

森林防疫

FOREST PESTS

— 森の生物と被害 —



目次

年頭所感 林野庁長官 沼田正俊 3

総説

日本の針葉樹上に生息するナラタケ属菌

[長谷川絵里・太田祐子・服部 力・佐橋憲生・菊地泰生] 4

生元素安定同位体比分析によるツキノワグマの食性解析の方法と被害分析の事例

[中下留美子] 13

論文

神奈川県丹沢山におけるサクラスガ幼虫の大量発生とシウリザクラの枯死進行

[谷 晋・伴野英雄・山上 明] 18

兵庫県豊岡市絹巻神社スタジイ林で発生したニホンジカによる植生被害

[尾崎真也・永井英司・宮田和男] 25

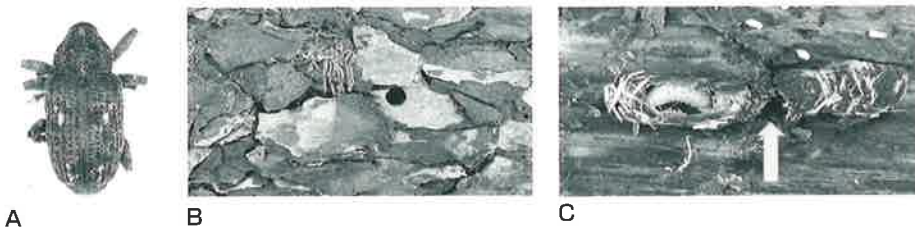
速報

岐阜県百年公園において観察されたシャクガの一種(Geometridae; Larentiinae sp.)
によるエドヒガン花序の被食被害

[鶴田燃海・松本雄太・近藤勇介] 36

都道府県だより：茨城県 38

森林病虫獣害発生情報：平成24年11月・12月受理分 41



[表紙写真] 幼虫期に脱出予定孔をあけるニセマツノシラホシゾウムシ

写真A：ニセマツノシラホシゾウムシ成虫

写真B：樹皮外から見たニセマツノシラホシゾウムシの脱出予定孔

写真C：樹皮下から見たニセマツノシラホシゾウムシの脱出予定孔（矢印）、孔道の上に作られる。

ニセマツノシラホシゾウムシ *Shirahoshizo rufescens* (Roelofs) (ゾウムシ科クチカクシゾウムシ亜科) はマツ類の害虫として知られ、その生態についてはかなりの知見が蓄積されている。しかし、本種が幼虫期に脱出予定孔をあけることは、これまで知られていない。我々は2011年11月に千葉県九十九里からいすみ市日在海岸の、津波被害を受けたクロマツを伐倒して、樹皮下昆虫の生息調査を行った時に、樹皮上に直径3mm程度の丸い穴があいているのに気がついた。経験的にシラホシゾウムシ類の脱出孔であることはすぐに分かったが、樹皮を剥がしてその下を確認すると、多くの場合、終齢幼虫が蛹室内におり、予定孔は蛹室の上でなく、蛹室手前の孔道の上に作られていた。丹念に調べると予定孔は蛹室の真上に見つかる場合もあるが、その場合は予定孔は小さくて樹皮上からは見づらくなっていた。本種は羽化後、外界への脱出を容易にするため、幼虫期にこのような細工をするのだろう。

((独)森林総合研究所 秋庭満輝・楨原 寛)

年 頭 所 感

林野庁長官 沼田 正俊¹



新年を迎え、謹んで年頭の御挨拶を申し上げます。

昨年は、「東日本大震災」からの復旧・復興に取り組む中で、「九州北部集中豪雨」をはじめ多くの自然災害が発生しました。また、円高の進行等を背景に西日本を中心に木材価格が大幅に下落するなど、森林・林業・木材産業全般が多くの試練に見舞われました年でもありました。

本年も引き続き、震災その他の災害からの復旧・復興に全力を挙げるとともに、川上から川下まで、切れ目なく総合的に施策を講じて、飛躍の一年となるべく取り組んでまいります。

私は、昨年9月の林野庁長官就任以降、被災地を訪問し、その現状を目の当たりにするにつけ、大震災からの復旧・復興と原発事故への対応に、真摯に取り組む必要性を改めて痛感いたしました。

津波により壊滅的な被害が生じた海岸防災林については、「みどりのきずな再生」の考え方のもとに、その復旧・再生に取り組んでいるところです。本年は、基盤造成が完了したところからNPOや企業の皆様とも連携しながら植栽に取り組んでいくことにしております。

森林の除染については、被災地の皆様の思いを十分受け止め、各種の技術開発等を引き続き推進するとともに、地域再生の観点から、間伐等の森林施業と放射性物質対策を組み合わせた施策を提案してまいります。原木しいたけ等については、出荷制限地域が拡大するなど全国的に大きな影響が出ております。昨年に引き続き、きのこ原木の供給量の掘り起こし、原木購入経費の支援等を行い、安全なきのこ等の安定的な供給に努めてまいります。

森林・林業の再生の取組については、各地でいろいろな芽が出始めています。今年は、そうした芽が力強く育つとともに、もっと多くの芽が出て、森林・林業の再生が本格化していく一年とする決意です。

現在、我が国の森林は、資源として本格的に利用可能な時期を迎えつつあります。木材を有効活用し、森林・林業の再生に確実に繋げていくためには、需要拡大に向けた取組とともに需要者側のニーズに応じた木材を安定的に供給できる体制を構築することが重要です。

そのためには、公共建築物等への地域材の活用や未利用間伐材等の木質バイオマスの利用拡大等を推進するとともに、A材からD材までの丸太を、製材用・合板用・燃料用など適材適所で利用することにより、森林資源の価値を最大限に発揮させることが重要です。

川上においても、フォレスター等人材育成を推進するとともに、森林経営計画の作成の促進と併せて施業の集約化や路網の整備を図ることにより、持続的な森林経営を確立するための取組を推進します。また、地球温暖化対策として、森林吸収量を2013年から2020年まで平均で3.5%確保できるよう、森林の整備・保全等の推進を図ってまいります。

森林・林業の再生には、森林・林業を支える山村の振興も不可欠と考えています。地域住民等が協力して、住居周辺の森林の手入れを行ったり、地域に眠る様々な未利用資源を最大限に活用してまいります。

国有林野事業については、本年4月から一般会計に移行することとしております。一般会計化後においてはその組織・人材を、より一層地域に開いて、民有林との連携を深めていくことが重要と考えております。公益重視の管理経営の一層の推進はもとより、我が国の森林・林業の再生や地域の活性化など、国有林野事業に求められる役割の発揮に努めていく考えです。

私は、森林・林業は多くの可能性を秘めた、「伸びしろ」の大きい分野だと信じています。今は多くの障害が立ちはだかっていますが、林業や木材産業に携わる関係者の皆様と行政が連携して、地域の実情に応じた戦略を立て、国の施策も活用しつつ、工夫を凝らしながら意欲をもって取り組んでいけば、必ず森林・林業は再生すると考えています。皆様には、今年も、林野行政への一層の御支援・御協力をお願いいたします。

結びに、全国各地の森林・林業・木材産業の発展と、皆様の益々の御健勝と御発展を祈念申し上げます。年頭の御挨拶とさせていただきます。

¹NUMATA, Masatoshi

日本の針葉樹上に生息するナラタケ属菌

長谷川絵里¹・太田祐子²・服部 力³・佐橋憲生⁴・菊地泰生⁵

1. はじめに

ならたけ病は世界的に分布し、寄主の根を侵し萎凋・枯死させる多犯性の植物病害である。ならたけ病の寄主リストには木本・草本あわせて数百種が記載され、特に林木・庭園樹・果樹等に甚大な被害を与えている (Raabe 1962; Kile *et al.* 1991; Hood *et al.* 1991)。

ならたけ病の病原は担子菌のナラタケ属 (*Armillaria*) に属する菌であり、これまでに日本で約10種、世界で約40種が報告されている (Watling *et al.* 1991; 太田 2006)。病害の防除のためには、これらの種の性質、特に病原力の強弱や寄主選択、伝搬の様式、分布を解明することが重要であり、大きな関心事となってきた。

種の性質を解明する前提として、採取した菌の同定ができなければならない。特にナラタケ属菌は、しばしば同所的に複数の種が発生するので、迅速・容易かつ確実な識別手段が求められる。近年、分子生物学的手法の発達により、迅速な菌種の識別が可能になった (Baumgartner *et al.* 2011)。

本稿ではナラタケ属の種の識別と各種の性質について、日本産の菌種についての筆者らの研究 (Hasegawa *et al.* 2010; 2011) を中心に紹介する。

2. 種の識別

ナラタケ属の種の定義には、形態学的種、生物学的種、系統学的種の3つが用いられている。これらはそれぞれ異なる方法で識別されるが、結果として識別される種はおおむね重なり合っている。ただし後述するように、完全には一致しない場合もある。

まず形態学的種 (分類学的種) は、子実体の形態に基づいて識別される種であり、3つのうち最も古くから用いられてきた方法である。この方法の問題点と

しては以下がある。すなわち、子実体が得られる季節が限られること、病害調査で主に得られる試料は菌糸膜や根状菌糸束、腐朽材等であって、これらは形態観察による種の同定に適さないこと、同種の子実体であっても、色等の形質が環境条件等によって変異することがあり、また子実体の成熟・老化によっても形態が変わる (つばや鱗片などが脱落する) ので、識別には熟練が必要なこと、子実体の形態が極めて類似した種の識別が困難なことである (Baumgartner *et al.* 2011)。後述する生物学的種の発見までは、樹病研究者の多くが子実体につばのあるナラタケ属菌を「ナラタケ」一種と見なし、「ナラタケ」の子実体の形態は変異に富むとされていた (Wargo and Shaw 1985)。このことは、子実体の形態による種の識別の難しさを端的に表している。

次に、生物学的種とは交配の成否により識別される種の概念である。ナラタケ属に含まれる種の多くの交配システムはヘテロタリックであり、その単孢子分離菌株は単相で、気中菌糸の多い白色綿毛状の菌叢を持つが、交配の成立した複相の菌株は暗褐色殻状の菌叢を持つ。生物学的種が既に判明している単孢子分離菌株をテスターとして生物学的種が未知の菌株との対峙培養を行うと、交配が成立した場合には菌叢が変化する。この複相化に伴う菌叢の変化の有無で交配の成否を判定することにより、生物学的種を識別することができる (Guillaumin *et al.* 1991)。ナラタケ属の生物学的種が1970年代の終わりに発見されて以来、それぞれの生物学的種が独自の形態的な特徴をもつことが明らかにされ、多くの生物学的種が分類学的種として記載され、これまでに重複的に記載されていた形態学的種が整理された (Volk and Burdsall 1995)。しかし、形態的な特徴が極めてよく似ているために形態では識別が難し

いとされる生物学的種の組み合わせも存在する（例えば北米の *A. gemina* と *A. ostoyae* (Bérubé and Dessureault 1988)）。

生物学的種の識別方法の欠点として、交配試験自体に時間と労力を要すること、テスター菌株の交配能が時間と共に劣化するために更新の必要があり、更新と維持に労力を要すること、交配結果がしばしば不明瞭なために交配の成否の判断が困難であることが挙げられる。特に単孢子分離菌株と複相の菌株の交配結果は、単孢子分離菌株同士の交配結果より不明瞭になりがちである (Guillaumin *et al.* 1991)。病害調査で得られる組織分離菌株（菌糸膜や根状菌糸束、腐朽材等および子実体組織を分離源とする菌株）の多くが複相であり、交配による種の識別は、少なからぬ労力を使って結果が得られない場合がある。また、同種であっても異なる大陸に産する菌株間では、同所的に生息する同種の菌株間より交配確率が下がる現象が知られている。例えばヨーロッパの *A. ostoyae* 菌株同士、および北米の *A. ostoyae* 菌株同士の交配が成立する確率は、異なる大陸に産する *A. ostoyae* 菌株間の交配が成立する確率より高い (Guillaumin *et al.* 1991)。従ってより正確な種の識別のためには、種を識別したい菌株の産地からできるだけ近い場所を産地とするテスター菌株を用いる必要がある。さらに、ホモタリックな（ヘテロタリックでない）種では単孢子分離菌株が複相で、暗褐色殻状の菌叢を持つため、ヘテロタリックな種で行われるのと同様の交配の成否の判断ができない (Guillaumin *et al.* 1991)。こうした状況を踏まえ、迅速・省力的かつ結果が明瞭で、組織分離菌株に適用できる種の識別方法が待望されていた。

系統学的種は、系統樹上で単系統と考えられる集団を指す。どんな特徴に基づいて系統を識別するかが問題となるが、近年、DNA配列の類似度を指標にした分子系統学が発達してきた。すなわち、相互に交配してきた集団は類似したDNA配列を持ち、生殖隔離されて長い年月を経た集団間ではDNA配列の違いが蓄積されていることを利用して集団間の（あるいは菌株間の）類似度を解析する。1990年代以降、DNA配

列の比較と系統学的解析によってナラタケ属の種を識別できるようになってきた (Baumgartner *et al.* 2011)。また、DNA配列の系統学的解析の結果は、形態学的種を記載する上での裏付けとして利用されている (Pildain *et al.* 2009; 2010)。この識別法の利点は、複相の組織分離菌株を利用できること、結果が明瞭であること、大量の菌株を迅速に識別できることである。さらに、先述の2つの方法では識別できない小集団を識別でき、隠蔽種が発見されることがある (Mulholland *et al.* 2012)。解析に用いるDNAの領域により識別できる集団の大きさが異なり、種より大きいレベルから菌株レベルまで識別することができる。ナラタケ属を含む菌類の種の識別では、リボゾームRNAをコードするDNA (rDNA) のうち、Internal transcribed spacer (ITS) 領域および Intergenic spacer (IGS) 領域がしばしば使用されてきたが、ナラタケ属の形態学的・生物学的種の一部は上記の領域の解析では識別できない (Antonín *et al.* 2009; Hasegawa *et al.* 2010)。このため、より高い精度で種を識別できる他のDNA領域の情報が求められていた。Maphosa *et al.* (2006) は、翻訳伸長因子1 α (elongation factor-1 α : EF-1 α) の遺伝子の配列を用いた解析により、南北両半球のナラタケ属菌の系統関係を論じている。筆者らは、日本で報告されている8種のナラタケ属菌のうち、*A. mellea* (狭義のナラタケ)、*A. ostoyae* (ツバナラタケ)、*A. nabsnona* (ヤチナラタケ)、生物学的種 Nagasawa's E (キツバナラタケ) および *A. tabescens* (ナラタケモドキ) はrDNAのITSおよびIGS領域の解析で識別可能であるが、*A. gallica* (ヤワナラタケ)、*A. cepistipes* (クロゲナラタケ) および *A. sinapina* (ホテイナラタケ) の3種は識別できないこと、しかし EF-1 α 遺伝子の解析により8種全ての識別が可能であること、これらの識別結果はテスター菌株との交配試験による識別結果と矛盾しないことを明らかにした (Hasegawa *et al.* 2010, 図-1)。EF-1 α 遺伝子の解析によって、ナラタケ属の種の識別について、従来のDNA配列の解析では得られなかった良好な結果が得られつつあ

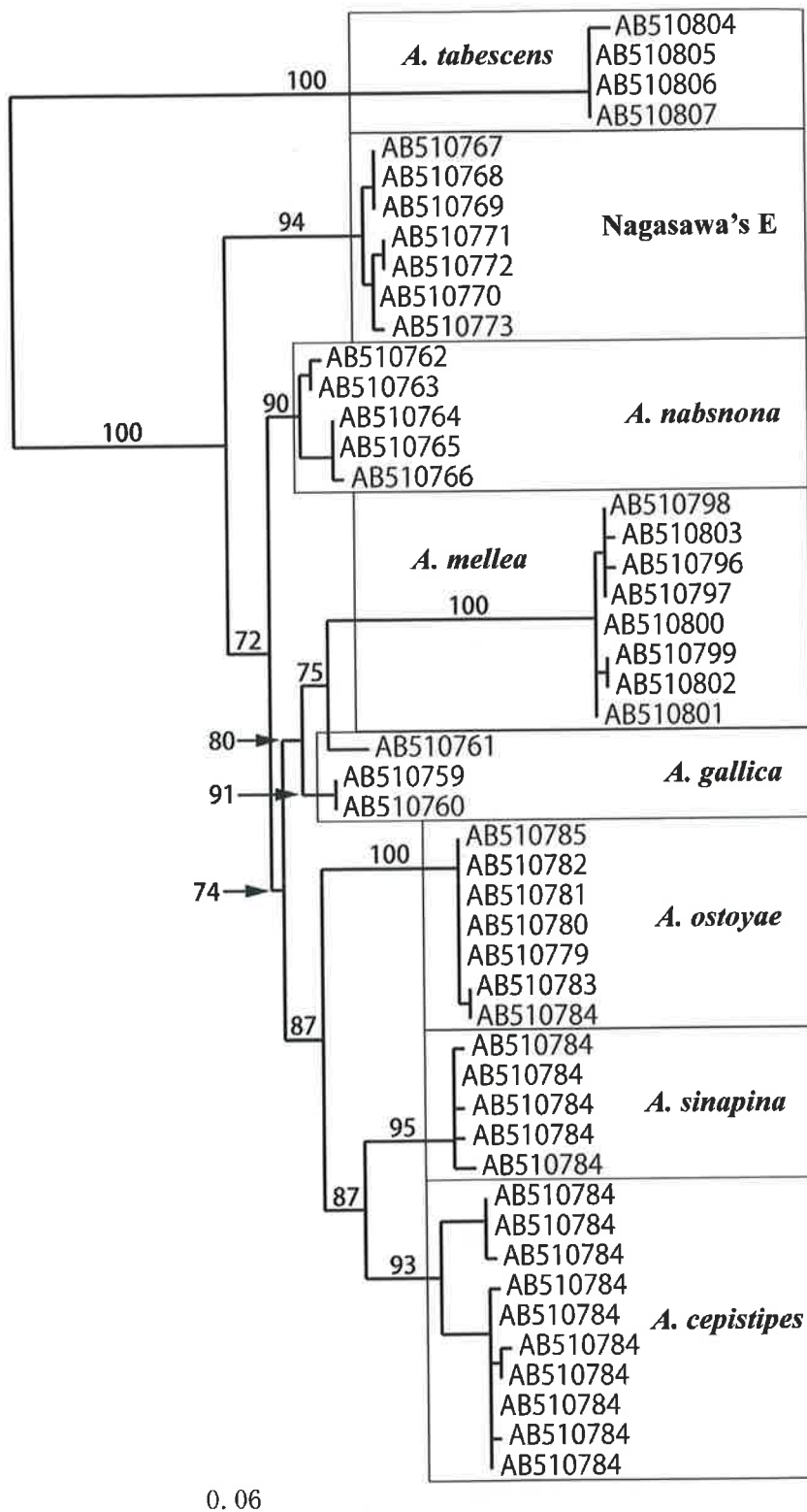


図-1 日本産ナラタケ属菌の翻訳伸長因子1 α 遺伝子の最尤法による系統樹
 系統樹の枝の分岐点の信頼値 (reliability value) は枝の上に示した。枝長と系統樹下のスケールは
 各DNA配列間の塩基置換の比率に基づいた距離である。ABに続く番号はGenBankの登録番号。

る (Antonín *et al.* 2009; Hasegawa *et al.* 2010; Mulholland *et al.* 2012; Ross-Davis *et al.* 2012)。

3. 日本の針葉樹上のナラタケ属各種の生態

一方、生物学的種の発見以降、ナラタケ属各種の生理・生態についての知見が世界的に蓄積されつつある。日本と共通する種の多い欧米では、多くの種の分布・寄主選好・病原性等が、野外観察と接種試験の両面から調査されており、比較的暖かい地域に分布する種や逆に寒冷地に分布する種、しばしば針葉樹の病原である種や広葉樹の病原である種、主に腐生菌である種などが知られている (Kile *et al.* 1991; Gregory *et al.* 1991)。日本では、スギ・ヒノキ・アカマツ・クロマツ・カラマツ・トドマツといった主要造林樹種についてならたけ病が記録されているにもかかわらず、種の識別に着目したならたけ病研究が少ない (日本植物病理学会・農業生物資源研究所 2012)。その原因の一つに、種の識別が困難なことが挙げられるだろう。筆者らは、針葉樹材もしくは針葉樹上に形成された子実体や菌糸体等由来の菌株についてEF-1 α 遺伝子を用いた種の同定を行い、林業上重要な樹種を含む針葉樹に発生する日本産ナラタケ属菌の生態の解明を試みた (Hasegawa *et al.* 2011)。その成果を紹介する。

子実体組織・菌糸膜・根状菌糸束・腐朽材片・単胞子を分離源とし、19種の針葉樹から65菌株を分離した。これらの菌株とテスター菌株との交配およびEF-1 α 遺伝子のDNA配列の解析により、7種のナラタケ属菌が同定された。同定された菌株の内訳は、*A. mellea*が14、*A. ostoyae*が22、*A. cepistipes*が14、*A. sinapina*が11、*A. nabsnona*が1、*A. tabescens*が1、生物学的種Nagasawa's Eが2となり、比較的多く採集分離された4種 (写真-1) が日本の針葉樹に生ずる主要なナラタケ属菌と考えられた。分離源の採集地点の吉良の暖かさの指数 (各月の平均気温値のうち5℃以上の数値から5を引いたものの年合計 (吉良 1971)) を計算し、各菌種の温度への選好を調べたところ、*A. sinapina*、*A. ostoyae*、*A. cepistipes*、*A. mellea*の順に寒冷地から温暖地

に出現する傾向が表れた (図-2)。この傾向は太田 (1999) の日本の種の分布および欧米の研究結果 (Morrison *et al.* 1985; Mallett 1990; Blodgett and Worrall 1992; Guillaumin *et al.* 1993; Harrington and Rizzo 1993; Tsopelas 1999; Baumgartner and Rizzo 2001; McLaughlin 2001; Marxmüller and Guillaumin 2005; Keča *et al.* 2009) とおおむね一致している。

*Armillaria ostoyae*はトドマツ・アカマツをはじめとする10種、*A. cepistipes*はスギをはじめとする8種の針葉樹から分離され、これら2種の菌は多くの樹種を利用していることが明らかになった。*A. mellea*が分離された針葉樹は3種、うちヒノキが11例を占め、本種はヒノキをよく利用すると考えられた。*A. sinapina*はオオシラビソ、シラビソ、カラマツ、エゾマツから分離され、寒冷地の樹種を利用していることが明らかになった。*A. nabsnona*、*A. tabescens*、Nagasawa's Eは稀であり、*A. gallica*は確認されなかった。これら4種は主に広葉樹を基質として利用すると考えられた。

各菌種の潜在的な病原性を評価するため、菌株が分離された基質の状態を調べた。ナラタケ属菌は多かれ少なかれ腐生菌の性質を持つと考えられている。腐朽の進んだ材から分離されたナラタケ属菌は、基質の樹木が他の原因で枯死した後に入ったものか、生立木であったときに感染して枯死させたのか不明である。被圧等のストレス要因がないのにナラタケ属に寄生された衰弱木、もしくは枯死したばかりの樹木から分離された菌株は、病原性のある可能性が高い。各菌株が分離された基質の状態をみると、*A. mellea*、*A. ostoyae*は感染を助長する要因が見あたらない生立木の形成層から、および枯死後1年以内の枯死木から分離されている。また、*A. cepistipes*、*A. tabescens*は枯死後1年以内の枯死木から分離されている。これらの種は生立木に感染して衰弱・枯死させる能力がある、もしくはその可能性が高く、日本の針葉樹のならたけ病の病原と考えられた (表-1)。欧米では*A. mellea*は広葉樹の病原として知られているが、針葉樹も侵すことがある (Gregory *et al.*



写真-1 日本の針葉樹に生ずる主要なナラタケ属菌

a : アカマツに生じたツバナラタケ (*Armillaria ostoyae*) ; b : オオシラビソに生じたホテイナラタケ (*A. sinapina*) ; c : スギに生じたクロゲナラタケ (*A. cepistipes*) ; d : ヒノキに生じたナラタケ (*A. mellea*)

1991; Guillaumin *et al.* 1993)。 *Armillaria ostoyae* は針葉樹の病原とされているが、接種試験の結果、 *A. sinapina* および *A. cepistipes* の中でも *A. ostoyae* に匹敵する針葉樹への病原力をもつ菌株があることが明らかにされた (Mallett and Hiratsuka 1988; Morrison 2004)。従って、日本の *A. mellea*, *A. ostoyae*, *A. cepistipes* の病原性は欧米のものと同様であるとされる。 *Armillaria sinapina* については、今回は腐生的な状態で観察された例のみであったが、日本でも病原性を発揮する事例が生じるかどうか、今後注意して見ていく必要がある。欧州では *A. tabescens* はごくまれに数種の広葉樹の枯死に関与する腐生菌と考えられているが、北米では

マツ属を含む多種の樹木の病原とされている (Guillaumin *et al.* 1993; Sinclair and Lyon 2005)。日本の *A. tabescens* の菌株は欧州のものと交配し、北米のものと交配しないことが報告されているが (Ota *et al.* 1998)、日本では広葉樹・針葉樹両方の被害が報告されている (藤井・畑本 1974; 金子・小河 1998; 佐藤・鈴木 2002; 長谷川・太田 2003; 小野里ら 2009; 陶山 2011)。中国の菌株は果樹や装飾樹に被害をもたらしているが、欧州の菌株との交配のみが確認されており、北米の菌株との交配は試みられていない (Qin *et al.* 2007)。欧州と北米の *A. tabescens* が同種かどうか疑問視する意見があり、本菌の世界規模の詳細な分類学的研究が必要とされ

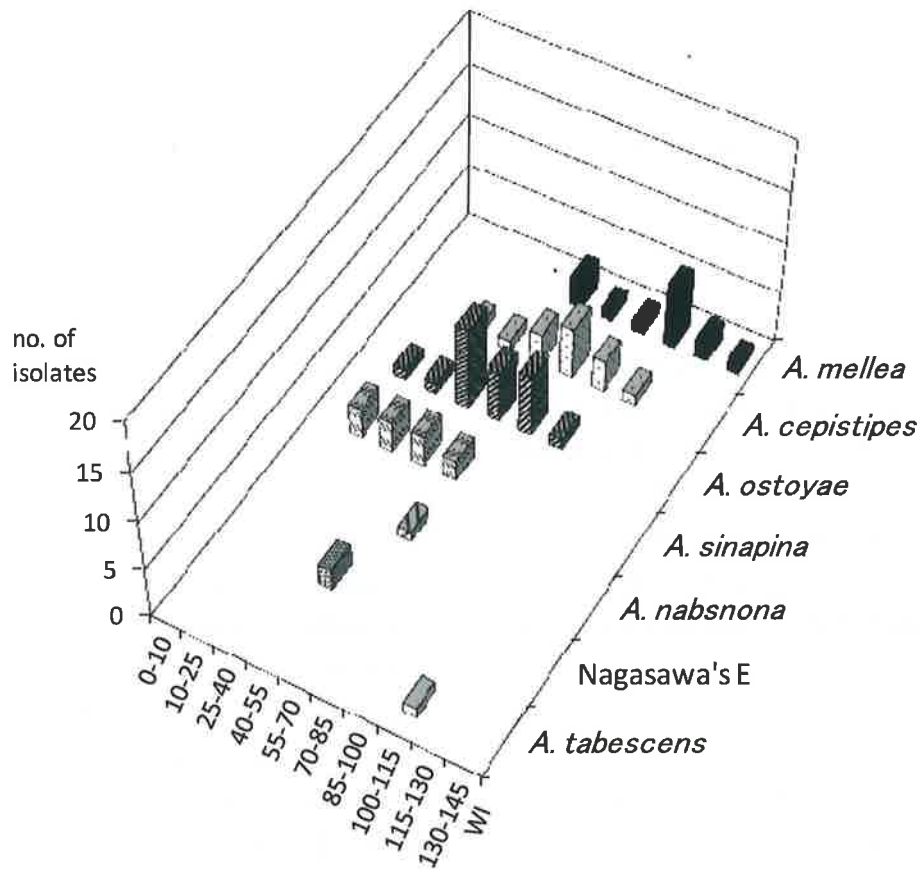


図-2 ナラタケ属菌各種の分離源の採集地点における吉良の暖かさの指数 (WI)
 $WI = \sum (t - 5)$, ただし t は 5°C を上回る月平均気温。

表-1 供試したナラタケ属菌各種の分離源採集時の寄主の状態

種	寄主の状態に基づく菌株のクラス					NR	合計
	a	a'	b	c	d		
<i>A. mellea</i>	3	7	0	0	2	2	14
<i>A. cepistipes</i>	0	2	1	0	9	2	14
<i>A. ostoyae</i>	1	3	0	1	5	12	22
<i>A. sinapina</i>	0	0	0	1	9	1	11
<i>A. nabsnona</i>	0	0	0	0	1	0	1
Nagasawa's E	0	0	0	0	2	0	2
<i>A. tabescens</i>	0	1	0	0	0	0	1

a : 感染を助長する要因が見当たらない生立木上の菌糸膜もしくは子実体から分離された菌株
 a' : 枯死後1年以内の枯死木上の菌糸膜もしくは子実体から分離された菌株
 b : ナラタケ属以外のストレス要因を持つ生立木上の菌糸膜もしくは子実体から分離された菌株
 c : 病徴のない生立木の心材腐朽部から分離された菌株
 d : 枯死後1年以上の枯死木・伐根・倒木等の上の菌糸膜・根状菌糸束もしくは子実体から分離された菌株
 NR : 記録なし

ている (Antonín *et al.* 2006; Qin *et al.* 2007)。

以上の調査から、ナラタケ属の各種の菌は、種によって寄主や温度の選好が違い、あるものは生きた樹木を枯らし、あるものは主に伐根や落枝等を腐らせたりしながら栄養を得ていることが明らかになった。

4. おわりに

かねてより、ならたけ病によって枯れるのは、他の原因で弱った樹木か、それとも健全な樹木も枯れるのか、論争になってきた。分子生物学的手法を援用し、病原であるナラタケ属菌の種を識別することによって、菌種・菌株の違いに応じて両方のケースがあることが明らかになった。筆者らの研究が、ならたけ病のより詳細な理解の一助になれば幸いである。

謝辞

本解説のもとになった筆者らの研究 (Hasegawa *et al.* 2010; 2011) をまとめるに当たっては、多くの方々にご助力をいただいた。長沢栄史氏にはテスター菌株をご提供いただいた。寶月岱造氏、カリム・ヌルル氏には貴重なご助言をいただいた。七利明日香氏には技術協力をいただいた。以下の方々 (アルファベット順) には菌株収集のご協力をいただいた。阿部恭久氏、福田健二氏、浜武人氏、林弘子氏、池田良幸氏、稲本龍生氏、兼平文憲氏、加藤徹氏、勝木俊雄氏、北村益美氏、小岩俊行氏、中川昌彦氏、中村昌有吉氏、西原羊一氏、西村正史氏、布川耕一氏、大澤正嗣氏、大村和也氏、作本律子氏、讚井孝義氏、佐々木廣海氏、鈴木和夫氏、高橋郁雄氏、高畑義啓氏である。各氏に感謝申し上げる。

引用文献

Antonín V, Jankovský L, Lochman J, Tomšovský M (2006) *Armillaria socialis* - morphological-anatomical and ecological characteristics, pathology, distribution in the Czech Republic and Europe and remarks on its genetic variation.

Czech Mycol 58: 209~224

Antonín V, Tomšovský M, Sedlák P, Májek T, Jankovský L (2009) Morphological and molecular characterization of the *Armillaria cepistipes* - *A. gallica* complex in the Czech Republic and Slovakia. Mycol Progress 8: 259~271

Baumgartner K, Coetzee MPA, Hoffmeister D (2011) Secrets of the subterranean pathosystem of *Armillaria*. Mol Plant Pathol 12: 515~534

Baumgartner K, Rizzo DM (2001) Distribution of *Armillaria* species in California. Mycologia 93: 821~830

Bérubé JA, Dessureault M (1988) Morphological characterization of *Armillaria ostoyae* and *Armillaria sinapina* sp. nov. Can J Bot 66: 2027~2034

Blodgett JT, Worrall JJ (1992) Distributions and hosts of *Armillaria* species in New York. Plant Dis 76: 166~170

藤井新太郎・畑本 求 (1974) ナラタケモドキによるモモの衰弱枯死. 植物防疫 28: 219~222

Gregory SC, Rishbeth J, Shaw III CG (1991) Pathogenicity and virulence. In: *Armillaria* root disease. Agriculture Handbook No. 691. Shaw III CG, Kile GA (eds) USDA Forest Service, 76~87

Guillaumin J-J, Anderson JB, Korhonen K (1991) Life cycle, interfertility and biological species. In: *Armillaria* root disease. Agriculture Handbook No. 691. Shaw III CG, Kile GA (eds) USDA Forest Service, 10~20

Guillaumin J-J, Mohammed C, Anselmi N, Courtecuisse R, Gregory SC, Holdenrieder O, Intini M, Lung B, Marxmüller H, Morrison D, Rishbeth J, Termorshuizen AJ, Tirró A, van Dam B (1993) Geographical distribution and ecology of the *Armillaria* species in Western Europe. Eur J Forest Pathol 23: 321~341

Harrington TC, Rizzo DM (1993) Identification

- of *Armillaria* species from New Hampshire. *Mycologia* 85: 365~368
- 長谷川絵里・太田祐子 (2003) ならたけもどき病により枯死したヒマラヤスギ. *日林学術講* 114: 763
- Hasegawa E, Ota Y, Hattori T, Kikuchi T (2010) Sequence-based identification of Japanese *Armillaria* species using the elongation factor-1 alpha gene. *Mycologia* 102: 898~910
- Hasegawa E, Ota Y, Hattori T, Sahashi N, Kikuchi T (2011) Ecology of *Armillaria* species on conifers in Japan. *Forest Pathol* 41: 429~437
- Hood IA, Redfern DB, Kile GA (1991) *Armillaria* in planted hosts. In: *Armillaria* root disease. Agriculture Handbook No. 691. Shaw III CG, Kile GA (eds) USDA Forest Service, 122~149
- 金子周平・小河誠司 (1998) 福岡県におけるならたけもどき病の発生. *森林防疫* 47: 164~168
- Keča N, Karadžić D, Woodward S (2009) Ecology of *Armillaria* species in managed forests and plantations in Serbia. *Forest Pathol* 39: 217~231
- Kile GA, McDonald GI, Byler JW (1991) Ecology and disease in natural forests. In: *Armillaria* root disease. Agriculture Handbook No. 691. Shaw III CG, Kile GA (eds) USDA Forest Service, 102~121
- 吉良竜夫 (1971) 生態学からみた自然. 河出書房新社
- McLaughlin JA (2001) Distribution, hosts, and site relationships of *Armillaria* spp. in central and southern Ontario. *Can J Forest Res* 31: 1481~1490
- Mallett KI (1990) Host range and geographical distribution of *Armillaria* root rot pathogens in the Canadian prairie provinces. *Can J Forest Res* 20: 1859~1863
- Mallett KI, Hiratsuka Y (1988) Inoculation studies of lodgepole pine with Alberta isolates of the *Armillaria mellea* complex. *Can J Forest Res* 18: 292~296
- Maphosa L, Wingfield BD, Coetzee MPA, Mwenje E, Wingfield MJ (2006) Phylogenetic relationships among *Armillaria* species inferred from partial elongation factor 1-alpha DNA sequence data. *Austral Plant Pathol* 35: 513~520
- Marxmüller H, Guillaumin J-J (2005) Description et distribution des armillaires européennes. In: *L'armillaire et le pourridié-agaric des végétaux ligneux*. Collection Synthèses. Guillaumin J-J, Legrand P, Lung-Escarmant B, Botton B (eds) INRA, 63~84
- Morrison DJ (2004) Rhizomorph growth habit, saprophytic ability and virulence of 15 *Armillaria* species. *Forest Pathol* 34: 15~26
- Morrison DJ, Chu D, Johnson ALS (1985) Species of *Armillaria* in British Columbia. *Can J Plant Pathol* 7: 242~246
- Mulholland V, MacAskill GA, Laue BE, Steele H, Kenyon D, Green S (2012) Development and verification of a diagnostic assay based on EF-1 α for the identification of *Armillaria* species in Northern Europe. *Forest Pathol* 42: 229~238
- 日本植物病理学会・農業生物資源研究所 (2012) 日本植物病名目録 (第2版). CD-ROM
- 小野里光・河辺祐嗣・太田祐子・菊地泰生・金澤好一 (2009) ならたけもどき病被害地におけるナラタケ属菌の杭補足法による検出. *日林誌* 91: 201~207
- 太田祐子 (1999) 日本におけるナラタケ属菌について. *森林防疫* 48: 47~55
- 太田祐子 (2006) ナラタケ属菌の分類・系統・生態およびならたけ病の防除. *樹木医学研究* 10: 3~10
- Ota Y, Matsushita N, Nagasawa E, Terashita T, Fukuda K, Suzuki K (1998) Biological species of *Armillaria* in Japan. *Plant Dis.* 82: 537~543
- Pildain MB, Coetzee MPA, Rajchenberg M, Petersen RH, Wingfield MJ, Wingfield BD (2009) Molecular phylogeny of *Armillaria* from the

- Patagonian Andes. Mycol Progress 8: 181~194
- Pildain MB, Coetzee MPA, Wingfield BD, Wingfield MJ, Rajchenberg M (2010) Taxonomy of *Armillaria* in the Patagonian forests of Argentina. Mycologia 102: 392~403
- Qin G-F, Zhao J, Korhonen K (2007) A study on intersterility groups of *Armillaria* in China. Mycologia 99: 430~441
- Raabe RD (1962) Host list of the root rot fungus, *Armillaria mellea*. Hilgardia 33: 25~88
- Ross-Davis AL, Hanna JW, Kim M-S, Klopfenstein NB (2012) Advances toward DNA-based identification and phylogeny of North American *Armillaria* species using elongation factor-1 alpha gene. Mycoscience 53: 161~165
- 佐藤咲枝・鈴木和夫 (2002) ラカンマキを枯死させたナラタケモドキ. 森林防疫 51: 40
- Sinclair W, Lyon HH (2005) Diseases of Trees and Shrubs 2nd edition. Cornell Univ Press
- 陶山大志 (2011) 松山市城山公園におけるサクラ類ならたけもどき病の発生と病原菌のジェネット分布. 日林誌 93: 14~20
- Tsopelas P (1999) Distribution and ecology of *Armillaria* species in Greece. Eur J Forest Pathol 29: 103~116
- Volk TJ, Burdsall Jr HH (1995) A nomenclatural study of *Armillaria* and *Armillariella* species (Basidiomycotina, Tricholomataceae). Synopsis Fungorum, 8. Fungiflora, Oslo
- Wargo PM, Shaw III CG (1985) *Armillaria* root rot: the puzzle is being solved. Plant Dis 69: 826~832
- Watling R, Kile GA, Burdsall Jr HH (1991) Nomenclature, taxonomy and identification. In: *Armillaria* root disease. Agriculture Handbook No. 691. Shaw III CG, Kile GA (eds) USDA Forest Service, 1~9
(2012. 10. 23 受理, 2012. 11. 1 掲載決定)

生元素安定同位体比分析によるツキノワグマの食性解析の方法と被害分析の事例

中下留美子¹

1. はじめに

ツキノワグマ (*Ursus thibetanus*) は近年、人里への出没が増加しており、人身事故につながる恐れもあることから、例年千頭超ものツキノワグマが捕獲されている (環境省 2012)。しかし、捕獲個体の出没原因について詳細に検証されることは少なく、農作物等の被害との関連性も検討されることは稀である。ツキノワグマは環境省のレッドデータブックにおいて5地域で絶滅の恐れのある地域個体群として指定されており、鳥獣保護法においても保護管理の必要な特定鳥獣として指定を受け、21府県で特定鳥獣保護管理計画が策定されている。科学的根拠に基づいて個体群を保全し、被害を防止することが求められている。そこで、本稿では、ツキノワグマ捕獲個体が実際に被害と関連していたのかを検討する手法のひとつとして、生元素安定同位体比分析による食性解析の方法とその事例を紹介する。

野生動物の主な食性解析には、採食行動の直接観察や胃、糞の内容物の観察などがある。しかし、多くの野生動物の直接観察は非常に困難である。また、胃内容物の観察には死亡個体から、糞内容物については山中での試料収集が必要である。また、これらの内容物は、実際に消化吸收したものを正確に反映しないことと、数時間から1~2日間の食性の情報しか得られない。こうした解析法では、個体ごとには断片的な食性情報しか得られないことから、複数個体を使った集団全体の解析に向いているものの、特定個体の長期にわたる食性履歴の解析には不向きである。これらの問題点を克服し、従来食性解析法を補足する手法として着目したのが、近年野生動物の生態研究に盛んに用いられるようになった安定同位体比分析である (Kelly 2000)。

2. 安定同位体比とは

生物は炭素を骨格とし、水素、窒素、酸素といった軽元素から主に構成される。これらの元素には、質量数が異なるものが存在し、これを同位体と呼ぶ。この同位体には、放射能をもつ放射性同位体と、放射能を持たず、天然に一定割合で安定に存在する安定同位体がある。炭素を例に挙げると、質量数12の炭素が¹²Cで表されるが、安定同位体は¹³C、放射性同位体は¹⁴Cとなる。

安定同位体の組成を比率で表したものを安定同位体比という (例: 炭素では、質量数12の炭素と質量数13の炭素の比)。この比率 (¹³C/¹²C, D/H, ¹⁵N/¹⁴N, ¹⁸O/¹⁷O/¹⁶O) は、生命活動によって変動する。例えば、生化学反応では、一般的に、質量数の小さい¹²Cが質量数の大きい¹³Cよりも反応しやすいため、生成物中の¹²C濃度が高くなる傾向がある。生物の安定同位体比は、起源生物や生合成過程、生育環境などの情報を保存することから、これまで物質循環の解明や食物網の構造解析、動物の食性解析といった地球化学・生態学・環境化学・考古学などの分野において広く利用されてきた。

安定同位体比は、標準物質の安定同位体比からのズレを千分率で示す δ (デルタ) 値で定義され、以下の式で表現する。

$$\delta^{13}\text{C}, \delta^{15}\text{N}(\text{‰}) = \left\{ \left(\frac{R_{\text{試料}}}{R_{\text{標準}}} \right) - 1 \right\} \times 1000$$

$$R = {}^{13}\text{C}/{}^{12}\text{C}, {}^{15}\text{N}/{}^{14}\text{N}$$

$R_{\text{試料}}$ は測定試料の比率、 $R_{\text{標準}}$ は国際標準物質を表す。炭素安定同位体比 ($\delta^{13}\text{C}$) は海水中の HCO_3^- と同じ同位体組成をもつ炭酸カルシウム (PDB) が、また、窒素安定同位体比 ($\delta^{15}\text{N}$) は大気中の窒素 N_2 が国際標準物質である。炭素および窒素安定同位体比の測定には、通常、元素分析計を接続した質

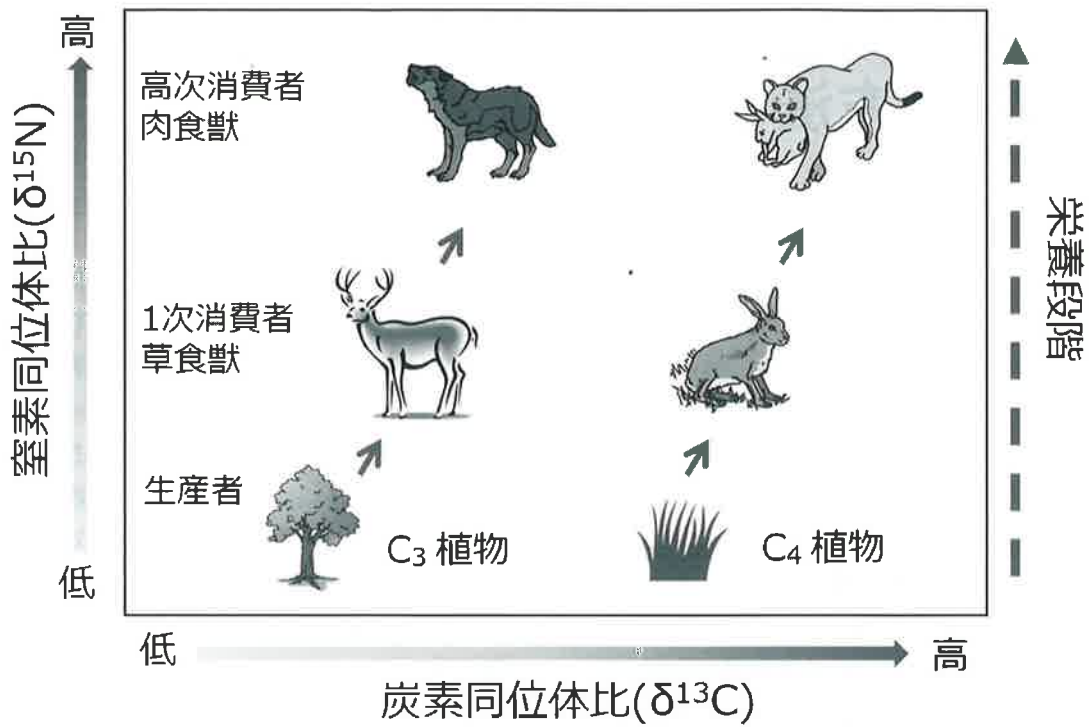


図-1 動植物の炭素・窒素安定同位体比と食物連鎖の関係

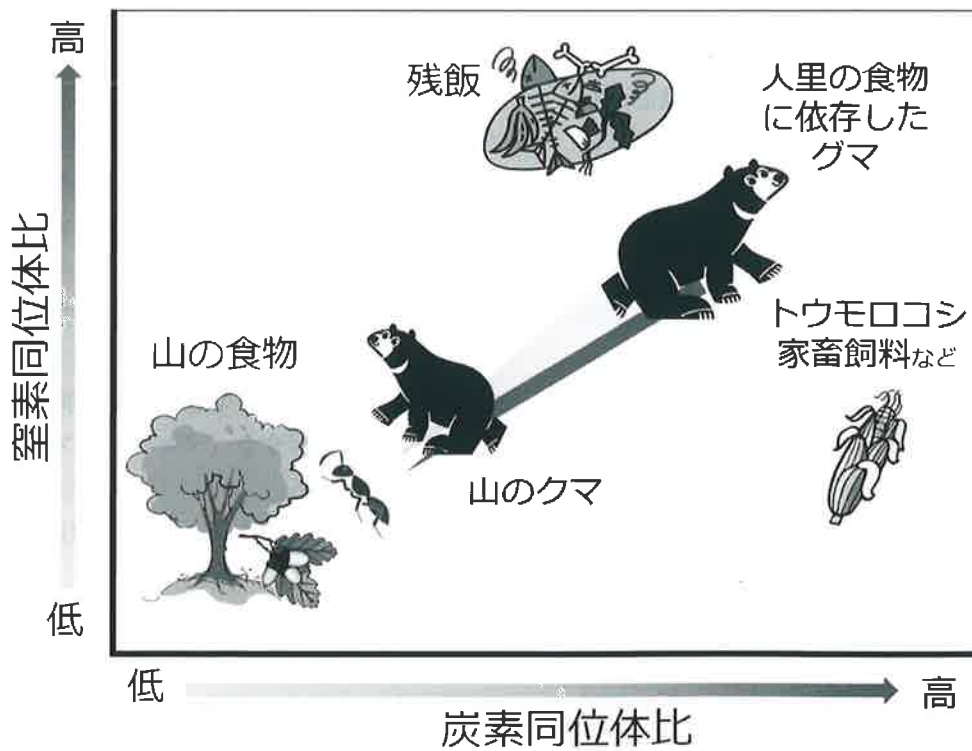


図-2 安定同位体比解析によるツキノワグマの食性解析

図の右上へ分布するほど人里の食物に依存した可能性が高い。

量分析計 (EA - IRMS) が用いられる。

3. 安定同位体比分析によるツキノワグマの食性解析

動物組織の窒素安定同位体比 ($\delta^{15}\text{N}$) と炭素安定同位体比 ($\delta^{13}\text{C}$) は、摂取した食物の値を反映することが知られている (DeNiro and Epstein 1978; 1981; Minagawa and Wada 1984)。 $\delta^{13}\text{C}$ 値は食物が陸上由来か海洋由来か、 C_3 植物系か C_4 植物系かで顕著に異なるので食物連鎖の出発点の推定に用いられ、 $\delta^{15}\text{N}$ 値は食物連鎖に従って濃縮されることから栄養段階の推定や食物網の解析に利用される (図-1)。

ツキノワグマの食性解析の場合、ツキノワグマの食物資源と考えられる本来の生息地である山の動植物と、代表的な被害農作物であるトウモロコシや残飯等の人為的な食物とは大きく異なる同位体比を示すことが知られている。たとえば、炭素同位体比は、本州の森林に自生する植物の多くは C_3 植物であり、 -27‰ 前後の値を示すのに対し、里の農作物トウモロコシ (C_4 植物) は -10‰ 前後の値を示す (Nakashita, 2006)。また、窒素同位体比の場合、山の植物は低い $\delta^{15}\text{N}$ 値を示すのに対し、残飯など人間の食べ物 (陸上および海洋起源の食物の混合) は高い $\delta^{15}\text{N}$ 値を示す。つまり、炭素・窒素安定同位体比による食性解析は、山の植物と、里の農作物や残飯など人間が関与した食物とが異なる $\delta^{13}\text{C}$ ・ $\delta^{15}\text{N}$ 値をもつため、捕獲個体と農作物被害との関連性を明らかにする有効なツールとなりうる (図-2) (Nakashita, 2006)。

4. ツキノワグマの体毛の成長と食性履歴の推定

安定同位体比解析による野生動物の食性解析では、様々な組織 (体毛や血液、筋肉、骨コラーゲンなど) が用いられる。なかでも体毛は試料の収集や保存、扱いが容易であるため、頻繁に利用されている。さらに、体毛は食性を記録しながら成長することから、その成長に沿って詳細に分析することにより、食性履歴の推定が可能となる (Mizukami *et al.* 2005a,b)。

ツキノワグマの体毛は、6月前後から成長を開始し、比較的コンスタントに成長し、10月末頃に成長を終える。その体毛は冬眠中成長せず、翌年の夏に抜け落ちる (Nakashita 2006)。つまり、成長中の体毛の場合、毛先部分は採取した年の6月前後の食性を反映し、毛根部分は採取した直前の時期の食性を反映する。また、成長を終えた体毛の場合は、毛先部分は6月前後の食性を反映し、毛根部分は10月頃の食性を反映する。また、比較的コンスタントに成長することから、全長を5等分すれば、体毛のどの部分が何月に成長したのかをおおまかにではあるが推定することができる。

5. 野生ツキノワグマの食性履歴-被害との関連性の検討

これまで様々な理由で捕獲された個体の同位体比解析を行ってきた結果、個体によって様々な食性履歴をもつことが分かってきた。

出沒個体の食性履歴を示す前に、まずは山に生息し、人里に近づかない個体の食性履歴を示す (図-3 (i))。bear 1, bear 2 共に北アルプスに生息する学術捕獲個体である。体毛の成長期間を通じて、炭素同位体比はほとんど変動がみられず、窒素同位体比のみが変動するのが特徴である。中には窒素同位体比もあまり変化しない個体もいる。一方、出沒個体には、様々な変動パターンがみられる。

図-3 (ii)は、トウモロコシ産地として有名な信濃町で2004年11月に民家の庭先で捕獲された個体の体毛の炭素・窒素同位体比分布である (Nakashita *et al.* 2009)。春に成長した毛先部分と秋に成長した毛根部分は、山の動植物に近い窒素・炭素同位体比を示したが、夏に相当する体毛の中央部分はトウモロコシに近い炭素同位体比を示した。つまり、捕獲個体は春や秋には、山の食物を食べていたが、夏はトウモロコシを大量に摂取していたことが推定された。

図-3 (iii)は、2001年9月に軽井沢町の旅館の残飯に居ついているところを捕殺された個体である (Mizukami *et al.* 2005b)。春に相当する毛先付近では低い $\delta^{13}\text{C}$ ・ $\delta^{15}\text{N}$ 値を示し、山の植物を中心に食

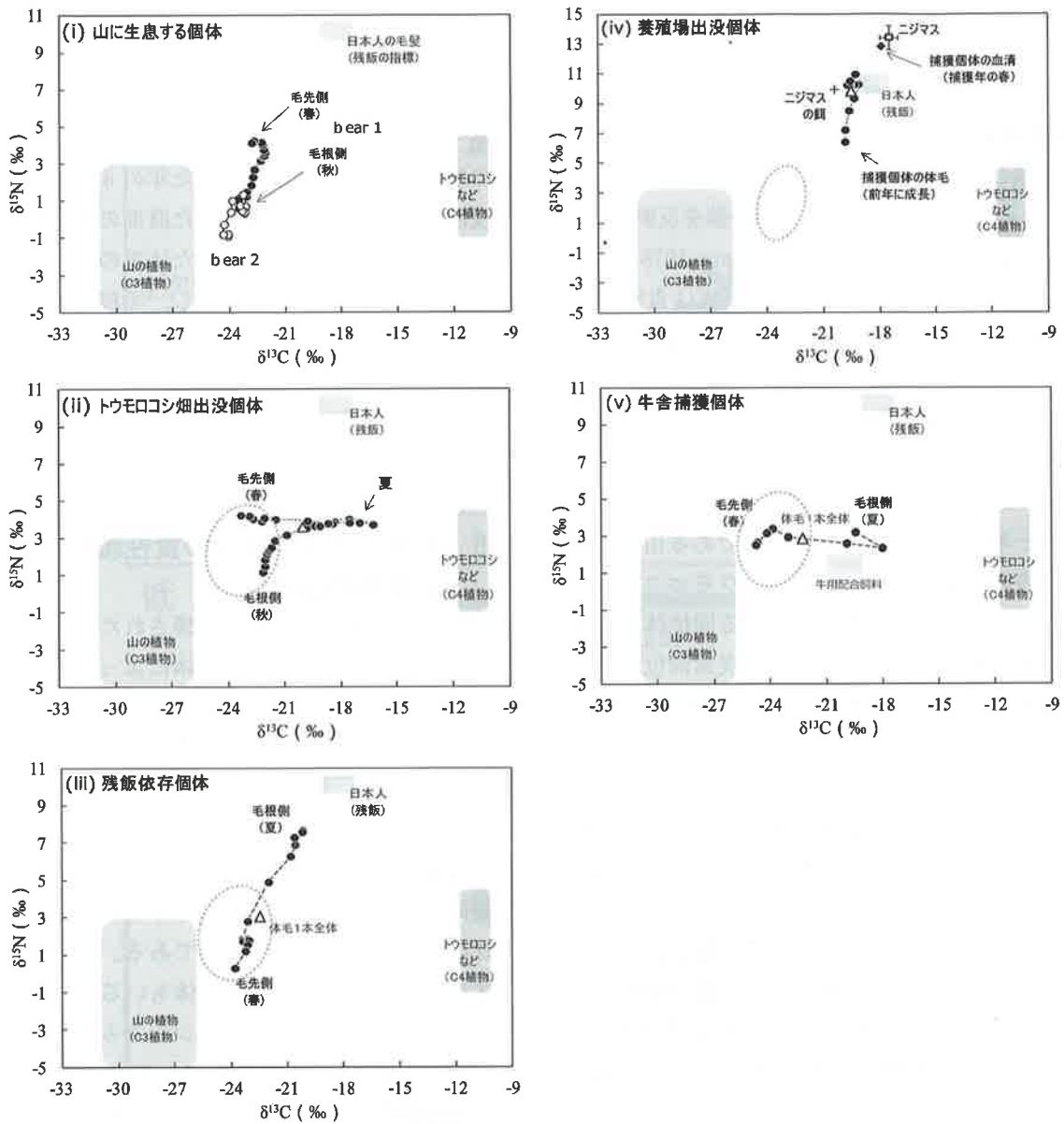


図-3 ツキノワグマ捕獲個体の安定同位体比解析

点線の楕円は長野県におけるツキノワグマの炭素・窒素同位体比の平均的な分布範囲を示している。

べていたと推定されたが、次第に日本人の毛髪（残飯の指標）へ向かって、 $\delta^{13}\text{C} \cdot \delta^{15}\text{N}$ 値共に上昇し、残飯へ依存していく過程を読み取ることができた。

図-3 (iv)は、2005年6月に長野県上伊那郡宮田村南平の養魚場において捕獲された個体の体毛と血漿を組み合わせた食性履歴の推定結果である（中下ら 2007）。捕獲個体の生体試料だけでなく、養魚場のニジマスとその餌についても炭素・窒素同位体比

を測定した。その結果、ニジマスもその餌も非常に高い窒素・炭素同位体比をもち、捕獲個体の体毛および血漿は養魚場のニジマスに近い値を示したことから、捕獲個体はこのニジマスを大量に摂取していたことが強く示唆された。さらに詳しくみると、血漿の $\delta^{13}\text{C} \cdot \delta^{15}\text{N}$ 値は体毛の値よりも高い。体毛は捕獲前年に成長したものと考えられるため前年の食性を反映しており、血漿は捕獲直前の春の食性を反

映していると考えられることから、捕獲個体は前年よりも捕獲された年に、養魚場のニジマスにより一層依存していたと推定された。

図-3(v)は、2011年9月に塩尻市の肉牛肥育場で捕獲された個体である(泉山ら 2012)。毛先付近の春から毛根側の夏にかけて次第に $\delta^{13}\text{C}$ 値が高くなっており、捕獲直前にはトウモロコシを含む家畜飼料にかなり餌付いていたと思われる。ちなみにこの個体は一度学習放獣を行ったが、直後に再び牛舎へ戻ってきてしまった。牛舎を餌場として認識しており、家畜飼料にかなり執着していたと考えられる。

6. おわりに

このように、炭素・窒素安定同位体比解析から、ツキノワグマ捕獲個体が実際に被害と関連していたのかを推定することが可能だ。本手法により、捕獲個体が畑の作物や残飯といった人里の食物に、いつでもどれくらい依存していたかといった情報を引き出すことにより、被害防止対策に役立てられることが期待できる。ただし、被害作物がカキやリンゴといった山の食物と同じ同位体比をもつ場合、その区別は難しい。そのため、捕獲個体とそれらの作物への被害との関連性を検討することは今のところ困難であり、今後の課題のひとつである。

引用文献

- DeNiro MJ, Epstein S (1978) Influence of diet on the distribution of carbon isotopes in animals. *Geochim Cosmochim Acta* 42: 495~506.
- DeNiro MJ, Epstein S (1981) Influence of diet on the distribution of nitrogen isotopes in animals. *Geochim Cosmochim Acta* 45: 341~351.
- 泉山茂之・中下留美子・鈴木彌生子・岸元良輔・瀧井暁子・林 秀剛 (2012) 塩尻市における牛舎周辺の捕獲ツキノワグマ (*Ursus thibetanus*) の食性解析. 信州大学農学部AFC報告 10: 139~143.
- 環境省 (2012) H24年度におけるクマ類の捕獲数について. <http://www.env.go.jp/nature/choju/docs/docs4/capture-qe.pdf>, 2012.11.28ダウンロード.
- Kelly JF (2000). Stable isotopes of carbon and nitrogen in the study of avian and mammalian trophic ecology. *Can J Zool* 78: 1~27.
- Minagawa M, Wada E (1984) Stepwise enrichment of $\delta^{15}\text{N}$ along food chains: further evidence and the relation between $\delta^{15}\text{N}$ and animal age. *Geochim Cosmochim Acta* 48: 1135~1140.
- Mizukami RN, Goto M, Izumiyama S, Yoh M, Ogura N, Hayashi H (2005a). Temporal diet changes recorded by stable isotopes in Asiatic black bear (*Ursus thibetanus*) hair. *Isotopes Environ Health Stud* 41: 87~94.
- Mizukami RN, Goto M, Izumiyama S, Hayashi H, Yoh M (2005b) Estimation of feeding history by measuring carbon and nitrogen stable isotope ratios in hair of Asiatic black bears. *Ursus* 16: 93~101.
- Nakashita R (2006) Reconstruction of the feeding history of Asiatic black bear (*Ursus thibetanus*) by carbon and nitrogen stable isotopes. Doctoral dissertation: Tokyo Univ Agri Technol, Tokyo, Japan.
- 中下留美子・後藤光章・泉山茂之・林 秀剛・楊宗興. (2007). 窒素・炭素安定同位体によるツキノワグマ捕獲個体の養魚場ニジマス加害履歴の推定. *哺乳類科学* 47: 19~23
- Nakashita R, Suzuki Y, Goto M, Izumiyama S, Kishimoto R, Yoh M, Hayashi H (2009) Key findings on the bear intrusions into residential areas in Nagano Prefecture from stable isotope analysis. In: Oi T, Ohnishi N, Koizumi T, Okochi I eds) FFPRI Scientific Meeting Report 4 "Biology of Bear Intrusion"-*Proceedings of International Workshop on "The Mechanism of the Intrusion of Bears into Residential Areas"*. Forestry and Forest Products Research Institute, Ibaraki. 40~43 pp
(2012. 11. 30 受付, 2012. 12. 6 掲載決定)

論文

神奈川県丹沢山におけるサクラスガ幼虫の大量発生とシウリザクラの枯死進行

谷 晋¹・伴野英雄²・山上 明³

1. はじめに

シウリザクラ *Prunus ssiiori* は本州中部以北の山岳地帯と北海道に分布し、湿潤な土壌を好むサクラの一種である。神奈川県北部の丹沢山地はその分布南限にあたり、図-1のように丹沢山と蛭ヶ岳のブナ林（標高1000~1500m）に小集団で、集中的な分布をしている。神奈川県レッドデータブック（神奈川県レッドデータ生物調査団編 1995）では絶滅種とされていたが、1996年に丹沢山北東斜面の堂平地区で再発見された。神奈川県内の総個体数は450個体に満たず、現在は近い将来に絶滅が危惧される希少種として、絶滅危惧種 I B に指定されている（神奈川県生命の星・地球博物館編 2006）。

サクラスガ *Yponomeuta evonymellus* はスガ科の小蛾類であり、日本から中国、シベリアを経てヨーロッパまで広く分布している。日本における幼虫の食餌植物としては、シウリザクラと近縁のエゾノウワミズザクラ *P. padus* だけが知られている。エゾノウワミズザクラが分布していない本州では、シウリザクラが唯一の寄主となっている。このため、サクラスガの分布は、シウリザクラの分布により制限されている。

サクラスガは年1世代の発生で、成虫は7月の終わりから8月にかけて出現する。雌成虫はシウリザクラの2年枝に90個ほどの卵塊で産卵する（谷ら 2000）。卵は成虫が分泌した物質でカバーされたテント内で孵化する。1齢幼虫は一切摂食を行わず、冬の低温や乾燥から保護されたテント内で集団越冬する。翌年4月にシウリザクラの新芽が伸び始めると、一斉にテントを出て芽に潜り込んで内部を摂食する。被害を受けた芽は葉を展開できないため、その密度から幼虫の発生密度の予察も可能である。

シウリザクラの葉が展開すると、幼虫は集団で糸を吐き、葉を巻き込んで網巢を形成する。巢内の葉を食べ尽くすと、一斉に近くの葉に移動し同様な行動を繰り返す。摂食を完了した終齢幼虫（5齢）は6月下旬から網巢内で蛹化する（谷ら 2005）。幼虫の摂食量は4齢以後に急増するため、大量発生時には5月下旬から6月中旬の1~2週間ですべての葉が食い尽される。激害を受けたシウリザクラは全体が白い糸で覆われ、一帯は異様な光景を呈する（写真-1）。このような習性と顕著な食害発生のため、フィンランドなどの北ヨーロッパではかなりの報告があるが（たとえば、Leather and Lehti 1982; Alonso *et al.* 2000）、日本での大規模発生の記録はなく、サクラスガの生活史や個体群動態についての研究は行われてこなかった。

しかし、丹沢山堂平で1996年6月にサクラスガ幼虫の大量発生と著しい食害が起きた。シウリザクラの葉をすべて食い尽くした幼虫は、食物を求めて幹や地面を徘徊し、倒木上などに巢を造ったが最終的



写真-1 サクラスガ食害で全失葉したシウリザクラ

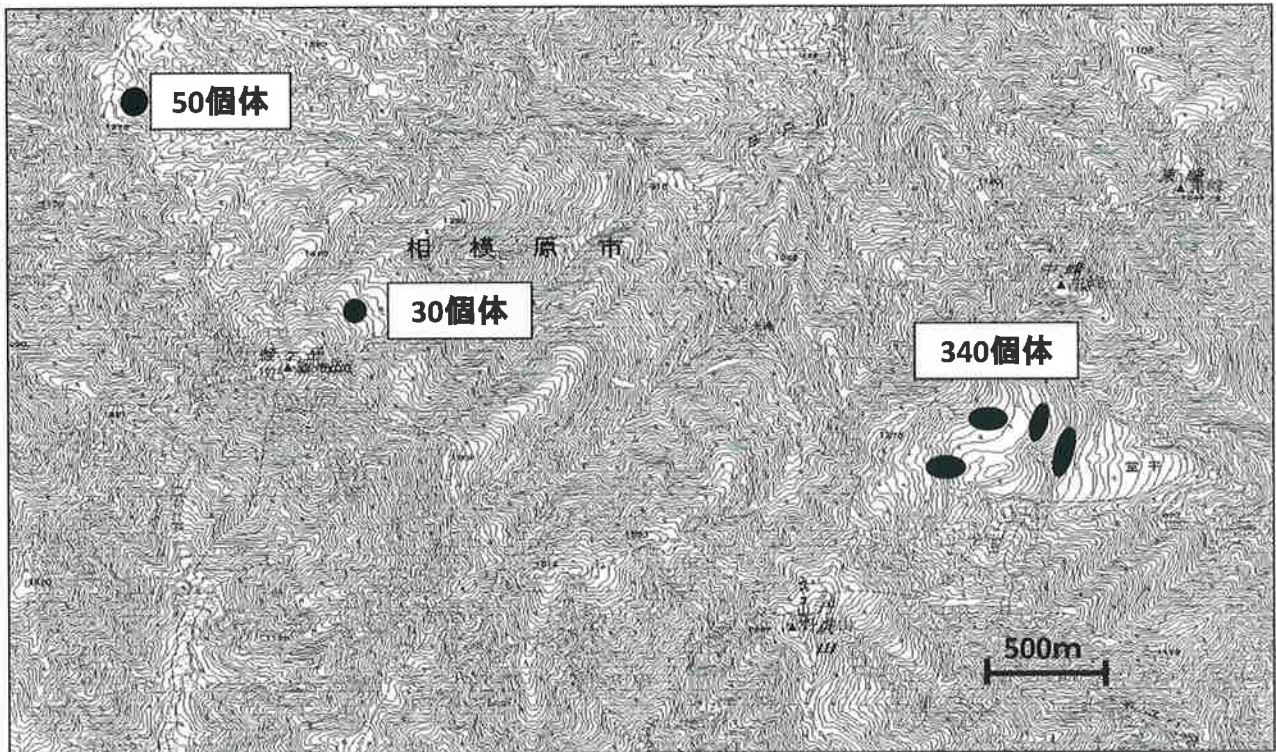


図-1 丹沢山地におけるシウリザクラの分布とおよその個体数

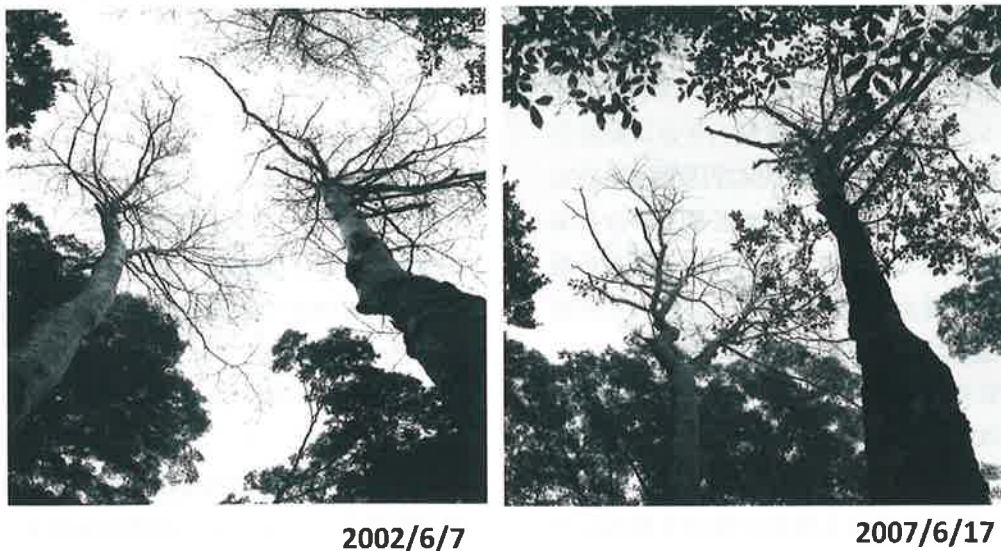


写真-2 シウリザクラの衰退進行例 (堂平C1)

にほとんどのすべての幼虫が餓死した (谷ら 2000)。その後、サクラスガによる激害は2001年と2009年に2回のピークを持って、2012年までの17年間で7回も発生している。

サクラスガの大量発生は、2～4年間継続するため、

シウリザクラが受けるストレスは深刻で、2007年以降は枝先枯れが進んで、枯死に至る個体も増え始めた (写真-2)。2009年春に衰退状況の調査を行い、その結果はすでに報告しているが (谷ら 2010)、2009年に最大規模の食害が発生し、シウリザクラの衰退



図-2 丹沢山堂平のシウリザクラ分布
点線矢印は地図にない斜面崩壊地。

が進む可能性があったため、2011年に再度調査を行った。今回は、これらの調査の結果から明らかとなった丹沢山堂平におけるシウリザクラの衰退進行の経過について報告する。

2. 方法

丹沢山堂平では、2005年の時点で、約340個体のシウリザクラが生存していた。図-2のように4か所に各々80~170個体からなる塊状の集団を形成している。地点Aでは1996年から、地点BとCでは2000年から、サクラスガ幼虫の発生密度と食害の発生状況を継続的に調査してきた。これらの地点では、これまでほぼ同調してサクラスガの大量発生と食害が起きてきた(谷ら 2008)。

地点Cは標高1050~1100mで、2002年では約160個体のシウリザクラが確認できた。この個体群は堂

平では最大であるが、比較的近年に起きたと思われる斜面の崩壊により、C1~C3の3つの小地域に分断されている。2002年4月に、地点C1とC2のすべてのシウリザクラを標識し、胸高直径を計測した。この時点では枯死に直結するようなシウリザクラの衰弱は認められていなかったが、2007年からは衰弱枯死が目立つようになった。

2009年4月に枝枯れの状態を詳細に観察して、その衰弱度を次のような5段階評価により判定した。また、幹の肥大成長を調べるために胸高直径を測定するとともに、携帯型GPSを用いて分布位置を簡易的に測量した(谷ら 2010)。2009年6月には1996年以来最大となる食害が発生、その影響を調べるために2011年10月に、2009年と同じ方法でシウリザクラの衰弱度を調べた。

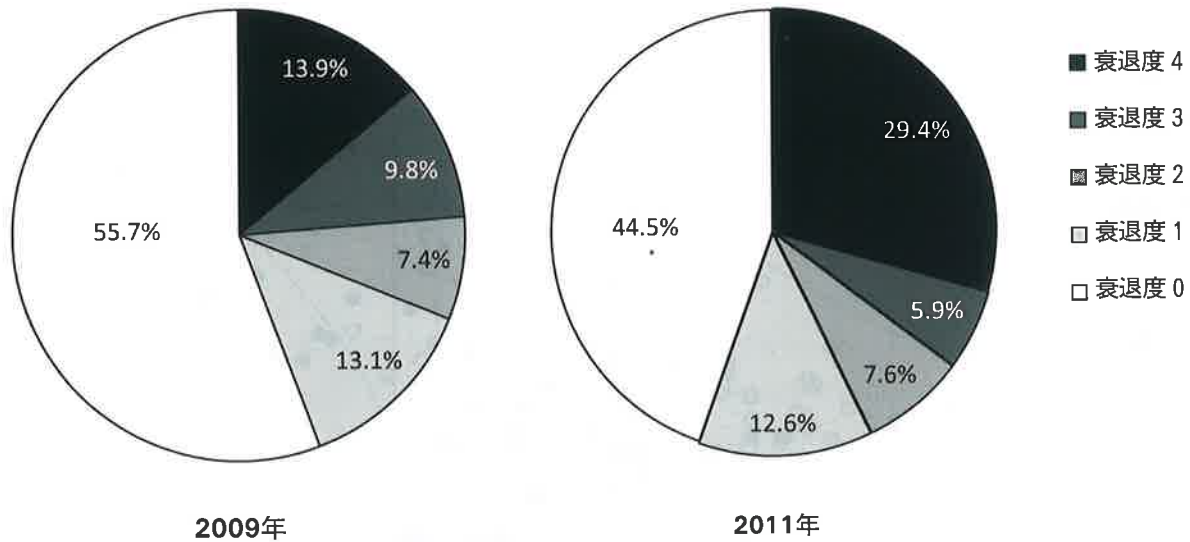


図-3 シウリザクラの衰退進行

衰弱度

- 0：主要な枝の枯れ込みがほとんど認められない
- 1：一部の枝の枯れこみ，軽度の衰弱が認められる
- 2：枝枯れが拡大し，樹形も大きく変化し，明らかな衰弱が認められる
- 3：一部を除いてほとんどの枝が失われ，枯死寸前
- 4：枯死

3. 結果

2002年に120個体のシウリザクラに標識を付けたが，この時に見落とした個体が2009年に3個体，2011年に1個体発見されたため，この地点の総個体数は124個体となった。また，2011年の調査で，再発見できなかった個体が4個体あった。このうち3個体は胸高直径20cm未満の幼木であり，おそらく枯死・消失したと思われるが，今回の集計には加えなかった。

シウリザクラを衰弱度別に集計し，その割合を図-3に示した。2009年春では枝枯れがなく健全と思われる衰弱度0の個体の割合は55.7%で，枯死寸前や枝枯れが進みつつある衰弱度1～3の個体の割合は30.3%，枯死した個体は17個体と全体の13.9%を占めた。頻発したサクラスガの食害により，シウリザクラの半数近い個体の衰退や枯死が起きたことが分

かった。また，幹の肥大成長も多くの個体で1cm以下であり，シウリザクラの成長が著しく抑制されていた(谷ら 2010)。

2011年秋の調査では，2009年に大規模な激害を受けたシウリザクラの衰退がさらに進んだことが判明した。2009年春に衰弱度3～4と判定された強度の衰弱個体のほとんどが枯死して，累積枯死個体数は35個体になり，累積枯死率は29.4%と2009年に比べて倍増した。衰弱度1～3の個体の割合は新たに衰弱を始めた個体の加入があったため，26.1%とおおよそ4%減少しただけであったが，健全と思われる個体の割合は44.5%と10%以上も減少した。

図-4に携帯型GPSを用いて測量したシウリザクラの分布を示した。シウリザクラは標高差50mの間に帯状に分布していることがわかる。枯死や衰弱個体は調査地に一様に分布しているわけではなく，傾斜が緩やかになる斜面下部に多かった。この部分ではブナなどの大木の枯死によりギャップが形成されている。ギャップでは見通しが良くなるために，ここに生えるシウリザクラは，樹木に囲まれ隠ぺいされている個体より，サクラスガの産卵を受けやすい。このため，地域全体の網巢密度が高くないような年でもギャップのシウリザクラには網巢が多く見られ，葉の半量以上を失うような食害を受けること

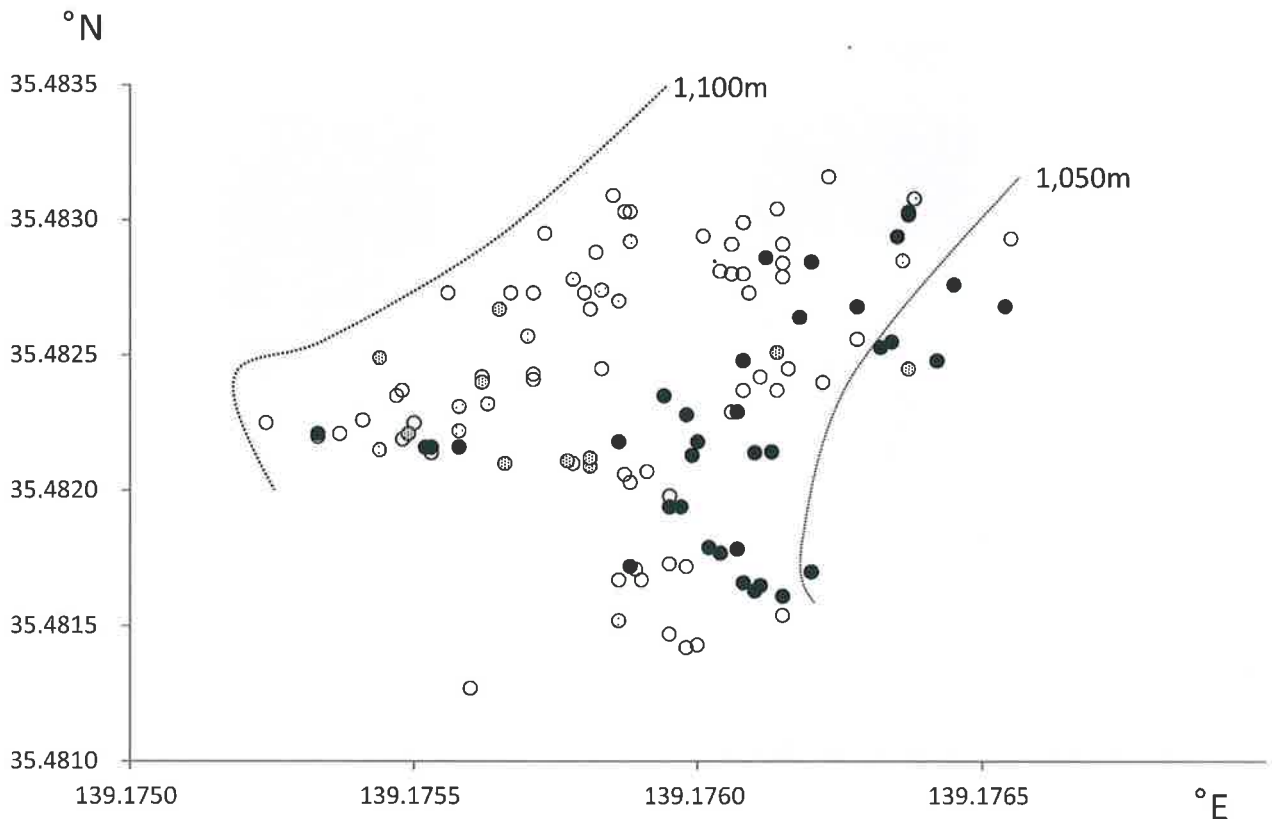


図-4 堂平C1, C2地区のシウリザクラの分布
 黒丸は枯死個体 (衰退度4), ドット入りは衰弱個体 (衰退度1-3), 白丸は健全個体 (衰退度0)。

も度々であった。写真-2のシウリザクラは、このような場所に生育していたため、急速に衰弱し枯死に至った個体である。

図-5に、シウリザクラの胸高直径別の個体数を衰弱度に分けて示した。胸高直径が10cm台の個体数が最も多く、成長に従って個体数は減少した。シウリザクラの大木の周囲には、通常、根萌芽に由来する胸高直径10cm未満の幼木が多数見られるが、今回の調査地ではこのような幼木は全く確認できなかった。枯死は胸高直径30cm以上で根萌芽の母樹となる個体に多かった。

4. 考察

丹沢山のサクラスガは、数年間の指数関数的な個体群密度の増加により大量発生に至る。2001年6月に、強風で折れた枝に着いていた網巢内の幼虫数(5齢, 少数の4齢が混在)を調べたが、1巢内に平

均で59.6個体(N=22, ±20.3 1SD)が入っていた(谷 未発表)。1卵塊当たりの産卵数は平均90卵程度であり、巣ごとの脱落による死亡を無視できれば、卵から終齢幼虫までの生存率は60%以上と非常に高かったことが分かった。これは卵と越冬中の1齢幼虫が親の分泌したテントで乾燥や低温から保護されるために翌春までの死亡率が低いこと、さらに幼虫と蛹も網巢で保護されているため捕食や寄生からも逃れられることが要因として考えられる(谷ら 2008)。これまでのところ、幼虫の大量発生を終息させているのは、食物不足による大量餓死だけである。

堂平ではすべての地点で2009年の大量発生以後の3年間は目立った食害が発生していない。巣網数は2010年から増加を始め、2012年には食害の再発も予想されたが、実際には巣網数は前年より減少した。2011年8月の産卵期に悪天候が続いたため、成虫の産卵行動が抑制されたためと考えられる。しかし、

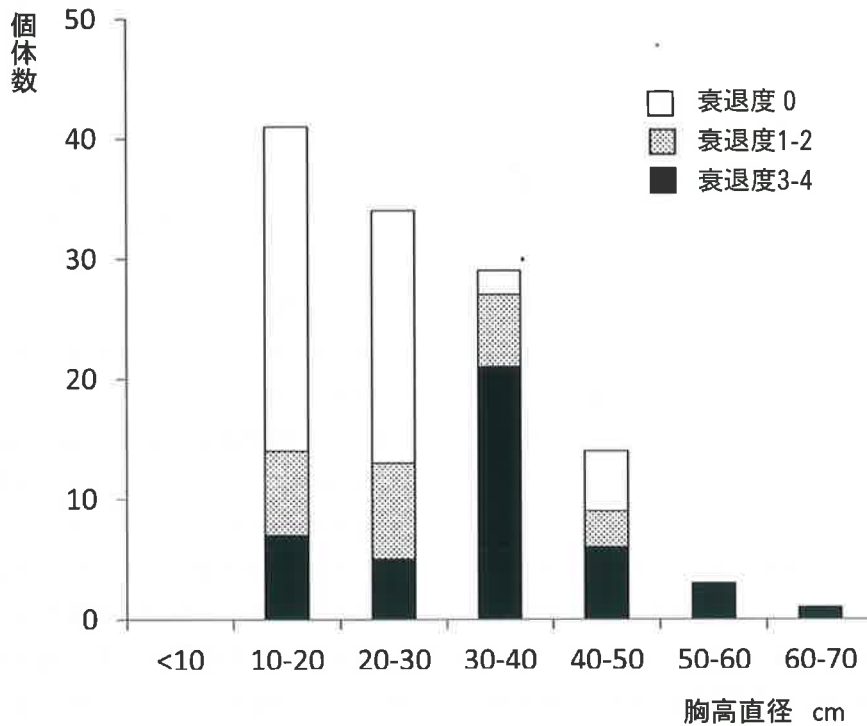


図-5 シウリザクラ胸高直径と衰弱度

今後数年以内に大量発生を起こす確率はかなり高い。その時にはシウリザクラの衰退がさらに加速していくと考えられる。

2012年春には新たに4個体の枯死が確認され、調査地内のシウリザクラの1/3はすでに失われている。シウリザクラの枯死は、斜面下部のギャップに生える胸高直径30cm以上と、樹齢の高い成木で高頻度に起きた。また、これらの個体の集団枯死により、ギャップは斜面上方に向けて拡大している。ギャップの拡大の結果その周縁に位置することになるシウリザクラは、サクラスガの新たな標的となるため、連鎖的に枯死が進んでいく可能性が高い。最悪の場合には、近い将来において、シウリザクラ個体群の絶滅も起こりうる。

シウリザクラの保全で最も重大な問題は、胸高直径10cm未満の次世代を担う幼木が全く成長していないことである。シウリザクラは種子による有性生殖と、根萌芽による無性生殖を組み合わせるが(小川・福島 1996; 永光 2004)、丹沢山では種子の成熟が全く見られず、早い時期にすべて落下し

てしまう。マイクロサテライト法による遺伝子調査により、丹沢山のシウリザクラは個体群内および個体群間の遺伝的多様性が極度に低いクローン集団であることがすでに判明している(谷ら 2008)。種子による繁殖が不可能で、根萌芽による無性生殖のみで各々の個体群が形成されてきたと考えられる。しかし、現在の丹沢山地ではニホンジカの摂食圧が高く、春先に出現した根萌芽は短期間のうちにすべて食い尽くされる。このために調査地内では、根萌芽から新たに成長している個体は皆無である。また、母樹となる成木の衰弱や枯死で、根萌芽数自体も急速に減少している。

サクラスガの大量発生頻発という現象は丹沢山地以外では報告されていない。その原因解明は今後の課題であるが、おそらく、大気汚染やシカの食害などにより、丹沢山地全域で進んでいる森林衰退と無関係ではないと思われる。現時点での保全対策として、生き残ったシウリザクラを保護柵で囲い、シカの摂食から根萌芽を守るとともに、退行した植生を回復させていくことが考えられる。ただし、倒木

などにより柵の一部が破壊され、シカが侵入することがよくあるため、柵設置後の十分な管理が必要となる。食物資源をシウリザクラだけに依存しているサクラスガもまた、神奈川県では絶滅が危惧される種であり、シウリザクラの絶滅はサクラスガの絶滅にも直結することを最後に記しておきたい。

引用文献

- Alonso C, Vurisalo T, Wisely B, Honkanen T (2000) *Yponomeuta evonymellus* outbreaks in southern Finland: spatial synchrony but different local magnitudes. *Ann Zool Fennici* 37: 179~188
- 小川みふゆ・福島 司 (1996) 日光のオオシラビソ林におけるシウリザクラの根萌芽および実生の動態. *日林誌* 78: 195~200
- 神奈川県レッドデータ生物調査団編 (1995) 神奈川県レッドデータ生物報告書. 神奈川県
- 神奈川県生命の星・地球博物館編 (2006) 神奈川県レッドデータ生物報告書2006. 神奈川県
- Leather SR, Lehti JP (1982) Abundance and distribution of *Yponomeuta evonymellus* (Lepidoptera, Yponomeutidae) in Finland during 1981. *Notulae Entomologicae* 62: 93~96
- 永光輝義 (2004) 根萌芽で無性生殖をするシウリザクラのクローン分布と更新様式—樽前山の噴火後に成立した集団の構造—. *北海道の材木育種* 47: 27~29
- 谷 晋・伴野英雄・山上 明 (2000) 神奈川県丹沢山におけるサクラスガの大発生. *自然環境科学研究* 13: 127~130
- 谷 晋・伴野英雄・山上 明 (2005) 積算温度による丹沢山のサクラスガの生活史推定. *東海大学総合教育センター紀要* 25: 41~46
- 谷 晋・伴野英雄・山上 明 (2008) 神奈川県で頻発するサクラスガの大量発生とシウリザクラの被害状況. *日本鱗翅学会第55回大会*
- 谷 晋・伴野英雄・山上 明 (2010) 神奈川県丹沢山における県絶滅危惧種シウリザクラの衰退について. *東海大学総合教育センター紀要* 30: 129~130
- (2012. 10. 25 受付, 2012. 11. 26 掲載決定)

論文

兵庫県豊岡市絹巻神社スダジイ林で発生したニホンジカによる植生被害

尾崎真也¹・永井英司²・宮田和男³

1. はじめに

かつて兵庫県日本海沿岸部にはスダジイ (*Castanopsis sieboldii*) を主体とした照葉樹林が広がっていたが、現在はほとんど消失し、神社の社叢林として断片的に残存している。なかでも、豊岡市絹巻神社のスダジイ林はスダジイの巨木が特徴的で、約2haと規模も大きく、自然性をよく保っている。また、全国的にも稀なヒメハルゼミ (*Euterpnosia chibensis*) が生息していることなどから、「絹巻神社の暖地性原生林」として1965年に兵庫県の天然記念物に指定されている。また、山陰海岸国立公園の区域内に位置しており、貴重な自然林として保護されてきた。

この林分で2010年にスダジイ巨木が3本まとまって枯損した。豊岡市は、社団法人兵庫県緑化推進協会の「緑の募金」を財源とした「ふるさとの巨樹保存事業」により、2011年にスダジイ枯損防止対策を行った。治療にあたった筆者の1人(樹木医)によれば、枯損はカシノナガキクイムシ (*Platypus quercivorus*) が媒介する *Raffaelea quercivora* によるスダジイ萎凋病によるものであり、被害木の伐倒駆除処理が行われた。しかし、周辺にはニホンジカ (*Cervus nippon*, 以下、シカと略す) の生息が多く確認され樹木の食害も激しいことから、稚樹と萌芽による更新をすみやかに行うために、枯損木のギャップに幅5m×長さ20m、高さ1.8mの金網フェンスを設置し、シカの食害防止処置が行われた。

全国的にニホンジカによる植生被害は深刻化している(小泉 2011)が、シカの生息分布辺縁部である日本海沿岸部のスダジイ林でシカによる植生被害を調査した事例はない。また、貴重な神社のスダジイ社叢林を保全していく上で、シカの被害実態につ

いてよく知る必要がある。

そこで今回、シカによる植生被害の実態を明らかにするため調査を行ったので、その結果をここに報告する。

2. 調査地と調査方法

(1) 調査地

絹巻神社スダジイ林は、豊岡市気比地内の日本海沿岸部、円山川河口の東側に位置する(図-1, 写真-1)。スダジイ林は、二こぶ状の小丘陵を覆うように広がっている。調査地は、二こぶの鞍部を中心に円山川に向かった標高50mの北西斜面に設置した(図-2)。

(2) 毎木調査およびシカ採食痕調査

調査林分内に25m×40mのプロットを設定し、プロット内の樹高1.3m以上の全立木について、胸高直径、シカによる樹皮食害の有無、樹皮食害程度を調査した。地上1.3m未満で株立している個体については、それぞれ幹ごとに胸高直径を測定した。シ



写真-1 調査地の外観

円山川の対岸から撮影した。

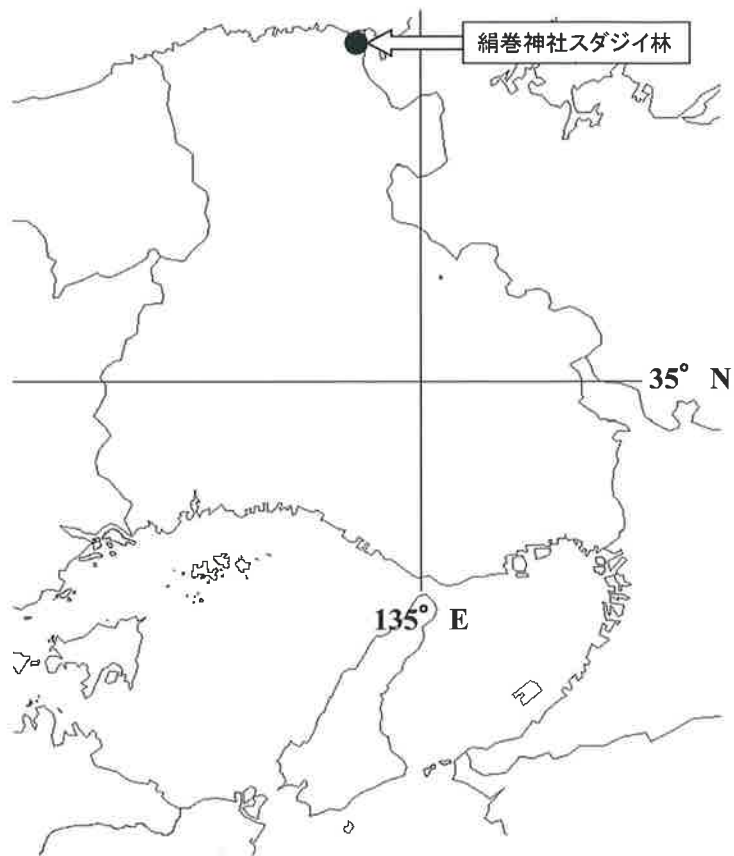


図-1 調査地の位置図

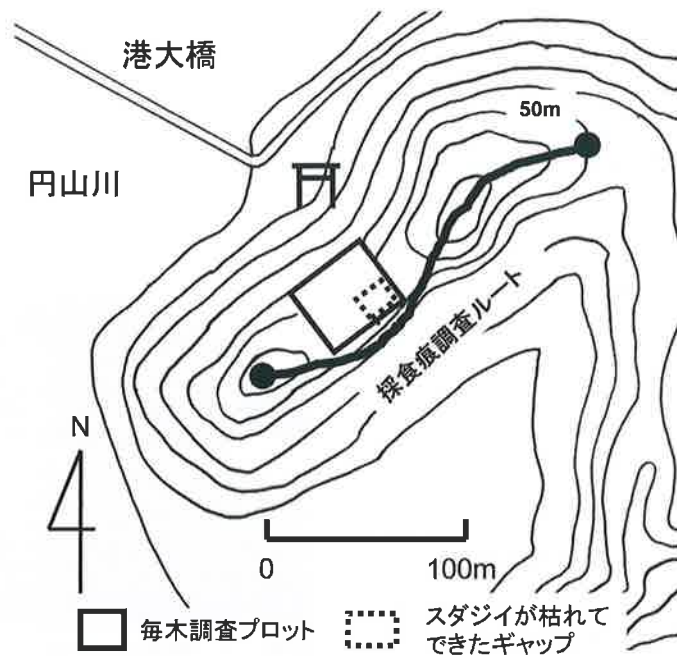


図-2 調査地の概況



写真-2 スダジイ枯損木のギャップに設置されたシカ排除柵

被害材をシートで被覆処理してカシノナガキクイムシの拡散を防止している。

カの剥皮は根張り部分から樹幹にかけてみられ、樹幹を食害された個体は必ず根張り部分を食害されていた。そこで、樹皮食害程度は、剥皮部分の樹幹周囲における広がりなどから次に示すように4段階に区分した。-：食害がない，+：根張り部分を食害されている，++：樹幹の1/2周未満が食害されている，+++：樹幹の1/2以上が食害されている。毎木調査は、2011年7～8月に行った。さらに、調査地周辺一帯のシカによる植物への採食状況を明らかにするためシカ採食痕調査を行った。すなわち、尾根筋に長さ250mの調査ルートを設定し（図-2）、調査ルートの両側2mの範囲において出現した新たなシカの枝葉採食痕と樹皮採食痕を認めた樹木の本数を記録した。枝葉採食痕の程度は、次のように4段階に区分した。-：食痕なし，+：一部の枝葉に食痕を認める，++：多くの枝葉に食痕を普通に認める，+++：食痕がきわめて多く集中的に採食されている。シカの枝葉採食痕は、その年芽吹いた新葉を対象とした。また、樹皮採食痕については、剥皮部分の表面が白っぽくて湿り気があるものを新しい採食痕として調査対象とした。調査は、6～9月にかけて約1カ月おきに4回行った。

(3) 植生調査

毎木調査区内には、スダジイ枯損木のギャップに

シカ排除柵が設置されている（写真-2）。シカ排除柵は、幅5m×長さ20mの大きさと高さ1.8mの金網柵（網目は約15cm）である。階層構造を調査するため、植生調査を行った。植生調査プロットの大きさは、シカ排除柵に隣接して幅5m×長さ20mとし、階層ごとの植被率、出現種数を記録した。調査は、2011年8月23日に行った。また、シカ排除柵設置による下層植生の回復状況を調査するため、2011年8月23日に柵を挟んで対称となるように柵内と柵外（植生調査プロット内）に1m×1mのプロットを5カ所ずつ設置し、プロット内に出現した植物種について個体数と高さを記録した。調査は、プロット設定日の2011年8月23日と1年後の2012年10月20日に行った。

(4) シカ生息密度調査

採食痕調査ルートに沿って、5m間隔で250mの調査ラインを2列設定した。ライン列ごとに5m間隔で1m×1mの方形枠を50カ所ずつ計100カ所設置し、枠内の原型をとどめているシカの糞粒をすべて拾い上げ、その糞粒数をもとに生息密度の推定を行った。密度推定は糞粒法によるシカ密度推定プログラム（池田ら 2006）を使用した。調査は、2012年4月7日に実施した。

(5) シカ生息分布調査

絹巻神社スダジイ林が位置する豊岡市気比地区は、1990年代半ばまでシカの生息が確認されなかった（尾崎 未発表）。今回、シカの植生被害が日本海沿岸部のスダジイ林で発生した要因を考察するため、兵庫県但馬地方の狩猟期間中のシカ捕獲数からシカの生息分布拡大状況を調査した。兵庫県ではシカの捕獲動向を把握するため、県下全体について5万分の1地形図を16等分した一辺約5kmメッシュの狩猟メッシュに区分し、メッシュ内の狩猟者からの捕獲報告を集計するようになっている。そこで、但馬地方の狩猟メッシュごとのシカ捕獲数について経年変化を比較することで、生息分布状況を把握することとした。兵庫県では、1998年度以降はシカの狩猟期間が2カ月から3カ月へ1カ月延長され、捕獲数が急増している（尾崎ら 2001）ことから、調査対象

年度を1998年度以降とし、1998年度、2003年度、2008年度と5年ごとにみることにした。なお、狩猟メッシュごとのシカ捕獲数データは、兵庫県森林動物研究センターから提供いただいたものである。

3. 結果と考察

(1) 林分概況とシカの採食状況

調査林分の概況を表-1に示した。毎木調査プロット内に出現した樹種は、高木性樹種が11種、低木性樹種が9種の計20種、出現本数は270本であった。胸高断面積合計の割合で示した各樹種の相対優占度をみると、スダジイが81.5%と飛び抜けて多く、アカガシ、タブノキなどが優占した典型的な照葉樹林である。スダジイに着目し、胸高直径階別本数分布を示したのが図-3である。これをみると、胸高直径30~80cm以上(最大91cm)まで各種サイズがまんべんなく分布していた。しかし、胸高直径5~30cmの個体は全く出現しなかった。また、胸高直径5cm以下の個体はすべて地際からの萌芽で、63本と飛び

抜けて本数が多かったが、約半数の30本がシカによる枝葉食害により枯死していた。毎木調査したスダジイのうち約70%は株立ち木であり、枯れた親株の根元から各種サイズの萌芽幹が出ているのが観察された(写真-3)。スダジイは萌芽性が強く、伐採



写真-3 調査地のスダジイ

写真右の枯れた親株の根元から各種サイズの萌芽幹が出ている。

表-1 調査林分の概況

樹種	生活形	本数 (本)	平均胸高直径 (cm)	範囲 (cm)	胸高断面積合計 (cm ²)	相対優占度 (%)
スダジイ	高木	93	19.2	0.3~91.0	81,662.9	81.5
アカガシ	高木	13	17.0	1.5~53.0	6,698.4	6.7
タブノキ	高木	22	8.6	1.5~47.2	2,866.3	2.9
ケヤキ	高木	3	23.8	7.5~50.7	2,198.8	2.2
ヤマモミジ	高木	13	9.6	2.0~23.4	1,242.2	1.2
シロダモ	低木	33	5.1	1.0~13.3	1,041.4	1.0
ウラジロガシ	高木	1	36.4	—	1,040.1	1.0
カクレミノ	高木	16	7.0	2.8~16.4	789.1	0.8
サカキ	低木	18	5.3	1.0~15.1	607.2	0.6
ヤマボウシ	低木	5	9.1	2.5~22.4	512.1	0.5
カゴノキ	高木	5	8.5	4.2~19.8	411.2	0.4
ヒサカキ	低木	13	4.0	1.0~7.8	229.2	0.2
ヒメユズリハ	低木	5	6.3	2.8~9.2	175.7	0.2
アズキナシ	高木	1	14.8	—	171.9	0.2
マルバマンサク	低木	1	14.1	—	156.1	0.2
ヤブツバキ	低木	11	3.3	1.0~10.2	153.0	0.2
ヤブニッケイ	低木	10	3.6	0.5~6.6	137.2	0.1
シラキ	高木	3	5.2	2.6~7.0	71.1	0.1
エゴノキ	高木	2	4.4	4.3~4.4	29.7	—
コバノガマズミ	低木	2	1.6	1.3~1.8	3.9	—
計		270			100,197.5	100.0

注) 相対優占度は、胸高断面積合計の割合で示した。

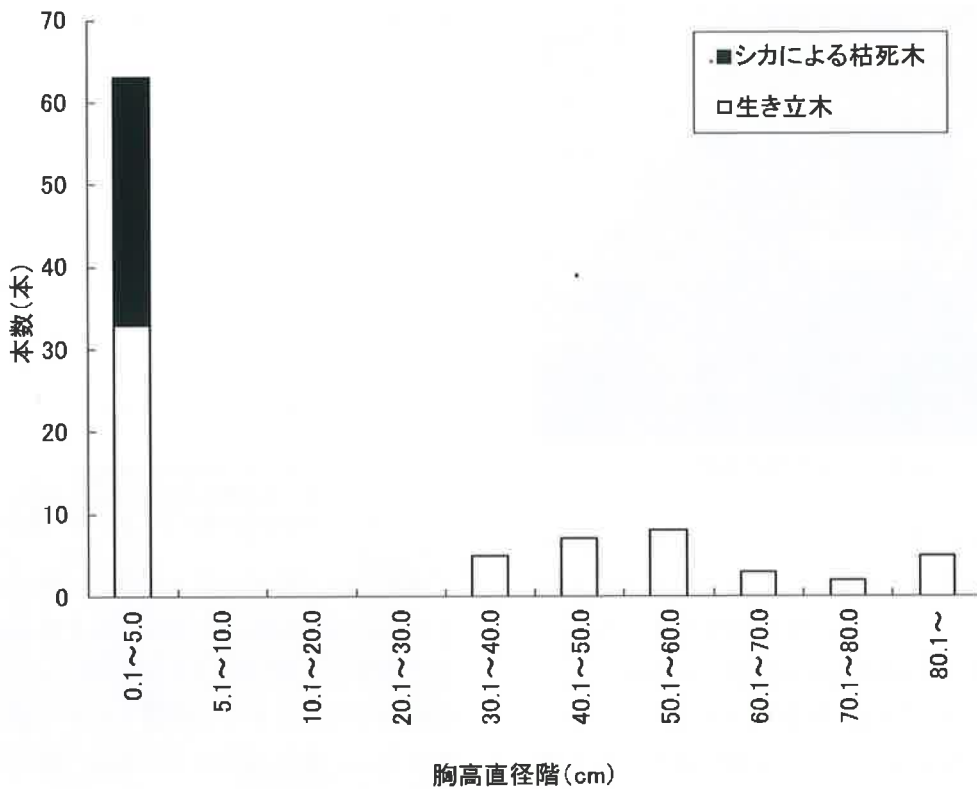


図-3 スダジイの胸高階別本数分布

表-2 毎木調査プロット内のシカによる樹種別の樹皮食害程度

樹種	樹皮食害程度				計
	-	+	++	+++	
タブノキ	16	0	4	2	22
ヤマモミジ	11	0	1	0	12
カクレミノ	13	1	2	0	16

注) 樹皮食害程度は、次の基準で示した。
 - : 食害がない
 + : 根張り部分を食害されている
 ++ : 樹幹の1/2周未満が食害されている
 +++ : 樹幹の1/2周以上が食害されている

を受けていない自然林においても萌芽幹を数多く持ち、萌芽による更新が主体であるといわれている(上條 2009)。このことから、シカによる萌芽の採食が更新に及ぼす影響は大きいと考えられる。胸高直径5~30cmの個体が全く出現しなかったのは、シカのスダジイ萌芽食害により更新が阻害されたためかもしれない。

毎木調査プロット内のシカによる樹種別の樹皮食害程度を表-2に示した。タブノキ (*Machilus*

表-3 採食痕調査ベルト内で確認したシカの樹皮採食本数

樹種	6/11	7/2	7/23	9/4
タブノキ	-	1本	2本	-
アカガシ	-	1本	3本	1本
リョウブ	-	2本	3本	-
スダジイ	-	-	4本	-
ヒメユズリハ	-	-	2本	-
シラキ	-	-	1本	1本
計	0本	4本	15本	2本

注) 新しい樹皮採食痕を確認した樹木の本数を示した。

thunbergii), ヤマモミジ (*Acer palmatum* var. *matsumurae*), カクレミノ (*Dendropanax trifidus*) に樹皮食害を認めた。採食痕調査ベルト内で確認したシカの樹皮採食状況をみると、タブノキ、アカガシ (*Quercus acuta*), リョウブ (*Clethra barbinervis*), スダジイなど6樹種に7月23日に集中して採食痕を認めた(表-3)。タブノキで食害程度の大きい個体があり、7月23日に新しい被害部位を観察する機会を得た。被害部位は、根張り部分から上方へ外樹



写真-4 シカによるタブノキの樹皮食害

皮を剥皮して辺材部がむき出しになっており、辺材部表面を第1切歯でこそぎとった採食痕が多数確認された(写真-4)。7月は樹液流動が多くなり、糖分を多く含んだ辺材部表面が良質な餌資源となっていると推察する。根元に外樹皮は散乱しておらず、外樹皮も採食したと思われる。採食痕調査ベルト内で確認したシカによる枝葉採食の状況をみると、7月2日に集中して採食を認めた(表-4)。スタジイとリュウブは根元から伸びた萌芽の伸長部分が激しく採食されていた。兵庫県のコナラ、ミズナラ林で行った植生被害調査(尾崎 2006)でも、7月にリュウブの萌芽が激しく採食されており、シカの嗜好性が高いと考えられる。スタジイの新葉は、6月11日から採食痕を認めており、スタジイの新葉はこの地域のシカにとって春から夏にかけて重要な餌資源となっていると考えられる。

(2) 今回の植生調査結果と1978年に行われた植生調査結果の比較

絹巻神社のスタジイ林は、日本海側では自然性を保った規模の大きな社叢林であるために、過去にも調査が行われている。そこで、過去の調査結果を引用して、今回の調査結果と比較することで植生被害の実態を明らかにすることとした。引用したのは、1978年に神戸大学が行った調査結果(兵庫県 1980)である。1978年と2011年の階層ごとの種数、植被率の比較を表-5に示した。調査プロットの大きさやプロット設定場所が同一ではないため詳細な検討は

表-4 採食痕調査ベルト内で新葉に確認したシカの枝葉採食

樹種	6/11	7/2	7/23	9/4
スタジイ	++	++	-	-
アカガシ	-	++	-	-
サカキ	-	++	-	-
ヤブツバキ	-	++	-	-
ヤブニッケイ	-	++	-	-
シロダモ	-	+	-	-
リュウブ	-	+++	-	-
ヤマフジ	-	+	-	-

注) 枝葉の採食痕の程度は、次の基準で示した。

- : 食痕なし
- + : 一部の枝葉に食痕を認める
- ++ : 多くの枝葉に食痕を普通に認める
- +++ : 食痕がきわめて多く集中的に採食されている

できないが、約30年前と現在のたまかな概要は把握できる。シカの採食可能な高さである草本層に注目してみると、1978年は草本層が0.5m、種数が40種、植被率が70%と多くの植物種により鬱蒼としているのに対し、2011年は高さ0.1m、種数14種、植被率が1%であった。2011年の草本層は、下層植生の高さは矮小化し、種数は約3分の1に減少し裸地化した状態であった。また、第2低木層の植被率をみても、1978年は80%であるのに対し、2011年は10%と、33年前は2m以下の空間はブッシュ状になっていたことがわかる。林床を観察すると、シロダモ(*Neolitsea sericea*)が散見される状況であった(写真-5)。シカはシロダモを嫌うといわれている(上山 1985)。シカは林床植生に対して採食圧を高めていくなかで、シロダモをほとんど採食しなかったため、このような景観が出来上がったと思われる。調査林分においては、シカによるスタジイの更新阻害はもとより、植物種の激減による多様性の低下や林床の裸地化による表土流出などが危惧され、シカによる植生衰退は深刻な状態であることがわかった。

糞粒法による調査地一帯のシカ生息密度推定結果を表-6に示した。シカ生息密度は、約40頭/k㎡と きわめて高い値を示した。特定鳥獣保護管理マニュアル(ニホンジカ編)(自然環境研究センター 2000)によると、シカが自然植生に影響を出さない生息密度は3~5頭/k㎡以下とされている。また、安藤ら

表-5 1978年と2011年の階層ごとの種数, 植被率の比較

階層	1978年			2011年		
	高さ (m)	種数 (種)	植被率 (%)	高さ (m)	種数 (種)	植被率 (%)
高木層	12~23	3	90	23	1	70
亜高木層	8~10	6	30	—	—	—
第1低木層	3~7	11	30	8	3	10
第2低木層	1~2	21	80	4	4	10
草本層	0.5	40	70	0.1	14	1
プロットの大きさ	30×30m			5×20m		

注) 1978年の調査データは、兵庫県(1980)絹巻神社のスタジイ林、日本の貴重な植物群落近畿版(環境庁編)から引用した。



写真-5 裸地化した林床とシロダモ

(2001)は、激しい植生被害が確認されている大台ヶ原で区画法によるシカ生息密度調査を行った結果、28.9頭/km²と非常に高い生息密度であり、樹木の剥皮は生息密度の高いところで多発すると述べている。絹巻神社スタジイ林一帯は、自然植生に影響が出ないとされている生息密度の10倍以上のシカが生息している可能性があり、そのことで植生に多大な影響を及ぼしていると考えられる。

(3) シカ排除柵設置による下層植生の回復状況

シカ排除柵の柵内、柵外の下層植生実生の出現状況を表-7, 表-8に示した。柵の設定年である2011年では柵内で12種53本、柵外で9種59本と出現本数はほぼ同じであった。樹種別にみると、柵内、柵外ともアカメガシワ (*Mallotus japonicus*), カラスザンショウ (*Fagara ailanthoides*) などのパイオニア樹種が多かった(表-7)。柵設定1年後の2012年

表-6 糞粒法によるシカ生息密度推定結果

調査月日	糞粒密度 (粒/m ²)	生息密度 (頭/km ²)
2012.4.7	9.6	40.6

では、柵内で10種85個体、柵外で6種51個体と柵内で約30個体も多く出現し、平均樹高も柵内で約7cmと柵外の約4cmより3cm高く、植生が回復しつつあることが伺えた(表-8)。樹種別にみると、スタジイが柵内で出現本数24本と2011年の5本から約5倍も増加しており注目される。小南(1999)が宮崎県綾照葉樹林の林冠ギャップで実生出現状況を調査した結果によると、カラスザンショウ等の落葉広葉樹実生が多数発生すると述べており、今回の調査でも同様の結果であった。林床が暗い照葉樹林では、落葉広葉樹は、林冠ギャップ形成で光が林床に届くことにより更新の機会が得られたと推察する。スタジイが柵設置1年後に多く出現したのは、林床が裸地化しており、種子が定着しやすかったためと考えられる。

(4) シカ生息分布の拡大状況と植生被害発生の要因

兵庫県但馬地方における狩猟期メッシュ地図(図-4)により、メッシュごとのシカの捕獲数の推移を示したのが図-5である。この図からは次の二つのことが読み取れる。一つは、シカの捕獲数はある程度シカの生息数を反映していると考えられるので、ドットが大きいほどその区域にシカが多く生息しているということである。もう一つは、ドットの大きさがシカの捕獲頭数を表していることから、ドット

表-7 2011年8月における下層植生実生の出現状況 5 m²全体

樹種	柵内 (12種)			柵外 (9種)		
	個体数	高さ (cm)	最大高 (cm)	個体数	高さ (cm)	最大高 (cm)
アカメガシワ	22	5.3	12	29	3.8	6
カラスザンショウ	18	5.2	15	7	3.4	5
スダジイ	5	8.4	21	6	4.0	5
ウリカエデ	2	4.0	4	9	3.6	5
シロダモ	2	19.0	22	—	—	—
クマヤナギ	—	—	—	1	7.0	7
タラノキ	—	—	—	1	3.0	3
チヂミザサ	1	4.0	4	1	5.0	5
ミツバアケビ	—	—	—	1	5.0	5
ムラサキシキブ	1	12.0	12	—	—	—
ヤマフジ	1	18.0	18	4	11.5	15
草本sp.	1	4.0	4	—	—	—
計	53	6.3	—	59	4.3	—

注) 高さの計は、全個体の高さの平均値を示した。

表-8 2012年10月における下層植生実生の出現状況 5 m²全体

樹種	柵内 (10種)			柵外 (6種)		
	個体数	高さ (cm)	最大高 (cm)	個体数	高さ (cm)	最大高 (cm)
スダジイ	24	5.8	19	9	4.8	6
アカメガシワ	21	5.9	16	34	4.1	6
ウリカエデ	11	4.5	8	4	4.8	6
カラスザンショウ	9	11.1	35	1	5.0	5
ケヤキ	8	6.3	11	2	7.0	8
チヂミザサ	4	15.0	20	—	—	—
シロダモ	3	16.0	22	—	—	—
ムラサキシキブ	2	10.0	15	1	1.0	1
ヤマモミジ	2	4.5	5	—	—	—
ヤマフジ	1	18.0	18	—	—	—
計	85	7.3	—	51	4.4	—

注) 高さの計は、全個体の高さの平均値を示した。

が大きいほどその区域に狩猟圧が強かかったことを示している。

生息状況について推察すると、1998年度の捕獲分布から、オス、メスともに南但馬を分布の中心としているが、オスはすでに北但馬でも捕獲メッシュが存在し、広く薄い分布をしているのに対し、メスは南但馬に捕獲数の多いメッシュが集中し、狭く濃い傾向がある。矢部 (2007) によると、シカの行動の特徴として、メスは定住個体が多く、オスは移動する個体が多いと述べている。オスは、交尾期の9月

後半から11月前半にかけて季節移動するといわれており (矢部 2007)、シカの性別による分布の違いは、このような性別による行動様式の違いに起因するものと考えられる。また、絹巻神社の位置する日本海沿岸部東端のメッシュは1998年からすでにオス、メスともに捕獲されていることから、1990年代後半には、絹巻神社周辺にシカが生息していたことが明らかとなった。

5年後の2003年度、10年後の2008年度の捕獲分布をみると、オス、メスともに但馬北西部へ向かって

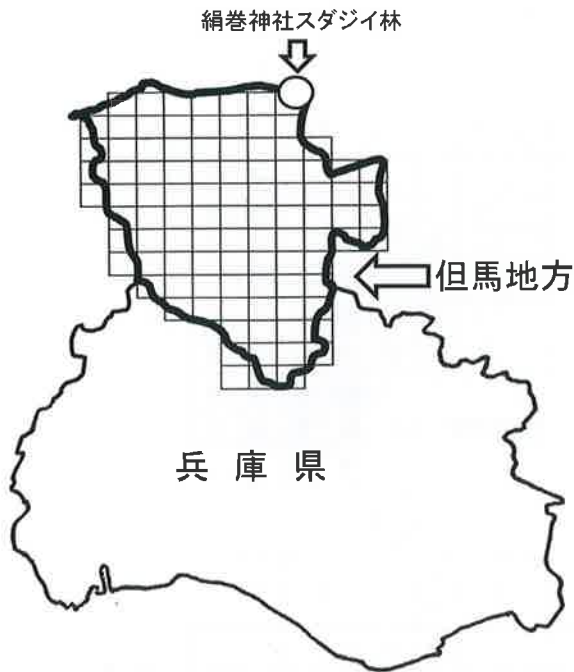


図-4 兵庫県但馬地方における狩猟期メッシュ地図
メッシュの一边は約5kmである。

生息域を拡大していることがわかる。また、メスにおいては、ドットの大きいメッシュが南但馬地方から北但馬地方へ北上して分布の中心域が北へ移行していた。さらに、1998年に多く捕獲されていた南但馬で捕獲数の少ないメッシュが目立ち出した。シカへの強い狩猟圧が南但馬に長年にわたり強くかかったためにシカの生息数の少ない区域も出始めており、シカの分布中心域で生息数が減少する傾向にあると思われる。シカ生息分布のドーナツ化現象が起きているとも考えられる。

但馬地方では、シカは生息域を北へ拡大しながら日本海沿岸部に定住して生息するようになったと思われる。絹巻神社スダジイ林一帯は、特定猟具使用禁止区域（銃器）に指定されており、その周辺の円山川下流域の多くは鳥獣保護区に指定されている。円山川下流域は国際的にも重要な湿地を含んでおり、2012年7月にラムサール条約に登録されたところである。狩猟の及ばない円山川下流域は、シカにとっては格好の逃げ込み場であると考えられる。今回の調査地一帯でシカ生息密度が約40頭/km²ときわめて高い値を示した要因として、絹巻神社スダジイ林が狩猟

を逃れたシカのたまり場となったと推察する。絹巻神社スダジイ林は、西側を円山川、北を日本海に囲まれた閉鎖した立地環境でもある。このことも、シカの生息密度を高めた要因であろう。これらの要因が重なり、高すぎるシカ生息密度となったことが植生に多大な影響を及ぼしたと考えられる。

(5) 今後の対策

絹巻神社スダジイ林におけるシカの植生被害対策として、今回の事例のように林冠ギャップにシカ排除柵を設置して、柵内の植生回復を図ることは効果的と思われる。シイノキ類は立木腐朽しやすいといわれており（上條 2009）、調査林分内でもスダジイ老齢木は内部が空洞になっている個体が多かった。このような個体は風で倒れやすく、林冠ギャップができやすいと考えられる。スダジイは、萌芽による更新が主体であり（上條 2009）、林冠ギャップができると倒れたスダジイの萌芽枝が急速に成長してギャップをすばやく塞ぐ。今回の調査で、シカはスダジイ地際萌芽の新芽をよく採食していた。また、毎木調査結果では、胸高直径5 cm以下のスダジイ萌芽の約半数がシカによる枝葉食害で枯死していた。スダジイ林の更新という観点からみると、林冠ギャップのスダジイ株を囲むようにシカ排除柵を設置することが望ましい。今回、柵を設置して1年後のスダジイ株を観察すると、多くの萌芽枝が再生していた（写真-6）。

一方、柵外でのシカの影響を排除しないと、いつまでも柵を設置、維持管理し続けることになる。そのため、シカの個体数管理は必要不可欠である。絹巻神社周辺は鳥獣保護区に指定されているが、植生回復のためのシカの捕獲が検討されてもよい。しかし、この区域はラムサール条約に登録されているように国際的にも貴重な鳥類の生息地でもあることから、銃器による駆除は鳥類を追い出すことにもなりかねない。シカの捕獲については、わなを用いるなどの配慮が必要であろう。

当面は、シカ排除柵設置による植生回復状況とシカの生息動向をモニタリングしていくことが必要と考える。

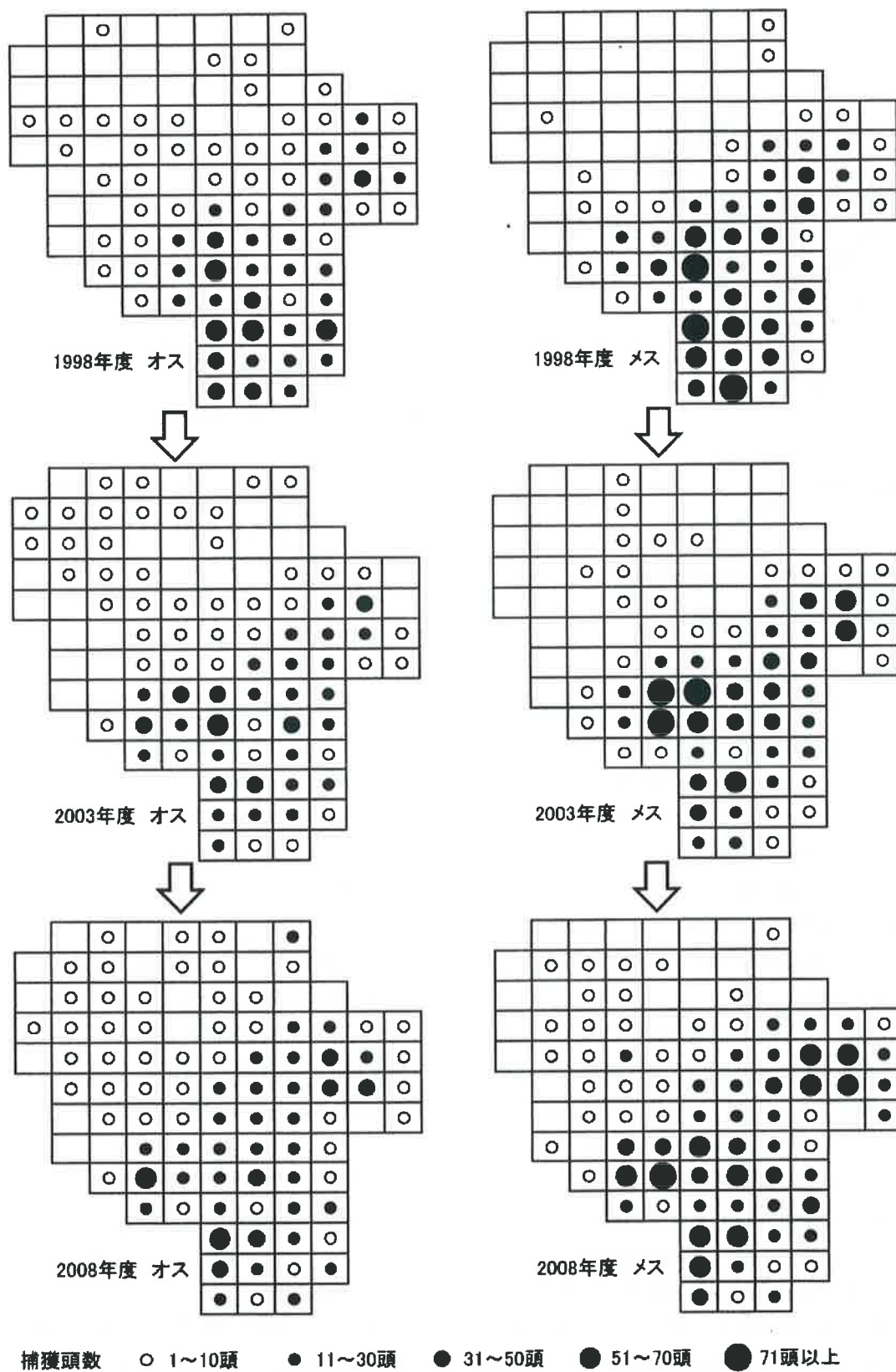


図-5 メッシュごとのシカ捕獲数の推移



写真-6 柵内のスダジイ萌芽更新の状況
柵設置1年後、2012年10月20日に撮影した。

4. 摘要

1. 兵庫県豊岡市絹巻神社スダジイ林でシカによる植生被害の実態を調査した。
2. スダジイの胸高直径5 cm以下の個体はすべて地際萌芽であったが、その半数はシカの食害により枯死していた。
3. 枝葉の採食はスダジイ、リョウブの萌芽に7月上旬に多く認め、樹皮の採食は、タブノキ、アカガシ、リョウブ、スダジイなど6樹種に7月下旬に集中して認めた。
4. 今回の植生調査結果と1978年の既存の植生調査結果と比較した。その結果、2011年は草本層の種数において40種が14種と約3分の1に減少し、草本層の植被率は70%から1%へと裸地化した状態で植生が衰退していた。一方、今回調査したシカ生息密度は、約40頭/km²ときわめて高かった。
5. シカ排除柵設置1年後の下層植生回復調査結果をみると、柵内は柵外に比べ個体数が30個体も多く出現し、植生が回復しつつあることが伺えた。
6. シカ生息分布調査の結果、シカの分布中心域は南但馬から北但馬へ北に拡大していた。
7. 円山川下流域の多くは、狩猟の及ばない鳥獣保護区に指定されている。絹巻神社スダジイ林は狩猟からのシカの逃げ込み場となり、当林分のシカの生息密度を高めたと推察された。このこ

とが、激しい植生被害が発生した要因として考えられた。

謝辞

この研究を行うにあたり、兵庫県立農林水産技術総合センター森林林業技術センターの山瀬敬太郎氏には、植生調査を進める過程で有益なご助言をいただいた。ここにお礼申し上げる。

引用文献

- 安藤正規・前地育代・柴田毅弍 (2001) 大台ヶ原におけるニホンジカ (*Cervus nippon*) による樹木剥皮発生の季節的变化. 中森研 49: 55~58
- 兵庫県 (1980) 絹巻神社のスダジイ林. (日本の重要な植物群落近畿版, 環境庁編), 56~57
- 池田浩一・遠藤 晃・岩本俊孝 (2006) 糞粒を用いたシカ生息密度の調べ方. 森林防疫 55: 169~176
- 上條隆志 (2009) スダジイ. (日本樹木誌1, 日本樹木誌編集委員会編, 日本林業調査会), 433~458
- 小泉 透 (2011) 深刻化するシカ問題—各地の報告から—拡大するシカの影響. 森林科学 61: 2~3
- 小南陽亮 (1999) 綾広葉樹林における落葉広葉樹の構成と更新. 日林九支研論文集 52: 75~76
- 尾崎真也・塩見晋一・上山泰代 (2001) 兵庫県南但馬地方におけるニホンジカの個体群動態(II)—メスジカの狩猟が個体群に及ぼす影響—. 森林応用研究 10-2: 105~109
- 尾崎真也 (2006) 兵庫県大河内町砥峰の天然林におけるニホンジカが及ぼす植生被害の実態. 森林応用研究 15: 41~46
- 自然環境研究センター (2000) 特定鳥獣保護管理マニュアル (ニホンジカ編), 東京
- 上山泰代 (1985) シカの被害防除に関する試験(IV)—シカの食餌植物とその嗜好性—. 日林関西支講 36: 275~278
- 矢部恒晶 (2007) シカの動きを追う. 山林 1479: 48~51

(2012. 11. 20 受付, 11. 27 掲載決定)

速報

岐阜県百年公園において観察されたシャクガの一種 (Geometridae; Larentiinae sp.) によるエドヒガン花序の被食被害

鶴田燃海¹・松本雄太²・近藤勇介³

1. はじめに

サクラ (バラ科サクラ属: *Cerasus*) は、春を代表する風物詩として古くから愛されてきた樹木の一つである。日本には10種の野生種とその亜種が自生するほか、ソメイヨシノ (*C. × yedoensis* 'Someiyoshino' Fujino) をはじめとする園芸品種が数多く知られている (大場ら 2007)。これらのサクラは、多くのチョウ目 (Lepidoptera) の幼虫の食樹となることが知られている (滝沢 2003a; 滝沢 2003b; 小林 2006)。野生のサクラにおいてもハマキガの季節消長が調べられるなど (昆野 2005)、これまで葉の食害が目立ってきた一方で、サクラの花序への虫害は筆者の知る限り報告がない。繁殖器官である花序の損害は天然更新に必要な次世代の欠乏を引き起こし、野生種においては重大な問題となりうる。

本報では、岐阜県百年公園内に植栽されたエドヒガン (*C. spachiana* Laval. ex E. Otto) において深刻な結実の低下が見られ、この原因として花序を食害するシャクガの一種を同定したので、これを報告する。

2. 材料と方法

(1) 試験地概要および結実状況

調査地の岐阜県百年公園は、関市小屋名の丘陵の二次林内に整備された、およそ100haの公園である (136.87°E, 35.47°N, 標高65~115m)。園内には自生または植栽されたサクラの野生種および園芸品種が、数多く生育する。エドヒガンは歩道に沿って18株が植えられ、これらの胸高直径 (DBH) は11.5~44.5cmであった。

エドヒガンは東北から九州まで日本に広く分布する野生種で、天然記念物に指定されるような大径木も多い。関東ではその名のとおり、春の彼岸の頃に開花する。調査地では、エドヒガンの開花は3月の中旬から下旬に見られ、その約一週間後にソメイヨシノが開花する (鶴田ら 2012a)。2009年から2012年にかけて、16株の開花を毎年確認しているが、一方でこれらのエドヒガンにはほとんど結実が見られない。2012年5月末に目視で観察を行ったところ、DBHの大きな4個体でのみ、わずかながら結実を確認した。園内のエドヒガンを花粉親 (鶴田ら 2012b) および種子親 (松本 未発表) に用いた人工交配実験では、正常に果実が実ることを確認していることから、この結実の欠如は不稔によるものではない。

(2) 幼虫の採集および飼育

開花後のエドヒガンの花序を観察すると、ほとんどの花序が花弁を残し雌蕊と雄蕊の被食を受けていた。また蕾の状態でも被食された花序があり、これらの食害により結実が大きく減少したと予測した。そこで、2012年3月末にエドヒガン3個体より50~70cmの開花直前の枝を無作為に5本ずつ採取し、実験室内で開花させた。花序を毎日観察し、全てのチョウ目の幼虫を採集した。

採集した幼虫のほとんどは、蕾および開花した花序でのみ見られた同一種の幼虫で、種同定のためにこれを飼育した。キムワイプ (日本製紙クレシア株式会社) を敷いたクリーンカップ容器 (内径: 10cm × 高さ: 10cm, リスパック株式会社) に幼虫を複数匹 (9~15匹) 入れ、エドヒガンの花序を餌として与えた。エドヒガンの花序は1.5~2cmほどの大き

さで、数日おきに20個ほどの花序を容器内に追加した。室温は26℃、14時間の明期と10時間の暗期の日長条件下で育てた。蛹化後、同様の条件で静置した。

3. 結果と考察

採取したエドヒガン3個体全てのサンプルから、体長5~10mm弱、背に緋色の縦すじが3本入ったチョウ目の幼虫が見つかった。腹脚は2対。幼虫は蕾または開花した花序のがく筒に頭からもぐりこみ、まず子房を採食する。このとき無防備にはみ出した腹部は、背の模様のためサクラの花序に擬態して見える(写真-1)。幼虫は子房を食べ尽くした後、雄蕊の葯を摂食する。蛹化するまでに、一匹あたり数十の花序を摂取した。

幼虫は採集からおよそ2週間後、多くが容器に敷いたキムワイプの下で、一部ががく筒内で蛹となり(写真-2)、約1ヶ月後に羽化した。成虫は前翅長9~10mmで、灰色の翅には細い波紋が入る(写真-3)。翅の模様は、ウラムオンアオナミシャク (*Chloroclystis subcinctata* Prout) や、幼虫がリンゴやナシの花序の害虫として知られるリンゴアオナミシャク (*Pasiphila rectangularata* Linnaeus) に似る。これら幼虫および成虫の形態的特徴より、本種をシャクガ科 (Geometridae) ナミシャク亜科 (Larentiinae) に同定した。成虫の形態に加え、バラ科植物の花序を食樹とする幼虫の生態はリンゴアオナミシャクと極めて似るが、一方で食樹は亜科のレベルで異なる。リンゴやナシとサクラはどちらもバラ科に含まれるが、前者はナシ亜科 (Maloideae)、後者はサクラ亜科 (Prunoideae) に分類される。Mair (2005) は、リンゴやナシで観察されたリンゴアオナミシャクの幼虫が、同所的に生育するサクランボやスモモなどのサクラ亜科の品種では観られなかったと報告している。食樹の違いに加え、幼虫の背の紋様の違いから(写真-1)、本報告種をリンゴアオナミシャクと同定するには至らなかった。

今回の飼育において我々は、ソメイヨシノの花序を与えた幼虫も正常に羽化することを確認している(鶴田 未発表)。ソメイヨシノはエドヒガンを片親

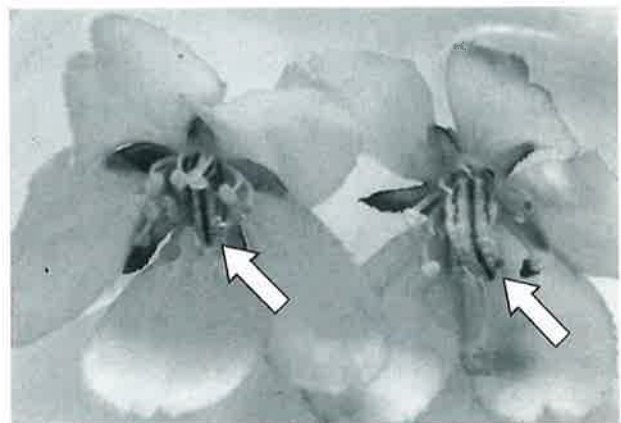


写真-1 エドヒガンの花序を食害するチョウ目の幼虫
がく筒にもぐりこみ、子房を食す幼虫(矢印)。縦すじの入った腹部(背中側)は、花に擬態しているように見える。



写真-2 採取からおよそ2週間後の蛹
写真中のスケール目盛りの単位はmm。

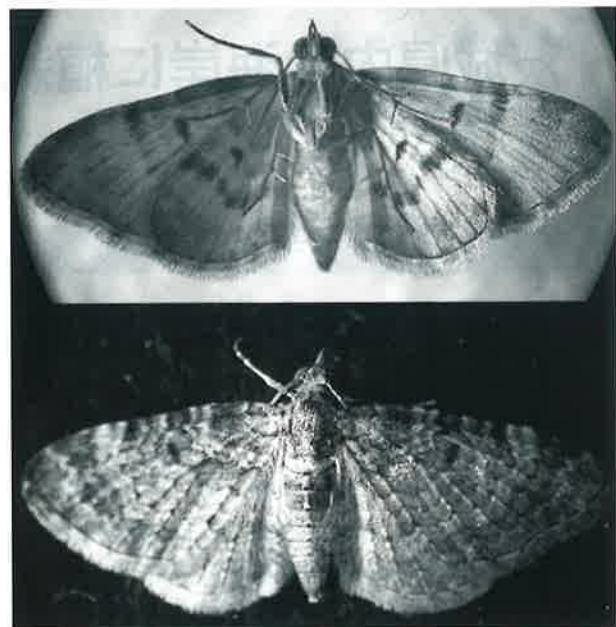


写真-3 成虫の翅の裏面(上)および表面(下)の模様

とする交雑種といわれることから (Ohta *et al.* 2006), 食樹となる可能性は十分にある。ソメイヨシノへの報告種の拡散は, 食害による未開花の蕾の増加や花序に残る黒い糞により, 花の観賞価値を著しく低下させうる。今後注意深く種の同定をするとともに, 他地域のエドヒガン, また同所的に生育するソメイヨシノをはじめとする他のサクラ属種における花序の被食被害の分布状況や, 本報告種の宿主選好性を早急に調べる必要がある。

引用文献

小林 明 (2006) 2006年の東京都におけるサクラ類の主な害虫. 樹木医学研究 11: 157~159
 昆野安彦 (2005) 野生サクラ属3種に葉巻を作るチョウ目幼虫の種構成と寄主選好性. 応動昆 49: 57~61
 Mair CT (2005) Hosts, pattern of seasonal emergence and flight, and new distributional records of Palearctic *Pasiphila rectangulata* (Lepidoptera: Geometridae) in the northeastern United

States. Ann Entomol Soc Am 98: 214~218
 大場秀章・川崎哲也・田中秀明・木原 浩 (2007) 新日本の桜. 山と溪谷社
 Ohta S, Osumi S, Katsuki T, Nakamura I, Yamamoto T, Sato Y (2006) Genetic characterization of flowering cherries (*Prunus* subgenus *Cerasus*) using *rpl16-rpl14* spacer sequences of chloroplast DNA. J Japan Soc Hort Sci 75: 72~78
 滝沢幸雄 (2003a) サクラの主要な病虫害5. 食葉性害虫(1). 林業と薬剤 164: 8~13
 滝沢幸雄 (2003b) サクラの主要な病虫害5. 食葉性害虫(2). 林業と薬剤 165: 5~13
 鶴田燃海・石川啓明・加藤珠理・向井 譲 (2012a) ソメイヨシノとサクラ属野生種との交雑範囲および遺伝子流動に影響する要因の推定. 日林誌 94: 229~235
 鶴田燃海・王 成・向井 譲 (2012b) ソメイヨシノの自家不和合性およびサクラ属野生種との交雑親和性に違いが生じる時期. 園学研 11: 321~325 (2012. 10. 23 受付, 2012. 12. 3 掲載決定)

都道府県だより

茨城県内の海岸に植栽した苗木のノウサギ被害防除について

〇はじめに

本県には約190kmに及ぶ長い海岸線があり, クロマツを主体とした約1,000haの海岸防災林が整備されていますが, マツ材線虫病の被害は未だ終息していない状況にあります。このため, 県林業技術センターでは, クロマツ以外の樹種で海岸林内の生育に適した広葉樹を検討することを目的に, 各種広葉樹のクロマツ林内への植栽試験を実施しています。

一方, 海岸部に植栽した苗木に, ノウサギによる食害被害(写真-1)が発生しています。この被害

を防除するため, 各種防除資材等を用いた実用的な防除手法を検討しました。

〇調査の方法

①防除資材(筒状防除資材・忌避剤・紙製被覆資材)および大苗植栽の効果の検討

平成20年春に, 鉾田市の海岸クロマツ林内のギャップ下に, 樹高約50cmのスダジイを植栽し, 各種のノウサギ被害防除試験(表-1および写真-2)を行いました。このほか, 大苗として樹高約1mのものを植栽しました。その後, これらのスダジイについ

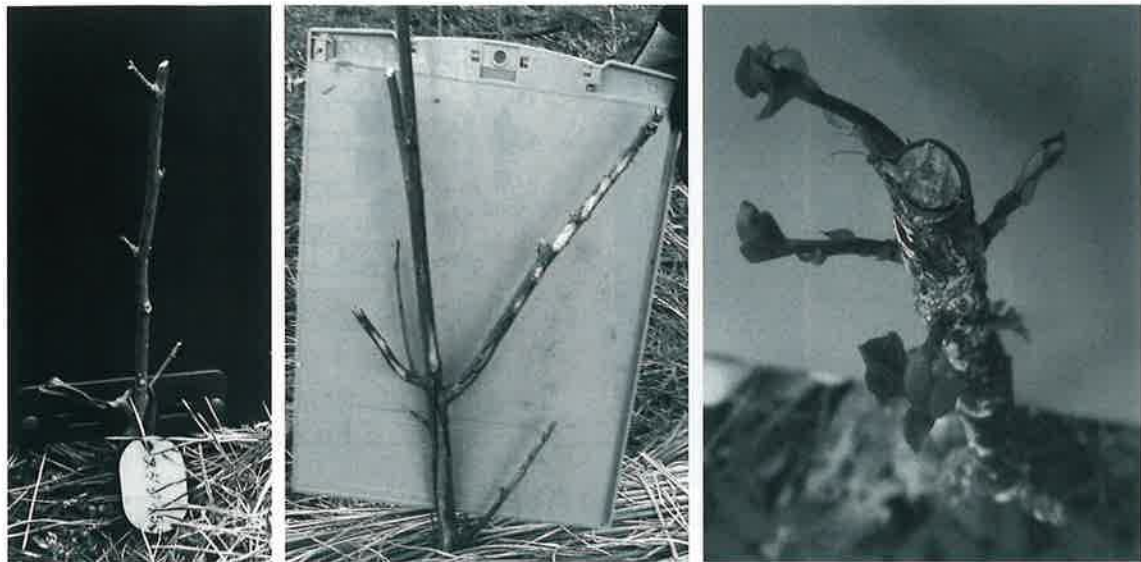


写真-1 ノウサギの被害を受けた植栽苗木

表-1 スダジイ植栽木へのノウサギ被害防除試験(注1)

試験区名	摘要	供試本数	被害本数	ノウサギ被害による枯死本数	生存本数 (うち健全本数)	被害度 (注2)	被害の概況
筒状防除資材区	筒状防除資材(商品名:ウッドガード・信濃化学工業株)を植栽時に設置	12	2	0	8 (8)	0.1	枯死は乾燥による。資材の通気孔から外に伸長した枝の一部に食害。
忌避剤区	ジラム水和剤3倍希釈液(薬剤名:コニファー水和剤・㈱日本グリーンアンドガーデン)を、H20年、21年6月および11月に、幹および枝葉全体に散布	12	12	11	1 (0)	4.9	薬剤散布後3ヵ月程度は効果あり。その後は効果なし。
紙製被覆資材区	植栽時に、4つ折りにした新聞紙を地際付近(地表から約20cm程度まで)に巻き付け、ホチキス止め	12	12	7	5 (0)	4.5	紙外に伸長した幹枝は全て食害。
大苗区	防除資材は設置せずに、苗高1m程度の大苗を植栽	12	12	0	10 (6)	2.8	枯死は乾燥による。幹切断被害(4個体)は地表から70cm以下、幹径10mm以下で発生。
対照区	無処理	12	12	12	0 (0)	5	食害により全て枯死。

注1) 大苗区以外の供試木は、苗高50cm程度のポット苗(大苗区は苗高1m程度のポット苗)

注2) 被害度:各個体の被害を0(被害無し)~5(枯死に至る被害)までの6段階で評価した値の平均値

て被害状況を観察し、各供試木の被害度を0(被害なし)~5(枯死に至る被害)の6段階で評価しました。

②防除資材(防獣ネット(写真-3))の効果の検討

平成22年3月に大洗町の海岸クロマツ林内のギャップ下に、スダジイおよびタブノキのポット苗を10本ずつ植栽しました。この植栽にあたっては、植栽地

全体を囲んで高さ90cm、16mm目合のネットを張り、地面との間に隙間が空かないよう、ネット下部をU字型のピンで固定しました。

また、対照区として、ネットの外側にもスダジイおよびタブノキのポット苗を植栽し、その後の被害状況を調査しました。



写真-2 試験に使用した防除資材等 (左から筒状防除資材区, 紙製被覆資材区, 大苗区)

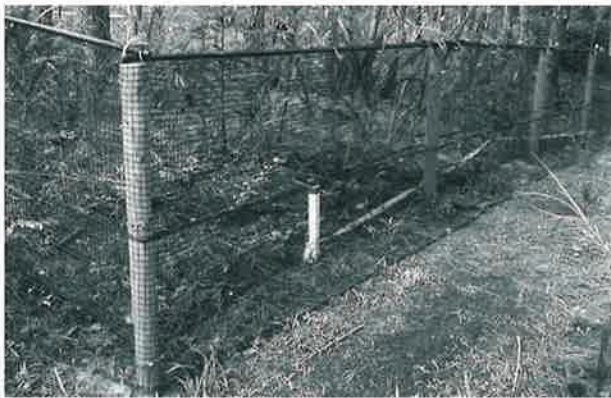


写真-3 試験に使用した防獣ネット

○結果および考察

①防除資材 (筒状防除資材・忌避剤・紙製被覆資材)

および大苗植栽の効果の検討

筒状防除資材設置区および大苗植栽区では、スタジイへのノウサギ被害による枯損はありませんでしたが、大苗では3割以上の個体が幹の切断被害を受けました (表-1)。幹切断は地表から70cm以下の高さ (図-1)、幹径10mm以下 (図-2) で発生しており、地表から70cm高の幹径が10mm以上の苗の植栽により被害を回避できるものと推察されました。

紙製被覆資材区および対照区では7割以上の個体が幹切断などにより枯死に至る被害を受け、生存木も甚大な被害を受け生育状況は極めて不良でした

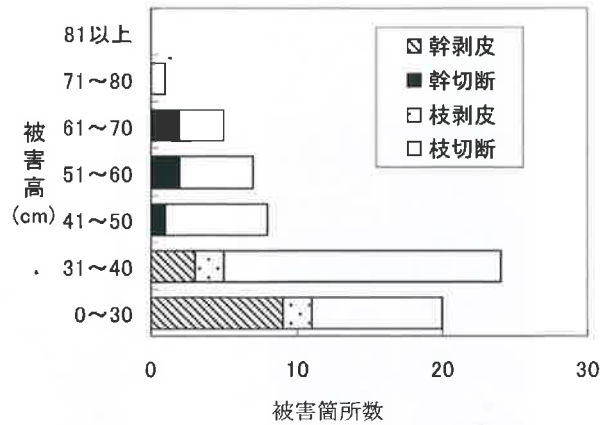


図-1 スタジイ大苗の被害高別・被害箇所数

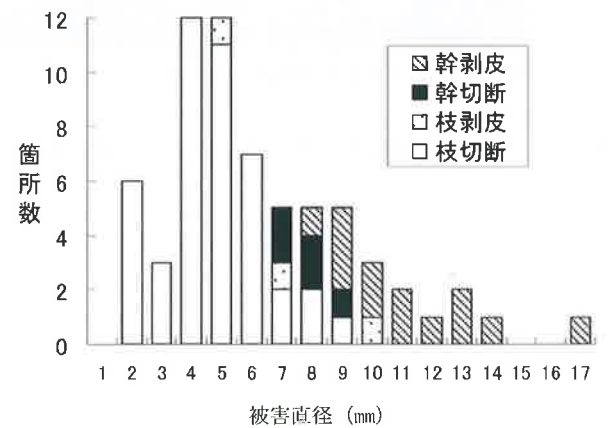


図-2 スタジイ大苗の被害部の直径別・被害箇所数

(表-1)。忌避剤区は、散布直後の防除効果はありましたが経時とともに効果が落ち被害度が高くなりました (表-1)。

②防除資材 (防獣ネット) の効果の検討

防獣ネット内の植栽では、スタジイ、タブノキともに全く被害が認められなかったのに対し、防獣ネット外の植栽では、両樹種の全個体がノウサギによる食害を受けていました。このため、ネット設置の顕著な効果が示唆されました。

③防除資材のコストの検討

本調査地におけるネットの施工経費は770円/mであったのに対し、海岸防災林造成事業の一部でも用いられている、①に供試した筒状防除資材の施工経費は約900円/本です。このため、例として1ha (50m×200m) の海岸防災林を、1,500本/haの密度で

植栽する場合、筒状防除資材の設置にかかる経費は約1350千円程度であるのに対し、50m四方毎に4ブロックに区切ってネット施工した際の経費は、約501千円程度と割安になります。ただしマツ材線虫病被害を受けた海岸林においてネットを施行した場合、マツの倒木によりネットの柵が倒壊する事例や、施工地によっては、ネット自体をノウサギに切断されることもあります。

このため、施工に際しては、倒木等による被害を最小限に抑えられるように、50m四方毎等ある程度

の面積に区切って施工すること、また、施工後に適切な管理を行うことが重要となります。

○終わりに

今回の結果は、植栽後2年目までのものであり、今後は、これらの資材の防除効果を引き続き調査し、より安価で効果的な防除方法を明らかにしていく計画です。

(茨城県林業技術センター)

森林病虫獣害発生情報：平成24年11～12月受理分

病害

〔マツ材線虫病…新潟県 村上市〕

121年生クロマツ天然林、2012年10月発見、被害面積0.36ha、被害本数187本（下越森林管理署村上森林事務所・中東敏之）

〔マツ材線虫病…新潟県 村上市〕

16～93年生クロマツ人工林、2012年10月発見、被害面積0.94ha、被害本数474本（下越森林管理署村上森林事務所・中東敏之）

〔マツ材線虫病…新潟県 村上市〕

8～93年生クロマツ人工林、2012年10月発見、被害面積

0.75ha、被害本数375本（下越森林管理署村上森林事務所・中東敏之）

〔マツ材線虫病…新潟県 村上市〕

121年生アカマツ天然林、2012年10月発見、被害面積0.26ha、被害本数130本（下越森林管理署村上森林事務所・中東敏之）

虫害：なし

獣害：なし

(森林総合研究所 佐橋憲生/伊藤賢介/小泉 透)

森林防疫

第62巻第1号(通巻第694号)
平成25年1月25日 発行(奇数月25日発行)

編集・発行人 佐藤重芳
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

http://bojyokyokai.main.jp/