



# 森林

# 科学

[特集]

バラ科樹木の脅威  
クビアカツヤカミキリ

シリーズ

現場の要請を受けての研究

岡山甘栗の育成と栽培管理に関する研究

林業遺産紀行

十勝三股の林業集落跡地と森林景観

うごく森

センダンで始まった新たな林業・林産業

No.  
June

89  
2020





## 特集 バラ科樹木の脅威 クビアカツヤカミキリ

クビアカツヤカミキリは日本でなぜ脅威となったのか	2
加賀谷 悦子	
栃木県におけるクビアカツヤカミキリの発生と対応状況	6
春山 直人	
メディア・市民からの関心報道を通して感じたこと	11
米山 正寛	
クビアカツヤカミキリによる果樹の被害	14
上地 奈美	
特定外来生物からサクラを守る～クビアカツヤカミキリの調査と対策について～	18
長竹 優空・中嶋 愛美・田中 雅紀・根岸 良行	
日本におけるクビアカツヤカミキリの分布拡大の経過	21
田村 繁明・加賀谷 悦子	

森林科学 No.89

2020年6月1日発行

頒 価 1,000円(送料込み)

年間購読割引価格

2,500円(送料込み)

編集人 森林科学編集委員会

発行人 一般社団法人 日本森林学会

102-0085 東京都千代田区六番町7

日本森林技術協会館内

郵便振替口座：00140-5-300443

電話/FAX 03-3261-2766

印刷所 創文印刷工業株式会社

東京都荒川区西尾久7-12-16

表紙写真：ソメイヨシノの幹から脱出するクビアカツヤカミキリの雌成虫(2019年7月、埼玉県草加市にて)

撮影 田村繁明

### シリーズ 現場の要請を受けての研究

岡山甘栗の育成と栽培管理に関する研究 26

西山 嘉寛

### シリーズ 森をはかる

森林からの物質の流出をはかる 30

小田 智基

### シリーズ 林業遺産紀行

十勝三股の林業集落跡地と森林景観 32

八巻 一成

### シリーズ うごく森

センダンで始まった新たな林業・林産業 34

横尾 謙一郎

### コラム 森の休憩室 II 樹とともに

胚乳 38

二階堂 太郎

### 解説

39 広島県東広島市の民有林直轄治山事業について

津脇 晋嗣

43 木製堰堤の耐用年数は、果たしてどの程度か？

一坪毛沢流域での継続調査のまとめー

秋田 寛己

### 記録

47 日本森林学会大会 学会企画

「ダイバーシティ推進ランチョン Workshop2019」開催報告

竹内 啓恵・岩永 青史・木村 恵・武 正憲・

玉井 幸治・片桐 奈々・塚原 正美・山川 博美・

高山 範理

51 日本森林学会第7回高校生ポスター発表

横井 秀一

56 Information

北から南から

ボックス

# クビアカツヤカミキリは 日本でなぜ脅威となったのか

加賀谷 悦子 (かがや えつこ、森林総合研究所)

## はじめに

私の物心がついた40年ほど前、外国はとても遠かった。「舶来の品よ」と話す声にはうっすらと陶酔があり、海外に行くとなると社行会が大々的に開催された。そして、グローバル化と言われる時代を経て、私たちは物資と人が世界中を行き交うのが当然の社会の豊かさを享受するようになった。気楽に海外に向かい自国の中だけでは得られなかった視点を獲得していくことや、海外から訪れた人と接することで自己の狭量さに気付けることは、その豊かさの最たるものだと思う。しかし、そのような社会変化には光の部分がある一方、影も生じる。外来の災厄の増大である。ここでは xenophobia (外国人嫌悪) と関わりそうな表現は慎重に避けながら、その影について少し考えてみたい。

まずは、国内で閉じていたら必要のなかった競争にさらされることは、一つの災厄だろう。競争は成長の源泉ではあるが、自然条件などが異なる地域間で生産物だけを評価する競争は、不利な条件を有する地域での営みを崩れさせる。材価が外材の受け入れと共に崩れ、それ以来人工林の管理が困難になったことは本誌の読者はみな共有している事実だ。異なる自然条件を有する国々が無制限に競争をしては、自国内の産物を主として暮らしがなりたつのはごく限られた国になってしまう。

在来の生物が進化の歴史を共有していない生物と競合して、生息域を狭められていくのも、地域の生物多様性への災厄である。そのような現象は枚挙にいとまがないが、例えば、「みどりがめ」と呼ばれて人気を博したミシシippアカミミガメが、飼いきれなくなって湖沼などに放たれ、在来種ニホンイシガメの個体数が急激に減少したことや、オオハンゴンソウが繁茂し湿原の植物多様性が低下したことなどがある。外来生物は競争以外にも、捕食、寄生、交雑、感染とあらゆる生物間相互作用を通じて、生態系に影響を及ぼす。食いつくしたり、ももとの性質を大きく変えてしまったり、その変化は巻き戻すことができないものだ。外来の生物はこうした自然環境に対してだけでなく、人間の健康や経済・文化活動に影響を及ぼすこともある。今はまさに(執筆3月下

旬から4月上旬)、COVID-19が人間の健康への外来の災厄として猛威を振るっているただ中にあり、健康や経済活動が脅かされている。

クビアカツヤカミキリの日本や諸外国への侵入と拡散は、バラ科樹木や関わる生物(含む人間)にとってまさしく災厄であった。本種はももとの分布地内においても、モモ類の害虫として知られており、生きた木を利用する一次性害虫である。日本への侵入当初はサクラの害虫として問題となり、その後、バラ科の果樹や花木でも被害が認められた。成虫の発生が確認されてから今年で10年になる。その間に、サクラやウメ・モモにおける被害の様相が把握されて、深刻な被害がメディアを通じて報じられたことで、本種被害は社会問題として知られるようになった。特集「バラ科樹木の脅威 クビアカツヤカミキリ」は、研究の進展を紹介し、本問題にかかわる市民の取り組みや関心を読者と共有することを主眼としている。その前文に変えて、本稿ではクビアカツヤカミキリの生態とバラ科樹木被害の概要および、国の行った被害対策を記すとともに、なぜ本種が日本で猛威を振るうようになったのかを考察する。

## クビアカツヤカミキリの生態と特徴

クビアカツヤカミキリは多くは2年1化の生活環で(岩田 2018)、2年近くを樹幹内で過ごしている。夏(6~7月)に羽化して木から脱出した雌成虫は、交尾後、樹皮の隙間に小型の卵を多数産み付ける。成虫の雌雄は触角の長さで容易に見分けが付き、体長と同じ程度の触角を持つのが雌で、その2倍近い長さの触角を持つのが雄である。産卵数は多く1,000を超える数を産むことがあり(浦野・加賀谷 2017)、繁殖能力はカミキリムシ科の中では飛びぬけて高い(写真-1)。孵化した幼虫は木の内樹皮へと直ちに穿孔する。

幼虫は成長すると排糞孔を樹皮に穿ち、食べた木くずと虫糞の混合物をそこから樹幹の外に排出する。この混合物はフラスと呼ばれ、被害を発見する手掛かりとなる。フラスは春5月過ぎから、秋10月ぐらいまで見られ、夏の暑い時期に最も排出が盛んになる。それ以外の期間

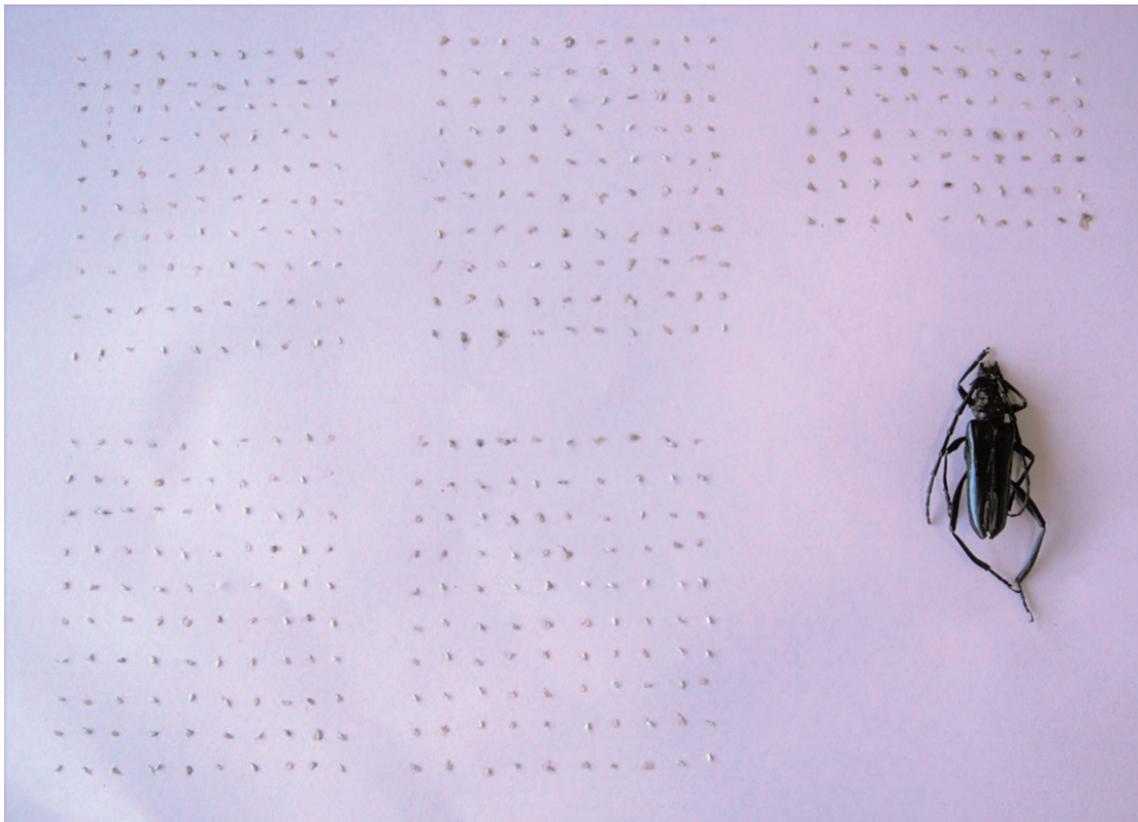


写真-1 未交尾雌成虫の卵巣内にあった卵 470 卵

も温暖な日にはフラス排出を認めることもある。バラ科樹木に穿孔加害する在来種もいるが、フラスの形状でそれらとの判別は可能であり(写真-2)、本種のフラス排出は多量であることを顕著な特徴とする。サクラの場合、数年継続して加害されると枯死することがある。加害を受けてから、枯死するまではサクラの胸高直径が20cmぐらいの小径木だと早くて2年ぐらいである一方、大径木だとなかなか枯れずに何世代もクビアカツヤカミキリが加害し続けることが多い。

中国ではモモ類の果樹害虫としてよく知られている。日本国内で確認されたサクラ以外の被害樹種は、ウメ *Prunus mume*、モモ *P. persica*、アズミ *P. armeniaca*、スモモ *P. salicina* であり、モモではハナモモにも寄生が認められた。サクラよりもモモ被害の方が苛烈となることが多く、モモの方が早く枯死に至ることが多い。サクラの品種はソメイヨシノの他では、オオシマザクラ *C. speciosa*、シダレザクラ *C. itosakura* で被害が発生している。

## 行政による全国における取組

クビアカツヤカミキリはヒアリ *Solenopsis invicta* のようにもともと侵入が警戒されていた種ではない。初期の段階では偶発的に見つかった被害を抑え込むように、被害地を所管する自治体が手探りで防除を始めた。

最初に国から警戒が示されたのは、2015年に総合的対策外来種として環境省の我が国の生態系等に被害を及ぼすおそれのある外来種リスト(生態系被害防止外来種リスト)へ掲載された時である(環境省 2015)。2012年の被害確認後3年目のことだ。同リストは幅広く生態系等に被害を及ぼすおそれのある外来種を選定したもので、合計429種が示されている。総合的に対策が必要な外来種(総合対策外来種)の中で「その他の総合対策外来種」に掲載されており、より優先度の高い「緊急対策外来種」や「重点対策外来種」とは異なる扱いだった。

2016年には環境省と農水省が自治体に注意喚起の通知を発出した。より強固で多面的な取り組みや防除技術の研究開発を求めて、2017年に日本応用動物昆虫学会は会長名で「省庁間連携による侵入害虫クビアカツヤカミキリの防除対策に関する要望書」を環境省、農林水産省、国土交通省あてに提出し、被害対策の連携を求め、学会としての協力を申し出た(徳丸 2019)。2018年1月には環境省がクビアカツヤカミキリを特定外来生物に指定し防除を推奨し、許可なしに飼育したり生体を移動したりすることが法律で禁止された。なお、伐倒処理を定められた期間内に行うことは、この法律で禁じられる移動にはあたらないことが通知されており、市民や造園業者が焼却処分場に持ち込むことは法律による指定以

前と同様で問題ない。

外来種の問題は対策が早ければ早いほど、根絶の可能性は高められる。しかし、日本にはすでに多くの外来種が問題を起こしており、「新参」で局地的な発生の種に対して、即座に国として大きな対策を実施することは難しい。森林被害に関わってきた経験からも、火の手が大きくなることで予算的な背景を伴う対策が実施できるようになることを痛感している。被害を調べて警鐘を鳴らすことや、現場で取り組む人と連携する以外に、被害発生初期に専門家としてできることはなかったのか、私は被害拡散が進んだ現状の中で振り返り自問している。

**なぜ日本でクビアカツヤカミキリはバラ科樹木の脅威となったのか**

クビアカツヤカミキリは日本以外ではドイツとイタリアに侵入し定着した（加賀谷 2015）。イタリア中西部ではスモモの害虫として、問題となっている。アメリカとイギリスでは、その直前に水際で侵入阻止された。このようにほぼ同時期に欧米と日本へと侵入したのだが、なぜ日本では広域で苛烈な被害が生じてしまったのだろうか。外来生物の侵入成功には、生物的要因と非生物的要因の双方が関わっている。生物的要因はその生物を食

うもの、その生物が食われるもの、同じ資源を争うもの、感染する病気などを含み、非生物的要因には気候や地質などを含む。クビアカツヤカミキリにとって、日本におけるその両要因が好適だったと考えている。

生物的要因として、その食樹として好適なバラ科樹木が豊富にあることが、複数の被害地域に定着できた理由としてあげられる。多くの植食者は新たな環境に侵入する際に、食樹や食草にたどり着けず定着できないが、クビアカツヤカミキリは侵入時に荷揚げされた港湾のそば、貨物が搬入された工場の構内等に植栽されていたサクラに容易にたどり着くことができた。いわば、日本中にサクラを植えたことによって、本種をあちこちでお出迎えできる環境を整えてしまったのである。広食性のウスバカミキリ *Megopis sinica* やゴマダラカミキリ *Anoplophora malasiaca* がバラ科樹木を時折利用することがあるが、バラ科生立木を特に選好するカミキリムシは被害地域におらず、資源をめぐる競争が少なかったことも定着に有利に働いただろう。

非生物的要因には、日本の気候は全般に温暖であることがあげられる。本種は南は北ベトナムから北はロシアまでの幅広い緯度に自然分布しており（岩田 2018）、生存できる気候条件は幅広い。その緯度の間に日本の国

クビアカツヤカミキリ

コスカシバ



連なって出る  
色は明るめ  
木屑が目立つ

顆粒状  
色は暗め  
こぶから出ることが多い

写真-2 サクラの枝から排出されていた外来種クビアカツヤカミキリ *Aromia bungii* と在来種コスカシバ *Synanthedon hector* のフラス

土の多くは収まってしまふ。したがって、暑くてもしくは寒くて定着できないというところが、日本にはあまりなく、侵入先を選ばず定着ができた。そうして、日本の広域での発生につながってしまったことが示唆される。

イタリア、ドイツと同時期に侵入してきたことは、原産地からの移出が世界的に急増したことが関わると考えられる。本種の未生息域への拡散は、梱包材・パレットの中に穿孔していた幼虫が、物流とともに運び込まれたためと推察されている(加納他 2014)。極めて短期間に世界へと拡散したことは、その発見の1世代から数世代前に、移入が生じた可能性が高い。移入個体の由来は未確定であるが、主要な分布地がオリンピック開催に向けて空前の経済成長を遂げ、輸出量が急増した事実と軌を一にする。なお、輸入時の検疫で本種の生体が検出されたのは、2008年のアメリカワシントン州とイギリスプリストルでのことであった(加賀谷 2015)。岩田(2018)は複数の地区でのほぼ同時の侵入・定着について、高い侵入圧を示唆した。

お出迎え体制を整えてあった日本に、多くの潜んでいた来訪者がそれぞれに運ばれ、現在のバラ科樹木の脅威へと育ったのだと私は考えている。たどり着いたクビアカツヤカミキリにとって、日本列島は宝の山だった。そして、日本人の概ねの対応は初期で封じ込めるには遅きに失するものだった。

## おわりに

本稿を読まれた方には、この脅威になすすべはないのかと疑問を抱かれた方もいるかと思う。その答えは本特集のこれから続く記事にある。春山氏が自治体での対策の記録と現場での研究進展を紹介する。米山氏が市民・マスコミからの視点でクビアカツヤカミキリ対策における問題の所在地を問う。上地氏が本種の果樹被害について取りまとめ、被害が認められている樹種と被害発生が警戒される樹種を示す。群馬県立大泉高校の生徒たちと先生が、本種被害を自分たちでなんとかしよう地域での解決へと歩んでいる研究を紹介する。最後の、田村氏と筆者の稿では、日本における被害拡散の経緯を示し、必要な対策を提案する。

クビアカツヤカミキリ対策はここからが仕切り直しで、改めて徹底的な封じ込めへの取り組みを開始しなければならない。今までと同様の対策では、果樹被害が更に深刻化してしまうことが危惧されている。しかし、対策の必要性の認識が行政・市民の中で十分に深まり、平成30年度から令和3年度まで行われる研究プロジェク

ト「サクラ・モモ・ウメ等バラ科樹木を加害する外来種クビアカツヤカミキリの防除法」からは今すぐに現場で活用できる技術と今後期待される手法が続々生まれている。外来種ゆえの知見の少なさと、防除手段の少なさから手をこまねいていた時代は過去となった。少しの油断で一気に被害拡散してしまう本種だが、多くの人の目と手と、それをサポートする研究成果で封じ込められると考えている。読者の皆様には、その目となって被害が自分の身の回りに来ていないかをバラ科樹木のそばで注視していただけたら、特集の取りまとめ役として望外の喜びである。

## 謝辞

クビアカツヤカミキリの研究は課題名「サクラ・モモ・ウメ等バラ科樹木を加害する外来種クビアカツヤカミキリの防除法(30023C)」において、農研機構生研支援センター「イノベーション創出強化研究推進事業」の支援を受けて実施している。

疫病蔓延する困難な状況の中、本特集を世に問うことに関わってくださった執筆者と編集委員・理事、主事、関係者の皆様に心よりお礼申し上げます。

## 引用文献

- 岩田隆太郎(2018)クビアカツヤカミキリ *Aromia bungii* の現状:その分類・分布・生理・生態・根絶法. 森林防疫 67: 189-216
- 加賀谷悦子(2015)侵入害虫クビアカツヤカミキリ *Aromia bungii* とサクラの被害. 樹木医学研究 19: 37-40
- 環境省(2015)生態系被害防止外来種リスト. <https://www.env.go.jp/nature/intro/2outline/iaslist.html>
- 加納正行・野中俊文・桐山 哲・岩田隆太郎(2014)埼玉県草加市の「染井吉野」におけるカミキリムシ外来種クビアカツヤカミキリ *Aromia bungii* の発生と被害. 森林防疫 63: 101-105
- 徳丸 晋(2019)一般社団法人日本応用動物昆虫学会からのクビアカツヤカミキリの防除対策に関する要望書の提出について. 昆虫と自然 54(14): 4-6
- 浦野忠久・加賀谷悦子(2017)クビアカツヤカミキリ *Aromia bungii* (コウチュウ目:カミキリムシ科)飼育個体の寿命と生涯産卵数. 関東森林研究 68: 25-28

# 栃木県におけるクビアカツヤカミキリの発生と対応状況

春山 直人 (はるやま なおと、栃木県農業試験場)

近年、国内各地でサクラやモモ等の被害が拡大している特定外来生物クビアカツヤカミキリ（以下クビアカとする）だが、本稿では栃木県におけるクビアカの侵入時の対応とその後の対策状況と課題、調査研究の進捗状況について紹介したい。特に、行政機関からの視点や、クビアカの農業害虫としての側面を中心に記述するため、森林科学の一般的な記事とはやや毛色が異なるかもしれないが、ご容赦いただければ幸いである。

## 栃木県における被害発生

2017年6月下旬、栃木県内では初のクビアカによる被害樹が、県の南西部に位置する佐野市のモモ産地で確認された。国内各地でサクラの被害が注目されていたが、本県の被害対応は、県内唯一のモモ産地からスタートすることとなった。第一報を受けて、当時県庁で植物防疫を担当していた筆者は、栃木県農業環境指導センター防

除課（病害虫防除所）の担当者と、現地で果樹を指導する普及指導員とともにモモ園へと調査に入った。1時間程の間に20頭を超える成虫が捕獲され、さらに幼虫に加害された被害樹が複数園地で認められた。うち数本は被害部の樹皮が剥離し、衰弱が進んでいた。また、楕円形の成虫脱出孔が認められる樹もあり（図-1）、侵入後1世代以上が経過していると考えられた。日本ではクビアカは概ね2年1化とされるため（岩田 2018）、侵入は2015年以前と推定される。2015年に隣接する群馬県館林市でサクラの被害が確認されたこと（桐山ら 2015）、同時期に四国の徳島県でモモの被害が報告されたこと（中野・渡邊 2017）を踏まえ、県はバラ科果樹で警戒すべき害虫種として現地果樹担当者等に注意喚起を実施したが、この時点で既に侵入していた計算となる。果樹での被害発生を受けて、県は「病害虫発生予察特殊報」を発表した。特殊報とは、県内で農作物の新たな病

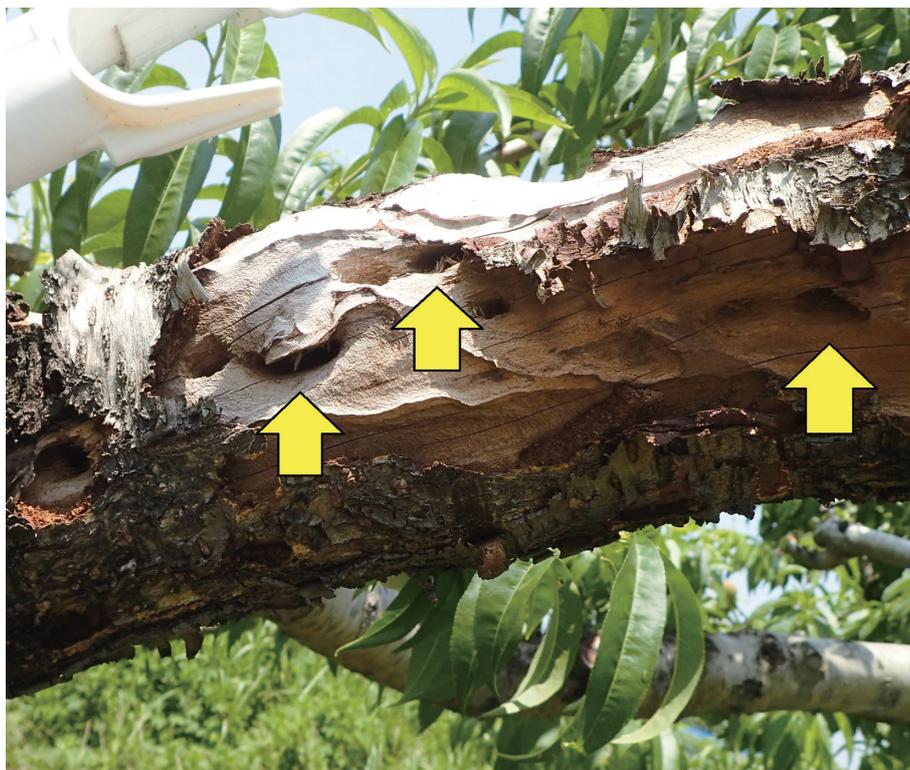


図-1 モモの被害枝に開けられた成虫の脱出孔

害虫が発見された場合等に植物防疫法に基づき発出するものである。農作物での被害拡大が懸念されることに加え、社会的影響の大きなサクラに被害を生じること、農地以外の寄主植物が発生源となるおそれがあること等の特殊性を鑑み、従来の特殊報発表時には実施していなかったマスコミ各社への情報提供を実施した。

## 急速に拡大する被害

県内のモモ産地において、全生産園地に占めるクビアカ被害発生園地の割合は、初めて被害を確認した2017年には36.8%であったが、翌2018年には76.1%となり、急速に拡大した(春山ら2019a)。本産地ではモモは概ね15~20年程度で改植となるが、後述のように、7年目頃までの比較的若い樹は被害を受けにくい。すなわち、70%を超える園地で被害が確認されたということは、一部の新植・改植後の若い園地を除く、ほとんどのモモ園が被害を受けていることを意味する。2017年には産地南を流れる渡良瀬川沿いに集中していた被害も、2018年には程度の差こそあれ、産地内の広い地域で認められるようになっていた。爆発的な被害拡大の要因の一つとして、クビアカの産卵数が非常に多いこと(浦野・加賀谷2017)が挙げられる。また、モモの収穫時期と成虫発生時期がほぼ重なり、殺虫剤による防除圧を受けにくかったことも、モモ産地でのまん延を許してしまった一要因と考えられる。モモ園では従来からアブラムシ類やシンクイムシ類などの一般的な害虫種を対象とした農薬散布が実施されているが、収穫物への農薬残留を避けるために定められた使用時期や、防除作業と収穫調整作業等との兼ね合いから、一般に収穫が始まると防除が手薄となる。

サクラにおいても県内の被害は年々拡大している。当初、被害確認地域は足利市と佐野市の南部に限定されていたが、年々北および東に向かって拡大し、2020年3月時点で県南の4市において被害が確認されている。特に、2019年の被害確認地域の東端は、1世代前に相当する2017年時点と比べて10km以上進んでいた。2017年時点では調査体制や住民への周知が途上であったため、未検出の被害地が存在した可能性は否定できないが、分散能力の高さが伺われる。

## 行政による対応の難しさ

クビアカ被害樹の対策を進める上で障害の一つとして、同じ樹種でも植栽場所や管理状況によって対応が複雑な点が挙げられる。例えば農産物として出荷されるモモやハナモモの所管は農政部局であるが、同じ植物種でも庭木となれば管轄外である(庭木被害の対応は、市町

村が窓口となることが多い)。また、各地で見られる河川沿いのサクラ並木の所管は、河川管理部局、道路管理部局、公園管理部局、下水道管理部局等、ケースによって様々であり、さらに国、都道府県、市町村の区分がある。さらにサクラでは、所有者と管理者が同一でないことも多く、こうした場合は被害樹伐倒時の合意形成が特に困難となる。今後、人出の多い景勝地のサクラ等に被害が広がり観光業上の損害が発生した場合には、受益者等が多岐にわたるため、伐倒や脱出防止ネット設置等の景観を損なう防除対策を講じる際に調整難航が懸念される。

クビアカは都道府県や市町村等の行政境界を難なく飛び越え分散していく。ところが人間の側は、対策実施にあたって自治体の境界に悩まされている。現在、県内各市町村にチラシやマニュアルの配布等、啓発活動に繋げるべく様々な情報提供を実施している。しかしながら、対応方針を最終的に決めるのはあくまで個別の自治体であり、本虫発生前から研修会を開催し積極的に住民への啓発を進める自治体がある一方で、周知にさえ消極的な自治体もある。こうした足並みの乱れは、地域で面的にクビアカ抑え込みを進める上でマイナス要素となる。多くが専門家でなく、日頃から多種多様な業務を抱える自治体担当者に対し、特に被害顕在化前の段階でクビアカのリスクについて理解と協力を得ることは容易ではない。講習会でクビアカ被害リスクについて住民等に説明する際には、現場における雰囲気や伝わるような、枯死した被害樹等の写真を活用している。一方、行政を動かすためには、数値として被害を示すことも必要となるため、特にサクラにおいて課題となっている。ともあれ、不幸にもクビアカが侵入し被害が発生してしまった自治体では、住民やマスコミからの問合せや議会对応等、程度の差こそあれ、否が応でもこの問題に対応せざるを得なくなるのが現実である。

## 農政部局と環境部局の連携

拡大する被害に対処するため、本県では農政部局と環境部局で連携した対応を進めている。最初の取組みは、隣接地域での発生を受けて策定したクビアカツヤカミキリ発生時連絡体制であった。発生が疑われる問合せに対処するための流れを定めたものである。農政部局では、現場で不明な病害虫被害が発生した場合、普及指導員が農業環境指導センターに診断を依頼し、結果の通知とともに防除指導が行われる。一方で、クビアカ被害が想定される街路樹や民家の庭木における病害虫診断や防除指導は、県組織の中で業務として位置づけが無く、こうしたケースの対応も含め、事前に問合せ窓口等を調整して

おく必要があった。最終的に、モモ等の果樹でクビアカ被害が発生した場合は従来の農政部局の流れで対応し、サクラ等の農地以外の被害は、市町村や公園管理者等からの問合せを県庁の環境森林部自然環境課が窓口となって交通整理することとなった。情報については、農政・環境の部局間で共有するとともに、技術的な診断や指導は農政部局の研究機関や県立博物館、外部機関等の協力を得ながら対応している。農政および環境の両部局間で、病害虫に関する情報共有の仕組みづくりは初の試みであったこと、策定当時は県内でクビアカ被害が未発生であったためリスクの説明と調整に時間を要したが、2016年春には策定と市町村等への周知にこぎつけることができた。こうして、2016年夏の県内初確認時には大きな混乱も無く連携して対応することができた。発生確認後も、両部局間の緊密な連携は維持され、協力の下、被害状況や防除対策、識別方法等をまとめた「クビアカツヤカミキリ防除対策マニュアル」を策定、公開している（栃木県 2018）。

#### 防除体系の確立と生活環の解明に向けて

クビアカが県内に侵入した当時、有効な防除対策は幼虫の掘り取りや被害樹伐倒等の手間のかかるものに限られ、早急な農薬登録が求められていた。そこで2017年9月から県庁農政部経営技術課と栃木県農業試験場、農業環境指導センター、安足農業振興事務所の協力の下で緊急的に伐倒予定のモモ樹または伐倒した被害材を用いた樹幹注入剤や樹幹散布剤による幼虫殺虫効果の確認試験を試みた（小林ら 2018）。また、2018年度から一般社団法人日本植物防疫協会のクビアカツヤカミキリ特別連絡試験に参画し、農薬の早期登録拡大を図っている。特に、モモにおける成虫防除のための散布剤と、伐倒後被害材のくん蒸剤の試験を重点的に実施してきた。登録拡大となった数種の成虫防除剤については、2019年から現地のモモ防除暦に反映され、成虫発生時期の防除が徹底されている。一方で、食用であるモモでは、果実への農薬残留基準の関係から、樹幹内の幼虫に対する農薬の登録が難しく、今後の課題となっている。

また、2018年度からイノベーション創出強化研究推進事業開発研究ステージ「サクラ・モモ・ウメ等バラ科樹木を加害する外来種クビアカツヤカミキリの防除法の開発」（課題番号 30023C 生研支援センター）に参画し、国の研究機関や他府県、メーカー等とともに、防除体系の確立に取り組んでいる。本県は、防除適期決定のための生態解明を主に担当しており、本県における成虫の発生時期を明らかにするとともに、被害樹内の幼虫の生息場所等の調査を実施した。2018年5月に実施した樹齡

約10年のモモ被害樹の剥皮解体調査では、1樹あたり280個体の幼虫の寄生が認められた（春山ら 2019b）。こうした超高密度での寄生が、2~3年程度の短期間でモモを枯死させる一因であると推察される。また、寄生個体のうち48個体の幼虫および蛹が蛹室内から得られ、飼育した数個体は6月頃に成虫となった。このことは、1本の被害樹でも発生源としてのリスクは十分に高く、伐倒や適切な脱出防止策が重要なことを示している。また、幼虫の寄生は主幹部で多いものの、株元から5m以上離れた位置や、直径5cmに満たない枝でも認められた。このため、被害樹の枝は細いものも含め、伐倒後、成虫脱出時期までにチップ化や焼却により適切に処理する必要があると考えられた。なお、内樹皮を食害して十分に生育した幼虫は木部に穿孔し、作成した蛹室入口に蓋をする（岩田 2018）。蛹室完成後には排糞孔から防除薬剤を処理しても幼虫まで到達できず、伐倒以外では防除困難となる。蛹室形成時期の把握は防除適期を決定する上で重要である。幼虫は蛹室にこもる前、羽化脱出のための脱出予定孔を形成するが、安岡（2017）は関東地方では少なくとも10月上旬頃から脱出予定孔が確認されたと報告している。現在、被害材の定期的な割材調査によって蛹室形成時期の絞り込みを試みている。時折、脱出前の幼虫が入った蛹室へと続く孔道内で、蛹室形成後に侵入したとみられるアナバチ類の営巣が観察されることから、一部の蛹室はかなり早い時期に形成されていると考えられる。

#### モモ産地におけるモモとサクラの被害状況比較

クビアカは国内発生の当初から、主にサクラの害虫としての面が取り上げられてきた。本県で被害が確認された2017年の時点で、果樹被害が主であったのは徳島県のみであり、多くの発生地域ではサクラの被害が問題となっていた。被害発生都府県数が11に達した2020年時点でも、全国的には被害の中心がサクラである状況に変わりない。当県で最初の被害が、どこにでも植栽され、管理も粗放的なサクラではなく、定期的な薬剤散布が行われているモモで発生したことは不思議であった。この理由の一端を、被害が発生しているモモ産地内で見ることができるので紹介したい。2018年の産地全体におけるモモの被害樹率は、2669樹中517樹で19.4%に達した。一方、特に被害の激しい園地近隣のサクラ31樹を調査した結果、被害樹は1本のみ（被害樹率3.2%）であった。モモ産地内で様々な樹齡のモモ200樹と上記のサクラ31樹で、主幹径と被害の有無について比較した結果が図-2のa)およびb)である。本種の被害は、幹の太い老木樹や大径木で多いことが示唆されているが

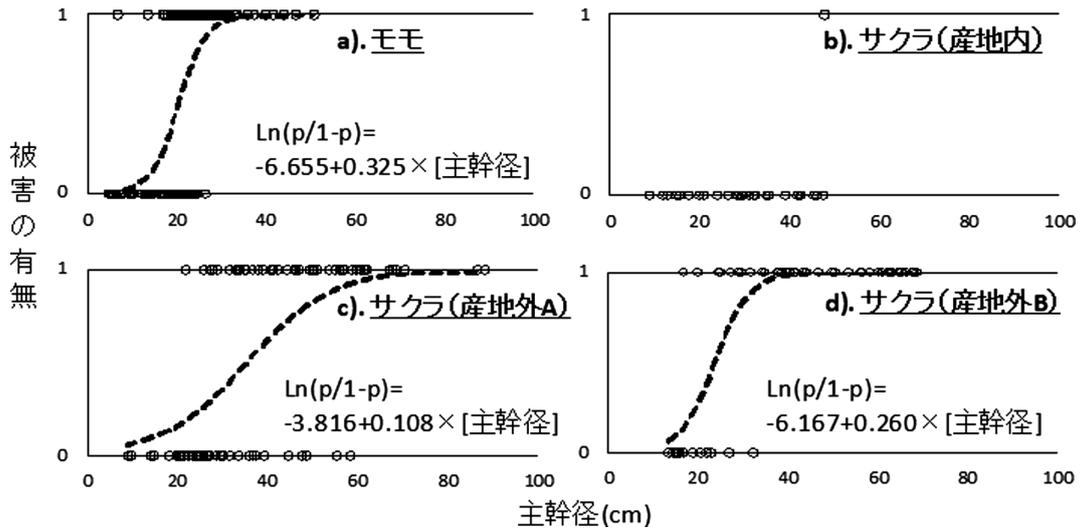


図-2 モモおよびサクラにおける被害と主幹径の関係 (春山ら 2019a を改変)

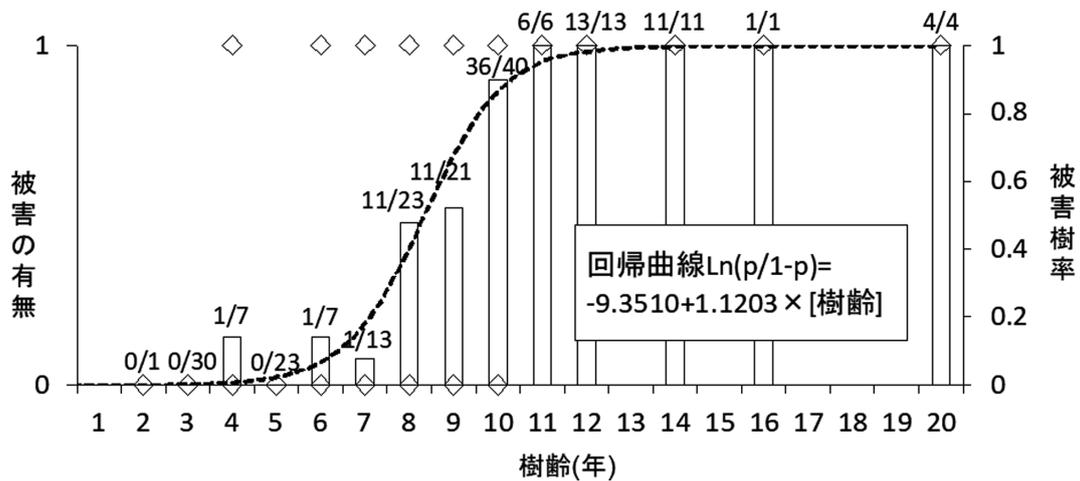


図-3 モモにおける被害と樹齢の関係 (春山ら 2019a を改変)  
棒グラフ上の数値は被害樹数/調査樹数を示す。

(中野・渡邊 2017、山本・石川 2018)、モモ産地内のサクラはモモと比べ大径にも関わらず、被害がほとんど出ていない。一方、モモ産地から約5km離れた被害地のサクラの状況を示したものが図-2のc)およびd)である。近隣にモモ園が無い場合には、モモと同様に主幹径20~30cm程度のサクラでも被害が発生している。もちろん、被害地間の本虫の発生密度差など様々な要因の影響も考えられるが、一定の範囲内に両樹種が存在する場合、少なくともサクラよりモモで被害が発生しやすく、結果としてサクラの被害が減少することが推察された。

### クビアカ被害の影響評価

図-2のa)モモ樹の主幹径別データを樹齢別に示したものが図-3であるが、樹齢8~10年以降被害が増加している。最初の被害を受けてから収量に影響が出る

までの期間は、幼虫の寄生密度や寄生位置等で大きく変わるが、当産地のモモおよびスモモでは、多量のフラス排出を認めた翌年(産卵されて2年目と推定)に多数の成虫の脱出と前後して樹が衰弱し、その翌年には枯死する例が認められている。本県産地のモモ樹は7~8年で収量が安定し、15~20年程度で改植されるため、生涯収量に及ぼす影響は大きい。クビアカ発生地域におけるモモ収量への影響を明らかにすべく、①被害確認の翌年にその樹は収量ゼロとなる、②樹齢15年で改植、③クビアカの加害圧は一定(回帰式は同一)、と仮定して、産地から提供された収量モデルデータと図-3のロジスティック回帰式をもとに、モモ1樹あたりの生涯収量の期待値を求めた。その結果、モモ1樹あたりの生涯収量期待値は健全樹と比べ約3分の1(34.3%)まで減少すると推定された。モモは連作を嫌うため、伐倒後と同じ場所に改植することは難しい。改植しても成木と

なって間もなく、多くの樹が再び被害を受け枯死してしまう。果樹産地へのクビアカ侵入定着は、生産樹の衰弱枯死による減収に止まらず、生産者の長期的な農業経営計画に大きな影響を及ぼすおそれがあると考えられた。

サクラ被害の影響としては、公園や学校の被害樹の落枝や倒木による人的・物的被害、桜堤での倒木や枯死による堤防損傷や強度低下等のリスクが懸念される。サクラに代表される季節の花は、特に中国や東南アジア、米国市場への訴求力が強い最重要の観光資源とされ（栃木県 2015）、大規模な被害でサクラの名所が失われれば、地域経済への打撃となる。また、日本の文化に深く根付き、様々なもののモチーフにもなっている。このように、サクラでは被害の影響は複雑で計り知れない。クビアカ被害の全貌をつかむためにも、サクラの被害が経済や文化面に及ぼす影響の総合的な評価が待たれる。

#### おわりに

近年、被害地域と被害樹数の増大に伴い、全ての被害樹で適切な対策を講じることが難しくなりつつある。被害樹を放置すればやがて枯死に至るだけでなく、成虫の発生源になるため、この問題には全ての被害者が加害者にもなりかねない悩ましさがある。高額なコストのかかる樹木の伐倒を何とか進めるため、2019年から県と市町村が伐倒、運搬、切断、チップ化等にかかる経費の一部を負担する補助金を創設した。また、県内各市町村でも、独自または県外の先進的な事例を参考に、様々な試みが広がっている。こうした現場の地道な取組みが継続されるとともに、国の主導による地域を超えた対策の進展と現場支援策の充実によって、被害の拡大が抑制され、いずれ根絶に向かうことを願ってやまない。

#### 引用文献

- 春山直人・八板 理・福田 充・山崎一義・渡邊浩樹・半田睦夫（2019a）栃木県のモモ産地におけるクビアカツヤカミキリの発生と被害状況. 関東東山病害虫研究会報 66: 106-109
- 春山直人・八板 理・福田 充・山崎一義（2019b）栃木県のモモ園におけるクビアカツヤカミキリの発生状況と樹幹内幼虫の寄生状況について. 第63回日本応用動物昆虫学会大会講演要旨集: 146
- 岩田隆太郎（2018）クビアカツヤカミキリ *Aromia bungii* の現状: その分類・分布・生理・生態・根絶法. 森林防疫 67(6): 7-34
- 桐山 哲・岩田隆太郎・加賀谷悦子（2015）群馬県館林市・東京都福生市で発生が確認されたサクラ・ウメを有害する外来種クビアカツヤカミキリ. 植物防疫 69(12): 807-809
- 小林 誠・大野茉莉・福田 充・渡邊 守・小山田浩一・渡邊浩樹・春山直人（2018）栃木県内モモ園地におけるクビアカツヤカミキリ *Aromia bungii* (Faldermann) の発生状況および防除対策の検討. 関東東山病害虫防除研究会報（講要）65: 153
- 中野昭雄・渡邊崇人（2017）徳島県内のモモ産地におけるクビアカツヤカミキリによる被害状況とこれまで試行した防除法. 植物防疫 71(11): 723-728
- 栃木県（2015）平成27年度外国人向け観光資源発掘調査報告書. URL: [http://www.pref.tochigi.lg.jp/f05/kankouchidukuri/documents/02\\_kankousigenhakkututyousa.pdf](http://www.pref.tochigi.lg.jp/f05/kankouchidukuri/documents/02_kankousigenhakkututyousa.pdf); 2020年3月29日確認
- 栃木県（2018）クビアカツヤカミキリ防除対策マニュアル. URL: [http://www.pref.tochigi.lg.jp/g04/kannkyou/documents/kubiaka\\_manyuaru\\_ver1.pdf](http://www.pref.tochigi.lg.jp/g04/kannkyou/documents/kubiaka_manyuaru_ver1.pdf); 2020年3月29日確認
- 浦野忠久・加賀谷悦子（2017）クビアカツヤカミキリ *Aromia bungii*（コウチュウ目：カミキリムシ科）飼育個体の寿命と生涯産卵数. 関東森林研究 68(1): 25-28
- 山本優一・石川陽介（2018）大阪府におけるクビアカツヤカミキリの発生状況について. 関西病害虫研究会報 60: 17-21
- 安岡拓郎（2017）クビアカツヤカミキリ *Aromia bungii* (Faldermann) 幼虫に対する薬剤の防除効果. 植物防疫所調査研究報告 53 :51-62

# メディア・市民からの関心 報道を通して感じたこと

米山 正寛 (よねやま まさひろ、朝日新聞記者)

クビアカツヤカミキリという昆虫の名前を初めて耳にしたのは、2015年8月のことだった。当時は、朝日新聞の関連団体である森林文化協会で月刊誌『グリーン・パワー』の編集を担当しており、その情報収集のため、しばしば茨城県つくば市の森林総合研究所へ足を運んでいた。その日も当初の目的を済ませた後、ふらっと旧知の研究者を訪ねたところ、「外来昆虫で心配すべき問題が起こっている」と気になることを言われた。そうなるかと挨拶だけで帰るわけにはいかない。クビアカツヤカミキリ対策に取り組み始めたという専門家から話を聞くことになった。

## 深刻な問題と受け止め

当時の取材メモなどを見返すと、国内での被害は、2012年に初めて愛知県で確認されてからの3年間で埼玉県、群馬県、東京都、大阪府、徳島県を加えた6都

府県に及び、公園や並木に植えられたサクラから、果樹園のモモなどにも広がりだしていた(その後、2011年の捕獲事例が埼玉県で報告されている)。日本人に親しまれているサクラをはじめ、さまざまなバラ科の樹種に被害が広がれば深刻な問題になると思いつつ、まだ今なら根絶に持ち込むことができそうだという期待も感じた。

この取材をもとに、8月末が締切だった「グリーン・パワー」2015年10月号に「広がる外来のカミキリムシ」という記事を書いた(写真-1)。ほぼ時を同じくして、2015年9月4日の朝日新聞夕刊(大阪本社版)にも「外来カミキリ 桜・桃脅威」という記事が載った。こちらは大阪府や徳島県での被害を知った記者が書いたものだ。すでに森林や昆虫に関する専門誌で先行した報告はなされていたが、一般市民に向けたクビアカツヤカミキリについての報道はこの頃から始まった。ただ、季節は

## 広がる外来のカミキリムシ 心配な桜並木・果樹園での被害拡大

中国などを原産地とする昆虫のクビアカツヤカミキリ(別名クロジヤコウカミキリ、学名 *Aromia bungii*)が日本国内で広がりを見せている。主にバラ科のサクラ、モモ、ウメなどの幹を幼虫が食害し、ひどい場合には枯死させてしまう。各地の桜並木や果樹園での被害拡大が心配され始めた。

森林総合研究所によると、このカミキリが国内で初めて報告されたのは2012年、愛知県西部のサクラとウメで発生が確認された。成虫の体長は約3センチで、体は光沢のある黒色で胸部が赤い。別名に「臭香」とあるように、特徴的な香りも放つ。

夏に成虫が幹へ産卵し、翌春に孵化した幼虫が内部の材を摂食する。被害木の根元には大量のフラス(木くずと幼虫の糞が混ざったもの)がたまる。1本の木を多数の幼虫が加害すれば、枯死に至る。中国ではモモやスモモの重大害虫となっている。

13年には埼玉県草加市の桜並木などで発生が報告され、この2県の事例から、今春にまとまった



クビアカツヤカミキリの成虫(加賀谷室長提供)

環境省の生態系被害防止外来種リストでは、総合対策外来種の一つと位置付けられた。だが今夏に群馬県や大阪府でも見つかると、徳島県ではモモなどの果樹園の多くで発生するなど被害は広がっている。卵や幼虫が入った材が物資の梱包用に使われ、中国や韓国あたりから国内に持ち込まれた可能性が高い。海外ではドイツやイタリア、英国、米国に侵入した事例がある。草加市では被害木にネットを巻いて羽化してくる成虫を捕獲したり、木を伐採・焼却したりしているが、発生は収まっていない。被害は壮齢木や老齢木に多く見られており、「各地で親しまれてきたサクラの名木・古木が特に危ない」「ヤマザクラをはじめとする野生のサクラ類に被害が及びかねない」という指摘も聞かれる。各地の調査に関わってきた森林総研の加賀谷悦子企画室長は「ドイツでは一度侵入したものの、集中的な対策で早期に根絶させた」と報告されている。日本も今のうちに取り組みを進める必要がある」と話している。

写真-1 クビアカツヤカミキリについて初めて筆者が書いた記事=『グリーン・パワー』2015年10月号から

もう秋。成虫の発生期は過ぎており、「自分の目で見てみたい」という思いは、翌年に持ち越すことになった。

2016年5月下旬、クビアカツヤカミキリのフラスの排出が見られるという情報を得て、自宅から最も近い被害地だった東京都福生市、あきる野市へ向かった。特に昆虫に詳しいわけではないし、ゴマダラカミキリやクワカミキリをこわごわ捕まえたのは、もう何十年も前の少年期のことだ。一人でフラスや成虫をうまく見つけられるか自信もないまま、地図を頼りに最寄り駅から歩いた。

### あっけなく捕まえて不安に

目的とした桜並木に着くとすぐ、前年から写真で何度か見た赤褐色のフラスが目飛び込んできた。「え！もう見つかったの」と拍子抜けするくらい早かった。「次は成虫だ」と思いながら太いサクラの幹を1本、2本と調べていくと、ガツガツという変な音が聞こえてきた。なんと成虫が幹から出ようと、頭胸部だけ出した状態でもがいている音だった（写真-2）。「脱出の瞬間だ」としばらく眺めていてもそのまま、どうやら樹皮の突起にはばまれてうまく出られないらしい。周りにはたくさん人のア리가まとわりついている。「こんなこともあるのか？」と戸惑いつつ、「全身の写真を撮らなきゃ。でも逃げられたらまずいな」と慎重に障害物となっていた突起を取り外し、這い出てきた成虫の撮影を素早く済ませて、手持ちの袋の中へ押し込んだ。あまりにもあっけなく1匹目を捕まえてしまい、「こんなに簡単に捕まるのなら、いったいどのくらいいるのだろう」と不安にかられたのを覚えている。

そんな私の姿を、カミキリムシの愛好家だと思った近所の人が声をかけてきた。その話によると、ここではもう2～3年前前から発生しているという。時には自分で捕まえているそうで「行政にも連絡したが、1匹渡した



写真-2 サクラの幹から頭胸部だけを出してもがくクビアカツヤカミキリ=2016年5月撮影

ら『もういらぬ』と言われた。だから、ほしいという人にあげている」とのことだった。「それって、新たな拡散ルートにならないの」と心配になった。

2カ所目に回った桜並木では、さらに多くのフラスの排出が見られ、こちらでも数匹の成虫を捕まえた。葉の量が減っていて、まもなく枯れるのではないかと思われる木もあった。この時点で両市の被害現場には、まだ成虫を捕獲するネットの巻きつけなどがなされておらず、「早く対策を進めてほしい」という思いが募った。

### 対策は効果的と実感

翌2017年には、きちんと対策が取られている現場を見ておきたいと考えた。そこで関東一円で最初に被害の発生が注目された埼玉県草加市に出かけてみた。用水路沿いの桜並木などで、成虫が這い出ないように上下をしっかりとめつつ、ゆったりと幹に巻かれたネットの様子を見た（写真-3）。今も対策として推奨されている手法の一つだ。薬剤による試験的な防除にも取り組んでいた。さらに国内で最初の被害が確認された愛知県飛島村にも足を運び、村内の神社にあったサクラの被害木の伐採跡も見た。これらの場所で注意して成虫を探してみたが、自分では確認することができなかった。限られた日の観察ではあるが、ネット巻きや伐採という対策がきちんとなされていれば、かなりの効果を発揮して成虫の密度は低くなっていくのだろうという印象を持った年だった。

一方で、2018年には対策の遅れが心配だという声を聞いた群馬県館林市にも行ってみた。並木や公園などのサクラに多くのネット巻きは施されるようになっていたが、ある場所でネットの外にいた成虫を9匹も見つけた時は、暗い気持ちになった（写真-4）。同市が、成虫の死骸との交換で報奨金を支払う制度を始めたのは次の年からで、被害木の伐採本数も増えてきたようだ。市民の力を生かす対策も含めて、ぜひ効果的な発生抑制が広域でなされるようになればと思う。

### 被害発生への警戒を続けて

2019年までにクビアカツヤカミキリの被害が確認されたのは11都府県となった。2015年の6都府県から増えたのは、栃木県、茨城県、三重県、奈良県、和歌山県で、被害発生は隣接県に少しずつ広がっている状態だ。また、被害発生のない地域でも市民に早めの情報提供をして、注意喚起や早期発見への協力要請をしていくことが求められるだろう（写真-5）。また、いったん発生を抑えられていた場所の近くで、再び被害が発生したという事例が聞かれるのは気にかかる。被害が減った状態で



写真-3 サクラの被害木に施されたネット巻き。今も対策の基本となっている  
= 2017年7月撮影



写真-4 ネット上で見つけたクビアカツヤカミキリ。  
ネットを巻くのが難しい、被害木の高い位置  
から出てきたのか? = 2018年6月撮影



写真-5 クビアカツヤカミキリ侵入のサインを伝える足立区生物園の展示。区内での被害報告はないが、東京都内や隣接する埼玉県での発生を受けて開催されていた = 2018年7月撮影

警戒を長く続けるのは簡単ではないだろうが、緊張感が緩むと再びクビアカツヤカミキリの拡散は始まりかねない。何度か取材を重ねる中で、被害の発生した市町村名すら公表を避けたがる行政組織、被害が確認されないからと腰を上げない専門部局の存在には首をかしげた。そうした姿勢が、対策の遅れや被害の拡散につながりかねないことは、さまざまな問題を通してたびたび指摘されることだ。

そして最近になって、当初の根絶への思いが関係者の中で薄れているのではないかと危惧する場面に出会うこ

ともある。在来種による被害は、その広がりを許容水準以下に抑えることが防除の基本と考えられているが、それを単純に外来種へ当てはめるわけにはいかない。もちろん、クビアカツヤカミキリが加害する樹種や、被害を及ぼす地域の広がりが未知数の中で、戦略を立てるのは困難を伴う。ヒアリ、新型コロナウイルスなど人の健康に関わる新たな外来の要因も国内に侵入し、それらとの優先順位も考えなければならなくなってきた。ただ長い道のりになろうとも、根絶という大きな目標が見失われてしまわないことを願っている。

# クビアカツヤカミキリによる果樹の被害

上地 奈美 (うえち なみ、農研機構 果樹茶業研究部門)

クビアカツヤカミキリの寄主とされる樹種には、果樹も多く含まれる。加害によって樹が枯死することもあるため(写真-1)、果樹生産に与える影響は大きい。そのため、果樹生産者や生産者の間でもクビアカツヤカミキリへの関心は高い。平成28年の日本の果樹生産額トップ10(農林水産省2020)には、クビアカツヤカミキリの主な寄主とされるバラ科の *Prunus* 属である、モモ、オウトウ、ウメが入っている(表-1)。さらに、バラ科のリンゴや日本ナシ、過去に寄主としての記録がある、カキやクリも入っている。これまでの実際の被害や、今後、被害となる可能性についてまとめてみた。



写真-1 枯死したモモ樹

## 寄主として報告されている樹種

クビアカツヤカミキリの自然分布域である中国では、その被害について多くの報告がある。岩田(2018)は文献にもとづいて、中国における被害樹種をまとめ、モモ、ウメ、スモモ等の被害が大きく、中でもモモの被害が突出していることを報告している。その理由として、モモは中国では国民的に重要な果樹のため人々の関心が高いことと、植栽密度が高いからではないかと考察している。また、安徽省・江淮丘陵地区のモモの被害率は10年生で61%、3年生で9%を記録しているという。これ以外にも、カラミザクラの被害や、リンゴやナシの被害もある(岩田2018)。また、バラ科以外にも、カキノキ *Diospyros kaki*、マメガキ *D. lotus*、アメリカガキ *D. virginiana* (カキノキ科)、シナグリ *Castanea mollissima* (ブナ科)、ザクロ *Punica granatum* (ザクロ科)、カホクザンショウ(カショウ) *Zanthoxylum bungeanum* (ミカン科)の被害が報告されている。

## ヨーロッパにおける被害

ヨーロッパにも、クビアカツヤカミキリが侵入している。欧州食品安全機関(EFSA)は、主要な樹種とその他に分けてリストを示している。主要な寄主として挙げられている果樹は、アンズ *Prunus armeniaca*、モモ *P. persica*、セイヨウスモモ *P. domestica*、そしてオウト

表-1 2016年の日本の果樹生産額上位10位までの品目と生産額、栽培面積、生産量(農林水産省(2020)より改変)  
(太字がバラ科の樹種)

順位	果樹	生産額 (億円)	栽培面積 (ha)	生産量 (t)
1	ミカン	1,761	43,800	805,100
2	リンゴ	1,477	38,300	765,000
3	ブドウ	1,218	18,000	179,200
4	<b>日本ナシ</b>	786	12,500	247,100
5	<b>モモ</b>	547	10,500	127,300
6	カキ	458	20,900	232,900
7	<b>オウトウ</b>	423	4,740	19,800
8	ウメ	216	16,400	92,700
9	不知火(デコボン)	154	2,986	42,577
10	クリ	108	19,800	23,000

表-2 日本で出された特殊報注

発表年月日	都府県	樹種	備考
2013年6月	愛知県	サクラ、ウメ	2012年にサクラで発見
2015年7月	徳島県	モモ、ウメ、スモモ	2015年にサクラで発見
2016年8月	大阪府	ウメ	2016年にサクラで発見
2017年6月	栃木県	モモ、スモモ	---
2017年7月	群馬県	サクラ、モモ、スモモ、ウメ	---
2017年7月	埼玉県	スモモ	2013年にサクラで発見
2018年7月	東京都	ウメ	2015年にサクラで発見
2019年8月	奈良県	モモ	2019年6月に成虫2頭確認
2019年12月	和歌山県	モモ	2017年に雄成虫を発見

注この他に、2019年7月に三重県のサクラ、2019年8月に茨城県のハナモモでも発見されている。ただし、農産物（果樹）での発生ではないため特殊報は出ていない。

ウ（セイヨウミザクラ）*P. avium*である。その他、寄主として確認されているものとして、アメリカスモモ *P. americana* などの *Prunus* 属各種が挙げられている。中国で報告されているカキ、マメガキ、アメリカガキ、ザクロについては、再確認の必要があるとしている（Peña *et al.* 2019）。ヨーロッパ地中海地域植物防疫機関（EPPO）は詳細なリストを作成し、根拠となる報告の信頼性によって、主要な寄主と確認が必要な寄主に分けて示している。バラ科以外の果樹では、中国で記録されている樹種に加えて、オリーブ、クルミなどが含まれている（EPPO 2014）。ドイツでは、2011年にセイヨウスモモでの被害が報告されている（Burmeister *et al.* 2012）。いったん根絶に至ったと考えられていたが、2016年に被害樹が再び発見された（Hörren 2016）。イタリアでは、2012年に、セイヨウスモモ、アンズ、モモで発生し（EPPO 2012、2013）、現在も根絶に向けた対策が進められている。

## 日本国内での被害

これまで日本では、モモ、ウメ、スモモ、そしてサクラでの被害が確認されている（表-2）。特にモモの被害は大きく、徳島県の板野町では、2015年以降、モモ園地を中心に被害が出ている。2018年には、被害の割合は板野町、上板町、鳴門市大麻で併せて、園地の44.6%（99園地/222園地）、樹について見ると13.9%（661本/4741本）にのぼる（中野 2019）。最も被害の著しいモモ園地では、29本の果樹のうち28本に被害があり、3分の2程度が枯死していた（中野 2019）（写真-2）。栃木県でもモモの被害が大きく、県南の約130地点で確認されている（栃木県 2019）。大阪府では、サクラ、ウメ、スモモで被害が確認されている。サクランボ2本も調査対象となったが、被害は



写真-2 枯死した樹（右）と、新たに植えられたモモの苗木（左）

確認されなかった（山本・石川 2018）。和歌山県は、ウメやモモなどの大産地であることから被害を未然に防ぐための体制づくりや、巡視、市民へのチラシ配布による啓発を積極的に進めてきた。しかし、2019年に被害樹が見つかり（和歌山県 2019）、被害状況の把握や対策に力が注がれている。

なお、EPPOのリストには、日本ではオウトウ（さくらんぼ）にも被害があると記載されているが、これまで日本での被害の報告はない。愛知県の特殊報に関する新聞記事の英語版において、サクラがcherryと英訳されたことが、誤解を生じた原因と考えられる。

## 防除対象となる樹種

国内外で既に被害がでているモモ、ウメ、スモモ等の被害が、今後も多いと予想される。オウトウの被害は日



写真-3 ネットを食い破ろうとしたが死亡した成虫



写真-4 ネットをかけている枝から羽化した成虫

本ではまだないが、中国では被害が報告されているため、注意すべきである。*Prunus* 属以外の樹種であるリンゴやナシは、日本でも国外でも被害の報告はほとんどない。しかし、こうした樹種についても、細枝へふ化幼虫を接種すると生存率は低いものの体重増加が良好であった（北島 2018）。発生地や近隣にあるリンゴやナシの園地においては、注意したほうが良い。ピワもバラ科であるが、細枝への幼虫接種試験での生存率は高くなく、かつ体重増加はかなり少なかったため（北島 2018）、寄主となる可能性は低いと考えられる。バラ科以外で、

寄主のリストに載っている樹種（カキやクリなど）については、細枝への幼虫接種試験でも発育がよくなく、現時点では寄主となる可能性はあまりないと考えられる。ただし、天然分布域である中国大陸は広いため、地域によってはカキやクリにも適応した個体群がいる可能性がある。今後、万が一、そのような個体群が侵入したときには、防除する必要が出てくるかもしれない。

#### 果樹での防除対策

防除対策としては、成虫の殺虫や捕殺、および、被害

樹の伐採・除去が重要だと考えられる。殺虫については、使用可能な農薬の登録が増えている。2019年5月時点で、生物農薬を含む11薬剤が、モモ、ウメ、スモモ、サクラ等に対して新たに登録申請中や登録済みとなっており、今後の防除に用いることができる、あるいは、その予定である(舟木 2019)。一方、モモにおける課題として、クビアカツヤカミキリ成虫の発生時期と収穫時期が重なるため、殺虫成分の残留や作業性の観点から、集中的な薬剤散布が難しいことが挙げられる。収穫への影響の少ない散布時期や防除体系を検討する必要があるほか、薬剤防除の補完・代替となる防除技術の開発が期待される。捕殺については、クラウドファンディングにより資金を調達して大学生のボランティアを募って捕獲し成果を上げた徳島県の例がある(中野 2019)。栃木県小山市、足利市、群馬県館林市などの他の自治体でも捕獲した成虫を買い取っている。被害樹の伐採・除去については、樹の株元や伐採した切り株への網掛け、そして、伐倒木の適切な処分が必要である(三代 2019)。網掛けする場合も、被害樹から羽化した成虫が網を噛み切って逃げてしまう可能性があるため、見回って確実に捕殺することが大事である(写真-3、4)。

## 謝辞

本研究は、「サクラ・モモ・ウメ等バラ科樹木を加害する外来種クビアカツヤカミキリの防除法(課題番号30023C)」において、農研機構生研支援センター「イノベーション創出強化研究推進事業」の支援を受けて行っています。

## 引用文献

- Burmeister EG, Hendrich L, Balke M (2012) Der Asiatische Moschusbock *Aromia bungii* (Faldermann, 1835) – Erstfund für Deutschland (Coleoptera: Cerambycidae). NachrBl. Bayer. Ent. 61: 29-31
- EPPO (2012) First report of *Aromia bungii* in Italy. EPPO Reporting Service, 2012-10-01, 2012: 204.
- EPPO (2013) *Aromia bungii* found for the first time in Lombardia region, Italy. EPPO Reporting Service, 2013:187
- EPPO (2014) Pest risk analysis for *Aromia bungii*. [http://www.eppo.int/QUARANTINE/Pest\\_Risk\\_Analysis/PRA\\_intro.htm](http://www.eppo.int/QUARANTINE/Pest_Risk_Analysis/PRA_intro.htm) (2020年4月10日確認)
- 舟木勇樹 (2019) クビアカツヤカミキリに対する農薬登録促進に向けた取り組みについて. 植物防疫 73: 413-419
- Hörren T (2016) Ein weiterer Nachweis des asiatischen Moschusbocks *Aromia bungii* (Faldermann, 1835) in Deutschland (Coleoptera: Cerambycidae, Cerambycinae). Entomologische Z. 126: 205-207
- 岩田隆太郎 (2018) クビアカツヤカミキリ *Aromia bungii* の現状: その分類・分布・生理・生態・根絶法. 森林防疫 67: 189-216
- 北島 博 (2018) 数樹種の細枝に接種したクビアカツヤカミキリ孵化幼虫の発育. 森林防疫 67: 89-94
- 三代浩二 (2019) クビアカツヤカミキリの発生と防除の現状. 植物防疫 73: 408-412
- 中野昭雄 (2019) クラウドファンディング調達資金を活用したクビアカツヤカミキリの防除に向けた研究活動事例. 昆虫と自然 54 (14): 7-10
- 農林水産省 (2020) 果樹をめぐる情勢(令和2年2月版). <https://www.maff.go.jp/j/seisan/ryutu/fruits/attach/pdf/index-78.pdf> (2020年4月10日確認)
- Peña, Edl, Schrader G, Vos S; European Food Safety Authority (EFSA) (2019): Pest survey card on *Aromia bungii*. EFSA supporting publications 16(12): 1731E
- 栃木県 (2019) 令和元年度特定外来生物クビアカツヤカミキリの被害状況等について. (環境森林部自然環境課・農政部経営技術課) [http://www.pref.tochigi.lg.jp/d04/seibututayousei/documents/kubiakamap\\_201907.pdf](http://www.pref.tochigi.lg.jp/d04/seibututayousei/documents/kubiakamap_201907.pdf) (2020年4月10日確認)
- 和歌山県 (2019) 令和元年度病害虫発生予察特殊報(第5号) [https://www.pref.wakayama.lg.jp/prefg/070300/071400/yosatsujyouhoukako\\_d/fil/r1tokusyuhou5.pdf](https://www.pref.wakayama.lg.jp/prefg/070300/071400/yosatsujyouhoukako_d/fil/r1tokusyuhou5.pdf) (2020年4月10日確認)
- 山本優一・石川陽介 (2018) 大阪府におけるクビアカツヤカミキリの発生状況について. 関西病虫研報 60: 17-21

# 特定外来生物からサクラを守る ～クビアカツヤカミキリの調査と対策について～

長竹 優空 (ながたけ ゆら、群馬県立大泉高等学校 造園デザイン研究部)

中嶋 愛美 (なかじま あいみ、群馬県立大泉高等学校 造園デザイン研究部)

田中 雅紀 (たなか まさき、群馬県立大泉高等学校 教諭)

根岸 良行 (ねぎし よしゆき、群馬県立大泉高等学校 実習助手)

## 1. はじめに

近年、ニュースやネットで注目されているクビアカツヤカミキリ（以降クビアカと呼称）は、中国などから木材の輸入品に紛れて日本に入ってきた特定外来生物である。幼虫がサクラやモモ等のバラ科樹木を食べて被害を与えている。本校でクビアカの被害を確認したのは2017年の夏であった。フラスと呼ばれる糞と木くずが混ざった食害の跡が確認できた(写真-1)。調査の結果、サクラの約8割が被害を受けていることが分かり、成虫も発見された(写真-2)。そのまま放置すると枯れて倒木の危険があると判断し、問題の調査と対策に着手した。本研究は3年を研究期間とし、2020年2月までの2年間の成果を本稿にまとめた。

本研究のデータは、群馬県大泉町の公園のサクラを研究部で調査収集した独自のデータであり、自治体で公表している数値とは異なる。



写真-1 発見されたフラス 写真-2 本校で発見したクビアカ

## 2. 被害状況の調査

本校のある大泉町内39カ所の公園にある693本のサクラの被害状況を2017年11月に調査した(写真-3)。フラスを指標とし調査を行った後、GNSS(Global Navigation Satellite System)端末を用いて、サクラの下で位置情報を取得し、スマートフォンで撮影した写真の時刻と合わせて、位置情報を特定した。公園のサクラと地図データを結合することにより、サクラ及びフ



写真-3 調査の様子 写真-4 データの提供の様子

表-1 群馬県大泉町クビアカ被害状況

No.	公園名	サクラ本数	2017フラス数	2018フラス数	No.	公園名	サクラ本数	2017フラス数	2018フラス数
1	吉田	6	0	4	21	東志部	5	0	0
2	児島	10	4	7	22	西原	2	1	0
3	坂田第一	6	0	5	23	仙石第一	3	0	3
4	坂田第二	9	0	4	24	仙石第二	2	0	1
5	浜野	7	3	0	25	仙石第三	2	0	1
6	吉田第一	1	0	1	26	古海第一	1	1	1
7	吉田第二	4	1	2	27	古海第二	5	3	5
8	吉田第三	4	0	3	28	古水南	5	0	0
9	吉田第四	10	1	4	29	根岸	1	0	1
10	後谷	0	0	0	30	城之内	230	70	98
11	天神下	4	0	0	31	大泉中央	27	2	8
12	明ヶ島	3	0	0	32	志部	26	4	13
13	天神南	6	0	0	33	御正作	60	18	29
14	明ヶ島南	6	4	0	34	南	0	0	0
15	馬打	26	6	16	35	仙石森ノ前	0	0	0
16	高原	0	0	0	36	いずみ総合	78	2	58
17	柳町	5	1	0	37	いずみ緑道	72	4	31
18	古水	0	0	0	38	分水掘緑道	30	5	14
19	大泉五反田	2	0	0	39	スバル運動公園	28	0	6
20	仙石	7	0	1		総計(本)	693	130	316

スの位置情報をポイントとしてマッピングした。なお、このデータは大泉町役場に提供し、地域貢献することができた(写真-4)。この活動は2年間継続して行っていて2017年は被害本数が130本なのに対し、2018年は316本に増加しており、今後行う2020年3月の調査では、さらに被害拡大が懸念される(表-1)。

## 3. 対策活動

被害を抑制するために様々な講習会に参加し、本格的な対策方法を学び、実践を行った。

### (1) ネット巻きによるサクラの防護

直接サクラにネットを巻いて、クビアカの成虫の産卵

# バラ科樹木の脅威 クビアカツヤカミキリ

防止や、脱出孔（成虫となって出てくる穴）から出てくる成虫を閉じ込めることにより飛散を防ぐ方法である（写真-5）。農業用の防風ネット（編み目4mm）を巻き、結束バンド等で固定を行う。この方法は実際に群馬県や自治体が推奨し、各地で行われている方法である。しかし、老木のサクラは樹形が高く、太いものが多いため作業時間が1本当たり20分以上かかってしまう場合もあった。さらにコスト面も600円ほどかかり、ネットを巻いた部分は効果が確認できたが、作業が困難な2～3m以上の上部でも脱出孔を作ることがあり、決定的な対策方法とは考えにくい（写真-6）。



写真-5 ネット巻きの様子



写真-6 上部の脱出孔

## (2) 誘引トラップでの捕殺

誘引液を入れたペットボトルで捕殺する方法である（写真-7）。誘引液の材料は焼酎4：穀物酢1：砂糖1の割合で混合したもので、ペットボトルは500mLの空き容器を用いた。クビアカの成虫が入ることができるよう5cmの入り口を付け、5月末から3ヶ月間の調査を行った。この誘引トラップ実験において、クビアカの捕殺に効果があることが分かった。しかし、クビアカの成虫は基本的に数週間の寿命とされ、その期間は食事を必要としない。交尾後すぐ産卵を行い、その後さらに交尾が可能な個体が補給のために樹液を摂取することが知られている。誘引トラップで捕殺した個体は、すでに産卵が終わっている可能性が高いのではないかと予想できる。研究部で調査したものは5匹程度ではあるが、誘引トラップに入っていた個体と、虫網などで捕殺した個体は、卵の数に差があった（写真-8）。以上のことから



写真-7 クビアカ誘引トラップ

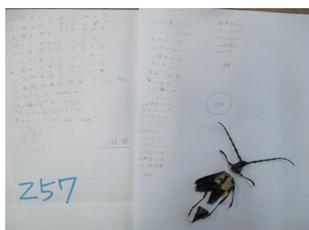


写真-8 成虫の卵数調査

産卵が終了した個体を捕殺することになるので改善が必要と考えた。この卵数調査に関しては、個体により卵の保持数が違うこと、調査個体数が少ないことから、今後継続して行い、正確なデータが整い次第、報告していきたい。

## (3) 生徒が行う捕殺活動

研究部員だけでなく大泉高等学校生物生産科の生徒と一緒に、学校と地元のサクラの名所である城之内公園で捕殺活動を行った（写真-9）。具体的な方法としては、虫網で捕獲した後に、足や棒などで潰している。これまで100匹以上は駆除しており、現状最も有効的な方法であると考えられる（写真-10）。



写真-9 捕殺活動の様子



写真-10 捕殺したクビアカ

しかし問題が2つある。一つ目は人員が不足していること、二つ目は捕殺する行為に抵抗感を持つ生徒が多いことである。人員不足に関しては、クビアカの問題が発生している地域で様々な手法が用いられている、群馬県館林市では1匹50円の懸賞金やスポーツドリンクの配布を行っており、一般の方の協力を得ている。私たち研究部では来年度にクビアカの成虫が発生する前に、幼稚園や小学校などを訪問し、その危険性や捕殺の協力をお願いする予定である。捕殺への抵抗感に関しては、直接虫を潰すといった行動が問題だと想定し、家庭にある殺虫剤を使用することにした。実際、クビアカの講習会などで家庭用殺虫剤の効果があることが分かっている。

## (4) クビアカに対する家庭用殺虫剤の試験

講習会で幼虫に効果が認められている殺虫剤と、市販されている3種類の家庭用殺虫剤を加えた計4処理区でクビアカの幼虫と成虫に対する効果の試験を行った。

幼虫の試験は、フラスの動きが確認できた侵入孔（幼虫が樹木を食害する際に作る穴）を選定し、侵入孔に詰まっているフラスを千枚通しや針金で除去した後に約20cmのノズルを用いた家庭用殺虫剤を十分に噴射した。試験後は侵入孔の入り口にビニール袋をセットし、フラスの有無で評価を行った（表-2、写真-11）。

成虫の試験は、本校で捕獲したクビアカの成虫を用いて、家庭用殺虫剤を1秒間噴霧し、その後の様子を観察した（表-3、写真-12）。



写真-11 幼虫試験



写真-12 成虫試験

表-2 殺虫剤試験 (幼虫)

○・・・フラス無し      ×・・・フラス有り

殺虫剤効果(幼虫)	専用殺虫剤	殺虫剤A	殺虫剤B	殺虫剤C
実験① 7/5~7/11	×	×	×	×
実験② 7/12~7/24	×	×	○	×
実験③ 7/23~7/30	○	×	○	×
実験④ 7/30~8/28	○	○	○	○
実験⑤ 8/28~9/12	○	○	○	○
実験⑥ 9/5~9/12	○	○	○	○
実験⑦ 9/26~10/4	×	×	○	×
効果の有無	無	無	有	無

表-3 殺虫剤試験 (成虫)

殺虫剤効果(成虫)	噴射直後	30分後	結果
専用殺虫剤	弱まるが、まだ動いている	痙攣	死虫
殺虫剤A	弱まるが、まだ動いている	動き無し	死虫
殺虫剤B	弱まるが、まだ動いている	動き無し	死虫
殺虫剤C	すぐに動きが止まった	動き無し	死虫

結果として、幼虫に対する効果は確認するまでには至らなかった。理由としてフラスの除去が十分でなかった可能性がある、クビアカの幼虫は樹木の中を様々な方向に食べ進むため、食べ進んだ穴の中が複雑化してしまい、殺虫剤の噴射が届かなかったと考えられる。また、殺虫剤Bは効果有りとしたが成虫として脱出孔から出てしまった可能性もある。この実験は今後も継続して行い、成果を確認したい。

次に、成虫に対する試験は、幼虫用の殺虫剤を含めて全ての家庭用殺虫剤に効果が確認できた。本実験では殺虫剤のどの成分が効果的であったのかは断定できないが、クビアカの捕殺活動を周知する上で、有効なデータを得ることができた。



写真-13 周知活動の様子

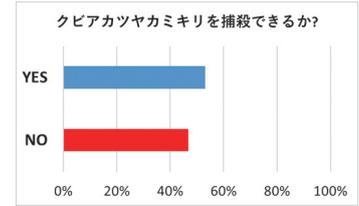


図-1 捕殺に対する抵抗感

#### 4. 周知活動

クビアカをはじめ、特定外来生物の対策で重要なことは、その存在と危険性を広く周知することだと考える。そこで私たちはパネルや標本などを作製し、様々なイベントで周知活動を行った(写真-13)。本校で春と秋に開催される農産物即売会、大泉町環境フェア、群馬県立自然史博物館、さらにFMぐんまのラジオ出演を行った。この活動を通してアンケート調査を実施してきたが、やはり生徒と同様に一般の方も捕殺に関する抵抗感が強いことが分かった(図-1)。

#### 5. 今後の課題

各イベントでの周知活動・アンケート調査において、クビアカの存在が一般の方に認知されてきており、被害拡大を改めて実感した。今後は、活動の中で明らかになった家庭用殺虫剤の効果についても周知していきたい。足を使った目視による被害調査なども継続するとともに、本校にドローンを導入することができたので、調査対象のサクラを空撮して被害を確認し、より具体的なデータ収集を行うことでサクラの保護を通して地域に貢献していきたい。

#### 引用文献

- 加賀谷悦子(2018)クビアカツヤカミキリの最新知見、  
昆虫と自然 710:13-15  
クビアカツヤカミキリ対策強化講習会 資料(群馬県森林環境部環境局自然環境課)

# 日本におけるクビアカツヤカミキリの分布拡大の経過

田村 繁明 (たむら しげあき、森林総合研究所)

加賀谷 悦子 (かがや えつこ、森林総合研究所)

## はじめに

クビアカツヤカミキリの被害は、2012年に愛知県で初めて報告された(愛知県 2013)。その後、次々に被害地の発見や被害拡大の報告がなされ、現在では11都府県で被害が確認されている(図-1)。特に、2019年は新たに4県で被害がみつき、今後のクビアカツヤカミキリの分布拡大に対して危機感が高まっている。クビアカツヤカミキリの拡大は、成虫の飛翔による分散の他に、トラックの荷台などに成虫がはりついて運ばれるなど、人の移動に便乗して起こると考えられている。クビアカツヤカミキリの対策においては、既存の被害地から周辺への拡大を抑制し、封じ込めることが現在求められている。そのためには、これまでの拡大の経過から、拡大の速さや方向などを把握することが大切である。日本国内の被害地は、現在、6つの大きな地域に大別される(岩田 2018)(図-1)。これまで、一部の地域について分布拡大の経過をまとめた報文はいくつかあるが

(例、桐山 2018;衣浦ら 2018)、すべての地域における拡大について統一した報告はない。

本稿では、日本国内の6被害地域それぞれについて、被害発見年からこれまでの分布拡大の経過を市町村単位でまとめ、クビアカツヤカミキリの今後の拡大の抑制に必要なことを考える。

## 被害確認年の集計方法

各市町村の被害確認年の特定は、被害の確認や経過について報告した論文、都府県・市町村のHPなどの情報を総合して行った。被害確認年は、樹木の被害、つまりクビアカツヤカミキリのフラスが初めて確認された年とした。ただし、各市町村で被害が発見された際にすでに被害が複数地点に広がっていた場合は、定着は確認年より前である可能性が高いことに留意する必要がある。また、市町村によっては樹木被害の発見より前に少数の成虫が採集されているが、少数の成虫発見は、その地点で

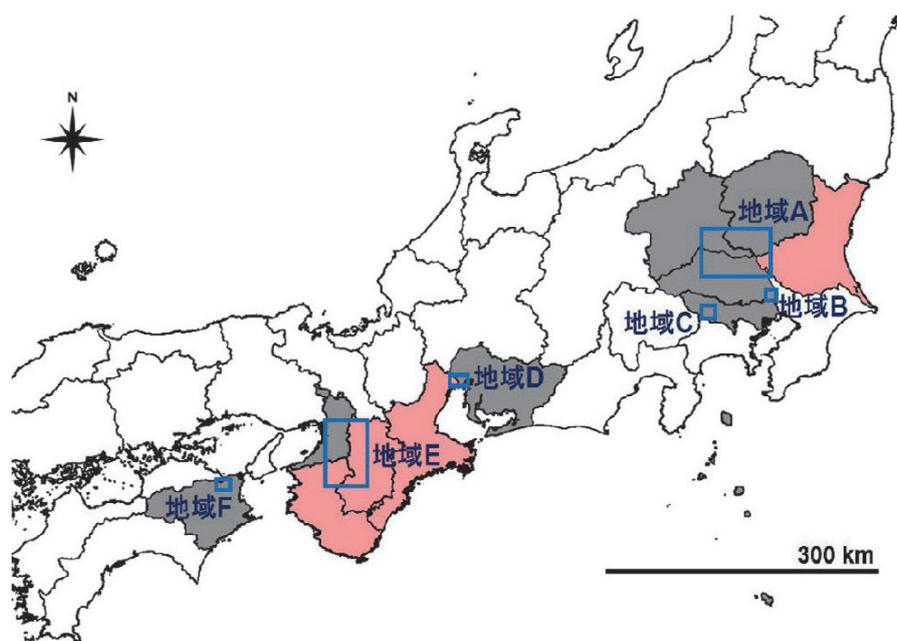


図-1 クビアカツヤカミキリによる被害が確認された都府県。2019年に新たに被害が発見された県を薄赤色、それ以前に確認された都府県を灰色で示す。また、6つの被害地域のおよその範囲を青枠で示す。国土交通省・国土数値情報(行政区域データ)をもとに作成した。

の被害の発生（定着）を必ずしも示さないため、被害確認とはみなさなかつた。行政などが、県内の地方として公表している場合は、地方内の市町村数のみを示した。

### 各地域における分布拡大の経過

**地域 A**：2015年に群馬県館林市13地点においてクビアカツヤカミキリによるサクラを中心とした被害が初めて報告された（桐山ら2015）（図-2）。このうち、2地点において、10本以上の被害木が確認された。その後、群馬県では、2017年に太田市、板倉町、明和町、千代田町、大泉町、邑楽町で被害が発見された（群馬県2019）。また、これら市町と隣接して、埼玉県では2017年に羽生市、加須市、行田市、熊谷市、深谷市、2019年に鴻巣市と寄居町で被害が発見された（埼玉県環境科学国際センター2019）。埼玉県深谷市では2011年と2013年に成虫が採集されており（安達2017）、深谷市周辺においては2017年以前にクビアカツヤカミキリが定着していた可能性がある。栃木県では、2017年に足利市と佐野市、2018年に栃木市、2019年に小山市で被害が確認された（栃木県2019）。このうち、足利市では、2016年に成虫が採集されている（栃木県2019）。2019年には茨城県古河市においても、ハナモモでの被害が発見された（茨城県2019）。

**地域 B**：2013年に、埼玉県草加市のサクラ並木において多数のクビアカツヤカミキリ被害木が発見され、同市の6地点と八潮市の1地点においても同年に被害が確認された（加納ら2014）。その後、2市内において被害範囲が徐々に拡大し、2017年には越谷市において被害がみつかった（桐山2018；埼玉県環境科学国際センター2019）。2019年に三郷市と吉川市において被害が発見された（埼玉県環境科学国際センター2019）。

**地域 C**：2015年に福生市とあきる野市において、サクラ並木で被害がみつかった（桐山ら2015；東京都2019）。2019年に、八王子市、羽村市、昭島市において被害木が確認された（東京都2019）。

**地域 D**：2012年に愛知県海部地域の1市町村でサクラへの被害が確認された（愛知県2013）。愛知県では、2019年に名古屋市と蟹江町においてクビアカツヤカミキリの被害がみつかった（名古屋市2019；蟹江町2019）。三重県では、2019年に県北部の1市町村でサクラの被害が確認された（三重県2019）。

**地域 E**：2015年に大阪府大阪狭山市において、サクラの被害が確認された（杉本2015；大阪府2019）。大阪府では、2017年に堺市、羽曳野市、富田林市、河南町、河内長野市で、2018年に大阪市、太子町、千早赤阪村で、2019年に藤井寺市、柏原市で被害が発見されている（衣

浦ら2018；大阪府2019；大阪府立環境農林水産総合研究所2019）。また、2019年には、和歌山市かつらぎ町（和歌山県2019）と奈良県生駒市と中和地域の1市町村（奈良県2019）で被害が確認された。被害の発見に先立って、かつらぎ町では2017年に、奈良県では葛城市において2018年に成虫が採集されていた（和歌山県2019；藤江・弘岡2018）。

**地域 F**：2015年に徳島県板野町でクビアカツヤカミキリの被害が発見された（中野・渡邊2018）。特にモモ果樹園での被害が目立ち、2015年の時点で17園地において確認された。2017年には、上坂町において被害が発見された。なお、この地域では、被害地から離れた徳島市において成虫が2013年に採集されている（中野・渡邊2018）。

### 拡大の地域差

拡大の速さについて、市町村の大きさにばらつきがあり、地域間で被害地と接する市町村数も異なるため単純には比較できないものの、地域Aと地域Eは被害が確認された市町村数が2016年以降毎年増え、他の地域に比べて1年あたりの増加数も大きい（図-3）。さらに、この2地域は、比較的初確認が遅かったにもかかわらず、現在の被害範囲が最も広い（図-1、2）。これらのことから、地域Aと地域Eにおけるクビアカツヤカミキリの分布拡大は、他の地域に比べて速いと考えられる。

拡大の方向性については、大雑把に市町村単位で捉えても、地域差がありそうである。地域Aは東西方向に長い楕円に近い形で拡大している一方で、地域Eでは北、東、南方向にはほぼ均等に広がるものの西方向にはほとんど拡大が認められない。被害が確認された市町村が少ないが、他の地域でも特定の方向への拡大が認められていない（例、地域Bでは南と西方向、地域Cでは東方向）。ただし、地域Aでは当初は東向きに拡大がほとんど認められなかったものの2019年に東方向への拡大が起こったように、これまでほとんど拡大していない方向にも今後広がっていく可能性があることには注意が必要である。

拡大の速さや方向性に影響しうる要因として、気象条件（気温、風速、風向など）、バラ科樹木の密度、交通量、防除活動の強度、拡大の障害となる地形（山や大河川）があげられる。また、クビアカツヤカミキリの地域ごとの性質の異なりが、遺伝的な特徴や侵入時の個体数などの違いにより生じている可能性がある。実際に、地域間でどの要因が違って、なにが拡大を促進し、抑制するのかを検証していく必要があるだろう。

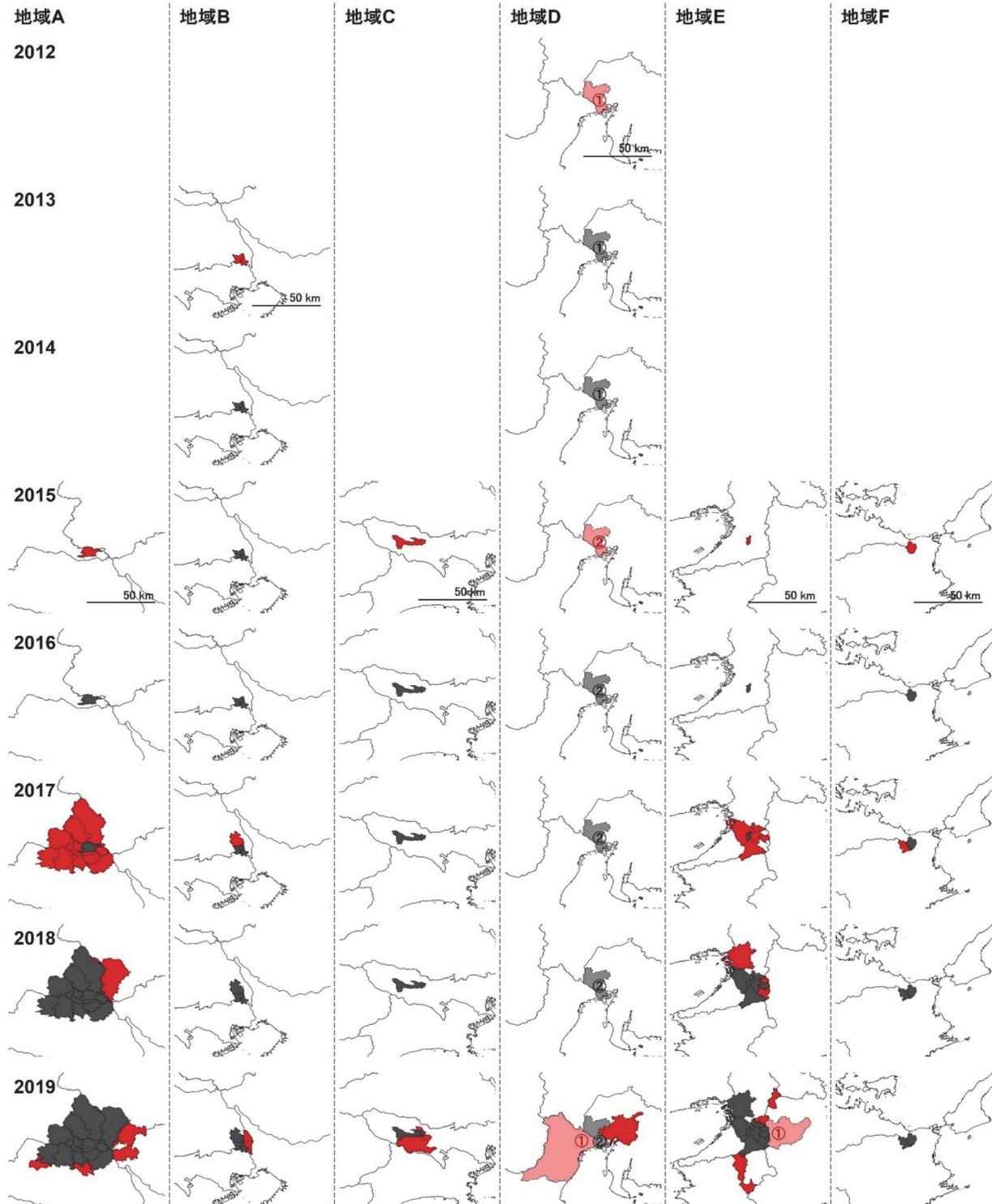


図-2 各地域のクビアカツヤカミキリの分布拡大。各年に初めて被害が発見された市町村を赤色で、それ以前に確認された市町村を灰色で示す。県内の地域として公表されている場合は、地域全体を薄い赤色か灰色で示し、その中で被害が確認された市町村数を囲み数字で表す。国土交通省・国土数値情報（行政区域データ）をもとに作成した。

拡大の抑制にむけて

日本国内ではクビアカツヤカミキリが侵入した6地域すべてで分布が拡大しつつある。根絶に向かわせるためには、まず分布の拡大を抑制し、新たな被害地をださないことが第一歩となる。そのためには、既存の被害地

での対応だけでなく、周辺の未被害地においても積極な対策や、被害地と未被害地間での情報の共有も重要になる。また、モニタリングや駆除活動は自治体が進めるのみではなく、地域の関係者との連携の中で実施することが望ましい。

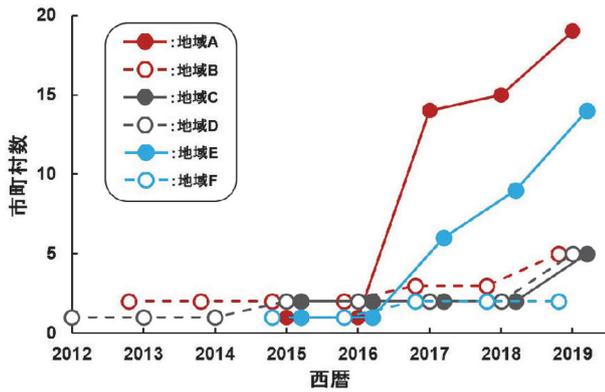


図-3 各地域におけるクビアカツヤカミキリの被害が確認された市町村数の変遷

**被害地での対策:**ある程度被害が進行した自治体では、被害を軽減し周囲への分散頻度を減らすために、クビアカツヤカミキリの密度を減らす対策が必要になる。防除に用いることができる農薬や手法の組み合わせについては研究が進んでいる。それらを用いて効果的に密度を減少させるために、被害をできるだけ詳細に把握して防除を行うのが最善である。特に、果樹園や公園などの並木だけでなく、民有地に植栽されているバラ科樹木における被害の把握も重要である。被害が集中する地区では、農薬散布や樹幹注入剤の処理、伐倒などの徹底した管理が必要となる。

**周辺の未被害地での対策:**各市町村で被害が発見された際にはすでに複数地点でまとまった数の立木が被害を受けていたことが多く、より早期に発見し駆除できる体制を未被害地において構築しなければならない。Liebhold *et al.* (2016) は、外来昆虫を対象とした未被害地におけるモニタリング方法として、一定間隔で定点を設定して観測を行い、定点において被害が見つかった場合は周辺を詳細に調べ、被害のある範囲すべてで防除を行い、さらにその後も同一範囲を詳細に調査し、局所根絶を確認するというコンセプトを示している。クビアカツヤカミキリの場合、被害の出やすい場所や立木を定点として自治体内にできるだけまんべんなく設置し、フラスの有無を毎年確認するのが現実的である。また、樹木被害の発見の1～数年前に周辺で少数の成虫が採集されていた場合がいくつかあり、成虫が採集された場合にも周囲を詳細に調査する必要があるだろう。新規被害地への侵入当初において被害を受けやすい立木の特徴については、地際周が大きいこと(山本・石川 2018)や、剪定や腐朽などで衰弱していること(Hörren 2016)が報告されている。今後、最適なモニタリング方法の考案のために、定点調査が必要な範囲、調査のコストと効率のバランスの取れた定点の間隔、フラスの調査に最適

な時期、侵入時に被害を受けやすい立木の特徴や樹種、被害発見後に詳細調査が必要な範囲、その後の局所的な根絶の確認のために必要な期間の解明などが研究課題になる。

#### おわりに

被害は拡大の一方であり、まだ分布が限られている間に抑制できなければ、非常に広範囲での防除が必要になるほか、根絶は不可能なものになってしまう。被害地における防除手法はそろってきた一方、未被害地での水際対策の手法については研究が進んでいない。また、拡大の速さには地域差があり、未被害地での最適なモニタリング方法も地域によって違うかもしれない。分布拡大の効率的な抑制のためにはクビアカツヤカミキリの生態や拡大プロセスについてさらなる研究を進めなければならないが、クビアカツヤカミキリは人間の対策の整備を待ってはくれない。できることからはじめ、常に対策を更新しながら拡大抑制に取り組むことが大切である。

#### 謝辞

クビアカツヤカミキリの研究は課題名「サクラ・モモ・ウメ等バラ科樹木を加害する外来種クビアカツヤカミキリの防除法(30023C)」において、農研機構生研支援センター「イノベーション創出強化研究推進事業」の支援を受けて実施している。

#### 引用文献

- 安達辰男(2017) 埼玉県深谷市におけるクビアカツヤカミキリ *Aromia bungii* の2011年以降の記録. 寄せ蛾記 167: 29-30
- 愛知県(2013)平成25年度病害虫発生予察特殊報第2号. <https://www.pref.aichi.jp/byogaichu/2013/tokusyuhou/tokusyuhou2402.pdf> (2020年3月18日確認)
- 藤江隼平・弘岡拓人(2018) 奈良県葛城市におけるクビアカツヤカミキリの採集記録. *Nature Study* 64: 118
- 群馬県(2019)クビアカツヤカミキリの被害状況について. [https://www.pref.gunma.jp/houdou/e24g\\_00055.html](https://www.pref.gunma.jp/houdou/e24g_00055.html) (2020年3月18日確認)
- Hörren T. (2016) Ein weiterer Nachweis des asiatischen Moschusbocks *Aromia bungii* (Faldermann, 1835) in Deutschland (Coleoptera: Cerambycidae, Cerambycinae). *Entomol Z* 126: 205-207

- 茨城県 (2019) 特定外来生物「クビアカツヤカミキリ」について. [https://www.pref.ibaraki.jp/seikatsukankyo/shizen/tayousei/gairai/kubiaka\\_ibaraki.html](https://www.pref.ibaraki.jp/seikatsukankyo/shizen/tayousei/gairai/kubiaka_ibaraki.html) (2020年3月18日確認)
- 岩田隆太郎 (2018) クビアカツヤカミキリ *Aromia bungii* の現状: その分類・分布・生理・生態・根絶法. 森林防疫 67: 189-216
- 蟹江町 (2019) 特定外来生物「クビアカツヤカミキリ」について. <http://www.town.kanie.aichi.jp/soshiki/11/kubiakatsuyakamikiri.html> (2020年3月18日確認)
- 加納正行・野中俊文・桐山 哲・岩田隆太郎 (2014) 埼玉県草加市の「染井吉野」におけるカミキリムシ外来種クビアカツヤカミキリ *Aromia bungii* の発生と被害. 森林防疫 63: 101-105
- 衣浦晴生・城塚可奈子・山本優一・所雅彦・加賀谷悦子 (2018) 関西におけるクビアカツヤカミキリの被害. 森林防疫 67: 221-223
- 桐山 哲 (2018) 関東圏におけるクビアカツヤカミキリに対する防除活動と被害・分布について. 森林防疫 67: 217-220
- 桐山 哲・岩田隆太郎・加賀谷悦子 (2015) 群馬県館林市・東京都福生市で発生が確認されたサクラ・ウメ等を加害する外来種クビアカツヤカミキリ. 植物防疫 69: 807-809
- Liebold AM, Berec L, Brockerhoff EG, Epanchin-Neill 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* 2016: 335-352
- 三重県 (2019) 病害虫防除技術情報第6号. <http://www.pref.mie.lg.jp/common/content/000846690.pdf> (2020年3月18日確認)
- 名古屋市 (2019) 特定外来生物「クビアカツヤカミキリ」の情報提供にご協力ください! <http://www.city.nagoya.jp/kankyo/page/0000118829.html>
- (2020年3月18日確認)
- 中野昭雄・渡邊崇人 (2018) モモで被害を確認した徳島県内の状況とその対策について. 森林防疫 67: 224-229
- 奈良県 (2019) クビアカツヤカミキリについて. <http://www.pref.nara.jp/53306.htm> (2020年3月18日確認)
- 大阪府 (2019) クビアカツヤカミキリの生態と防除対策. [http://www.jpnp.ne.jp/osaka/color/Aromia\\_bungii/Aromia\\_bungii\(H3104\).pdf](http://www.jpnp.ne.jp/osaka/color/Aromia_bungii/Aromia_bungii(H3104).pdf) (2020年3月18日確認)
- 大阪府立環境農林水産総合研究所 (2019) クビアカツヤカミキリ被害対策の手引書 (改訂版). [http://www.kannousuiken-osaka.or.jp/portal\\_info/doc/2019070500011/file\\_contents/kubiakatebiki.pdf](http://www.kannousuiken-osaka.or.jp/portal_info/doc/2019070500011/file_contents/kubiakatebiki.pdf) (2020年3月18日確認)
- 埼玉県環境科学国際センター (2019) サクラの外来害虫“クビアカツヤカミキリ”情報. <http://www.pref.saitama.lg.jp/cess/center/kubiaka.html> (2020年3月18日確認)
- 杉本周作 (2015) 大阪狭山市にてクビアカツヤカミキリを採集. 月刊むし 535: 50-51
- 栃木県 (2019) クビアカツヤカミキリの被害状況等について. <http://www.pref.tochigi.lg.jp/d04/seibututayousei/kubiakatuyakamikiri.html> (2020年3月18日確認)
- 東京都 (2019) クビアカツヤカミキリの被害が発生・拡大しています! [https://www.kankyo.metro.tokyo.lg.jp/nature/animals\\_plants/400100a20191204115758336.html](https://www.kankyo.metro.tokyo.lg.jp/nature/animals_plants/400100a20191204115758336.html) (2020年3月18日確認)
- 和歌山県 (2019) 令和元年度病害虫発生予察特殊報(第5号). [https://www.pref.wakayama.lg.jp/prefg/070300/071400/boujyosyo-yosatsujyouhou\\_d/fil/r1tokusyuhou5.pdf](https://www.pref.wakayama.lg.jp/prefg/070300/071400/boujyosyo-yosatsujyouhou_d/fil/r1tokusyuhou5.pdf) (2020年3月18日確認)
- 山本優一・石川陽介 (2018) 大阪府におけるクビアカツヤカミキリの発生状況について. 関西病虫研報 60: 17-21

# 岡山甘栗の育成と栽培管理に関する研究

西山 嘉寛 (にしやま よしひろ、岡山県農林水産総合センター森林研究所)

## はじめに

当研究所では、1960年代半ば～1980年代、国の果樹試験場が中心になって育成した選抜系統に岡山県から参加するなど、一貫してニホングリの調査研究を行い、広くニホングリ栽培に関する知見を蓄えてきました(西山 2000)。

一方、チュウゴクグリの研究については、当時、当研究所としては手をつけていませんでした。ただし、明治期以降、国内へ持ち込まれ、脈々と育種が試みられました(今井 2014)。しかし、今日、岡山県新見市において栽培されている哲西栗(品種名:傍士360号)を除き、国内で産地化された事例は報告されていません(西山 2020)。なお、哲西栗の生産量も年間2～3トンに止まっており、国内ではほとんど流通していません。今日、「天津甘栗」として、広く親しまれているチュウゴクグリは、ほぼ全量、中国からの輸入グリが使用されています(西山 2014)。そのため、日本の気候風土に適合し、かつ焼栗に適した優良なチュウゴクグリの品種の育成は、明治期以降、長年の大きな夢であったといえます。

## 新品種の育成に関する研究

当研究所では、1981年、貿易商社を通じて中国からクリの種子を入手し、所内の圃場に播種しました。以後、生育・結実状況等について毎年追跡調査を行っていたところ、これらの個体の中から有望と思われる系統が見つかりました。岡山県では、収益性の高い林業による山村振興策として、短期収入が可能な特用林産物の生産振興などにも力を入れており、地域に根ざした研究が強く求められていました。そこで2004年度から、3年間、「甘栗品種の開発」の研究に着手しました(阿部 2007)。

河北省産(チュウゴクグリ主産地)の個体は、日本の気象条件に適合せず枯死してしまいましたが、残った10個体の中から、有望な3個体を選抜し(選抜育種)、2004～2006年度にその特性を調査しました(表-1)。調査結果に基づき、2007年2月9日に種苗法に基づく品種登録の出願を行い、翌2008年3月13日に「岡山1号」、「岡山2号」、「岡山3号」として正式に品種登録しました(西山 2014)。「岡山1号」の果実は天津甘栗より一回り大きいのに対し、「岡山2号」、「岡山3号」は、天津甘栗サイズか、やや小さいサイズです(図

表-1 果実等の特性

品種名	原産地 (中国の省)	果実			
		果形	果皮色	座の大きさ	果重 (g)
岡山1号	遼寧省	扁平形	赤褐色	小	16.0
岡山2号	湖南省	扁円形	褐色	小	6.7
岡山3号	湖南省	扁円形	褐色	小	5.8
品種名	きゅう果	果肉			果実の 虫害率 (%)
	形	渋皮はく皮	色	糖度 (%)	
岡山1号	扁球	易	濃黄色	28.7	1.7
岡山2号	扁平	易	濃黄色	34.0	2.0
岡山3号	扁平	易	濃黄色	35.2	0.3

注. 渋皮のはく皮及び果肉の色は焼栗とした場合

-1)。3品種ともに、外見上、果実の果皮がニホングリに比べて濃く、かつ果実表面にはうぶ毛（もう毛）があるのが特徴です。また渋皮を剥くのが容易で、糖度が高い（甘みがつよい）点も、ニホングリにはない特徴です。

## 新品種のPR

クリの全国生産量が1973年の6万3千トン台をピークに、2000年代には1万トン台で推移する中、岡山県でも、1980年には800トンを超えていた生産量が、2008年以降は100トンを下回り（岡山県農林水産部林政課 2019）、県北東部の勝英地域で、ニホングリ、及び利平グリ（日中交雑品種）が栽培されていた以外は、際だった特徴もみられませんでした（西山 2000）。当該地域のクリ栽培関係者の間でも、今後の状況について危機感を共有する中、当研究所では、「岡山1号」及び「岡山3号」について、「岡山甘栗」と称し、省力的な栽培が可能であること（西山 2020）を、栽培講習会等を通じ、地元JAのほか、クリ栽培関係者へ広くPRしました。その結果、地元JAを中心に、植栽の動きとなりました。これに合わせ、地元JAでは、「作州栗」（さくしゅうぐり）として商標登録を受け、集荷及び出荷体制の構築に努めています。そして、現在、上記2品種について、勝英地域では、2018年度末時点で栽培面積は

20ha以上に拡大し、同年の生産量は3.8トン、さらに2019年度には7トンにまで増加しています（西山 2020）。

## 苗木育成に関する研究

勝英地域を中心に産地化を進めていく中で、優良な苗木の安定生産及び供給が必要不可欠でした。当研究所では、2010年度より県内3業者に、台木用種子及び品種の穂木を提供することとし、接木苗の生産及び販売を委託しました。その際、台木と穂木の関係（親和性）が問題となり、この点について調査しました。台木が同一品種の種子（以下 共台）とシバグリの場合（以下 シバグリ台）で、その後の生育が異なりました。岡山1号及び岡山3号ともに、シバグリ台では生育不良であり、共台による接ぎ木の必要性が明らかになりました（図-2）。この結果を踏まえ、台木用種子も、穂木と同様、同一品種の種子を提供し、共台による苗木生産を行うこととしました。また、凍害対策として、地上30～40cm以上の部位に接木する、いわゆる高接ぎ苗としている点も大きな特徴です。

## 栽培管理に関する研究

栽培講習会等を通じ、生産者からの意見に耳を傾けながら、2012年度より以下のような課題解決に向けた研

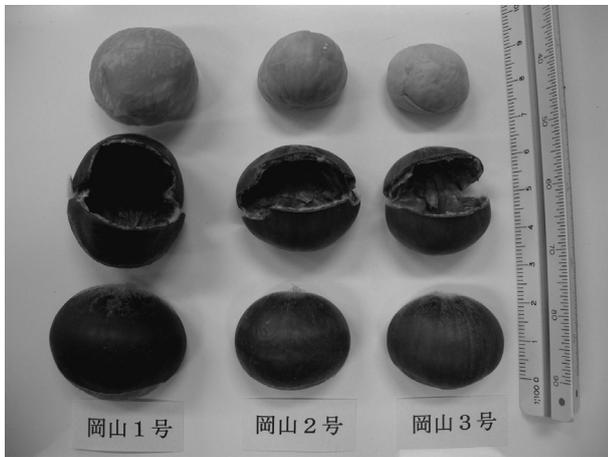


図-1 育成された3品種

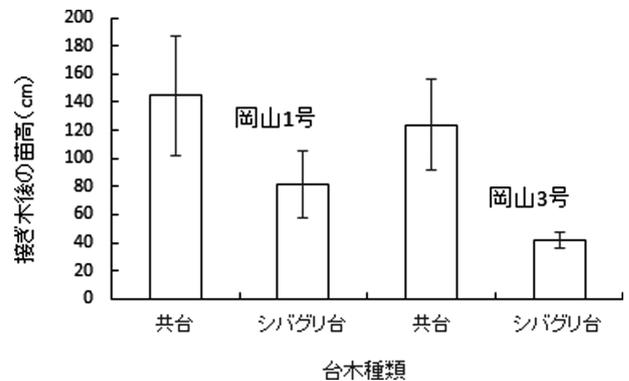


図-2 岡山1号及び岡山3号の台木種類と接ぎ木後の苗高

表-2 栽培品種と受粉樹のチュウゴクグリ及びニホングリとの相対的距離と渋皮剥離率との関係

		チュウゴクグリとの距離 (m)					
		5	10	15	20	25	30
ニホングリとの距離 (m)	5	52	49	46	42	39	36
	10	65	62	59	55	52	49
	15	78	75	72	68	65	62
	20	91	88	85	82	78	75
	25	100	100	98	95	91	88
	30	100	100	100	100	100	100

注. 表中の数値は渋皮剥離率(%)を示す

究を進めてきました。

クリを結実促進させるためには、受粉品種（異なる品種）による混植が必要となります。同品種は、クリの渋皮の剥けやすさや、果実の大きさに影響を及ぼす（キセニア現象が生じる）ことが一般に知られています（猪崎 1978）。チュウゴクグリ栽培では、渋皮の剥けやすさが最大のメリットであることから、栽培上、栽培品種と受粉樹となるチュウゴクグリ個体との距離、一方ではニホングリ個体との距離が極めて重要な問題となります。この点について調査した結果、ニホングリ個体とは 30 m 以上離し、チュウゴクグリ個体（受粉樹）と 5 m 間隔で植栽すれば、渋皮離れの問題はほぼ解消されることが明らかになりました（西山 2014、表 -2）。新規開園する際には、ニホングリ主要栽培品種や在来のシバグリの雄花の花粉がかからないよう、まず、上記ニホングリの樹から、最低 30 m 以上離れた場所を選ぶよう指導しています。

岡山甘栗の植栽箇所は休耕地の割合が高く、とりわけ最近では、水田跡地への植栽事例が増えてしています。水田跡地は、地下水位が高い上、有効土層も浅いため、凍害による枯損割合が高まり、その後の生育不良も招きやすくなります。そこで、これを回避するため、高畝による造成方法を提案しています。これまでの調査により、畝高を 80 cm 確保すれば、有効土層厚 60 cm に匹敵する生育が期待できることが判明しました（図-3）。さらに、凍害防止効果を高めるため、当センターの農業研究所（果樹研究室）と共同でヒノキのおがくずを用いた、樹木用保護資材（商品名：ホワイトスネーク）を開発し（実用新案登録済み）、既に業者による製造・販売も開始されています（日本園芸農業協同組合連合会 2019）。

クリは本来直根性の樹種ですが、接ぎ木苗は苗木養成時に直根を切断しており、園地への植栽直後において初期生育は必ずしも良いとは言えません（西山 2014）。そこで、新規開園する際の資材費（苗木購入費）の軽減も図るため、直接園地へ播種し（実生苗の移植も可）、1 年間肥培管理した後、翌年 4 月中旬以降これに接ぎ木を行う方法（図-4）も提案しています。接木方法については県 HP に関連動画をアップし技術の定着を図っています（<http://www.pref.okayama.lg.jp/soshiki/209/>）。この結果、当該方法の導入（自家増殖分）は、2015 年度以降、明らかに増加傾向にあります。

新規に開園した後、シカによる新芽加害により壊滅的なダメージを受けたケースがみられたことから、獣害対策として、開園（苗木植栽）に併せ、電気柵の設置を推奨しています。ただし、設置までに一定期間を要する場合も想定されるため、応急的措置として、岡山県産ノリ

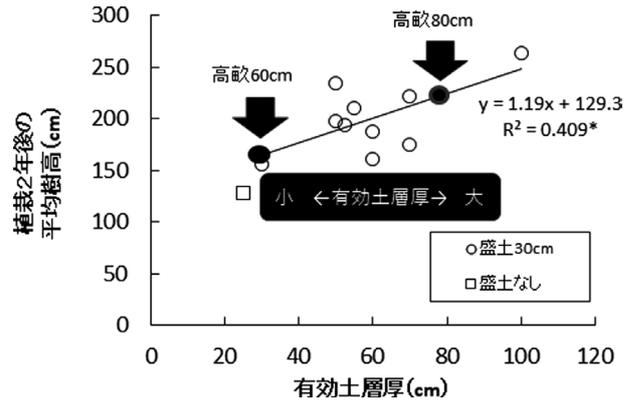


図-3 岡山1号における園別有効土層厚と植栽2年後の平均樹高の関係



図-4 播種及び接ぎ木による造成事例(岡山県美作市内)

の安価な中古網による防護柵について検討してきました（西山 2014）。その結果、同ノリ網の耐用年数は、設置からほぼ 2 年間程度であることが判明しました。これ以降は、獣による加害・侵入は急増し防護効果がなくなる欠点も含め、生産者にはノリ網（中古）の活用についても普及指導しているところです。

クリ栽培において、収穫は手作業で行っているのが一般ですが、当該作業は最も労務時間を要し、かつ重労働の一つといえます。そこで、労働の軽減化を図るため、各種最新機械等による収穫方法を検討した結果、簡易なクリ収穫器具の場合、これまでのように屈んだ状態で収穫作業を行うのと比べ、明らかに体の負担が軽減されることが明らかになりました（岡山県農林水産総合センター森林研究所 2019）。目下、当該器具の普及を進めているところです。

## 商品加工の動き

圧力式焼栗専用機器の普及により、ニホングリの焼栗の実演販売が全国各地で盛況を呈しています。その中でも、特に渋皮離れが良く、かつ甘みが強い「岡山甘栗」を使用した焼栗の実演販売は、地元でも大変な人気と

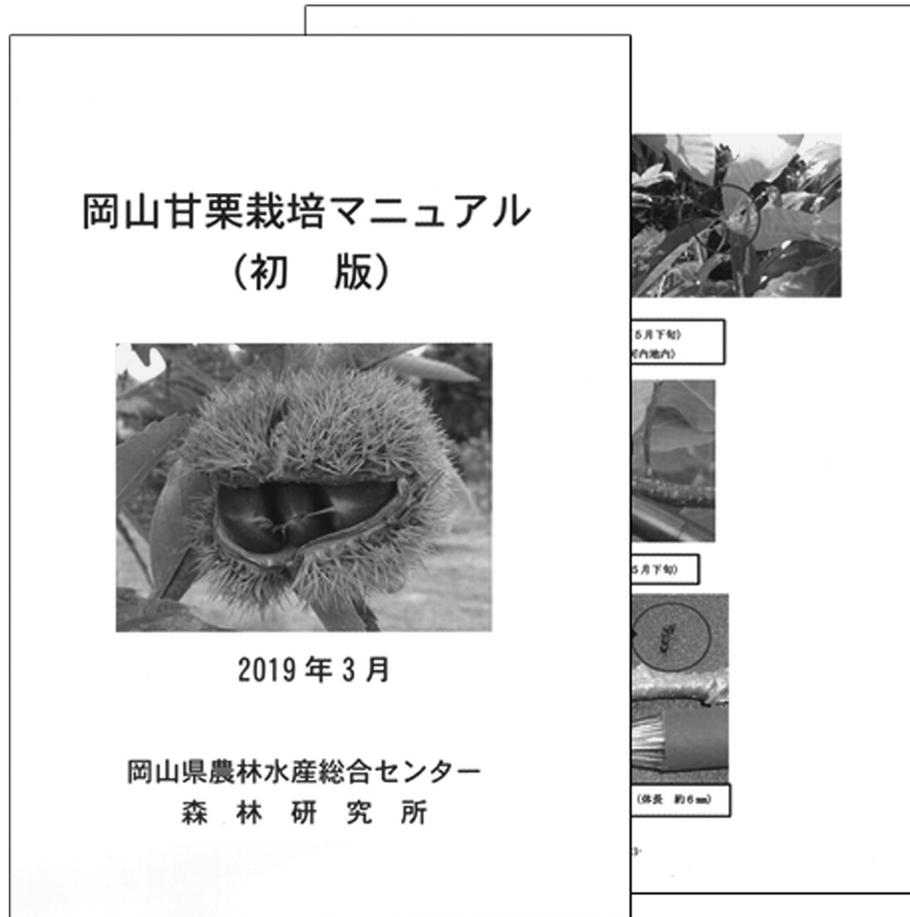


図-5 岡山甘栗栽培マニュアル (初版)

なっています。その際、食品表示法の改正により、原産地表示が義務づけられたことから（日本特用林産振興会 2018）、消費者がこれまで以上に国産の焼栗（甘栗）を熱望しているように感じます。なお、2019年度は、焼栗による実演販売のほか、加工品として、焼栗商品ロールケーキ（津山ロール）等も商品開発されています。

### おわりに

今回紹介した岡山甘栗に関する、上記研究成果等については、主にクリ生産者を対象とした、栽培講習会において公表するとともに、その普及を進めています。なお、2019年3月には、当センターの県農業研究所（果樹研究室及び病虫研究室）の協力の元、上記成果を含む「岡山甘栗栽培マニュアル」（初版）を作成するとともに（図-5、岡山県農林水産総合センター森林研究所 2019）、県HPにアップしています（西山 2020）。

今後、さらにクリ生産量の増加が見込まれるため、安定生産を実現するとともに、品質向上に向けた取組についても、関係機関と連携し、進めていくこととしています。

### 引用文献

- 阿部剛俊（2007）甘栗品種の開発. 岡山林試研報 23：27-36
- 今井敬潤（2014）ものと人間の文化史 栗. 法政大学出版局
- 猪崎政敏（1978）クリ栽培の理論と実際. 博友社
- 日本園芸農業協同組合連合会（2019）果実凍害防止資材（新商品）果実日本：4p
- 西山嘉寛（2000）クリ栽培に関する研究－栽培品種の経済樹齢と粗収益性について－. 岡山林試研報 16：1-11
- 西山嘉寛（2014）岡山甘栗に関する栽培基礎調査（Ⅰ）. 岡山森研研報 30：13-36
- 西山嘉寛（2020）高糖度な甘栗向け品種 岡山1号&岡山3号. 現代農業 2月号：155-159
- 岡山県農林水産部林政課（2019）平成30年次岡山県特用林産物生産流通統計, 岡山県農林水産部林政課
- 岡山県農林水産総合センター森林研究所（2019）岡山甘栗栽培マニュアル（初版）
- 日本特用林産振興会（2018）特産情報 12月号

## 森林からの物質の流出をはかる

小田 智基 (おだ ともき, 東京大学大学院 農学生命科学研究科)

### はじめに

森林は下流への水、物質の供給源です。森林には水質浄化機能があると言われてますが、森林から流出する水の水質は森林生態系の状態に大きく依存することが知られています。例えば森林生態系に対して攪乱が生じると、硝酸態窒素 ( $\text{NO}_3^-$ ) などの栄養物質が流出し、河川の水質悪化につながると言われています (Likens *et al.* 1970)。森林生態系の攪乱は、森林伐採や山火事、樹木の病気や虫による被害、大気汚染などによって引き起こされ、これらが下流の水質に与える影響を評価することは世界中で大きな課題になっています。そのためには、渓流水質の形成メカニズムを明らかにする必要があります。

これまで、多くの研究者が森林生態系の物質循環と森林から流出する水の水質の関係を明らかにするために、渓流水の水質を計測してきました (例えば Bormann and Likens, 1967)。しかし森林から流出する渓流水質を詳細に計測するのはとても難しいのです。なぜならば、水質は流出水量や季節によって大きく変動することに加え、空間変動が大きく、隣り合う流域の渓流水であっても水質が著しく異なることもあるからです。近年、観測技術の発達により、これらの時間的、空間的変動の問題が解決されつつあります。ここでは、新しい渓流水質観測手法について紹介します。

### 新しいセンサーによる水質の高頻度観測

これまででは、主に現地で採水した水を研究室に持ち帰り、分析機器によって溶存物質濃度を計測していました。採水は手作業で週に一回行うことが多いですが、降雨時や融雪時には多くの水が流出し、同時に多くの物質が短期間に輸送されます。このような高強度かつ高濃度の物質の流出量を把握するためには、これまでの手法では、より短い時間間隔での採水が必要になります。流量が増加した時には手作業での採水は危険を伴うことや、急に現場に行くことが難しいため、自動採水器を用いて一時間間隔などで採水していました (図-1 上)。この方法でも採水ボトルが限られることや、降雨時の流出を捉えるのが難しいという問題点がありました。

しかし、近年、高精度かつ小型のセンサーが利用できるようになり、溪流の底面に固定しておけば、現場で  $\text{NO}_3^-$  などの項目について、15 分間隔という高頻度での計測が実現されました (図-1 下)。このセンサーは、

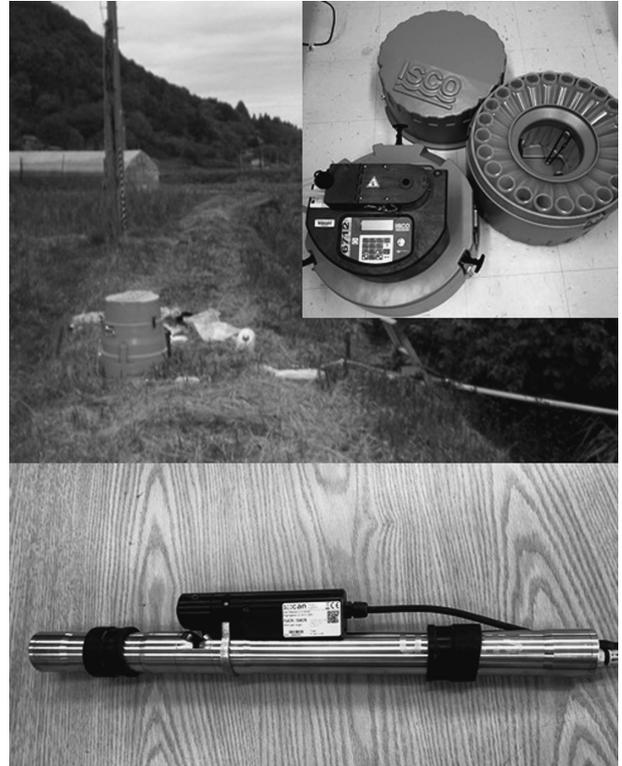


図-1 自動採水器 (ISCO6712, Teledyne ISCO, Lincoln, NE, USA) と設置の様子 (上) と水質センサー (spectrolyser sensor probe, scan Measuring Systems, Cambridge, MA, USA) (下)

プローブ内で光を照射し、渓流水を通過させることでどの波長でどれだけ光が吸収されたかを測定しています。物質ごとに吸収する波長が異なることを利用して、渓流水中の溶存物質とその濃度を計測するのです。計測技術の進展に伴い、測定できる波長領域は広がっており (紫外線 + 可視光)、 $\text{NO}_3^-$  だけでなく、溶存有機態炭素 (DOC) や細粒土砂など複数の物質濃度も計測できるようになりました。コストがかかることもあり使用例はまだ少ないですが、安全かつ高頻度で水質観測ができるため、今後普及すれば水質形成に関する新たな発見が期待できます。

### 市民協力による流量・水質の広域観測

森林からの物質流出量を計測するためには流量と水質を同時に計測する必要がありますので、多くの場合は量水堰 (図-2 上) で流量を計測している地点で採水を行います。しかし、森林から流出する水量や水質は、土地利用や樹種、林齢、地質、地形などによって変動します。森林域

からの物質の流出量を予測するためには、多点での観測に基づいて、どのような要素が流量や渓流水質を決定しているのかを理解する必要があります。これまで流量・水質の多点観測を行った事例 (Asano *et al.* 2009; Egusa *et al.* 2019) では、図-2 下のように水質サンプルの採取地点毎に渓流の断面をいくつかの間隔に区切って水深と流速を計測し、断面積と流速を掛け合わせることで流量を求めています。

広域でこの観測を行うためには、観測人数と時間に限りがあるため、その適用範囲は限られてしまいます。この点を解決するために、一般市民ボランティアの協力による広域観測が行われるようになってきました。アメリカのニューハンプシャー州の河川を対象とした事例では、降雨に伴う流量・水質の応答と土地利用の関係を調べるため、LovoTECS (Lotic Volunteer for Temperature, Electrical Conductivity, and Stage sensing network) という市民団体と協力し、同州全域の29の

流域において流量・水質の時空間変動を調査しています (Inserillo *et al.* 2017)。その結果、森林から農地などへの人為的な土地改変が河川の流量・水質に与える影響が明らかになりました。正確なデータを取得するために、観測に関するトレーニングが必要ですが、これをクリアすれば、これまで研究者だけではできなかった広域の観測が可能になります。

#### おわりに

森林渓流水の流量・水質観測技術の進歩により、森林からの物質流出量に関する新たな結果が次々と得られています。現在は主に  $\text{NO}_3^-$  や DOC などの限られた水質項目で観測が進められていますが、多くの水質項目に関しても流出特性が明らかになると、森林生態系の複雑な水・物質の挙動の解明につながると考えられます。

#### 引用文献

- Asano Y, Uchida T, Mimasu Y, Ohte N (2009) Spatial patterns of stream solute concentrations in a steep mountainous catchment with a homogeneous landscape. *Water Resources Research* 45(10): 1-9
- Bormann FH, and Likens GE (1967) Nutrient cycling. *Science* 155 (3761): 424-429
- Egusa T, Kumagai T, Oda T, Gomi T, Ohte N (2019) Contrasting patterns in the decrease of spatial variability with increasing catchment area between stream discharge and water chemistry. *Water Resources Research* 55: 7419-7435
- Inserillo EA, Green BM, Shanley JB, Boyer BM (2017) Comparing catchment hydrologic response to a regional storm using specific conductivity sensors. *Hydrological Processes* 31:1074-1085
- Likens GE, Bormann FH, Johnson NM, Fisher DW, Pierce RS (1970) Effects of forest cutting and herbicide treatment on nutrient budgets in the Hubbard Brook watershed-ecosystem. *Ecological Monographs* 40(1): 23-47



図-2 量水堰の写真 (神奈川県丹沢山大洞沢試験地) (上) と 溪流の流量観測の様子 (下)

# 林業遺産紀行 第17回



## 十勝三股の林業集落跡地と森林景観

八巻 一成 (やまき かずしげ、森林総合研究所)

アイヌ語で「神々の遊ぶ庭」と呼ばれる大雪山の山々。北海道の真ん中に位置するこの広大な山域の一角、東大雪の峰々に抱かれるように三股盆地はある。石狩、十勝、北見の3つの地域を分ける三国峠の眼下に広がるのは、わが国屈指とも言える樹海景観だ(写真-1)。上士幌町の最奥に位置し、周囲を原生的な山々に囲まれた人跡未踏とも思われる広大な樹海が広がる標高650mのこの地に、かつて日本最大級の林業を主体とした集落があったとは俄かには想像できない。

この林業集落跡地や当時の森林施業の強い影響下にある森林景観と、東大雪山の原生的な森林景観とがコントラストをなす様は、原生林の伐採とともに歩んできた北海道の開拓および林業の歴史を端的に示すものであり、自然と人為が対をなす特異な文化的景観でもあることから(写真-2)、国有林約5286haが「十勝三股の林業集落跡地と森林景観」として林業遺産に認定された。

1936(昭和11)年に発生した暴風は、三股盆地に多くの風倒被害をもたらした。それらの風倒木を搬出するために、1938(昭和13)年から馬鉄による運材が開始された。翌年には切り出された木材を搬出するため、国鉄士幌線が十勝三股まで開通した。1944(昭和19)年には馬鉄が音更森林鉄道に格上げされ、1946(昭和21)年には総延長7,400mに達した(上士幌町地域の宝さがしの会2007)。

1954(昭和29)年の洞爺丸台風は、北海道林業史上特筆すべき未曾有の風倒木被害を全道にもたらしたが、中でも三股盆地の森林は特に甚大な風倒被害を被った。帯広営林局管内における風倒被害の57%( $m^3$ 当り)が、当地域を含む上士幌営林署管内で発生したのであるが、十勝三股を含む音更経営区での台風被害の面積率は8.1%に上り、営林局管内の平均1.1%を大幅に上回る被害となった(よみがえった森記念事業実行委員会1995)。この台風によって生じた風倒木を搬出するために、森林鉄道が大いに活躍したのである。

風倒木処理で急増した人口は、昭和20~30年代の最盛期にはおよそ1,500人に達し、活況を呈していた。こうした当時の状況は、北海道における典型的な林業集

落の様相を示していた一方、林業を主体として成立した集落としては日本最大級の規模を誇っていた(写真-3)(上士幌町地域の宝さがしの会2007)。しかし、風倒木処理に大活躍した森林鉄道も、その後の森林鉄道からトラック輸送への方針転換によって、1958(昭和33)年には8,873m全線が撤去された。洞爺丸台風の風倒木処理が一段落した後は、伐採搬出事業・集落ともにその規模を急速に縮小させ、現在、十勝三股には僅か2世帯が居住するのみである(写真-4)。

広大な集落跡地には森林鉄道や土場の跡が残り、往年の活況が偲ばれる(写真-5)。また、森林鉄道跡の先には伐木事業所跡が残る。対象範囲の林分は明治期からの原生林伐採の影響を受けている一方、風倒木処理を伴う当時の森林施業の影響も強く受けており、風倒被害を受



写真-1 三国峠から俯瞰した樹海景観



写真-2 林業集落跡地から原生的山岳景観を望む

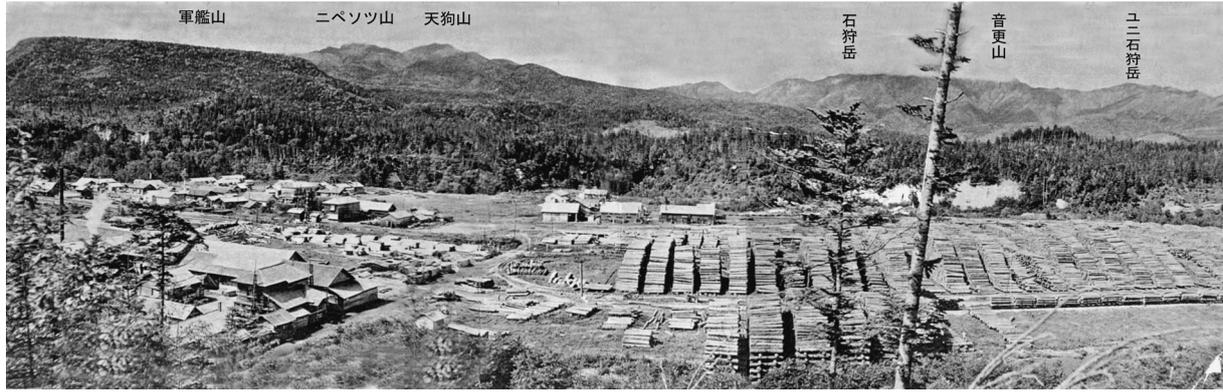


写真-3 当時の十勝三股の風景 (写真提供：笹木 貞氏)

けた森林の推移を観察するために設定された風倒被害地固定試験地は、その後の変化を知る上で重要なものとなっている。

集落跡の中心に残る森林鉄道修理庫は、林業集落の記憶を呼び起こすランドマークとなっている(写真-6)。しかし残念なことに、2017年初春の大雪で建物の半分が倒壊してしまった。なお、この修理庫を所有する環境省の今後の取り扱い方針が現時点では未定のため、遺産対象には含まれていない。

こうした中、森林鉄道修理庫を地元の宝としてなんとか残せないかと、地元有志が保存活動に取り組んでいる。2019年3月には、修理工場の保存と活用に向けてシンポジウムが開催された。地元でもその歴史的価値についての認識は少しずつ高まりつつあるものの、町民全体への浸透にはまだ道半ばだ。そのような中、上士幌町地域の宝探しの会事務局長の井上智彦氏は、「(修理工場跡は)三股に人が暮らしていたことを知る唯一の生き証人。その価値を見直し、観光資源として活用していく意義は大きい」と語る。十勝三股の林業集落跡が、これからも地

域の宝であり続けて欲しいものだ。

## 引用文献

- 上士幌町地域の宝さがしの会(2007)十勝三股物語
- よみがえった森記念事業実行委員会(1995)森林復興の奇跡 洞爺丸台風から四〇年



写真-5 森林鉄道の盛り土および土場跡



写真-4 林業集落跡地の現況



写真-6 残存する森林鉄道修理庫 (遺産対象外)

# センダンで始まった新たな林業・林産業

横尾 謙一郎 (よこお けんいちろう、熊本県林業研究・研修センター)

シリーズ  
うごく森 39

## はじめに

最近、熊本県で先駆的に取組んできた研究で注目されるようになったセンダン (*Melia azedarach*) は、コウヨウザンと並び早生樹ブームの主要な樹種となっており、「林業の時間軸を変える」<sup>1)</sup> 可能性が大いにある樹種として期待されている。

しかし、センダンは自生木、造林木を含め、通直材(まっすぐな材)を採るのが困難であったため、これまで利用されることが少なかった。それを解決したのが、筆者が開発した「芽かき」という施業技術である。現在、その技術が全国で使われるようになり、海外ではケニアでも使われている。通直で利用しやすいセンダンの資源量を増やし、安定供給していくためには、センダンの特性を理解したうえで正しい育成方法を普及、実践していく必要性を感じている。

そこで、本報では、通直なセンダン林を造成するうえで必要な成長の「うごき」をコントロールするための施業技術開発と植栽適地の解明について、これまでの研究で得られた知見を報告する。さらに、家具を中心としたセンダン材の利用の現状、それに伴い始まった新たな施業技術の開発といった、センダンで始まった林業・林産業の新たな「うごき」についても紹介する。

## センダンの特徴

センダンは伊豆諸島以西の本州、四国、九州を中心に



図-1 センダン材で製作されたテレビボード

分布する落葉広葉樹で、成長が早く、大きいもので樹高は20m以上、胸高直径は1m以上に達する。センダンは熊本県の郷土種であり、市場ではスギ、時にはヒノキよりも材価が高いことから、造林に適する広葉樹として植栽されるようになった。

材は環孔材で、気乾比重は0.58と成長が早い割には高い傾向がある<sup>2)</sup>。また、木目がケヤキに似ていることから、その代替材として家具材(図-1)や内装材に利用されてきた。

## 生産目標と一般的な樹形

熊本県では、センダンの生産目標を材長4m、末口径30cm以上の通直材としている。これは、以下に紹介する一連の「幹を通直にするための研究」に取り組む前の1986年に行った市場調査の結果によるもので、出材量は少ないものの材価の高い丸太の形状を受けての目標である。

しかし、一般的にみられるセンダンの樹形は、幹が低い位置で分岐し、二又や三又になるため(図-2)、生産目標となる通直材を生産することが困難であった。そこで、幹を通直にするための優良個体選抜、施業技術の開発に取り組むことになった。

## 幹の通直性を基準とした優良系統選抜

熊本県林業研究・研修センター(以下、センター)で



図-2 一般的なセンダンの樹形

は、1993年に幹の通直性を基準として55個体のセンダンの母樹を選抜、採種し、育苗した。1年生時の苗木の平均樹高、平均根元径が大きいものから27系統を選び、1995年に熊本県人吉市にある県有林に植栽した試験地（次代検定林）を設定した<sup>3)</sup>。

現在、その中で成長が早かった2系統の種子を使った苗木生産が始まっている。しかし、それらの系統の種子の量は限られているので、現時点では熊本県内のセンダン苗木生産本数の数%を占めているのに過ぎない。成長が早い優良系統の苗木の割合を高めていくには、採種園の造成や成長が早い系統の追加選抜が必要となるが、それらの取組みについては後述する。

### 幹曲りを抑制する施業試験

幹曲りの抑制効果を目的とした植栽密度試験を実施した。植栽密度は3,000本/haおよび高密度植栽である5,000本/haと7,000本/haの3段階とした。しかし、高密度植栽をしても植栽初期の幹曲りの影響が残っただけでなく、林冠閉鎖に伴う枝の急激な枯れ上がりによって、早期に幹の直径成長の抑制がみられた<sup>4)</sup>。

次に、ケヤキで実施例が多い枝打ち試験を実施した。しかし、高密度植栽と同様に初期の幹曲りの影響が残り、幹曲りの抑制には不十分であることがわかった。さらに、巻き込み後の断面を調べたところ、直径2cm以上の枝では高い確率で幹の変色が発生することがわかった（図-3左）<sup>5)</sup>。センダンは成長が早いので枝の成長も早く、当年枝でも直径2cm以上になることが多い。そこで、芽が枝になる前に取り除いたほうがいいのではと考え、着手したのが芽かき試験である。

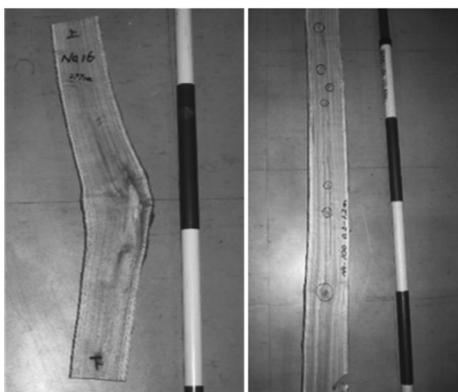


図-3 センダンの材面  
（左：枝打ち、右：芽かき）

芽かきは、枝下高が4mを超えるまで、春と夏に2年間行った。春期の芽かき（以下、春芽かき）は頂芽以外の脇芽を取り除く方法で、夏期の芽かき（以下、夏芽かき）は葉の付け根にある芽が展開したら取り除く方法で実施した。なお、芽かき作業は、1年目は地上から幹

を引き寄せて実施し、2年目は脚立に上って実施した。枝下高が4mを超えた後に幹曲りの矯正効果を検証した結果、十分な効果が得られ（図-4）、植栽後15～20年で胸高直径は30cmに達した。春芽かきは、その実施の有無で幹の通直性に大きな影響を与えるので必ず実施しなければならないことが分かった。一方、夏芽かきは、幹の通直性への影響はほとんどなかったものの、無節材を生産するためには必要であることが分かった。芽かき後の材面を確認したところ、芽かきの痕はほとんど目立たないだけでなく、材に変色が発生しないことを確認した（図-3右）。



図-4 芽かきしたセンダンの樹形

また、芽かきを実施すれば、植栽密度に関係なく通直材を生産できることが分かった。現在、保育間伐の回数 の低減と幹の直径成長を持續するための植栽密度として400本/haを推奨している。

芽かきの方法・回数を含むセンダンの育成方法については、熊本県で発行した「センダンの育成方法（H27改訂版）」<sup>6)</sup>を参照されたい。

### 植栽適地

熊本県内における植栽適地を解明するために、植栽から6～20年経過した36林分で調査を行った結果、成林していたのは11林分のみであった。各林分の立地を調べたところ、成林していた林分は、土壌水分や養分が豊富な谷筋や平地であることが分かった。一方、成林していなかった地形は尾根や斜面上部に多く、ススキを中心とした背丈が高い植生に覆われており、植栽されたセンダンそのものが消失して確認できない林分もあった。

以上から、センダンが良好な成長を示す立地は限定的であることが分かったが、同一斜面上でどのような成長を示すかを解明するために、斜面下部から上部に向かっ

てセンダン、ケヤキ、スギを列状に植栽した造林地を調査した。植栽から9年目の調査結果では、斜面下部のセンダンの樹高はケヤキ、スギの2～3倍であったが、斜面最下部から水平距離が約20m以上で成長が急激に落ちる傾向がみられた(図-5)。以上のことからセンダンの植栽適地は谷筋を含む斜面下部の狭い範囲であることが分かった。

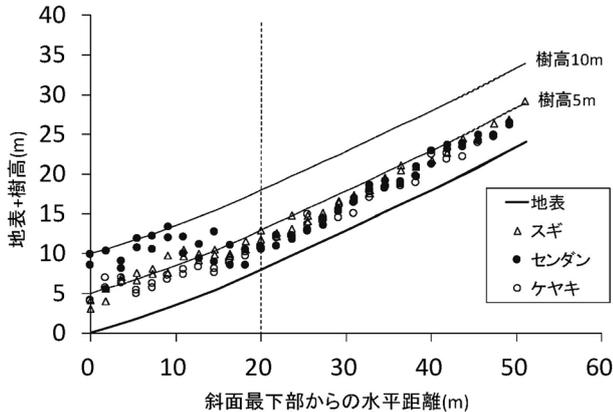


図-5 スギ-センダン-ケヤキ混交林の樹高分布

そこで、注目しているのが増加している耕作放棄地の利用である。2018年時点の面積は熊本県で約9,350ha、全国で約40万haにのぼり、気候条件も含めセンダンの適地であれば有効利用すべきであろう。ただし、耕作放棄地に造成する場合は非農地通知を取得する必要があり、林業と農業分野の連携した取り組みが望まれる。

### センダンの利用

熊本県ではセンダンの育成技術の開発だけでなく、利用分野との連携を進めた結果、全国レベルでの利用が検討されるようになった。

全国天然木化粧合板工業協同組合連合会では、テレビボード、センターテーブルを中心とした家具材や壁材の試作を行い、2016年11月に東京で開催されたIFFT(東京国際家具見本市)に出展し、高い評価を得た<sup>7)</sup>。公益社団法人日本木材加工技術協会関西支部早生植林材研究会では、パーティクルボード、合板、MDF、LVLの試作、性能評価を実施し、2018年以降実用化に向けた取り組みが進められている。

九州地域では、福岡県の大川家具を中心にセンダン材を利用した家具生産が本格的に始まっている。特に注目すべきは、大川家具工業会が2017年に始めた地域材開発プロジェクト「SOUSEI」<sup>8)</sup>であり、住宅現場の省力化のために家具化したインテリア建材、設備を提案しており、展示会ではリビング、キッチン、テーブル、フローリングなどセンダン材を利用した家具が高い評価を得ている。また、三重県伊賀市の(株)クラフトワークでも

センダンの突板を活用した室内用ドアの生産を2018年から始めており、ブランド化を進めている。

今後、これらの利用分野に安定供給できる体制を早急に整えていく必要がある。そこで、当センターが取り組んでいるのが、次に紹介するさらなる伐期の短縮化を目的とした「直径成長を基準とした優良系統の選抜」と「新たな施業技術の開発」である。

### 直径成長を基準とした優良系統選抜

樹齢が不明な個体の直径成長が早いかどうかを非破壊的に評価するためには、樹齢を高い精度で推定することが必要である。そこで、筆者は枝の分枝性で樹齢が推定できると考え、芽かきをしていない10個体で、植栽1年目と2年目の枝の発生時期、発生数およびその形状を調べた。調査の結果、枝は春期に多く発生し、夏期の発生数は少ないこと、主軸となる枝は春期の枝発生位置では曲りやすいが、夏期の枝発生位置では曲りにくいことが分かった。以上から、自生木でも比較的若い個体であれば精度よく樹齢を推定できる可能性が示された<sup>9)</sup>ので、熊本県内では30年生以下の比較的若い個体の選抜も進めている。写真は上益城郡甲佐町で選抜したもので、推定樹齢14年生、胸高直径50cmに達していた個体である(図-6)。

また、国立研究開発法人森林研究・整備機構森林総合研究所林木育種センター九州育種場と共同で九州地域の大径木から枝を採取し、つぎ木苗を育苗している。2017年度は佐賀県で3個体、長崎県で3個体、2018年度は福岡県で5個体、大分県で1個体、2019年度は鹿児島県で5個体から枝を採取した。図-7の個体は鹿児島県内で選抜した胸高直径が170cmに達していた大径木である。2020年度は宮崎県の大径木からの枝の採取を計画している。つぎ木した苗は熊本県内で選抜した苗とあわせて、随時、当センターの「舞の原試験展示園」に植栽し、選抜木同士の交配種子を採取するための採種園を造成した(図-8)。

### 新たな施業技術の開発

前述のとおり、これまではセンダンの生産目標は材長4m、末口径30cmの通直材で、収穫するまで15～20年が必要であるとしてきた。しかし、スギ、ヒノキに比べ伐期が短いとはいえ、安定供給が可能になるまでの期間としては長い。そこで、大川家具関係者から家具材で使う原木丸太の形状は材長2m以上、末口径30cm以上の材でも利用が可能との情報を得たので、2017年から芽かきの高さを従来よりも低い2.4mまでとする、「伐期のさらなる短縮化」を目的とした試験を始めた。



図-6 熊本県で選抜した個体



図-7 鹿児島県で選抜した個体



図-8 優良系統採種園

芽かきに脚立が必要なく、作業期間が1年間で済んだため、省力化にもつながることが分かった。現在、設定から3年経過したが、高さ4m以上まで芽かきしたときに比べ、直径成長が大幅に促進され、平均胸高直径は約10cm、大きいものは16cmに達している(図-9)。

今後、継続して成長量を調査していくこととしており、最終的には10年程度で伐採できるような施業体系を目指している。



図-9 芽かきの高さを変えた試験林  
(芽かき高：ポールより左が4.5m区、右が2.4m区)

#### 今後の展望

これまで開発した技術でセンダンの造林が進み、安定供給が可能になれば、国産早生広葉樹材を使った国産家具等の普及につながると期待している。さらに、その取り組みを加速させるために、今後も引き続き、新たな施業技術の開発や優良系統の選抜を実施していきたいと考えている。

#### 引用文献

- 1) 林野庁(2019) シンポジウム「早生樹・エリートツリーの現状と未来～その可能性と課題を探る～」講演要旨
- 2) 貴島恒夫・岡本省吾・林 昭三(1962) 原色木材大図鑑. 保育社. 82
- 3) 家入龍二(1997) 広葉樹の育種に関する研究. 熊本県林業研究指導所業務報告書 36:11-12
- 4) 横尾謙一郎(2010) 植栽密度が異なるセンダン幼齢木の成長と幹材の形状. 森林立地 52(1): 29-35
- 5) 横尾謙一郎・松村順司(2019) センダン幼齢林における枝打ちの適期. 日林誌 101(2): 70-75
- 6) 熊本県(2015) センダンの育成方法(H27改訂版) [https://www.pref.kumamoto.jp/kiji\\_20150.html](https://www.pref.kumamoto.jp/kiji_20150.html)
- 7) 全国天然木化粧合単板工業協同組合連合会(2017) インテリアに適した国産早生広葉樹の発掘実施報告書
- 8) 福岡県・大川家具工業会地域材開発委員会(2018) 地域材開発プロジェクト SOUSEI. <http://www.okawa.or.jp/member/3489.html>
- 9) 横尾謙一郎(2019) センダンの分枝特性による樹齢推定の検討. 九州森林研究 72: 67-69

# 胚乳

二階堂 太郎

(にかいどう たろう、国立科学博物館 筑波実験植物園)



アボカドの真ん中に鎮座している大きい種子は、丸々とした形に愛嬌があって、捨てる時ちょっと寂しくなります。と常々思っていたら、妻が種子の周囲に爪楊枝3本を水平に浅く刺し、水をギリギリまで入れたコップの縁に置き、種子の半分が水に漬かるようにしました。すると1ヵ月ほどで種子が割れ、幼芽が伸び、次第に本葉へ。3か月経った今、茎の高さ30cm、葉は長さ10cmが6枚展開しています。そう言えば、何か忘れていたような…。そうだ、子葉が出てきませんでした。

トウモロコシやトマトを種から育てると、最初にかわいい子葉が開きます。その発芽までの成長を支える栄養は、種子の中の大部分を占める「胚乳」に蓄えられた養分です。この胚乳というお弁当箱を持っている種子を「有胚乳種子」と言います。しかし我が家のアボカドは子葉が出ないままに本葉が生長しました。子葉はどこに？実は、未だ種子の中にあります。種子が形成される過程で、胚乳に代り養分を蓄えてお弁当箱となっていたのです。このような胚乳を使わなくなった種子を「無胚乳種子」と呼びます

トウモロコシ、麦、米、これら草本の栄養豊富な有胚乳種子は、私達人類の食料を支える大黒柱です。無胚乳種子にも栄養価が高い物があって、草本では特にマメ科植物の豆が穀物の一種となっています。木本ではアーモンド、ピスタチオ、ペカンなどが有用です。日本においては、ドングリ、トチノキ、クリのおかげで縄文時代の森林文化が成立しました。針葉樹の食用種子だと、松の実やギンナンがあり、これらの食す部分は、解説によって胚乳とされています。しかし厳密に言うと、その部位は「雌性配偶体」です。胚乳は、被子植物が裸子植物から進化する際に獲得した「重複受精」により作られるようになりました。

受精とは、めしべの中にある卵細胞と、おしべから飛んできた花粉の中にある精細胞の合体の事で、それが胚珠の中で2回起きるのが重複受精です。その理解には遺伝子の知識が必要なのですが、基本的な事として、種子植物の全ての細胞には2セットの遺伝子情報があり、それを2倍体と言います。その植物体から卵細胞や精細胞が作られる際、細胞は遺伝子2セットを1セットに減らし(減数分裂)、1倍体の細胞となります。そうやって出来た1倍体の卵細胞と精細胞が受精すると2倍体となり、植物体へと成長するのです。これは人間も同じで、人は2倍体、卵子と精子は1倍体、受精卵は2倍体となって人へと成長します。では重複受精の場合で

が、まず、子房(果肉になる部分)に包まれた胚珠(1つの種子になる部屋)の中で1倍体の卵母細胞が8つに分裂します。その内の1つは卵細胞となり、花粉から送り込まれた1つの精細胞と受精し2倍体となり、子葉・幼芽・胚軸・幼根を作る胚になります。それと並行して、8つの卵母細胞の内の2つの細胞が一緒になって卵細胞とは異なる中央細胞となり、送り込まれるもう1つの精細胞と受精して胚乳となります。胚乳は3つの細胞の合体なので遺伝子は3セットあり、3倍体です。これが被子植物の重複受精です。裸子植物の場合はと言いますと、まず、裸の胚珠の中で、卵母細胞の一部が受精せずに1倍体のまま多細胞化し、後に胚のお弁当箱となります。ここで1倍体の細胞を配偶体と表す事から、これを雌性配偶体と呼びます。そして種子の基となる卵細胞が1つ作られ、花粉から送られた精細胞の1つと受精し2倍体の胚となります。このように遺伝子のセットに着目すると、胚の遺伝子は2倍体、胚乳は3倍体、雌性配偶体は1倍体に分類されます。すなわち、豆は2倍体、米は3倍体、ギンナンは1倍体の細胞と言う事です。私達が何気なく食べているこれらの植物には、植物進化の大きな遍歴が内在しているのです。

有胚乳種子を持つ植物は主に単子葉類であって、双子葉類はどれも無胚乳種子が多いようです。特に双子葉類の樹木では、有胚乳種子はカキノキ以外に情報が得られませんでした(他にもあるのかもしれませんが)。種子の大型化にとって胚乳は邪魔だったのでしょうか。しかし、単子葉類の木本であるヤシ類の巨大な種子は有胚乳種子です。植物進化の流れによると、無胚乳種子は有胚乳種子から、単子葉類は双子葉類から、草本は木本からとされています。無胚乳種子が現状に至る経過を想像するに、様々が絡み合っただけやこしい…。そうそう、単子葉類なのに無胚乳種子を作るラン科植物を忘れてはいけません。発芽の栄養を共生菌に頼る方法を究めた結果、胚乳を無くし、子葉に栄養を貯める事も止めてしまった策略者です。きっと、様々な種子の殻の中には、まだまだ知られていないドラマや戦略が、それはもうぎっしりと詰まっているのでしょ。

著者プロフィール

二階堂太郎：1970年生まれ。山形大学農学部林学科修了後、新潟市の「らう造景」入社。後藤雄行氏に師事。現在は筑波実験植物園の技能補佐員。屋外と圃場の管理を担う。樹木医、森林インストラクター。著書「植物園で樹に登る」築地書館

## 広島県東広島市の民有林直轄治山事業について

津脇 晋嗣

(つわき しんじ、林野庁近畿中国森林管理局広島森林管理署山地災害復旧対策室)



写真-1 黒瀬地区の直轄治山事業区域と保全対象（県道及び広島国際大学など）（平成30年11月）

### はじめに

平成30年7月豪雨は、中四国地方を中心に大きな被害を与え、広島県では、多くの死者行方不明者を出す結果となった（写真-1）。7月5日午前の降り始めから48時間の雨量が、400mm前後に及ぶ地点が多数発生し（図-1、広島407mm、東広島379mm、本郷411mm）、広島県における土砂災害は、県南部を中心に1000箇所以上発生した。東広島市においては、県内市町で最多となる245箇所の山地災害が発生した<sup>1)</sup>。

これらの状況を鑑み、広島県知事は国に対し早期の復旧整備を要請し、調整の結果、国（林野庁）は、今回の災害の規模が著しく大きかったことを考慮して、国が主体的に対策工事を実施するa)直轄治山事業及びb)直轄治山災害関連緊急事業を、東広島市内の民有林において行うことを決定した。3ヶ月後の平成30年10月には東広島市内に山地災害復旧対策室を設置し事業を開始している。なお、両事業の関係を説明すると、既にa)直轄治山事業を行っている区域で新たに発生・拡大した

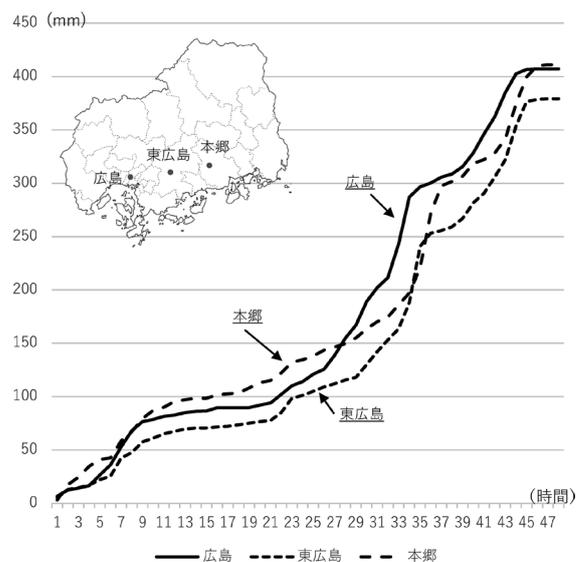


図-1 平成30年7月豪雨の状況  
(横軸：7月5日10時からの経過時間、縦軸：累積雨量)

災害に対して行われる事業をb)直轄治山災害関連緊急事業としている。

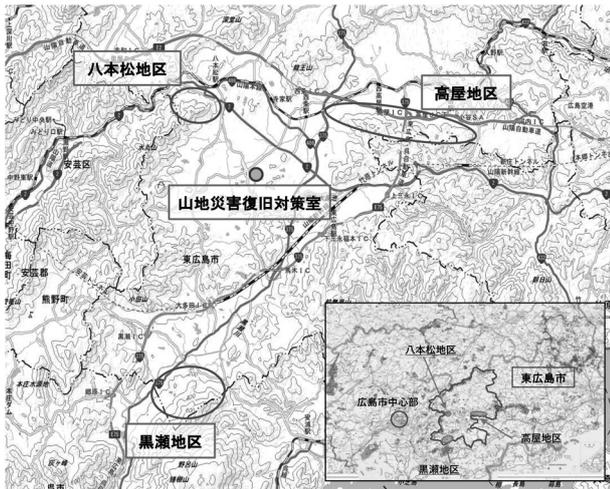


図-2 東広島市内の直轄治山区域

事業開始から1年余りが経過し、本稿では、これまでの直轄治山事業の状況や今後の見通しなどを紹介する。

### 東広島市の直轄治山事業

東広島市は広島市の東隣に位置する人口約19万人の都市である。a) 直轄治山事業区域は、山陽自動車道に面した高屋地区、JR山陽本線や国道2号線などに面した八本松地区、県道34号線や広島国際大学に面した黒瀬地区の3地区、合計74haである(図-2)。いずれの地区にも主要な交通網があり、災害時には流出した土砂の影響で通行の復旧までに1~2週間程度、JR山陽本線では2ヶ月程度の期間を必要とした。

### 応急対策工事と災害関連緊急工事

広島森林管理署山地災害復旧対策室では、初めに、広島県や東広島市と連携して市内3地区の現地調査を実施した。現地調査の結果、不安定土砂が大量に堆積している荒廃箇所が道路等の保全対象に近接して多数あり、今後の降雨等で二次被害を与える恐れがあることがわかった。そこで、森林所有者の同意を得て、堆積土砂や流木の撤去、大型土のうの設置などを行う応急対策工事を実施した(写真-2)。森林所有者から工事の同意を得る際には、地元の住民自治協議会へ説明及び意見を聞く機会を作り、地域で不安を抱える箇所についても応急対策工事を行った。応急対策工事を行った箇所の中で、より緊急性の高い黒瀬地区3箇所、高屋地区7箇所、八本松地区2箇所の計12箇所では、早期復旧に向けた測量調査設計及び緊急工事を現在実施している。これらの箇所においては、測量調査設計に並行して、施工予定の構造物、工事の進め方などの工事内容に関する地元説明会を実施し、地権者の土地使用承諾を得られた箇所から



写真-2 二次被害の恐れがある不安定な堆積土砂を撤去する応急対策工の様子(平成31年1月、黒瀬地区)

入札公告を行い、入札・契約を経て工事を開始している。

また、付け加えると、山地災害復旧対策室は、広島森林管理署管内国有林において災害復旧工事も行っている。広島森林管理署管内の国有林は、小規模の都市近郊林が数多く点在している。今回の災害が広範囲に及んだこともあり、管内でも数多くの国有林が被災した。

このため、広島市より東側の国有林で約10箇所の災害復旧事業の設計・監督なども担っている。

### 全体計画の作成

通常、民有林のa) 直轄治山事業を行う際には、直轄予定区域を詳細に調査し、治山対策は、どのくらいの規模で、どれくらいの期間を必要とするかなどの全体的な計画を作成して事業を開始する。

しかし、東広島市の直轄治山事業は、土砂災害直後の二次災害の懸念や広島県知事の要請を考慮して、b) 災害関連緊急事業を先行させつつ、同時並行で全体計画を作成するための調査事業を行った。

現地調査は、広島大学の海堀教授をはじめ、森林総合研究所の治山や植生の研究者などを検討委員に依頼し、崩壊地を源頭部まで踏査し、地形・地質や植生の状況、湧水の跡から災害当時の流水の状況、土地利用の状況などを詳細に調査した(写真-3)。

踏査・調査の結果、直轄治山事業区域内における今回の豪雨による被害地(以下、「荒廃地」という)は、全て溪流における土石流の発生、または山腹での表層崩壊が土石流化したことにより生じたと判断された。

荒廃地の源頭部付近では、湧水の影響でぬかるみとなっている箇所が多くあり、日常的に湿潤状態となっていることや災害時にもかなり多くの水が湧水点から噴き出していたことが推測された。

また、破壊され押し流された既設治山ダムの残骸もみ



写真-3 山腹の荒廃地での調査の状況 (平成 31 年 1 月、八本松地区)

られた。これにより、災害時には大量の土石を含んだ土石流が長時間流れ続けたことが推測された。

調査を元に、検討委員会を数回開催するなどして治山対策を検討した。検討委員会は毎回公開とし、東広島市の担当者や地元の方々などにも参加いただき、災害の発生状況、今後必要な対策などについて、様々な議論などを聴講していただいた。

現地調査、検討委員会の議論は「平成 30 年 7 月豪雨災害に係る治山復旧計画方針検討会 治山復旧計画方針」(以下、「報告書」)にまとめられ、林野庁近畿中国森林管理局のウェブサイトで見ることができ<sup>2)</sup>。以下に、報告書から抜粋して災害の要因や治山対策などを説明する。

### 荒廃の諸因子

報告書は荒廃の発生因子として、以下の項目を整理している。

#### (1) 降雨

広島県南部を中心に 48 時間に 400 mm 前後の降雨が長時間かつ広範囲に及んだ。24 時間目以降の降雨量は初めの 24 時間の降雨量の約 3 倍であり、降雨のピークも 2 回みられた。

#### (2) 地形

荒廃地及び土石流による溪流の荒廃地の勾配は、高屋地区では 10～15 度が多く、25 度を超える箇所はほとんどなかった。黒瀬地区では 15～20 度の緩傾斜が多い一方で、35 度を超える箇所も一部みられた。八本松地区は黒瀬地区とほぼ同様であった。このように 3 地区とも緩勾配の斜面が多かった。また、荒廃地の源頭部は 0 次谷だけではなく普段は水の集まりにくい稜線付近にもみられた。

#### (3) 地質

荒廃地の地質は、花崗岩の風化帯をなす残積土(1 次マサ)とその 2 次堆積物である崩積土(2 次マサ)が主

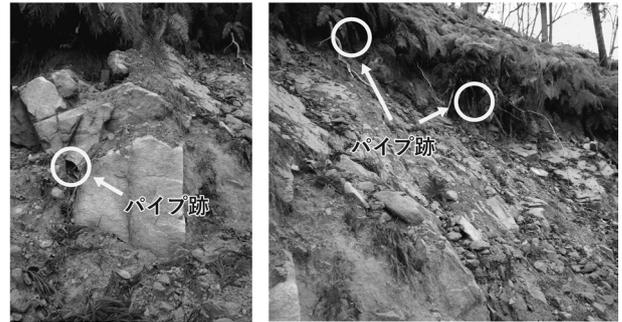


写真-4 源頭部のパイプ流の跡 (平成 30 年 12 月、黒瀬地区)

体であり、流紋岩も多くみられた。基盤付近には、難透水性の粘土鉱物や古い赤色土も多くみられた。

#### (4) 地下水

山頂の荒廃地源頭部付近では、地下水の噴出口であるパイプ流の跡がみられた(写真-4)ほか、樹幹に付着した泥跡などから、多量の水が湧水として噴出したものと推測された。

#### (5) 社会因子

2 次マサには、中国山地で広く行われていたたたら製鉄の痕跡や城跡などに起因するもの、山火事跡などの痕跡が確認された。このことから現地は山頂付近まで人により広く利用されていたことが推測された。

#### (6) 植生

山頂の源頭部には湿性地を好むウラボシやスミレが多く生育しており、平常時も地表面近くまで湿潤な状態にあると推測された。

### 荒廃の発生機構

崩壊の諸因子の分析結果を踏まえ、調査地における荒廃は以下のように発生したと推測した。

- (1) 長時間の多量の降雨により地下水面上昇し、斜面下方から順次土層の飽和(水で満たされること)が進行し、稜線近くを除く斜面の風化帯が飽和した。
- (2) 降雨が 2 回目のピークとなった時に、稜線付近の風化帯でも土層の飽和が進行し、地下水は流動性の高い泥水となって崩壊を伴って噴き出した。
- (3) 崩壊土砂と水が土石流化して溪床を流れ下る際に、飽和状態となっていた風化帯の土砂も土石流の侵食により崩壊し、下流域を侵食し巨石などを巻き込みながら流下した。
- (4) 崩壊土砂は傾斜が緩くなる下流域で堆積するが、土砂混じりの大量の水はさらに流下した。また、稜線から斜面末端まで風化帯が一様に飽和状態となっていたため、雨が降り止んでも数日間程度地下水水位が下がらず崩壊源からは水が噴き出し続け、



写真-5 治山ダム工事の様子（令和元年10月、高屋地区）

後続流が堆積土砂を削りながら濁水となって道路や住宅などに広く氾濫した。

### 事業を行う上での留意点と整備方針

以上のことから、東広島市の直轄治山事業区域においては、土石流による溪流の荒廃地では、渓床に堆積する不安定土砂の流出や土石流の流体力や衝撃力を検討することが重要であり、山腹での表層崩壊が土石流化したことで発生した荒廃地では、排水機能を十分に維持し、これ以上の谷地形を増やさないためにも可能な限り現状の地形を維持して、植生を復旧させることが重要と考えられた。

これらの留意点に基づき、溪流の荒廃地では、治山ダムは天端厚（最頂部の厚さ）を通常の治山ダムより厚い3m程度とするほか、袖部や根入も十分に確保すること、打継面（コンクリートの継ぎ目部分）には十分な鉄筋の挿入を行い、荒廃溪流に階段状に配置していくこととした。また、山腹の荒廃地では、土留工や柵工により土砂の移動を緩和するとともに雨水の浸透を促し、地表を流れる水には集水のための水路工や暗渠工あんきよを設置すること、さらに、資材の搬入が困難な稜線付近には、航空実播工（上空から種子等を播く工事）や天然更新を促す省力化工などを行う方針を立てた。

施工については、地域の高い要望及び住宅地や幹線道路に近接し、未だ不安定土砂が多く堆積する荒廃地を優先的に整備していくこととした。

### 今後の取組みについて

現在は、上記の整備方針などに基づいて計画を立て、地元説明会を経て工事を開始している。工事開始に至るまでには、技術者不足などによる入札不調などもあり、数回、公告・入札を繰り返す工事箇所もあったが、関係機関の協力の下に、全ての災害関連緊急工事は工事着手

となり、現在工事は順調に進んでいる（写真-5）。

今後は、直轄治山事業の全体計画に基づき、優先順位や地元要望などを考慮して、令和元年度から概ね10年間の予定で治山事業を順次実施していく考えである。

また、工事施工に当たって、いくつかの課題に対応する必要がある。

1つ目は用地使用承諾についてである。東広島市の直轄治山事業区域は、人々の生活の場と近接しているためか山頂まで土地の所有権が細かく分かれており、地権者の相続などの状況を一筆ずつ確認しながら進めなければならない。今後も、住民情報を把握している東広島市との連携は不可欠である。

2つ目は流末（水路の末端）の処理についてである。広島県をはじめ、瀬戸内地方は本来降雨量の少ない地域であり、大変小さな流末施設が多い。今回の災害では、山から流れ出る大量の水を流末施設が処理できず、被害が大きくなったと考えられる地域がいくつか存在する。災害後の荒廃地は流末に水を集めやすくなるため、治山事業を行う際には、流末施設を管理する東広島市などとの調整が必要となる。

3つ目は入札不調への対応である。今回の災害は広範囲に及んだこともあり、広く西日本で河川、砂防、道路、農業施設など様々なものに大きな被害があった。そのため、調査測量を担う技術者、工事实行を担う技術者や労働者、または資機材が不足している状況である。広島県内では、今もなお、入札不調が続いている。広島森林管理署では、関係機関との連携の下に、入札方法を工夫し事業者を確保できるよう進めていきたいと考えている。

このほかにも様々な課題はあるが、一つ一つクリアしながら東広島市の直轄治山事業を着実に実施していきたいと考えている。

### 引用文献

- 1) 広島県農林水産局(2019)「平成30年7月豪雨災害」による森林・林業被害と復旧・復興。広島県の森林・林業・木材産業：33  
<https://www.pref.hiroshima.lg.jp/soshiki/86/h30shinrinringyou.html> (2020年2月26日確認)
- 2) 林野庁近畿中国森林管理局(2020)平成30年7月豪雨災害に係る治山復旧計画方針検討会治山復旧検討方針  
<http://www.rinya.maff.go.jp/kinki/kikaku/nisinhongouu180706.html> (2020年2月26日確認)

## 木製堰堤<sup>えん</sup>の耐用年数は、果たしてどの程度か？

### 一坪毛沢流域での継続調査のまとめ

秋田 寛己

(あきた ひろみ、防災科学技術研究所)

#### 問題提起として

治山・砂防の現場技術者にとって、木材を構成部材に使用した土木構造物の耐用年数が、果たしてどの程度なのかは疑問の一つであろう。その疑問に答えがあれば、土木分野での木材利用が一層進むように思われる。本報ではそのような土木構造物の中でも、治山事業で施工される木製堰堤の耐用年数を議論するための情報を提供したい。ここでの耐用年数とは、構造物が破壊され、当初の期待していた機能が失われるまでの年数を意味する。

木製堰堤とは、木材と石材を組み合わせて構築された土木構造物のことであり、流水が見られる山地溪流に施工される。「堰堤（えんてい）」という名称は通常、堤高14.5 m以下のコンクリート構造物に使われるが、治山の現場では、谷止工や床固工といった構造物を総称し「堰堤」と呼ぶことが多い。人によっては、木堰堤、木ダムなどと呼称されるが、いずれも同義である。

木製堰堤は、自然素材である木材と石材を用いて、本体内部に空隙を設けた構造であり、河川生態系の保全と水土保全機能を両立できることが大きな特徴である<sup>1)</sup>。一方、構成部材に木材を用いるため、腐朽や摩耗が問題になる。木製堰堤は山地溪流に施工されるため、腐朽や摩耗が進行し構造物全体の安定性が損なわれると、降雨後の出水で破壊され、素材となる木材と石材が下流域へ流出し被害を助長するおそれがある。それらを予防するためには維持管理が重要となるが、木製堰堤をはじめとする木製の土木構造物の腐朽や摩耗を考慮した現場での安定性評価は難しい面がある。その理由として、山地溪流という過酷な野外環境での木材の腐朽や摩耗の進み方には大きなばらつきがあるため、室内実験の結果をそのまま当てはめられないなど、腐朽予測が難しい点が挙げられる<sup>2)</sup>。さらに、降雨に伴う水と土砂の流れといった外力が加わったとき、木材の腐朽や摩耗が構造物全体の安定性にどの程度の影響を及ぼすのかがそもそも分かっていない。以上のような問題があり、今の段階では、木製堰堤をはじめとする木製の土木構造物は維持管理が難しく、まさに現場技術者の経験が試される構造物と言えるであろう。

#### 木製堰堤の耐用年数をいかに考えるか

問題提起で述べた背景をふまえ、筆者は木製堰堤の維持管理の在り方やメンテナンス手法を確立することを目指し、野外の木材腐朽と摩耗の実態を調べてきた<sup>2) 3)</sup>。木材の腐朽や摩耗が木製の土木構造物の安定性へ及ぼす影響を明らかにし、耐用年数を科学的な根拠に基づいて示せると良いが、今の段階では難しい面がある。木製堰堤の耐用年数の推定には、年間の腐朽や摩耗が何ミリであるかを統計的に推定し、部材直径をその値で除し、数十年～数百年単位で求めるといった一つの手法がある。長期スケールで耐用年数を推定することになるため、実態に基づいた根拠のあるデータから示す必要がある。問題提起で述べたように、野外の木材腐朽や摩耗には大きなばらつきがあるため、推定した耐用年数がどの程度妥当なのかは判断が付きにくい。そこで、筆者は過去に施工された古い木製堰堤が降雨に伴う出水を経験している場合、破壊の有無によって、いわゆる実態としての耐用年数を示すことができると考えている。

#### 坪毛沢流域の木製堰堤群について

山地溪流での治山事業では、斜面崩壊や土石流が発生した後に溪床に堆積した土砂の二次的な移動や溪岸侵食を防止する目的で、コンクリート構造物が施工される。このような治山事業においては、明治時代から昭和初期には木材を活用した土木構造物が施工されてきたようである<sup>1)</sup>。その種類は多岐にわたり、大型のものでは、堰堤工（谷止工と床固工を含める）・護岸工といった工種がある。木製堰堤を対象に考えると、1984年～2013年の間に日本全国で1,166基が施工され、42道府県で実績がある<sup>4)</sup>。青森県五所川原市を流れる岩木川支流の飯詰川支川坪毛沢には、1916年～1950年代に無処理のヒバ材で施工された木製堰堤が11基施工され<sup>5)</sup>、その後、1916年施工の木製堰堤5基全てが2014年8月5日～6日の降雨に伴う出水で破壊され、2019年現在は1950年代に施工された6基の現存のみが報告されている<sup>6)</sup>。この木製堰堤群は林野庁の治山事業60選にも指定され、日本に現存する最古の木製土木構造物の一

つとして知られる。筆者は山地溪流に施工された木製土木構造物のうち、木製堰堤の耐用年数を明らかにするため、2005年から坪毛沢流域の木製堰堤群を対象にフィールド調査を継続してきた。坪毛沢流域の木製堰堤を正面から撮影した様子を写真-1～写真-4に示す。写真-1と写真-2は1954年に施工された同一のλ型という型式の木製堰堤である。写真-3と写真-4は1954年に施工された同一の台形型の木製堰堤である。台形型は通常の治山事業で見られるコンクリート堰堤と類似した形状である。これら1950年代に施工された木製堰堤は今も施工時の構造を保っており、溪床・溪岸の侵食防止といった機能を維持している。流水が集中している位置は調査年によって変化が見られるものの、構造物の下流法（下流側の法面）から水が湧き出す状態は調査年で変わらなかった。坪毛沢流域は年平均降水量が約1,300mm（2010年～2019年の10年間：気象庁の五所川原雨量観測所の公表値から計算）であり、全国的に降雨が多い地域ではないが、多雪地域であるため、融

雪時にはある程度流量が増加すると思われる。

### 木製堰堤の構造と部材の劣化の実態

木製堰堤の耐用年数を評価する場合、静水圧や土圧といった構造物に作用する外力に対し、構造物がどの程度の安全性を有しているかを安定計算によって検討する必要がある。計算には、構造物の形状に関するデータが必要であるが、坪毛沢流域の木製堰堤群は古く、施工時の図面が存在しなかった。そこで、筆者は木製堰堤の高さや幅、部材直径といった諸元を現地で実測し構造図を復元することにした（図-1～図-3）。その結果、現存する木製堰堤は下流法に階段状の落差を設けたλ型と、一般的なコンクリート堰堤と類似した台形型の2つの型式に分類されることが分かった<sup>7)</sup>。1916年の木製堰堤は高さが2m未満と低く、1950年代の木製堰堤と比較すると小規模であった。部材は現地で伐り出した円形丸太をそのまま使用しているようで、井桁状（「井」の形）にカスガイで簡易的に連結されている。



写真-1 λ型木製堰堤（1954年施工）の正面の様子  
（2004年9月24日撮影）



写真-3 台形型木製堰堤（1954年施工）の正面の様子  
（2005年7月3日撮影）



写真-2 λ型木製堰堤（1954年施工）の正面の様子  
（2018年8月17日撮影）



写真-4 台形型木製堰堤（1954年施工）の正面の様子  
（2019年5月2日撮影）

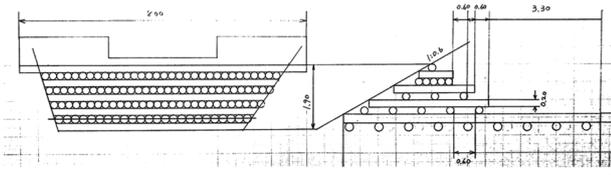


図-1 λ型木製堰堤（1916年施工）の復元図の例  
（左：正面図、右：側面図）

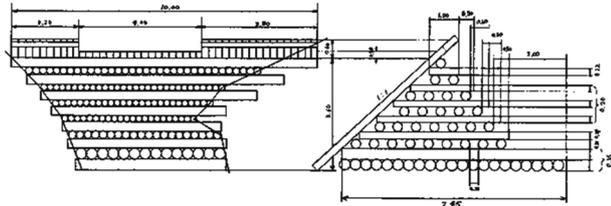


図-2 λ型木製堰堤（1954年施工）の復元図の例  
（左：正面図、右：側面図）

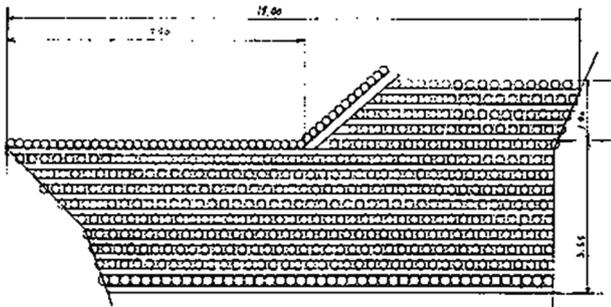


図-3 台形型木製堰堤（1954年施工）の復元図の例  
（正面図）

次に、流水が常に触れる部位を対象に、部材の劣化（坪毛沢流域では流水の影響が大きいと考え、ここでは物理的な摩耗を想定）の実態を調べると、鉛筆を削ったように部材の断面が減少している様子が見られた（写真-5と写真-6）。特に、1916年施工の木製堰堤の部材ではその様子が顕著に見られた。部材は側面での摩耗の進行が速いようで、縦長の楕円形に断面が減少している実態がわかってきた<sup>7)</sup>。摩耗の進行程度を定量的に評価すると、調査日の13年前と比較し、前回の調査から部材の断面積が約7割減少し、体積では約6割減少していることが継続調査でわかってきた<sup>8)</sup>。流水が常に触れる部位においては、出水が生じた際の静水圧や土圧が作用することを考えると、摩耗による部材断面の減少が曲げ・せん断破壊につながる可能性があると思われる。坪毛沢流域の木製堰堤群で使用されているヒバ材は、一般的に木材密度が高く、耐久性が高いと考えられるものの、流水により心材部までも摩耗している実態があった。

#### 降雨履歴と木製堰堤の破壊の実態

11基あった木製堰堤のうち、1916年施工の5基は



写真-5 λ型木製堰堤（1954年施工）の部材の摩耗の様子  
（2018年8月17日撮影）



写真-6 λ型木製堰堤（1916年施工）の部材の摩耗の様子  
（2005年7月3日撮影）

2014年8月5日～6日の降雨（24h雨量で100mm以上）に伴う出水により破壊され（写真-7）、すでに流出していることが確認されている。一方で、1950年代の6基は出水を耐え、今も健在である。これが現場スケールで起きた事実であり、木製堰堤の耐用年数を推定するための一つの証拠になると考えられる。そこで、図-4に坪毛沢流域の入手出来る限りの降雨履歴（1964年～2019年：24h雨量）と破壊実態の関係を時系列に整理してみる。降雨データは水文水質データベースの公表値を使用し、破壊された時期の2014年に限っては、木製堰堤群の最近隣の飯詰ダム管理所で観測されたデータを使用した。詳しくは、24h雨量や渓流の地形条件等から流量を推定し、そこから外力を計算し考察する必要があるものの、最低限の事実を整理すると、坪毛沢流域の施工後98年経過した木製堰堤は100mm/24h程度の降雨による出水で破壊されたことがわかる。一方、60年経過した木製堰堤は同じ降雨による出水で破壊されなかったこともわかる。総じて考えると、100mm/24h



写真-7 1916年施工の木製堰堤の様子  
(上：破壊前2005年7月3日撮影、下：破壊後2019年5月2日撮影)

程度の降雨がおよそ6年に1回の確率で起こる流域では、木製堰堤の高さなどの構造にもよるが少なくとも98年間は耐えていたことになる。部材直径や摩耗の進行する速度により、破壊が生じるまでの年数、いわゆる耐用年数は異なると思われるが、こういった破壊の実態を少しずつ蓄積することで、数十年～数百年の長期スケールであっても、実態としての根拠のある耐用年数を示すことにつながると考えられる。

### 研究の展望

今後は、2014年8月5日～6日の降雨に伴う出水で破壊された木製堰堤に作用した静水圧と土圧を計算し、その経過年までの部材の摩耗のデータを安定計算に考慮し、劣化した木製堰堤の破壊の実態が計算結果と合うかどうかを検証するつもりである。劣化した木製堰堤において、安定計算により破壊の実態を説明することが

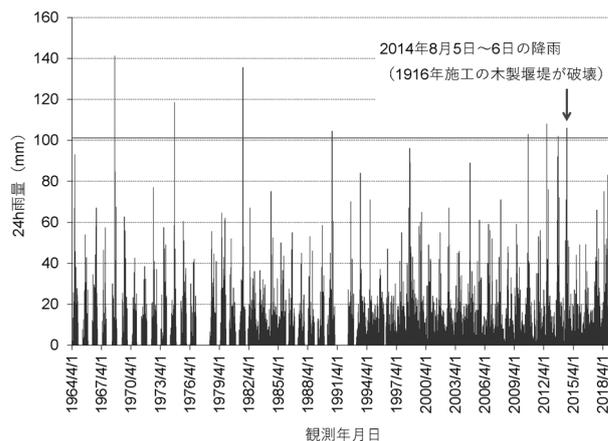
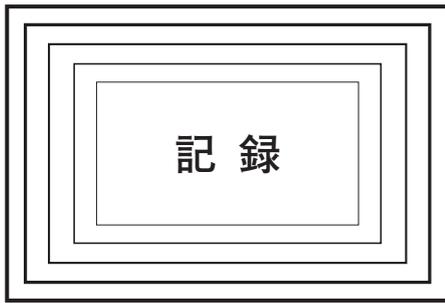


図-4 降雨履歴と破壊実態の関係

できれば、維持管理の在り方を示すことができ、木製堰堤をはじめとした土木構造物への木材利用の更なる推進につながると考えている。

### 引用文献

- 1) 石川芳治 (2010) 砂防・治山分野における木材利用の課題と展望. 砂防学会誌 62(6) : 52-58
- 2) 秋田寛己 (2019) 山地河川における木製治山堰堤の腐朽と摩耗(その1) -腐朽の進行程度についての留意点-. 木材保存 45(1) : 2-13
- 3) 秋田寛己 (2019) 山地河川における木製治山堰堤の腐朽と摩耗(その2) -設置や維持管理についての留意点-. 木材保存 45(2) : 60-67
- 4) 秋田寛己 (2015) 木製治山堰堤の全国施工実績と経過年数分布. 日本森林学会誌 97(2) : 123-126
- 5) 唐牛孝司 (1999) 既設木えん堤の現況について. 砂防学会誌 51(6) : 46-50
- 6) 岸 功規 (2015) 「後世に伝えるべき治山」60 選シリーズ 先人の知恵とヒバの耐久性を伝える木製堰堤. 水利科学 341 : 98-118
- 7) 秋田寛己・北原 曜・小野 裕 (2006) ヒバ材を用いた木製治山堰堤の腐朽と摩耗. 中部森林研究 55 : 169-172
- 8) 秋田寛己 (2020) 流水中における木製堰堤部材の摩耗の実態把握. 北方森林研究 68 : 7-9



## 記録

# 日本森林学会大会 学会企画 「ダイバーシティ推進ランチョン Workshop2019」開催報告

竹内 啓恵 (たけうち ひろえ、日本森林学会 ダイバーシティ推進委員会・幹事)  
岩永 青史 (いわたが せいじ、日本森林学会 ダイバーシティ推進委員会・委員)  
木村 恵 (きむら めぐみ、日本森林学会 ダイバーシティ推進委員会・委員)  
武 正憲 (たけ まさのり、日本森林学会 ダイバーシティ推進委員会・委員)  
玉井 幸治 (たまい こうじ、日本森林学会 ダイバーシティ推進委員会・副委員長)  
片桐 奈々 (かたぎり なな、日本森林学会 ダイバーシティ推進委員会・委員)  
塚原 正美 (つかはら まさみ、日本森林学会 ダイバーシティ推進委員会・委員)  
山川 博美 (やまがわ ひろみ、日本森林学会 ダイバーシティ推進委員会・委員)  
高山 範理 (たかやま のりまさ、日本森林学会 ダイバーシティ推進委員会・委員長)

### 1. はじめに

第130回日本森林学会大会(会場: 朱鷺メッセ 新潟コンベンションセンター)において、大会企画として「ダイバーシティ推進 ランチョン Workshop2019」(主催: (一社) 日本森林学会ダイバーシティ推進委員会 後援: 男女共同参画学協会連絡会)を2019年3月22日、13:15-14:30に開催した。正会員や学生会員など42名の参加者が自らの声を能動的に発言し、会全体で会員が抱える問題を共有することができた。

日本森林学会のダイバーシティ推進に関わる活動は、2002年学会大会時に保育室を設置する試みから始まり、2003年に男女共同参画担当理事が設置され、2004年に男女共同参画学協会連絡会へ加盟した。その後、地道な活動が毎年続けられ、2014年の100周年記念事業(第125回大会)で「森林分野におけるダイバーシティ宣言」を採択し、2018年5月に学会組織においても「男女共同参画」から「ダイバーシティ推進」へと名称および組織が変更された。そして同年12月には、女性をはじめ、外国人、障がい者、LGBT等の属性を有する様々な会員が円滑に学会活動へ参画できる環境を整えていくことを目指し、ダイバーシティ推進委員会を臨時委員会として設置し、2019年3月の学会大会(第130回)で、本企画の開催に至った。

### 2. 企画の報告

定刻を過ぎ、ダイバーシティ推進

委員会委員長(高山範理・森林総研)から、これからの学会で多様な会員が活動しやすい環境を整えることを目指していくために、まずはそれぞれの会員が抱える不安や悩み、要望などを整理・共有する場として会員参加型のワークショップを企画したことについて趣旨説明があった。

次に、日本森林学会副会長(田中浩・森林総研(当時); 写真-1)から、開催の挨拶として、学会の各会員が抱えている様々な問題を聞き、今後の学会活動を盛り上げていくためにも、今回のようなワークショップが重要であることが述べられた。また、大会中の過密スケジュールにもかかわらず日本森林学会会長(黒田慶子・神戸大学; 写真-2)の参加があり、女性研究者のパイオニアとしての立場から、学会に期待することについての講話があった。ワークショップの進行については、ダイバーシティ推進委員会の幹事(竹内啓恵・東京大学(当時); 写真-3)がその具体的な進め方を説明し、進行役を務めた。

ワークショップのテーマについては、事前にダイバーシティ推進委員会で会員にとって関心が高いテーマを議論し、「ワークライフバランス」「若手・ポストドク問題」「外国人・海外研究」「その他」を設定した。ここでいう「その他」とは、会員の関心が「ワークライフバランス」「若手・ポストドク問題」「外国人・海外研究」のテーマに当てはまらない場合、もしくはこれら全てのテーマに関心があり、一つに絞ることができない場

合として設けた。各テーマにテーブルを設け、模造紙1~2枚、付箋、筆記具を準備した。会員は関心のあ

るテーマを扱うテーブルに移動して着席し、ダイバーシティ推進委員を、ファシリテーター(促進者)として各テーブルに配置した。まず、会員が日頃抱える不安、悩み、意見、要望など、それぞれの思いを付箋に書き出し(写真-4)、模造紙に貼る作業を行った。次に会員毎に、模造紙に貼られた自身の意見をテーブル内で発表し、会員間の意見の共有を行った。それと同時にファシリテーターは、模造紙上の会員の意見をグルーピングし、タイトルをつけていった(写真-5)。テーブル毎の作業がひととおり終了した後、各テーブルのファシリテーターは集約した会員の意見を全員の前で報告し、テーブル毎の意見を会全体で共有した(写真-6)。幹事は、ワークショップで表出した会員の意見の取り扱いについて伝えた後、各会員は他の会員の意見を聞いた後で生じた気持ちをふりかえる作業を行うため、再度各テーブルに戻り、全体を通しての意見を述べる話し合いを行った。最後の10分間で、会全体で意見交換を行い、ワークショップを終了した(表-1)。

### 3. 会員の声

ワークショップ中は、会員の参加を出入り自由とした。参加者の総数は、委員長と幹事を含まず42名(女性20名、男性22名)であった。参加した女性比率は、2019年3月現在

表-1 ワークショップのタイムスケジュール

13:15	WS開始	※WS:ワークショップの略
13:17	WS開催挨拶	
13:22	WS説明	
13:40	テーマ別のグループに移動	
	①日頃抱える思い付箋に記入	
	②グループ内で各自の思いを共有	
	③各自の思いをまとめる:会員の意見	
14:00	④各グループの発表(全体で情報共有)	
14:14	まとめと情報保持の約束(幹事)	
14:15	⑤各グループでのふりかえり	
14:20	全体での意見交換	
14:29	閉会挨拶	
14:30	WS解散	※①~⑤は各テーマでの作用

の会員男女比率(5:1)に対して高く、今回のワークショップに女性が強い関心を寄せていることがうかがえた。

テーマ別の参加者数は、「ワークライフバランス」に14名、「若手・ポストドク問題」「外国人・海外研究」「その他」に各7~8名であった。それぞれのテーマに対する意見は、48件、31件、21件、22件であり、合計122件の意見が挙げられた。これらの意見を社会科学的研究で用いられるデータ整理方法の一つであるKJ法を援用し、12のカテゴリー「仕事(量・異動・出張・就職)」「交流(学際・職場・友人)」「子育て」「人生・キャリア」「ワークライフバランス」「収入・安定」「家族・パートナー」「言葉の壁(外国人)」「心身の健康」「介護」「教育・進学」「その他」に分類し、テーマ別に、それぞれの頻出割合を算出した。

各テーマの上位3つのカテゴリーを取り上げると、「ワークライフバランス」のグループでは、「仕事」が65%と一番高く、続いて「子育て」35%、「ワークライフバランス」25%の順で割合が示された(図-1)。「若手・ポストドク問題」では、「仕事」が81%と高い割合が示され、「人生・キャリア」35%、「交流」および「収入・安定」が29%と示された(図-2)。「外国人・海外研究」では、「仕事」が45%の割合で高く、続いて「交流」41%、「言葉の壁」36%となった(図-3)。「その他」では、「仕事」と「交流」が67%と同じ割合で高く、「その他」24%、「人生・キャリア」14%と続いて示された(図-4)。

各テーマの具体的な意見としては、「ワークライフバランス」からは、「業

務量や会議の多さ、残業時間により研究と私生活のバランスを取ることが難しい」、「研究生活と食生活の不安がある」、「転勤で家族が困る」、「仕事と家庭の両方が忙しく、どこを削ればよいか分からない」、「仕事も子育ても中途半端で自分が嫌になる」、「子供の学校関係で異動困難である」、「勤務地と実家(介護)が遠く、不安である」、「親の介護で退職した」、「研究施設がバリアフリーになっていない」、「年齢が高いと役職や責任のために休みがとりにくい」、「収入が減り、学会を辞めないといけない」、「年齢と共に体力的な負担が増えている」、「体力を作る時間がない」、「周りに相談できる女性研究者が少ない」などという意見があった。

「若手・ポストドク問題」では、「将来設計が立てにくい」、「ポストドク時に育休制度を利用しづらい」、「ワークライフバランスが悪い」、「任期切れ後のフォローが必要である」、「雇用側からも先を保障できない」、「アカデミー以外の道が少ない」、「年齢が高いとなかなか採用されない」、「女性のロールモデルがない」との意見があった。

「外国人・海外研究」では、「言葉の壁により、就職先を見つけることが難しい」、「しきたりや文化の違いがある」、「学会ウェブサイトを英語版に改良してほしい」、「どのように友人を作ったら良いか分からない」、「子供が小さい時期の海外出張が難しい」、「海外での子育て情報が少なく、安全性が心配である」、「異国では、自分自身だけでなく、家族にとってもコミュニケーションの問題がある」などがあった。

「その他」からは、「職場でのセクハラ発言に困る」、「女性に縁の下の力持ちを望むことや、女性らしい発想を求めることが問題である」、「いつだったら無理できるのか、無理を乗り越えた人の話を聞きたい」、「国際交流、研究者同士の交流が必要である」、「同調圧力の厳しい社会はつらい」、「飲みニケーションに代わるものを見つけない」、「コミュニケーションを取ることが難しい人への対応が分からない」、「ハンディキャップのある子を持つ親へのサポートがほしい」、「相談しやすい職場にしたい」、「林学研究の継承を懸念する」などの意見があった。

以上のことから、全てのテーマに共通して「仕事(仕事の量、異動、出張、就職)」に関する問題を多くの会員が抱えていることが明らかになった。それらの問題は「仕事」だけに特化するのではなく、それぞれ下記の項目等と複雑に関わっていることが導き出された。

□ワークライフバランス:研究、私生活、家庭・育児、介護、加齢に伴う体力低下、健康とのバランス(図-1)

□若手・ポストドク問題:任期制の立場の不安によるキャリア、人生、育児、ワークライフバランスに伴う問題(図-2)

□外国人・海外研究:言葉の壁や異国での生活・子育てや家族を含めた現地での交流、情報収集の不足(図-3)

□その他:相談場所やサポートの少なさ、職場の風土や社会の男女共同参画意識の低さによる問題(図-4)

また、仕事以外では、国際交流や研究者同士の交流の少なさ、身近な女性研究者の少なさ、相談相手の不在、多様な人材に対応する相談者の欠如が挙げられた。

今回の会員参加型ワークショップは、性別に偏りがなく大勢の会員が来場し、予想以上に会員からは、様々な意見が挙がり、あっという間の1時間余りが過ぎた。テーマ別でのふりかえりや全体の意見交換では、「日頃の悩みを表すことができてよかった」、「他の人も自分と同じような悩みを持っていることを聞くことがで

きて良かった」、「女性研究者の方に  
出会えて、将来の参考になった」、「堅  
苦しくなく意見を言える場所があり、  
これからもこのような形で続けても  
らいたい」との発言もあり、解散時  
の会員達には、晴れ晴れとした表情  
がうかがえた。

ダイバーシティ推進委員会は、限  
られた時間内で会員が気負いなく各  
自の思いを表出できるように、その  
場の雰囲気作りに努めた。その結果、  
本ワークショップにて多様な意見を  
得られたことは大きな成果であった  
と考える。そして、今後、様々な会  
員が円滑に学会活動へ参画できる環  
境を目指す取っ掛かりとして、今回  
のワークショップの開催は重要な道  
標になったのではないかと考える。

しかしながら、今回のワークショッ  
プでは、会員が現在抱えている問題  
を意見として吸い上げることに留ま  
り、問題に対するアドバイスや解決  
への話し合いにまでは至らなかった。  
さらに会員が抱える問題を気軽に相  
談する場所の重要性や、関連する情  
報収集および情報共有の必要性も感  
じられたことから、第131回大会で  
は、これらの意見を会員全体で共有  
し、本学会の進むべきダイバーシ  
ティ推進の方向性について考えてい  
く機会を設ける予定であった。しかし、  
新型コロナウイルス感染症 (COVID-  
19) の感染防止の影響により、大会  
自体が開催中止となったため、この  
記録を通し、今後の学会ダイバーシ  
ティ推進に向けて思いを引き継ぎたい。

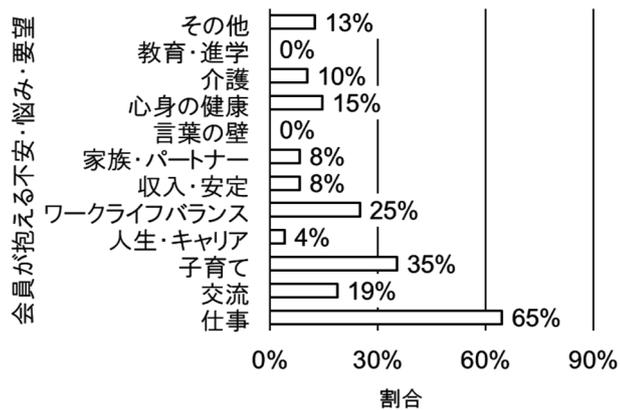


図-1 「ワークライフバランス」に参加した会員の意見

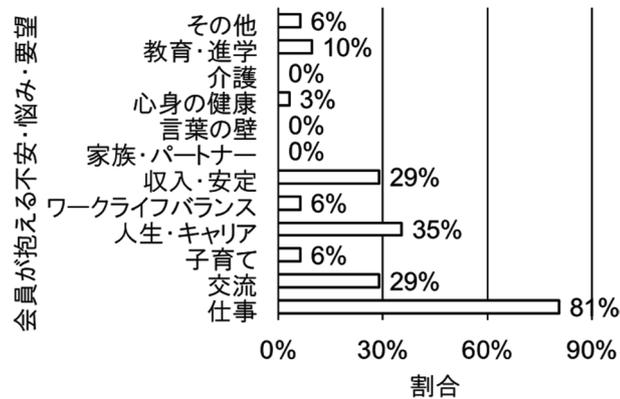


図-2 「若手・ポストドク問題」に参加した会員の意見

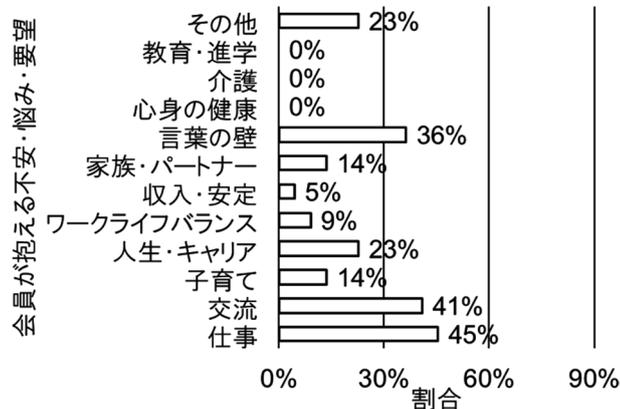


図-3 「外国人・海外研究」に参加した会員の意見

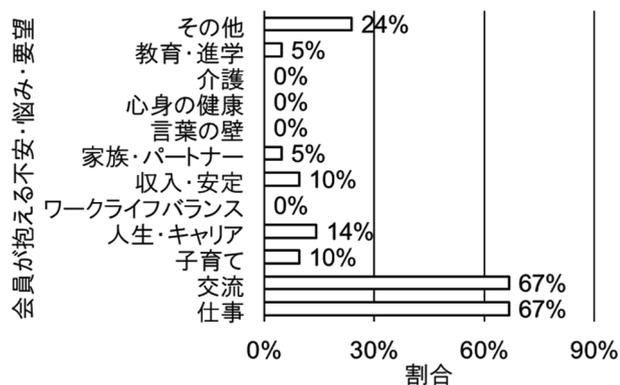


図-4 「その他」に参加した会員の意見



写真-1 副会長挨拶



写真-2 会長講話



写真-3 ワークショップ進行の様子（幹事）



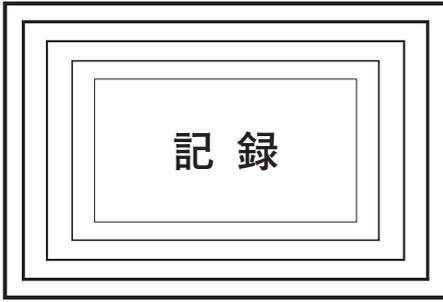
写真-4 各テーマの作業（意見の書き出し）



写真-5 各テーマの作業（意見のグルーピング）



写真-6 全体でのテーマ発表



## 日本森林学会第7回高校生ポスター発表

横井 秀一

(よこい しゅういち、中等教育連携推進委員長/岐阜県立森林文化アカデミー)

### 1. 概要

日本森林学会「高校生ポスター発表」は、今回で7回目を迎えました。ただ、残念ながら今回は、新型コロナウイルス感染症 (COVID-19) の影響で森林学会大会が中止となり、高校生ポスター発表を会場で開催することができませんでした。そのため、例年発行している『高校生ポスター発表 ポスター集』の発行をもって、発表会に代えさせていただき、それを対象に審査を行いました。

高校生ポスター発表では、ポスター集の原稿とするため、また、ポスターを印刷できない高校へのサービスとしてポスターを印刷するため、実行委員会にポスターの原稿を提出してもらっています。各高校では、大会中止の決定までにその準備が進んでいたもので、原稿を提出してもらうことができました。高校が休校になるなか、最後の仕上げが十分にできなかった高校もあるかと思いますが、エントリーされた全てのポスター原稿が揃ったことは、関係者一同うれしい限りです。

第7回高校生ポスター発表には、北海道から熊本県までの34校・1グループから計44件の発表申込みがありました。この44件という数字は、これまででいちばん多かった昨年の31件を大きく上回る、過去最高の発表件数です。参加の申し込みをいただいた高校、生徒を指導され、混乱のなか原稿を提出に対応くださった先生方、そして何より実際の活動を行い、その成果をポスターにまとめられた生徒の皆さんに感謝します。

会場での発表が中止となったことで、それを心待ちにしていた高校生の皆さんは、さぞかし無念だったと思います。また、高校生ポスター発

表の会場には、毎回、多くの森林学会会員に足を運んでいただき、高校生と活発な議論をしたり、助言をしたりしてきました。こうした機会を持ってなかったことは、高校生のみならず学会員も残念に思っていることだと推察します。それに代わるものとして、今回は、ポスターの審査にあたり、審査員に個別のポスターに対する質問や助言などのコメントを寄せてもらい、各校にフィードバックしました。

なお、高校生ポスター発表は、国土緑化推進機構「緑と水の森林ファンド」の助成 (ポスター集の印刷) と大日本山学会からの支援 (受賞記念楯・参加記念品の製作費など) を受けています。開催方法の変更にもかかわらず協力いただきましたことに感謝します。

### 2. 講評

個別のポスターに対する各審査委員からのコメントなどを総括して、今回のポスター全体に対する講評を述べます。

テーマに関しては、高校生が自ら疑問に思ったこと、関心を持ったことに取り組んでおり、とても好感が持てました。片や、大学の教員などに指導を仰いだ高度な研究もみられました。そして一番の特徴は、先輩たちから引き継いだテーマに取り組む高校が多いことで、それぞれ、過去の成果を踏まえながら自分たちの課題に取り組んでいました。このような多様性があることは、高校生ポスター発表の魅力の一つといえるでしょう。

ポスターの多くはカラフルで、さまざまな工夫がされており、見栄えのするものでした。ポスター作成の技術は、どんどん高まっていると感

じました。

一方で、審査委員 (プロの研究者) からは、多くのポスターに共通する、いくつかの辛口コメントも寄せられました。多くの委員が指摘したのは、1) 目的がはっきりしない (ポスターに明示されていない)、2) 目的や立てた仮説と方法・結果の整合がとれていない、3) 既知の研究結果や他の類似した取り組みを把握していない、4) 結論を科学的・論理的に導いていない、5) 継続的な研究や取り組みの中で自分たちのやったことが何かかわりにくい、6) ポスターの情報量が多く (無駄な情報も多い) 字が小さいために伝えるポスターになっていない、ということです。高校生



受賞記念楯 (上) と参加記念品 (下) (名古屋大学大学院生命農学研究所附属フィールド科学教育研究センター稲武フィールド間伐材使用)

といえども、自分たちの取り組みを公の場でたくさんの人にみてもらい、理解してもらうには、やはり押さえるべきツボは外してはならないと思います。これからの参考にしていただければ、心を鬼にしてコメントした審査委員らも報われます。

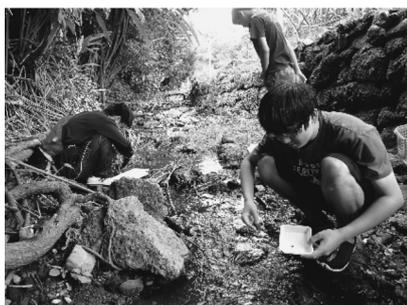
以下は、受賞された生徒らの感想文です。学校に出てこれられないなか、感想を寄せてくださったことに感謝します。受賞、おめでとうございます。

### 3. 受賞校の感想

#### 最優秀賞

外来種と競合する島のカワニナを未来に残すために 一世界自然遺産小笠原諸島・父島の河川に生息する固有種カワニナの保全—

東京都立小笠原高等学校  
森岡未紗ほか



この度は高校生ポスター発表で、最優秀賞に選出していただき、ありがとうございます。先輩達と共に3年越しで続けてきたオガサワラカワニナについての研究は特別な思い出があり、部員一同心から喜んでいます。

今回の研究は小笠原の固有種であるオガサワラカワニナの生息地に外来種であるヌノメカワニナが侵入し、しだいに減少してきているオガサワラカワニナを保護できないかという課題から出発したものでした。小笠原では2017年に記録的な干ばつがあり、多くの川で水が流れない状態が3か月以上続きました。この干ばつが回復した時にどのような状態になっているかという調査から始めました。人数が少ない中で研究を進めるのは大変な時もありましたが、干ばつの程度や昨年、一昨年の結果を踏まえて毎月2種のカワニナの生息数を予想しながらの調査はとても興味深いものでした。

調査によって、亜熱帯の小笠原でも季節的な生息数の周期があることがわかりました。また、冬に姿を消すカワニナが4月から回復するとき、干ばつのあった年となかった年で回復の様子に2種に違いがあり、干ばつがきっかけでヌノメカワニナの侵入が加速されることもわかりました。今回、カワニナの生息数比に興味を持った私たちは、調査した以外の川の調査も進めています。

研究を進めるにつれて、小笠原の気候、地質、生き物の特徴について学ぶことが多くあります。これからも研究に励むことはもちろん、小笠原の自然についてもより深く学んでいけたらと思います。



#### 最優秀賞

校内サギソウ群落の動態調査と送粉者の研究

奈良学園中学校・高等学校  
三輪実起ほか



この度の新型コロナウイルス禍の中にも関わらず、ポスターを審査して頂き、また、最優秀賞を頂きまして、本当にありがとうございました。

本校は校地内に甲子園球場2個分の里山を持ち、私達高校1年生6人のチームは、先輩方から研究を受け継ぎ、校内ラン科植物の研究を行っています。特に、サギソウについては、過去6年間、群落動態調査を行ってきました。この調査で、結果率は平均68.5%と、安定して高いことが判明しましたが、昆虫の送粉行動はほとんど見られず、真の送粉者の正体

は不明でした。そこで、昨年のは雨の日も、風の日も、気温35℃を超える猛暑日も毎日観察し、いつ現れるとも知れない送粉者を待ち続けました。観察と併行して5種類のシュルターを用いた実験を行い、送粉者を特定する足掛かりを探りました。この地道な研究を評価していただき、チームのメンバーはたいへん喜んでいました。

ポスター製作に当たっては、学校が休校中のため、チームのミーティングは全てテレビ会議システムを使い、先生からはメールと電話でご指導をいただきました。4月7日の始業式の日、1か月ぶりに山に入ると、休校前にはまだ顔を出していなかったエンシュウムヨウランの花茎が40mmにまで成長し、シュンランも開花していました。

今、世界中がウイルスの脅威に悩んでいます。足元に目を向けると力強く生きる生き物の姿があります。これからも、植物の、とりわけサギソウの生活史の解明を通して自然から学び、新知見を得て、学会の先生方にご報告をしたいと思っています。



#### 優秀賞

要注意外来生物ハリエンジュの燃料化への取り組み

秋田県立秋田中央高等学校  
朝香俊亮ほか



私たちは要注意外来生物に指定されているハリエンジュを木材のバイオマスとして活用できないかと考え、その際にどのような個体を優先的に伐採して用いればよいのかを把握するために今回の研究に取り組みました。ハリエンジュは、1873年に緑化材として日本に導入されました。河川や丘陵地に生息域を急速に拡大し、生態系に悪影響を及ぼすため、要注意外来生物に指定されました。根系が地表近くの浅いところに発達するため30年程度で腐朽・倒木する可能性があり、各地で伐採の取り組みが行われています。私たちは秋田市高清水地区のハリエンジュ林を対象に研究を行いました。研究はフィールドワークが中心で、天候に左右されたり肉体労働が多かったりと苦勞する場面が数多くありました。とくに夏は蚊が多く、冬は寒く雪で足場が滑るなど、安定してフィールドワークを行える時期が限られていました。このため出来るときに遅くまで残って調査を行いました。

今回、新型コロナウイルスの影響で学会会場での発表を行うことができず、ポスターでの審査となりましたが、優秀賞という形で研究活動を認めていただき、大変光栄です。この研究は私たちの代から始めたものでまだまだ発展の余地があると考えています。後輩にバトンタッチしつつ、私たちもさらに研究を深めていくつもりです。

最後になりますが、私たちの研究を御指導くださった方々に心より感謝申し上げます。



自作ストーカー炉で飼料を燃焼

#### 優秀賞

ソバ殻を培地基材としたキノコ栽培

#### ～アラゲキクラゲの栽培実験～

群馬県立利根実業高等学校  
船橋茉由ほか



私はグリーンライフ科、森林科学コースで微生物利用という科目でキノコについて勉強しています。中国ではキクラゲを綿殻で栽培している事を知り、本校ではソバを栽培していますが、ソバ殻は大量に破棄されていることも知りました。そこでキクラゲをソバ殻で栽培できないかを放課後、キノコ研究班として他3名の部員と2年間研究してみました。

平成30年の実験はソバ殻が培地基材として使えるかを試してみました。標準区のおガクズのみと比較し、おガクズとソバ殻を半分ずつ入れた培地では菌糸成長量が速いことがわかりました。次に各培地毎に1kgの袋培地を12袋ずつ、合計36個の袋培地を作成し、栽培比較実験を行いました。標準のおガクズと比較して、おガクズとソバ殻を半分ずつ入れた培地では、収穫量に遜色のないことがわかったのです。

令和元年は同じく、破棄されている三番粉を栄養材として注目してみました。標準区とその菌糸成長量を比較してみれば1.6倍も三番粉を入れた培地が速く、またおガクズとソバ殻、三番粉を入れた処理区でも1.4倍も速いことがわかったのです。この実験後、袋培地で栽培実験を3月の学会までに間に合わせようと試みましたが、コンタミネーションし、実験では結果が出せませんでした。再度、実験をやり直している最中です。

今後、この実験結果を基に企業との連携を図り、実際に生産してみたいと考えています。

#### 優秀賞

八朔祭の大造り物製作 ～林業の学びを生かした地域貢献の取り組み～

熊本県立矢部高等学校  
櫻井樹ほか



昨年に引き続き、森林学会大会の場で私たち林業科学科・緑科学科の研究活動を発表できることを楽しみにしていましたが、新型コロナウイルス感染症の影響で名古屋大学東山キャンパスでの大会が中止になりとても残念に思っています。この度、中等教育連携推進委員会の先生方のご尽力により私たちの研究活動の成果を評価され、優秀賞の表彰をいただいたことに大変感謝しています。

今回私たちが取り組んだ研究活動は、地元山都町に江戸時代から続く「八朔祭」の大造り物の製作についてです。宝暦7年(1757年)に矢部郷の不作を心配した細川藩が、庄屋に命じて豊年祈願祭を行ったのが始まりといわれるこの祭りでは、いつしか町の人たちが、農民の日頃の苦勞を慰め感謝するために町角に造り物を奉納するようになったそうです。このことが大造り物の起源といわれ今日まで続いてきました。

過疎・高齢化が進むこの町では、大造り物の作り手も高齢化し祭りの継続を危惧されています。そこで本校では平成16年からこの大造り物の製作を始めました。大造り物の材料にはスギや竹、ススキやシュロの皮などの自然物のみを使用します。大きな物では高さ4mにもなるこの大造り物の製作に必要な材料は、集めるだけでもとても苦勞します。近年は普段の生活で里山林を活用することが少なくなったことや温暖化の影響からかススキなどの出穂時期が遅くなっていることがあり、山都町近隣での材料採取は非常に難しくなっています。

私たちは、250年以上続く地域の祭りを継続するために、2019年度製作した大造り物に使用した材料の採

取場所等について調べ、その用途等もあせてまとめました。今回の研究を含めて大造り物の材料を集めるために町内外で植物を見て回っていると、祭りが終わった後でも自然の変化に目が向くようになっていきます。自然豊かな山都町の活性化と地域の伝統行事の継続のために、地域の担い手として今後も製作を続けるとともに材料の採取場所や時期などの範囲を広げて調査を継続していきたいと思えます。



### 特別賞

「椿」を守るための台湾リスの防除に関する研究

東京都立大島高等学校  
黒米七海ほか



今回、新型コロナウイルス感染症対策により日本森林学会大会が中止になってしまったことは非常に残念でしたが、このような状況において特別賞を受賞できたことはとても嬉しい限りです。

この研究は、1学年上の先輩がはじめたものを私たちが引き継いだものです。台湾リスの防除等というと、かわいそうという声があるのも事実ですが、地域の環境、資源を守るために誰かがやらなくてはならないこと、と信念をもって取り組んでいる先輩の姿に心を打たれ参加しました。今では地域や専門事業者の方と連携した取り組みになってきています。

私たちの住む伊豆大島では、ポス

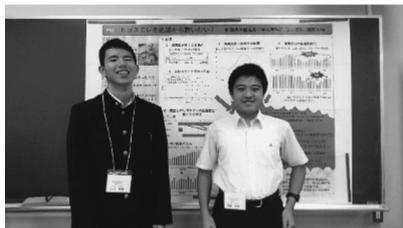
ター発表をさせていただいた台湾リス以外にも、シカの仲間であるキョンや、台湾ザルといった特定外来生物も問題になっています。人間が持ち込んでしまったこれらの生きもの問題は、私たち人間が責任をもって解決しなければならないはずです。私は4月から3年生になったので、課題研究では台湾リスだけでなく、キョンや台湾ザルも含めて、外来生物問題に総合的に取り組んでいこうと考えています。

今回、大会会場で発表を見ることはできませんでしたが、同じように害獣被害に取り組んでいる高校生がいることを知り、とても心強く思いました。地域の未来を守るために、私たち高校生だからできることを今後も頑張っていきます。

### 特別賞

ヒゴスミレを絶滅から救いたい

新潟県立新津高等学校  
江口恵輔ほか



私たちは、新潟県の絶滅危惧Ⅱ類に指定されているヒゴスミレについての研究ポスターを提出しました。ヒゴスミレは、多年生植物で太平洋側に多く日本海側に少ないという分布をしており、新潟県には秋葉丘陵にしか生息していない種です。

この研究はヒゴスミレの保護を目的としたもので、先輩の代から続いている研究です。日頃の調査では、秋葉丘陵内のヒゴスミレの生息地で個体数や大きさの計測、開放花・閉鎖花・果実の有無などの記録をとっています。昨年は里山の管理の重要性に触れ、ヒゴスミレの保護のために草刈りが必要なのではないかと、という旨の発表を本学会でさせていただきました。そのため、今年はそのから発展させ、具体的な草刈りの方法についての考察を行い、ポスターを製作しました。

昨年は草刈後、果実を形成する個

体も確認しました。そして、今まで蓄積してきた生活史についての記録から、個体数の維持のために必要な果実数と、その果実数を確保するための草刈りの時期と高さを考察し、4月中旬と7月中旬の年2回、10cmよりも上部で草刈りを行うのが好ましいのではないかと考えました。

調査する個体を増やしたので、調査時間と手間も増え、大変でしたが、今回評価していただけてうれしく思います。今後は山を管理する五泉市や地元にご協力いただき、草刈りの高さを変えるなど条件をいくつか設定して観察を行い、この考察が正しいのか、もっと良い条件があるのかを検証していきたいと思えます。



### 特別賞

Tea Bag Index を用いた学校林の土壌分解速度に関する研究

京都府立菟道高等学校  
池田歩果ほか



このたびは日本森林学会大会第7回高校生ポスター発表において、「特別賞」という素晴らしい賞をいただきまして、ありがとうございます。

本校では毎年、「森林総合研究所関西支所（京都市）との連携講座」と題して、敷地内にある学校林を利用して里山林調査の探求活動を行っています。この学校林は今から35年前、本校創立時の生徒による植樹からス



# 北海道胆振東部地震による北方林の大規模崩壊に直面して —高精度測量用小型ドローンを活用した森林再生への取り組み—

速水 将人 (はやみず まさと、北海道立総合研究機構林業試験場)

北から



2018年9月6日未明、北海道胆振東部地方で、マグニチュード6.7、最大震度7の地震が発生しました。森林被害は全体で約4,300ha（一般民有林2,419ha・道有林1,833ha・国有林48ha）と推計され、地震由来の被害としては明治以降最大面積となりました。この震災で、43名の尊い命が失われてしまいました。

発災時、私は札幌市の自宅で震度5弱の揺れを経験しました。同時に、国内初となる全域停電（ブラックアウト）が発生し、そのさなか、避難しました。翌日報道された被災地周辺の森林の様子を初めて見た時の衝撃は、今でも忘れられません。震源地に近く、大規模崩壊が同時多発的に発生した厚真町の森林は、植生が剥がされた地面が露出し、尾根が緑色の肋骨のように残った異質な姿に変わっていました（写真-1）。

北海道立総合研究機構・林業試験場では、北海道からの委託を受け、被害面積の大きい一般民有林と道有林を中心に、森林再生・林業復興を進める実証研究に取り組むことになりました。国内では、地震による崩壊跡地で森林・林業の再生を試みた例はほとんどなく、崩壊跡地での植栽や自然回復を行うための技術が望まれていました。当時の私は、森林流域や防風林の研究課題を担当しており、防災分野や植生回復の研究に関わった経験はありませんでした。しかし、学生時代の調査で訪れた東日本大震災の被災地で、被災された方々に大変お世話になった経験から、いつか研究者として災害復興に携わりたいという思いがありました。今回、森林再生に関する研究課題の立ち上げを決心する際には、その思いが強く働きました。

大規模な崩壊跡地に森林を再生させるためには、まず植物が育つ基礎となる土壌が今どのような状態なのかを早急に把握することが重要だと考え、新たな研究課題を立ち上げました。調査候補地は、アクセスが比較的容易で、傾斜が緩く、危険の少ない場所を予め空中写真から選定しました。しかし、実際に現地踏査をすると、調査候補地の多くが想像以上に踏査困難な状況でした。また、踏査が可能な崩壊跡地から谷方向を見下ろすと、崩壊の凄まじい力が明確に理解でき、計り知れない恐怖を感じました。調査を進めていくと、斜面上の土壌の多くは不安定で、再移動しやすい条件が揃っている危険箇所も見つかりました。このように

災害現場の調査は、様々な要因で強い制約が伴い、直接観察による調査だけでは植物の生育基盤の安定性の迅速な評価が難しいと感じました。

そのような時に職場の同僚の中田康隆氏から、2018年10月15日に「RTK搭載型小型ドローン（以下、RTK-UAV）」が新発売されたという情報を教えてもらいました。RTK-UAVでは、空中写真にリアルタイム補正された高精度な位置情報が付与されるので、調査範囲を空撮するだけで高精度測量ができます。もしこのRTK-UAVで同じ崩壊跡地を何度も撮影できれば、斜面のどの部分に変化したのかを安全に評価できるはずです。私は、中田氏と協力して、すぐにRTK-UAVを導入することを決めました。試行錯誤の末、2018年12月13日に現地で初めて試験飛行ができました。

現地でRTK-UAVの実証試験を繰り返した結果、42,500m<sup>2</sup>（約4ha）の範囲の1ヶ月間の地形変化が、水平・垂直方向で10cm未満の誤差で一挙に把握できることがわかりました。また、崩壊跡地の辺縁部の土砂が移動しやすいこともわかりました。この結果は、アクセスに危険が伴う森林域の災害現場で、迅速かつ安全に、植物の生育基盤として重要な数十センチスケールの土壌の変化が捉えられることを実証したものです（中田ら 印刷中：景観生態学）。

RTK-UAVの測量精度が実証された今、より広範囲を対象に崩壊跡地の安定性評価を試みています。斜面の安定性は、植栽可能な斜面を選定する際や、森林の自然回復の可能性を推定する際に重要な情報となります。この新技術とともに、これからも森林・林業の復興を加速させたいと思います。



写真-1 地震による森林の大規模崩壊（2018/9/14）

## 現場の視点からみた森林の変化

松浦 崇遠 (まつうら たかとう、富山県農林水産総合技術センター森林研究所)



富山県の試験研究機関に配属されて、長いもので20数年を数える程になりました。研究の対象となる森林は、配属当時も今も山々を彩り、遠くから眺める限りにおいては、春の芽吹きや開葉から、秋の紅葉や落葉まで、季節ごとの移ろいを感じることができます。しかしながら、これまで携わってきた森林保護に関する研究を振り返ってみると、一見して変わらぬその姿にも、短期的には景観を大きく違える出来事や、長期的には進行する気候変動にさらされてきたことがわかります。

県内において、ブナ科樹木萎凋病による枯損被害が初めて確認されたのは、2002年のことでした。石川県境に端を発した被害は東進して、2005年には新潟県境へと達しました。ナラ類の紅葉は秋も深まった頃に見られるのが普通ですが、夏にもかかわらず赤く変色した山腹は、遠目にも異常な光景に映りました。萎凋病の集団的な被害が発生した林分では、2年後には枯死木の樹冠も目立たなくなり、緑に覆われた景観へと回復していました。富山県の被害は2009年にピークを迎えた後激減し、2012年に降沈静化した状態が続いています。現在ではもちろん、被害が発生した林分に目を凝らしても、当時の状況は容易にうかがい知れません。しかしながら、林内に足を踏み入れれば、枝葉が脱落して太い幹のみとなった枯死木が散見されます。調査では枯れてから6～10年が経過しても、半分を超える本数が立木の状態で残っていることがわかりました。また、病原菌の媒介者であるカシノナガキクムシの穿入を受けたときのコナラとミズナラの枯死率は、それぞれ29%と83%であり、ミズナラが優占する林分では、被害による変化が激しかったことがわかりました。別の研究では、ミズナラの資源量が大きく減少して、現在でも被害前の状態まで回復するには至っていないことが明らかにされています。他県では被害が再び発生した事例も報告されており、残存する林分では被害の徴候をつかむため、観察を継続しているところです。

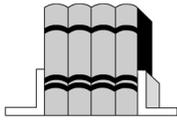
マイマイガの大発生と被害の終息は、さらに劇的なものでした。富山県では2013年に、多数の卵塊が建物の壁面に産み付けられるなど、大発生の予兆が市街地から報告されました。雌の成虫は動きが鈍重で、移

動能力もさほど高くないように想像されますが、とある園地では、広大な園内のあちこちで産卵の痕跡が見つかり、並木に産み付けられた卵塊は、地上から10m以上の高さに達していました。2014年には大量の幼虫が孵化し、6月には失葉した木々が一帯を占めるようになりました。山間地では林縁の樹冠を食べ尽くした幼虫が、隣接する水田へと行進して、イネが食害された事例も見受けられました。ところが、直後に流行病が蔓延して幼虫の大半は死滅、丸裸にされた樹木は再び開葉して景観も回復し、各地を騒がせた被害は翌年には終息しました。

また、富山県では2000年代に入ってから、ニホンジカが目撃や捕獲が相次ぐようになり、その個体数は年を追って増加する傾向にあります。シカによる甚大な被害が発生している他県に比べれば、現在のところ採食による影響は軽微な範囲にとどまっているものの、植生の衰退や更新の阻害が深刻化することが危惧されています。実際、2017年には造林地において、植栽されたスギの樹皮が剥ぎ取られる集団的な被害が初めて確認されました。被害の発生はその後も続いており、被害木の1～2割が枯れた他、剥皮されて生き残ったものにも成長量の低下が認められました。

海岸林に目を向ければ、マツ材線虫病による枯損被害が依然として発生しています。被害を抑制するには、病原体の媒介者であるマツノマダラカミキリの活動に合わせて、防除を実施することが重要です。カミキリ成虫の脱出時期に関しては、積算温量に基づく予察が行われてきました。周辺の気象データから、成虫の脱出に必要な温量へ到達する日付は、30年間におよそ4～7日早まっていると推測されました。温暖化がますます進行すれば、防除の実施をさらに早める必要があるでしょう。

これらの「見えにくい」「見えなくなった」森林の変化には、生態系が備える調整機能の範疇から、近い将来の顕在化が懸念される被害まで、様々な要因を内包しています。長寿命の樹木といえども、森林がそこにあるのは決して当たり前ではなく、貴重な環境や資源を後世に引き継がなければなりません。このようなことを意識しながら、研究を通じてその変化を注意深く観察し、有用な情報を発信していきたいと思えます。



## ブックス

### ダムと緑のダム 狂暴化する水災害に挑む 流域マネジメント

虫明功臣・太田猛彦 監修、日経BP、2019年12月9日、239ページ、価格2,000円（税別）、ISBN 978-4-296-10447-5

2018年と2019年には、西日本と東日本で温暖化による豪雨規模の拡大がかかわったとみられる河川氾濫が広域で発生し、水害という自然災害は決して皆無にできるものではないのだ、ということを経験した多くの国民に知らしめた。本書は、人工ダムにも緑のダムにも限界があって、効果を過信すべきではない真実をきちんと説明しており、森林政策やダム管理の両方に関して知っておくべき多くの情報を提供している。それゆえ、直面する水害をどう考えたらいいのかについて真剣に議論する上で必須の書物である。

本書のこれまでにない特徴は、ダム建設には下流における河川の氾濫頻度を少なくする効果があることに加え、極端に規模の大きな雨に対しては、放流量を流入量と同じにする緊急放流（ただし書き操作）という限界が存在することがきちんと説明されている点にある。このように、効果とその限界を正確に理解することは、人工ダムによって減災効果を受ける下流域と貯水池にされることで生活を奪われる源流域との間に生じる利害関係を果たして調整できるのか？という悩ましくきわめてきつい議論をしなければならない現実にとっての科学的な前提でなければならない。ダム新設にあたって利害関係者間で論争することは当然であるが、これまでの論争が「両側が見えないように覆いをされた馬車馬」に類する非難の応酬に陥りがちであったことを考えると、土木工学と森林学の専門家が冷静で落ち着いた科学

的議論を行うことはきわめて重要である。本書はその目的を果たすものとして、研究者、技術者、行政・法律関係者等を含む多くの方々にぜひ読んでいただきたい。

河川法は、当然のことながら、河道に対象を限定しており、堤防増強や河道掘削などの河道内の整備を行うわけだが、水害は河道以外の流域条件の影響も受ける。しかし、河川法の制約によって流域の土地利用計画を対象とした対策はできない。ただ、ダムを設置することで流域の一部を貯水池として河川に組み込むことができ、河川法に基づく対策可能範囲が広がる長所が生じる。そのため、土木工学関係者は、洪水防御計画においてダム新設を重視する傾向があり、結果的に貯水池となる地域の住民との軋轢を生みやすい。他方、森林学関係者は、林業等の森林利用が洪水緩和機能に対してどのような影響を及ぼすのか、専門家個人によって考え方が一致しておらず、科学としての未熟さが否定できない。

こうしたことから、評者は、両分野ともに喫緊に検討し直すべき問題点を抱えているとみている。それゆえ、本書の登場をきっかけに、両分野内部及び分野間で学際的な議論が交わされることを期待したい。水害の減災を目的とする河川政策と水源山地の森林整備や林業にかかわる森林政策とに深い関係があることは誰でも理解できることなのに、これまで議論が乏しかったのである。

ところで、本書第2章では緑のダムの機能を「乾燥した森林土壌の雨水吸収によって、降雨の総量よりも洪水流量の総量を少なくする」点に限定していて、評者はこれには同意できない。大雨で湿潤になった森林土壌であっても、「土壌層への貯留によって、斜面から出てゆく流量の時間変化を斜面に降る雨量の時間変化よりもならし、最大流量を低くする」機能は発揮される。そのため、乾燥した土壌としての機能が限界に達したからと言って、緑のダム機能

がなくなるわけではない。この湿潤土壌の機能は、大雨の際の人工ダムの機能、すなわち「貯水池への貯留によって、放流量の時間変化を流入量の時間変化よりもならし、最大流量を低くする」機能と何ら変わらないのである。また、豪雨による斜面崩壊が「緑のダムの決壊」を意味すると書かれているのはそのとおりなのだが、地質等によって異なるとはいえ、ひとつの斜面の崩壊は千年の時間スケールで一回起こる程度である。毎年起こるように見えますれば、日本全体で山地斜面が何十万も存在するからである。こうした長期の時間スケールにおける効果を考えると、人工ダムは建設されてからまだ百年も経過しておらず、その効果を千年スケールで保持させるには堆積土砂の除去や修繕が必要になる。人工ダムの機能を長期持続させるのに必要な諸対策にふれずに、緑のダムの決壊だけを強調するのは適切ではないだろう。

以上のように本書の関する記述には疑問もあるがそれは議論提起にあたって当然のことであって、森林管理と河川整備の政策を水害減災の観点から同じ土俵に乗せ、官庁の縦割りを超えた科学的議論を作ってゆく重要な課題を本書は提示している。その課題を解決することは、悲惨な水害の被害を受ける可能性のある多くの国民に対する、研究者の責務だろう。ぜひ、その議論にみなさまも参加していただきたく、本書のご一読をお薦めする。

谷 誠（人間環境大学）

### はじめて学ぶ生物文化多様性

敷田麻美・湯本貴和・森重昌之 編、講談社、2020年2月6日、213ページ、価格2,800円（税別）、ISBN 978-4-06-518722-7

生物多様性という言葉に対する認知度や理解が広まりつつある一方で、

「生物文化多様性」という言葉を知っている人はどれくらいいるだろうか。生物文化多様性という言葉自体は1980年代後半に提唱されたものだが、研究対象として注目されるようになったのは近年のことである。本書は、著者らがその先駆けともいえる研究プロジェクトに2012年から取り組んできた成果をふまえて執筆した書籍である。私たちの社会の基盤となっている生態系と文化の相互作用のかたちを、様々な事例研究を通じて具体的に紹介することで、生物文化多様性という観点から持続可能な社会の在り方を考えていくことの重要性が示されている。

「はじめて学ぶ」という言葉の通り、本書は「生物文化多様性」という言葉を初めて聞いた人が、具体例を通じてその意味をわかりやすく学ぶことができるよう構成されている。その工夫の1つが漫画である。シンガポールからの留学生と日本の大学生が、ゼミのフィールドワークを通じて、様々な地域の生物文化多様性のかたちを学び、理解していく様子が、各章冒頭の漫画で表現されている。

本書の特徴は、農村生態系（里山、農地、半自然草地）、都市生態系（都市緑地、都市内自然）、土地利用計画、景観、自然保護制度等々、これまで生物多様性や生態系サービスの観点から評価されてきた対象を、生物文化多様性という観点から改めて捉えなおしている点にある。都市と農村の関係性の全体像とその変容過程を整理したうえで、各章において、事例対象地域での具体的な取り組みを生物文化多様性の枠組みで捉えていくことの意義や可能性が議論されている。生物文化多様性をキーワードとする海外の研究事例では、民族植物学などの分野から農村をフィールドとした研究が多くみられるが、本書では、農村以上に都市の事例が充実している。また、本書の後半では、今後の生物文化多様性を活用した新たな取り組み事例として、観光・交

流における事例が取り上げられている。観光のみならず教育の現場においても、今後ますます生物文化多様性の観点を取り入れた実践的プログラムが増えていくと考えられる。こうした教育現場での取り組みについても、事例研究が蓄積され、情報発信されていくことを期待したい。

最後に、これまで環境学の分野において「生物文化多様性」をタイトルとして掲げた日本語の書籍はほとんどなく、本書はまさに最初の教科書だといえるだろう。本書を手にとった人には、ぜひ自分にとって身近な地域の生物文化多様性を具体的に思い描いてみてほしい。そこから持続可能な社会につながるヒントを見出すことができるかもしれない。

小柳知代（東京学芸大学）

### 森林・林業のコロンブスの卵 —造園学研究室のティータイム—

上原巖、理工図書株式会社、2020年  
3月16日、B5サイズ163ページ、価格3,200円（税別）、ISBN 978-4-8446-0893-6

「100年の森」に林業技術を、「千年の森」に森林文化への憧れを感じる。一世代30年は親・子・孫と3代続いて約100年となり、100周年を迎える明治神宮の造林に等しく、「100年の森」は先人の軌跡と実物の森をたどることで自分達の手に負える気がする。がしかし「千年の森」は夢物語の森となる。本書は、この手に届きそうな「100年の森」と、これとかけ離れた「千年の森」の空白を埋める不思議な書である。

「第4章 大学における森林教育」50年ほど前の1947年に東京農業大学に「林学科」が設置され、その後1990年代に他大学同様に「森林科学」への改称を経てきた歴史が背景にどっしりとあり、読んでいて造林木を資源とする林業技術の基本が垣間見られる安心感がある。現役農大森林科学1、2年生には1学年180

名を60名ずつに分け3回の日程で演習林実習が実施される。その演習林実習が写真を交えて詳細に紹介され、加えて受講生アンケート分析からは農大創立から130年続く教育理念「実物、実地、実体験」が見える。そして3、4年生は研究室配属となるが、著者率いる造林学研究室での15週のゼミ実習も写真とともにプログラムが記載され、学生が卒業に向けて成長する様子が分かる。著者が30年以上前に留学したミシガン州立大学林学科で、今度は教員として講義と実習を担当したことも記されている。本章の3年生歓迎会の様子からは、サブタイトル「造林学研究室のティータイム」そのものだ。森を対象とした林学科教育が詳しく記され、その中で学生が育つ様子、さらには国外へと広がり繋がっていくことが、具体的な事例で示されている。続く5章は国内の放置林を活用して進められている市民による複数の森林活動事例を用いて、かつての用材供給林が市民活動の森へと転換することを「希望の萌芽」と捉えた章である。最終6章には本書タイトル「コロンブスの卵」について著者の解説があるが、私には「林業にすでにあること、そこに自由な発想を伴えば新たな価値が生まれる。林業は普遍で価値転換の種もそこにある。それを実現するのは若い世代なのだ」と読めた。

本書の秀逸さは章立にある。「第1章 挿し木の新たな可能性 - コロンブスの卵のような研究 -」研究し尽くされた挿し木は、誰もが体験的に学べる森林・林業の基本であり、新たな森林価値創造、人材育成のための技術である。「実体験」の継承がコロンブスの卵を可能にする。「第2章 樹木の香り」森の香りも誰もが実施できる体験型実験であり、新たな森林の価値創造を導く。そして「第3章 各地の森林でのフィールド研究」造林学研究室に全国各地から持ち込まれる各種課題への挑戦。全国の森林がフィールドなのである。

林業という語を知らなくとも、漠然と森が気になる中高生をはじめ多くの一般の人にも手に取って欲しい書である。なぜなら森林は生産資源、レクリエーション、アメニティ、療法、教育の場に加え、文学や絵画などを含む芸術の場でもある。そして森林科学の教育研究者や学部生大学院生には、地が足につくことを実感できる書である。

斎藤馨（東京大学大学院新領域創成科学研究科）

## 人と生態系のダイナミクス 2. 森林の歴史と未来

鈴木牧・齋藤暖生・西廣淳・宮下直  
著、朝倉書店、2019年12月1日、  
178ページ、価格3,000円（税別）、  
ISBN 978-4-254-18542-3

「人と生態系のダイナミクスシリーズ」の2巻として「森林の歴史と未来」が刊行された。近年の林業を取り巻く状況は極めて厳しく、問題を解決するための指針についてはすでにいくつかの書籍で提示されている。また、森林・林業白書などから、森林・林業をとりまく情勢を知ることができる。しかし、これらの書籍を読んで全体像を理解することはそれなりの労力を要するし、情報が偏るおそれもある。森林に関わる人はどの人も自分の専門については詳しいが、ちょっと離れた分野のことについて、その分野の常識を把握することは難しい。

このような状況の中刊行された本書には、森林の未来をよい方向に導くためのヒントが詰め込まれている。本書は4つの章からなっている。第1章は「日本の森林の成り立ちと人間活動」である。この章では、先史時代から現代までの時間軸での森林の歴史をわずか数十頁で知ることができる。近年の研究成果についての知見もあり、大学生だけでなく森林に関わる全ての人にとって有益な情報である。第2章は「循環のダイナ

ミクス—地域生態系としての森と人—」である。森林を人々はどのように利用してきたか、また、どのように管理してきたかについての解説がある。フィールドの視点から森林と人々の多様なかわり方を理解することができる。第3章は「現代の森をめぐる諸問題」である。現在の日本の森林には多くの問題が存在するが、人工林管理の問題、二次林のアンダーユース、野生動物の被害という3つの視点で解説されている。問題点に対して、科学的な知見に基づいた解説がなされており、生態学を専門とする執筆者ならではのよう。第4章は「人と森の生態系の未来」である。ここでは森林を良い方向へ導くためのフレームが示されている。最初に木材利用の促進についての解説がある。木材を利用することで森林・木材産業を活性化することが、森林の未来にとって不可欠であることを意味するのではないだろうか。この視点は、筆者にとっては新鮮なものであった。木材利用と森林管理については、それぞれの分野にまとまりがあるというか、間に溝があるというのが現状ではないだろうか。両者の溝を埋めるアイデアがたくさん出てくれば、問題を解決できるかもしれない。さらにグリーンインフラ、ステークホルダーについての解説を読めば、様々な取り組みが始まっていることを知ることができる。

本書は、専門の異なる4人の執筆者によって記されたものである。それぞれの得意分野を生かして多様な視点が含まれていると感じる。それでいて、全体を通じて簡潔に要点が示されており、執筆者間での十分な打ち合わせ、調整がなされたことがうかがわれる。このように分野を超えて協力することが森林の未来を良い方向へ導く第一歩といえるのではないだろうか。本書を森林・林業に関わる多くの人にお勧めしたい。

稲垣善之（森林総合研究所四国支所）

## 森林病理学 —森林保全から公園管理まで—

黒田慶子・太田祐子・佐橋憲生 編  
集、朝倉書店、2020年4月5日、205  
ページ、4,500円（税別）、ISBN 978-  
4-254-47056-7

学校で「木」の字を習った娘が「なんで、こんなにたくさん木を書かないといけないの?」と、ぶつぶつ文句を言ってきた。それもそのはず、木、林、森、の3字を一度に習ったのだ。ノートは木だらけ。それでも、木の数を増やして、単木と集団の違いを読み手に知らせなければならない理由がある。一本の樹が病気にかかったなら、その樹に農薬を撒いたり、被害部位を切除したりして治療することもできるだろう。しかし、それが森林に広がったならどうだろうか。同じ病気だから、感染や発病の仕組みはどの樹木でも共通しているはずだ。だが、現場の対応は木の数で変えていかなければならない。

樹の病気について、ここ数十年で病原の特定や発病の仕組みに関する研究は飛躍的に進歩した。遺伝子解析や分光解析技術の発展により、原因菌や異常を起こす原因物質が特定され、発病メカニズムの解明が進んだ。加えて、リモートセンシングやGIS技術は、被害状況の広域把握を可能にし、被害予測の精度も向上した。それにもかかわらず、現場で樹病対策に奔走する樹木医や技術者の苦悩はむしろ深まったのではないだろうか。樹病学や樹木医学の教科書には、発病の仕組みが詳しく解説され、農薬の種類や撒き方も書いてある。つまり、病気を防ぐ方法は一見してあるように見える。しかしその方法は、どんな種類の、どの規模の森林に効果があるのだろうか? 必要な期間は? 費用は? そもそも、森林に対しその病害を防除する意味があるだろうか?

読者の皆様は、マツノザイセンチュウ病をご存知のことと思う。広

域での防除には薬剤の空中散布が有効であり、現在も各地で議論が続いている。その中には、被害が軽減したので散布を中止したら、これまで予算を投じてきた松林が全滅した、という例もある。本書は言う。「樹木病害の防除の要点は、各防除技術の費用と効果、次年度以降の防除継続の見通し、環境への影響などを把握・勘案したうえで、微害レベルに下げたまま維持できるのかを判断すること、さらに、効果を上げるための長期の戦略・戦術を立てることである」と。防除が難しい場合、人工林であれば樹種転換や伐期の変更など、森林に適用できる技術もある。本書の素晴らしさはこの点にあ

り、病理についての解説にとどまらず、森林における病害防除の効果・方法・技術すべての情報を網羅し、長期的な戦略を練るために必要な解説がなされているのである。

本書はまず、病原の詳細な分類に始まり、樹木に本来備わっている防御機構の解説がある。この点は他の樹木医学の教科書と共通するが、特筆すべきは、専門用語の解説が明快であり、フルカラーの図と写真でわかりやすく解説されている点である。中盤では、よく発生が見られ、かつ被害が拡大しやすい樹病について個別に解説があり、実際に効果のあった対策や、対策を講じる際の注意点もある。最後に、世界中の植物病害

の蔓延の歴史を紐解き、予測・予防・防除をどのようにおこなうべきかが解説されている。各論から防除に至るまでの情報が系統立てて掲載されており、これから樹病を学び始める方から、日々現場で活躍されている技術者の方、樹木医や樹木医を目指す方にも必携の一冊だ。

グローバル化が進み、樹木病害の輸出入も増加している。病気の蔓延は、人間社会だけでなく、植物社会にも大きな影響を与えて続けている。森林に関わるすべての方に、本書を通じ、病虫害蔓延の実態と森林の健康管理について、一緒に考えていただけたらと願っている。

小田あゆみ (信州大学)

特集

林業機械の作業が森林に与える影響をさぐる(仮)

森林科学 90 は 2020 年 10 月発行予定です。ご期待ください。

本会は、複写権の行使について、下記の一般社団法人学術著作権協会に委託しています。本誌に掲載された論文の複写をご希望の方は、公益社団法人日本複写権センター（一般社団法人学術著作権協会が社内利用目的複写に関する権利を再委託している団体）と包括的許諾契約を締結されている企業等法人の社員による社内利用目的の場合を除き、日本森林学会が複写に関する権利を委託している下記の団体から許諾を受けて下さい（社外頒布用の複写は許諾が必要です）。電子的複製についても同様です。

一般社団法人学術著作権協会  
107-0052 東京都港区赤坂 9-6-41 乃木坂ビル 3F  
info@jaacc.jp https://www.jaacc.jp/

お知らせ

- ・「森林科学」では読者の皆様からの「森林科学誌に関する」ご意見やご質問をお受けし、双方向情報交換を実践したいと考えております。編集主事まで e-mail でお寄せ下さい。
- ・日本森林学会サイト内の森林科学のページでは、29号以降からの目次および56号以降のオンラインPDFがご覧いただけます。また、紙媒体のバックナンバー（完売の号あり）の購入申し込みもできます。
- ・刊行から一年間は、森林学会会員の方は別途お送りするパスワードでオンライン版をご利用になれます。その後はどなたでも閲覧できます。パスワードに関するお問い合わせは編集主事へどうぞ。

森林科学編集委員会

- 委員長 松本 麻子 (森林総研)  
委員 長倉 淳子\* (土壌/森林総研)  
坂下 渉\* (土壌/森林総研)  
岡 輝樹 (動物/森林総研)  
飯田 真一 (防災/森林総研)  
江口 則和 (保護/人間環境大学)  
佐藤 顕信 (経営/日本森林技術協会)  
今村 直広 (土壌/森林総研)  
田中 亘 (林政/森林総研)  
花岡 創 (育種/森林総研)  
田中 恵 (土壌・造林/東京農大)  
板谷 明美 (利用/三重大)  
田中 憲蔵 (造林/森林総研)  
大橋 伸太 (木材/森林総研)  
當山 啓介 (林業遺産/東京大)  
宮本 敏澄 (北海道地区/北海道大)  
吉村 謙一 (東北地区/山形大)  
逢沢 峰昭 (関東地区/宇都宮大)  
大洞 智宏 (中部地区/岐阜県森林研)  
長谷川尚史 (関西地区/京都大)  
榎木 勉 (九州地区/九州大)  
(\*は主事兼務)

編集後記

5月も過ぎ去ろうとしているのに、2020年度がスタートした気がしない。いろいろ考えてみたが、今春はどんな場面にも満開の桜が背景になかったためだろうという結論に達した。越冬芽が膨らみ始めるのと前後して新型コロナウイルスの越境禍が膨らみ、千鳥ヶ淵や目黒川、石神井川の桜並木をはじめ各地が満開を迎えるころには、(流行語大賞にノミネートされそうな)「密です」という言葉とともに不要不急の外出が自粛となった。木花咲弥姫命(このはなさくやひめのみこと)以来か、日本人と桜の縁は古く、その花は現代でも新入学や新学年の始まり、社会人としての第一歩、新しい年度を迎える私達の門出を彩ってくれる名脇役である。

コロナ禍が終息すればまた満開の桜を見ることがができる、そしてこれまで通り毎年春には千本桜や夜桜を楽しみ、桜吹雪や花筏に感動できる・・・とは断言できないかもしれないという話が、今号の特集「バラ科樹木の脅威クビアカツヤカミキリ」に集められている。体長3センチほど、特徴的な赤い襟巻をして、なかなかおしゃれなこのカミキリムシが環境省によって特定外来生物に指定されたのは2年ほど前のことである。ただ、「クビアカ」も日本人と桜の関係を知ってその伸を裂こうと飛来したわけではない。

大航海時代以降、人間活動や物流のグローバル化が進み、外来種に分類される多くの植物、動物がそれに随伴して偶発的に、非意図的に自国外へ旅行している。多くの場合、新天地はそうした侵入者に対して冷やかで野生化できないのだが、(本特集コーディネーターの加賀谷氏の言葉を借りれば)日本は結果的に「クビアカ」を「出迎え」してしまった。いったん定着が始まると分布拡大を阻止することは容易ではない。バラ科 *Prunus* 属を寄主とするため、桜だけでなくモモ、ウメ、スモモ等の果樹にも甚大な被害を与えてしまうことが懸念されているという。

目指すのは本種の根絶であって、決して管理であってはならない。そのためには、科学者、行政、マスコミ、市民が総力を結集し、科学的知見に基づいて水際作戦を展開させ、また捕殺方法や防御手法を確立させるとともに、どこに分布しているのか、どこで被害が発生しているのかを常にモニタリングし、効率的、効果的に排除していく必要がある。他の外来種問題と同様、決して「クビアカ」が善か悪かではない。人間活動が生物界に与えたインパクトは人間が責任を持って清算すべきだろう。本特集が防除対策の今後の進展に寄与することができれば幸いである。執筆者に心から感謝申し上げる。

(編集委員 岡 輝樹)

# 新型コロナ対策

× 学会・研究会

## 有事における対応事例やサービス紹介

新型コロナウイルスの対応に全力を尽くされておられます  
医学・医療・学協会の皆様に、心より感謝申し上げます。

SOUBUN.COM では  
「学会・研究会様の新型コロナ対策事例や関連サービス」を  
ホームページ上で公開しております。

下記のサイトが少しでも皆様のお役に立てれば幸いです。  
新型コロナウイルスの一刻も早い終息をお祈りしております。



### オンライン学術大会の開催事例

弊社お取引学会様の事例や他学会様の事例などをご紹介します



### 事務局本部の施設封鎖に伴う、弊社ご支援事例

- ✓クラウド型の会員システム提供・利用
- ✓学会本部の施設封鎖に伴う、  
問合せ窓口・発送業務関連の代行
- ✓弊社の事務局社員のテレワーク対応



### WEB ページの改修

オンライン大会対応、お知らせなどの簡易投稿機能の追加、等



# 「林業遺産」 選定事業について

日本各地の林業は、地域の森林をめぐる人間の営みの中で編み出され、明治期以降は海外の思想・技術も取り入れつつ、大戦期の混乱を経て今日に至るまで、多様な発展を遂げてきました。

日本森林学会では、学会100周年を契機として、こうした日本各地の林業発展の歴史を、将来にわたって記憶・記録していくための試みとして、「林業遺産」選定事業を2013年度から開始しています。

各年度ごとに、林業発展の歴史を示す景観、施設、跡地等、土地に結びついたものを中心に、体系的な技術、特徴的な道具類、古文書等の資料群を、林業遺産として認定しています。

会員の方々はどなたでも推薦できます。非会員の方も、該当される地区の林業遺産地区推薦委員等を通じて応募することができます。

詳細情報については、学会ウェブサイト「林業遺産」をご参照下さい。

<http://www.forestry.jp/activity/forestrylegacy/>



林業遺産  
ロゴマーク



## 日本森林学会

The Japanese Forest Society Since 1914