる人工林剥皮害発生要因. 森林防疫 58: 206～211.
- 小泉 透 (2002) ニホンジカ. 森林をまもる, pp.315～324, 全国森林病虫獣害防除協会, 東京.
- 小泉 透 (2003) ところ変わればシカ変わる. 森の野生動物に学ぶ101のヒント, pp.134, 日本森林技術協会, 東京.
- 宮島淳二・草野静代 (2003) 熊本県におけるシカ被害の実態. 九州森林研究 56: 222～224.
- 林野庁 (1999) 森林資源モニタリング調査実施マニュアル. 60pp. 林野庁計画課, 東京.
- 林野庁 (2008) 森林・林業統計要覧2008. 246pp. 林野庁, 東京.
- 林野庁 (2009) 平成20年度森林資源調査データによる動態変化解析事業報告書. 293pp. 林野庁, 東京. (2009. 10. 6 受理)

論文

スギ, ヒノキ人工林におけるシカによる角こすり害の発生要因

池田浩一¹・小泉 透²・桑野泰光³

1. はじめに

シカによる森林被害は植栽直後から伐採にいたる全生産期間を通じて発生し、林業生産活動の大きな阻害要因となっている。特に、剥皮害は幼齢林から壮齢林までの長期にわたり発生するだけでなく、被害木の材質劣化を引き起こすため、各地で深刻な問題となっている。

シカによる森林被害に関する調査は各地で行われ、枝葉採食害や樹皮採食害については、シカの生息密度や餌現存量に依存して発生する傾向にあることが報告されている(大井・糸屋, 1995; 尾崎・塩見, 1998; 三浦, 1999; 池田, 2005)。このため、植栽当初に発生する枝葉採食害では、シカ生息密度データをもとに被害発生危険度を予測する技術が開発され(Kondoh *et al.*, 2007)、植栽地の危険度に適した被害対策を講じることが可能となった。一方、剥皮害のうち角こすり害については物理的なバリアの開発が進められ、その成果は認められたものの(金森ら, 1998; 池田ら, 2001)、被害とシカ密度や雌雄構成比の関係といった被害発生要因については明らかにされていない。このため、各地で実施されているシカの個体数調整による被害軽減効果が不確実であるだけでなく、個体数調整と被害を予測しつつ、開発された防除手法を先行的に講じるなどの効果的な対策を推進できない状況にある。

そこで、この課題では、シカによる造林木への角こすり害が恒常的に発生している福岡県において、被害発生に関わる要因を明らかにすることを目的とした。なお、本調査は農林水産省「新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業(課題番号18001)」により実施したもので、本報告の一部は、日本森林学会九州支部大会で発表した(池田・桑野, 2008;

池田ら, 2009)。

本研究を実施するにあたり、嘉飯山森林組合、豊築森林組合には試験地の設定で、福岡県森林林業技術センター井上忠司、山下政宏、堤昭広の各氏には現地調査でご協力いただいた。厚く感謝します。

2. 樹種選択性

県の中央部に位置する嘉麻市長野と小野谷および県の東部に位置する豊前市岩屋のスギとヒノキが隣接または混在する場所において、1樹種あたり100本以上について、角こすり害の有無を調べた。調査した林齢は、長野が24、29年生の4か所、小野谷が28~38年生の8か所、岩屋が41~50年生の11か所である。

いずれの調査地でもヒノキの被害率が高く(図-1)、3調査地の平均被害率は、ヒノキが25.7%、スギが4.4%で、ヒノキで有意に高かった(KS検定; $p < 0.01$)。しかし、宮島・草野(2003)は、熊本県における被害率がスギで12.5%、ヒノキで17.4%と報告しており、角こすりの対象として好選される樹種は、地域によって異なる可能性がある。このような樹種による被害率の違いは鳥根県でも報告され

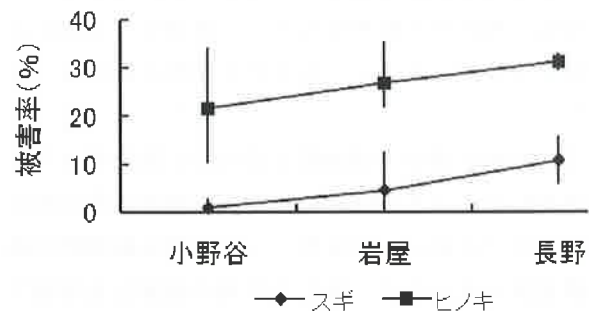


図-1 スギとヒノキの角こすり被害率

垂線は標準偏差を示す。

¹IKEDA, Koichi, 福岡県筑後農林事務所; ²KOIZUMI, Toru, 独森林総合研究所; ³KUWANNO, Yasumitsu, 福岡県森林林業技術センター

ている（島根県農林水産部森林整備課，1996）。

3. 角こすり害とシカ生息密度

県の中央部に位置する添田町から東峰村にかけての地域では、国土地理院の第3次地域区画（約1km四方の区画）を一つおきに市松模様になるように抽出された18区画において、区画内の森林に設定された約400mのライン上で糞粒法によるシカ密度調査が行われている。そこで、2008年2月から3月に実施された調査時に、ライン上に出現したスギ、ヒノキの本数と昨年秋以降に剥皮されたと推測される本数を調べた。そして、スギ、ヒノキが50本以上出現した調査地の被害率とシカ密度を比較した。

ヒノキにおける角こすり被害率は、シカ密度が高いほど増加する傾向を示した（ $R^2=0.595$ ，図-2）。しかし、スギでは被害率とシカ密度の関係は低かった（ $R^2=0.246$ ）。

次に、1994年から毎年糞粒法によりシカ密度がモニタリングされている豊前市岩屋で、2003年から2008年にかけて間伐されたヒノキ14林分において、2006年、2008年に間伐木の中から585本の被害木を切断し、剥皮後の巻き込み年輪数と間伐年から剥皮発生年を推定した。林分により間伐年が異なるため、ここでは、(i年に発生したと推定された剥皮数)/(i年時に存在していた調査本数)を剥皮発生頻度とした。なお、スギは被害木が少なかったため調査しなかった。

結果を図-3に示す。剥皮発生頻度は1978年以降1993年にかけて増加し、1995年以降減少した。一方、シカ密度は年による変化が大きかった。そこで、シカ密度の変化を平滑化すると、シカ密度は1994年以降減少する傾向を示し、剥皮発生頻度の傾向と一致した。

これらの結果は、福岡県で選択的に角こすり害を受けているヒノキでは、被害がシカ密度に依存的に発生することを示しており、シカの個体数抑制は枝葉採食害だけでなく、角こすり害の軽減にも有効であると考えられた。

ところで、豊前市岩屋では、地域全体の角こすり

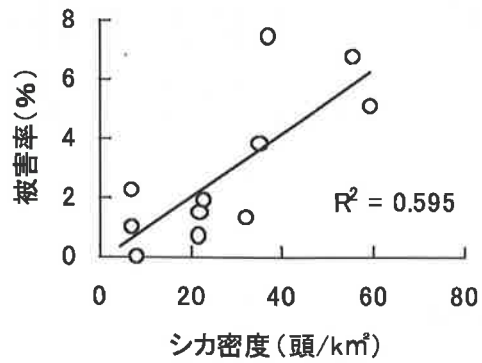


図-2 ヒノキにおける角こすり被害率とシカ生息密度の関係

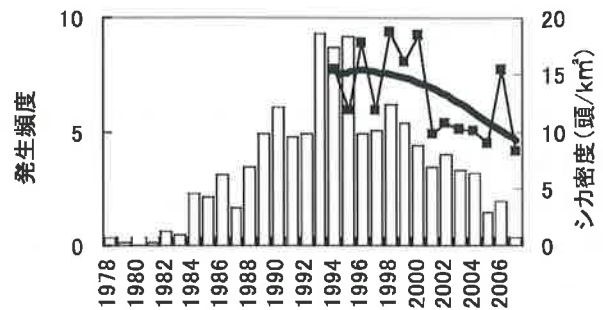


図-3 豊前市岩屋におけるヒノキの間伐木から推定された剥皮発生頻度とシカ生息密度の推移
実線はシカ生息密度の推移を平滑化した時の推移を示す。

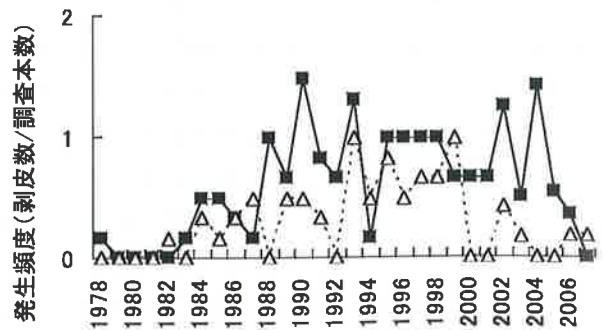


図-4 豊前市岩屋の隣接したヒノキ2林分における剥皮発生頻度の推移

発生頻度はシカ密度に同調する傾向を示していたが、林分によって剥皮発生頻度の変化は異なっていた（図-4）。このように近接した林分で被害率が異なることは、枝葉採食害でも報告されており（三浦，1999；池田，2005），局所的にはシカ密度以外の要

因が作用していると考えられた。

4. 林分における被害発生要因

モニタリング調査でシカ密度が同程度と推定されているにもかかわらず、予備調査で角こすりの発生状況が異なると判断された嘉麻市長野の24年生（標高540m）と同市小野谷の37年生（標高500m）のヒノキ林において、角こすり発生状況とこの地を利用したシカの個体構成から、林分における角こすり害発生要因を検討した。

角こすりの発生状況は、2007年3月までに長野の1.3haに876本、小野谷の1.1haに364本の固定調査木を設定し、月1～2回被害の有無を調べた。シカは同一木を重複して剥皮する場合があった。このため、発生状況の指標として、本数被害率（剥皮本数/調査本数×100）と発生率（剥皮箇所数/調査本数×100）を用いた。また、角こすり害の発生要因を検討する一助とするために、2007年7月からシカが林床を引き掻いたと思われる痕跡数を角こすり調査時に調べた。両調査地にはイノシシが生息しているが、土が掘り起こされている場合はイノシシの痕跡とした。

次に、調査地を利用したシカの個体構成を明らかにするために、両調査地に自動撮影カメラを2007年3月1日までに4台、その後、小野谷では2007年11月と12月に各1台、長野では2007年9月に2台の合計6台ずつ設置し、2週間または1か月間隔で点検を行った。小野谷では2008年7月に間伐が行われたため、撮影を一時中断した。

撮影された画像からシカの性、発育クラス、枝角の分枝数（以下、p）を判定した。シカの性は、角または角座のある個体を「オス」、角のない個体のうち体サイズや頭部の形態から成獣と推定された個体を「メス」とした。枝角の分枝数は、被写体の向きや画像の鮮明度、立木の陰などで判定できない個体のみられた。そこで、体サイズや頭部から頸部にかけての形態から3p以上と推定された個体を「オス成獣」、分枝数を判別できなかった個体を「不明」とした。そして、30分以内に連続して撮影されてい

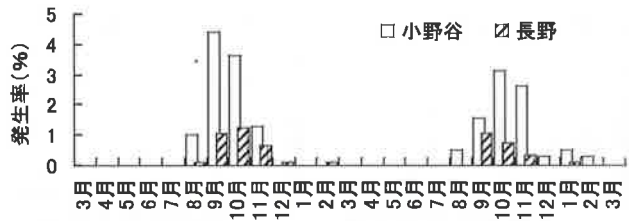


図-5 角こすりの月別発生率

た場合は、明らかに別個体と判別できたものを除き1回の出現とし、単位カメラ・日あたりの撮影頻度（以下、撮影頻度）を算出した。

月ごとの角こすり発生率の推移を図-5に示す。剥皮は年や調査地によって多少異なるものの、8月下旬から2月にかけて発生し、9～11月に集中していた。8月から翌年2月までをその年の発生期間とすると、本数被害率は、小野谷では2007年が9.5%、2008年が10.3%、長野では両年とも3.1%で、いずれの年も小野谷が高かった。

角こすりが発生しはじめた8月下旬は、今回の調査地におけるオス成獣の角の化骨化時期と一致していた（池田ら、2009）。角の化骨化はオスの発情と連動し、交尾期のオスはこすりつけ（体の一部を樹木などにこすりつける）、前足かき（前足で地面を掻く）、角つき（下層植生に角をこすりつける）などのマーキング行動を盛んに行うようになる（三浦、1980）。両調査地の前足かきや角つきによると思われる林床の引き掻きは8～12月にみられ（図-6）、月あたりの引き掻き痕数と角こすり発生率の間には高い正の相関がみられた（ $R^2=0.793$ ）。このことから、今回発生した角こすりは、交尾期のオスによるマーキング行動に由来すると考えられた。

シカの雌雄別撮影頻度の変化を図-7に示す。メスの撮影頻度は、小野谷、長野とも一時的に低下した、または増加した月があったものの、全期間を通してみると安定していた。一方、オスの撮影頻度は、両調査地とも季節による変化が大きかった。変化した月は調査地によって多少異なるものの、撮影頻度は7～8月頃から増加し、1～3月頃低下し、2007年6月の長野を除いて春から夏は低かった。撮影頻

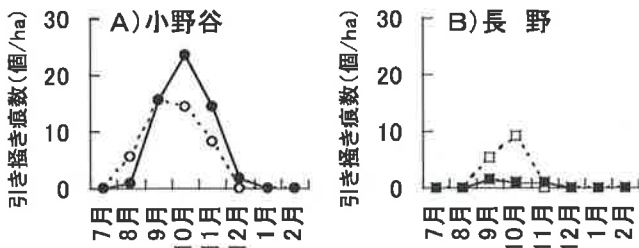


図-6 掻き起こし痕数の月別推移
点線は2007年、実線は2008年の推移を示す。

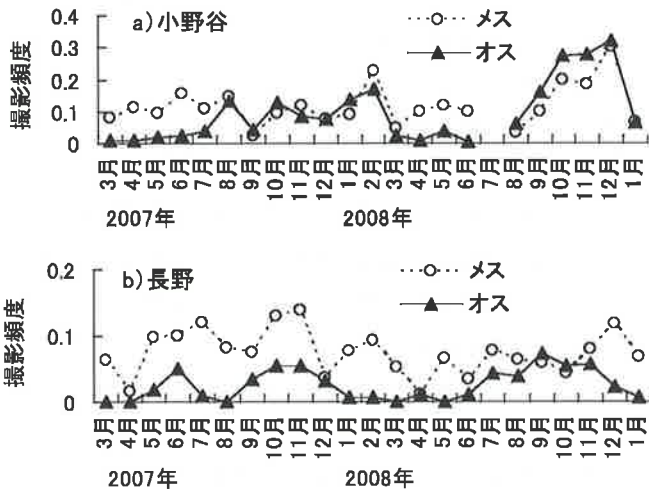


図-7 シカの雌雄別撮影頻度の推移

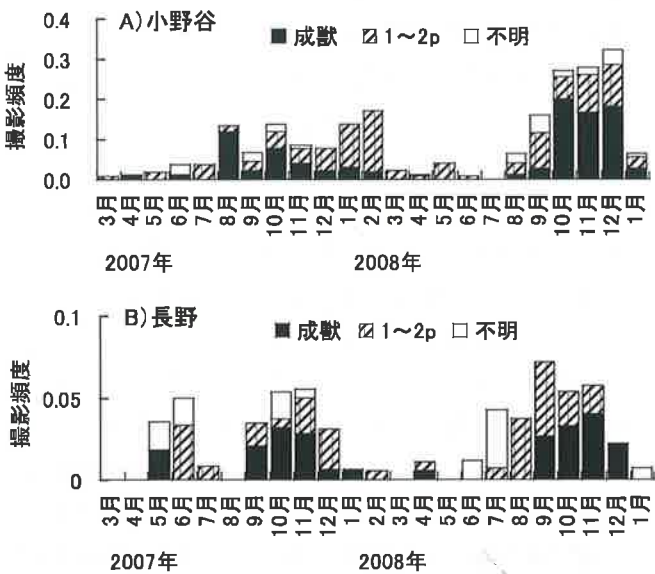


図-8 オスの发育クラス別撮影頻度の推移
成獣は枝角の分枝が3ポイント以上を示す。

度の増加は成獣の加入によるところが大きく、成獣はその後減少し、3月以降はほとんど撮影されなかった(図-8)。

以上のように、両調査地ともメスの撮影頻度は季節変化が少なかったが、オス成獣は8月頃から急激に増加し、交尾期後期になると減少した。このようなメスの定住傾向と交尾期におけるオス成獣の移動は、西南日本各地の報告(矢部ら, 2001; 石塚ら, 2007)と一致していた。

オス成獣(以下, Ma)の撮影頻度の変化は、小野谷の2007年9月、長野の2008年11月を除いて1か月ごとの角こすりの発生率の変化とよく符合していた。しかし、小野谷の2007年9月は、成獣だけでなくオスの撮影頻度も低かったにもかかわらず、角こすりの発生率は最も高かった(図-5, 8)。そこで、オス成獣(Ma)とメス(F)の比率(Ma/F比)をみると、Ma/F比は2007年、2008年とも小野谷では8月から、長野では4月、5月に増加する月があるものの、9月から急激に増加した後、緩やかに減少するパターンを示し、角こすりの発生傾向と一致していた(図-9)。また、角こすり発生率が高かった小野谷でMa/F比も高く、特に、角こすりが集中的に発生した9~11月の両調査地の1か月ごとの角こすり発生率とMa/F比は正の相関を示した($R^2 = 0.584$)。このような角こすりの発生とシカ個体群の性比の関係は、島根県弥山山地でも報告されている(島根県農林水産部林政課, 1991)。

角こすりが集中的に発生した9~11月のオス成獣の撮影頻度は、2007年は長野が0.027、小野谷が0.049、2008年は長野が0.033、小野谷が0.136と、角こすり発生率が高かった小野谷において2倍から4倍近く高かった。そこで、9~11月の角こすり発生率とMa/F比の関係を調査地別でみると、オス成獣の撮影頻度が高かった小野谷ではMa/F比の増加にともない角こすり発生率が増加したのに対し、オス成獣の撮影頻度が低かった長野では、Ma/F比が増加しても角こすり発生率は増加しなかった(図-10)。

奈良公園でオスのマーキング行動を詳細に調べた三浦(1980)は、オスのマーキング行動は他個体の

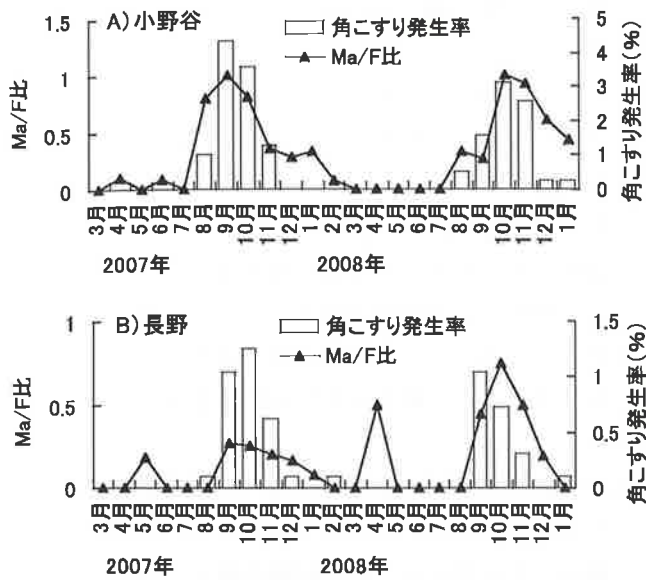


図-9 オス成獣とメスの比 (Ma/F比) と角こすり発生率の推移

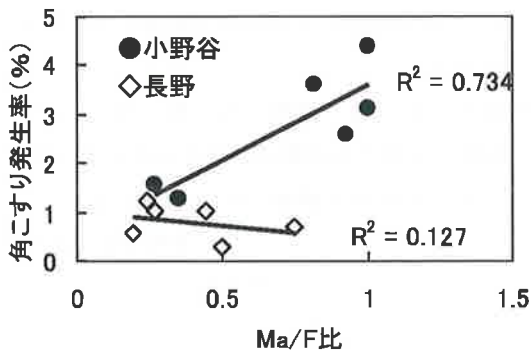


図-10 調査地別にみたMa/F比と角こすり発生率の関係

行動に反応して生起する場合があります、それは異性間よりむしろオス間の相互行動との結びつきが多いことを報告している。撮影頻度は実際にその地を利用した動物の個体数を反映しているとは限らないが、2007年9～11月に撮影されたオス成獣については角の形状から少なくとも小野谷で10個体、長野で6個体が識別され、撮影頻度の調査地間比率とほぼ同じであった。これらのことから、林分における角こすりは、オス成獣が高い頻度で利用し、オス成獣のメスに対する割合が高い条件下で多発すると考えられた。

おわりに

スギ、ヒノキ人工林への角こすり害は、選択的に剥皮される樹種ではシカの生息密度と正の相関がみられ、シカの個体数抑制が角こすり害の軽減にも有効であることが示された。しかし、角こすりはオスの発情と連動したマーキング行動に由来するため、オスが生息する場所ではシカの生息密度が低い場所でも発生することに注意しておく必要がある。角こすり害が発生している林分では、オス成獣の利用頻度が高く、メスに対するオス成獣の割合が高い林分で被害が増加していた。被害率を高める要因となった被害地を利用したオス成獣は、交尾期に周辺から移動してきた個体であったことから、林分における角こすりを軽減するためには、交尾期におけるオス成獣の環境選択について明らかにする必要があると考えられた。

ところで、本研究により福岡県でも樹皮採食害が発生していることが明らかになった(池田・桑野, 2008)。スギ、ヒノキ人工林の樹皮採食については、これまで東日本から報告されていた(大井・糸屋, 1995; Ueda *et al.*, 2002)が、近年、西日本でも報告されるようになった(尾崎, 2004; 佐野, 2009)。広葉樹では樹皮採食により枯死する例が各地でみられており、シカによる樹皮採食は、今後スギ、ヒノキ人工林における重大な被害になる可能性がある。そのため、樹皮採食の発生要因を明らかにし、被害対策の解明を急ぐ必要がある。

引用文献

池田浩一 (2005) 福岡県におけるニホンジカの保護管理に関する研究. 福岡県森林研報 6: 1～93.
 池田浩一・桑野泰光 (2008) 福岡県古処山地におけるシカによる造林木剥皮害の発生時期. 九州森林研究 61: 101～104.
 池田浩一・小泉 透・桑野泰光 (2009) 古処山地のヒノキ林で2007年に発生した角こすりとシカの利用頻度. 九州森林研究 62: 102～105.
 池田浩一・小泉 透・矢部恒晶・宮島淳二・讚井孝義・吉岡信一・吉本喜久雄・住吉博和・田實秀信

- (2001) 九州におけるニホンジカの生態と被害防除. 森林防疫 50:167~184.
- 石塚 讓・川井裕史・大谷新太郎・石井 亘・山本隆彦・八丈幸太郎・片山敦司・松下美郎 (2007) 季節, 時刻および植生が大阪のニホンジカ (*Cervus nippon*) の行動圏に及ぼす影響. 哺乳類科学 47:1~9.
- 金森弘樹・井ノ上二郎・周藤靖雄 (1998) 島根半島弥山山地におけるニホンジカの角こすり剥皮害回避試験. 森林防疫 47:48~52.
- Kondoh, H., Ikeda, K., Koizumi, T. (2007) Spatial estimation of sika deer population density distribution. J. For. Plann. 13: 1~14.
- 三浦慎悟 (1980) 奈良公園におけるニホンジカの行動・社会学的研究IV 発情期におけるオスのマーキング行動 (予報). 昭和54年度天然記念物「奈良のシカ」調査報告, 春日顕彰会, 65~86.
- 三浦慎悟 (1999) 野生動物の生態と農林業被害共存の論理を求めて. 174pp, 全国林業改良普及協会, 東京.
- 宮島淳二・草野静代 (2003) 熊本県におけるシカ被害の実態. 九州森林研究 56:222~224.
- 大井 徹・糸屋吉彦 (1995) ニホンジカによるスギ食害の発生時期と造林地の餌量との関係. 日林東北支誌 47:91~92.
- 尾崎真也 (2004) 兵庫県におけるニホンジカによるスギ壮齡木の樹皮摂食害の実態. 森林応用研究 13:69~73.
- 尾崎真也・塩見晋一 (1998) ニホンジカによるスギ幼齡木樹皮摂食害一被害, 糞粒密度および林床植生の関係一. 森林応用研究 7:135~138.
- 佐野 明 (2009) 三重県亀山市で発生したシカの剥皮によるスギ若齡木の集団枯損. 森林防疫 58:9~10.
- 島根県農林水産部林政課 (1991) 島根半島弥山山地におけるニホンジカに関する調査(II)一生息の分布様相, 生息数および被害回避試験一. 54pp.
- Ueda, H., Takatsuki, S., and Takahashi, Y. (2002) Bark stripping of hinoki cypress by sika deer in relation to snow cover and food availability on Mt. Takahara, central Japan. Ecol. Res. 17: 545~551.
- 矢部恒晶・小泉 透・遠藤 晃・関 伸一・三浦由洋 (2001) 九州中央山地におけるニホンジカのホームレンジ. 日林九支研論 54:131~132.
- (2009. 8. 18 受理)

論文

ニホンジカによる人工林剥皮害の時間的・空間的な分布の推移

廣石和昭¹・野口琢郎²・近藤洋史³・小泉 透⁴

1. はじめに

ニホンジカ (*Cervus nippon*, 以下「シカ」) により引き起こされる人工林の剥皮害は、木材の経済価値を大きく損なうため、林業経営者の経営意欲を一層減退させる一因となっている。熊本県では、平成12年から県内320地点(平成20年度時点で461箇所)に拡張)で剥皮害の定点調査を行っているが、被害の発生は九州中央山地からその周辺に拡大する傾向が続いており(熊本県農林水産部森林整備課, 2009), 今後も剥皮害対策は林業施策上の重要な課題となるものと考えられる。

シカによる剥皮害を防除するため、単木処理タイプの物理的防除の方法がいくつも検討されている(池田ら, 2001)。単木処理タイプの防除方法は、資材の劣化がなければ高い防除効果が期待でき、一部の資材が損傷しても被害が全面に及ぶことがない点で優れているが、防護柵に比べて設置経費が高く、また設置に手間がかかる等の欠点が指摘されている。そのため、単木処理タイプの防除資材を用いて防除を行う場合には、保護対象とする立木を適切に選択することで経費と労力の節減を図ることが提案されている(池田ら, 2001)。

しかし、剥皮害が空間的にどのような過程を経て拡大していくか、発生様式についての既往の研究事例はなく、効率的に防除を行うための指針は示されていない。そこで、単木処理タイプの防除資材を効率的に林内に配置するための技術的指針を検討することを目的とし、そのための基礎的な情報を得るため、剥皮害が発生初期から劇害化するまでの時間的・空間的な変化を測定し、いくつかの空間分析の手法を用いて被害拡大の過程を把握することとした。

2. 研究方法

1) 調査地

熊本県内で比較的早い時期からシカの被害が見られていた地域である熊本県球磨郡水上村のヒノキ人工林(表-1, 図-1)で調査を行った。

表-1 調査地(熊本県球磨郡水上村)の概要

調査地名	球磨郡水上村
樹種	ヒノキ
林齢(伐採時)	28年
標高	827m~849m
平均傾斜	17°
調査区域面積	1.05ha (70m×150m方形区)
立木本数	1,368本
うち被害本数	627本
本数被害率	46%

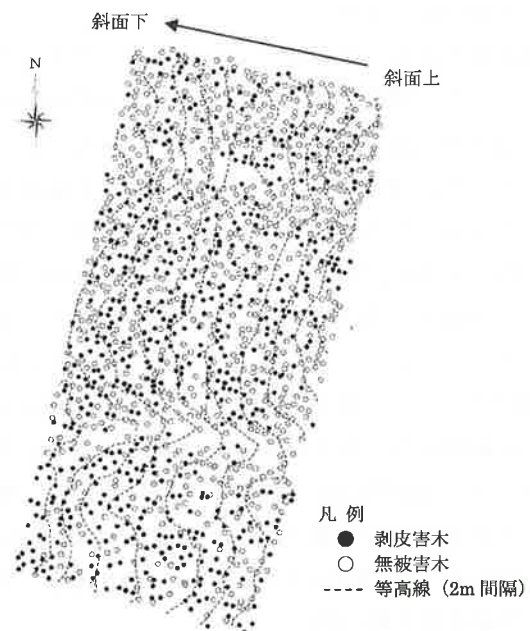


図-1 調査地の地形及び立木位置図

Transition of temporal and spatial pattern of bark stripping by deer in an artificial forest

¹HIROISHI, kazuaki, 熊本県林業研究指導所; ²NOGUCHI, Takuro, 熊本県玉名地域振興局林務課;

³KONDOH, hiroshi, 熊本森林総合研究所九州支所森林資源管理研究グループ; ⁴KOIZUMI, Toru, 熊本森林総合研究所野生動物研究領域

2) 方法

(1) 剥皮害時期

樹木は、剥皮害を受けると剥皮部分の両側にカルスを生じ、その後形成層の巻き込みが生じる。剥皮害を受けても樹木は肥大成長を続けるが、形成層に生じた巻き込みは、剥皮を受けた痕跡として年輪に残ることから、剥皮部位の円盤を採取し年輪を観察すると剥皮害を受けた年代を推定することができる(櫻木ら, 1999)。このことを利用して、外観からシカによる剥皮害を受けたと認められる立木を伐採し、被害部位の年輪解析を行って調査区域内の被害木が剥皮害を受けた年代を推定した。

(2) 剥皮害の空間分布

剥皮害の空間的な分布を把握するため、立木位置(公共測量座標及び標高)を測量した。測量には森林測量システムFORMAS(株)ティンバーテック社)を使用した。得られた各立木の座標情報に、剥皮害の有無、剥皮害を受けた年代(球磨郡水上村のみ)を属性情報として付加し、ポイントデータセットを作成した。ポイントデータセットはGISソフトウェアSuperMap Deskpro2008(日本スーパーマップ社)にインポートして、GISのデータセットとして調整及び図化を行った。

(3) 空間分布の分析

現地調査により得られたポイントデータセットを材料として、空間分析ソフトウェアであるCrimeStat III(Levine, 2009)を用いて分析を行った。

CrimeStat IIIは、米国テキサス州に本拠地をおく公共施設に特化した調査会社NED LEVINE & ASSOCIATESが米国国立司法研究所のために開発した、空間的犯罪分析のためのWindowsパッケージであり、Web(<http://www.icpsr.umich.edu/CRIMESTAT/>)で無償公開されている。CrimeStat IIIの分析機能の一部は犯罪分析のために特化しているが、多くは犯罪分析に限らず空間解析一般に用いることができる(岡部・村山, 2006)。本研究では、CrimeStat IIIの機能のうち、RipleyのK関数、カーネル密度推定を用いた。

RipleyのK関数は、ある1つの点から見て他のす

べての点までの距離を考える方法による点分布の分析手法である。すなわち、 n 個の点が分布しているとき、そのうち i 番目の点 P_i から見て一定の距離 t 以内の領域に他の点がいくつあるかを数え、その数を $K_i(t)$ とする。この操作を n 個の点すべてについて行い、 K 関数値を次の式に従って求める。

$$K(t) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n K_i(t)$$

この値を、実際に測定された点分布とランダムな点分布との2つに対して求めて比較すれば、測定された点分布が集積傾向か分散傾向か判断することができる。距離 t を0から徐々に大きくしていけば、それぞれの距離 t における分布傾向を判断することができる(岡部・村山2006)。本研究では、剥皮害を受けた立木のポイントデータを用い、 $K(t)$ を

$$L(r) = \sqrt{K(t)/\pi - r^2}$$

と改変した $L(r)$ を算定して点分布の判定を行った。

カーネル密度推定は、与えられた点分布を連続的な曲面で推定して表現する様を示す手法である(岡部・村山, 2006)。犯罪種別に最近の発生状況を色の濃淡で表現し、防犯を呼びかける「犯罪発生マップ」(例えば滋賀県警察犯罪発生マップ)に多用される手法で、点分布を平面状の確率密度により表現することで、事象の多発する場所を視覚的に捉えやすくなる。本研究では、各年代の剥皮害木の位置だけを抽出したポイントデータセットを作成し、1変量によるカーネル密度推定を行った。

3. 結果

1) 剥皮害の時間的な推移

年輪解析を行った球磨郡水上村では、剥皮害は1988年に始まっていた。「単年の被害率」(その年に発生した剥皮害木本数を立木本数で除して算出した本数被害率)は、年を追うごとに少しずつ上昇を続けているが、1998年までは5%未満の低い水準で推移している。1999年以降はそれまでより高い「単年の被害率」を示すようになり、2001年には最高の約13%となった。1998年から2001年までの「単年の被

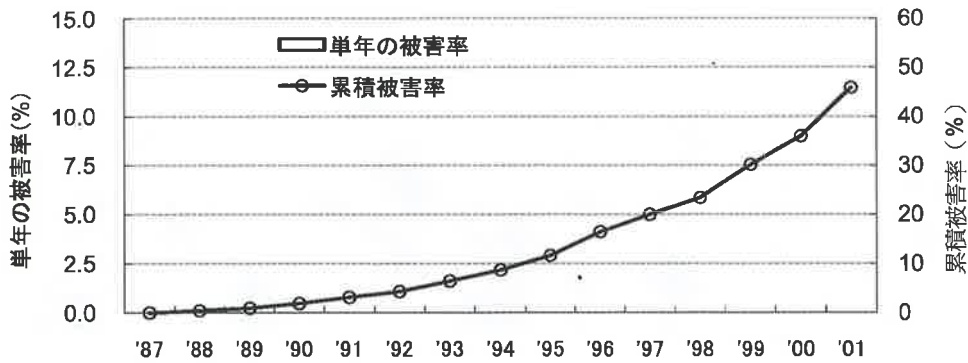


図-2 水上村Aにおける「単年の被害率」と「累積被害率」の推移

表-2 被害期間の区分

期間	被害発生本数
1988年-1993年	94本
1994年-1996年	147本
1997年-1998年	117本
1999年	126本
2000年	108本
2001年	177本

被害率」の平均は4%であり、全期間を通してみると、「単年の被害率」は漸増傾向にあった。「累積被害率」(「単年の被害率」を累加して算出した、その林分に蓄積された剥皮害の本数被害率)は、漸増しながら推移し2001年には46%となった(図-2)。

全期間を通して漸増傾向がみられ、剥皮害は短期間かつ集中的に発生したのではなく、長期にわたって少しずつ連続的に発生した被害が林内に蓄積され、被害が拡大し激害化したものと考えられた。

なお、1本の立木に複数回、重複して剥皮害を受けたものは、2回の剥皮を受けたものが110本(剥皮害木の17.5%)、3回被害を受けたものは16本(剥皮害木の2.6%)であった。

2) RipleyのK関数とカーネル密度推定による分布傾向の把握

球磨郡水上村の被害期間を表-2のとおり区分し、それぞれの期間に発生した剥皮害のポイントデータセットを用い、CrimeStat IIIのDistans Analisis Iに組み込まれたRipleyのK関数機能によってポイントパターン分析を行った。なお、計算に当たっては1,000回のシミュレーションによる検定を行い、

検定結果とK関数値の描くグラフとの関係から分布状態を判定した。すなわち、K関数値がシミュレーション値の上下5%以内の間にある場合はランダム分布、上側にある場合は集中分布、下側にある場合は一様分布として判定した。

RipleyのK関数の計算に用いたのと同じポイントデータを用いて、CrimeStat IIIのSpatial modelingに組み込まれたカーネル密度推定法の機能により密度分布図を作成した。パラメータの設定は、「Choice of bandwidth」をfixed Intervalに、「Interval」を2.5mとして計算を行い、得られた密度推定値を20段階に区分して密度の高いほど色が濃くなるように作図した。

RipleyのK関数によるグラフとカーネル密度推定による密度分布図を図-3に示す。なお、白丸はその時期に剥皮害を受けた立木の位置を、破線は2m間隔の等高線を、黒実線で囲まれた多角形は調査区域内に点在していた地上高0.5m以上の岩石の大きさと位置を示している。

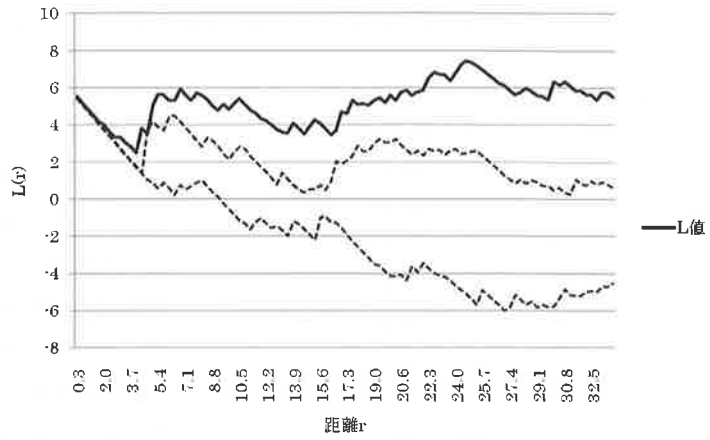
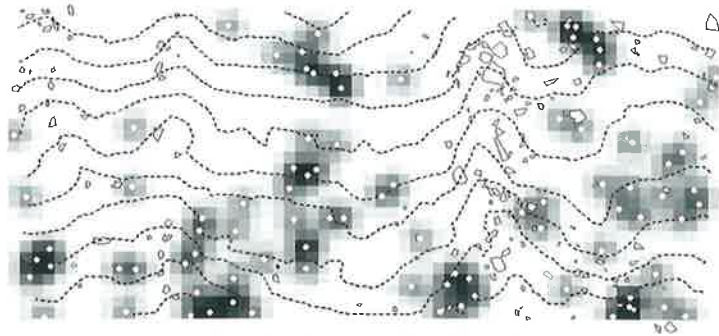
剥皮害発生初期の1988年~1993年においては、密度分布図から、緩やかな尾根部を中心に剥皮害が発生し、一部谷に近い場所で剥皮害が集中している個所が出現していることが読み取れる。また、K関数のグラフからその分布が集中分布であることが分かる。

続く1994年~1996年の3年間においては、密度分布に広がりが見られ、その濃淡をたどると等高線に並行して密度分布の帯が出現していることが読み取れる。K関数のグラフは、近距離にあってはランダム分布であるが、全体としては集中分布となっている。

1988-1993

斜面上

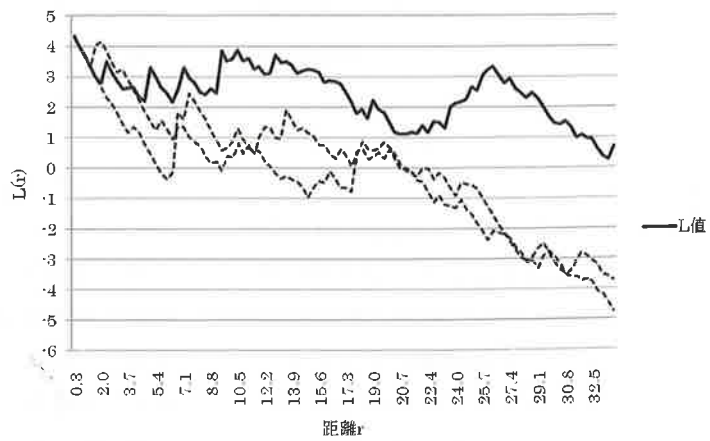
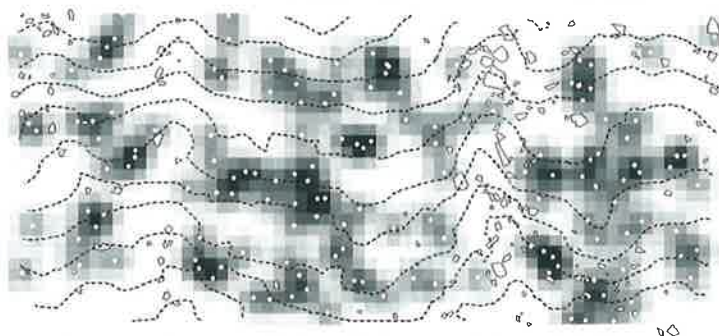
斜面上
↓
斜面下



1994-1996

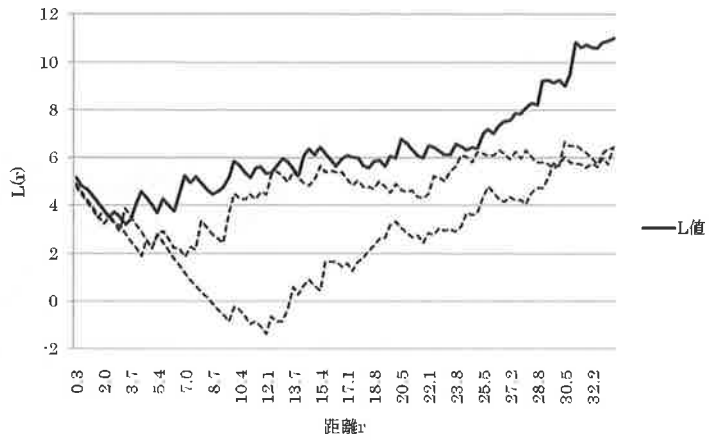
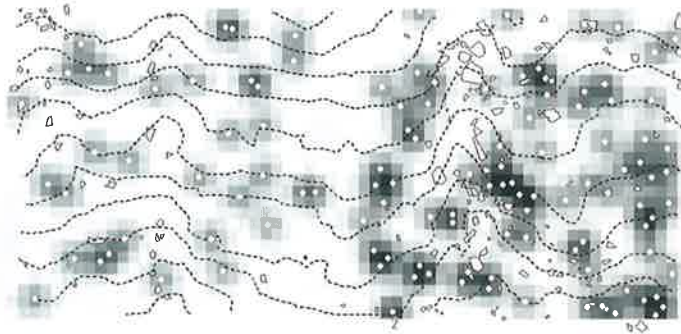
斜面上

斜面上
↓
斜面下



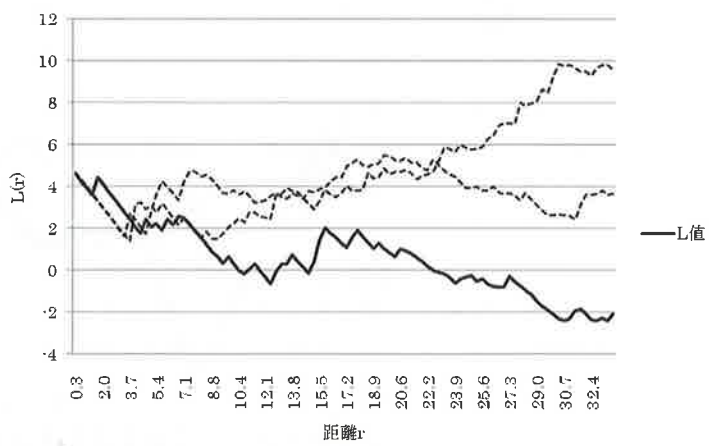
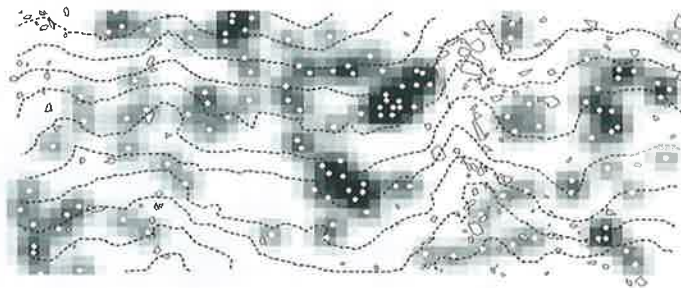
1997-1988

斜面上
↓
斜面下



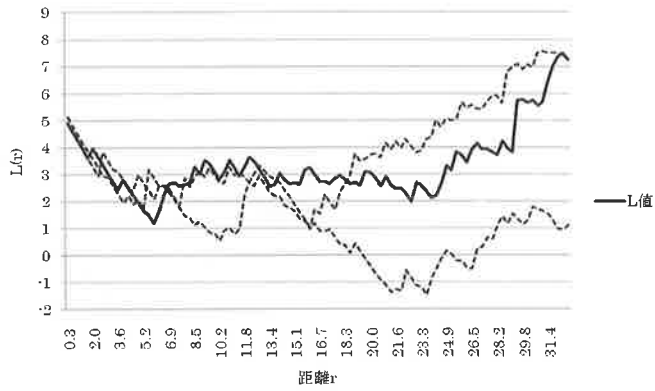
1999

斜面上
↓
斜面下



2000

斜面上
↓
斜面下



2001

斜面上
↓
斜面下

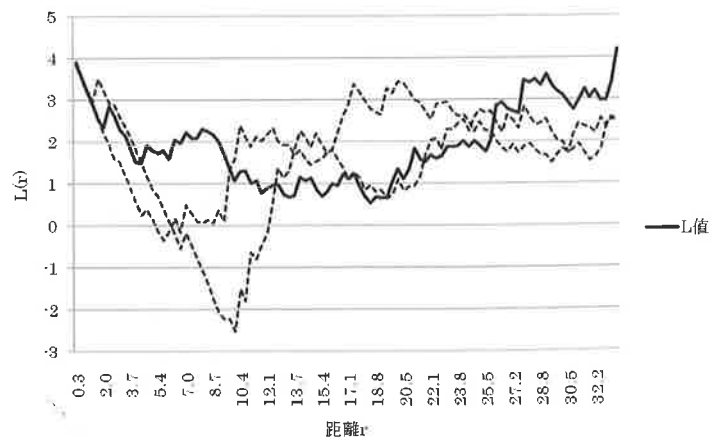
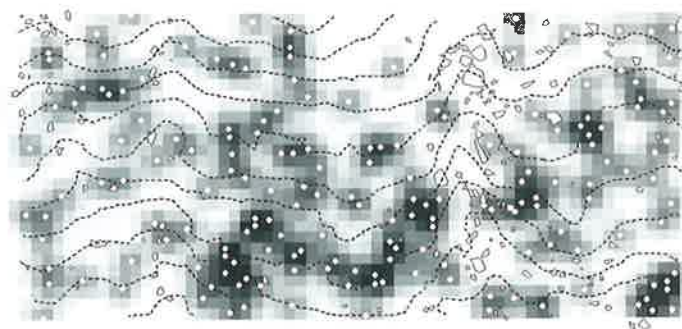


図-3 各時期におけるRipleyのK関数のグラフとカーネル密度推定による密度分布図

1997年～1998年の2年間においては、密度分布は右側の谷部に近接する尾根地形部に集中している様子が読み取れる。ここでも等高線に並行して密度分布の帯が出現している。K関数のグラフは、1994年～1996年と同様に全体としては集中分布であると判定できるが、L値の線は検定の上側曲線に接近したところがあり、集中の度合いはやや低くなっているものと思われる。

1999年では、密度分布のもっとも高い場所は中央の緩やかな尾根部にあるが、全体的には中央尾根部の下方を除く場所に一様に分布しているように思われる。K関数のグラフは全体として一様分布の判定を示している。

2000年では、1999年と異なり右側谷部の上方を除く場所に一様に密度分布の帯が見られる。中央尾根部の左側では、密度分布の帯は概ね等高線に並行して出現しているが、右側では等高線と直行して出現している様子が見られる。右側谷部の下方を通路として谷を横断しているような雰囲気も感じられる。K関数のグラフは、距離15m程度までは明瞭な傾向がうかがえず、距離が離れるに従ってランダム分布になると判定できる。

単年の被害率が最も高くなった2001年では、密度分布は中央尾根部の上方の一部を除き全体に出現している。密度の高い帯が中央尾根部の下方に、等高線に並行して出現している。K関数のグラフは、距離約4.4mから約5.7mの範囲で集中分布を示すほかは、ランダム分布または一様分布の判定となっている。

期間全体を通して、剥皮害の分布は、急峻で岩石が多数点在する谷部では見られなかった。また、緩やかな尾根地形に密度分布の高い個所が見られたことや、密度分布の帯が等高線に並行して出現する傾向が複数の期間で見られたことから、歩行しやすい地形を選択して利用し、その周辺にある林木が剥皮害を受けやすいものと考えられる。しかし、密度分布の帯の出現のしかたは期間が変わると変化し、長期間にわたり固定的に利用されていると思われる個所は出現しなかった。

RipleyのK関数の結果からは、剥皮害が発生し始

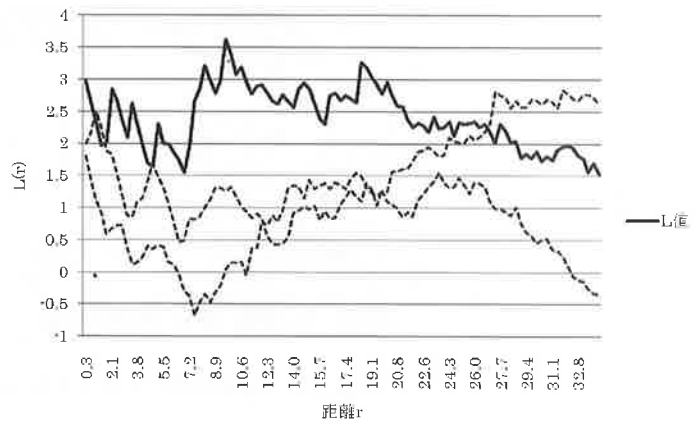


図-4 剥皮害木すべてのポイントデータによるRipleyのK関数

めた初期～中期では集中分布の傾向が明瞭であったが、後期になるに従ってランダム分布～一様分布となった。このことから、剥皮害が発生し始めたころには利用されやすい部分に集中的に剥皮害が起こるが、時間が経つにつれて剥皮害の発生は林分全体に拡散していき、ランダム～一様分布を示すようになるものと考えられた。なお、2001年までに発生したすべての剥皮害木のポイントデータを用いてRipleyのK関数による分布の判定を行ったところ、距離約30mまでは集中分布となり、時期によって変化はあるものの全体としては集中分布の傾向にあるものと考えられる(図-4)。

図-5に、剥皮害を受けなかった立木の位置図からポロノイ図を作成し示している。年輪解析を行うために被害木を全て伐倒したため、現在の林分はこのような林冠分布を示しているものと考えられる。この図を見ても、剥皮害が中央と右側の緩やかな尾根部に集中して発生し、逆に岩石が多数点在する谷部では剥皮害があまり起きていないことが分かる。

4. まとめ

シカによる剥皮害が発生した林分で、その発生の時間的な傾向を、年輪解析を行うことにより調べたところ、調査の対象とした球磨郡水上村の林分では、剥皮害は発生初期から長期にわたって少しずつ連続的に発生し、蓄積され、被害が拡大し激害化したものと考えられた。しかし、最近になってシカの被害

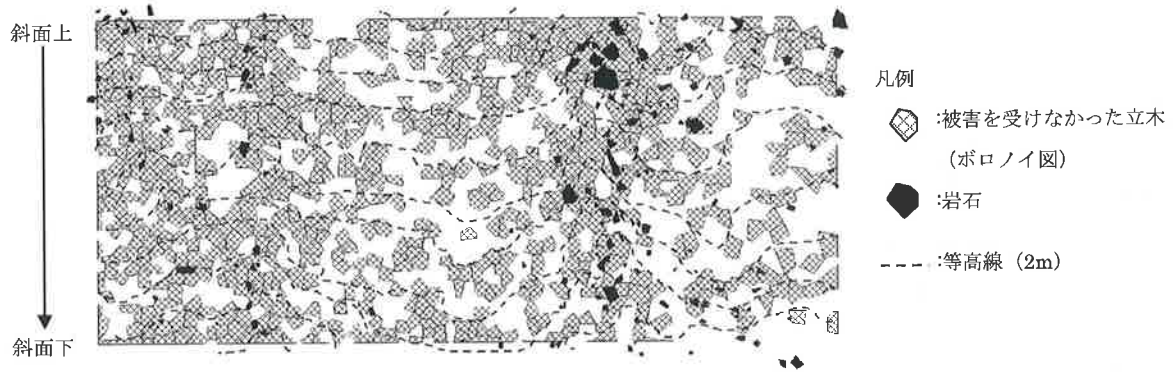


図-5 被害を受けなかった立木の分布 (ポロノイ図)

が見られるようになった熊本県上益城郡山都町では、枝打を実施してから5年の間に剥皮害が本数被害率にして40%を超える激害に達したとの情報もあり、地域や林分構成、シカの個体数密度によって剥皮害の時間的な推移は異なることが考えられる。そのため、様々な条件のもとで同様の調査を行う必要がある。

また、剥皮害木の位置を測量し、空間分析ソフトウェアCrimeStat IIIを用いてRipleyのK関数及びカーネル密度推定により分布傾向を調べたところ、剥皮害の発生初期～中期では集中分布の傾向が明瞭であり、後期になるに従ってランダム～様な分布に推移していくことが分かった。また、剥皮害が帯状に分布することがしばしば見られたが、緩やかな尾根部や等高線に並行して出現することが多く、歩行しやすい地形が選択的に利用され、その周辺で集中的に剥皮害が起きているものと考えられた。しかし、各時期の密度分布を細かく比較すると、帯状の分布は一定することはなく、長期間にわたり固定的に利用されていると思われる個所はみられなかった。この点については、個体数や性比、年齢構成など、林分を利用するシカ個体群の情報を加味して考慮する必要があるものと思われ、今後個体群モニタリングと併せた剥皮害調査を行い、剥皮害が発生してから激害化していくプロセスをより明らかにする必要がある。

なお、本調査(研究)は農林水産省「新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業(課題番号18001)」により実施した。

謝辞

本研究を行うにあたり、水上村経済課には試験地の設定で、熊本県林業研究指導所の金坂光祐、緒方久美子、橋本佳明、高田琢也、田中裕次郎各氏には野外調査で御協力いただいた。ここに感謝の意を表し、お礼を申し上げます。

引用文献

- 池田浩一・小泉 透・矢部恒晶・宮島淳二・讃井孝義・吉岡信一・吉本喜久雄・住吉博一・熊本県農林水産部森林整備課(2009)「シカによる森林被害プロット調査要領」に基づく平成20年度シカ被害プロット調査結果報告書。
- Levine, N. (2009) CrimeStat III. A Spatial Statistics Program for the Analysis of Crime Incident Locations (version 3.2). Ned Levine & Associates, Houston, TX, and the National Institute of Justice, Washington, DC.
- 岡部篤行・村山祐司編(2006)「GISで空間分析—ソフトウェア活用術—」, 古今書院。
- 櫻木まゆみ・丸谷知己・土肥昭夫(1999)樹木年代学的手法による山地流域のニホンジカ生息密度・分布域の時間的変化の再現. 日本林学会誌 81: 147~152.
- 滋賀県警察本部(2009)滋賀県警察犯罪発生マップ. http://map.shiga.hba.jp/shiga_asp/index.html
- 田實秀信(2001)九州におけるニホンジカの生態と被害防除. 森林防疫 593: 2~19.

(2009. 8. 18 受理)

ニホンジカによる人工林剥皮害発生 予測マップの作成

近藤 洋史¹

1. はじめに

平成19年版森林・林業白書によると、野生獣類による森林被害面積の約50～60%がニホンジカ（以下、シカ）によるもので、森林のもつ公益的機能への影響も懸念される事態となっていると述べられている。対象とする野生生物管理を考える上で、野生生物の分布や個体数を明らかにすることは、その基礎段階である（丸山ら、1977）と思われる。

これまで、シカの生息に関する地理的分布については、丸山ら（1977）、環境庁（1978）、Kaji *et. al.*（2000）、池田ら（2001、2005）等、多数の報告がみられる。これらの報告によって地域におけるシカ生息の有無が明らかになったが、具体的な生息密度まで把握することはできていなかった。シカ生息密度の分布状況についての報告としては、自然環境研究センター（1998）、Kondoh *et. al.*（2007）等が存在する。これらの報告によって、その調査年度におけるシカ生息密度分布が理解されたが、その生息密度分布の変化やシカ被害との関係などの解析には至っていない。

ところで、都道府県においては特定鳥獣保護管理計画（1期5年）を策定し、生息密度の低減を進めており、第二～第三期目の計画を策定しているところもある。しかし、前期計画策定時に調査された生息密度分布がその計画遂行によってどのように推移したのか、また、その原因や農林業被害発生との関係などについての解析は、ほとんど行われていないのが現状である。そこで、二期分の生息密度調査データを用いて、シカ生息密度分布の変化を検討するとともにその被害発生の予測について検討した。

2. 材料と方法

使用したシカ生息密度データは、熊本県が2001～2002年度、および2006年度に実施した糞粒法によるシカ生息密度調査結果である。これらの調査結果は、平成13年度シカ保護管理適正化事業調査報告書、平成14年度シカ保護管理適正化事業調査報告書および平成18年度熊本県シカモニタリング調査事業調査報告書にとりまとめられている。

剥皮害データとして、熊本県が調査を行っているシカによる森林被害調査データ（熊本県森林整備課、2007）を使用した。この調査は、2000年度から実施されている。調査箇所の設定や調査方法などは「シカによる森林被害プロット調査要領」に基づく平成18年度シカ被害プロット調査報告書（熊本県森林整備課、2008）（以下、「プロット調査報告書」とする）で詳細に述べられている。本論では、その概要について示す。調査区域は、2000年度において、1998年度の熊本県自然保護課調査報告書に基づきシカの生息が確認された市町村および隣接する市町村とした。この調査区域内を1 km²メッシュに区切り、そのメッシュの中から人工林の樹種別・齢級区分別の面積比率をふまえて320メッシュを抽出して、そのメッシュ内に1箇所ずつ調査地点が設定された。2000年度の調査地点の設定後、シカの生息および被害の周辺地域への広がりから調査区域の見直しが行われた。2005年度45箇所、2006年度は95箇所の調査地点が追加された。その被害調査位置を図-1に示した。

立地環境情報のデータベースを作成するために、国土地理院が刊行した数値地図25000（空間データ基盤）熊本に収録されている標高データを使用した。この標高データから、標高、斜面傾斜、斜面方位の

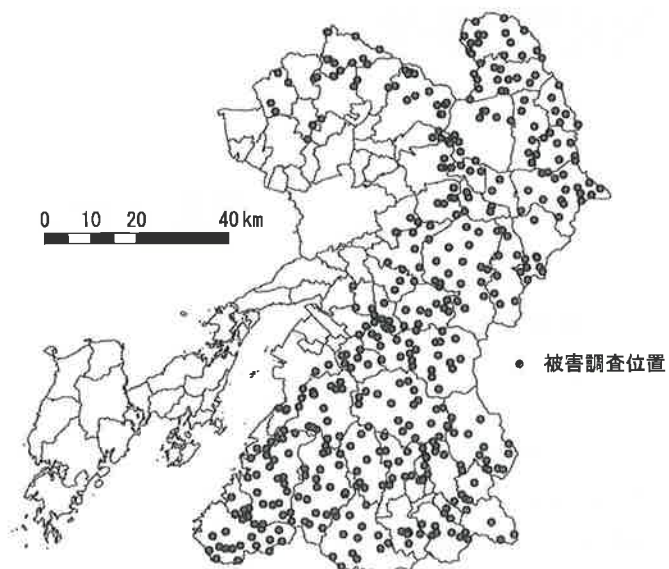


図-1 熊本県における2006年度被害調査箇所の概要

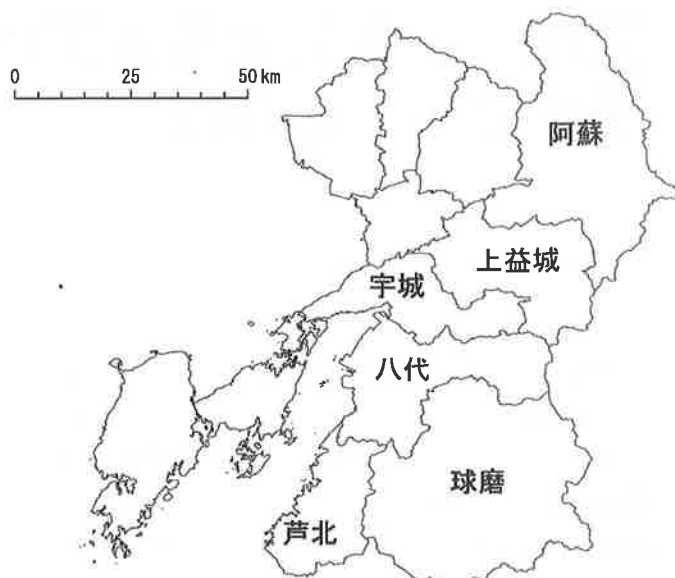


図-2 2006年度にシカ被害調査が行われた熊本県地域振興局の区分

各データベースを作成した。

3. 結果と考察

熊本県の地域振興局単位の被害状況を表-1に示した。また、各振興局管内を図-2に示した。プロット調査報告書(熊本県森林整備課, 2007)では1~2齢級(1~10年生)のシカ被害を枝葉採食被害, 3齢級以上を剥被害としていた。そこで、本論でもこの分類を用いた。この表より、各振興局における3齢級(16年生)以上の被害箇所数の割合は50%を超えており、宇城・上益城・八代・球磨振興局では、約90%以上となっている。このようなことから、この被害データの多くは剥皮害であると考えられる。

2001年度から2002年度における生息密度分布マップ(以下、2002年度生息密度分布マップとする)を図-3、2006年度のマップを図-4に示した。また、これらの図からシカ生息密度変化率の分布を図-5に表した。図-3では、図の中央部で生息密度の高い箇所が見られた。それに対し、図-4では、図の西北部で南北に高くなっている箇所と、南部で高くなっている箇所が見られ、2002年度生息密度分布マップで生息密度の高かった中央部の高密度地区がなくなっていた。図-5から生息密度の変化率をみてみ

表-1 振興局を単位としたシカ被害状況の概要

振興局名	齢級(林齢)	調査箇所数	被害箇所数
宇城	1~2齢級(1~10年生)	4	1
	3齢級(16年生)以上	17	11
	小計	21	12
阿蘇	1~2齢級(1~10年生)	13	3
	3齢級(16年生)以上	89	3
	小計	102	6
上益城	1~2齢級(1~10年生)	6	0
	3齢級(16年生)以上	33	4
	小計	39	4
八代	1~2齢級(1~10年生)	4	1
	3齢級(16年生)以上	50	15
	小計	54	16
芦北	1~2齢級(1~10年生)	5	2
	3齢級(16年生)以上	44	2
	小計	49	4
球磨	1~2齢級(1~10年生)	10	4
	3齢級(16年生)以上	129	34
	小計	139	38
計	1~2齢級(1~10年生)	42	11
	3齢級(16年生)以上	362	69
	小計	404	80

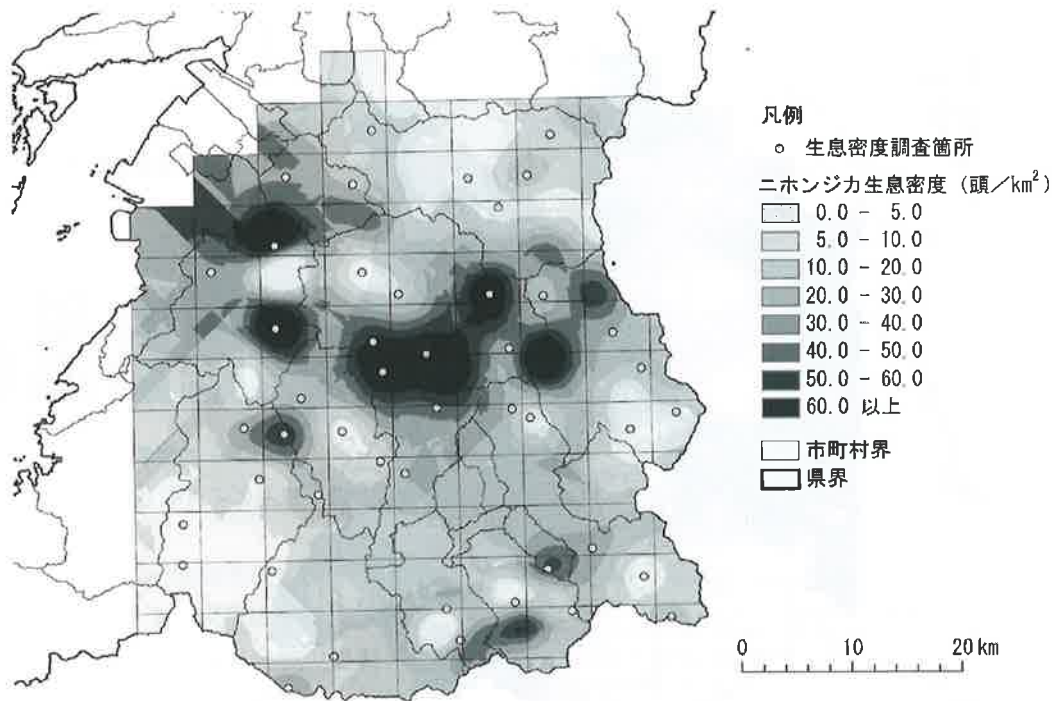


図-3 2001年度から2002年度におけるシカ生息密度分布の予測

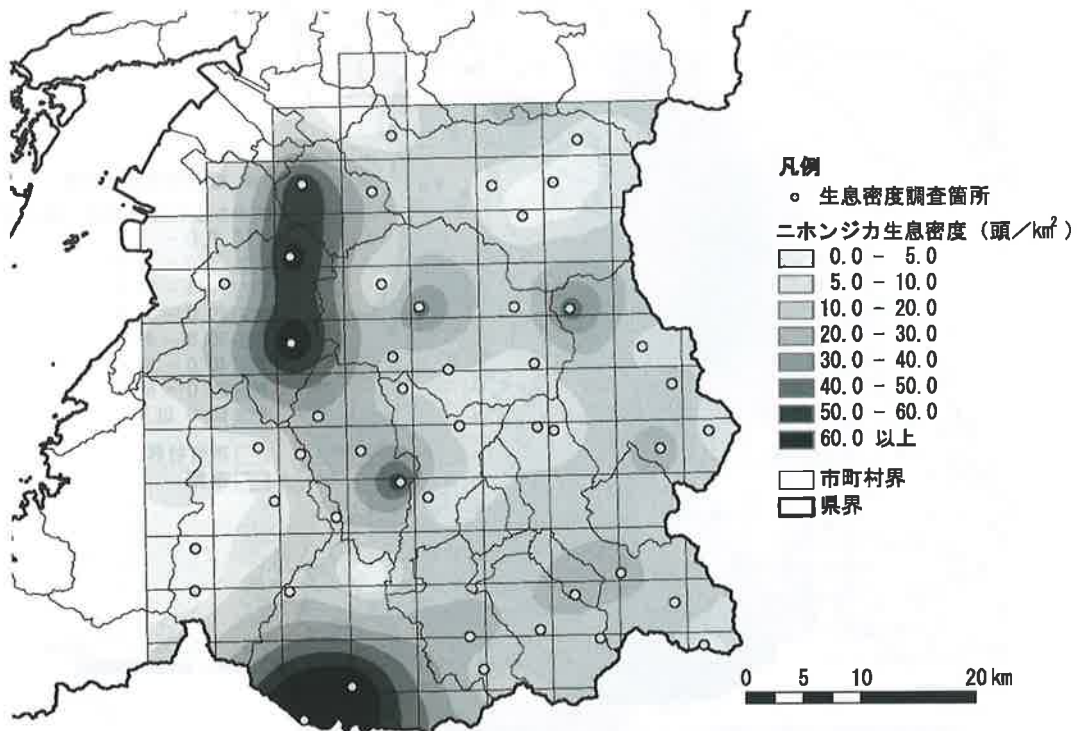


図-4 2006年度シカ生息密度分布の予測

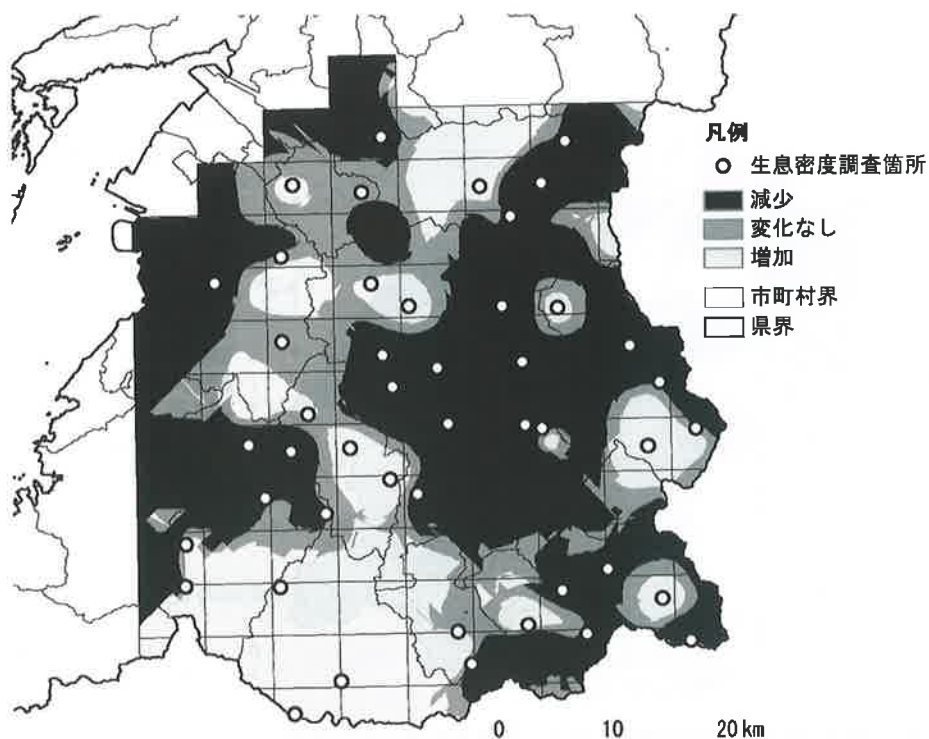


図-5 シカ生息密度変化率の分布予測

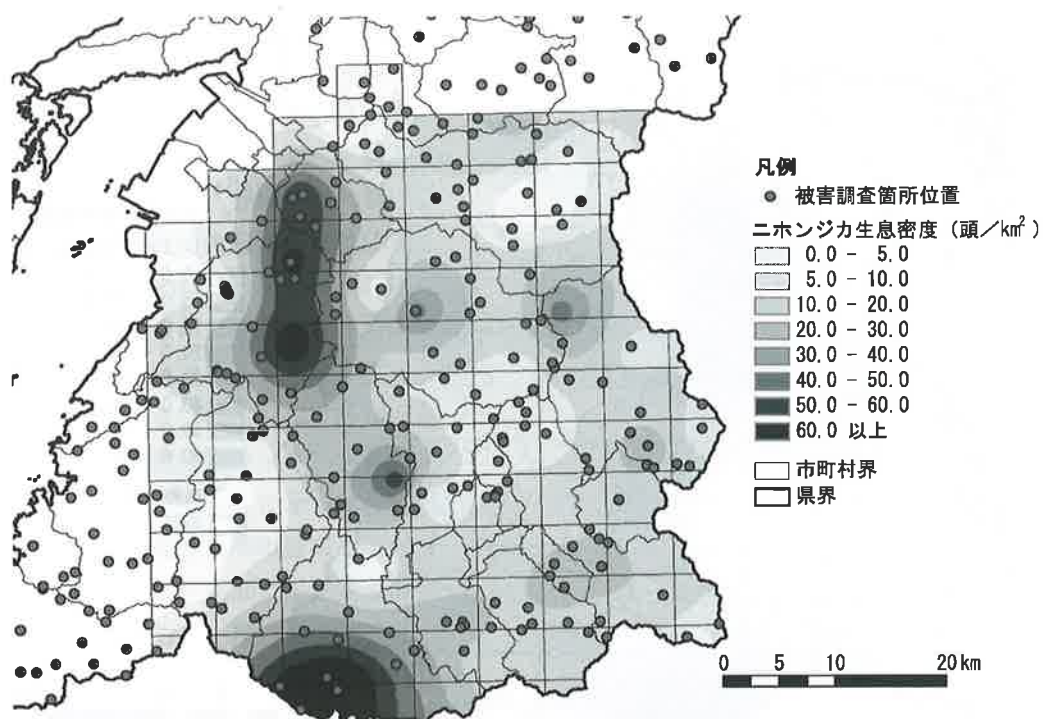


図-6 2006年度生息密度分布予測と被害発生箇所との関係

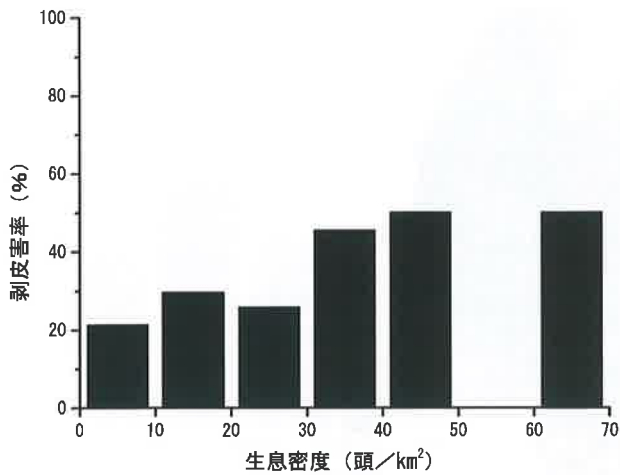


図-7 被害発生率とシカ生息密度との関係

ると、この中央部では、生息密度が減少していた。なお、図-4で南部の生息密度の高くなっている地区であるが、この地区は熊本県・鹿児島県・宮崎県の県境部である。そのため、鹿児島県・宮崎県のシカ管理施策の影響を受けている可能性が考えられる。

図-1に示した被害調査箇所から2006年度に被害が発生した箇所で、解析対象地域に含まれるものを

抽出し、図-4の2006年度シカ生息密度分布と重ね合わせた(図-6)。そして、被害調査箇所の2006年度のシカ生息密度を算出した。

この図から、ほとんどの被害発生区域では、生息密度が5頭/km²以上であった。また、算出された被害調査箇所ならびに被害箇所の生息密度をもとに、被害発生率と生息密度との関係を図-7に示した。被害発生率とは、それぞれの密度階級における被害発生箇所数と調査箇所数との割合を算出したものである。これまで、剥皮害と生息密度とは関係が薄いというように考えられていたが、本報告のような数市町村にわたる広域で考えた場合、被害発生率と生息密度には関係があると思われる。特に生息密度30頭/km²を超えると、被害発生率は40%を超えて発生するということが明らかになった。

国土数値情報の数値地図25000(空間データ基盤)熊本に収録されている標高データをもとに標高・斜面傾斜・斜面方位のデータベースを作成した。図-8、図-9、図-10には、それらをマップとして示した。これらのマップに、解析対象区域の被害発生

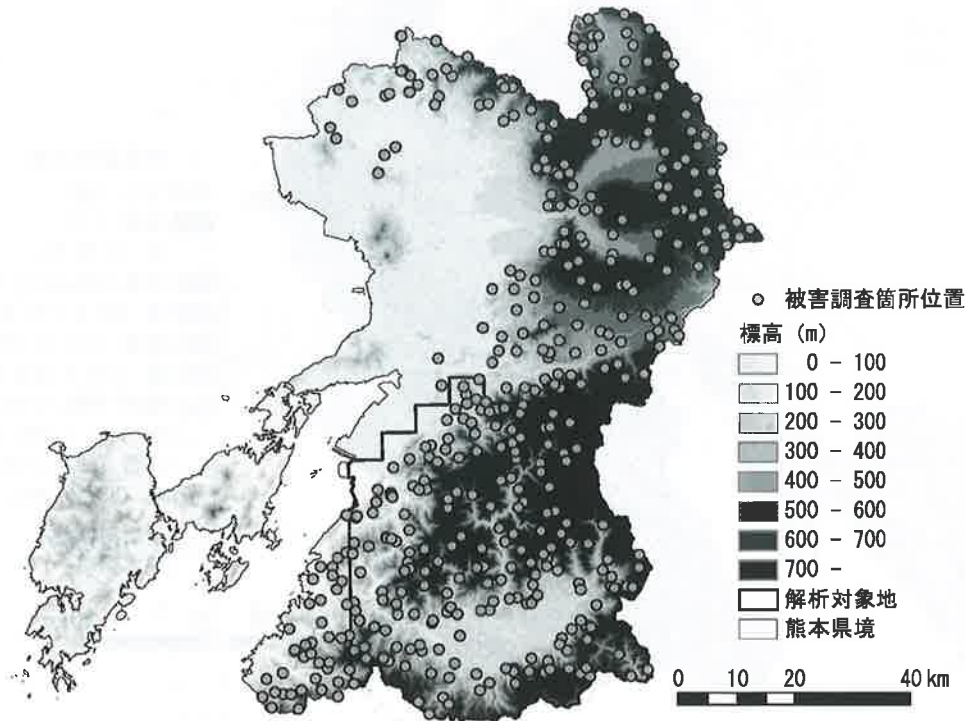


図-8 被害調査箇所位置と標高

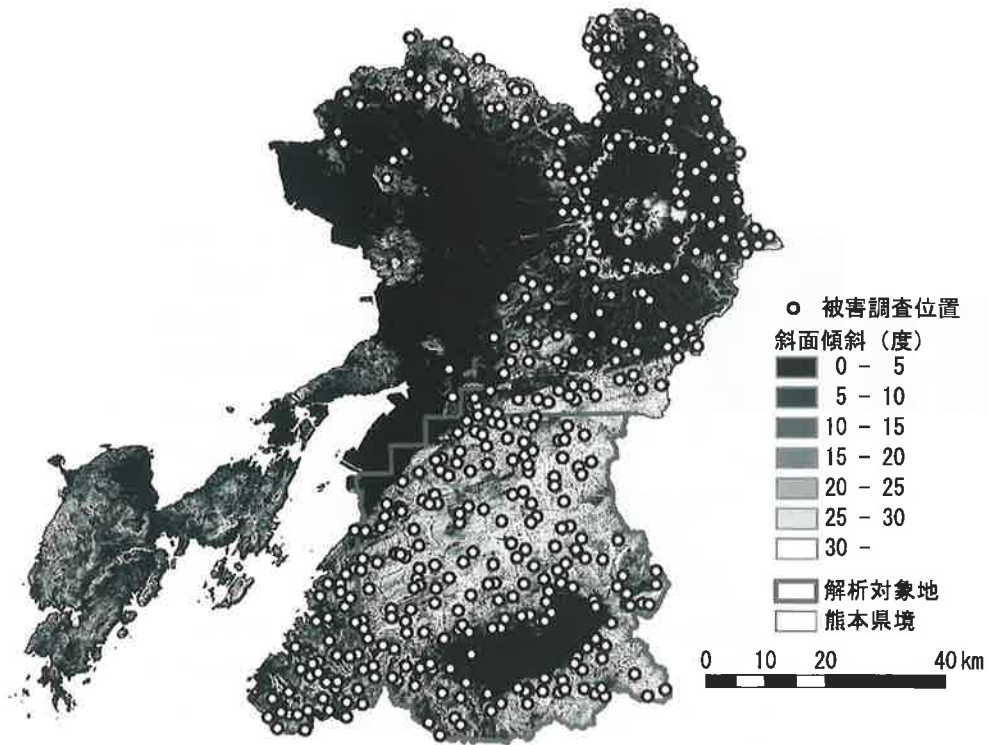


図-9 被害調査箇所位置と斜面傾斜

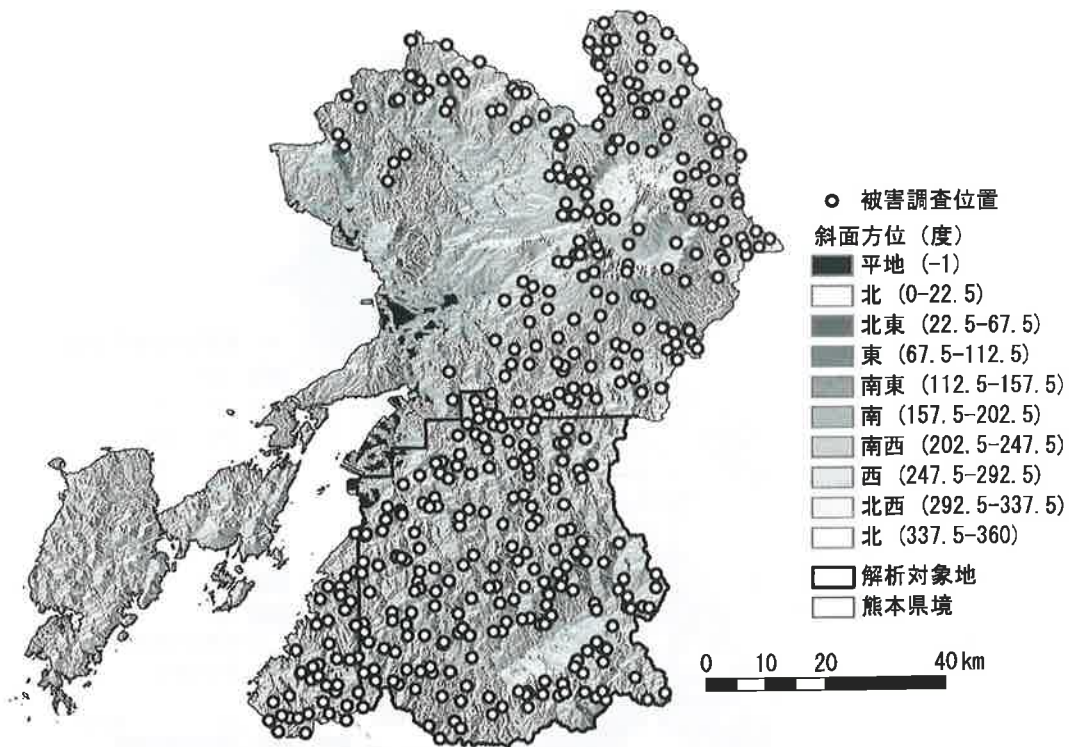


図-10 被害調査箇所位置と斜面方位

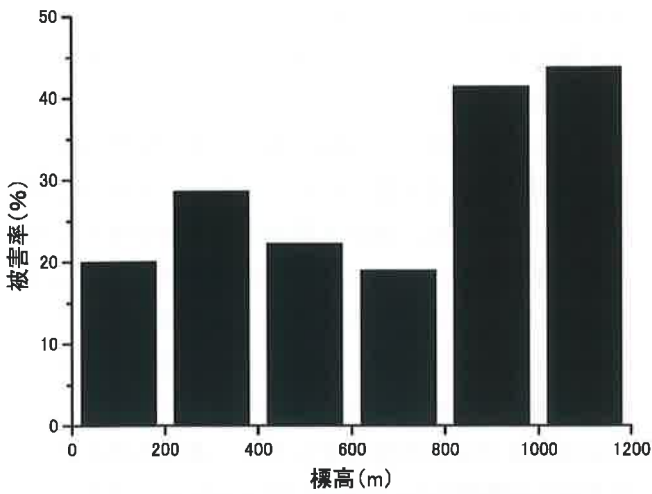


図-11 剥皮害の被害率と標高

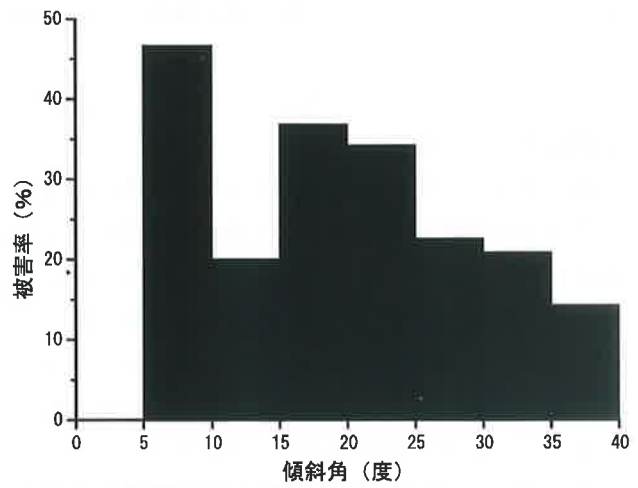


図-12 剥皮害の被害率と傾斜角

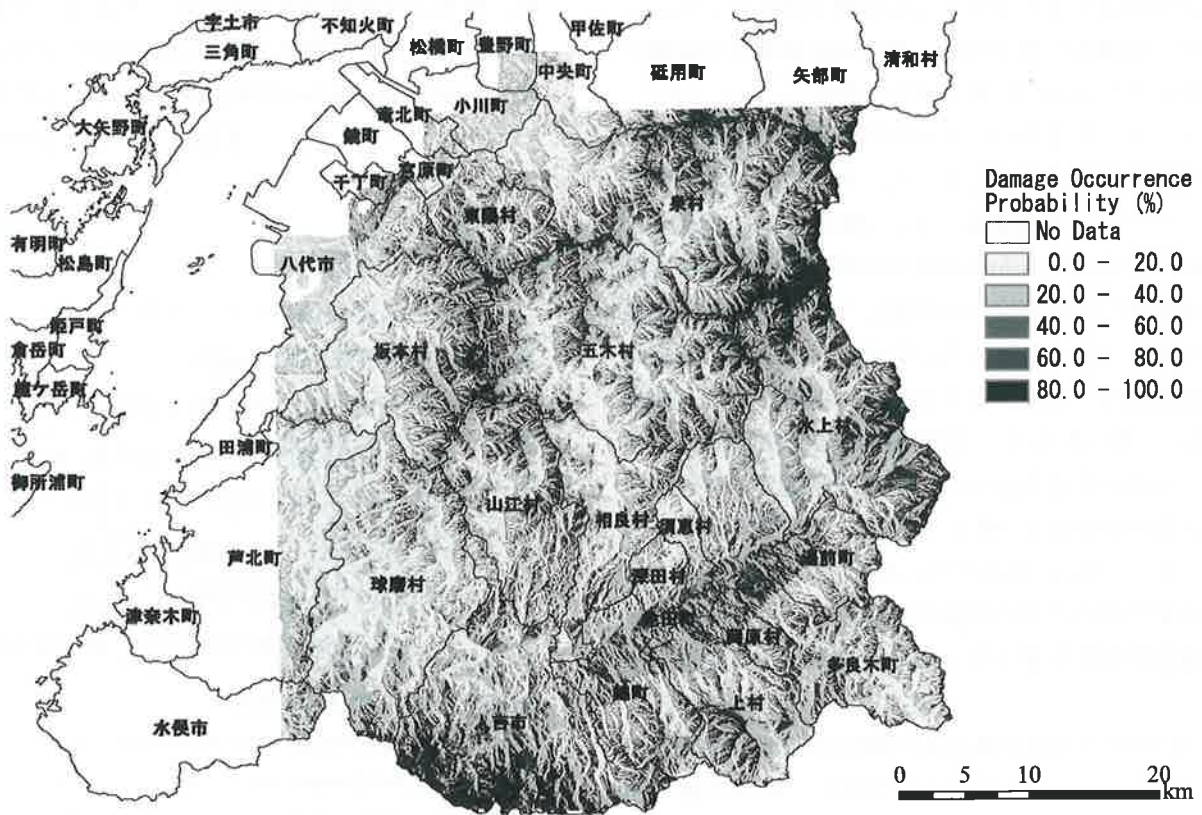


図-13 シカによる剥皮害発生予測マップ

表-2 剥皮害調査箇所数と斜面方位のクロス集計

斜面方位	北	東	南	西
被害あり	11	9	10	22
被害なし	35	38	31	30
合計	46	47	41	52

箇所データを重ね合わせ、被害発生箇所の標高、斜面傾斜、斜面方位を算出した。これによって被害調査箇所のシカ生息密度、標高、斜面傾斜、斜面方位が明らかになった。

図-8をもとに、図-11のような剥皮害の被害率と標高との関係を示した。この図から標高が高くなるほど被害率も高くなる傾向が明らかになった。標高800mを超えると被害率も40%を超えていた。このことから、標高800mを超えるスギ・ヒノキ人工林では、被害発生の可能性が高くなることを示している。

図-9から、剥皮害の被害率と斜面傾斜との関係を図-12に表した。この図から傾斜が緩やかなほど被害率が高くなっていることが明らかになった。これは、緩傾斜の林分では、剥皮害に注意する必要があることを示していると考えられる。

図-10の結果から、斜面方位と被害調査箇所数のクロス集計を表-2に示した。斜面方位は北・東・南・西の4方向で集計した。「被害あり」の調査箇所数と「被害なし」の調査箇所数を合わせた被害調査箇所数と斜面方位との関係について、カイ二乗適合度検定を行ったところ、斜面方位に対する被害調査箇所数は一様であるという結果になった。これに対し、「被害があり」であった被害発生箇所数を用いて同様の検定を行ったところ、斜面方位に対する被害発生箇所数は一様とはいえないという結果になった ($p < 0.05$)。すなわち、西向き斜面に対する被害発生箇所数は他の斜面方位にくらべ、統計的に被害発生箇所数が多くなっていることが明らかになった。

この西向き斜面で被害発生箇所が多いことは、1991(平成3)年に熊本県地方に襲来し、甚大な被害をもたらした台風19号の森林被害箇所との関連が考えられる。久保園ら(1993)は、1991年の台風19号によって発生した熊本県内の激害林における調査の結果、西から南方向の斜面で台風被害が多発していたと述べている。そして、伐採後の10年間の森林では、植林の有無に関わらず、シカにとって高い利用可能量の存在することが指摘されている(古林, 1995,

Mayle, 1996)。この台風によって、西向き斜面の人工林の多くで台風被害が発生し、樹冠が閉鎖されていた林分に隙間(ギャップ)ができたと考えられる。その無立木となった被害地をシカが生息場所として利用していると思われる。しかし、本報告で利用したデータには、西向き斜面の剥皮害が発生している調査箇所もしくはその周辺の林分で、台風被害が発生しているかどうかを実証する調査は行われていない。今後、これらの関係について知見を深めるために調査を進めていく必要がある。

以上のような解析結果をもとに、剥皮害発生予測モデル(1)を構築した。このモデルには、ロジスティック回帰分析を応用した。このモデル式を以下に示した。なお、この回帰式であるが、オムニバス検定により回帰式が被害発生予測に対して役に立つこと、HosmerとLemeshowの適合度検定によって求めたモデルはデータに対して適合していることが統計的に示されている。

$$P(X \leq x) = p = \frac{1}{1 + e^{-z}}$$

$$Z = B_0 + B_1 X_1 + B_2 X_2 + \dots + B_p X_p$$

$$\begin{aligned} Z = & -1.53704187351423 \\ & + 1.41042037235998E-03 * D_E \\ & - 4.01630540341665E-02 * D_S \\ & - 0.154376453303873 * E_C(1) \\ & + 0.152488117734241 * S_C(1) \\ & + 1.00447064083704 * W_C(1) \\ & + 1.55365569932778E-02 * D_DEN2006 \end{aligned}$$

D_E: 標高, D_S: 傾斜角,

E_C(1): 東向き斜面 (カテゴリカルデータ)

S_C(1): 南向き斜面 (カテゴリカルデータ)

W_C(1): 西向き斜面 (カテゴリカルデータ)

D_DEN2006: シカ生息密度

この回帰式を解析対象地に展開し、この地域の剥皮害発生予測を行った。この結果をマップとして図-13に示した。この発生予測の解像度は50mとした。この図から被害発生確率が高いと予測されたのは、泉村(現八代市)と宮崎県との県境部、人吉市南部

の熊本県・鹿児島県・宮崎県との県境部、坂本村（現八代市）と泉村との境界部であった。県境部においては、今後の調査などで、関係行政機関の協力体制の構築が重要になってくると思われる。

剥被害発生予測モデル(1)を構築して被害発生予測マップを作成した結果、この解析対象地では、シカが高生息密度で、標高の高い西向き緩斜面で、剥被害の被害発生が高くなることが明らかになった。この被害発生傾向に関しては、これまでの台風被害の解析などから、この解析対象地における地域的な特徴であると考えられる。しかし、本報告で利用した一連の解析方法は、他の地域でも利用可能である。先にも述べたように、剥被害は森林経営・森林管理上、重大な影響を及ぼしている。他の地域においても、このような危険予測マップである「ハザードマップ」を作成し、被害が発生しうる地域を把握していく必要がある。

4. 要約

森林・林業白書によると、野生獣類による森林被害面積の約50～60%がニホンジカ（以下、シカ）によるもので、森林の公益的機能に対する影響も懸念される事態になっていると述べられている。そこで、都道府県では特定鳥獣保護管理計画を策定し、生息密度の低減を進めている。しかし、計画策定時に調査された生息密度に対して、その計画遂行による分布推移の解析は、ほとんど行われていない。そこで、二期分の生息密度調査データを用いて、シカ生息密度分布の変化を検討するとともに、シカによる被害との関係について検討した。その結果、被害発生個所における生息密度が5頭/km²以上であることが明らかになった。さらに、数市町村という広域で考えた場合、被害発生率と生息密度には関連があると示唆された。剥被害の発生予測モデルを作成する過程において、高生息密度で、高標高箇所の西向き緩斜面で本被害の発生する確率が高いことが明らかになった。

なお、本調査（研究）は農林水産省「新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業（課題番号

18001）」により実施した。

引用文献

- 古林賢恒（1995）丹沢山地札掛地区における植物成長期のニホンジカの食物利用可能量。野生生物保護 1(1)：97～100。
- 池田浩一（2001）福岡県におけるニホンジカの生息および被害状況について。福岡県森林林業技術センター研究報告 3：1～83。
- 池田浩一（2005）福岡県におけるニホンジカの保護管理に関する研究。福岡県森林林業技術センター研究報告 6：1～93。
- Kaji, K., Miyaki, M., Saitoh, T., Ono, S., Kaneko, M. (2000) Spatial distribution of an expanding sika deer population on Hokkaido Island, Japan. *Wildlife Society Bulletin* 18(3): 699～707.
- 環境庁（1978）第2回自然環境保全基礎調査、動物分類調査報告書（哺乳類）福岡県。41pp。
- Kondoh, H., Ikeda, K., Koizumi, T. (2007) Spatial estimation of sika deer population density distribution. *J. For. Plann.* 13: 1～14.
- 久保園正昭・宮島淳二・福山宣高・山下裕史（1993）台風19号による森林被害実態調査。熊本県林業研究指導所業務報告書 31：29～37。
- 熊本県森林整備課（2007）「シカによる森林被害プロット調査要領」に基づく平成18年度シカ被害プロット調査結果報告書。18pp。
- 丸山直樹・常田邦彦・古林賢恒・野崎英吉・宮木雅美・小林史明（1977）関東地方におけるシカの分布—アンケート・聞き取り調査による—。生物科学 29(1)：28～38。
- Mayle, B. A. (1996) Progress in predictive management of deer populations in British woodlands. *Forest Ecology and Management* 88: 187～198。
- 自然環境研究センター（1998）平成9年度鳥獣保護管理対策調査報告書。62pp。

（2009. 8. 18 受理）

論文

ニホンジカ被害地における森林造成技術の確立
—下刈り省力施業による被害軽減とそれに適したスギ品種の開発—平岡裕一郎¹・藤澤義武²・松永孝治³・下村治雄⁴

1. はじめに

近年、ニホンジカ（以下、シカ）によるスギ・ヒノキ造林地被害が増加し、新植した苗木に対する食害や角こすりが、壮齢林においても剥皮害が問題となっている。ここでは特に幼齢造林地における被害について扱うことにするが、これらの防止策としては、苗木に被せて保護するヘキサチューブや、造林地の周囲を囲むシカネットなどの防護柵の使用が一般的である。しかし、このような資材の使用は造林コスト（手間と費用）の増大や、素材によっては自然分解しにくいこと等、いくつかの問題がある。またシカネットでは、谷などの地形によってシカが飛び越えやすい場所から、あるいはネットの破れた箇所からシカが侵入する場合があります、コストの割に効果が十分でないこともある。

一方で、造林手法を改良することで被害を軽減する方法がいくつか提案されている。シカ被害のなかでも、梢端部の被害は苗木の樹高成長やその後の樹形に問題が生じるため、側枝に比べて被害はより深刻となる。このような梢端部の被害を回避するには、植栽木の樹高が、シカの採食する高さ（deer line）を早期に超える必要がある。その一つの方法として、大苗植栽が挙げられる。川村ら（2003）によれば、樹高120cm以上の、大塚ら（2008）によれば140cmの大苗を植栽することにより、少なくとも梢端部へのシカ被害は回避できる。しかし大苗は通常苗と比較して重量があるため、植え付けの効率が悪くなったり、活着を向上させるには植え付け時に支柱が必要となる場合があります（大塚ら、2008）、通常苗の植栽に比べコストが増大する可能性がある。

これとは別に、下刈りを省力化し、新植した苗木や幼齢木を雑草木によって被覆することで、シカ害

を軽減する効果があるとの報告がある（上山、1990）。この報告では、下刈り区と無下刈り区を設定した試験地におけるヒノキ造林木に対するシカ被害を調査した結果、下刈り区の梢頭部被害率は樹高160cm以下でほぼ100%であったのに対し、無下刈り区で樹高61~80cmで被害率60%であり、樹高が高くなるにつれ被害がさらに低下した。このように下刈り省略によりシカ被害軽減効果が認められ、さらに梢頭部の食害とともに主軸折損等の被害を回避するには、樹高が180cm以上の樹高が必要であると報告している。しかし下刈り省略によって、植栽した苗木の成長が阻害される恐れがあるため、この報告は次のように締めくくられている。「今後の被害対策としては、下刈り省略を含めた下刈り方法の改良と、幼齢木の樹高成長を促進させる施業を併用して、梢頭部被害を回避させることが肝要と思われる」。

下刈り省力施業は、このようにシカ害の軽減が期待されると同時に、育林コストの約半分を占める（農林水産省統計部、2004）と言われる下刈りを減らすことで、低コストな林業の実現も可能となる。その場合、上述の通り幼齢木の成長への影響が問題となるが、施業の改良もさることながら、下刈り省力施業においても成育が良好な品種を利用することが有効であると考えられる。そこで本研究ではスギを対象として、そのような品種に求められる特性を解明することを目的とした。

下刈り省力施業に適したスギ品種に求められる特性とは、

- 1) 初期成長が速く、雑草木の被圧を受けにくく、deer lineを早く超える
- 2) 被圧を受けても生存が可能で、成長が持続する（耐陰性を有する）

3) 材の利用に問題が無い(健全な構造の年輪を形成する)

といったことが挙げられる。1)の初期成長速度にはスギの系統間で大きな遺伝的変異があることはよく知られるところであるが、その生理的要因はまだ十分に分かっていない。過去にその要因のひとつとして、光合成能力との関連を指摘する報告はいくつがみられる(山下ら, 1992; 家入・玉泉, 1997)。これらの報告では供試された系統数が少なく、一般化できるほどの結果とはいえないが、成長速度の変異のより深い理解のためには、光合成能力はさらに検討されるべき形質であろう。また2)の耐陰性とは植物が弱光条件下で生存、成長する能力であり、その生理特性としてはまず光合成における光補償点が高いことが挙げられる(日本光合成研究会, 2003)。このように、成長や耐陰性といった形質を規定する要因のひとつとして、光合成の能力は考慮に入れられるべきものであろう。また、藤澤ら(2008)により、スギの植栽密度試験地において、年輪構造が植栽密度により変化することが報告されている。これによると高密度下では肥大成長が抑制され、晩材率が高くなるクロンが多く見られたが、なかには晩材率が低下するものもある等、植栽密度に対する各クロンの反応は様々であった。このようなことから、下刈り省略による被圧下で成育した個体も同様に樹幹の年輪構造に影響が現れ、反応性もクロンにより異なることが推測される。材の密度や晩材率などは強度に関わるため、材の利用上重要であるだけでなく、強風や雪などにも強い樹幹の形成は成育を続ける上で重視されるべき形質であろう。

このため、本研究では下刈り、除伐、無下刈り区の3処理区からなる無下刈り試験地に植栽したスギクロンの成長、成育状況と光合成特性、年輪構造を把握し、下刈り省力施業に適した品種に求められる性質を明らかにすることとした。

2. 材料と方法

対象とした試験地は、林木育種センター九州育種場と九州森林管理局森林技術センターが2008年度ま

で共同で試験を行っていたスギ無下刈り試験地(宮崎県宮崎市高岡町, 1999年3月に設定)である。この試験地は20クロン・計867本がランダム植栽されている。下刈り、除伐、無下刈りの各処理区はそれぞれ3回復で、下刈り区は5年次まで下刈りし、無下刈り区の下刈りは皆無である。除伐区は無下刈り区の一部を5年次経過後(2004年4月)に1回除伐したものである(図-1)。測定項目は成長休止期の樹高、根元直径、胸高直径で枯死や健全性(芯枯れ等の生育不良)である。また、2002年11月(設定から4年次)に無下刈り区の木本植物(樹高 ≥ 1.3 m)を対象に植生調査を行っている。なお、解析に用いたデータは試験地設定から8年次までのものとした。

光合成測定は、無下刈り試験で成長速度の異なる8クロン(福岡署1, 日向署2, 諫早1, 杵島2, 肝属2, 熊本署5, 国東2, 日南4)を選定し(表-1), 九州育種場内の原種園に植栽された同一クロンのつぎ木個体から、日当たりが良く上方に伸長した当年性枝を採取し材料とした。採取した枝において測定に用いた箇所は、上から数えて3~4番目の側芽(シュート)である。測定期間は2007年8月13~19日と2008年9月5~18日で、8月には各クロンにつき1ラメートから3枝、9月には異なる3ラメートから2枝ずつ供試した。使用機器はLI-6400と針葉樹用チャンバー(Li-Cor社製)であり、水差した切り枝のシュートを針葉樹用チャンバーに水平に挟み、上方から人工光を照射し(KL 2500 LCD, SCHOTT社製)測定した。人工光は強から弱に、光強度の幅は概ね0から $1500 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ までで8段階に変化させた。チャンバー内の温度は 25°C とした。測定値はチャンバーに挟んだシュートの絶乾重あたりの値に換算し、光合成速度とした。光合成特性の指標として、呼吸速度、最大光合成速度、光補償点、光~光合成曲線の初期勾配を用いた。このうち後者2項目は、弱光における測定値の直線回帰により求めた。また、解析にはこれらの8月と9月の値をクロンごとに平均して用いた。

この8クロン中、国東2を除く7クロンにつ

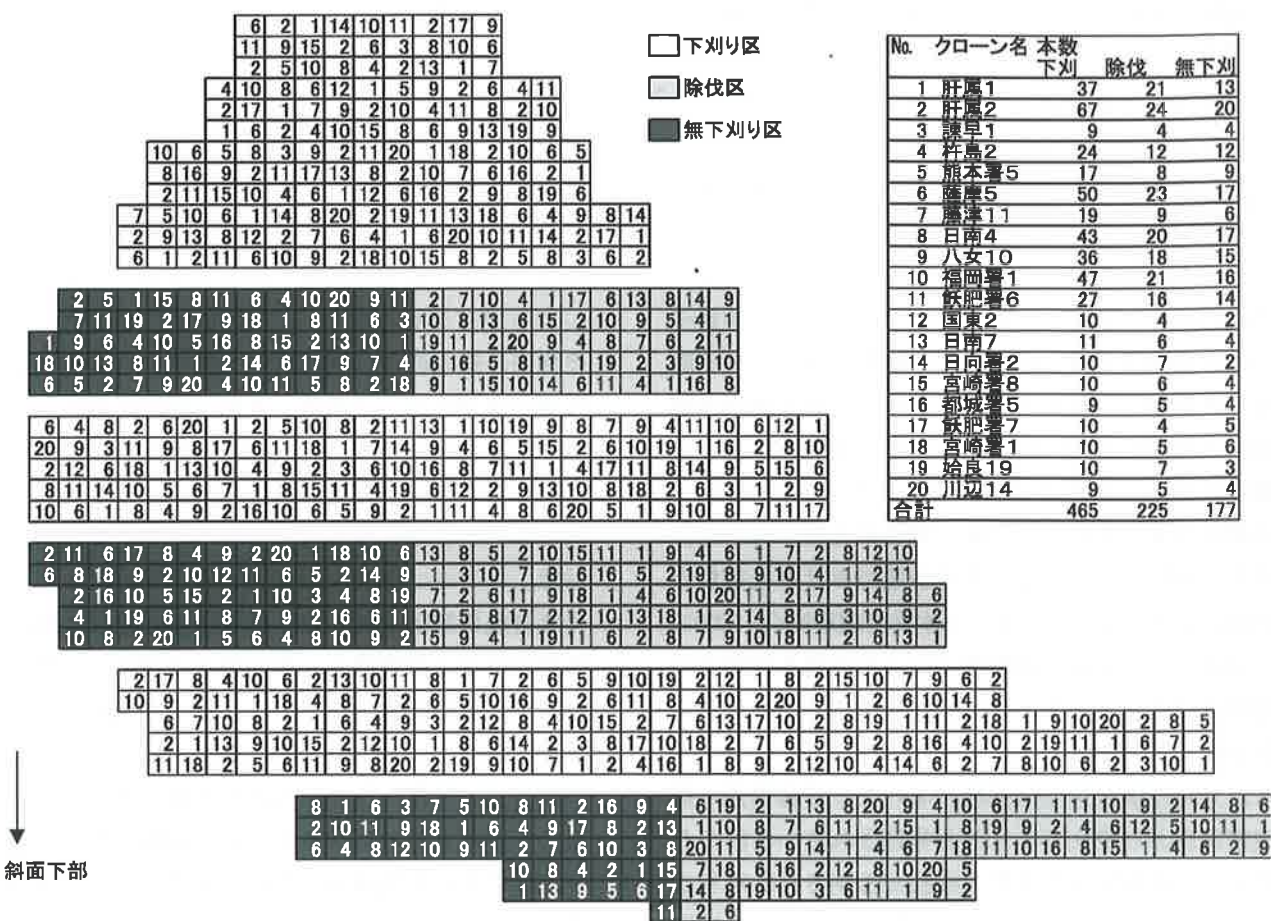


図-1 無下刈り試験地配置図

表-1 光合成速度測定および伐倒調査対象クローン

クローン名	成長 下刈り区・8年次
諫早1	上位
肝属2	上位
日向署2	上位
熊本署5	中位
日南4	中位
国東2	中位
福岡署1	下位
杵島2	下位

いて、試験地設定から9年後に当たる2008年1月16～17日に無下刈り試験地の植栽個体を下刈り区、無下刈り区（日向署2と杵島2の一部は除伐区）で各クローン3本ずつ、計42本伐倒した（表-1）。現

地で樹幹長を測定し、50cmおきに円盤を採取し、直径を測定した。持ち帰った円盤を基に樹幹の体積の推定と浮力法による容積密度測定を行い、地上50cmの円盤は軟エックス線デンシトメトリ法により年輪構造を常法に従って測定した。すなわち、採取したサンプルをdendorocut 2003によって軸方向の厚み2mmの試験体に加工し、恒温恒湿室内において気乾状態に調湿した。その後、照射距離2.5m、全波整流の軟エックス線撮影装置によって二次電圧17kV、二次電流13mA、露出時間4分30秒の条件で、試験体の軟エックス線透過像を撮影した。なお、使用したフィルムは富士フィルムのIX-FRである。撮影像の光学的濃度の測定と実際の密度値への変換は透過像をフィルムスキャナ（Epson Perfection V-700 Photo）で取り込み、透過像をデジタル化した後、

WinDENDROで解析し、髓から樹皮に至るまでの実際の密度値を得た。なお、この手法では気乾密度を測定することになる。なお、熊本署5はデンストメトリ法に供するに適したサンプルを作成できなかったため、解析からは除いた。

光合成特性と成長量の関連性の解析に用いる成長量の指標として、推定幹重量を次のように算出した。伐倒個体から求めた体積と胸高直径²×樹高との間の直線回帰式から、その他の伐倒していない個体の樹幹体積を推定し、容積密度のクローン平均値を掛けた。この推定は下刈り区、無下刈り区それぞれ別々に行った。また枯死率と非健全率（健全でなかった個体数の割合）の和を、各クローンの健全な成育が可能か否かの指標として用いることとした。

3. 結果と考察

1) 無下刈り試験地における成長・成育状況

表-2に設定から4年次の時点での無下刈り区の本木の植生調査の結果を示す（平岡ら, 2003）。本試験地の無下刈り区で最も本数の多い樹種はアラカシで、最も平均樹高の高い樹種はスダジイであった。本木植生の平均樹高は2.6mであり、スギの最大樹高（2.5m）をも超え、スギは被圧状態にあった。

表-2 試験地設定4年後の無下刈り区の植生（平岡ら（2003）より）

樹種	本数	(0.1ha ⁻¹)	平均樹高
アラカシ	224	(247.7)	2.57
アカメガシワ	87	(96.2)	3.17
ウツギ	64	(70.8)	1.83
ヌルデ	43	(47.5)	3.00
スダジイ	38	(42.0)	3.54
ガマズミ	35	(38.7)	2.21
ヤブムラサキ	32	(35.4)	2.37
ヒサカキ	29	(32.1)	1.90
ヤマグワ	29	(32.1)	2.60
ノリウツギ	24	(26.5)	2.75
ナガバモミジイチゴ	22	(24.3)	1.97
クサギ	20	(22.1)	2.75
ネズミモチ	20	(22.1)	1.84
その他（67樹種）	361	(399.1)	1.95
総計	1028	(1136.5)	2.57

図-2に各処理区の樹高と根元直径の平均値の推移を示す。下刈り区に対する無下刈り区の樹高成長の鈍化は3年次、直径は2年次に認められた。このことから2年次が経過した時点で既に雑草木との競合が始まっており、その影響は直径成長でより顕著に現れたといえる。また除伐区は除伐が行われた2004年以降、樹高、直径とも無下刈り区と比較して成長していた。これにより1回の除伐を行うだけで、無下刈りで被圧された個体の成長は大きく改善されるといえる。

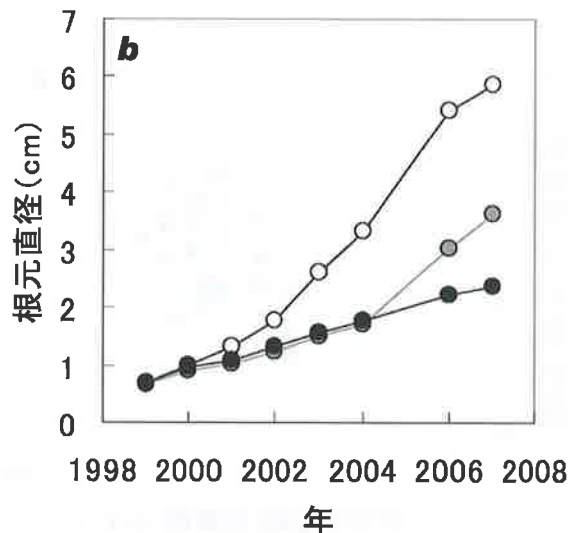
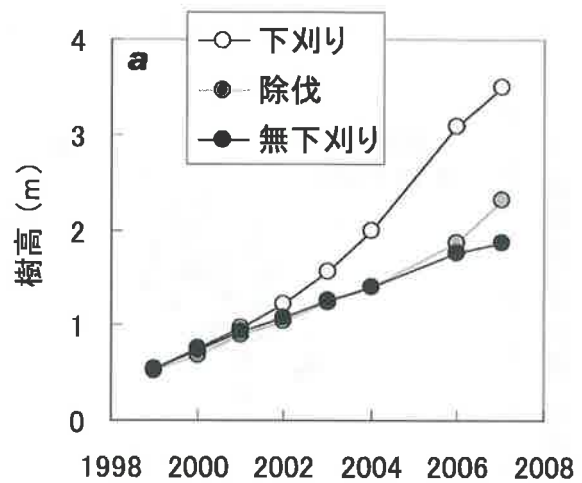


図-2 各処理区における樹高(a)と根元直径(b)の平均値の推移

図-3に各処理区におけるクローン毎の平均樹高と根元直径を示す。処理区間の成長量には正の相関がみられ、成長速度のクローン順位は処理区間で大きくは変わらないと考えて良いであろう。

各処理区の全体の枯死率の推移を図-4に示す。8年次の時点で無下刈り区でも7%程度にとどまり、比較的低い値で推移した。下刈り区は無下刈り区とほとんど変わらなかったが、除伐区はやや低い値であった。このことから除伐区を設定した斜面の地形等の影響で、スギの成育に適した環境になっていた可能性が考えられる。下刈り区と無下刈り区の差がほとんど無いことから、無下刈り施業によってスギ

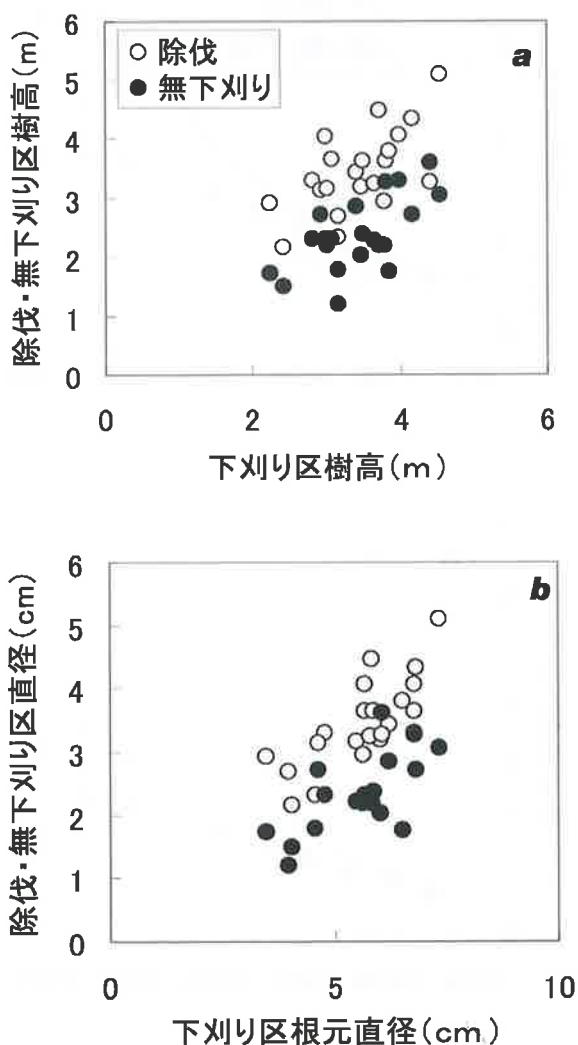


図-3 8年次における各クローンの樹高(a)と根元直径(b)の各処理区間の関係

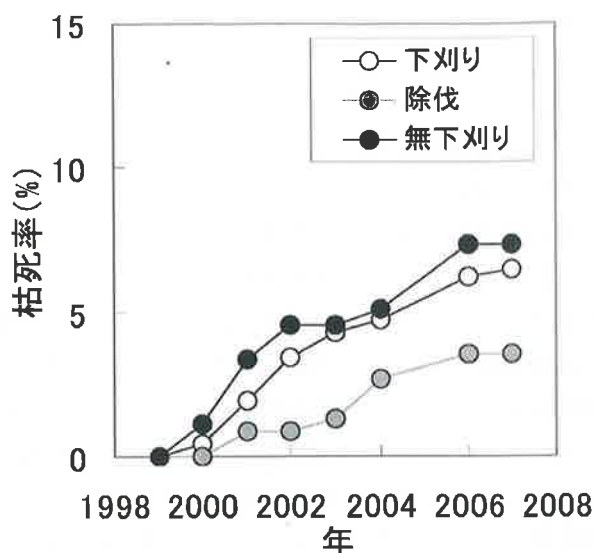


図-4 各処理区の枯死率の推移

は被圧されるものの、枯死に至るほどではないといえるであろう。

2) 成長・成育状況と光合成特性との比較

図-5に光合成特性(呼吸速度, 光補償点, 光カーブの初期勾配, 最大光合成速度)と各クローンの成長量(推定幹重量)との関係を示す。解析の結果, どの光合成特性の項目も, 成長量との明瞭な関係性が認められたものはなかった。過去の報告では最大光合成速度との関連があるとされるが, 今回の結果はそれらとは一致しなかった。図-5では下刈り区の成長量との関係のみを示したが, 無下刈り区も同様に関係は明瞭でなかった。ただ, 解析の過程で9月の弱光下(約 $180 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)の光合成速度と成長量に正の相関が見られた(データ掲載無し)。このことから, 弱光の利用効率が成長量に関与するということになるが, 今後検討が必要であろう。

各クローンの光合成特性と, 無下刈り区における3年次の枯死率と非健全率の和とを比較した結果, 呼吸速度と光補償点とで正の相関が認められた(図-6)。それに対して, 下刈り区では光合成特性の各項目との関連性は明瞭でなかった(データ掲載無し)。このことから, 被圧下での成育には弱光下での一定の光合成量が必要であり, このような耐陰性を有す

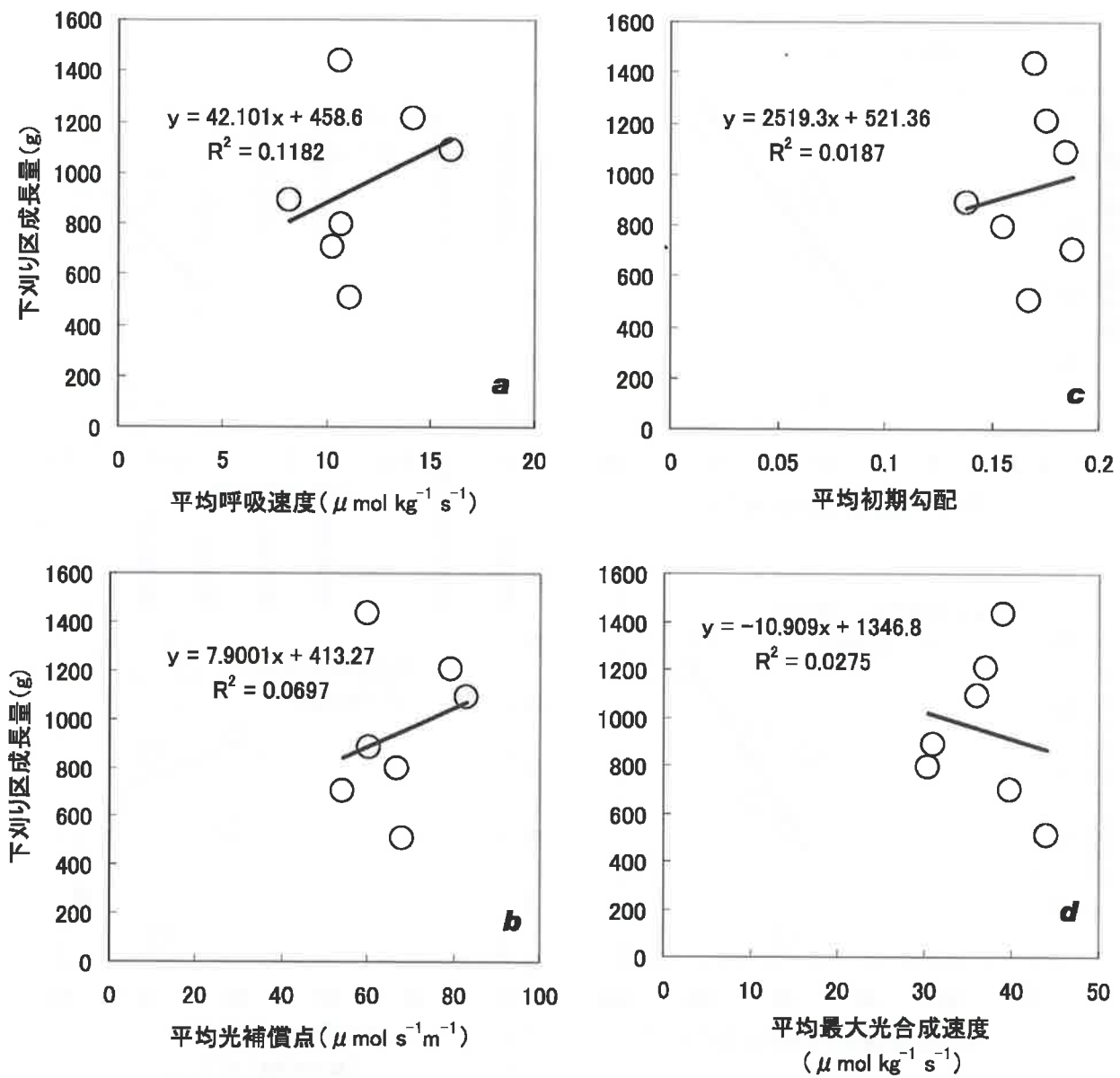


図-5 各クローンの成長量と光合成特性の関係

それぞれ a : 平均呼吸速度, b : 平均光補償点, c : 平均初期勾配, d : 平均最大光合成速度との関係を示す。

ることは、下刈り省力施業で用いる品種に必要な性質のひとつであると考えられた。

3) 年輪構造解析

次に伐倒調査の結果を基に、各クローンの処理区による年輪構造等の変化を検討した。デンストメトリ法から得られた、除伐が行われる前の5年次までの気乾密度を処理区間で比較したところ、福岡署1、

日南4、杵島2は無下刈り区の方が高い値となったが、肝属2、日向署2、諫早1は下刈り区で高くなった(図-7a)。同様に5年次までの晩材率をクローン間・処理区間で比較したところ、ほとんどのクローンで無下刈り区が下刈り区より低くなった(図-7b)。無下刈り区で気乾密度が高かった福岡署1は唯一、晩材率が無下刈り区で高く、日南4も無下刈り区がやや低い程度であった。これらのことから、多くの

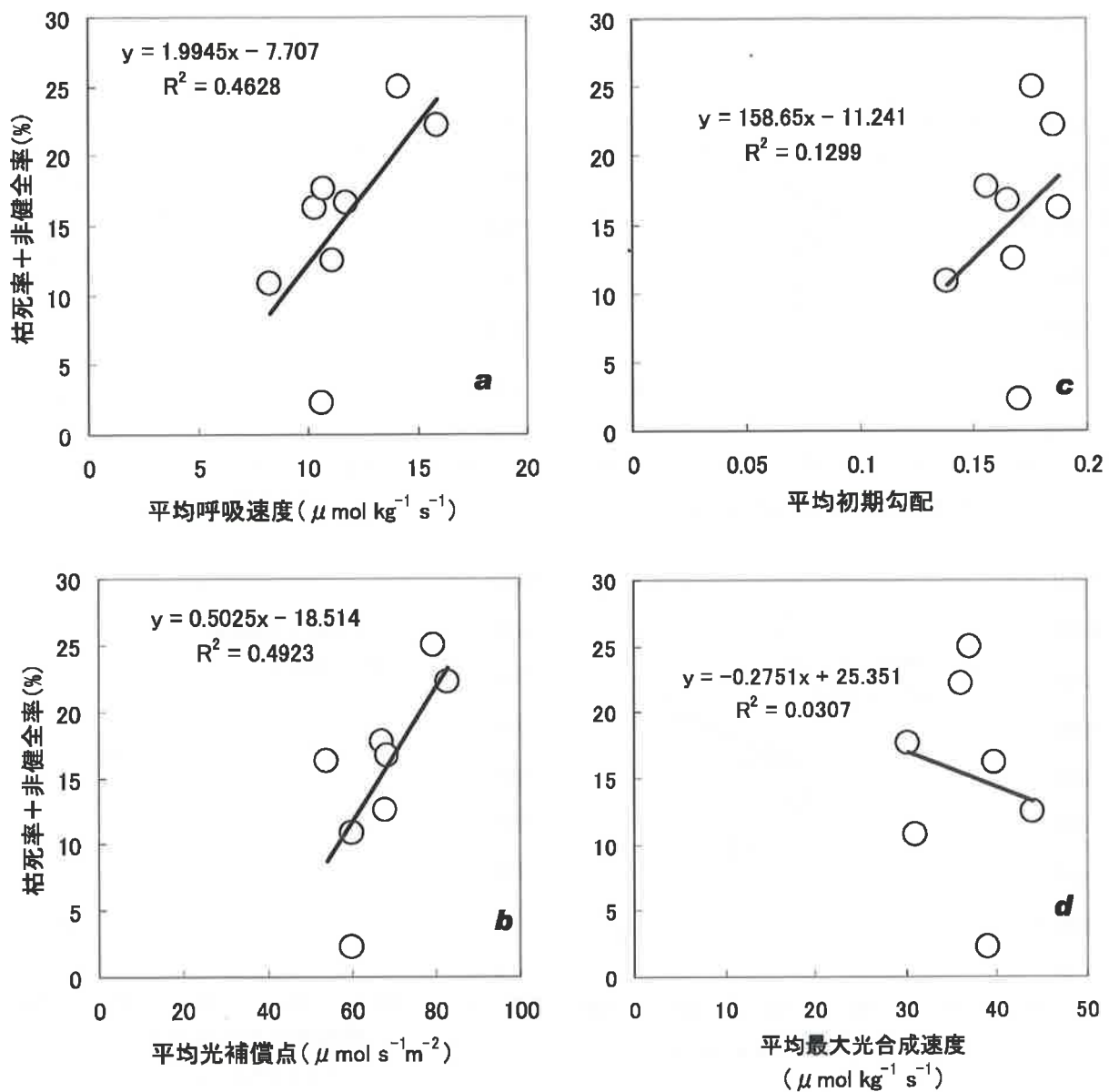


図-6 各クローンの無下刈り区の枯死+非健全率と光合成特性の関係

それぞれ a : 平均呼吸速度, b : 平均光補償点, c : 平均初期勾配, d : 平均最大光合成速度との関係を示す。

クローンは5年次までの無下刈りによる被圧で、晩材率が低くなり、気乾密度が小さくなる傾向にあるが、その反応性はクローンにより異なるといえる。

図-8は光合成特性と無下刈り区の気乾密度（設定から5年次まで）との関係をみたものである。4つの指標のうち、呼吸速度と光補償点で気乾密度と負の関係が認められたが、初期勾配と最大光合成速度とは明瞭な関係は認められなかった。光補償点と

の関係から、弱光下でも光合成が可能なクローンは、無下刈りによる被圧下でも光合成産物を木部に配分できると解釈できる。光合成特性と密度値の関連性を指摘した報告はこれまで無く、今後さらにそのメカニズムを検討していく必要があるが、現時点で両者の関連性は物質生産と蓄積の観点から妥当な結果と思われる。一方、気乾密度の高いクローンの成長量はそれほど大きくないことから、複数の形質が複

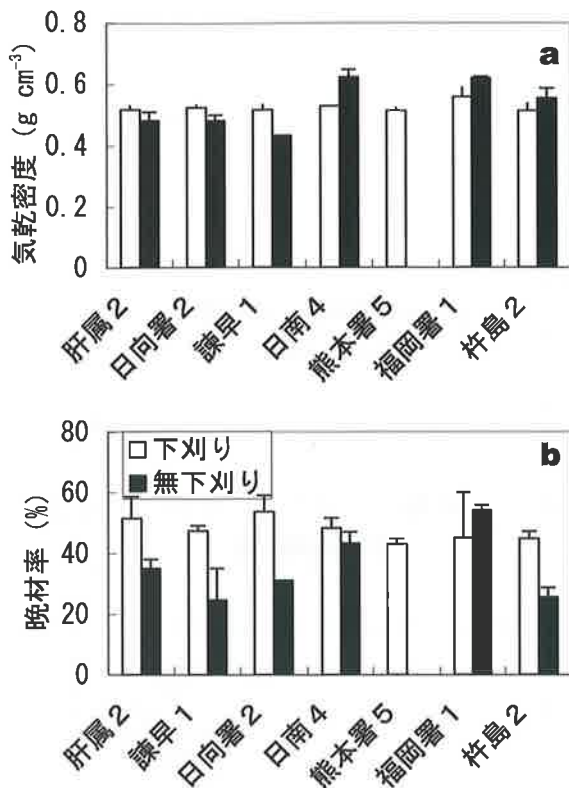


図-7 各クローンの気乾密度 (a) と晩材率 (b)

雑に関連し合いながらそれぞれの特性が決定されていると考えられる。

本試験地の無下刈り区は、植生が繁茂し、スギを強く被圧した状態にあったため、年輪構造にもその影響が強く出たものと考えられる。材の密度は木材の強度に大きく関わる形質のため、このように被圧された環境では植栽木の材質が低下することが考えられる。したがって、この点での育種的対応とともに、成育に適度な下刈り回数の検討が必要であろう。

4. 下刈り省力林業の実現に向けた品種の開発と施業方法の確立

1) 品種開発方法

以上の調査結果から、下刈り省力施業に適した品種に求められる特性やその要因が明らかとなった。これら求められる特性と、新たな品種を開発する方法を初期成長速度、耐陰性、年輪構造の各項目でそれぞれまとめると以下のように言えるであろう。

(1) 初期成長速度

無下刈り試験地における研究から、初期成長速度のクローン間差が明らかとなり、下刈り処理の違いによらず、成長速度の速いクローンが存在することが分かった。下刈り省力施業に利用する品種として、雑草木による被圧の回避や、deer lineを早期に超えるためには成長速度の速さが第一に重要であると考えられるため、まずこの観点で系統を選抜する必要があるだろう。そのためには、今回対象とした箇所の他にも設定されている無下刈り試験地からのデータとともに、これまでの林木育種事業で設定された多くの次代検定木のデータを活用することができると考えられる。今回は光合成特性とは明瞭な関係が見られなかったため、実際の成長データで選抜するのが適当である。

(2) 耐陰性

無下刈り試験地に植栽したクローンの光合成特性の結果から、下刈り省力施業下における植栽木の健全な成育のためには、弱光環境でも光合成速度が正となる耐陰性が必要であると考えられた。各クローンの耐陰性は、上記の成長速度とはほぼ無関係であると推測されるため、品種開発の過程で、初期成長速度で選抜した後に呼吸速度や光補償点の確認を行うのが望ましい。光合成速度の測定にはある程度のサンプル数が必要であり、測定に時間を要するものの、実際に植栽して生存率や健全性を確認することに比較すれば、短期間で各個体・クローンの耐陰性を判定することができるものと考えられる。

(3) 年輪構造

無下刈り区の他の植生による被圧を受けたため、成長だけでなく晩材率が下刈り区に比べ小さくなっており、特に成長の速いクローンで気乾密度の低下が認められた。これらのことから、無下刈りは植栽木にとってより成育が困難な環境となっていると考えられる。このような無下刈り下でも密度値の変化の少ないクローン・系統を選抜するのが望ましいが、無下刈り試験地を数多く設定することは労力・時間ともに困難である。このため、通常の施業で高めの密度値を持つ系統を選抜する方法が考えられる。ま

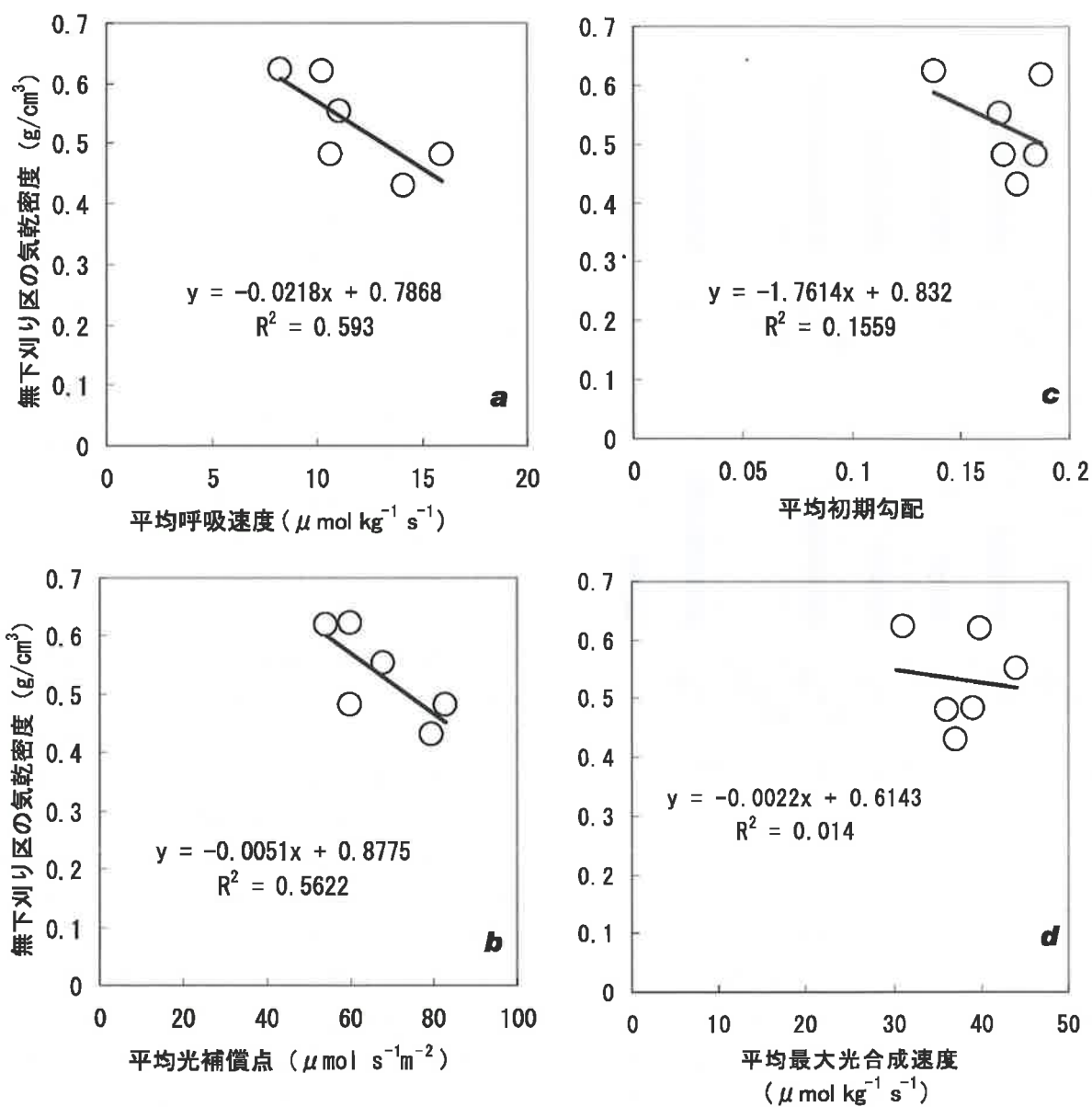


図-8 各クローンの無下刈り区の気乾密度と光合成特性の関係

それぞれ a : 平均呼吸速度, b : 平均光補償点, c : 平均初期勾配, d : 平均最大光合成速度との関係を示す。

た、呼吸速度や光補償点と、無下刈り区の気乾密度に関連性が示唆されたので、光合成の測定を援用することも可能となるかも知れない。

以上のようなことから、今回研究対象とした無下刈り試験地に植栽されたクローンのうち、日向署2、諫早1、肝属2は成長が良好であったが、そのうち肝属2は光補償点が低く、枯死・非健全率も低く、無下刈り区の晩材率や気乾密度の低下がそれほど大

きくなかったため、下刈り施業に適した品種の候補として挙げられよう。

2) 下刈り方法の検討

本研究で対象とした無下刈り試験地の無下刈り区は全く下刈りを行っていないため、被圧の程度がかなり強いと考えられる。今後は適切な下刈り方法の検討をさらに行う必要がある。極度の被圧が成長や

年輪構造に悪影響を及ぼすことになるため、適切な時期に手を入れるという施業を行うことが重要であろう。本研究では3年次で植栽木の樹高成長の抑制が見られたため、造林地の個々の植生により異なるであろうが、例えば3年目に一度下刈りを行うという方法が考えられる。その場合もシカ害の軽減効果を維持するため、坪刈りや筋刈り、または植栽木の下層の被覆は保ちながら、上部を刈り払うことで被圧の程度を減らすような下刈り方法も有効であろう。今回の無下刈り試験地では5年経過後に一度除伐を行う処理を行い、その後の植栽木の成長回復が認められたことから、スギについては下刈りあるいは除伐の直後に旺盛な成長し、成林が期待できるため、下刈り回数の削減は可能であろう。

現在、九州育種場と九州森林管理局が共同で行っている無下刈り試験地は、今回のもの以外に北・中・南九州地方に1箇所ずつ、計3箇所設定しており、ここでは下刈り回数を変えた処理区を設けている。このような試験により、望ましい下刈り方法が今後明らかになってくるものと考えられる。本研究で明らかとなった特性を備えた、下刈り省力施業に適した品種の利用と併せて、適切な施業方法を行うことで、低コストでシカ害を軽減できる、下刈り省力林業が可能になるものと期待される。

5. 結論

本研究では、シカ被害軽減と低コスト林業を実現するために、下刈り省力施業による造林とそれに適するスギ品種に求められる特性と品種開発の試みを行った。試験地における成長調査と光合成特性の把握、年輪構造解析から、初期成長が速く、耐陰性が高く、健全な年輪構造を形成するクローン・系統が下刈り省力施業には適すると考えられた。下刈りは従来の方法に比べ、少ない回数で成林させることが可能と考えられた。今後は無下刈り試験等を利用したさらなる検討の上、下刈り方法の確立が望まれる。

なお、本研究の一部は平成18～20年度の農林水産省「新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業(課題番号18001)」によった。

引用文献

- 藤澤義武(1998) 高度木材利用に適合する品質管理型木材生産への林木育種の対応に関する研究. 林育研報 15: 31~107.
- 藤澤義武・太田貞明・明石孝輝(1995) スギの材質と遺伝(第4報) 年輪構造とクローンの植栽密度による変異. 木材学会誌 41: 249~255.
- 藤澤義武・武津英太郎・平岡裕一郎・松永孝治・倉本哲嗣(2008) 植栽密度がスギ精英樹クローンの成長量の違いに与える影響. 関東森林研究 59: 317~318.
- 平岡裕一郎・佐々木峰子・岡村政則・藤澤義武(2003) スギ無下刈り試験経過報告(II). 平成14年度林木育種センター年報: 79~81.
- 家入龍二・玉泉幸一郎(1997) スギ精英樹の成長量と葉の光合成能との関係. 日林九支研論集 50: 95~96.
- 川村英人・堺 俊彰・吉村武志(2003) 大苗造林によるシカ食害対策に関する研究. 徳島県立農林水産総合技術センター森林林業研究所研究報告 2: 1~4.
- 日本光合成研究会編(2003) 光合成事典. 学会出版センター.
- 農林水産省統計部編(2004) 育林費結果報告平成13年度 林家経済調査. 農林統計協会.
- 大塚明宏・塚越剛史・山田利博・佐々木潔州・山本博一(2008) スギ, ヒノキ大苗によるシカ食害防止の試み. 関東森林研究 59: 235~238.
- 堺 俊彰・吉村武志(2004) 大苗造林によるシカ食害対策に関する研究(II) - 簡易な皮剥防護資材の効果 -. 徳島県立農林水産総合技術センター森林林業研究所研究報告 3: 1~3.
- 上山泰代(1990) シカの被害防除に関する試験(Ⅳ) 下刈り省略による造林木のシカ被害軽減効果. 日林関支講 41: 23~26.
- 山下裕史・田代直明・玉泉幸一郎(1992) スギ精英樹の光合成特性に関する研究. 日林九支研論集 45: 75~76.

(2009. 5. 8 受理)

訃報

小口健夫さんの死を悼む

秋本 正信¹

長年北海道の樹木病害の調査研究に携わってこられた小口健夫さんが平成21年7月6日に逝去された。享年83才。ご冥福を心からお祈り申し上げます。小口さんは長野県出身で、北海道大学農学部林学科を卒業後北海道庁に勤務された。道庁林務部の出先機関である苫小牧林務署を経て、北海道立林業試験場の前身である岩見沢林務署光珠内林木育種事業所（翌年には北海道光珠内林木育種場と改称）に着任したのは昭和35年だった（34才頃）。当時、北海道の森林ではカラマツ先枯病が猛威を振るい、被害面積は7万haに達しており、これに対処するため研究者と行政が一体となった懸命な取り組みがなされていた。小口さんも薬剤防除試験やカラマツクローン間の耐病性差異など本病について研究成果を残されている。また、近年北海道における針葉樹天然更新の阻害要因として注目されている暗色雪腐病は、当時も針葉樹苗畑の重要病害であったことから、本病に対する薬剤防除試験を実施しTMTD剤の卓効を確認した。また、この頃全国規模で実施された林業苗畑の土壤線虫調査に参画しているが、スギこぶ病患部に寄生した*Pestalotia*菌とその随伴線虫(*Aphelenchoides*属)との関係についてユニークな試験も行っている。道立林試（昭和39年に改称）では、樹病科長、経営保護部長を歴任し昭和56年に退職された。大面積皆伐一斉造林の弊害と思われるトドマツの気象害が相次いだ昭和40年代初めには、トドマツ寒害木にみられる病原菌についての研究成果がある。その後はポプラ類の胴枯性病害やサクラ、ナナカマドなど緑化樹の病害調査にも携わったが、特にトドマツがんしゅ病菌をはじめとする針葉樹がんしゅ病菌の研究に精力を注ぎ、その成果は昭和56年、学位論文「北海道における*Lachnellura*属菌の種とその形態、生理、病原性に関する研究（英文）」としてとりまとめられた。道立林試退職後は、(財)北

海道森林保全協会勤務を経て昭和58年から平成8年まで、専修大学北海道短期大学造園林学科教授として学生の指導に当たられた。70才で同短大を定年退職された後も、(財)北海道森林保全協会の理事、同協会発行「森林保護」誌の編集委員として引き続き北海道の森林保護推進に尽力されるとともに、新種のササてんぐ菓病菌について*Mycoscience*誌に論文を発表されるなど意気軒昂のご様子だった。

小口さんは、私が昭和48年に道立林試に就職した時の直属の上司で、私より丁度二回り年上の樹病科長だった。当時はすでにトドマツ枝枯病が流行性伝染病の兆しをみせていたが、前年に北海道で発見されたストロブマツ発疹さび病が、世界的に著名な樹木病害であることから大きな話題を集めていた。着任後まもなく小口さんに連れられて、林業試験場北海道支場樹病研究室（当時は横田俊一室長）によるストロブマツ発疹さび病の被害調査（中標津町）に参加したことは、忘れられない思い出になっている。小口さんは大学時代、樹病学の亀井専次先生の教えを受けたそうであるが、実際の樹病の研究手法は当時目黒にあった林業試験場樹病研究室での国内研修で習得したもののようである。樹病の小林享夫さんとはその時以来のつきあいのようである。平成18年6月に植物病理学会大会のため小林享夫さんが札幌に来られた時は、小口さんもお誘いして樹病関係者で懇親会をもった。大いに盛り上がった楽しい酒席だったが、それが小口さんとの最後の別れになってしまった。ここに掲載した小口さんの写真はその時の集合写真から切り取ったものである。改めて、小口さんのご冥福をお祈りする。合掌。

都道府県だより

奈良県下で発生したアオマツムシによるシキミの食害について

〇はじめに

シキミは、仏事に欠かせない特用林産物として一定の需要が見込まれ、近年、中国からの輸入が増加しているものの、山間地域での貴重な収入源となっています（写真-1）。奈良県特用林産振興方針においても振興作目に取り上げられ、H18年において12.5千束の生産量がありました（奈良県，2008）。

奈良県におけるシキミ生産は、もっぱら自生しているものの利用・採取が中心ですが、一部に林縁や



写真-1 シキミの出荷



写真-2 シキミの栽培地

耕作地を利用した積極的な栽培が見られます（写真-2）。

2004年に、吉野郡下市町のシキミ・サカキ栽培者より、「シキミにバッタがついて葉を食べている、夕方、リー・リーとうるさく鳴いている」ので調べて欲しいと依頼があり、調査した結果、アオマツムシによる食害を確認したので紹介します。

〇アオマツムシ

アオマツムシ *Truljalia hibinonis* は直翅目コロギ科マツムシモドキ亜科の昆虫で、中国からの侵入種と考えられています。本種は1898年に東京・赤坂ではじめて記録され、1923年発行の原色日本昆虫図鑑には、「常に樹上に棲息している。これは約二十年程前から発生を始めたもので、南洋方面から植物に附着して来たものらしい」との記述および写真が載っています（写真-3に写真を転載；加藤，1923）。

年1回の発生で卵越冬し、成虫は8月～10月にかけて現れ、体長は約25mmで、夜間、リュウ・リュウ（あるいはリー・リー）と特徴のある長く甲高い声で鳴きます。サクランボやツバキの葉を食害するほか、ナシ、モモ、スモモ、カキの果実にも加害します。また、若枝に産卵するので、成長阻害や枝折れの原因になるとされています。幼虫は5月に現れ、色々

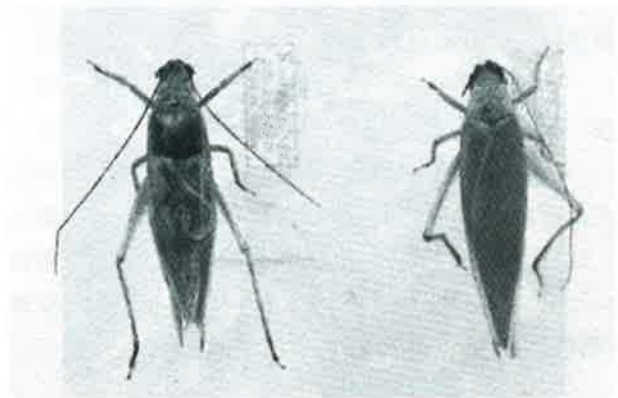


写真-3 アオマツムシ 左：雄 右：雌

な樹の葉を摂食して成長します(梅谷・岡田, 2003)。

奈良県においても街路樹や公園等で普通に観察され、「奈良市内では、1980年頃から少しずつ生息しはじめ、市街地の街路樹から奈良公園のサクラの木に特に多い」と地元の奈良新聞のコラムでも紹介されました(谷, 2004)。

○調査の経緯

調査依頼を受けて栽培者を訪問したところ、シキミは山腹斜面を利用して栽培されており、栽培者の案内で、虫にかじられたというシキミの葉を観察しました(写真-4-a, b)。そして夕刻にはリー・リーという鳴き声を確認しました。また、栽培者はシキミの枝を出荷用に調整しているときに跳び出てきたという虫を捕獲し、かごに入れて保管していました。

捕獲した虫を譲り受け、図鑑等で調べたところアオマツムシであることが示唆され、橿原市昆虫館

(奈良県橿原市南山町)に同定を依頼したところアオマツムシであることが確認されました。アオマツムシの食害については、ツバキに関して「葉の中央部から不規則にかじられ枯れや褐変が生じる。食痕の周囲はギザギザでイモムシやケムシの食害とは一見して異なる」(梅谷・岡田, 2003)とありましたが、シキミ栽培地で観察した食痕がアオマツムシによるものか解らなかったので、シキミを餌にアオマツムシを飼育し、食痕を確認することにしました。

○アオマツムシの飼育

ソメイヨシノの樹上で鳴いていたアオマツムシ(雄)を捕獲し、虫かごにシキミの枝葉を入れて飼育しました。さらに雌を捕獲し、かごにいたところ、その夕方からリー・リーと甲高い声で鳴くようになりました(写真-5, 6)。

飼育したアオマツムシはシキミの葉を摂食し、写



写真-4-a 栽培地シキミの食痕



写真-5 飼育中のアオマツムシ 写真下が雌



写真-4-b 栽培地シキミの食痕



写真-6 羽をこすり合わせ鳴いている雄



写真-7-a 飼育したアオマツムシによる食痕



写真-7-b 飼育したアオマツムシによる食痕

真-7-a, bにみられるような食痕を残し、シキミ栽培地で観察されたものと酷似したものとなりました。

以上のことから依頼のあった栽培地でのシキミ食害はアオマツムシによるものと判断しました。

〇おわりに

奈良県では1997年に三重県と和歌山県の試験研究機関と協力し、「南近畿のシキミ・サカキ栽培地における病虫害対策」(南近畿林業試験研究機関会議, 1997)という小冊子を発行しましたが、この冊子にはアオマツムシの記述がなく、当時はまだ、シキミへの食害が現れていなかったものと思われる。

アオマツムシは、従来、都市部の昆虫として知られ、街路樹や緑地帯、公園、庭木等に生息し、現在では都会の風物詩にもなっていますが、今回、調査

したシキミ栽培地は山間部にあります。

桐谷(2002)によれば、1970年代後半から1980年代にかけて爆発的に分布拡大し、1980年代頃からカキやナシの害虫として注目されだしたようです。調査したシキミ栽培地の周辺には、ナシやカキ、ウメの産地があり、これら果樹園から飛来した可能性が考えられます。

アオマツムシに対する登録農薬はありませんが、ナシやカキ、ウメ果樹園での防除は、他の害虫防除の一環で散布される農薬によって被害をある程度まで防除できると考えられます。一方、シキミ栽培地の場合、今のところ幼虫や成虫を見つけ次第捕殺する以外に防除方法が見あたりませんが、すばしっこくて体色が緑色をしているため捕まえることも困難といえます。

アオマツムシ用の農薬が登録されるのを待つ以外に、防除法の開発(たとえば明らかに集まる性質を利用した駆除法)を検討するほか、シキミの自生地や栽培地においてアオマツムシ被害の分布を詳査する必要があると思われます。

〇引用文献

加藤正世(1923)原色日本昆虫図鑑第一輯. 厚生閣. Plate29. 東京.

桐谷圭治(2002)日本生態学会編, 外来種ハンドブック. 地人書館. 149. 東京.

南近畿林業試験研究機関会議(1997)南近畿のシキミ・サカキ等の栽培地における病虫害対策. 南近畿林業試験研究機関会議. 49pp., 三重.

奈良県農林部林政課(2008)奈良県特用林産振興方針. 奈良県. 22pp., 奈良.

谷 幸三(2004)家族で楽しむ自然観察169. 奈良新聞2004年9月16日記事, 奈良.

梅谷猷二・岡田利承編集(2003)日本農業害虫大辞典. 全国農村教育協会. 309, 351, 384, 892, 1122. 東京.

(奈良県森林技術センター森林資源課)

佐賀県が開発したマツ材線虫病抵抗性クロマツ 新品種「虹青」について

○はじめに

本県における松くい虫被害は昭和47年をピークに、近年では特別防除をはじめとする薬剤散布や伐倒駆除等の防除効果により減少傾向に転じています。しかし、日本三大松原に数えられる虹の松原をはじめ、貴重な松林における被害は依然として続いています。

そこで、本県林業試験場では平成7年から松くい虫に強い品種の開発に着手し、平成17年に挿し木で増やせる新品種の開発に成功しました。名称は「虹青」（虹の松原の「虹」と白砂青松の「青」に由来）と命名され、平成21年7月に品種登録されました。



写真-1 虹の松原

○「虹青」開発の経緯

昭和53年から、国と西日本各県が共同して、松くい虫被害地で生き残っている松の中から抵抗性マツの選抜を開始し、クロマツについては、約1万5千本の中から16本が選抜され、佐賀県ではこれを利用して、昭和62年、唐津市鎮西町に抵抗性クロマツの採種園を造成しました。

現在、生産されている抵抗性クロマツは、この採種園産の種から育てた苗（実生苗）にマツノサイセンチュウ（以下、「センチュウ」）を人工的に接種し

て生き残った苗です。しかし、この生産方式には、下記のような欠点があります。

- ①種から育てる苗のため、必ずしも親の特性（抵抗性）をそのまま引き継ぐとは限らず、1本1本、人工的にセンチュウを接種して抵抗性を検定する必要があり、その作業手間と歩留まり（50%程度）の低さから生産コストが高くなる。
- ②種子による生産は、豊作凶作により左右されるほか、発芽率も変動するため、苗木の安定的な生産が難しい。
- ③人工的な接種検定は、きめ細かな作業を必要とし、天候などの条件によりその精度が左右され、品質（抵抗性）にばらつきが生じる場合がある。

このような欠点を克服するため、接種検定が不要で、品質（抵抗性）が均一な苗の安定生産が期待できる、クローン増殖（さし木）に適した抵抗性クロマツの選抜に取り組みました。



写真-2 「虹青」採種園

○抵抗性クロマツ選抜課程

- ①抵抗性クロマツ採種園産の実生苗に接種検定を行い、抵抗性が期待できる生き残ったクローン（約150本）により、林業試験場内に候補木の採種園を造成。

- ②さし木手法の検討（さし付け時期、さし穂の調整、用土の配合、発根促進処理など）を重ねるとともに、発根性の高いクローンを選抜。
- ③さし木増殖に適した（発根性の高い）クローンについて再度、接種検定を行い、抵抗性の高いクローン1個体を選抜。

○「虹青」の特徴

これまででは、マツにおけるクローン増殖は困難とされ、さし木による生産は行われておらず、抵抗性マツは種から育てた苗に人工的に線虫を注入し、枯れなかった苗だけが合格木として出荷されています。接種は真夏に行っており、合格率が低い（5割以下）などの問題があります。

一方、今回開発した新品種「虹青」は、発根率が9割以上と非常に高く、挿し木増殖による生産が可能で、センチウに対する抵抗性も非常に高いため、接種検定を省略できます。この品種を活用することにより、安価で品質（抵抗性）が均一な抵抗性クロマツの安定的な生産が期待できます。

○おわりに

この抵抗性クロマツ「虹青」の生産により、県内の松林をはじめ、全国に広がっている松くい虫被害地の補植用苗として、また海岸防災林や治山、公園等の公共事業用の苗木としての幅広い利用が可能だ



写真-3 抵抗性クロマツ「虹青」

と思われます。

各県における松林は、古くから関係機関、及び地域住民の方の御尽力により守られ、受け継がれてきたものだと思います。そのため、防風・防潮機能などの公益的機能を発揮しているだけではなく、周辺住民の生活にも密接した貴重な財産となっています。

この「虹青」の利用により、そのような松林が少しでも多く後世に残ることを期待します。

（佐賀県生産振興部 林業課 林崎 泰）

新刊紹介

よくわかる鳥獣被害対策のポイント

野津 喬・須永重夫 (著)

B5判 80ページ

大成出版社, ISBN: 978-4-8028-2873-4

2009年5月発行, 定価 800円 (税込)

野生鳥獣による農林業被害対策は, 病虫害防除とはいくつかの点で異なる。ひとつは, 個体数管理(駆除)が法制度によって細かく規定され, いくつかの制限が課されている点である。深刻化する鳥獣被害に対して, 試験研究機関には「効果的で効率的な捕獲技術の開発」が求められているが, 学術捕獲は鳥獣保護法にもとづく許可を得る必要があり, 捕獲手段も同法による制限を受ける。もうひとつは, シカやイノシシは害獣であると同時に資源として利用されてきた長い歴史を持つ点である。縄文期の遺跡から出土する獣骨の8割をシカ, イノシシが占めることはこの事実を裏付けており, シカ肉を「もみじ」, イノシシ肉を「ぼたん」と称するのは, 資源利用が広く認知されてきたことを示している。

本書は, こうした鳥獣被害対策の特殊性を「被害防止から活用まで」と題して平易に解説している。農林水産省で鳥獣被害対策の最前線に立つ行政官と次々と新型のワナを開発し洗練された捕獲技術をもつ鳥獣被害対策アドバイザーの共作という点もこれまでの解説書にはみられない大きな特徴である。

「第1章 被害の現状」「第2章 鳥獣被害対策関係の制度」「第3章 被害防止技術の基礎」では, 鳥獣被害防止にかかわる制度の概要と具体的な手続について解説している。1999年に創設された「特定鳥獣保護管理計画制度」では「特定鳥獣保護管理計画」を, 2008年に施行された「鳥獣被害防止特措法」では「被害防止計画」を, アライグマやヌートリアなど生態系や農林業に被害を及ぼす外来生物に対応するため2005年に施行された「外来生物法」では「防除実施計画」を作成する必要がある, これらを実施する実務家に混乱が生じないように計画書の書式を示しながら丁寧に解説されている。

「第4章 鳥獣の捕獲技術」では, イノシシの箱ワ



ナを中心に解説されている。ワナとは, ワナの構造, 設置場所の選定, ベイト(誘引エサ)の選定, 捕獲後の止め刺し, の全てを含むものであり, ワナの構造に偏った解説が多い中, すべての項目を図・写真を用いながら丁寧に解説している。「人家等の構造物からあまり離れていない方が(イノシシの)警戒心を弱めることができます」「さつまいもやリングなどは細かく刻んでください」などの指示は, 著者の長年の経験に基づくものであり貴重である。後半では, 箱ワナと侵入防止柵をどのように組み合わせ地域全体を防護するかが解説されており, 被害対策を考える上で大いに参考になる。「第5章 捕獲鳥獣の利活用」は資源利用にもっとも重要な肉処理における注意点が処理手順にしたがって解説されている。野生獣肉を食した人の多くが愛好家になる反面, 「くさくて二度と口にしたくない」という経験を持つ人もいる。捕獲後の不適切な処理に多くの原因がある。

シカ肉利用を含め, 全国各地で「肉処理衛生マニュアル」を作成して, 安全・安心な利用に向けた取り組みが始まっている。シカ肉が給食に供された事例もある。惜しむらくは, 活用に向けた各地の取り組み事例が十分に紹介されなかった点である。稿を新たに続編が編まれることを期待する。

(独森林総合研究所 小泉 透)

森林病虫獣害発生情報：平成21年8月受理分

病害

〔材線虫病…新潟県 岩船郡〕

25～95年生アカマツ天然林および人工林，2009年7月28日発見，被害本数63本，被害面積0.28ha（下越森林管理署・石栗克也）

〔さび病…鹿児島県 霧島市〕

18年生タブノキ庭木，2009年7月29日発見，被害本数15本，被害面積0.01ha（鹿児島県林業労働力確保センター・村本正博）

虫害

〔カラマツハバチ…北海道 芦別市〕

54年生カラマツ人工林，2009年7月発見，被害本数約10,000本，被害面積約100ha（空知森林管理署・佐藤直行）

〔カシノナガキクイムシ…新潟県 岩船郡〕

25～95年生コナラ天然林および人工林，2009年7月28日発見，被害本数233本，被害面積0.55ha（下越森林管理署・石栗克也）

〔カシノナガキクイムシ…新潟県 岩船郡〕

55年生コナラ人工林，2009年7月28日発見，被害本数55本，被害面積0.2ha（下越森林管理署・石栗克也）

〔ベッコウハゴロモ…新潟県 新潟市〕

10年生イチジク庭木，2009年8月3日発見，被害本数3本（新潟市園芸センター・木村喜芳）

〔アオカミキリ…鹿児島県 霧島市〕

250年生オオモミジ庭木，2009年8月22日発見，被害本数1本（鹿児島県林業労働力確保センター・村本正博）

（森林総合研究所 窪野高徳／牧野俊一／小泉 透）

森林病虫獣害発生情報：平成21年9月受理分

虫害

〔トビマダラメイガ…新潟県 新潟市〕

若齢サザンカ庭木，2009年8月25日発見，被害本数1本（新潟市園芸センター・木村喜芳）

〔カラマツハラアカハバチ…北海道 上川郡〕

カラマツ人工林，2009年8月27日発見（十勝西部森林管理署・片山青澄）

〔カシノナガキクイムシ…新潟県 村上市〕

2～61年生ミズナラ天然林および人工林，2009年9月2日発見，被害本数5本，被害面積0.04ha（下越森林管理署・上條勉）

〔カシノナガキクイムシ…新潟県 村上市〕

126年生ミズナラ天然林，2009年9月3日発見，被害本数20本，被害面積0.50ha（下越森林管理署・上條勉）

（森林総合研究所 窪野高徳／牧野俊一／小泉 透）

樹木病害デジタル図鑑

発売中

(独)森林総合研究所 森林微生物研究領域／編集

緑化樹・造林樹木の主要な304病害, 897枚の画像を1枚のCDに収納
ひとつの病害について簡潔な症状等の記載と複数の被害・病徴写真で解説
対象: 樹木医, 現場の担当者, 研究者から自然愛好家まで

Windows 2000 (Service Pack 3 以上) / XP / Vista, Mac OS X 10.3 / 10.4 日本語版対応
パソコンにInternet Explorerなどのインターネット閲覧ソフトがインストールされていることが必要です



定価: 3,000円 (消費税込・送料別) (10部以上送料無料)

注文は、ファックスまたE-mailで防除協会まで

森林防疫 第58巻第6号(通巻第675号)
平成21年11月25日 発行(隔月刊25日発行)

編集・発行人 宮崎繁則
印刷所 松尾印刷株式会社
東京都港区虎ノ門 5-8-12
☎ (03) 3432-1321

定価 1,302円(送料共)
年間購読料 6,510円(送料共)

発行所 全国森林病虫獣害防除協会
National Federation of Forest Pests Management
Association, Japan
〒101-0047 東京都千代田区
内神田 1-1-12(コープビル)
☎ (03) 3294-9719 FAX (03) 3293-4726
振替 00180-9-89156
E-mail shinrinboeki@zenmori.org
http://bojyokyokai.hp.infoseek.co.jp/