

# 森林防疫

FOREST PESTS

— 森の生物と被害 —



## 目次

### 論文

東京都荒川河川敷において捕獲されたニホンジカのミトコンドリアDNAを用いた地域的な由来の推定

[久保田将之・永田純子・新井一司・小西清夏・溝口 康] ..... 3

### 解説

北海道でのカシノナガキクイムシの発見と今後の影響, 対策, 課題

[尾崎研一・上田明良・徳田佐和子・和田尚之・北島 博] ..... 7

### 解説

福島第一原発事故による野生きのこの放射性セシウム汚染について

[小松雅史] ..... 15

### 新刊紹介

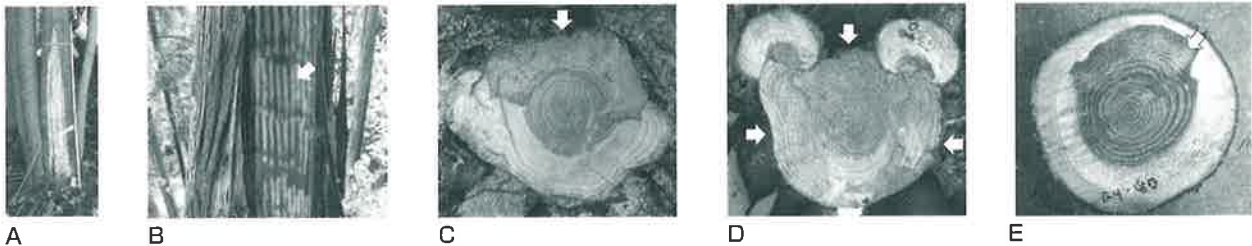
森林保護学の基礎

[中村克典] ..... 21

都道府県だより：大分県 ..... 23

協会だより：

どなたでも投稿できます！ ..... 25



[表紙写真] ニホンツキノワグマによるスギの剥皮被害と剥皮部に発生した腐朽

写真A：ニホンツキノワグマによるスギの剥皮被害

写真B：剥皮部におけるクマの歯跡と思われる痕跡（矢印）

写真C：被害木横断面上の辺材腐朽（矢印：剥皮部）

写真D：複数回（複数年）の剥皮を受けた被害木横断面上の辺材腐朽（矢印：剥皮部）

写真E：被害木上部の横断面上の辺材腐朽（矢印：腐朽部，周囲に剥皮は認められず，下部の剥皮部から腐朽が進展している）

ニホンツキノワグマ（以下、クマ）は、春から夏にかけてスギなどの主に針葉樹生立木の地際から数m上部までの樹皮を剥ぐことがある（写真A）。本行動はクマ剥ぎと呼ばれ、形成層を歯で削り取る採食行動の一環と考えられている。実際に、剥皮部にはクマの歯跡と思われる痕跡が観察される（写真B）。クマ剥ぎが幹周の大部分に及んだ場合には樹木は枯死する。枯死しない場合にも剥皮部から材内に変色や腐朽が発生するため（写真C）、被害木には材質劣化が生じ、木材としての経済的価値が損なわれる。しかし、剥皮後の腐朽状況に関する報告はわずかしくなく、クマ剥ぎによる経済的損失を正確に評価するためには剥皮後に生じる材質劣化も評価する必要がある。現在、我々はクマ剥ぎに起因する腐朽被害の調査を実施しているが、クマ剥ぎといっても一度の剥皮だけではなく、複数回（複数年）の剥皮による深刻な腐朽も確認される（写真D）。また、腐朽は剥皮部よりも上部に進展し（写真E）、外部から観察される剥皮範囲よりも広範囲に腐朽が生じる場合もある。獣害という観点だけでなく、腐朽病害としてもクマ剥ぎは林業上重要な問題であると考えられる。

（国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所 鳥居正人）

## 論文

# 東京都荒川河川敷において捕獲されたニホンジカのミトコンドリアDNAを用いた地域的な由来の推定

久保田将之<sup>1</sup>・永田純子<sup>2</sup>・新井一司<sup>3</sup>・小西清夏<sup>4</sup>・溝口 康<sup>5</sup>

## 1. はじめに

2020年6月3日に東京都足立区の荒川河川敷においてオスのニホンジカ (*Cervus nippon*) が捕獲された(図-1)。この個体は「ケープくん」と名付けられ、現在千葉県市原市の動物園「市原ぞうの国」において飼育されている。東京都では2018年8月にも立川市において1個体が捕獲されており(朝日新聞 2018)、近年、ニホンジカの個体数増加と生息域拡大に伴い、ニホンジカの市街地への出没がたびたび問題となっている。JR東日本八王子支社管内の中央線、青梅線および八高線では、列車とニホンジカをはじめとする野生動物の衝突事故も増加傾向にある(村松 2017)。また、ヒトにおいて死亡例が確

認されている重症熱性血小板減少症候群(SFTS)の原因ウイルスを持つマダニは、ニホンジカにも寄生する。2019年の時点ではSFTSの患者の発生は西日本に限定されているが、SFTSウイルス遺伝子陽性のマダニや抗体陽性動物(ニホンジカおよびイノシシ)は東北、関東甲信越でも確認されている(加藤 2019)。したがって、感染症拡大予防の点からも、市街地へ進出した野生動物の地域的な由来と移動経路を把握し、保護・管理に関わる具体策につなげることが重要である。

ミトコンドリアDNA(以下mtDNA)は細胞内小器官であるミトコンドリアが保有する独自のゲノムであり、多くの動物では母性遺伝し、核DNAのよ

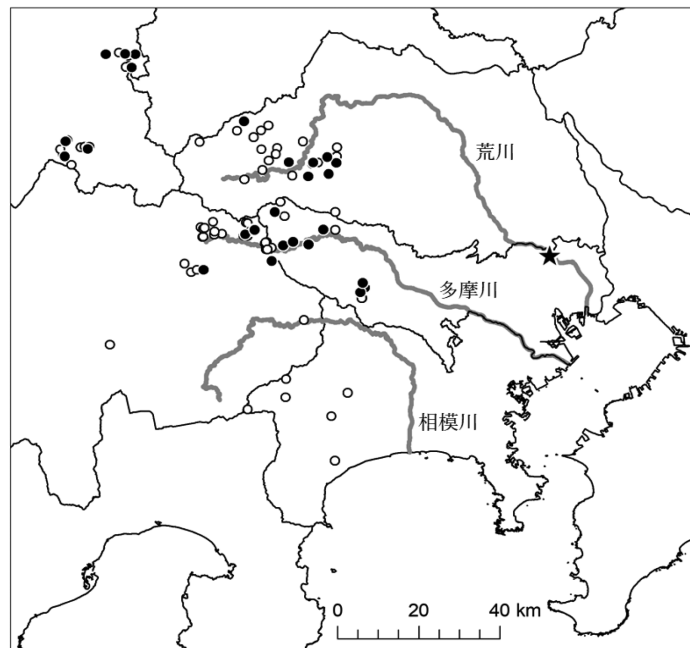


図-1 関東山地におけるmtDNA cytochrome *b*領域ハプロタイプの分布および今回捕獲されたシカ個体の捕獲位置  
●は捕獲されたシカ個体のハプロタイプであるHT02をもつ個体の捕獲位置、○はHT02以外のハプロタイプをもつ個体の捕獲位置、★は今回捕獲された個体の捕獲位置。

Estimation of regional origin using mitochondrial DNA of the sika deer caught in the Arakawa Riverbed in Tokyo, Japan

<sup>1</sup>KUBOTA Masayuki, 東京都農林総合研究センター; <sup>2</sup>NAGATA Junco, 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所;

<sup>3</sup>ARAI Kazushi, 東京都農林総合研究センター; <sup>4</sup>KONISHI Sayaka, 明治大学; <sup>5</sup>MIZOGUCHI Yasushi, 明治大学

うな組換えが起こらないため、系統解析において優れている（小池・松井 2003）。ニホンジカにおいても、国内外でmtDNAはD-loop領域やcytochrome *b* 領域を用いた母系解析や遺伝的多様性解析に使用されてきた（Nagata *et al.* 1995; Tamate 1998; Nagata *et al.* 1999; Yuasa *et al.* 2007; Barančková *et al.* 2012; Hata *et al.* 2018）。東京都において、シカの分布域は平成4年には関東山地の山岳地帯である奥多摩町から平成27年には東麓の八王子市にまで拡大している（東京都環境局 2017）。八王子市に生息するニホンジカについてmtDNAのD-loop領域を用いた遺伝子解析を行ったところ、丹沢山地を除いた関東山地の北部の個体群と同じ遺伝子型（ハプロタイプ）が検出されたことから、八王子で分布拡大をしている個体は関東山地北部に由来することが明らかになった（Hata *et al.* 2018）。このように、個体の地域的な由来の推定にはmtDNA遺伝子解析が有効であるため、今回捕獲されたシカ個体についてmtDNA塩基配列解析を行い、その結果に基づいて地域的な由来を推定した。

## 2. 材料と方法

2020年6月12日、市原ぞうの国において飼育されている、捕獲シカ個体の糞を採取し、DNA抽出を開始するまで $-20^{\circ}\text{C}$ で保管した。糞1粒からQIAamp Fast DNA Stool Mini Kit（株式会社キアゲン）を使用してDNAを抽出した。方法はプロトコルに従った。抽出したDNA原液 $1\mu\text{L}$ を鋳型とし、KOD-Plus-（東洋紡株式会社）を使用してmtDNAのcytochrome *b*領域のPCRを行った。反応液は $15\mu\text{L}$ とし、 $94^{\circ}\text{C}$  2分の熱変性後、 $94^{\circ}\text{C}$  30秒、 $52^{\circ}\text{C}$  30秒、 $72^{\circ}\text{C}$  1分のサイクルを40回繰り返す、その後 $72^{\circ}\text{C}$  7分の伸長反応を行った。PCRにはプライマーセット（フォワード: 5'-TTATTCTCACATGGAATCTA-3', リバーズ: 5'-CTATGGCTTCTTCCTTGAGT-3'）を使用した（溝口ら 2017）。PCR反応液をExoSAP-IT Express PCR Cleanup Reagents（サーモフィッシュサイエンティフィック株式会社）を使用して精製し、反応液 $1.2\mu\text{L}$ を $10\mu\text{M}$ の上記フォワードプ

ライマー $2.5\mu\text{L}$ 、および滅菌水 $8.5\mu\text{L}$ と混合し、株式会社マクロジェン・ジャパンに送付してシーケンスを委託した。上記フォワードプライマーに加え、補助プライマー（5'-TGGATCTGAGGGGGCTTCTC-3'; 溝口ら 2017）も使用して同様にシーケンスを委託した。

得られた塩基配列をMEGA5.2（Tamura *et al.* 2011）を用いて溝口ら（2017）で確認されたハプロタイプの塩基配列（1140 bp）と一緒にアラインメントした後、DnaSP 5.10（Librado and Rozas 2009）を用いて捕獲シカ個体のハプロタイプを特定した。

## 3. 結果と考察

得られた塩基配列のうち、5'側の300 bpほどは配列を正確に判別することができなかったが、残りの800 bpは溝口ら（2017）において確認されたcytochrome *b*のハプロタイプのうち、HT02と一致した（表-1）。このハプロタイプは長野県佐久市、南牧村、山梨県甲州市、丹波山村、埼玉県秩父市、横瀬町、東京都奥多摩町、八王子市の野生個体において確認されている（溝口ら 2017; 図-1）。HT02のハプロタイプをもつ東京都のシカ個体の捕獲位置と今回捕獲された個体の捕獲位置の最短直線距離は46km、同様の埼玉県の個体の捕獲位置と今回捕獲された個体の捕獲位置の最短直線距離は58kmであった。また、HT02のハプロタイプをもつ個体の分布域は丹沢山地を除く関東山地の北部にあたり、シカ個体が捕獲された荒川の水源にあたる。河川敷の河畔林はシカを含めた野生動物の生息地やコリドーとして利用されており（柳川 2015）、農地景観に生息するニホンジカにおいては、夏から秋にかけて河畔林の利用が多かったことが報告されている（大熊ら 2017）。これらのことから、今回捕獲されたシカ個体は関東山地北部の個体群に属し、荒川の河川敷とその周辺の緑地に沿って数十km単位の距離を移動してきたものと考えられる。

丸山（1981）は、日光におけるニホンジカの移動パターンからみた個体の類別を、定住個体、半定住個体、季節的移動個体、分散個体の4種類としてい



- Hata S, Konishi S, Yoshioka S, Arai K, Mizoguchi Y (2018) Identification of origin of sika deer (*Cervus nippon*) in recently expanded habitat areas in Tokyo Metropolis based on mitochondrial D-loop sequences. 関東森林研究 69 : 167 ~ 170
- 加藤康幸 (2019) 重症熱性血小板減少症候群 (SFTS) 診療の手引き. <http://dcc.ncgm.go.jp/prevention/resource/2019SFTS.pdf> (2021年2月7日参照)
- 小池裕子・松井正文 (2003) 生物進化と保全遺伝学. 保全遺伝学 (小池 裕子, 松井 正文編), pp.19 ~ 39, 東京大学出版会, 東京
- Librado P and Rozas J (2009) DnaSP v5: a software for comprehensive analysis of DNA polymorphism data, Bioinformatics 25 : 1451 ~ 1452
- 溝口 康・小西清夏・松田彩友美・畑 尚子・新井一司 (2017) 多摩川上流域に生息するニホンジカの遺伝構造・遺伝的多様性の評価. 公益財団法人とうきゅう環境財団 学術研究 VOL. 46-NO. 327 <https://foundation.tokyu.co.jp/environment/wp-content/uploads/2018/04/A327.pdf> (2021年2月22日参照)
- 丸山直樹 (1981) ニホンジカ *Cervus nippon* TEMMINCK の季節的移動と集合様式に関する研究. 東京農工大学農学部学術報告 23 : 1 ~ 85
- 村松権主磨 (2017) 電車衝突「鉄」で防ぐ. 東京新聞 1月18日朝刊 都心版
- Nagata J, Masuda R, Yoshida MC (1995) Nucleotide sequences of the cytochrome *b* and the 12S rRNA genes in the Japanese sika deer *Cervus nippon*. The Journal of the Mammalogical Society of Japan 20 : 1 ~ 8
- Nagata J, Masuda R, Tamate HB, Hamasaki S, Ochiai K, Asada M, Tatsuzawa S, Suda K, Tado H, Yoshida MC (1999) Two genetically distinct lineages of the sika deer, *Cervus nippon*, in Japanese islands: Comparison of mitochondrial D-loop region sequences. Molecular Phylogenetics and Evolution 13 : 511 ~ 519
- 大熊 勳・吉松大基・高田まゆら・赤坂卓美・柳川久 (2017) 北海道十勝地域の農地景観におけるニホンジカおよびアカギツネの河畔林利用頻度に影響する要因とその季節変化. 保全生態学研究 22 : 63 ~ 73
- Perrin N and Mazalov V (2000) Local competition, inbreeding, and the evolution of sex-biased dispersal. The American Naturalist 155 : 116 ~ 127
- 瀧井暁子 (2013) 中部山岳地域におけるニホンジカの季節移動に関する研究. 信州大学審査学位論文
- Tamate HB, Tatsuzawa S, Suda K, Izawa M, Doi T, Sunagawa K, Miyahira F, Tado H (1998) Mitochondrial DNA variations in local populations of the Japanese sika deer, *Cervus nippon*. Journal of Mammalogy 79 : 1396 ~ 1403
- Tamura K, Peterson D, Peterson N, Stecher G, Nei M, Kumar S (2011) MEGA5: Molecular evolutionary genetics analysis using maximum likelihood, evolutionary distance, and maximum parsimony methods. Molecular Biology and Evolution 28 : 2731 ~ 2739
- 東京都環境局 (2017) 第5期東京都第二種シカ管理計画. [https://www.kankyo.metro.tokyo.lg.jp/basic/plan/nature/deer\\_protection.files/5th\\_deer\\_plan.pdf](https://www.kankyo.metro.tokyo.lg.jp/basic/plan/nature/deer_protection.files/5th_deer_plan.pdf) (2020年10月1日参照)
- 山崎晃司・古林賢恒 (1995) 西丹沢における若齢オスニホンジカの分散の一例. 日林誌 77 : 305 ~ 313
- 柳川 久 (2015) 十勝平野の河畔林と防風林: シカ・キツネ・クマの通り道? (第47回大会公開シンポジウム記録 都市近郊の生物多様性保全と都市に侵入する野生動物問題). 森林野生動物研究会誌 40 : 35 ~ 39
- Yuasa T, Nagata J, Hamasaki S, Tsuruga H, Furubayashi K (2007) The impact of habitat fragmentation on genetic structure of the Japanese sika deer (*Cervus nippon*) in southern Kantoh, revealed by mitochondrial D-loop sequences. Ecological Research 22 : 97 ~ 106

(2021.5.26.受理)

## 解説

# 北海道でのカシノナガキクイムシの発見と今後の影響, 対策, 課題

尾崎研一<sup>1</sup>・上田明良<sup>2</sup>・徳田佐和子<sup>3</sup>・和田尚之<sup>4</sup>・北島 博<sup>5</sup>

## 1. はじめに

ナラ枯れを引き起こす害虫であるカシノナガキクイムシ (*Platypus quercivorus*) は、日本、台湾、インド、インドネシア、ニューギニア、タイ、ベトナムに分布することが知られている (Wood and Bright 1992; 野淵 1993b, Beaver 2016)。つまり日本は世界的な分布の北限にあたる。日本国内では本州、九州、四国と佐渡島、対馬、伊豆諸島、屋久島、琉球諸島といった島しょに生息するが、これまで北海道での生息は確認されていなかった (加辺 1960; 野淵 1993a; Hamaguchi and Goto 2010; 上田 2012)。

ナラ枯れによる全国の被害量 (材積) は2010年度にピークとなった後、減少傾向にあったが、2018年度から再び増加し2020年度には速報値ではあるが18.5万 m<sup>3</sup>に達している (林野庁 2021)。特に東北地方ではナラ枯れの被害地域が北上しており、2019年度には青森県内で被害量が急増した。この年の青森県内での被害は主に秋田県との県境付近で生じたが、2020年度には被害がさらに北上し、津軽半島の中央部にまで達した。津軽半島と北海道南端の渡島半島とは津軽海峡をはさんで約20kmしか離れていないため、被害地の北上に伴うカシノナガキクイムシの北海道への侵入が危惧された。そこで、北海道の最南端地域でフェロモントラップを使ってカシノナガキクイムシの生息状況を調べた結果、少数の成虫が捕獲された (Ozaki *et al.* 2021)。

本稿ではこの調査の概要と、ナラ枯れが北海道で発生した場合の影響、現段階での対策への取組、および今後の課題について述べる。

## 2. 道南での生息調査

調査は北海道松前町、福島町、知内町で行い、ミ

ズナラが生育する森林20カ所を調査地点とした (図-1)。これらの調査地点は北海道の最南端に位置する白神岬から30kmの範囲内にあり、海岸からは5km以内で、それぞれの地点間は700m以上離れていた。各調査地点にカシノナガキクイムシの誘引トラップ (サンケイ式昆虫誘引器 (透明)) を1基ずつ設置した (図-2)。各トラップには合成フェロモン剤 (カシナガコールL, サンケイ化学製) を1個と、フェロモンの誘引効果を増加させる協力剤である50%エタノールが50ml入ったボトルを1個、取り付けた。フェロモントラップの設置は2020年7月初旬に行い、1ヶ月後に回収してカシノナガキクイムシの捕獲状況を調べた。

調査の結果、20カ所の調査地点のうち松前町と福島町の4地点で合計5個体 (雄2個体、雌3個体) のカシノナガキクイムシが捕獲された (図-3)。これらの個体は雌の前胸背の円孔と、雄の上翅後端の突起の形状からカシノナガキクイムシと同定した。これは、北海道でのカシノナガキクイムシの初記録である。捕獲された5個体のうち3個体は海岸から1~2kmの地点で捕獲された。一方、残りの2個体は海岸から5km離れた地点で捕獲された。調査期間中と調査終了後の9月中旬にミズナラの被害状況を調べたが、ナラ枯れによって枯死したミズナラは確認されなかった。

北海道でフェロモントラップを用いたカシノナガキクイムシの調査が行われたのは今回が初めてである。そのため、本種が北海道に侵入した時期は不明である。また、もともと北海道には低密度で生息していたが、発見するのが難しいために確認されていなかった可能性もある。今後、調査地域を広げ、遺伝解析などの方法によって、北海道のカシノナガキ

First report of *Platypus quercivorus* in Hokkaido and its possible influence, management and issue

<sup>1</sup>OZAKI, Kenichi, 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所 北海道支所; <sup>2</sup>UEDA, Akira, 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所 北海道支所; <sup>3</sup>TOKUDA Sawako, 地方独立行政法人 北海道立総合研究機構 林業試験場; <sup>4</sup>WADA Hisayuki, 地方独立行政法人 北海道立総合研究機構 林業試験場; <sup>5</sup>KITAJIMA Hiroshi, 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所

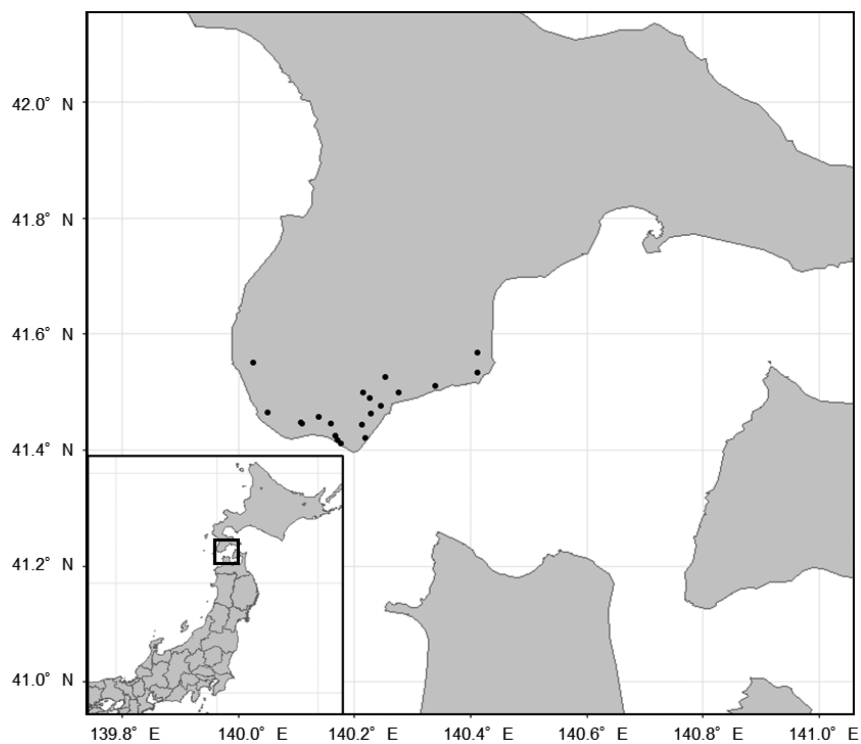


図-1 調査地点の地図

黒点は調査地点を示す.



図-2 カシノナガキイムシの誘引トラップ

屋根からぶら下がっている手前がフェロモン剤(矢印)で、奥が50%エタノールの入ったボトル.





図-3 北海道で捕獲されたカシノナガキクイムシ  
左：オス，右：メス

クイムシの由来を調べる必要がある。

### 3. ナラ枯れが北海道で発生した場合の影響

北海道に生育するナラ類はミズナラ，コナラ，カシワの3種である。この3樹種はいずれもナラ枯れに弱いことが知られている (Murata *et al.* 2005；村田ら 2020)。特にミズナラは枯死率が高く (小林・上田 2005)，ミズナラが優占する林は激害になりやすい (齊藤・柴田 2012；中島・松浦 2015)。

北海道のナラ類の蓄積は約6千万 $\text{m}^3$ であり，森林蓄積の7%を占める (北海道水産林務部 2021)。この中でミズナラが最も分布範囲が広く北海道全域に生育し，蓄積も多い。これまで北海道では豊富な広葉樹資源を利用して，突き板や家具等に用いられる広葉樹大径材が生産されてきた。特にミズナラはナラ材として家具やフローリングに用いられており，それに加えて最近ではウイスキー樽用材として，大径材への需要が拡大している (嶋瀬 2020)。大径木ほどカシノナガキクイムシの穿入が多く枯死しやすいことから (衣浦 1994；小林・上田 2002；伊東ら 2009)，今後もし北海道内にナラ枯れ被害が拡大すると，ミズナラ大径材の生産に支障をきたす恐れがある。本

州以南では，薪炭林のような短伐期施業が減少し，ナラ林が放置され高齢化してきたことがナラ枯れを促進する一因と考えられている。そのため高齢化したナラ林を伐採し若返らせることで，被害を受けにくくする施業が推奨，実施されている (日本森林技術協会 2015)。しかし北海道でこのような施業を行うと，長期間をかけて育てるミズナラの大径材が生産できなくなる恐れがある。

また，ミズナラは北海道の森林でドングリを生産する主要な樹種である。ドングリは野生動物や昆虫にとって重要な食物資源であるため，ナラ枯れが拡大した場合には，林業だけでなく森林の生物多様性や生態系に与える影響も大きいと考えられる。以上のことから，もし北海道でナラ枯れが発生し被害が拡大した場合，その影響は大きくなる可能性が高い。

### 4. 対策への取組

現在は北海道でカシノナガキクイムシの生息が確認された段階であり，ミズナラ，コナラ，カシワの3樹種のいずれにおいてもナラ枯れ被害木は確認されていない。しかし，ナラ枯れは被害が拡大し多数の枯死木が発生してからでは，被害を抑えるのが困

難なことがある（日本森林技術協会 2015）。そのためナラ枯れ対策は被害拡大前の初期対応が重要になる。

このことから、これまでに行政（北海道・北海道森林管理局）と研究機関（森林総合研究所北海道支所・道総研林業試験場）で打合せを行い、情報収集、連絡体制を整備するとともに、ナラ枯れが発生した場合は被害木の早期発見と防除を行う実施体制を作りはじめている。そのなかでカシノナガキクイムシの生息状況については、2021年度は渡島半島での生息状況の調査範囲を広げて調査する予定である。また、その後もカシノナガキクイムシの生息状況を継続的に調査することが重要である。

次に、ナラ枯れ被害木の早期発見については、森林所有者や一般住民から情報を提供してもらうためのチラシを北海道水産林務局林務局森林整備課で作成した。このチラシは関係機関を通して配布するとともに、北海道などのホームページに掲載している。

## 5. 今後の課題

以上、北海道の現状を紹介したが、それをふまえて今後の課題だと思われる3つの点について検討する。

### (1) 温暖化にともなう被害発生予測

第一の課題は、北海道内で今後、被害が発生する可能性のある場所を予測することである。カシノナガキクイムシの被害発生予測については、これまでに本州以南でナラ枯れが発生する危険性のある植生分布が地図化されている（近藤・加賀谷 2014）。また、当年の被害発生地と気象、植生データから、翌年の被害発生地を予測する統計モデルが開発されている（山中・近藤 2014；Kondoh *et al.* 2015）。一方、近年の東北地方での被害地の北上には気温の上昇が関係している可能性がある。そのため、温暖化によって気温が上昇した場合、北海道内で潜在的な被害地がどのように広がるのかを予測することが重要だと考えられる。

このような温暖化にともなう将来予測については、

他種の養菌性キクイムシでは、現在の気象データを用いて種の分布適地を推定するモデルを作成し、それに温暖化後の気象データをあてはめることで将来の潜在生息域が予測されている（Ge *et al.* 2017；Urvois *et al.* 2021）。また、北米西海岸のマツ林に甚大な被害を与えている樹皮下穿孔性キクイムシであるアメリカマツノキクイムシ（*Dendroctonus ponderosae*）（加賀谷ら 2016）では、生活環や低温耐性を考慮した気象モデルを作成し、温暖化による被害地の拡大が予測されている（Safranyik *et al.* 2010；Cooke and Carroll 2017）。カシノナガキクイムシにおいても、温暖化の影響を含めた潜在的な被害地の予測が可能になれば、被害の早期発見やリスク評価、今後の対策の策定に役立つだろう。

### (2) 本州からの移入の推定

第二の課題は、本州から移入する成虫の推定である。カシノナガキクイムシ成虫の移動や分散については、これまでに林分内での短距離移動が調べられてきた（Esaki *et al.* 2002；Igeta *et al.* 2003, 2004）。しかし、林冠より高い所を飛翔し、林分間を移動するような長距離移動については調べられておらず、本州から津軽海峡を越えて北海道への移動を推定することは現段階では難しい。

一方、昆虫の長距離移動は近年、レーダーを使って調べられている（Chapman *et al.* 2011）。キクイムシ類に関しては、Jackson *et al.* (2008) はアメリカマツノキクイムシを対象に、気象レーダーと飛行機による昆虫採集を組み合わせ成虫の飛翔時間や飛翔高度を調べた。このような長距離移動では、昆虫は基本的に自力で飛ぶというよりも風に乗って風下の方向に移動する（Jones *et al.* 2019）。そのため飛翔高度での風速と飛翔時間をかけ合わせることで移動距離が推定できる。アメリカマツノキクイムシの場合、この方法によると30～110kmもの長距離を移動すると推定された。さらに飛翔個体数も推定した結果、移入先の面積あたりにすると約5000個体/haとなり、これは移入先で約9本/haのマツを枯死させることができる個体数だと試算している（Jackson

*et al.* 2008)。

一般に脱出直後のキクイムシ類には正の走光性があり、それによって上方に移動して林冠より上に到達した成虫が長距離移動を行う (Jones *et al.* 2019)。長距離移動する成虫の割合について、アメリカマツノキクイムシでは脱出成虫の約2.4%と推定されている (Safranyik *et al.* 1992)。カシノナガキクイムシも脱出直後の成虫は正の走光性をもつため (Igeta *et al.* 2003; Pham *et al.* 2017)、一部の個体は長距離移動を行うと考えられる。その場合の飛翔高度と飛翔時間が分かれば、飛翔高度における脱出日の風向、風速から移動方向と移動距離が推定できるだろう。また、本州の被害林分での脱出成虫数が推定できれば、どれくらいの個体数が津軽海峡を越えて北海道に移入するのかを試算することが可能になるはずである。このような移入個体の推定は、被害の早期発見だけでなく、次に述べる防除対策の検討にも重要な情報をもたらす。

### (3) 現段階で可能な防除対策

第三の課題は、被害発生前の防除である。前述のように、ナラ枯れ対策は被害拡大前の初期対応が重要であり、具体的には枯死木が1～10本/ha程度の微害のあいだに防除を行うことが勧められている (日本森林技術協会 2012)。これをもう一步進めて、カシノナガキクイムシが孤立して低密度で生息しているが被害は未発生段階で、何らかの防除対策を実施することにより被害の発生を未然に阻止することはできないだろうか。ナラ枯れの発生には成虫の樹幹への大量穿孔が必要なため (升屋・山岡 2012)、大量穿孔によって枯死を引き起こす密度以下に個体数を抑制すれば、枯死木の発生を阻止できると考えられる。ただし、この段階での防除はこれまで実施されていないため、従来の防除法の有効性を検討するか、または新たな方法を開発する必要がある。

前述のように北海道の場合、カシノナガキクイムシが侵入害虫である可能性がある。一般に侵入害虫の場合、侵入初期に根絶を目指すのが1つの目標となる (Liebhold *et al.* 2016)。また、根絶が難しい

場合でも、なるべく早期に対策を実施した方が費用対効果が高くなる (Brockerhoff *et al.* 2010)。具体的な防除方法としては薬剤散布、誘引物質を用いた大量捕獲 (もしくは誘引殺虫)、寄主の除去等があげられる (Suckling *et al.* 2014)。その中で誘引物質を用いた大量捕獲は、侵入初期の低密度で孤立した個体群に対して効果的だとされている (Suckling *et al.* 2014; Liebhold *et al.* 2016)。なお、低密度個体群の場合、捕獲される数は大量ではないこともあるが、それでも用語としては「大量捕獲 (mass trapping)」が用いられている。

樹皮下穿孔性キクイムシ類の場合、在来種の大発生に対して、誘引物質として合成フェロモン剤を用いた大規模な大量捕獲が1970年代から欧米で行われてきた。その結果、枯死被害が軽減したという報告と、そうではないという報告がある (El-Sayed *et al.* 2006)。また、トウヒ類の害虫であるヤツバキクイムシ (*Ips typographus*) では、合成フェロモン剤による大量捕獲は、大発生個体群の抑制よりも未被害地での枯損予防に効果的だとみなされている (Wermelinger 2004)。

El-Sayed *et al.* (2006) によると、大量捕獲の効果に影響する要因としては、①誘引物質の誘引力 (天然の誘引源に匹敵するか)、②トラップの配置と数 (十分な数を適切に配置しているか)、③害虫の個体群密度 (低密度ほど効果的)、④害虫の移出入 (孤立個体群ほど効果的) などがあげられる。①の誘引物質の誘引力に関しては、カシノナガキクイムシの合成フェロモン剤の誘引力はあまり高くないとされているが (Kamata *et al.* 2008)、被害が未発生状況では天然の誘引源が少ないため、被害発生後よりも誘引効果が期待できるかもしれない。③の個体群密度については、カシノナガキクイムシの場合でも低密度の方が有効だと考えられる。また、④の害虫の移出入、特に移入個体の数は大量捕獲が効果を発揮するために重要な要因である。そのため、上述の長距離移動の推定の結果、本州から多数の個体が飛来すると考えられる場合には、大量捕獲による個体群の抑制は難しいだろう。

これらの要因の影響も含めて大量捕獲の防除効果

を定量的に評価するには、個体群動態モデルが有効である (El-Sayed *et al.* 2006)。樹皮下穿孔性キクイムシでは、個体の増殖や死亡、分散、寄主木の分布などを取り入れた個体ベースモデルが作成されており、モデルを用いた枯死木分布の計算や、防除効果の推定が行われている (Fahse and Heurich 2011; Bone and Altaweel 2014)。カシノナガキクイムシにおいても、このようなモデルがあれば、個体群の抑制にはどのような対策が有効なのかを検討することができるだろう。

## 6. おわりに

くり返しになるが、現在、北海道ではナラ枯れ被害木は確認されていない。今後、もしナラ枯れが発生・拡大した場合、その影響は大きくなる可能性が高い。また林業や森林生態系に影響を及ぼすため、単木レベルよりも林分レベルでの対策が求められるようになるだろう。本州以南とはこのような違いに加えて、ナラ枯れに弱い樹種の蓄積が大きい、カシノナガキクイムシが侵入害虫である可能性、寒冷地であるといった自然条件にも違いがある。このような地域的な特性を考慮して、それに合った対策を立てて実施していくことが重要だと考えている。

## 謝辞

本研究は国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所交付金プロジェクト (課題番号 202106) により実施した。国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所 北海道支所の山中聡氏、地方独立行政法人 北海道立総合研究機構 林業試験場の小野寺賢介氏、地方独立行政法人 青森県産業技術センター 林業研究所の伊藤昌明氏と2名の査読者には原稿を読んでコメントを頂いた。ここにお礼申し上げる。

## 引用文献

Beaver RA. (2016) The Platypodinae ambrosia beetles of Laos (Coleoptera: Curculionidae: Platypodinae). *Entomol Basiliensia et Collectionis*

Frey 35 : 487 ~ 504

- Bone C, Altaweel M (2014) Modeling micro-scale ecological processes and emergent patterns of mountain pine beetle epidemics. *Ecol Model* 289 : 45 ~ 58
- Brockerhoff EG, Liebhold AM, Richardson B, Suckling DM (2010) Eradication of invasive forest insects: concepts, methods, costs and benefits. *N Z J For Sci* 40(Suppl) : S117-S135
- Chapman JW, Drake VA, Reynolds DR (2011) Recent insights from radar studies of insect flight. *Annu Rev Entomol* 56 : 337 ~ 356
- Cooke BJ, Carroll AL (2017) Predicting the risk of mountain pine beetle spread to eastern pine forests: considering uncertainty in uncertain times. *For Ecol Manage* 396 : 11 ~ 25
- El-Sayed AM, Suckling DM, Wearing CH, Byers JA (2006) Potential of mass trapping for long-term pest management and eradication of invasive species. *J Econ Entomol* 99 : 1550 ~ 1564
- Esaki K, Kamata N, Kato K (2002) A sticky screen trap for surveying aerial populations of the ambrosia beetle *Platypus quercivorus* (Coleoptera : Platypodidae). *Appl Entomol Zool* 37 : 27 ~ 35
- Fahse L, Heurich M (2011) Simulation and analysis of outbreaks of bark beetle infestations and their management at the stand level. *Ecol Model* 222 : 1833 ~ 1846
- Ge X, Jiang C, Chen L, Qiu S, Zhao Y, Wang T, Zong S (2017) Predicting the potential distribution in China of *Euwallacea fornicates* (Eichhoff) under current and future climate conditions. *Scientific Reports* 7 DOI: 10.1038/s41598-017-01014-w
- Hamaguchi K, Goto H (2010) Genetic variation among Japanese populations of *Platypus quercivorus* (Coleoptera: Platypodidae), an insect vector of Japanese oak wilt disease, based on

- partial sequence of nuclear 28S rDNA. Appl Entomol Zool 45 : 319 ~ 328
- 北海道水産林務部 (2021) 平成30年度北海道林業統計. <http://www.pref.hokkaido.lg.jp/sr/sum/kcs/rin-toukei/30rtk.htm>, 2021.03.26ダウンロード
- Igeta Y, Esaki K, Kato K, Kamata N (2003) Influence of light condition on the stand-level distribution and movement of the ambrosia beetle *Platypus quercivorus* (Coleoptera : Platypodidae). Appl Entomol Zool 38 : 167 ~ 175
- Igeta Y, Esaki K, Kato K, Kamata N (2004) Spatial distribution of a flying ambrosia beetle *Platypus quercivorus* (Coleoptera : Platypodidae) at the stand level. Appl Entomol Zool 39 : 583 ~ 589
- 伊東宏樹・五十嵐哲也・衣浦晴生 (2009) 京都市京北地域におけるナラ類集団枯損による林分構造の変化. 日林誌 91 : 15 ~ 20
- Jackson PL, Straussfogel D, Lindgren BS, Mitchell S, Murphy B (2008) Radar observation and aerial capture of mountain pine beetle, *Dendroctonus ponderosae* Hopk. (Coleoptera : Scolytidae) in flight above the forest canopy. Can J For Res 38 : 2313 ~ 2327
- Jones KL, Shegelski VA, Marculis NG, Wijerathna AN, Evenden ML (2019) Factors influencing dispersal by flight in bark beetles (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae): from genes to landscapes. Can J For Res 49 : 1024 ~ 1041
- 加辺正明 (1960) 日本産キクイムシ類の加害樹種と分布. 前橋営林局, 前橋
- 加賀谷悦子・上田明良・升屋勇人・神崎菜摘 (2016) アメリカマツノキクイムシ (コウチュウ目: キクイムシ科) の生態と随伴生物: 日本への侵入リスクの考察のために. 応動昆 60 : 77 ~ 86
- Kamata N, Esaki K, Mori K, Takemoto H, Mitsunaga T, Honda H (2008) Field trap test for bioassay of synthetic (1S,4R)-4-isopropyl-1-methyl-2-cyclohexen-1-ol as an aggregation pheromone of *Platypus quercivorus* (Coleoptera: Platypodidae). J For Res 13 : 122 ~ 126
- 衣浦晴生 (1994) ナラ類の集団枯損とカシノナガキクイムシの生態. 林業と薬剤 130 : 11 ~ 20
- 小林正秀・上田明良 (2002) 京都府内におけるナラ類の集団枯損の発生要因解析. 森林防疫 51 : 62 ~ 71
- 小林正秀・上田明良 (2005) カシノナガキクイムシとその共生菌が関与するブナ科樹木の萎凋枯死 - 被害発生要因の解明を目指して -. 日林誌 87 : 435 ~ 450
- 近藤洋史・加賀谷悦子 (2014) ナラ枯れ被害発生ポテンシャルの広域空間分布. 森林防疫 63 : 221 ~ 224
- Kondoh H, Yamanaka T, Saito S, Shoda-Kagaya E, Makino S (2015) Development of a hazard map for oak wilt disease in Japan. Agric For Entomol 17 : 205 ~ 213
- Liebholt AM, Berec L, Brockerhoff EG, Epanchin-Niell RS, Hastings A, Herms DA, Kean JM, McCullough DG, Suckling DM, Tobin PC, Yamanaka T (2016) Eradication of invading insect populations: from concepts to applications. Annu Rev Entomol 61 : 335 ~ 352
- 升屋勇人・山岡裕一 (2012) キクイムシの加害様式と随伴菌の病原性との関係. 日林誌 94 : 316 ~ 325
- Murata M, Yamada T, Ito S (2005) Changes in water status in seedlings of six species in the Fagaceae after inoculation with *Raffaelea quercivora* Kubono et Shin-Ito. J For Res 10 : 251 ~ 255
- 村田政穂・山田利博・伊藤進一郎 (2020) ブナ科樹木萎凋病菌 *Raffaelea quercivora* に対するブナ科9樹種の感受性. 樹木医学研究 24 : 87 ~ 91
- 中島春樹・松浦崇遠 (2015) 「ナラ枯れ」はその後どうなったのか? . 富山県農林水産総合技術センター森林研究所研究レポート 10 : 1 ~ 8
- 日本森林技術協会 (2012) ナラ枯れ被害対策マニュアル - 被害対策の体制づくりから実行まで -. 日本森林技術協会, 東京
- 日本森林技術協会 (2015) ナラ枯れ被害対策マニユ

- アル改訂版. 日本森林技術協会, 東京
- 野淵 輝 (1993a) カシノナガキクイムシの被害とナガキクイムシ科の概要(I). 森林防疫 42 : 85 ~ 89
- 野淵 輝 (1993b) カシノナガキクイムシの被害とナガキクイムシ科の概要(II). 森林防疫 42 : 109 ~ 114
- Ozaki K, Ueda A, Tokuda S, Wada H, Kitajima H (2021) First report of an ambrosia beetle, *Platypus quercivorus*, vector of Japanese oak wilt, in Hokkaido, northern Japan. J For Res 26 : 152 ~ 154
- Pham DL, Ito Y, Okada R, Ikeno H, Isagi Y, Yamasaki M (2017) Phototactic behavior of the ambrosia beetle *Platypus quercivorus* (Murayama) (Coleoptera: Platypodidae) before and after flight. J Insect Behav 30 : 318 ~ 330
- 林野庁 (2021) 令和2年度 森林病虫害被害量 (速報値). [https://www.rinya.maff.go.jp/j/hogo/higai/attach/pdf/naragare\\_R2-15.pdf](https://www.rinya.maff.go.jp/j/hogo/higai/attach/pdf/naragare_R2-15.pdf), 2021.03.26ダウンロード
- Safranyik L, Carroll AL, Regniere J, Langor DW, Riel WG, Shore TL, Peter B, Cooke BJ, Nealis VG, Taylor SW (2010) Potential for range expansion of mountain pine beetle into the boreal forest of North America. Can Entomol 142 : 415 ~ 442
- Safranyik L, Linton DA, Silversides R, McMullen LH (1992) Dispersal of released mountain pine beetles under the canopy of a mature lodgepole pine stand. J Appl Entomol 113 : 441 ~ 450
- 斉藤正一・柴田銃江 (2012) 山形県におけるナラ枯れ被害林分での森林構造と枯死木の動態. 日林誌 94 : 223 ~ 228
- 嶋瀬拓也 (2020) 2000年代以降における北海道広葉樹材市場の動きとその背景. 林業経済学会 2020年秋季大会学術講演集 : 118 ~ 121
- Suckling DM, Stringer LD, Stephens AE, Woods B, Williams DG, Baker G, El-Sayed AM (2014) From integrated pest management to integrated pest eradication: technologies and future needs. Pest Manage Sci 70 : 179 ~ 189
- 上田明良 (2012) 総論 : 昆虫とナラ枯れ被害. 昆虫と自然 47 : 2 ~ 4
- Urvois T, Auger-Rozenberg M, Roques A, Rossi JP, Kerdelhue C (2021) Climate change impact on the potential geographical distribution of two invading *Xylosandrus* ambrosia beetles. Scientific Reports 11 DOI: 10.1038/s41598-020-80157-9
- Wermelinger B (2004) Ecology and management of the spruce bark beetle *Ips typographus* - a review of recent research. For Ecol Manage 202 : 67 ~ 82
- Wood SL, Bright DE (1992) A catalog of Scolytidae and Platypodidae (Coleoptera), Part 2: Taxonomic Index. Great Basin Nat Mem 13 : 1 ~ 1553
- 山中武彦・近藤洋史 (2014) 最新ICTを活用したナラ枯れリアルタイム被害発生予測システムの開発. 森林防疫 63 : 253 ~ 256

(2021.6.23 受理)

## 解説

# 福島第一原発事故による野生きのこの放射性セシウム汚染について

小松雅史<sup>1</sup>

## 1. はじめに

2021年となり、東日本大震災から10年が経過した。3月11日の東北地方太平洋沖地震とそれによる津波は東日本の太平洋沿岸部に甚大な被害をもたらしたほか、冷却機能を失った東京電力福島第一原子力発電所の事故により広域にわたる放射能汚染を引き起こした。事故では原子炉からキセノン $^{133}\text{Xe}$ 、ヨウ素 $^{131}\text{I}$ 、セシウム $^{134}\text{Cs}$ と $^{137}\text{Cs}$ など多種類の放射性物質が放出された。その中でも、放射線量（放射性崩壊によって出る一秒あたりの放射線の数としてベクレルという単位で定義）が多く、物理的半減期（放射性崩壊によって存在量が半分になるまでの時間、 $^{134}\text{Cs}$ : 2年、 $^{137}\text{Cs}$ : 30年）も長い放射性セシウムの影響が長期的に続くと考えられる。福島第一原発からは $^{134}\text{Cs}$ と $^{137}\text{Cs}$ はほぼ同量が放出されたと考えられているが、事故から10年経った現在では、より半減期の短い $^{134}\text{Cs}$ は事故時の3%にまで減少したのに対し、 $^{137}\text{Cs}$ は79%が残っている。今後は $^{137}\text{Cs}$ の汚染に、焦点をあてて対処することが重要である。

日本の国土の約7割を占める森林は、陸域のなかでは汚染の影響を最も受けた土地と言える。森林から流出する放射性セシウムの割合は少ないが（Shinomiya *et al.* 2014）、一方で放射性セシウムによる汚染が長期化することを意味する。そのような中、森林で得られる食品である野生きのこや山菜の汚染は東日本広域で問題となっている。毎年きのこシーズンの秋となると、各地で野生きのこの放射性セシウム汚染が報道されている（朝日新聞 2020；東京新聞 2020；山梨日日新聞 2020）。また、最近では野生きのこや山菜の基準値の見直しについての報道が取り上げられている（日本農業新聞 2021）。

今回、野生きのこの放射性セシウムの現状について、野生きのこの種の放射性セシウム吸収特性を解析した論文（Komatsu *et al.* 2019）を中心に解説を行いたい。

## 2. 野生きのこ・山菜の広い出荷制限

厚生労働省（2020）は汚染された食品の摂取による内部被ばくを抑えるため、流通する食品に含まれる放射性セシウム濃度の基準値を設定した。2012年4月以降のきのこ・山菜を含む一般食品の放射性セシウム濃度の基準値は100Bq/kgに設定されている。基準値は食品の流通の可否を判断するために用いられており、ある品目の食品について検査を行った結果、基準値超えが「地域的な広がり」として確認された場合に、該当する地域（市町村）ごとに出荷制限が課される。

検査の結果、野生きのこ・山菜は多くの地域で出荷制限が課されることになった（厚生労働省 2021；林野庁 2021）。野生きのこの出荷制限が課された自治体は11県121市町村と広域にわたっている。また、山菜の一種であるコシアブラも8県113市町村で出荷が制限されており、汚染の広がりが認められている。一方、キャベツやホウレンソウなど農地で栽培される一般的な野菜類や、コメは制限解除が進み、現在の出荷制限域は帰還困難地域に指定されている市町村のみとなっている。このように、一般的な農地で作られる農作物と比較すると野生きのこ・山菜の汚染の広がりの違いは明らかである。また、山菜でも出荷制限を野生のみに限る自治体があるなど、栽培条件によって濃度が異なるほか、種類によっても出荷制限域は異なり、前述のコシアブラと比べて、ゼンマイやフキなどは制限されている自治体数は少

なく、汚染の広がり種類によって異なっていることがわかる。

### 3. 野生きのこの出荷制限の課題

野菜や山菜の出荷制限の設定や解除が通常は種ごとに行われるのに対して、野生きのこは種を区別せずに一様に制限が設定されている。野生きのこの出荷制限について種を区別しない理由としては、(1)野生きのこは日本国内でも4000～5000もの種があると考えられており、出荷の際に種を見誤る可能性があること、また(2)種ごとの濃度特性（放射性セシウムの吸収力が種によって異なっているか）が不明であること、の2点が挙げられている。

一方で、出荷制限の解除は種ごとに行われることになっていることから、野生きのこの出荷制限の課題の一つである、種ごとの放射性セシウム濃度特性を示すことが重要と考えた。実際に、野生きのこの放射性セシウム濃度については、チェルノブイリ原発事故後のヨーロッパで数多くの調査研究がなされ、種や生態的特性によって放射性セシウム濃度特性が異なることが示されてきた (Calmon *et al.* 2009; IAEA 2010)。そのため、福島第一原発事故後の日本の野生きのこについても種ごとの濃度特性は異なる予想された。

これまでも福島第一原発事故後の野生きのこの汚染に関する調査結果が報告されている (Nakai *et al.* 2014; Nakashima *et al.* 2015; 山田ら2013)。しかし、多点で得られたデータを解析し、地域に限定されない普遍的な種の濃度特性を示すことが必要と考えられた。

### 4. 公開データを活用した解析：Komatsu *et al.* 2019より

そこで筆者ら (Komatsu *et al.* 2019) は厚生労働省が管理している食品の放射能モニタリングデータに着目した。福島原発事故後、食品の安全性を確認するため毎月平均で約3万点の食品の放射能モニタリング検査が全国で行われ、測定結果は毎月厚生労働省のHPに掲載されている。野生きのこについて

も検査の対象となっており、東日本の広い範囲で得られたデータが解析できる。食品モニタリングデータを整理した結果、14県265市町村で得られた107種3189検体のきのこデータを得た。

野生きのこの濃度は採集地の放射性セシウム量（面積あたりの沈着量）によって変化すると考えられる。そこで採集地の放射性セシウム量として、文部科学省が事故後に行った航空機モニタリングによる地上の放射性セシウム沈着量データを用いた。きのこに含まれる放射性セシウムの濃度を地上の沈着量で割った値を正規化セシウム濃度 (Normalized concentration, 単位： $\text{m}^2 \text{kg}^{-1}$ ) とし、種・採取日・採取市町村の情報を数値化したパラメーターによって、正規化セシウム濃度を推定する重回帰モデルを設計した。ただし、いくつか複雑な計算手法を含むため、詳細は割愛する。解析では複雑なモデルの推定結果を確率分布で得ることができる階層ベイズ推定法 (ソフトウェア；WinBUGS) を用いた。解析結果のうち、種のパラメーターを「種の正規化セシウム濃度 ( $NC_{sp}$ )」と呼んだ。なお、実際にはきのこの採集地情報は市町村単位であったことから、採集地の放射性セシウム沈着量も各市町村の幾何平均値を用いた。ここで、幾何平均とは値の総乗の  $n$  乗根 (または対数化した値の算術平均の指数) である。環境放射能のデータの多くは対数正規分布への当てはまりが良いため幾何平均が用いられることが多い。

### 5. 結果：種によって野生きのこの放射性セシウム濃度は異なる

ベイズ推定によって得られたパラメーターを使って計算したきのこのセシウム<sup>137</sup>濃度の推定値とモニタリングで得られている実測値の関係を図-1に示した。推定値と実測値の関係をみると、70%以上の検体について濃度のずれが上下10倍の範囲に収まることが示されており、きのこの濃度が今回のモデルで精度良く推定できることがわかった。モデルで得られた種ごとのパラメーター ( $NC_{sp}$ ) はそのまま種の放射性セシウムに関する濃度特性として利用できると考えられた。 $NC_{sp}$ を種ごとに比較すると、



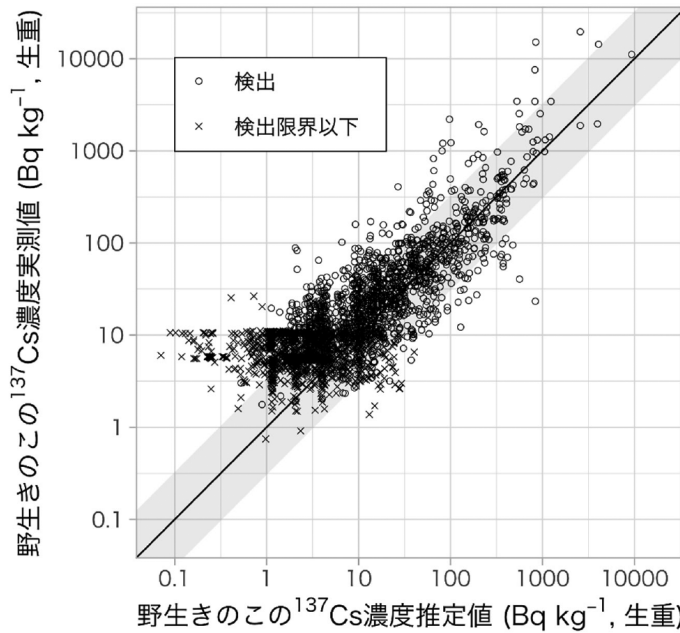


図-1 野生キノコの<sup>137</sup>Cs濃度推定値（横軸）と実測値（縦軸）の比較

検出限界以下とは、試料の濃度が測定器の検出可能範囲よりも低濃度であったことを意味する。実測値には測定器の検出限界値を×で示した。斜めの実線上の点は実測値と推定値が同じことを意味し、灰色の帯に含まれる点（<sup>137</sup>Cs濃度が検出された検体の73%）は推定値と実測値の濃度比が10倍の範囲にあることを意味する。（Komatsu *et al.* 2019のFig.2を改変した）

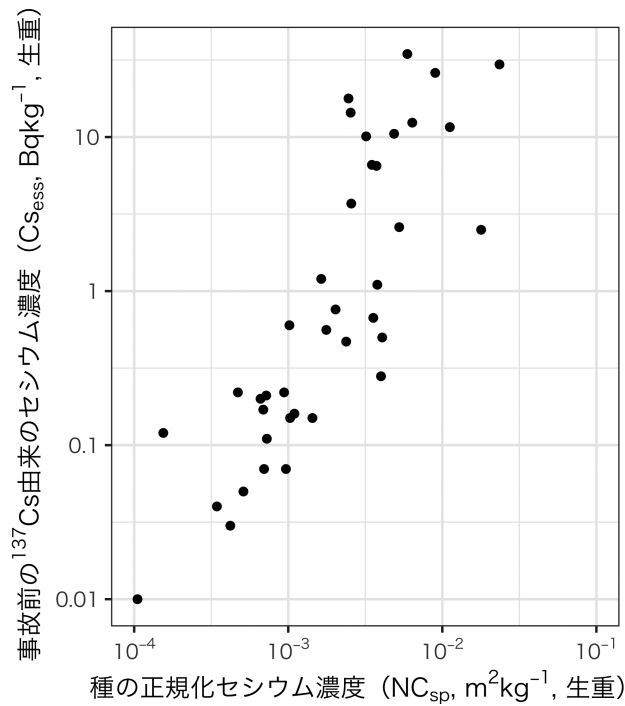


図-2 種のセシウム濃度特性値の比較

同じ種について、横軸はKomatsu *et al.* 2019の正規化セシウム濃度（中央値）を、縦軸には田上・内田(2017)のCs<sub>Ess</sub>をプロットした。両対数値のR<sup>2</sup>値は0.70 (p<0.001)。

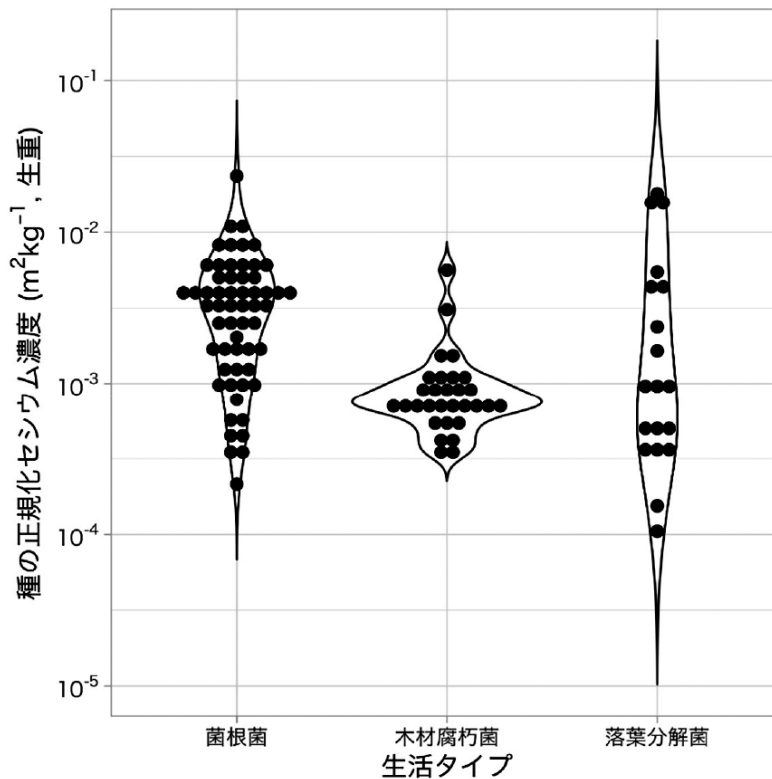


図-3 種の正規化セシウム濃度（中央値）のバイオリン図

きのこを3つの生活タイプに区分した。各点は解析したそれぞれの種を表す。(Komatsu *et al.* 2019のFig.5を改変した)

値が低い（セシウムを吸いにくい）ハタケシメジと値が高い（吸いやすい）ショウゲンジでは100倍以上異なることが示された。また、今回の解析で得られた種の標準化セシウム濃度をチェルノブイリ原発事故後のヨーロッパで得られた種や属の濃度特性（面移行係数：Aggregated transfer factor, 検体の放射性セシウム濃度を土壌の面積あたり放射性セシウム蓄積量で割ったもの、単位は正規化セシウム濃度と同じ $m^2\ kg^{-1}$ , Calmon *et al.* 2009; IAEA 2010）と比較したところ有意な正の相関が得られた。 $NC_{sp}$ と面移行係数はそれぞれの分母が空間全体のセシウム沈着量（地上部を含む）と土壌のセシウム蓄積量と異なっているが、時間経過とともにセシウムの大部分では土壌に移動するため、似た値になると考えられた。また、田上・内田（2017）は福島原発事故前から分布する $^{137}Cs$ に着目して、野生きのこ各種のセシウム吸収能を $C_{Sess}$ という指標値で評価している。

同じ種の $NC_{sp}$ を $C_{Sess}$ と比較したところ、有意な相関が認められている（図-2）。異なるデータセットで得られた結果の比較から共通する傾向が認められたことから、種による放射性セシウムの吸収能力の違いが存在することが示されたといえる。

きのこは種によって形態や生活様式が異なる。そこで栄養の摂取方法や発生場所によって3つのタイプ分けを行い、 $NC_{sp}$ の比較を行った（図-3）。同じタイプ内でも濃度特性にばらつきはあるものの、全体的な傾向としては、菌根菌（樹木の根と共生するタイプ）が、枯れ木や落ち葉を分解して養分を得るタイプである、腐生菌（発生する場所で木材腐朽菌、落葉分解菌と区分した）よりも濃度が高くなる傾向が認められた。

## 6. 結果の活用と今後の展望

広域で得られた多数の種のデータを同時解析する

ことで、野生きのこの放射性セシウム濃度特性（放射性セシウムの吸収のしやすさ）が種によって異なることを示すことができた。現在は、野生きのこの出荷制限は種を区別せず一括りに実施されている。今回の結果は、野生きのこの出荷制限は種やグループごとに適用可能であることを示唆している。多数ある種の判別の問題はあるものの、例えばマツタケなど明確に種を判別しやすいものに限り、出荷制限の設定を種ごとに設定することや、種の標準化セシウム濃度が近いものをグループ化し、グループごとに出荷制限の管理を行うなどの運用例が考えられる。

しかし、実際に制度として利用するためには、種の濃度特性についてさらに結果の普遍性の確認が必要となる。また濃度特性は、種ごとに異なる年変化傾向があることも示されているが、今回の解析では直線的な増加や減少を仮定しており、将来的な濃度の推定には不確実性が残っている。今後は他のモニタリング結果と比較して、推定モデルの精度を検証するとともに、将来のセシウム濃度を推定するための追加調査が必要となる。また、種の濃度特性の差を生じる要因についても今後明らかにしていく必要があるだろう。

## 引用文献

朝日新聞 (2020) 放射性物質、野生キノコも基準超 ネット個人取引制限へ。2020年10月20日。 <https://www.asahi.com/articles/ASNBM6QNWNBGUGTB00R.html> (2021年4月7日閲覧)

Calmon P, Thiry Y, Zibold G, Rantavaara A, Fesenko S (2009) Transfer parameter values in temperate forest ecosystems: a review. *J Env Radio* 100: 757-766. <https://doi.org/10.1016/j.jenvrad.2008.11.005>

IAEA (2010) Handbook of Parameter Values for the Prediction of Radionuclide Transfer in Terrestrial and Freshwater Environments, Technical Reports Series 472. International Atomic Energy Agency, Vienna.

Komatsu M, Nishina K, Hashimoto S (2019) Extensive

analysis of radiocesium concentrations in wild mushrooms in eastern Japan affected by the Fukushima nuclear accident: Use of open accessible monitoring data. *Environ Poll* 255(2): 113236

厚生労働省 (2020) 食品中の放射性物質の対策と現状について (令和2年3月更新) (令和2年7月一部改正). <https://www.mhlw.go.jp/content/000495158.pdf> (2021年4月7日閲覧)

厚生労働省 (2021) 原子力災害対策特別措置法に基づく食品に関する出荷制限等：令和3年3月26日現在. <https://www.mhlw.go.jp/content/000759218.pdf> (2021年4月7日閲覧)

Nakai W, Okada N, Ohashi S, Tanaka A (2014) Evaluation of  $^{137}\text{Cs}$  accumulation by mushrooms and trees based on the aggregated transfer factor. *J Radioanal Nucl Chem* 303: 2379-2389. doi: 10.1007/s10967-014-3729-2

Nakashima K, Orita M, Fukuda N, Taira Y, Hayashida N, Matsuda N, Takamura N (2015) Radiocesium concentrations in wild mushrooms collected in Kawauchi Village after the accident at the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant. *PeerJ* 3, e1427. doi: 10.7717/peerj.1427

日本農業新聞 (2021) [震災10年 復興の先へ] 野生のキノコ、山菜、ジビエ… 放射性物質基準検証を自民PT提言。2021年3月10日。 <https://www.agrinews.co.jp/p53639.html> (2021年4月7日閲覧)

林野庁 (2021) きのこと山菜の出荷制限等の状況について。 <http://www.rinya.maff.go.jp/j/tokuyou/kinoko/syukkaseigen.html> (2021年4月7日閲覧)

Shinomiya, Y, Tamai K, Kobayashi M, Ohunuki Y, Shimizu T, Iida S, Nobuhiro T, Sawano S, Tsuboyama Y, Hiruta T (2014) Radioactive cesium discharge in stream water from a small watershed in forested headwaters during a typhoon flood event. *Soil Science and Plant Nutrition* 60, 765 ~ 771.

田上恵子, 内田 滋 (2017) 自然環境下において放

射性セシウム濃度が低いキノコの種類の推定.  
RADIOISOTOPES 66: 277 ~ 287. doi: 10.3769/  
radioisotopes.66.277

東京新聞 (2020) 食用キノコのセシウム汚染は今 福  
島県 飯舘村. 2020年10月21日. <https://genpatsu.tokyo-np.co.jp/page/detail/1702>(2021年4月7日閲覧)  
山田利博, 村川功雄, 斎藤俊浩, 大村和也, 高德佳  
絵, 才木道雄, 井口和信, 井上 淳, 斎藤暖生,

辻 和明, 田野井慶太郎, 中西友子 (2013) 福島  
第一原子力発電所事故に起因する放射性物質低汚  
染地域におけるキノコ類への放射性セシウムの蓄  
精-東京大学演習林における事例-. Radioisotopes  
62: 141 ~ 147. doi: 10.3769/radioisotopes.62.141

山梨日日新聞 (2020) 野生キノコ基準値超 放射性物  
質, 富士河口湖で採取 今季2回目. 2020年10月20日  
(2021.7.7受理)

## 新刊紹介

### 農学基礎シリーズ 森林保護学の基礎

著者：小池孝良・中村誠宏・宮本敏澄

出版社：(一社) 農山漁村文化協会

発行日：2021年4月25日

仕様：B5版、191頁

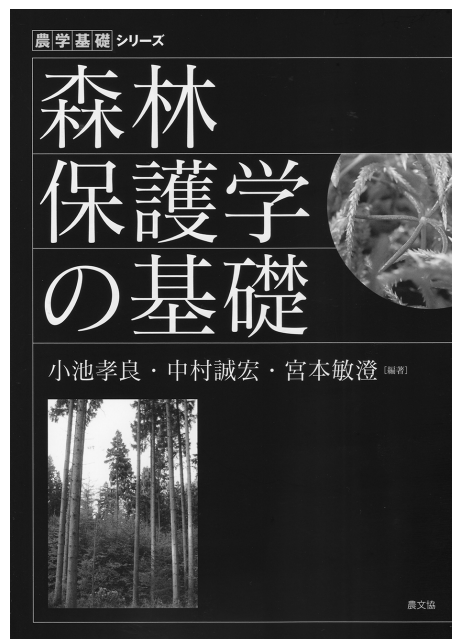
定価 4,200円(税別)

ISBN 978-4-540-12210-1

筆者自身がそうなのだが、自身のアイデンティティとして「森林保護学」を標榜しつつも、実際の活動や考えが「病虫獣害防除学」の枠に囲い込まれてしまっている人は、本誌読者の中にも多いかも知れない。そんな我々に、現在の「森林保護学」に求められる姿や、振り返って自分の立ち位置を改めて考えさせてくれる一冊である。

本書の冒頭で著者らは、日本における森林保護学のひとつの起源として札幌農学校森林科の新島善直氏による定義を提示する。それは「森林に対する種々の『妨害』に対し、森林のもつ機能によって『安全』を保つ」というものであった。森林管理を巡る趨勢が木材生産主体から生態系、生物多様性保全にシフトし、病害虫防除でも農薬一辺倒の対策(著者らの言う「押さえ込む管理」)では立ちゆかなくなっている現状は、実は、新島の森林保護学への回帰となっていることに気づかされる。そして、その現代的解釈とも言える生態系サービスの維持・増進、あるいは桐谷圭二氏の唱えた総合的生物多様性管理(IBM; Integrated Biodiversity Management)を主軸に据えて、本書の森林保護学講義が展開されてゆく。

本書の優れた特徴として、森林生態系の理解や森林の利用に関する総論的な内容から気象災害、火災、大気汚染、病虫獣害に及ぶ、森林保護学の広い領域を理解するのに必要な考え方や用語が過不足なく採用され、適確に解説されている点あげられると思う。付加的な(しかし重要な)内容については、ページ内の左または右に設けられたマージンに「注」として記述されていて、あちらこちらにページをまたぐ必要がない。さらに、ある程度まとまりのある



話題については各分野の専門家による「コラム」が提供されており、より深く学ぶことができるようになっている。各論となる病害や害虫については、代表的なものが厳選して取り上げられており、網羅的な解説を求める人には不足かも知れないが(それについては他書等の情報源にあたればよいだけのことである)、森林保護学の体系的な理解にはむしろ有効であろう。そのような観点からして、本書のタイトルが「森林保護学の基礎」となっているのは的を射ており(もちろん、個々の話題について見れば相当に発展的な内容も多く含まれているのだが)、大学等での教科書として最適な構成になっている。あるいは、病虫獣害防除の実務にあたって、自らの活動を「森林保護」の枠組みの中で捉え直そうとするような場面で、本書はその指針を示してくれるものになるだろう。

森林生態系の保護・保全に主眼を置く本書では、従来単なる防除対象と見なされてきた病害木や腐朽木が場合によっては保全対象となること(例えば89ページの「樹洞管理」に関するコラム)や、異常事態と見なされているシカによる林業被害をより大局的な視点から捉え直す試み(第6章3節)が明確なメッセージとして取り上げられている。防除の現場

に身を置く方々には、にわかには承服できない内容も含まれると思うが、このような考え方も学んだ上で防除や森林管理のあり方を自分なりに捉え直すのは意義深いことであると筆者は信じている。

松くい虫研究者の端くれである筆者にとって、2020年に他界された岸洋一氏の最後の著述（第7章3節ほか）が掲載されているというだけでも、本書は特別なものとなる。偉大な先人の残された文章には、身の引き締まる思いがする。多分、著者らの特別の配慮もあって、岸氏によるマツ材線虫病に関する解説は「外来種の生態系への影響と対応」に関する節の中で、大きく取り上げられている。そのこと自体は（少なくとも筆者にとっては）ありがたいことなのだが、先行する「病害」や「害虫」の章の中で提示される代表的な病害・害虫にマツ材線虫病ないしマツノマダラカミキリが含まれていないことには、読み進める中で多少の不安を抱いた（ナラ枯れは「病害」で詳述され、「虫害」でも例示されている）。また、あまりにも強い加害力のため「皆殺し」戦術を適用せざるを得ず、そのため適当な許容被害水準を設定することが不可能であるマツ材線虫病に対して、原則的にIBMの戦略を当てはめることには困難を感じた。なお、マツ材線虫病に関連する内容のうち、①「カミキリの天敵微生物（ポーベリア菌）を

用いた伐倒駆除（164ページ）」の防除資材は2017年に製造中止となった、②「抵抗性マツ（商標名：スーパークロマツ）（164ページ）」となっているが、抵抗性マツの商標名は生産地によりさまざまである、③コラムに海外のマツ材線虫病被害は激害化していないとあるが、韓国、中国では防除しなければ日本と同様の激害が生じ、ポルトガルでも被害が全国に蔓延してEU内で問題となっているのが実情である、という点は誤解のないよう指摘しておきたい。

ところで、本書では「種子」「実生」に対しそれぞれ「タネ」「芽生え」の用語を当てている。学術用語にこだわれば前者が正解となるのだろうが、「種」の字は生物の分野では「種（しゅ）」と「種（たね）」で用いられて読みにくさのもとになり、「実生」は対応するサイズに幅があってわかりにくいときがある。筆者には、この用語法は快適であった。

生物多様性保全、生態系サービスの維持・増進を視野に入れた森林管理を指向する方々はもちろんのこととして、対処療法に終始する従来の病虫獣害防除に飽き足らないものを感じている皆さんには、是非ともご一読をお勧めしたい。

（国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所 東北支所 中村克典）

都道府県だより

# 大分県における野生鳥獣による農林水産物への被害対策について

## ○はじめに

大分県における野生鳥獣による農林水産物被害額は、平成8年の5億9千万円をピークに、平成23年度も被害額約3億円と、鳥獣害の被害軽減は大きな課題でした（図-1）。平成23年以前は、有害鳥獣の担当部署のみで対策を検討し被害額があまり減少しない状況にありました。

## ○被害対策

このままでは被害は減らないと知事が判断し、平成23年度から副知事をトップとした「大分県鳥獣被害対策本部会議」を開催し、関係者が一丸となって被害対策を行うことになりました。

鳥獣害対策アドバイザー養成研修を平成20年度から開始し、「集落点検」と「防護柵設置」の研修を行い、この2つを受講した方を「大分県鳥獣害対策アドバイザー」に認定しています。これまでに集落の方388名が取得され（全体は1,531名、25%）、鳥獣害対策の中心となって集落で活躍しています。またアドバイザーに認定された方々を対象に平成29年

度から既存アドバイザー研修を開催し、被害対策方法の再確認や新しい被害対策の情報提供を行っています。

平成23年度に「戦う集落づくり」として、集落ごとに重点集落を設定し、被害ゼロを目指して対策を講じました。翌年「有害獣と戦う集落十箇条ポスター（図-2）」を作成し、県下各地にこのポスターを貼って被害対策を呼びかけました。

平成27年度から、集中的・計画的に防護柵を整備するとともに、集落ぐるみによる環境対策を行うことで農林作物の被害を軽減させる目的で、「予防強化集落の取組」に着手しました。令和2年度までに492集落を予防強化集落に指定し、うち2年続けて被害ゼロ集落になった集落は191集落で、244集落で被害が減少しました。

捕獲対策として、平成24年度から県内の一斉捕獲と、九州シカー一斉捕獲の実施を開始し、捕獲効率の向上を目指しました。また普段立ち入ることの出来ない自衛隊演習地内で有害駆除が出来るよう、平成25年度に自衛隊と覚書を交わし、自衛隊が演習を行わない期間に有害駆除を行うようになりました。

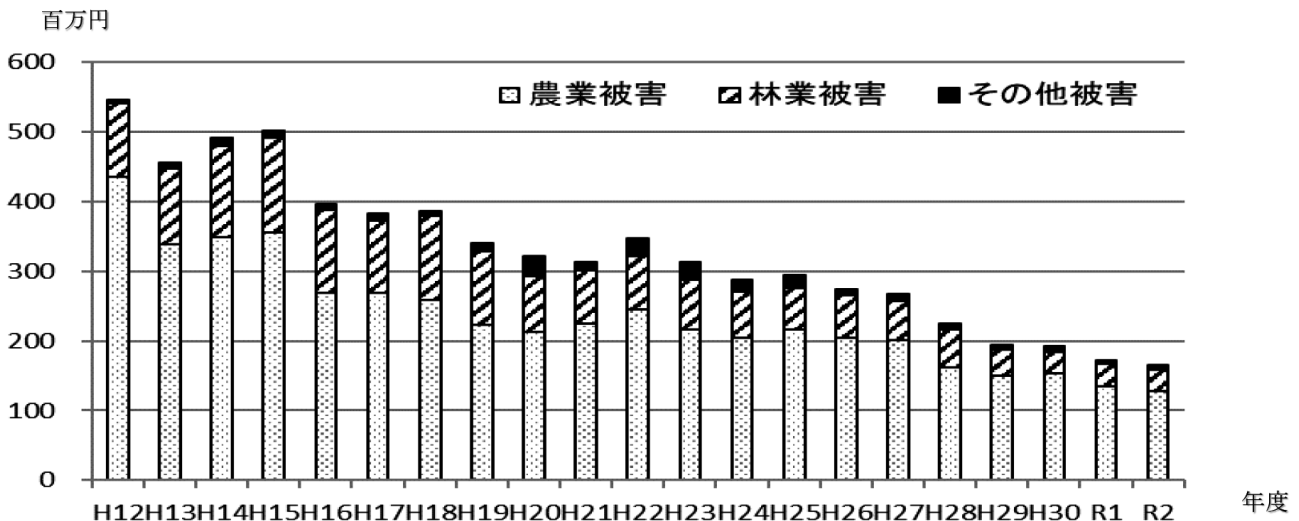


図-1 野生鳥獣による農林水産物被害額の推移



図-2 有害獣と戦う集落十箇条ポスター

狩猟者確保の目的で、平成29年度から全国的にも珍しい「狩猟免許等に係る手数料の免除」等を行っています。また狩猟に興味をもってもらうための「スタートアップセミナー」、狩猟免許取得後3年以内の方を対象とした「スキルアップセミナー」を開催

し、狩猟者確保、育成を行っています。女性の狩猟に対するハードルを下げるために、平成28年度から大分レディースハンタークラブを設立し、女性同士の交流を増やしています。令和2年度からは捕獲技術を有する次世代リーダー育成のための研修を実施しています。

獣肉利活用対策として、平成29年度に大分ジビエ振興協議会を設立し、平成30年度にはジビエグルメマップの作成及びスタンプラリーの実施を行っています。令和元年度に国産ジビエ認証を2施設、令和2年度に1施設が取得しています。

○おわりに

今後とも、「予防集落環境」「捕獲」「狩猟者確保」「獣肉利活用」の4つの対策を効率的、効果的に実施することにより更なる被害軽減を行い、令和6年度までに被害額1億4千万円以下を目指していきます。

(大分県農林水産部 森との共生推進室 森林環境保護班)



## 協会だより

### どなたでも投稿できます！本誌に投稿してみませんか？

「森林防疫」はその前身となる「森林防疫ニュース」として、林野庁森林害虫防除室の編集によって1952年（昭和27年）に発刊されました。1963年には、編集発行主体が「全国森林病虫獣害防除協会」に移り、誌名が現在の「森林防疫」に変わった（1969年）ものの、森林保護事業及び研究の普及・技術解説情報月刊誌として、1号の欠号もなく発行されてきました。このように、本誌は半世紀以上にわたり、森林や緑化樹の病虫獣害防除、並びに生物多様性などに関連した情報を発信し続けてきた伝統ある雑誌ですが、最近、「森林防疫」への投稿が少なくなっており、毎号の発行に苦慮しているところです。

研究者の皆様にとっては、オリジナリティの高い研究成果を「森林防疫」に掲載するのはもったいない、というお考えもあるかと思えます。それも理解できますが、本誌の読者は研究者だけではありません。また、研究者でも専門から離れた学会の論文を読む機会は少ないと思います。国際誌に英語の論文で出した成果を、一般の読者に分かりやすく解説する日本語の雑誌、また、身近な観察の中から得られた貴重なデータを迅速に公表する雑誌、本誌はそんな役割も果たせると考えております。さらに、本誌に投稿された「論文、総説及び解説」は2名のレフェリーによる査読によって、学術的価値が認証されます。ご自分の研究が半世紀以上続く、伝統ある雑誌に掲載される喜びを味わってみませんか？

記事ばかりではなく、表紙写真の原稿もお待ちしております。表紙写真はカラー印刷となり、無料で掲載できます。被害写真や原因となる生物をカラー写真で掲載したい方は是非、表紙写真として投稿ください。下に投稿規定を掲載しますので、どうぞ皆様、奮ってご投稿をお願いいたします。

## 森林防疫投稿規定（2021. 6改訂）

### 本文記事

#### 1. 原稿の種類

本誌記事の原稿の種類には、論文（速報、短報を含む）、総説、解説、学会報告、記録、新刊紹介、読者の広場、病虫獣害発生情報、林野庁だより、および都道府県だより等があります。

#### 2. 審査委員会

各分野8名の専門家よりなる審査委員会を設け、1件の原稿につき原則として2名の審査委員（主1，副1）が審査にあたります。審査委員会の意見により、著者に原稿の変更をお願いする場合があります。

#### 3. 著作権

本誌記事の著作権は、全国森林病虫獣害防除協会に属します。本誌記事の電子ファイルを転載、公開、商用利用、二次情報の作成（データベース化など）などを行う場合には、利用許諾の申請をお願いします。

#### 4. 印刷

本文の印刷は原則として白黒ですが、ご希望の場合は割増料金にてカラー印刷も可能です。別刷をご希望の方は、実費にて100部単位で受け付けます。別刷を御購入の方には、論文のPDFファイルが無償で差し上げますが、PDFファイル単体での分譲はいたしません。

#### 5. 執筆要領

皆様からの投稿を歓迎いたします。執筆に当たっては、幅広い読者に対し、わかりやすく、読みやすく、見

やすく記述していただきますようお願いいたします。

- 1) 原稿は電子ファイルによる投稿をお願いします。本文と図表、写真は原則として別ファイルとして下さい。
- 2) 本文はできるだけMicrosoft Wordで作成してください。本文の最初の1枚目は、原稿の種類、表題(和文と英文)、連絡先住所・所属・氏名(ローマ字つづり)、E-mailアドレス(非公開、著者との連絡用)、別刷希望部数および写真・図表等資料の返送の要・不要、カラー印刷希望の有無について書き、実際の内容は2枚目から書き始めて下さい。1ページ46字×39行にすると、本誌の1ページと同じ字数になります。本文ファイルには、図表の張り付けはせず、説明文のみを本文末尾に付けて下さい。なお、本誌誌面は2段組みですが、原稿は段組みなしに設定して下さい。記事1件の長さは、原則刷り上り10ページ以内とし、それを超えるページについては相談に応じます。
- 3) 写真・図表もできるだけ電子ファイルで作成して下さい。それぞれ本文とは別ファイルとし、ファイル形式は、Microsoft Excel, Word, Power Point, JPEG, PDFとして下さい。
- 4) 用語等については、次の点に留意をお願いします。
  - ①常用漢字、現代仮名遣いを用いてわかりやすく記述して下さい(ただし専門用語はこの限りではありません)。
  - ②生物の標準和名はカタカナで、学名はイタリック体で表記します。
  - ③樹齢の表わし方は満年齢です(当年生, 1年生, 2年生, 40年生等)。
  - ④単位は記号を用いて下さい(例:m, cm, mm, ha, %等)。
  - ⑤年の表記は原則として西暦ですが、行政上の文書や施行に言及するような場合は、元号で構いません。
- 5) 本文の構成にはとくに既定しませんが、例えば論文であれば1. はじめに, 2. 材料と方法, 3. 結果, 4. 考察, 等の見出しを付けることをお勧めします。また、必要に応じてその下に中見出し(1), (2), …, 小見出し1), 2), …を付けて下さい。
- 6) 図表の見出しは、表-1, 図-1, 写真-1…とします。図表の説明文は、原稿本文の最後(引用文献の後)にページを改めて付けて下さい。
- 7) 文献は引用個所に「(著者姓 年号)」あるいは複数の場合は「(著者姓 年号; 著者姓 年号; …)」のように記し、本文末に引用文献リストを付けて下さい。本文中の引用文献の著者名は、2人までは全員の、また3人以上は筆頭著者の後を「ら」あるいは「et al.」として省略します。引用文献リストでは著者名は全員の名前を書きます。引用文献リストの文献の順番は、著者名のアルファベット順、同一著者については年代順とします。同一著者で同一年の場合は、2004a, 2004b, …のように記して下さい。アルファベットの著者名では、イニシャルのピリオドは省略します。また、誌名の略し方はNLM方式で、分からない場合は<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/nlmcatalog/journals>でお調べ下さい。文献リストは、次の記載例を参考にしてお書き下さい。

#### 論文引用

清原友也・徳重陽山(1971) マツ生立木に対する線虫*Bursaphelenchus* sp.の接種試験. 日林誌 53: 210 ~ 218

Sepideh MA, Clement KM, Colette B (2009) Multigene phylogeny of filamentous ambrosia fungi associated with ambrosia and bark beetles. Mycol Res 113: 822 ~ 835

#### 単行本部分引用

吉田成章(1993) ヤツバキクイムシ. (森林昆虫 総論・各論. 小林富士雄・竹谷昭彦編, 養賢堂). 171 ~ 178

Shimazu M (2008) Biological control of the Japanese pine sawyer beetle, *Monochamus alternatus*. In:

Pine wilt disease. Zhao BG, Futai K, Sutherland JR, Takeuchi Y (eds) Springer, 351 ~ 370

単行本全体引用

岸 洋一 (1988) マツ材線虫病-松くい虫-精説. トーマス・カンパニー, 東京 (ページ数記載不要)

ホームページ引用

内閣府 (2004) 森林と生活に関する世論調査. <http://www.cao.go.jp>..., 2004.10.1参照 (閲覧日を記入)

## 表紙写真

### 1. 表紙写真の種類

森の生物と被害に関係し、表紙を飾るにふさわしい写真を募集いたします。カラー写真で、単写真でも組写真でも結構です。内容は、本文記事との関連の有無はどちらでも構いません。写真の原画は出来るだけ高解像度・低圧縮率の方が高画質できれいな表紙にできます。写真はJPEG形式のファイルとして下さい。

### 2. 表紙写真説明文

表紙写真には300～500字の説明文が必要です。説明文の最後には、投稿者の所属と氏名をカッコ内に入れて記して下さい。


## 原稿の送付

本文記事、表紙とも原稿はなるべくE-mail添付で、[boujo@zenmori.org](mailto:boujo@zenmori.org)宛てにお送り下さい。なお、大きなファイルをメール添付した場合、稀にトラブルがありますので、添付ファイル送信時には、原稿を送付したことを、別便のメールにてご連絡下さいますようお願いいたします。

ファイルサイズが大きく、添付が難しい場合は、ファイルをCDあるいはDVDに保存し、郵便などで次の宛先にお送り下さい。

〒101-0044 東京都千代田区鍛冶町1-9-16 (丸石第2ビル6階)

全国森林病虫獣害防除協会 森林防疫編集担当宛

<p>マツクイ虫防除に多目的使用が出来る サンケイ <b>スミパイン</b><sup>®</sup> 乳剤 <small>スミパイン®は住友化学(株)の登録商標</small></p> <p>松枯れ防止樹幹注入剤 <b>グリーンガード</b><sup>®</sup>・NEO <small>グリーンガード®は日本曹達(株)の登録商標</small></p> <p>少量注入でクビアカツヤカミキリや ケムシ、吸汁性害虫を防除 <b>ウッドスター</b><sup>®</sup></p> <p>伐倒木くん蒸用分解性シート <b>ビオフィレックス</b><sup>®</sup> <small>ビオフィレックス®はアキレス(株)の登録商標</small></p>	<p>松枯れ防止と庭木の害虫防除に <b>マツグリーン</b><sup>®</sup>液剤2 <small>マツグリーン®は日本曹達(株)の登録商標</small></p> <p>ナラ枯れ予防用樹幹注入剤 <b>ウッドキッキング</b><sup>®</sup> <b>DASH</b></p> <p>伐倒木用くん蒸処理剤 <b>キルパー</b>40<sup>®</sup> <small>キルパー®はバックマンラボラトリーズ(株)の登録商標</small></p> <p>マツクイ虫被害木伐倒駆除に <b>パインサイド</b><sup>®</sup>S油剤D</p>																
 <p><b>サンケイ化学株式会社</b> &lt;説明書進呈&gt;</p>																	
<table border="0"> <tr> <td>本社</td> <td>〒891-0122</td> <td>鹿児島市南栄2丁目9</td> <td>(099)268-7588</td> </tr> <tr> <td>東京営業部</td> <td>〒366-0032</td> <td>埼玉県深谷市幡羅町1丁目13-1</td> <td>(048)551-2122</td> </tr> <tr> <td>大阪営業所</td> <td>〒532-0011</td> <td>大阪市淀川区西中島2丁目14-6 新大阪第2ビル3F</td> <td>(06)6305-5871</td> </tr> <tr> <td>九州北部営業所</td> <td>〒841-0025</td> <td>佐賀県鳥栖市曾根崎町1154-3</td> <td>(0942)81-3808</td> </tr> </table>		本社	〒891-0122	鹿児島市南栄2丁目9	(099)268-7588	東京営業部	〒366-0032	埼玉県深谷市幡羅町1丁目13-1	(048)551-2122	大阪営業所	〒532-0011	大阪市淀川区西中島2丁目14-6 新大阪第2ビル3F	(06)6305-5871	九州北部営業所	〒841-0025	佐賀県鳥栖市曾根崎町1154-3	(0942)81-3808
本社	〒891-0122	鹿児島市南栄2丁目9	(099)268-7588														
東京営業部	〒366-0032	埼玉県深谷市幡羅町1丁目13-1	(048)551-2122														
大阪営業所	〒532-0011	大阪市淀川区西中島2丁目14-6 新大阪第2ビル3F	(06)6305-5871														
九州北部営業所	〒841-0025	佐賀県鳥栖市曾根崎町1154-3	(0942)81-3808														

<p><b>森林防疫</b> 第70巻第5号(通巻第746号) 令和3年9月25日 発行(奇数月25日発行)</p> <p>編集・発行人 中崎和久 印刷所 松尾印刷株式会社 東京都豊島区東池袋5-45-5 ASビル ☎ (03) 5944-9853</p> <p>定価 1,364円(送料込, 消費税込) 年間購読料 6,820円(送料込, 消費税込)</p>	<p>発行所 全国森林病虫獣害防除協会 National Federation of Forest Pests Management Association, Japan</p> <p>〒101-0044 東京都千代田区 鍛冶町 1-9-16(丸石第2ビル6階)</p> <p>☎ (03) 6700-4735 FAX (03) 3258-5611 <a href="http://bojyokyoikai.main.jp/">http://bojyokyoikai.main.jp/</a></p>
--	--