ISSN 0917-1908

JAPANESE FOREST SOCIETY 1914

森林科学

［特 集］

世界自然遺産候補、沖縄・奄美の森林生態系管理

シリーズ

うごく森

渓流魚イワナをめぐる異種間交雑

現場の要請を受けての研究

今後の津波に備えた海岸防災林整備

解説

地域の森林・林業研究機関の現状と研究推進上の課題

No. 84
October 2018

森林科学 84
contents
2018.10

特集 世界自然遺産候補、沖縄・奄美の森林生態系管理

ホットな島々のクールな未来に向けて 2
阿部　真

南西諸島の森林と保全 3
米田　健

やんばるの森の生物多様性と森林施業 8
安部　哲人・阿部　真・齋藤　和彦

中琉球固有種オキナワトゲネズミの保全上の課題： 11
世界自然遺産にふさわしい森林生態系管理に向けて
小高　信彦・亘　悠哉

やんばるの森林構造とこれからの管理 16
高嶋　敦史

奄美大島の森林利用 19
杉村　乾

森林の持続可能な観光利用による 23
やんばる地域の振興に向けて
沖縄県農林水産部森林管理課

環境に配慮した森林利用の構築を目指して 25
―やんばる型森林業の推進（施策方針）―
沖縄県農林水産部森林管理課

森林科学　No.84
2018 年 10 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：沖縄北部・やんばるの天然林
（井口朝道撮影、平成 28 年 3 月大国林道にて）

シリーズ　現場の要請を受けての研究
今後の津波に備えた海岸防災林整備 27
佐藤　創

シリーズ　森めぐり
京都大学芦生研究林―大学の森で何やろう？― 30
伊勢　武史

シリーズ　林業遺産紀行
蒸気機関車「雨宮 21 号」と 32
武利意・上丸瀬布森林鉄道遺構群
八巻　一成

シリーズ　うごく森
渓流魚イワナをめぐる異種間交雑 34
北野　聡

シリーズ　森をたべる
バラ科樹木を食い荒らす外来カミキリムシ 38
加賀谷　悦子

シリーズ　森をはかる
大気－カラマツ林間の CO_2 とテルペン類の交換量をはかる 40
望月　智貴

解説
42 地域の森林・林業研究機関の現状と
研究推進上の課題
井出　雄二

記録
46 「観光・レクリエーション分野のあり方検討会」
報告
田中　伸彦・杉浦　克明・庄子　康・上原　巌

48 日本森林学会市民公開シンポジウム
「林業大学校～その役割と目指すもの～」
鹿島　潤・後藤　純一

コラム　森の休憩室Ⅱ　樹とともに
52 ショクダイオオコンニャク
二階堂　太郎

53 Information
ブックス
北から南から

世界自然遺産候補、沖縄・奄美の森林生態系管理

ホットな島々のクールな未来に向けて

阿部　真（あべ　しん、森林総合研究所）

人類にとっての「顕著な普遍的価値（OUV：Outstanding Universal Value）」を有し、将来にわたって保全すべきであるとして、ユネスコ（国連教育科学文化機関）の世界遺産委員会が「世界遺産一覧表」に記載する自然物や人工物。それが世界遺産である。日本は1992年に「世界の文化遺産及び自然遺産の保護に関する条約（世界遺産条約）」を締結し、翌1993年、鹿児島県屋久島の一部と東北の白神山地が世界自然遺産に、また、法隆寺地域の仏教建造物と姫路城が世界文化遺産に登録された。自然遺産ではその後、知床半島（2005）・小笠原諸島（2011）が記載され、日本の世界自然遺産は4件となっている。

そして2017（平29）年2月、我が国は、琉球列島の「奄美大島、徳之島、沖縄島北部及び西表島」を、新たな世界遺産候補として世界遺産委員会に推薦した。

琉球列島は、台湾の北から九州南端まで、黒潮に沿って大陸の縁に連なる島々である。その地勢によって古くから人が居住し、交易等の経済活動を通じて島ごとの文化を育んできた。陸上の生態系においては、世界的にも分布の限られる亜熱帯多雨林が高温多湿な気候の下に成立し、地質年代的な島々の結合・分離に合わせて交流・隔離を繰り返した動植物は、大陸とも海洋島とも異なる進化を遂げた。国土面積の1%弱の土地に、日本の維管束植物の4割、鳥やカエルの半分の種が生息する。独自性の高い自然景観が認められ、屋久島以南の国立公園は5ヶ所を数える。その内、沖縄島北部の「やんばる国立公園」と、沖縄島の北に隣接する「奄美群島国立公園」は、それぞれ2016年と2017年に指定された、国内で最も新しい2ヶ所である。

世界遺産への推薦は、人類にとって特別な価値をこの地域に認めて共有しようという提案だ。だが、当地のように、近代的な生産林と保全を優先すべき林分とが混在する地域が、世界自然遺産に登録された前例はない。また、推薦書の提出を受けて調査した世界遺産委員会の諮問機関IUCN（国際自然保護連合）は、推薦地域の分断や妥当性への懸念を理由に挙げ、本年（2018）5月に世界遺産への記載延期を勧告した。このため、環境省は本地域の推薦を一時取り下げ、IUCNの指摘に対応した上で来年（2019）2月までに再提出することとした。

このような中、本特集は、貴重な自然の保全と地域経済の振興との両立を目指してきた沖縄・奄美の森林について、近年の研究成果や利用の動向を紹介し、これからの管理について考察する。そのため、沖縄・奄美で森林の研究と管理に深く携わってきた、鹿児島大学の米田健名誉教授、森林総合研究所の安部哲人氏・齋藤和彦氏・小高信彦氏・亘悠哉氏、また、琉球大学の高嶋敦史助教、長崎大学の杉村乾教授、沖縄県森林管理課の井口朝道氏並びに仲里貴正氏に執筆をお願いした。

始めに米田氏が、南西諸島の地史・気候と森林の生態的特徴を概説すると共に、推薦地域の価値を維持・回復するための課題について考察する。なお、氏は世界遺産候補地選出の科学委員会の委員として、当地の遺産登録に向けて尽力されてきた。

続いて、生態系の構造や管理に係る最近の研究を紹介する。安部・齋藤両氏と筆者（阿部）は、やんばる地域における植物の種多様性と施業との関係について考察する。また小高・亘の両氏は、やんばる・奄美大島の希少な森林動物の保全について、外来捕食者による撹乱と共に紹介する。さらに高嶋氏が、やんばるの継続的な調査・研究を基に、森林構造やその特徴と今後の森林管理に向けた方向性を紹介する。なお小高氏は、IUCNによる沖縄島の現地調査において案内を努めた。

そして、社会科学の観点から、杉村氏並びに井口氏が、それぞれ奄美大島と沖縄島における森林利用の実態に関する分析や展望を紹介し、最後に仲里氏が、やんばるにおける新しい森林管理の取り組みについて紹介する。

実現すれば我が国で5番目の世界自然遺産となる当地域の「普遍的な価値」を、どのように評価し共有するか。また、その維持や復元をどう図っていくのか。本特集が科学的な議論を深める糧となることを望む。

構成と記事を取りまとめた阿部は、2003年頃から沖縄島で、人手の入った森林の更新と植物の多様性を調査してきた。執筆を快諾されると共に相談に乗っていただいた各位と、また機会をいただいた森林科学編集部に、心より感謝申し上げます。

南西諸島の森林と保全

米田　健（よねだ　つよし、鹿児島大学名誉教授）

自然遺産登録に関連し、候補地の渓流帯から雲霧帯に広がる核心地を観ることができた。大陸からの分離、その後の気候変動、さらには強風と豪雨、これらは逃げ場のない島嶼に生きる生物には強い選択圧であったに違いない。たくましく生き続けた遺存固有種、新たな環境に適応進化した新固有種、それらは小形の移動性の低い動植物に多い。当地に多い大径の衰弱木や枯死木が、彼らの貴重なハビタットであることも再確認できた。マングースの根絶を目指し掃討作戦を続けているバスターズの努力には敬意を払いたい。しかし、新たな外来種の侵入、ロードキル、植生の分断など自然への脅威は現在進行形である。顕著でかけがえのない南西諸島の自然、その魅力と保全の方向性を本稿で概説する。

地史と気候が特徴づける植生

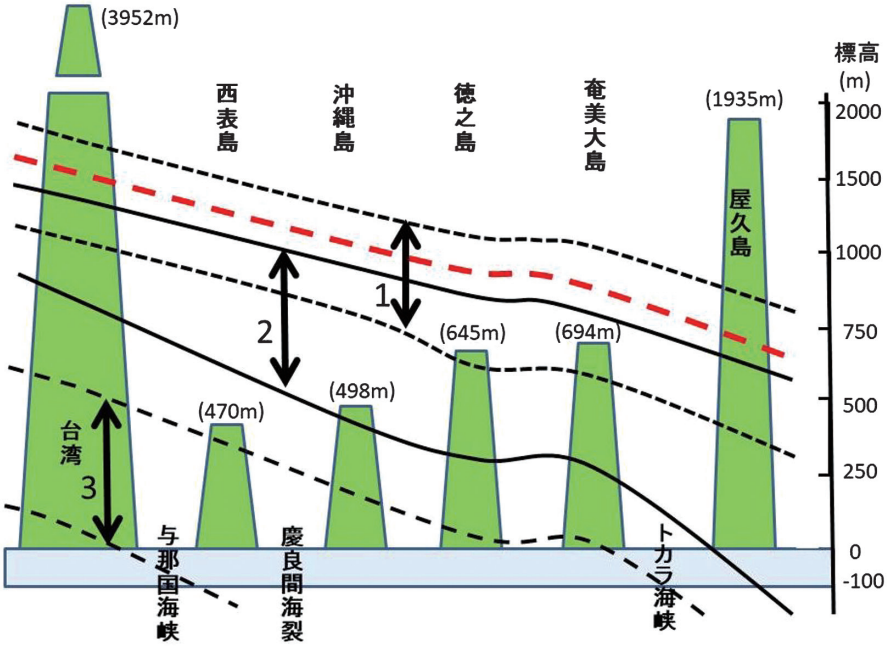
植生を分けるトカラ海峡：鹿児島県の悪石島と小宝島間を通るトカラ海峡は、動物相の旧北区と東洋区を分割する境界（渡瀬線）である。植物相にとってもここが重要な境界であることが、島間の構成種の非類似度を用いたクラスター解析から明らかにされている。たとえば、鈴木・宮本[1]は、南西諸島の在来種計3,110種を用いた解析からトカラ海峡での明瞭なギャップの存在を示し、中琉球と南琉球を分ける慶良間海裂（蜂須賀線が通る）にはギャップが存在しないと報告している。植物の分布拡散法は多様で、一律にはその境界線を決めることはできないが、島弧誕生に大きく関わったトカラ海峡に現れたこの不連続性は、中琉球以南の現在の植物相が、とくに拡散力が低い種群においては、北琉球以北の影響よりも、大陸東岸域にあった時の植生に強く影響を受けていることを示唆している。一方、スダジイの遺伝子による系統解析から、沖永良部島以北の南西諸島が九州本土のものと同じクレードに属した結果から、トカラ海峡には一時期は陸橋が架かったとする説もある[2]。

亜熱帯気候を吉良の暖かさの指数（WI = 180～240）で定義すれば、南西諸島ではトカラ列島以南の低標高帯全域がこの気候帯に属する。しかし、その植生は高木層においてシイ・カシが著しく優占している点で、多様な南方系樹種をまじえた大陸や台湾の亜熱帯林とは異なり、南西日本の暖温帯林と共通している[3]。この特徴から、植物社会学的には、海岸林を除く南西諸島全域の非石灰岩地植生を南西日本と同じタイミンタチバナースダジイオーダーに分類していることに違和感はない。しかし、その下位の群落単位である群団において、ボチョウジを標徴種として、屋久島を南方系の北限とする従来の分類[4]より、さきのクラスター分析でも明らかなトカラ海峡での植物相のギャップを群団の境界とすべきとした相場の指摘[5]は合理的である。

気候変動下のクリガシ帯：約180万年前に琉球弧が大陸から隔離し[6]、更新世後半に入り約10万年周期で氷期と間氷期のサイクルが繰り返された。最寒冷期には現在より5～6℃低く、最暖期には2℃程度高かったと推定されている[7]。この気候変動は、島嶼という逃げ場のない環境下では種のスクリーニング作用として働いたに違いない。日本に分布するクリガシ属のスダジイとコジイの現在の分布北限は、海岸にそって日本海側は佐渡島、太平洋側は福島県と宮城県の県境付近まで広がっている[8]。この分布図を南西方向に年平均気温でマイナス5～6℃分だけ平行移動すれば、鹿児島と屋久島間がその北限域に、石垣島、西表島、与那国島付近が現在の鹿児島本土の南端域に相当する。この地理的な対応関係から5～6℃の低温化の影響が実感できる。

長江以南の暖温帯はWIで140～180あり、そこでは多様に分化したクリガシが目立ち、クリガシ属、アカガシ亜属、タブ属、ヒメツバキ属などが優占する多種多様な林型を含むクリガシ帯とも呼べる植生が広がっている[9]。いま、この気候帯（クリガシ気候帯と呼ぶ）を中心とし亜熱帯にかかる環境を琉球弧誕生時のものとして、気候変動下でのその地理的変動から植生への影響を評価してみる（図-1）。なお、氷期には海水域の後退により乾燥化も進んだと推定されるが、乾燥ストレスが分布を制約するほどには大きくなかったとする。

気候変動期の温度変化幅を現在との気温差で－5℃～+2℃とすれば、奄美大島と徳之島においては、つねにクリガシ気候帯が標高を移し島内で存在し続けられることを図-1から読み取れる。一方、沖縄島と西表島では、最寒冷期においては両島の大部分がこの気候帯に属するが、最暖期には島内からほぼ消滅したと推察される。この差が、先のクラスター解析で現れた地史とは異なるクラスター構造、すなわち沖縄島諸島が同じ中琉球である奄美群島とは異なり、慶良間海裂を越えて先島諸島と一



図–1　更新世後半の気候変動によるクリガシ気候帯（WI=140 ～ 180）の地理的変動。図中の 1、2、3 の範囲は、最暖期（+2℃）、現在、最寒冷期（－ 5℃）のクリガシ気候帯の分布域を示す。赤の破線は、気温が現在より 4℃上昇した時の下限界を示す。

緒のクラスターを形成した理由の一つではないだろうか。

攪乱が生みだすハビタットの多様性と物質循環特性

ハビタットのモザイク性：南西諸島は台風の常襲地帯であり、また年間雨量約 2,000 mm の多雨地帯でもある。これら強風と豪雨は、山地においては地形というフィルターにより強弱を変えて植生に影響している [10]。人為攪乱の影響も無視できない。世界遺産候補の 4 島はいずれも有人島で、とくに戦中・戦後に森林開発が急速に進み、今もその痕跡が奥山に残る [11]。奄美大島と徳之島の山地林を対象に、樹木の最大直径を攪乱からの回復度（遷移段階）の目安として、スダジイ・イジュが優占する群集からオキナワウラジロガシ・イスノキの群集への遷移系列が報告されている [5]。それが、自然攪乱起源か人為かの判定は難しいが、距離がさほど離れていない両島間で、熱帯の二次林に多いイジュや先駆種であるヒカゲヘゴが奄美大島でとくに多いという偏った分布には、相場 [5] も指摘しているが人為攪乱の違いが影響しているのであろう。

人為攪乱が少ない発達した森林植生から、自然攪乱の影響を直接読み取れる [10]。徳之島の亜熱帯ゾーンに分布する 4 ha の森林内にはシダや草本を含む維管束植物が 135 種出現し、その内の 35 種が南西諸島の固有種である。胸高直径が 4 cm 以上の木本に限れば 71 種で、熱帯系樹種の割合は、高木性樹種で 16%、亜高木性樹種で 38%、低木性樹種で 38%と、小型の樹種ほど高い。その群集構造を、胸高直径が 4 cm 未満の樹木と草本を含めた下層植生の計 49 種を用い、同所的に出現するか否かを基準として統計的に 4 クラスターに分類すると、それらの水平的な分布は、ほぼ地形に対応している。尾根に偏ったクラスター（G1）では、ナギ、イヌガシ、アデク、タイミンタチバナなどの 17 種が属し、すべてが木本種である。一方、谷と緩傾斜に偏ったクラスター（G4）では、リュウキュウアリドオシ、カツモウイノデ、フウトウカズラ、モクタチバナ、サツマイナモリなど 18 種が属し、つる植物、広葉草本、シダ植物を含む多様な植物群からなる。胸高直径が 4 cm 以上の高木も、その水平分布は下層植生のものとほぼ対応している。G1 に対応する尾根部では樹木密度が高く、それに比例して種数が多い。スダジイが圧倒的に優占する群集である。一方、G4 に対応した谷や緩傾斜地では、オキナワウラジロガシが優占し、熱帯系樹種が多く、絶滅危惧種を含む固有種の多くがこの群集に含まれる。両クラスターをつなぐように G2 と G3 のクラスターが分布する。さきに遷移後期種とされたイスノキは、谷近くの G3 に対応する高木クラスターに属していた。

これらのことは、強風と豪雨により増幅された山地の環境勾配が、ハビタットにおいて小面積を単位としたモザイク構造をつくり、そこで多様な種群がすみわけて共

存していることを示している。群集の面積構成は地形により異なるだろう。4 ha 内に 2 本の尾根が通る調査林では、4 クラスターの面積構成比（%）は、G1（13%）: G2（43%）: G3（26%）: G4（18%）であった。均等に分布するのではない。このことも、保全にあたって留意しておく必要がある。

野生生物保育木：尾根近くでは、強風で樹冠がとばされた木々にしばしば出会う。それらが大径木の場合、幹や枝の折口から腐朽菌が侵入し、中心部が腐り、また樹洞があいていることも多い。空気湿度の高い環境下では、適度の日射が差し込むこれらの太枝は、着生植物に絶好のハビタットを提供している。この衰弱木や立ち枯れ木は、昆虫・両生類・陸生爬虫類・鳥類・哺乳類といった多様な動物群にとっても営巣場所であり、また天敵や強風・豪雨からの避難場所でもある。これら衰弱木は wildlife trees と呼ばれ、立ち枯れ木とともに多様性保全上で重要な役割を担っている。それは当地域のみのことではないが[12]、島嶼環境において野生生物保育木ともいえるこれらの木々が高密度で存在していることは、ハビタットのモザイク構造とともに種の多様性を支えてきた重要な要素である。本特集の執筆者の一人である小高氏から、イスノキが最上の wildlife trees であると聞いた。これは、幹の物理的強度がきわめて高いことから、衰弱時も倒壊することなく長く立木状態を維持できるためだろう。沖縄島北部（ヤンバルと呼ぶ）ではイスノキが尾根に多いのに対し[13]、奄美大島[14]や徳之島では先に示したように谷近くに多い。このハビタットの違いには、台風による攪乱強度の違いと（図 -2）、イスノキの幹材強度が関連していると考えている。風衝地での個体群の生存率は、強風に対する耐性力 × 攪乱後の再生力で決まるだろう。スダジイは、攪乱耐性ではイスノキに劣るが萌芽更新と肥大成長力での再生力が高い。一方、イスノキは耐性は高いが、幹材硬度とトレードオフの関係にある肥大生長力が低く、萌芽力も低い。すなわち、ヤンバルの強い攪乱圧がスダジイ個体群の生存率を下げ、その結果としてイスノキがハビタットを尾根近くに押し上げたものと推察している。

効率的な物質循環特性：下層植生で抽出した G1 クラスター（スダジイ群集）と、G4 クラスター（オキナワウラジロガシ群集）の物質循環特性を比較することにより、攪乱の影響を評価してみよう。幹数密度と地上部現存量（葉量を除く）は、ともにスダジイ群集の方が、それぞれ 2.3 倍、1.5 倍と大きい（表 -1）。林冠高が低くて地上部現存量が高いスダジイ群集は、海岸に分布するウバメガシ林と同様に空間体積当たりに多くの材物質を詰め込み、群落としての物理的強度を高めた構造といえる。

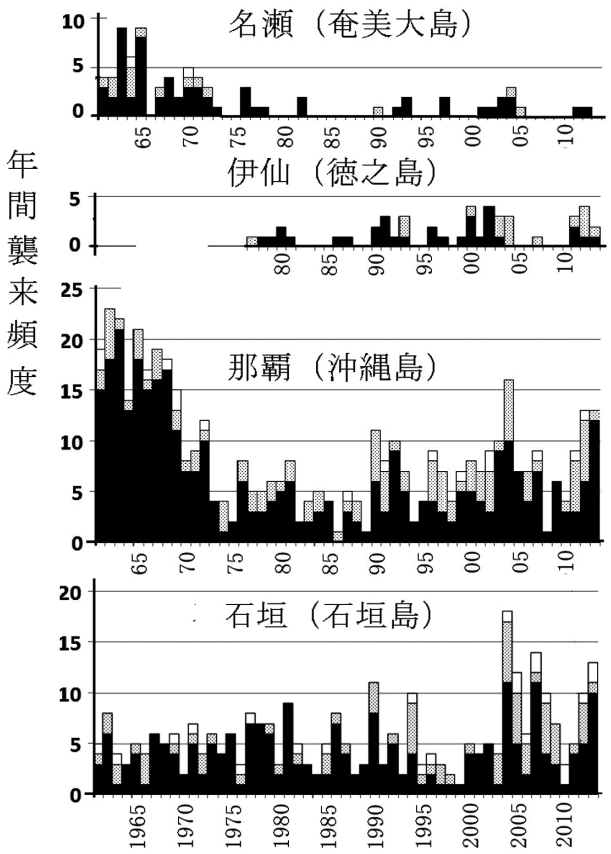


図 -2　琉球列島 4 島における風速 15 m/ 秒以上の台風の年間襲来頻度（期間：1961 ～ 2013）。各バー内の黒、細点、白は、最大風速がそれぞれ 15 － 20 m/ 秒、20 － 30 m/ 秒、30 m/ 秒以上の頻度を示す（米田[10]の図 1）。

オキナワウラジロガシ群集は、同じ標高帯にあるスダジイ群集に比べるとより凹地の湿潤な立地に分布している。この立地の違いにより、林床での植物遺体の分解率は、オキナワウラジロガシ群集の方がスダジイ群集より有意に高い（表 -1）。湿潤な谷が乾燥した尾根より分解率が高いのは一般的な現象であるが[15]、純生産速度ではその関係が逆転する（表 -1）。分解率の低い尾根において高い生産力が成立するのはスダジイの高い枯死速度による。ここに、当地域の物質循環の特徴が現われている。表 -1 の枯死速度は、葉や小枝のように消耗部品として更新している器官の枯死量ではなく、樹木の枯死由来の量、つまり幹や太い枝からなる枯死量である。樹木の枯死は、時空的に大きな変動を持つので、表の値は観測した 10 年間の平均値で示している。すなわち、当地域のスダジイ群集は強風攪乱で大量の遺体を生産し、その後も自然間引きにより高い枯死速度を維持している。その結果、枯死速度 × 分解率で求まる分解速度はオキナワウラジロガシより高くなる（表 -1）。これが、低い分解率で高い生産力を支えるメカニズムである。スダジ

表 –1　徳之島三京地区における 2 群集の物質循環属性。地上部のみで評価。2 つの群集は、発達した 4 ha の亜熱帯林内における林床植生のクラスター構造から抽出された。＊：p<0.01 で有意差あり。

群集	観測面積 (ha)	幹数密度 (1/ha)	現存量 (1/ha)	分解率 (1/ 年)	純生産速度 (t/ha/ 年)	枯死速度 (t/ha/ 年)	分解速度 (t/ha/ 年)
スダジイ群集	0.55	1218	385	0.563*	6.42	3.75	2.37
オキナワウラジロガシ群集	0.59	536	254	0.805*	4.08	2.28	1.98

イ群集は、枯死遺体を急速に分解せず、緩やかに長い時間をかけて分解する。つまり遅効性肥料を絶え間なくまき続けることで高い生産力を支えているといえる。wildlife trees にその典型をみることができる。生きている段階から、樹体内で分解が進行し、徐々に無機化された養分は効率よく周囲の林木に吸収されることで、系外への流出を抑える効率の良い内部循環系を作っているといえよう。

奄美大島で続けられているチップ生産は、旺盛な萌芽更新力で支えられている。個体の萌芽力は樹齢とともに低下し、さらに大量の木材搬出は、地力を急速に低下させるであろう。大規模な皆伐施業が始まってまだ 50 年程度である。何代にもわたり林地を継続して活かすためには、萌芽更新木の育成と自然林が持つ循環特性を活かした地力回復への対策が不可欠である。

森林の成熟性と連続性の回復に向けて

緩衝地帯の成熟度を高める施業：自然遺産推薦地は、推薦地区とそれを囲む緩衝地帯からなる。前者には厳しい保護規制がかけられるが、緩衝地帯では、管理責任機関との協議の下で森林伐採も認められている。2017 年時 [16] の候補地では、緩衝地帯が推薦地全面積の 41％を占める。チップ生産を中心とした林業活動が続く奄美大島では 56％と高い。いびつな形で広がるこの島の推薦地区では、緩衝機能を高く維持した施業がとくに求められている。いま、森林の現存量が種多様性保全 [17] を含め様々な環境機能に比例するとすれば、緩衝機能を高めるということは緩衝帯全体の現存量を高めることを意味する。環境機能を評価する現存量とは、伐採時の現存量ではなく、伐採後からの累積した現存量がその森林が果たしてきた環境機能に相当する（図 –3）。つまり、累積現存量を伐採年数で除した平均現存量が環境機能の評価基準になる。施業地全域の緩衝機能を高めるためには、全域の平均現存量を高める施業法が必要であると言い換えることができる。その詳細については既報 [18] を参照していただきたいが、森林の評価基準（C）を C= 木材生産速度（相対値）× 平均現存量（相対値）、すなわち、木材生産機能 × 環境機能の積で評価するとすれば、理論的に C の値を最大にする伐期が一つ存在する。それ

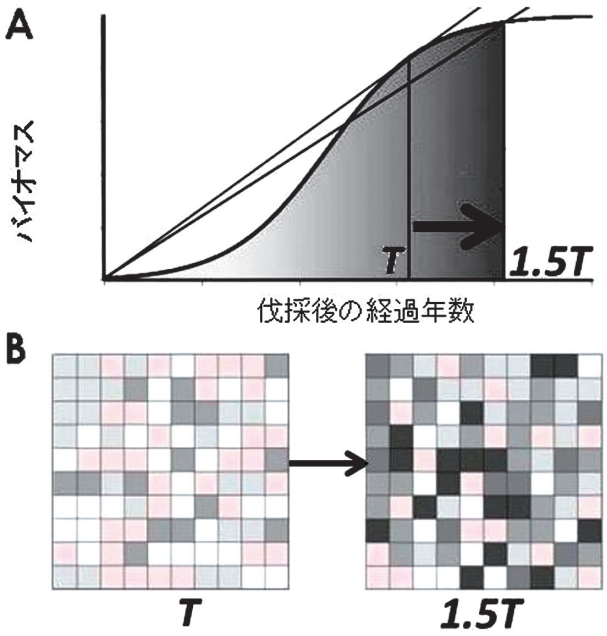


図 –3　A：バイオマスの成長曲線と最大生産速度を生み出す伐期（T）と 1.5T までの積算バイオマス量を塗りつぶした面積で示す。B：バイオマスの成長特性（A）を踏まえ、伐期を T および 1.5T で経営した場合の森林全体におけるバイオマスの空間分布模式図（米田 [18] の図 –9 を一部改変）。1.5T では、バイオマスが大きいステージ（濃い分割）の構成比率が高くなる。

は最大生産速度を生み出す伐期（T）を約 1.5 倍した期間である。その時の木材生産速度は最大生産値の 78％、つまり 22% 減少するが、平均現存量は 1.76 倍増大するため、評価基準値 C を最大生産時の 1.41 倍まで高めることができる。

地力の低下等により平均現存量に達するまでの時間が増加する可能性もある。しかし持続的経営には、その基準値を変えることのない管理が必要である。奄美大島の緩衝地帯の 64％が私有林である。広範囲の森林を対象としたこれらの施業計画は、個々の事業体だけでは達成できない。鹿児島県は、民有林を対象に 5 年ごとに奄美大島地域森林計画をたてている。遺産登録に向けても、県、事業者、さらに住民とが協力した具体案を早急にまとめることが大切である。

気候変動に向けて：温暖化現象により、今世紀末まで

には気温が現在より4℃上昇するとする予測がある。4℃上昇した時のクリガシ気候帯の下限界を図−1に示した。つまり、中琉球以南の島嶼からその気候帯は消える。2℃までの上昇であれば、過去の気候変動下で経験している温度範囲であるが、さらに2℃高い環境はなかったであろう。2℃は逓減率を0.6℃/100mとすれば、約330m標高差に相当する。各島の最高峰から330m差し引いた標高帯以上に偏って分布している種群にとっては、この2℃の気温上昇は逃げ場のない状況になる。幹・枝・根など非同化器官を多くもつ高木は、温度上昇による呼吸消費量の増加で衰弱する可能性が高い。希少種・固有種だけでなく、動物を含め多くの生きもののハビタットである森林の衰弱は、生態系全体の後退につながる。その回避は、容易ではないが、森林の健康状態をモニタリングすることが大切である。小面積単位のモザイク構造は、進化の舞台を提供している一方、個体群間の交流が低いことで環境変動に対しては脆弱である。人為攪乱により分断化・孤立化した個体群には、積極的な順応的管理も必要だろう。いまも多くの絶滅危惧種が存在している。フィールドでの保全活動と平行し、遺伝子保存も含めた室内での保全プログラムの充実も重要である。

引　用　文　献

1）鈴木英治・宮本旬子（2018）南西諸島における島嶼間の植物相比較.（奄美群島の野生植物と栽培植物. 鹿児島大学生物多様性研究会編，南方新社）. 26–34

2）瀬戸口浩彰（2012）琉球列島における植物の由来と多様性の形成.（植物地理の自然史. 植田邦彦編著，北海道大学出版会）. 21–77

3）吉良竜夫（2001）森林の環境・森林と環境. 新思索社

4）宮脇昭編著（1980）日本植生誌屋久島 . 至文堂

5）相場慎一郎(2018)奄美大島と徳之島の山地照葉樹林.（奄美群島の野生植物と栽培植物. 鹿児島大学生物多様性研究会編，南方新社）. 35–59

6）Iryu Y, Matsuda H, Machiyama H, Piller WE, Quinn TM, Mutti M (2006) Introductory perspective on the COREF Project. Island Arc. 15: 393–406

7）井村隆介（2009）鹿児島の環境を自然史からみる.（鹿児島環境学 1. 鹿児島大学鹿児島環境学研究会編，南方新社）. 73–92

8）河原孝行・渡邊定元・松井哲成・高橋正義（2009）分布図.（日本樹木誌 1. 日本樹木誌編集委員会編，日本林業調査会）. 750

9）吉良竜夫（2012）亜熱帯林について.（植物の地理分布. 吉良竜夫著作集 4，新樹社）. 116–134

10）米田　健（2017）強風と豪雨が特徴づける奄美群島の森. 国立公園 752: 9–11

11）米田　健（2016）薩南諸島の森林.（奄美群島の生物多様性. 鹿児島大学生物多様性研究会編，南方新社）. 40–90

12）Keisker DG (2000) Types of wildlife trees and coarse woody debris required by wildlife of north-central British Columbia. Res. Br., Min. For., Victoria, B.C. Work. Pap. 50/2000

13）Enoki T (2003) Microtopography and distribution on canopy trees in a subtropical evergreen broad-leaved forest in the northern part of Okinawa Island, Japan. Ecological Research 18: 103–113

14）Hara M, Hirata K, Fujihara M, Oono K (1996) Vegetation structre in relation to micro-landform in an evergreen broad-leaved forest on Amami Oshima Island, southwest Japan. Ecological Research 11: 325–337

15）堤　利夫（1987）森林の物質循環 . 東京大学出版会

16）日本政府（2017）世界遺産一覧表記載推薦書　奄美大島，徳之島，沖縄島北部及び西表島. 推薦書日本語版

17）羽澄俊裕（2013）琉球諸島の生態系管理 : 生物多様性保全と持続的林業の合意点を考える. Wildlife Forum，36–37

18）米田　健（2017）純生態系生産力からみる熱帯雨林と林業. 海外の森林と林業 100: 14–24

やんばるの森の生物多様性と森林施業

安部　哲人（あべ　てつと、森林総合研究所九州支所）
阿部　真（あべ　しん、森林総合研究所）
齋藤　和彦（さいとう　かずひこ、森林総合研究所関西支所）

これが名高いやんばるの森なのか・・・

森林は多くの生物の棲み処として重要であり、生物多様性保全に果たす森林の役割は大きい（Hassan *et al.* 2005）。沖縄島北部のやんばる地域は島で最も人口密度が低く、面積の大部分を森林が占める。通称「やんばるの森」と呼ばれるこの森は、ヤンバルテナガコガネやオキナワトゲネズミ、ノグチゲラ、オキナワイシカワガエルなど珍しい生物の最後の生息地として知られている。しかし、筆者の安部は 2015 年に初めてやんばるの森に入ったとき、漠然と持っていたジャングルとか鬱蒼とした原生林のイメージとは程遠い森林の様子にずいぶん驚いたものである。目の前に現れるやんばるの森はどこも林冠が薄く荒れた様子で、直径 1 m を超える大木も見当たらず、細い木ばかりである。やんばるを象徴する数多くの固有絶滅危惧種はこんな森を棲み処としているのだろうか？

やんばるでの施業履歴

後で知ったのだが、やんばるの森はほとんどが伐採履歴のある二次林なのである。この地域は琉球王朝時代から現在に至るまで伝統的に森林施業が行われてきた経緯があるため（中須賀 1995）、森林群集としては若い森林が多い。齋藤（2011）は林班図、地形・地籍併合図、造林事業記録、空中写真を参照して森林簿に対応する民有林の小班ポリゴンを構築し、国頭村域の林齢マップを作製している（図 –1）。これを見ると、最も古い森林は山地中心部に断片的に見られるにすぎず、戦後に伐採された森林面積が多いことがわかる。また、戦後に伐採履歴のない森林であっても、多くは戦前に伐採されているという。こうした履歴に加えて台風被害の影響もあり、現在の若い林相になったと思われる。ヤンバルテナガコガネやオキナワセッコクに代表される絶滅危惧種が攪乱された不安定な森林環境を好んで生活するとは考えにくい。彼らは個体数を減らしながら、なんとか生き延びた最後の生き残りなのである。

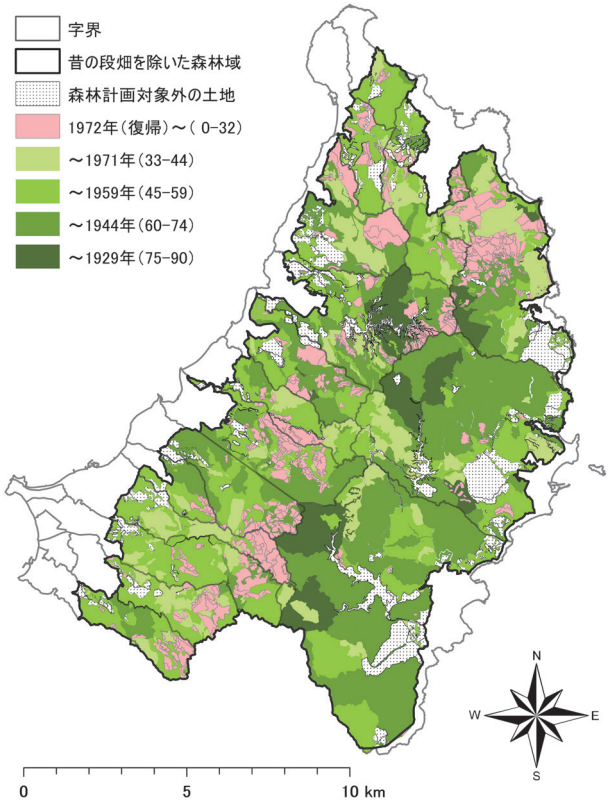


図 –1　やんばるの森の林齢分布図（齋藤 2011 を改変）

やんばるの森の植物相と撹乱の爪痕

齋藤（2011）の林齢マップ（図 –1）をもとに、植生調査を行った結果、林齢と高木層種数・絶滅危惧植物種数の間には有意な正の相関がみられた。また、林齢と外来植物種数の間には有意な負の相関がみられた。つまり、森林が古くなるほど高木層の樹種や絶滅危惧植物の種数が多くなり、外来植物の種数が減少するのである。これらの点は Kubota *et al.* (2005) の結果とも一致しており、森林施業がやんばるの森の生物多様性にもたらす負の影響と言える。また、やんばるの森は植物の種多様性は高いものの、高木層で優占するのはほぼスダジイ（地方名イタジイ）であった。他にイスノキやイジュ、オキナワウラジロガシなどが混ざるが、下層植物の多様性が高いことに比べると不自然なまでに高木層はスダジイに偏っている。これも過去の森林施業の影響で、伐採によっ

て萌芽力の強いスダジイが他樹種より速やかに成長した結果、優占してしまうのである。台風等で単木的に形成される林冠ギャップの場合は、下層に控えている成長の遅かった樹種がそのまま更新するため、高木層の多様性を高める方向に作用する。Fujii *et al.* (2009, 2010) は伐採の影響をシミュレーション・モデルで解析し、皆伐周期が短くなるほどスダジイが優占し、森林植物群集の多様性が低下する様子を再現した。現在の森林植物群集を見る限り、やんばるの森には過去の伐採の影響が色濃く残っている。

イスノキの指標性

イスノキは日本で最も硬い材質をもつ樹種の一つであり、耐陰性は高いものの樹冠下での成長は非常に遅い。このため、イスノキの大きな成木がある森林は長期間伐採されていない古い森林である可能性が高い。我々の調査結果から、やんばるの森の優占種のうちスダジイやイジュの優占度と総種数や絶滅危惧種数、着生植物種数との相関はほとんどなかったのに対して、イスノキの優占度とはいずれも有意な正の相関が認められた（図 –2）。この結果は、イスノキの成木が状態の良い森林の指標になり得ることを示唆する。また、種の保存法で指定されている絶滅危惧種オキナワセッコク（図 –3）は沖縄固有の着生ランであるが、イスノキに高い確率で着生していることが明らかになった（Abe *et al.* 2018）。これは成長の遅いイスノキは他の樹種と同じサイズであっても樹齢が古いため、着生確率が高くなると推察される。この他、イスノキの樹洞にはヤンバルテナガコガネやオキナワトゲネズミといった絶滅危惧動物の棲み処を提供する生態系機能もある。これらのことから、イスノキはやんばるの森の生物多様性を指標する樹種と考えられる。

森林保全に向けた今後の研究課題

森林施業が生物多様性に与える負の影響は大きく、伐採に伴う森林の分断や劣化は多くの野生生物の生存を脅かしている（Fahrig 2003; Krauss *et al.* 2010; Barlow 2016）。近年、やんばる地域では生態系保全に配慮して、施業面積を大きく減らしている（齋藤 2011）。しかし、施業面積が小さくても、林齢の高い森林を伐採すれば生物多様性保全上問題が大きいと考えられる。一方で、林業は地元の主要産業の一つであり、森林施業をなくすことは難しい。将来的に生物多様性保全と林業を両立させるためには、伐採してはいけない場所を明示する必要があるだろう。例えば、高齢級で成熟した林分や若齢でも絶滅危惧種が生息しうる林分（例えば成熟林に隣接している林分）がその候補になると考えられる。こうした対策を実行するためには、絶滅危惧種等の生息・分布情報の更なる蓄積が求められている。

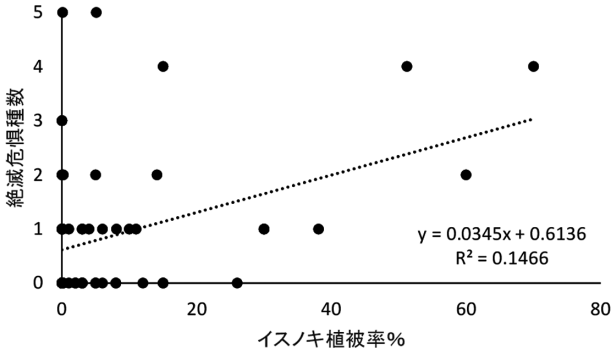


図 –2　イスノキの植被率と絶滅危惧種種数との関係

図 –3　絶滅危惧種オキナワセッコク

また、一歩進んだ研究課題としては、老齢林が持つ望ましい生態系機能を解明し、その機能をより若い林で発揮させる技術の開発が挙げられる。残された絶滅危惧種の生息地は非常に限られており、台風等の非意図的撹乱による偶発的絶滅も起こりうる状況である。こうしたリスクを回避するためには、生息環境を復元してリスクを分散させることが重要である。ただし、人為的に復元した生態系は、ある程度まで機能回復させることはできるものの、草本植物や土壌動物の組成等、細かい点まで完全に再現することは不可能である。従って、特定の種個

体群または生態系機能の復元に焦点を絞って生態系管理を行うことになる。例えば、ヤンバルテナガコガネの個体群回復には繁殖に適した樹洞の供給が必要であり、また、腐生ランの生育には適した土壌環境が必要である。こうした目的を明確にして生態系機能を回復させることは生態系復元の成功の鍵であり、事業の成否の評価も容易である、この他にも課題は残されている。撹乱を受けた森林で生物多様性の脅威になっている要素（例えば外来種や森林伐採）を取り除いたとき、果たして生態系は本当に回復するのか、あるいは予期せぬ問題が発生するのか？世界自然遺産候補地となったやんばるの森で新たなアプローチの研究は途に就いたばかりである。

引　用　文　献

Abe S, Kotaka N, Takashima A, Abe T, Saito K, Masaki T (2018) Host selection and distribution of *Dendrobium okinawense* an endangered epiphytic orchid in Yambaru, Japan. Ecol Res 33: 1069–1073

Barlow J, Lonnox, GD, Ferreira J, Berenguer E, Lees AC, MacNally R, Thomson JR, Ferraz SFB, Louzada J, Oliveira VHF, Parry L, Solar RRC, Vieira ICG, Aragão LEOC, Begotti RA, Braga RF, Cardoso TM, Oliveira Jr RC, Souza Jr CM, Moura NG, Nunes SS, Siqueira JV, Pardini R, Silveira J, Vaz-de-Mello FZ, Veiga RCS, Venturieri A, Gardner TA (2016) Anthropogenic disturbance in tropical forests can double biodiversity loss from deforestation. Nature 535: 144–147

Fahrig L (2003) Effects of habitat fragmentation on biodiversity. Ann Rev Ecol Evol Sysyt 34: 487–515

Fujii S, Kubota Y, Enoki T (2009) Resilience of stand structure and tree species diversity in subtropical forest degraded by clear logging. J For Res 14: 373–387

Fujii S, Kubota Y, Enoki T (2010) Long-term ecological impacts of clear-fell logging on tree species diversity in a subtropical forest, southern Japan. J For Res 15: 289–298

Hassan R, Scholes R, Ash H (2005) Ecosystems and human well-being: Current state and trends. Millennium Ecosystem Assessment. Island Press

Krauss J, Bommarco R, Guardiola M, Heikkinen RK, Helm A, Kuussaari M, Lindborg R, Öckinger E, Pärtel M, Pino J, Pöyry J, Raatikainen KM, Sang A, Stefanescu C, Teder T, Zobel M, Steffan-Dewenter I (2010) Habitat fragmentation causes immediate and time-delayed biodiversity loss at different trophic levels. Ecol Let 13: 597–605

Kubota Y, Katsuda K, Kikuzawa K (2005) Secondary succession and effects of clear-logging on diversity in the subtropical forests on Okinawa Island, southern Japan. Biodivers Conserv 14: 879–901

中須賀常雄（1995）沖縄林業の変遷．ひるぎ社

齋藤和彦（2011）森林簿にもとづく沖縄県国頭村域の林齢分布の分析．環境情報科学論文集 25: 245–250

中琉球固有種オキナワトゲネズミの保全上の課題：

世界自然遺産にふさわしい森林生態系管理に向けて

小高　信彦（こたか　のぶひこ、森林総合研究所九州支所）
亘　悠哉（わたり　ゆうや、森林総合研究所）

はじめに

2017 年 2 月、日本政府は「奄美大島、徳之島、沖縄島北部及び西表島」の世界自然遺産一覧表記推薦書をユネスコに提出した。しかし、2018 年 5 月、ユネスコ世界遺産センターは、諮問機関である IUCN（国際自然保護連合）の評価が、日本政府の推薦に対して 4 段階評価の上から 3 番目にあたる延期（defer）であることを通知した。この勧告を受けて、日本政府はいったん推薦を取り下げ、最短で 2019 年 2 月の再推薦、2020 年夏の登録を目指すことを決定した。

IUCN による延期勧告は、バーレーンで開催される第 42 回世界遺産委員会(2018 年 6 月 24 日から 7 月 4 日)での自然遺産登録発表を祝おうと、パブリックビューイングや祝賀イベントが計画されている最中の発表で、地元ではさぞ落胆の声が聞かれるのではないかと想像していた。しかし、地元の方からは今回の延期勧告を、より良い遺産として未来に引き継ぐための準備期間ができた、と前向きにとらえる意見を多く聞くことができた。一方で、今回の遺産登録申請は拙速であったとか、オーバーユースなどの負の影響を考えれば遺産登録は必要ないのではないか、との疑問の声も上がっていた。推薦地に残されている自然を維持・回復させながら、将来に遺すことができるのであれば、その方法は世界自然遺産登録だけにこだわる必要はないだろう。しかし、今回、環境省や林野庁、沖縄県や鹿児島県、地元自治体や多くの地域の方々が協力して、ゴールデンスタンダードといわれる、世界で最も厳しい評価基準に基づく世界自然遺産の登録を目指し、延期勧告という結果がでたことで、地域の課題を関係機関から地域にくらす方々まで広く共有することができたのではないかと考えている。

IUCN の勧告で、推薦地の 4 島には独特で多様な生物多様性の生息域内保全のために最も重要な自然生息地が包含されていること、絶滅危惧種の種数や割合も多く、固有種数と固有種率が高いこと、世界的な絶滅危惧種の保護のためにかけがえのない地域を含んでいることなどが評価され、評価基準「X：生物多様性」については、今後の適合の可能性が示唆された（IUCN 2018、環境省 2018a）。一方で、沖縄島北部の米軍北部訓練場の返還地が推薦地に含まれていないことや、遺産の構成要素の中でも不適切とされる小規模で連続性が確保されていない地域の取り扱いに関する指摘がなされた。北部訓練場返還地を加えるなど、推薦地の適切な再ゾーニングを行うことで、評価基準に合致する可能性が述べられている。そのほかの指摘として、推薦地のゾーニングに関わる課題とともに、地域を代表する生物種の長期的保護の可能性や、ネコをはじめとする侵略的外来種（IAS）の対策に関する課題、観光に伴うオーバーユースなどの課題、希少生物の密猟盗掘の問題、そして、絶滅危惧種の個体群動態や人為的な環境改変による影響、気候変動に伴う自然攪乱の影響に焦点を当てた総合的モニタリングシステムの採択など、多岐にわたる課題が挙げられている。

本原稿では、世界自然遺産の顕著で普遍的な価値（OUV）を代表する固有種の中でも、特に絶滅が危惧されているオキナワトゲネズミの保全対策や中琉球で独自の進化を遂げた固有動物種の保全上の重大な課題となっている捕食性外来哺乳類の問題について紹介する。

世界的に注目される絶滅危惧種オキナワトゲネズミ

IUCN による延期勧告で指摘された、地域を代表する生物種の長期的保護の可能性について、最も懸念される種の 1 つが沖縄島北部に固有のオキナワトゲネズミである。オキナワトゲネズミは中琉球に固有のトゲネズミ属の 1 種で、沖縄島北部のみに生息する極めて分布域の狭い小型哺乳類である（写真 -1）。奄美大島と徳之島にはそれぞれ別種のアマミトゲネズミとトクノシマトゲネズミが生息している。世界の約 2,800 種の小型哺乳類のうち 437 種が絶滅の危機に瀕していると評価され

写真 –1　中琉球沖縄島北部に固有のオキナワトゲネズミ（沖縄島国頭村）

ており、絶滅が危惧される世界の小型哺乳類の中でもオキナワトゲネズミの絶滅可能性はトップ 20 種の中にランクされ、森林伐採や外来種の影響が絶滅要因として挙げられている（IUCN 2016）。オキナワトゲネズミは、文化財保護法に基づく天然記念物や、種の保存法に基づく国内希少野生動植物種に指定されており、IUCN（Ishii 2016）、環境省（2018b）、沖縄県（沖縄県環境部自然保護課 2017）のいずれのレッドリストにおいても野外で最も絶滅の恐れの高い CR にランクされている。

オキナワトゲネズミの保全上の価値は、絶滅が極めて危惧される希少な種であるということだけにとどまらない。トゲネズミ属の染色体構造は特殊で、3 種の染色体数は異なり、アマミトゲネズミ、トクノシマトゲネズミは Y 染色体をもたない。Y 染色体をもつオキナワトゲネズミとの比較研究による染色体型の進化や、Y 染色体を失ったトゲネズミ類の性決定機構の解明のための研究（Kuroiwa *et al*. 2011; Murata *et al*. 2012）は国際的な注目を浴びている。また、最近の研究では、アマミトゲネズミにおいて、哺乳類では初めてメス由来の iPS 細胞からの精子の作成に成功したことが報告された（Honda *et al*. 2017）。異なる染色体構造を持つ 3 つの島にそれぞれ固有のトゲネズミ 3 種は、中琉球でみられる多様な生物進化を代表する顕著な見本であり、3 種すべての保全を確実に進めることが重要である。

オキナワトゲネズミの最後の生息地西銘岳：マングースのいない原生的な老齢林

本種が発見された当時の 1939 年には、名護市北部の源河川流域と国頭村北部の西銘岳から西海岸に流れる辺野喜川流域で標本が得られていることから名護市北部以北に広くオキナワトゲネズミが分布していたと考えられる。しかし、2008 年の約 30 年ぶりの捕獲による本種の再発見以降は、そのほとんどの記録が、辺野喜ダムの北側、西銘岳周辺のわずか数平方 km の範囲でしか得られなくなった（Yamada *et al*. 2010; 城ヶ原 2016）。安田ら（2017）は、文献情報や博物館収蔵の標本情報などを整理し、分布の変遷について調査した結果、種の発見当時から現在までにオキナワトゲネズミの分布面積が 98.4% 減少したと推定している。オキナワトゲネズミの急速な減少要因として、生息環境である老齢林の減少や分断化、フイリマングース（以下マングース）や、ネコ、イヌによる捕食、クマネズミとの競争などの外来哺乳類の問題が挙げられている（Yamada *et al*. 2010; 城ヶ原 2016; 久高・久高 2017）。

オキナワトゲネズミの分布域をマングース防除事業による過去のマングースの捕獲情報（環境省那覇自然環境事務所 2017）や、森林の林齢情報と重ねてみると（齋藤 2011）、現在の分布の中心となっている西銘岳周辺は、侵略的外来種であるマングースの捕獲記録がなく、皆伐をまぬがれた原生的な老齢林がまとまって残されている唯一の森林地域であることが分かる。沖縄島北部は、古くから沖縄県の林業生産の拠点となっており、まとまった面積の老齢林は脊梁部にしか残されていない（齋藤 2011）。西銘岳周辺から最も近いまとまった老齢林が分布している地域は、南南東約 5 km に位置する伊部岳とその周辺の米軍北部訓練場返還地の森林である。脊梁部の老齢林の多くは、2016 年 9 月環境省により「やんばる国立公園」に指定され、IUCN からの指摘にあった米軍北部訓練場返還地についても、2017 年 12 月、林野庁により新たに「やんばる森林生態系保護地域」が設置され、その大部分が「やんばる国立公園」に編入されることとなり、希少種の多くが依存する老齢林の保全に前進が見られた。オキナワトゲネズミの直近の分布回復に重要な西銘岳と伊部岳を結ぶ地域は、分布回復のための回廊と位置付け、保護区と緩衝地帯の適切な設定と、周辺地域を含めた生息状況に応じた順応的な管理を実施することが求められる。

日本の外来種問題の中でも最優先課題とされているマングースは（小倉・山田 2011）、世界の侵略的外来種のワースト 100 に指定され、沖縄島北部に固有の日本で唯一の飛べない鳥、ヤンバルクイナの分域の急激な縮小をはじめ、多くの希少種への影響が報告されている。1910 年にハブやネズミ対策のために沖縄島の南部に放されたが、その後、1 年約 1 km の速さで分布を北へと広げ、1990 年代には大宜味村の塩屋湾と東村の平良を結ぶ ST ラインを越えた。さらに、2000 年代の中盤には、西銘岳中腹の森林に設置した自動撮影カメラにも撮影さ

れるなど、沖縄島北部の固有種を保全する上で極めて危機的な状況となっていた（小高ほか 2007）。しかし、2000 年から沖縄県、2002 年から環境省による本格的な防除事業がはじまり、また 2005 年にはマングースは特定外来生物に指定され、環境省と沖縄県による防除計画が策定された。新たな罠の導入や、マングース探索犬の導入、マングースの北上を防止するための柵の設置などの様々な保全策が採用され、マングースの捕獲数は 2007 年をピークに減少に転じた。マングース対策の目覚ましい進展により、西銘岳周辺の森林はマングースの定着をかろうじてまぬがれ、オキナワトゲネズミの直近の分布回復候補地として重要と考えられる伊部岳周辺など国頭村北部の森林では、マングースを局所的に排除することに成功している（環境省那覇自然環境事務所 2017）。オキナワトゲネズミの生息地となる森林の保全と侵略的外来種であるマングース対策は、この 10 年で大きな進展を遂げ、本種の絶滅回避に向けて大きな前進を遂げている。

中琉球共通の保全上の重要課題：ネコ・イヌの対策

ネコやイヌは私たちにとっても身近な哺乳類であるが、独自の進化を遂げた中琉球の固有動物種にとっては大きな脅威となっている（写真 –2）。ネコによる捕食は、トゲネズミ類の減少要因として重要視されており（城ヶ原 2016、塩野崎 2016）、沖縄島北部、奄美大島、徳之島にそれぞれ固有のトゲネズミ類の保全にとって共通の重要課題となっている。

沖縄島北部の地元国頭村安田区では、森林で固有種を捕食するネコの供給源となる飼い猫の飼い方を改善するため、2002 年 5 月、先進的な取り組みとしてマイクロチップを用いたネコの登録を含む「安田区ネコ飼養に関する規則」を施行した。この取り組みは 2005 年の国頭村、大宜味村、東村による「ネコの愛護及び管理に関する条例」の施行につながった。これらのネコ対策の取り組みにより、ネコが見られなくなった集落では、ヤンバルクイナが集落の庭先に出現する事例がみられるようになるなど、大きな効果をあげている（長嶺 2011）。奄美大島では、鹿児島県や関係自治体による「飼い猫の適正な飼養及び管理に関する条例」の策定にくわえ、2018 年 3 月、環境省が「奄美大島における生態系保全のためのノネコ管理計画（2018-2027 年度）」を策定し、本格的なネコの管理対策を実施している。これらの対策は、IUCN の勧告の中でも高く評価され、他の地域へも同水準の計画が導入されることが求められている。

沖縄島北部では、地元からのボトムアップによる地道な取り組みに始まり、行政や地域を巻き込んだ対策が始まっている。一方で、ネコの適正飼養条例が策定されていない沖縄島北部以外の地域からのネコの侵入や持ち込み·遺棄が問題となっている（長嶺 2011）。沖縄島では、現在固有種が生息している沖縄島北部の自治体だけでなく、名護市から那覇市に至るまで、沖縄島全域で同様の適正飼養の取り組みを実現するための息の長い取り組みが必要である。

写真 –2　中琉球奄美大島の希少種が生息する森林内で撮影されたネコの親子（奄美大島瀬戸内町）

オキナワトゲネズミの最後の生息地にイヌの群れ

ネコとともに、人間活動が供給源となり問題となっているのがイヌである。2016 年 9 月、国頭村の東海岸を中心に、イヌが群れで徘徊しヒトを取り囲んだり追いかけたりする被害について報道された（沖縄タイムス 2016 年 9 月 9 日）。NPO 法人どうぶつたちの病院沖縄などによる調査では、2013 年頃からイヌの観察事例が増加し、20 頭近い群れが観察されるようになっていた。オキナワトゲネズミの最後の生息地となっている西銘岳の森林においても、国立公園の特別保護地区内に設置した自動撮影カメラにもイヌの群れが撮影されるようになった（写真 –3）。イヌの目撃情報や自動撮影情報は、環境省やんばる野生生物保護センターが中心となって情報共有され、国頭村世界自然遺産対策室（現世界自然遺産推進室）を筆頭に沖縄県や環境省、NPO などによる迅速な対応が行われたことで、2017 年の夏以降はイヌの目撃情報が減少しつつあり、早期の取り組みが功を奏しているものと考えられる。イヌは 1 頭でも短期間で大量の希少種を捕殺する能力があり、生息情報が得られた際には、迅速に捕獲できるシステムを構築することが重要である（亘ほか 2007）。ネコと比べて比較的体サイズが大きなイヌは、中琉球の森林の中では、えさ不足に陥りやすく、定住して継続的に繁殖するほどの十分な栄養がとれないと考えられる（亘ほか 2007）。しかし、

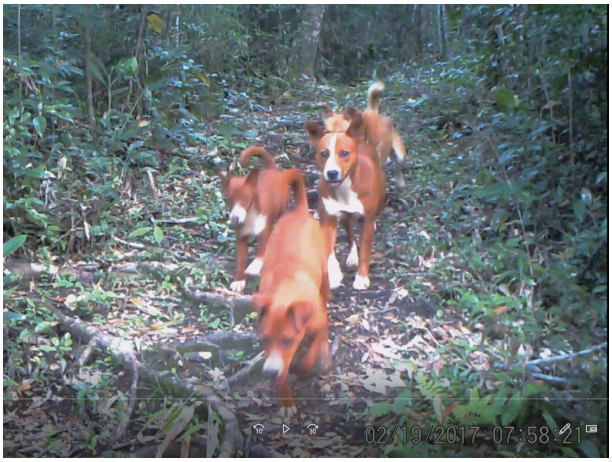


写真 –3　オキナワトゲネズミの主要な生息地西銘岳の森林内で撮影されたイヌの群れ（沖縄島国頭村）

写真 –4　スダジイの豊作年に路上にたまったドングリ（奄美大島瀬戸内町）。

飼育管理や遺棄防止、廃棄物などが意図しない餌付けとならないような環境整備などの取り組みが進展しなければ、再び同じ状況が繰り返されることが予測される。

オキナワトゲネズミの分布回復の兆し

生息地となる森林の保全や外来種対策などはこの 10 年で大きく進展してきたが、オキナワトゲネズミの分布域は西銘岳周辺に限定されている状態が続いていた。この要因として、ネコなどの外来哺乳類による捕食に加え、ネズミ類の増減に影響を与えることが知られているドングリ（スダジイ）（写真 –4）が、2011 年以降 6 年間にわたって凶作だったことが挙げられる（高嶋・金城 2018）。最後の豊作は 2010 年にさかのぼり、次のドングリの豊作でオキナワトゲネズミの分布が回復するか、注目されている。この検証のために、我々は 2015 年からオキナワトゲネズミを効率的にモニタリングするために開発した巣箱カメラ等を用いて、主要な分布域である西銘岳周辺と分布回復が期待される国頭村北部において調査を行っている。2017 年の秋は 7 年ぶりのドングリの豊作年であった。2018 年 4 月、近年ほとんど生息情報がなかった辺野喜ダムの南側に設置した巣箱カメラでオキナワトゲネズミの生息が確認され、その後も継続的に撮影されるようになった（写真 –5）。長く見られなかったオキナワトゲネズミの分布回復の兆しが見え始めた可能性があり、今後も継続して調査を実施し、回復を確認する予定である。

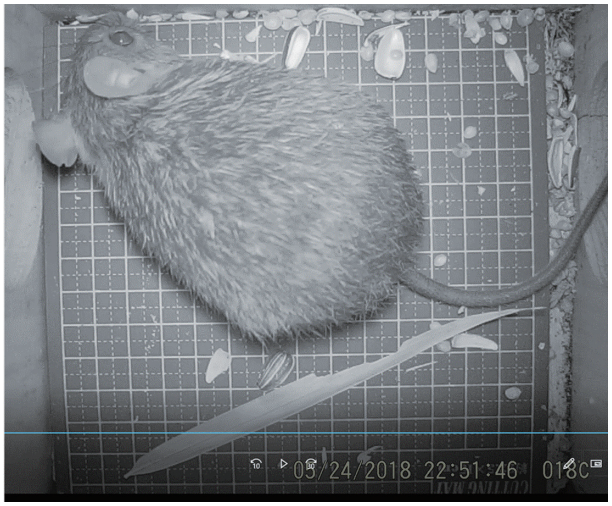


写真 –5　巣箱カメラにより辺野喜ダムの南側で撮影されたオキナワトゲネズミ（沖縄島国頭村）

おわりに

世界自然遺産推薦地「奄美大島、徳之島、沖縄島北部及び西表島」では、林業をはじめ住民生活と推薦地域が非常に近接している。このため、日本政府の推薦書では、保全のコアエリアとなる遺産地域と緩衝地帯に加え、「周辺地域」を設定し、地域住民の協力・参画を得ながら実施する「包括的管理計画」を立案することで、遺産価値の維持管理を実現しようとしている。遺産価値を維持するためには、推薦地に生息するすべての在来種を存続可能な状態で保全する必要がある。包括的管理計画の中には、それぞれの島ごとに行動計画が立てられ、沖縄島北部では、本特集でも紹介されている沖縄県による「やんばる型森林業」の推進をはじめ、様々な取り組みが記載され、実践がはじまっている。世界自然遺産は、登録されることよりも、その後の管理こそが重要である。限られた遺産地域の価値を緩衝地帯や周辺地域の適切な管理をすることにより、世界で最も絶滅の恐れの高い哺乳類の 1 種であるオキナワトゲネズミの絶滅を回避し分布回復を実現することができれば、世界自然遺産における生物多様性保全のための新たなモデルを示すことができると考えている。

ここで紹介した研究の一部は、環境研究総合推進費

4-1503「奄美・琉球における森林地帯の絶滅危惧種・生物多様性保全に関する研究（2015-2017）」及び、4-1804「世界自然遺産のための沖縄・奄美の森林生態系管理手法の開発（2018-2020）」の一環として実施した。研究の推進に当たっては、国頭村をはじめ、地元自治体や沖縄県、環境省、NPO など多くの方にご助力いただいた。ここにお礼申し上げる。

引　用　文　献

Honda A, Choijookhuu N, Izu H, Kawano Y, Inokuchi M , Honsho K, Lee A, Nabekura H, Ohta H, Tsukiyama T, Ohinata Y, Kuroiwa A, Hishikawa Y, Saitou M, Jogahara T, Koshimoto C (2017) Flexible adaptation of male germ cells from female iPSCs of endangered *Tokudaia osimensis*. Science Advances 3: e1602179

Ishii N (2016) *Tokudaia muenninki*. The IUCN Red List of Threatened species 2016: e. T21972A22409515

IUCN (2016) Top 20 Threatened Small Mammals. URL:https://www.iucn.org/news/species/201605/top-20-threatened-small-mammalsl; 2018 年 7 月 15 日確認

IUCN (2018) IUCN World Heritage Evaluations 2018.URL:http://whc.unesco.org/archive/2018/whc18-42com-inf8B2-en.pdf#page=51l; 2018 年 7 月 15 日確認

城ヶ原貴通（2016）琉球列島のネズミ類　トゲネズミとケナガネズミ．（日本のネズミ多様性と進化．本川雅治編，東京大学出版会）．169–184

環境省（2018a）2018 年版レッドリスト．URL: https://www.env.go.jp/press/105504.html; 2018 年 7 月 15 日確認

環境省（2018b）奄美大島，徳之島，沖縄島北部及び西表島に関する IUCN 評価結果の概要について．URL:https://www.env.go.jp/press/files/jp/109063.pdfl; 2018 年 7 月 15 日確認

環境省那覇自然環境事務所（2017）平成 28 年度沖縄島北部地域マングース防除事業報告書．環境省那覇自然環境事務所，那覇

小高信彦・外山雅大・嵩原建二・佐藤大樹（2007）西銘岳におけるジャワマングース *Herpestes javanicus* の自動撮影記録 . 九州森林研究 60: 104–105

久高奈津子・久高將和（2017）オキナワトゲネズミは夏期に昼行性，冬期に夜行性を示す．哺乳類科学 57: 235–239

Kuroiwa A, Handa S, Nishiyama C, Chiba E, Yamada F, Abe S, Matsuda Y (2011) Additional copies of CBX2 in the genomes of males of mammals lacking SRY, the Amami spiny rat (*Tokudaia osimensis*) and the Tokunoshima spiny rat (*Tokudaia tokunoshimensis*). Chromosome Research 19: 635–644

Murata C, Yamada F, Kawauchi N, Matsuda Y, Kuroiwa A (2012) The Y chromosome of the Okinawa spiny rat, *Tokudaia muenninki*, was rescued through fusion with an autosome. Chromosome Research 20: 111–125

長嶺　隆（2011）イエネコーもっとも身近な外来哺乳類 .（日本の外来哺乳類－管理戦略と生態系保全．山田文雄・池田透・小倉剛編，東京大学出版会）．285–316

小倉　剛・山田文雄（2011）I 日本の外来哺乳類問題 第 4 章 フイリマングース　日本最優先対策種．（日本の外来哺乳類　管理戦略と生態系保全，山田文雄・池田　透・小倉　剛編，東京大学出版会）．105–137

沖縄県環境部自然保護課（2017）改訂・沖縄県の絶滅のおそれのある野生生物 第 3 版（動物 編）－レッドデータおきなわ . 沖縄県環境部自然保護課

齋藤和彦（2011）森林簿にもとづく沖縄県国頭村域の林齢分布の分析．環境情報科学論文集 25: 245–250

塩野﨑和美（2016）好物は希少哺乳類　奄美大島のノネコのお話（奄美群島の自然史学．水田　拓編著，東海大学出版部）．271–289

高嶋敦史・金城孝則（2018）沖縄島やんばる地域における天然林優占種の落下種子数の年変動．九州森林研究 71: 109–112

亘　悠哉・永井弓子・山田文雄・迫田　拓・倉石　武・阿部愼太郎・里村兆美（2007）奄美大島の森林におけるイヌの食性：特に希少種に対する捕食について．保全生態学研究 12: 28–35

Yamada F, Kawauchi N, Nakata K, Abe S, Kotaka N, Takashima A, Murata C, Kuroiwa A (2010) Rediscovery after thirty years since the last capture of the critically endangered Okinawa spiny rat *Tokudaia muenninki* in the northern part of Okinawa Island. Mammal Study 35: 243–255

安田雅俊・関　伸一・亘　悠哉・齋藤和彦・山田文雄・小高信彦（2017）絶滅危惧種オキナワトゲネズミ *Tokudaia muenninki* の分布の変遷．哺乳類科学 57: 227–234

やんばるの森林構造とこれからの管理

高嶋　敦史

（たかしま　あつし、琉球大学農学部附属亜熱帯フィールド科学教育研究センター与那フィールド）

はじめに

やんばる地域は、温暖かつ湿潤な気候で、主にスダジイ（沖縄ではイタジイと呼ばれる）が優占する亜熱帯性常緑照葉樹林が広がっている。また、かつて中国大陸や日本本土と陸続きであった時代に移動してきた動植物から、島が形成される過程で多くの固有種が誕生し、生物多様性の高い複雑な森林生態系を育んでいる。このような背景から、2016 年 9 月には脊梁部を中心に「やんばる国立公園」が指定され、現在は世界自然遺産登録にむけた準備も進められている（図 -1）。

一方で、やんばる地域は沖縄の木材生産の中心地でもある。かつては、第二次大戦後の復興用資材生産のための伐採やその後の木材需要の増加などから、1945 年の終戦後から 1972 年の本土復帰頃まで、強度な伐採活動が広域にわたって実施された（高嶋ら 2008）。そのため、やんばる地域の森林は、二次林や伐採後に植林が実施された人工林が占める割合が高く、人為活動の影響をあまり受けていない自然度の高い森林は限定的にしか残されていない（齋藤 2011）。

それでは、現在のやんばるの森の構造は、どのようになっているのだろうか。本稿では、伐採活動の影響の少ない非皆伐成熟林や二次林といった天然生林を中心に、既往の知見などを紹介する。また、国立公園の管理や、今後の世界自然遺産登録に向けて必要な取り組みなどについても考察する。

天然生林の構造と特徴

非皆伐成熟林について、Enoki（2003）は国頭村内に 4 ha の調査区を設け、その林分構造を取りまとめた。地形が急峻なやんばる地域の森林で、尾根から谷までの地形を網羅する形で行われたこの調査では、スダジイが胸高断面積で 49％を占め、以下イジュが同 14％、イスノキが同 5％を占めた。このことから、やんばる地域の非皆伐成熟林では、スダジイが突出した第 1 優占種になっているとことがわかる。また、この調査ではイジュが 3 位以下に大きく差をつけて第 2 優占種になっていたが、その後の研究でイスノキが第 2 優占種になる林分も国頭村内で確認されている（高嶋ら 未発表）。そのため、第 2 優占種以下の種構成を左右する要因については、さらなる調査研究が必要である。

また、この Enoki（2003）で調査された 4 ha のうちの 1 ha は、環境省の「モニタリングサイト 1000」事業により、2005 年以降毎年、毎木調査や落葉落枝量、落下種子量などの調査が実施されている。その結果、2012 年の台風攪乱に伴う枯死木の大量発生（図 -2）や、その後の林床における更新の動態などが記録されつつある。また、スダジイの堅果生産では、2009 年と 2010 年に連続して豊作がみられ、その後 2011 年から 2016 年までは凶作が続いたこと（高嶋・金城 2018）なども記録されている。

一方で、第二次大戦後に強度な伐採を受け、その後再生した二次林については、高嶋ら（2014）が国頭村内

図 -1　世界自然遺産候補地の森

図 -2　台風被害を受けた非皆伐成熟林

図 –3　（上）大径木が一定密度で生育する非皆伐成熟林と、（下）細い幹が多い約 60 年生二次林の林相

に 0.5 ha の調査区を設け、約 60 年生時点の林分構造を取りまとめた。胸高断面積でスダジイが 46％を占め、イジュが同 14％で続くなど、第 1 ～第 2 優占種の優占度は Enoki（2003）で調査された非皆伐成熟林と大きな違いはなかった。しかしながら、その後の「モニタリングサイト 1000」事業の調査で得られたデータと同条件で比較すると、DBH25 cm 以上の太い幹の本数が半分以下に留まっていること、遷移後期種のイスノキの再生が遅れていることなど、非皆伐成熟林とは異なっている点も明らかになった（図 –3）。また、高嶋・稲福（2017）はこの調査区を再測定し、遷移の過程でスダジイの DBH10 ～ 20 cm の幹が減少している傾向や、主要樹種の年平均 DBH 成長量（スダジイ：0.15 cm/ 年、イジュ：0.12 cm/ 年，イスノキ：0.05 cm/ 年）について明らかにした。

林分構造と動植物の関係

やんばる地域の生物相の特徴のひとつに、大径木を利用する希少種が多いことが挙げられる。キツツキの仲間のノグチゲラや、樹洞を利用するケナガネズミ、ヤンバ

図 –4　ケナガネズミが巣材を詰め込んだ樹洞（写真撮影：中西晃）

ルテナガコガネなどがその代表である。同じ南西諸島の奄美大島では、大径木が亜熱帯性照葉樹林の保全を考えるうえで重要な指標になるという研究事例もあり（松本ら 2015）、やんばる地域においても適正な密度で適切な種構成の大径木を森林内に維持することが重要であると考えられる。

筆者らは、平成 27 ～ 29 年度に環境研究総合推進費（4-1503）「奄美・琉球における森林地帯の絶滅危惧種・生物多様性保全に関する研究」を受け、非皆伐成熟林における大径木の種構成や、野生生物が利用する樹洞の発生状況（図 –4）、さらには着生植物の定着状況などについて調査した。先に述べたイスノキの優占度が高い林分の存在や、主要樹種の DBH と樹洞発生率の関係、着生ランの樹木への定着状況などについて興味深いデータが得られており、結果の公表に向けた準備を進めている。また、約 65 年生の二次林においても大径木の生育状況を調査しており、こちらも結果の公表に向けた準備を進めている。

天然生林のこれからの管理

やんばる国立公園の誕生にあたり、非皆伐成熟林を中心に、保護の優先度が高い特別保護地区と第 1 種特別地域が指定された。これらの地域は、世界自然遺産の候

補地にもなっている。やんばる地域の非皆伐成熟林と戦後の伐採活動後に再生した二次林を比較すると、大径木や遷移後期種の密度などに違いがみられた。このことは、60 年生以上に達した二次林も、この地域の生物相を保全するには十分な機能を持ち合わせていないことを示唆している。そのため、長期的な視点に立つと、周辺に広がる第 2 種特別地域や第 3 種特別地域に含まれる二次林の林相を、非皆伐成熟林の林相に近づくよう誘導する試みも必要になると考えられる。

その一方で、やんばる地域では、小面積になったものの天然生林の皆伐による木材生産も継続的に実施されている。家畜敷料やキノコ菌床栽培用のオガコ、工事用材や木工用材などの県内需要が主であるが、本土におけるバイオマス発電の普及などに伴い沖縄にこれらの材が移入されなくなったため、沖縄県内での木材生産によってこれらの需要を満たす必要が生じている。そのため、一定面積の伐採が認められている第 2 種特別地域や第 3 種特別地域、もしくは国立公園外の森林を使用して木材生産を行うことになるが、生物多様性の維持や生態系の保全に悪影響を与えないような配慮は必要である。そのため、これらの伐採が認められている地域においても、厳密な伐採地の選定や、伐採面積、伐区の形状の検討などが求められるだろう。

おわりに

やんばる地域の森林は、大半が過去の人為活動の影響を受けており、原生的な森林はほとんど残されていない。しかしながら、多くの固有種を含む高い生物多様性は維持されており、生物相の保全に向けた積極的な取り組みが必要である。

一方で、やんばる地域では、希少生物が暮らす森林と人間の生活空間の距離が極めて近い。そのため、人と森の結びつきが強く、世界自然遺産候補地の中にも県道や林道が通り、周辺には果樹園や畑なども多く広がっている。このようなことから、世界自然遺産登録を目指す中においても、保護すべき自然に対して人間の影響を完全に取り除くことは難しい。

そこで、今後のやんばる地域では、自然と人間の適切な共生関係を築くことが重要になる。その中で、森林管理においては、高い解像度で林分の構造を把握し、その遷移や動態の予測などから適切な利用保全計画を立てることが求められる。そしてその際には、生物多様性の維持と生態系の安定、そして地域住民の暮らしが豊かになることを目標に、様々な視点から研究や議論を重ねる必要があるだろう。

引　用　文　献

Enoki T (2003) Microtopography and distribution of canopy trees in a subtropical evergreen broad-leaved forest in the northern part of Okinawa Island, Japan. Ecol. Res. 18: 103–113

松本　斉・大谷雅人・鷲谷いづみ（2015）奄美大島における保全上重要な亜熱帯照葉樹林の指標候補としての大径木．保全生態学研究 20: 147–157

齋藤和彦（2011）森林簿にもとづく沖縄県国頭村域の林齢分布の分析．環境情報科学論文集 25: 245–250

高嶋敦史・稲福真一（2017）沖縄島やんばる地域における 65 ～ 70 年生二次林の動態．九州森林研究 70: 17–20

高嶋敦史・加治佐剛・齋藤和彦（2008）空中写真から判読した沖縄島北部地域における森林利用・開発の推移．九州森林研究 61: 57–60

高嶋敦史・金城孝則（2018）沖縄島やんばる地域における天然林優占種の落下種子数の年変動．九州森林研究 71: 109–112

高嶋敦史・大島順子・久高将和・齋藤和彦（2014）沖縄島やんばる地域における亜熱帯性天然林の林分構造－ 60 年生二次林と非皆伐成熟林の比較－．森林計画学会誌 48: 27–34

奄美大島の森林利用

杉村　乾（すぎむら　けん、長崎大学環境科学部）

はじめに

奄美大島における主な森林利用は天然林の皆伐をともなう林業と希少種の観察などを対象とするツーリズムである。世界自然遺産登録を成功させるためには、林業と希少種の保全を両立させると同時に、森林ツーリズム的利用も共存させることが課題である。希少種については、移入種マングースの影響という観点から、Watari *et al.* (2008)、Fukasawa *et al.* (2013) など、多くの研究報告が見られるようになった。一方、森林利用に関する研究としては、1990 年代の半ばに伐採量が大幅に減少して以降の研究は極めて少ない（杉村 2016）。以上のことから本稿では、林業及び森林ツーリズムについての現況や動向を紹介した後、森林利用と希少種保全の共存について考察した。

図 –1　天然林の皆伐跡地

林業

奄美大島は 64 千 ha が森林で被われているが、その林業はチップ材搬出のための皆伐施業と天然更新であり、本土の人工林施業とは異なる。スギが植林されていたこともあったが成功せず、今は行われていない。伐採跡地（図 –1）には伐採木の萌芽更新のほか、アオモジやアカメガシワなどのパイオニア樹種、ススキなどの草本やシダが生えた後、スダシイ、イジュ、イスノキ等の常緑広葉樹が優占する森林が再生する。伐期は林齢 50 年前後が目標である。また、近年は複層林改良と称する除間伐事業がさかんに行われている（図 –2）。

過去の推移を見ると、1960 年代前半から 1970 年頃にかけて伐採のピークがあり、その後も 1990 年代前半まで大規模な皆伐施業が続いた。この間、生産量は概ね年間 100 ～ 200 千 m^3 で推移している。1990 年代半ばには生産量の急激な低下があったが、その頃には択伐林と老齢林は 5 千 ha 余り（森林面積の約 10％）にまで減少した（杉村 1995）。この急激な生産量減少には、輸入チップ材価の低下による競争力低下、チップ工場の閉鎖、森林の若齢化による適齢伐期の森林の減少などの背景があると考えられる。さらに、国有林では希少種保護に積極的な事務署長に交替してから伐採面積は激減した。2000 年代半ばには輸入チップ材価格が上昇し、2007 年から宇検村と大和村のチップ工場が稼働したうえ、1960 年代に伐採された森林が 50 年生以上になりつつあることなどから、伐採量は 40 千 m^3 程度に増加した。

図 –2　複層林改良事業地（左）と未着手の場所（右）

表 –1　森林伐採面積の推移（単位 ha）

	2012	2013	2014	2015	2016
奄美市	10.9	13	9.8	2.6	1.6
大和村	55.8	38.9	28.7	19.8	1
宇検村	30.8	8.5	38.7	26	12.8
瀬戸内町	1.5	6.2	3.6	1.6	10.3
龍郷町			0.2		1.1
計	99	66.5	81	50.1	26.8

（各年度内の面積を示す。資料提供：鹿児島県大島支庁）

近年は 2017 年の国立公園設立にともない、大和村で行われていた会社有林の伐採はチップ工場の閉鎖とともに停止することが決まり、伐採面積及びその推移は表 –1 に示すように減少傾向にある。また、宇検村で減少する一方、瀬戸内町では増加しているが、島内で唯一となった宇検村のチップ工場では大幅に増産する計画はないとのことである。さらに、国立公園第 2 種特別地域（二特）の指定を受けると 1 個所の伐採面積が 10 ha 以下に制限されるが、現在、伐採の多くは二特域内で行われており、1 個所当たりの伐採面積の平均は 2012 年度の 2.88 ha から 2016 年度の 1.31 ha へと縮小傾向にある。用途としては、かつてはパルプ用であったが、九州本土の引取先が森林認証を取得している一方で島材は認証材でないため、パルプ用としては受入れらなくなった。そのため、発電用チップとして搬出している。

大和村以外では、国立公園化が林業に対して与えた影響として二特における制限がある。奄美大島では、環境省、5 市町村の関係部署、森林組合、伐採業者、チップ工場、コンサルタント会社などが参加する協議会が設立され、林業に対する制限に関わる取り決めが行われた。それらを列記すると、(1) 80 年生以上は保存林（禁伐）、(2) 片側 20 m の保残帯を以下の所に設ける［道路脇（広域基幹林道以上の規格）、特別保護地区と第 1 種特別地域（特保と一特）の境界、1/25,000 地図上で明記されている部分の河川（両側）及びこれら河川の分水嶺となっている尾根］、(3) 希少種が依存する環境：未設定であるが、おそらく環境省に委任する、(4) 急傾斜地（＞ 30° ）は避ける、(5) 架線での作業に支障ある樹木は伐採可、(6) 一伐区の面積は 10 ha 以下、である。森林簿等をもとに宇検村において、これらの条件に適合する部分を調査したところ、80 年生以上は約 2％で、保残帯は約 1 割であった。伐採面積の制限については、国立公園指定前から一伐区の面積は大半が 10 ha 以下であったので、あまり影響を受けないと言える。

今後の動向について考えてみると、過去に比べれば広大な面積の保護地域が生まれたが、禁伐になっているのは、特保と一特（林野庁の生態系保護地域と重複）のほぼ 11,500 ha、林野面積の 17％である。それ以外の地域は複層林改良事業だけでなく、いつでも皆伐が可能であり、現在、伐採が小面積にとどまっているのは、チップ工場が一つしか稼働していないこと、バイオマス発電用チップの買取価格が安いこと、山（木材）の買い付けにおいて地元集落の同意が得にくくなっていることなど、もっぱら社会経済的な要因が背景になっている。つまり、伐採に対する規制が働いているからというよりは、潜在的に可能な規模に比べて小さな面積で伐られていることによるので、不確実性は高い。

森林ツーリズム

森林を対象としているコース数は約 30 あり、生物を対象としているケースが多く、ガイド内容の 70％が「動植物の観察」または「生物の撮影を楽しむ」であった（杉村 2016）。ツアー業者から上げられたコースの中で特に多かったのは、宿泊施設が集中する名瀬から車で 1 時間以内の金作原（図 –3）での原生林観察を含むツアーが 11、他の候補地よりも名瀬からは至近にある奄美市住用スタルマタ林道での主にアマミノクロウサギを見るためのナイトツアーが 8、名瀬から 2 時間以上かかる湯湾岳が 8 であり、3 区域に集中する傾向が見られた。金作原は参加グループあたりの人数も多く、ツアー参加者数全体に占める割合についてはさらに集中の度合いが強く表れていた。

空港で観光客に聞き取り調査をしたところ、回答者 112 人のうち 14％程度はガイドを利用して山間部の森林を訪れていた。金作原では、2016 年 8 月の 1 ヵ月、林内に置いたカメラがツアーガイドも含めて計 1,330 人、1 日当たり最大 85 人の訪問を記録した。集中する時期は総じて 8 月が最も多かった（図 –4）。とくに多い時期は、5 月の連休、8 月の盆休み、10 月初旬の連休で、10 月には 1 日最大 138 人を記録した。スタルマタ林道では 8 月に計 195 台の通過（往復した場合は 1 台とカウント）、一晩平均 6 台の車を記録した。一方、湯湾岳は若年層の利用が多く、推定年齢層であるが 10 ～ 30 代が約 7 割を占めていた。

世界遺産登録がツーリズムに与える影響としては、さほど大きな増加は見られない可能性もある。野生生物保護センター入館者数の推移を見ると、近年必ずしも上昇傾向にはない。2003 年に環境省が世界自然遺産候補に選定したが、LCC が運行を開始した 2014 年に上昇したとき以外には上昇傾向は見られず、国立公園の設立後はわずかに減少している。また、ダイビングが流行していた 2000 年の方が多くの入館者数が記録されている。さらに、他の遺産地域を見たとき、知床では指定後に 1

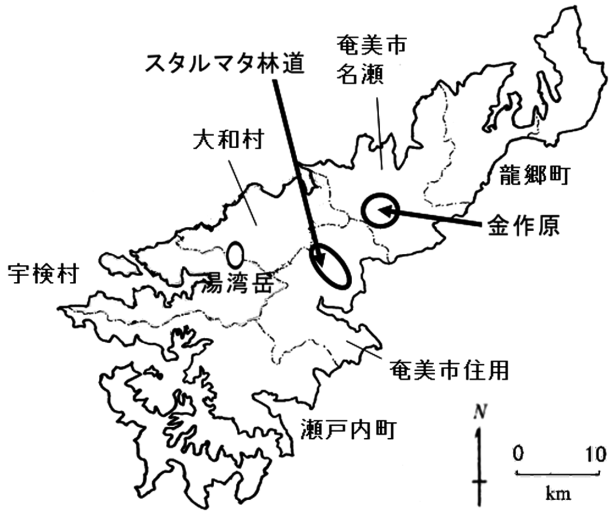


図 -3　奄美大島の市町村とツアーが集中する区域

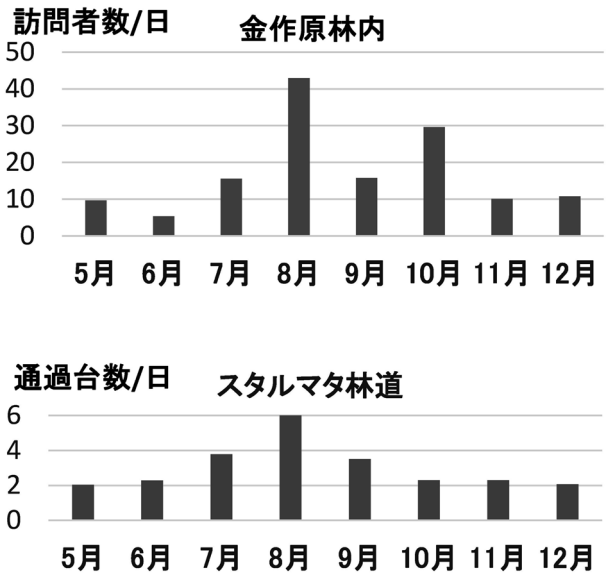


図 -4　ツアー対象地における訪問者数等の推定値

割程度増えたが、その後、大幅に減少し、指定前のピーク時に比べて 2/3 以下にまで減少、白神は指定前より多いが、それでも指定後のピーク時の 2/3 以下にまで減少している。屋久島では指定後に徐々に増えていたが、近年は少しずつ減少傾向にある。

今後の増減にかかわらず、金作原ではオーバーユースが懸念され、ゲートを設けて規制が始まった。屋久島の縄文杉の例などを鑑みての措置だと聞いているが、考え方を整理する必要はある。まず、金作原が利用の集中によって負のインパクトを受けているか？次に、集中を避けて利用を分散させるのがよいか？生態系への悪影響については詳細な調査が必要であるが、具体的な問題はまだ指摘されていない。環境省九州地方環境事務所（2018）によれば、屋久島における縄文杉ルートへの入り込み数が月平均 5 千人程度であるので、金作原でのインパクトはこれに比べると明らかに小さい。また、屋久島と奄美大島の違い、つまりハブの危険性を注意する旨の看板を設置するとともに、ガイドが注意喚起すれば、路傍への立ち入りによる植生等への影響を受けずにすむのではないだろうか。また、一つの目玉であるオキナワウラジロガシの巨木を保護するためには、柵などを設けておけばよいであろう。スタルマタ林道も同様にナイトツアーの集中が懸念されているが、ナイトツアー利用がほとんどない隣接する作業道でウサギの糞が 300 個 /km 程度しか見られなかったのに対し、スタルマタ林道の 2007 年の調査では 7,000 個 /km 以上の糞粒が確認され、その後も継続的に多数の糞粒が確認されていたことから、ストレスはあるとしても好んで出てきていると推察される。他方、利用を分散させると、整備されていない所へガイドなしで入り、ロードキルや人身事故が増えることもありえる。

森林利用と希少種の保全の共存：結びにかえて

森林利用は言うまでもなく希少種保全と両立しなければならない。過去においては森林伐採が有為な影響を与えたと見られる（杉村 1991）が、現在の伐採規模から考えると、将来的には林業がさかんな宇検村においても 80 年生あるいは 100 年生以上といった高齢級林が大半を占めるようになる（杉村 2016）。これは、ケナガネズミやオーストンオオアカゲラなど、大径木を生息条件に要する種にとっては好要因であり、1985 年夏からほぼ 8 年おきに続けてきた調査においてはオーストンオオアカゲラが継続して増加していることからも裏付けられる。また、シジュウカラ、ヤマガラ、オオトラツグミなどにも同様の傾向が見られる。これらの鳥獣種の増加は、マングース駆除の成功に連動して他の多くの種が回復しつつあることとともに、森林ツーリズムにとってプラスとなっているはずである。

一方、アマミノクロウサギについては、糞粒数のカウント結果をもとに高齢級林と草地との組み合わせが高密度域の一つの条件であるという仮説が提示されている（Sugimura *et al.* 2000）。このような環境の減少とマングースの増加や分布拡大の時期が重なっているので検証は難しいが、高齢級林が維持される限り、小面積の伐採は問題にならないと考える。マングース駆除の成功にともなってアマミノクロウサギの分布域は回復しつつあり、ナイトツアーという利用面から見るとプラスである。経験的に見ると、林道上の糞粒数が 1 千個 /km を超えるような林道区間でアマミノクロウサギが目視できる確率が高く、ツアーの対象となってきた。2016 年に行った調査では、金作原から西へ 3.5 km ほどの所ではこの程度までに糞粒数が多くなっていた。スタルマタ林道の

過剰利用を緩和するためには、ガイドの間で利用頻度を調整するとともに一般車両の通行を制限しつつ、島の中部を走る中央林道の利用へ分散させることも一つの方法かもしれない。

森林伐採が今後も宇検村と瀬戸内町にほぼ限られるならば、大半の森林は高齢級林になっていく。しかし、一つの動きとして森林系バイオマス需要が増大し、供給が現在の２倍近い水準にまで達する可能性が高いという（久保山 2018）。チップ工場が増設され、伐採面積が倍増していく可能性はないだろうか？前述したように、林業活動を完全に制限している地域の面積割合は一部に留まっている。また、現時点では森林認証が一つの制限要因になっているが、国立公園内から産出される材は認証材と同等であると認めようとする考えもある。伐採には環境省の認可が必要であることから、かつてのような大面積伐採は起きないが、伐採面積が現在の数倍にまで増える可能性は否めない。複層林改良事業も含め、林業をとりまく環境の変化に留意していく必要がある。

引　用　文　献

Fukasawa K, Miyashita T, Hashimoto T, Tatara M, Abe S (2013) Differential population responses of native and alien rodents to an invasive predator, habitat alteration and plant masting. Proceedings of the Royal Society, B: DOI: 10.1098/rspb.2013.2075

環境省九州地方環境事務所（2018）屋久島への入込者数等の推移．https://www.env.go.jp/park/yakushima/ywhcc/wh/arikata/1/161225-4-2-3.pdf（2018 年９月７日最終閲覧）

久保山裕史（2018）木質バイオマス発電の現状と課題．環境情報科学 47: 10–15

杉村　乾（1991）奄美大島における森林伐採の鳥類群集への影響．日本林学会大会発表論文集 102: 311–312

杉村　乾（1995）森林政策決定の差異が奄美大島の壮齢林の断片化と希少鳥獣の生息環境に与える影響．第９回環境情報科学論文集 : 121–126

杉村　乾（2016）奄美大島における林業、ツーリズム及び希少種保全の共存のための森林管理方針について．環境情報科学学術研究論文集 30: 145–150

Sugimura K, Sato S, Yamada F, Abe S, Hirakawa H, Handa Y (2000) Distribution and abundance of the Amami rabbit *Pentalagus furnessi* in the Amami and Tokuno Islands, Japan. Oryx 34: 198–206

Watari Y, Takatsuki S, Miyashita T (2008) Effects of exotic mongoose (*Herpestes javanicus*) on the native fauna of Amami-Oshima Island, southern Japan, estimated by distribution patterns along the historical gradient of mongoose invasion. Biological Invasions 10: 7–17

森林の持続可能な観光利用による やんばる地域の振興に向けて

沖縄県農林水産部森林管理課

はじめに

沖縄県森林管理課では、平成 27 年度～平成 29 年度の 3 カ年をかけ、国頭、大宜味、東のやんばる 3 村で一体となった森林ツーリズムの推進体制の構築を目的とした「やんばる型森林ツーリズム推進体制構築事業」を実施しました。

具体的には、地域の観光事業者、森林関係団体、関係行政機関等から構成される検討委員会の開催により、フィールドにおける利用ルールやガイド制度等を定めた「やんばる森林ツーリズム推進全体構想」の策定、及びその構想の実現に必要となる組織の設立に向け、地域と共に取り組みましたので、その内容について紹介します。

森林ツーリズムとは

沖縄県では、森林ツーリズムを、森林・林業と密接に関わり形成されてきた山村地域に固有の自然・文化・歴史等の資源を、適切な管理に基づく保全対策を講じつつ、持続可能な形で活用することで、地域資源の保全と観光業による利用を両立させ、山村地域の振興をめざす自然体験型の観光の考え方としています。

森林ツーリズム推進の意義

1）やんばる型森林業の推進に向けて

やんばる地域は、古くから県内最大の木材産地であり、雇用等の面からも林業は村にとって重要な産業である一方、近年では、やんばるの森が育む豊かな生物多様性の保全を求める声がますます大きくなっている状況にあります（写真 -1）。

このような中、沖縄県では、平成 25 年に、森林の利活用と自然環境の保全の両立を目指すとした「やんばる型森林業の推進（施策方針）」を策定しました。その推進施策の 1 つとして、自然環境への負荷の少ない「森林ツーリズム」を位置付けております。

2）世界自然遺産登録への対応

やんばる地域は平成 30 年度の世界自然遺産登録を目指しておりましたが、IUCN の登録延期という勧告を受け、一旦取り下げを行いましたが、早期の登録実現に向けて、引き続き取り組んでいくこととしております。

遺産登録については、経済効果に期待が高まっている一方で、多数の入込客が押し寄せ、オーバーユースによる自然環境の劣化等が懸念されています。そこで、森林ツーリズムの推進による、やんばる地域の固有の資源を

写真 -1　やんばるの森

持続可能な形で活用した、観光による地域振興が求められています。

事業実施上の留意点

1）地域主導での取組

本事業では、3村一体となった全体構想を策定し、運用するための組織化を成果目標に設定しましたが、事業終了後に、これらの組織が機能するには、実際に運営に関わる地域の関係者の合意が得られなければならず、地域の主体性が損なわれては、継続的な取り組みは見込めません。そこで、本事業では、地域主導のもと進めるため、村毎に話し合いの場を設置し、先ずは各村が主体的に検討してもらう形としました。これにより、一定の自主性が確保されたことで、協議内容について、自ら責任を負う意識が生じたと考えています。

2）3村間での合意形成

「やんばる」の知名度を生かし、観光地としてのブランド化を図るためには、3村が一体となって取組を実施していくことが効果的であることから、各村の事務局間での話し合いを幾度も重ねた結果、一定の妥協にも理解を頂きながら、3村共通の制度の構築にこぎ着けることが出来ました。

3）森林・林業関係者への働きかけ

森林・林業関係者が、林業体験や森林環境教育など、一般のツーリズム事業者とは異なる側面から、やんばるの森と人との関わりについて自ら説明を行うことで、新たな雇用の創出だけでなく、林業という本来の仕事について誇りを持って来訪者に伝えられるような機会が生まれることを期待し、積極的に働きかけを行いました。

ただし、様々な意見や、実行体制の確保の問題等、拙速に進める事は難しい面もあるため、時間をかけ、自発的な取組を待つことも必要であると考えています。

おわりに　ー今後の取組についてー

本事業においては、地域のツーリズム事業者、森林・林業関係者、有識者及び関係行政機関等、様々な立場の方にご尽力を頂き、その成果として平成30年5月末に、「やんばる3村森林ツーリズム部会」が「やんばる3村世界自然遺産推進協議会」内に正式に設立されました（写真-2）。本地域は、先に述べたとおり、IUCNの「登録延期」の勧告により、一旦推薦書を取り下げましたが、早期の登録実現に向け、国、県、地元が一体となって必要な取組を推進していくこととしております。IUCNの勧告事項にあった適切な観光管理メカニズムや訪問者管理の実施に向けては、今後は3村の協議会が主体となり、ガイド制度の運用やモニタリングの実施等、全体構想に基づく様々な取り組みを実行することが求められていますが、県としても、微力ながら支援を継続していきたいと考えています。

なお、本取組については、部会が管理運営するwebサイト「Wonderful Forest やんばる」（https://www.yambaru-mori.jp/）で詳しい内容をご確認頂けますので、是非、アクセスして頂ければ幸いです。

最後に、本事業にご尽力頂いた関係各位に、改めて感謝の意を表すとともに、やんばる地域のこれからの末永い振興を祈念して終わりといたします。

執筆：井口　朝道（いぐち　ともみち、沖縄県農林水産部森林管理課）

写真-2　やんばる3村森林ツーリズム部会

環境に配慮した森林利用の構築を目指して

―やんばる型森林業の推進（施策方針）―

沖縄県農林水産部森林管理課

はじめに

沖縄島北部の国頭村、大宜味村、東村に広がる「やんばるの森林」は、琉球王国から続く沖縄の歴史の中で、人々の生活のため建築、土木、産業、生活用材や薪炭材等の供給拠点として常に伐り出され、沖縄の生活･産業･文化を支えてきました。一方、ヤンバルクイナをはじめとした多くの希少野生動植物が生息・生育する生物多様性に富んだ森林であることから、近年では、それらの保全が求められています。そのため本県の林業の主要地である国頭村において、県、国頭村、及び国頭村森林組合は、収穫伐採の小面積・分散化、ノグチゲラの営巣時期の収穫伐採の中止等の環境に配慮した森林利用に努めてきました。しかし、これらの取り組みはその時々の必要性に応じて個々に行われてきたものであり、施策として位置づけられていたものではありませんでした。

やんばるの森林の施策方針の作成（経緯）

そこで県は平成 22 年度から、自然環境の保全と環境に配慮した利活用を強く推進していくため、取り組みの方向性を明らかにし、個々の取り組みを体系化した施策方針の構築に向けて取り組みました。

平成 23 年度から平成 24 年度にかけて、やんばる 3 村や環境行政等を含め 3 つの部会（森林資源情報整備部会、森林利用部会、森林造成・森林施業部会）を設置し、その上に森林業構築検討委員会を立ち上げ施策方針案を作成していきました。平成 24 年度には、施策方針案に対し県民から意見も求めました。そして平成 25 年 10 月に、持続可能な循環型「林業・林産業」と環境調和型「自然体験活動」を組み合わせた「やんばる型森林業」の構築に向けた施策方針を作成しました。

施策方針の内容

(1) 森林の利用区分（ゾーニング）：平成 22 年度に国頭村が作成した「国頭村森林地域ゾーニング計画」を参考に、県営林、東村と大宜味村の民有林も含め、「やんばるの森林」を重視すべき機能に応じて「自然環境保全区域」と「水土保全区域」、「林業生産区域」、「森林利用区域」の 4 つの区域に分けました（図 -1）。「自然環境保全区域」はさらに「中核部（コアエリア）」と「緩衝帯（バッファーゾーン）」に細分化しています。「林業生産区域」も「自然環境重視型」と「自然環境配慮型」に細分化しています。「森林利用区域」は他のエリアと兼ねて設けています。

(2) 森林施業の基本方針：「自然環境保全区域」の「中核部」では森林施業を行わず原生的自然林の維持・継承を図り、「緩衝帯」では原生的自然林を維持しながら、長伐期施業を実施し、単木択伐及び天然力を活かした複層林整備を行います。「水土保全区域」では水土保全機能の維持向上を図ることを基本とし、長伐期施業を実施し択伐による複層林整備、単層林整備、1 ha 未満の小面積皆伐を行います。「林業生産区域」の「自然環境重視型」は主に長伐期施業や標準伐期施業を行い、「自然環境配慮型」では主に標準伐期施業や短伐期施業、造成未利用地の活用を行います。また、両区域とも皆伐を行う場合は 5 ha 未満で可能な限り小面積化することとしています。

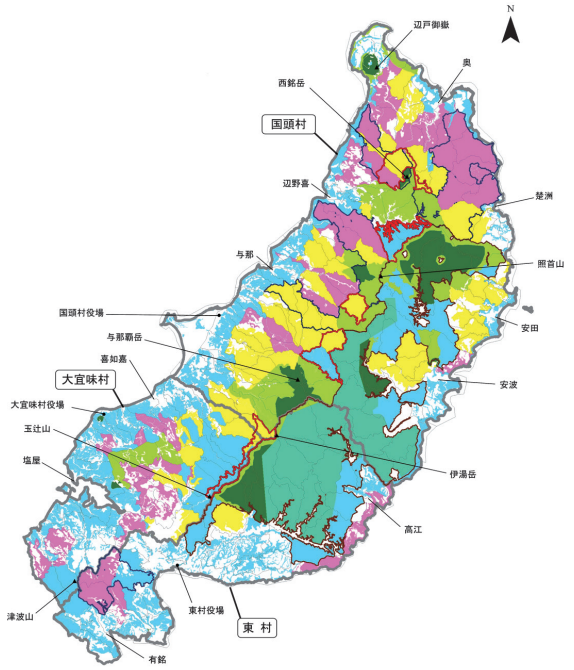
(3) 新たな森林利用（自然体験活動）：県民をはじめ多くの人が自然とふれあう場として、やんばるの豊かな森林資源を活かした森林ツーリズム、森林セラピー、森林環境教育、林業体験などの自然体験活動を推進していきます。

(4) 新たな森林利用（特用樹や特用林産物の活用）：環境負荷の低い保全型の林業･林産業として、樹木の実･葉･茎・花等を利用する伐採を伴わない「特用樹や山菜類の活用」を進めていきます。

(5) 新たな森林利用（造成未利用地の活用）：天然生林の伐採負荷の低減に向けて、現在利用されていない耕作放棄地（非農地）や宿泊施設、娯楽施設等の造成未利用地を新たな林業生産の場として活用していきます。

現在の主な取り組み

平成 25 年度から、収穫伐採における環境負荷の低減を図るため、スイングヤーダやタワーヤーダといった高性能林業機械を用いた帯状択伐の実証試験に取り組んでいます（写真 -1）。また、平成 25 年度には、森林施業中に「文化財保護法」、「県文化財条例」、及び「種の保



凡例

Ⅰ 自然環境保全区域	①自然環境保全区域（中核部）
	②自然環境保全区域（緩衝帯）
Ⅱ 水土保全区域	③水土保全区域
Ⅲ 林業生産区域	④林業生産区域（自然環境重視型）
	⑤林業生産区域（自然環境配慮型）
Ⅳ 森林利用区域	⑥森林利用区域 ※他の利用区分とエリアを兼ねる （図中に明示されない）
	要調整地区
	北部訓練場（未返還地）
白抜き	森林以外の地域

国有林　県営林（無償貸付国有林）　市町村界

図 –1　利用区分図

存法」で指定されている貴重種を発見した際の対応方針を取りまとめた「林業従事者のための貴重動植物ハンドブック」（図 –2）を作成・配布し、林業従事者に対し、普及指導に努めています。造成未利用地の活用については、本県特有の早生樹種であるウラジロエノキやハマセンダンを植栽し、短伐期施業の確立に向けた取り組みを行っています。森林ツーリズムについては、過剰利用（オーバーユース）の危険性を除去し、持続可能な形で活用できる体制の構築に向けた取り組みを行っています。このように県では本施策方針を基に様々な施策を講じているところであります。

終わりに

やんばるの森林については解明されていない部分が多くあります。そのため自然環境保全と森林利用のあり方については様々な意見が存在しており、未だ結論が得られていないことも確かです。県ではそのような中において一つ一つ前進していくため、これからも本施策方針に基づき具体的な取り組みを行っていきたいと考えております。今後、やんばるの森林の中で、研究・調査が行われ、様々な事実が解明されていく中で、本施策方針も絶えず改良し、施策方針の目的の達成に向けて取り組んでいきます。

写真 –1　林野庁の次世代架線系高性能林業機械等開発推進事業で開発されたタワーヤーダ

図 –2　林業従事者のための貴重動植物ハンドブック

参　考

「やんばる型森林業」の推進に向けた施策方針について（沖縄県農林水産部）：http://www.pref.okinawa.lg.jp/site/norin/shinrin/kikaku/sesakuhoushin.html

平成 29 年度やんばる型森林施業推進事業の実証試験の実施について（沖縄県農林水産部）：http://www.pref.okinawa.jp/site/norin/shinrin/kikaku/h29_yanbaru_gata_segyou/h29_yanbarugata_jissyou.html

執筆：仲里　貴正（なかざと　たかまさ、沖縄県農林水産部森林管理課）

シリーズ

現場の要請を受けての研究㊲

今後の津波に備えた海岸防災林整備

佐藤　創（さとう　はじめ、北海道立総合研究機構森林研究本部林業試験場）

1. はじめに

東日本大震災以降、今後発生する津波に備えたハード、ソフト対策が各地で検討されています。ここではハード対策とは海岸保全施設等の整備、高台移転など施設整備に関わるもの、ソフト対策とは警戒避難体制の整備、防災教育など人の行動に関わるものと定義します。海岸防災林も震災時に津波減災に一定の役割を果たしたと認識されたことから、津波の波力を減衰するハード対策として各地で整備が進行中です（鐘下 2017；渡辺 2017；深野 2018）。ここでは北海道での津波減災を目的とした海岸防災林整備の例を紹介します。

北海道は大きく分けて３つの海岸、すなわち太平洋岸、日本海岸、オホーツク海岸に囲まれていますが、そのうち太平洋岸の東部は想定される津波高が最も高く、千島海溝沿いの海溝型地震により最大で高さ 20ｍクラスの津波が来ることが予想されています。それを受けて、太平洋岸東部に位置する白糠町では既存の海岸防災林を整備しようという計画が持ち上がりました。既存林帯は汀線方向の延長が 700ｍ、汀線と直角方向の幅が 100ｍあります（図 –1）。これをどのように改良して波力を減衰するかについて、北海道水産林務部から要請を受けて研究を行いました。

なお、本研究に関して、林分調査および樹木形態調査については北海道立総合研究機構林業試験場が、波力減衰効果についての計算は埼玉大学理工学研究科田中規夫教授が行いました。

2. 既存林帯の改良案

既存林帯は 1948 年から植栽や改植が行われてきた人工林で、改良工事前の 2013 年時点ではカシワ、グイマツ、トドマツ、ケヤマハンノキなどから成る平均樹高 4.7ｍ、平均胸高直径 6.6ｃｍ、本数密度 2,107 本 /ha、材積 29.6 m^3/ha の林となっています。既存林帯の内陸側は無立木地となっていましたが（図 –1）、白糠町の町有地であったため、白糠町の協力を得て、その部分に林帯を拡張し波力減衰機能を高めることをねらいました。拡張幅は 50ｍとして、以下のとおり４つのケースを設定しました。ケース１は拡張域全体を盛土とするもの、ケース２は拡張域全体を盛土し、その上に植栽を行って既存林帯と同じ状態となったもの、ケース３は拡張域の海側半分は堀を作り、陸側半分はケース２と同様に盛土と植栽を行うものとしました（図 –2）。また、ケース４として既存林帯のみの対照区も設定しました。これらのうち、最も波力減衰機能の高いものを実際の工事として採用することにしました。

図 –1　北海道白糠町の海岸防災林

盛土は植栽木の生育基盤を確保し、津波による根返りを起こりにくくする観点から、地下水位等から２～３ｍの高さとすることが望ましいとされています（東日本大震災に係る海岸防災林の再生に関する検討会 2012）。ここではそれらに加えて、盛土そのものが持つ波力減衰効果を発揮させるために、高さを４ｍとすることにしました。また、ケース３で用いた堀の深さは 3.5ｍとしました。この堀は津波が堀に落ち込む際のエネルギー減衰をねらったものですが、掘った土は盛土に使えるため、コスト削減効果も期待できます。

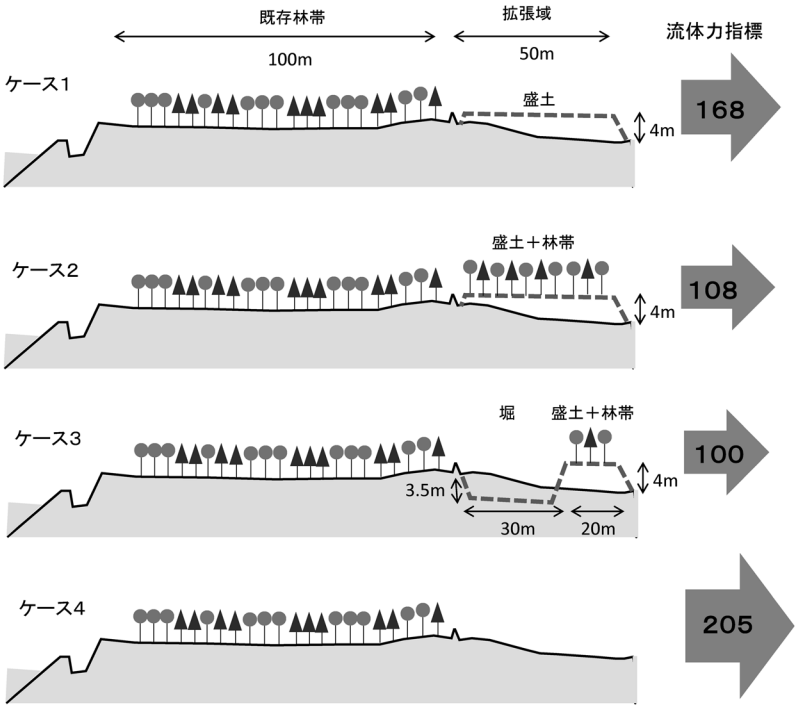


図 –2　既存林帯の拡張による改良の断面図と L2 津波の最大流体力指標

3. 津波遡上シミュレーション

波力減衰効果は実際の海底地形データを用いて、シミュレーションにより評価しました。沖合約 200 km の千島海溝沿いの断層モデルにより津波を発生させて、内陸までの津波の伝播を計算しました（北海道総務部危機対策局危機対策課 2012）。この津波は現段階で想定されている最大級の規模で、L2（レベル 2）津波と呼ばれています。津波の平面的な伝播は、通常用いられる「二次元非線形長波方程式」によって計算しました。林帯を通過する際の樹木の抵抗は、枝、葉、幹を横から見た投影面積を用いて計算しました。抵抗を計算する際の投影面積の係数は「抗力係数」と呼ばれますが、流水中に枝葉を固定し、それにかかる力を測定することにより求めました。これら詳しい計算方法については田中ほか（2015）を参照してください。

4. 計算結果に基づいた改良工事

工事区間の内陸端（内陸側林縁からの距離 150 m）での流体力指標の最大値を断面図の右端に示しました（図 –2）。流体力指標は水深 × 流速の 2 乗で表され、流れが物体に及ぼす力に比例する指標です。これまでの研究によると、流体力指標が 100 になるとほぼ全て、15 で約 1/3 の家屋が破壊されることがわかっています（羽鳥 1984）。流体力指標は時々刻々変化するので、最大値を用いて評価しました。ケース 4 が 205 と最も大きくなり、次いでケース 1 の 168、ケース 2 の 108、ケース 3 の 100 の順に小さくなりました。この結果を受けて、ケース 3 を採用することとしました。ただし、ケース 3 であっても最大級の津波が来ると、汀線距離 150 m では全ての家屋が破壊されてしまいます。ケースごとに破壊率の違いが表れるのはさらに内陸側になります。

実際の工事では既存林帯の内陸側に幅 27 m、深さ 2 m の堀、その内陸側に幅 27.5 m、高さ 4 m の盛土が造成されました（図 –3）。また、盛土天端は滞水による生育障害を防止するために、陸側方向に 3% の下り勾配をつけました。盛土上では、汀線方向 24.5 m × 汀線と直角方向 12.5 m を 1 区画として、汀線方向に 31 区画、汀線と直角方向に 2 区画、計 62 区画が配列され、区画の境界と外周に高さ 1.8 m の防風柵が設けられました（図 –4）。区画ごとにカシワのみを植栽するものと、ドロノキとケヤマハンノキを植栽するものを設け、各区画がランダムに配置されるようにしました。植栽列は汀線方向とし、列間 2 m、苗間 1 m の 5,000 本 /ha 植栽としました。これらの樹種は既存林帯において、植栽成績の良かったものです。なお、堀の底部から地下水までの深さは 0.5 m 程度であったため、生育基盤としては適さないと判断し堀には植栽は行いませんでした。工事は 2014 年から 2017 年にかけて行われました。

2016 年の植栽時には地元小学生を含む白糠町民約 200 名による植樹祭が行われ、住民の津波防災意識の啓発にも大いに役立ったと思われます（図 –5）。したがって、この工事がソフト対策としても位置付けられることを意味します。

図 –3　左側が既存林帯、中央が堀、右側が盛土。盛土および切土勾配は 1:1.5

図 –4　盛土上の植栽区画の配置

5. おわりに

現在、盛土上では植栽木の生育モニタリングを行っています。おおむね順調に生育していますが（図 –6）、一部に表層が礫土壌となっている箇所で乾燥による枯死が起きていることも観察されています。盛土に使う土は生育に適したものである必要があります。

盛土をして植栽をするケースは静岡県でも行われており（渡辺 2017；深野 2018）、林野庁の方針にも盛土上に植栽することや林帯の海側に林帯保護のための人工盛土を造成することが勧められています（東日本大震災に係る海岸防災林の再生に関する検討会 2012）。しかし、堀を造成した例は筆者の知る限りは白糠町以外にはなく、全国的にも挑戦的な試みであると思います。この方法が林帯造成という観点からどのように評価されるのか、また堀における植生回復や滞水などが今後、問題化するのかなどについて慎重に見守っていきたいと思います。

図 –5　地元小学生および白糠町民による植樹祭

図 –6　植栽後 2 年が経過したドロノキ

引　用　文　献

深野智恵子（2018）自然の力を生かした“ふじのくに森の防潮堤づくり”－海岸防災林の再生を図る－．海岸林学会誌 17(1): 17-22

羽鳥徳太郎（1984）津波による家屋の破壊率．Bull. Earthq. Res. Inst. Univ., Tokyo 59: 433-439

東日本大震災に係る海岸防災林の再生に関する検討会（2012）今後における海岸防災林の再生について．林野庁治山課

北海道総務部危機対策局危機対策課（2012）太平洋沿岸に係る津波浸水予測図作成業務報告書．北海道総務部危機対策局危機対策課

鐘下敬介（2017）北海道での海岸防災林造成について．北方林業 791: 89-92

田中規夫・庭田侑・佐藤創・鳥田宏行・野口宏典（2015）樹形による破断・転倒現象の相違を考慮した海岸林管理に資する津波計算法の構築．土木学会論文集 B2（海岸工学）71(2): I_307-I_312

渡辺洵己（2017）静岡県における海岸防災林の造成事例．北方林業 791: 93-96

シリーズ
森めぐり 39

京都大学芦生研究林
—大学の森で何やろう？—

伊勢　武史（いせ　たけし、京都大学フィールド科学教育研究センター）

はじめに

京都大学芦生研究林は、全国の大学演習林・研究林のなかでも特別な存在だと思います。その歴史の長さ、広大で原生的な自然、観光客への人気、国定公園の中核として指定されたことなど、さまざまな目立つ特徴があります。その一方で、地上権契約の不安定さ・施設の老朽化・シカの食害などネガティブな要素も山積みですし、不法侵入や遭難など「人気者の悩み」まであります。芦生研究林は特別であるがゆえに、この森を愛する人は大勢いて、私もそのひとり。ここでは、私の個人的な視点から、この森について語ってみたいと思います。

芦生の森とは

芦生研究林は、京都府の北東部、滋賀県と福井県との県境に位置しています。面積は約 4,200 ヘクタール。京都市内の碁盤の目がほぼすっぽり収まってしまうくらいの大きさです。比較的起伏の穏やかな丹波高地に属しており、標高は 355 m から 959 m にまたがっています。標高の低い場所では暖温帯、高い場所では冷温帯の植生が見られます。また、太平洋側と日本海側の分水嶺に接しているため、両側の生物が見られます。このような要因から芦生の森の生物多様性は高く、過去に高名な分類学者の中井猛之進教授から「植物ヲ學ブモノハ一度ハ京大ノ芦生演習林ヲ見ルベシ」と評されたこともあります（伊勢・前田 2018）。

芦生研究林は、一般市民からも愛されていることが大きな特徴です。その広大な天然林は「芦生の原生林」と呼ばれ、定期的に民間のガイドツアーが催されています。特に新緑や紅葉の季節には、静かな森にときたま観光客の歓声が響き渡ることもよくあります。京都大学の広告塔としての役割も果たしており、テレビの収録、新聞の取材、映画やドラマの撮影もよく行われています。観光客やマスコミに人気の定番スポットは、下谷の大カツラです（写真 –1）。この 40 m 近い高さを誇る巨木は、まさに芦生研究林の主といった風情で、見る者を圧倒します。

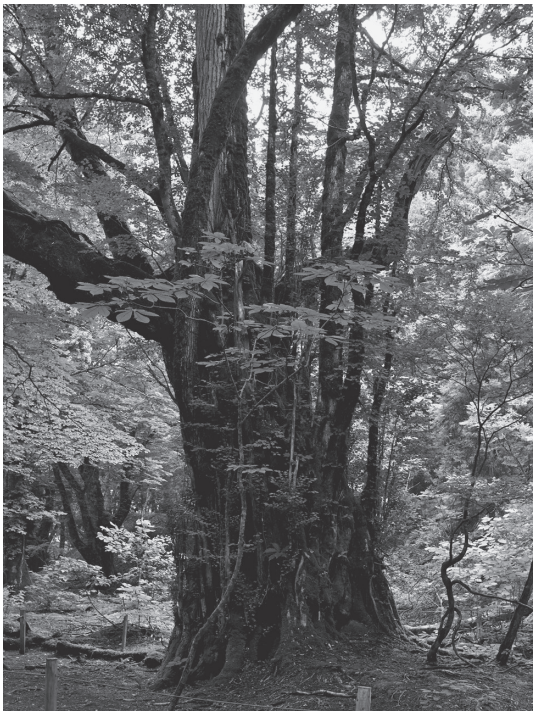


写真 –1　下谷の大カツラ。研究者のみならず、観光客や芸術家まで多くの人をひきつけてやまない。

大学の森として

一般市民に愛されるのはとてもうれしいことですが、芦生研究林は京都大学の森として、その教育と研究に貢献することが求められています。近年、多くの大学施設は予算の削減に悩まされており、芦生研究林も例外ではありません。芦生研究林の前身となる芦生演習林が設置されたのは 1921 年。このとき、99 年契約の地上権が設定されて今にいたっています。このような長い期間にわたって大学が森を管理してきたことは、生態学や林学などの教育と研究にとって、非常に貴重な財産です。その反面、設備の老朽化は進む一方ですし、長大な林道のメンテナンスにもたいへん骨が折れます。そして現在の地上権契約は 2020 年に満了します。その後も末永く、この大学の森を守り続けていくことができるでしょうか。貴重な国民の税金を財源として運営しているわけですから、説明責任を果たすことが大事だと思っています。

「文化的生態系サービス」という言葉、聞いたことあ

写真 –2　カシノナガキクイムシの大量発生により生じた倒木。天然林では、ありのままの森の営みに直面する。なぜ人は、森に魅力を感じるのだろう。

りますか？生態系サービスはいわゆる「自然の恵み」のことで、たとえば森が供給する木材や食料、森の保水能力や炭素蓄積などがその例として挙げられます。そのなかで「文化的生態系サービス」とは、自然が持つ教育・娯楽・芸術などの価値のこと。人が重視する生態系サービスは、時代とともに変化します。むかしは森の価値といえばその生み出す木材でした。そのため日本の多くの森は人工林とされました。しかし現代では、林業は低迷している一方で、ハイキングやエコツーリズムなど、自然の文化的サービスが産業として勃興しています。芦生研究林もご多分に漏れず、事業として実施する林業は採算が取れず中止していますが、ガイドツアーの観光客は大勢押し寄せています。

現代における芦生研究林の存在意義を説明するひとつの例として、文化的生態系サービスはありかもしれません。近年着目しているのは、「そもそもなぜ、人は森に行くのか」ということです。人々が、お金と時間を使ってエコツーリズムに参加するのはなぜでしょう。なぜ自然にひきつけられるのでしょう（写真 –2）。これは壮大な命題ですが、近年開発されたポータブル脳波計で、森のなかでの人の心理状態をリアルタイムで記録することで、解明に向けた一歩を踏み出したところです（伊勢 2018、写真 –3）。

また、ドローンと人工知能を使った研究もはじめています。広大な森林に存在する樹木の樹種・サイズ・位置を把握するのは非常に困難です。起伏に富んだフィールドで調査するのはもちろんのこと、航空写真から目視で判別するのもたいへんです。そこで、ドローンを使って森林を撮影し立体モデルを作ることで樹木の位置とサイズを自動的に割り出し、さらにディープラーニングという人工知能を使うことで樹種も自動判別できるよう研究をはじめました（Ise *et al*. 2018、写真 –4）。このように、世界の最先端の学問を芦生の森から発信していきたいと考えています。

写真 –3　ポータブル脳波計を使った森林浴効果の測定

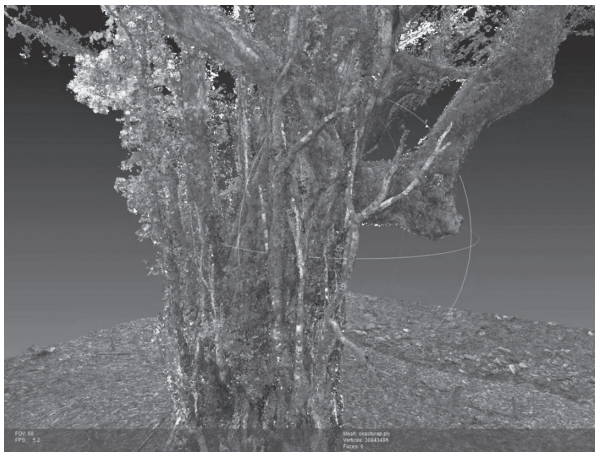


写真 –4　ドローンのデータから作成された大カツラの立体モデル

引　用　文　献

伊勢武史（2018）丹波の森林資源の多面的な役割：芦生研究林の生態系サービス．京都学研究会編「京都を学ぶ：丹波編」．ナカニシヤ出版

伊勢武史・前田雅彦（2018）野外研究サイトから（36）：京都大学フィールド科学教育研究センター・芦生研究林．日本生態学会誌 68: 75-80

Ise T, Minagawa M, Onishi M (2018) Classifying 3 moss species by deep learning, using the “chopped picture” method. Open J Ecol 8:166-173

蒸気機関車「雨宮21号」と武利意・上丸瀬布森林鉄道遺構群

八巻　一成（やまき　かずしげ、森林総合研究所）

はじめに

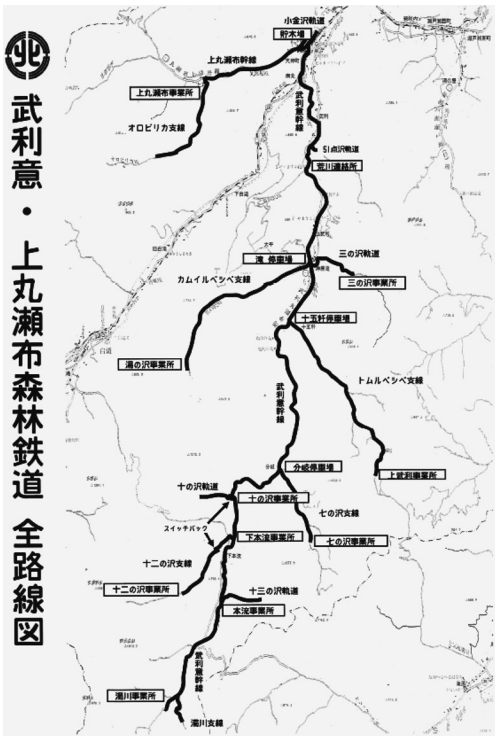
北海道東部の遠軽町丸瀬布（まるせっぷ）地区（旧丸瀬布町）には、今でも煙を上げて元気に走る森林鉄道の蒸気機関車が保存されている。その名は「雨宮（あめみや）21号」。町内に広がる旧北見営林局丸瀬布営林署管内国有林には、1927（昭和2）年から建設が開始され、最盛期には総延長71.4kmにまで及んだ武利意（むりい）・上丸瀬布森林鉄道があった（図–1）。そこで活躍していたのが雨宮21号で、国内で唯一の動態保存された森林鉄道用の蒸気機関車だ。この雨宮21号は2004（平成16）年に北海道遺産、2009（平成21）年に近代化産業遺産、2012（平成24）年に準鉄道記念物に選定されており、林業発展史の面でもその重要性が認められ、2017年（平成29）年に森林鉄道遺構群とともに林業遺産に認定された。

国産初の森林鉄道蒸気機関車「雨宮21号」

北海道における森林鉄道機関車は、1927（昭和2）年までアメリカのボールドウィン、ドイツのアーサーコッペルといった輸入機関車が使われていた。しかし、1928（昭和3）年にはここ丸瀬布で初めて国産蒸気機関車の雨宮号が導入された。雨宮21号は重量10tの機関車で（図–2）、この地で活躍していた国産蒸気機関車3台のうちの1台である。

戦前から戦中、戦後を通して、国有林から伐採された木材の搬出に雨宮21号は大活躍した。しかし、戦後の石油事情の好転と山火事防止の観点から、1951（昭和26）年からはディーゼル機関車に転換されるようになり、1958（昭和33）年にはついに全ての蒸気機関車が廃車された（図–3）。そしてその後の林道整備に伴って、森林鉄道による木材の搬出も縮小され、1963（昭和38）年には当地から森林鉄道が完全に姿を消した。

雨宮21号が活躍していた時代も、今では過去帳入りとなってしてまったが、木材伐採が増え続ける中、人手不足から女性の火夫、制動手はもちろんのこと、女性機関士も4、5名活躍していたそうであり、当時の森林鉄道の活況が想像される[1)]。また、「労務者の不足にも随分苦労した、（昭和）17年から20年にかけての最盛期は、360名必要だったので、道内くまなく歩いて募集したが、やはり不足で山の中に小さい住宅を36戸と、小学校まで立てたりして人員の確保に躍起[1)]」となったというエピソードも、当時の様子を伝える古き良き思い出となっ



図–1　武利意・上丸瀬布森林鉄道　全路線図

図–2　昭和初期の雨宮21号（遠軽町蔵）

図 –3　さよなら運転の雨宮 21 号（遠軽町蔵）

ている。

人々の手で解体を免れた森の蒸気機関車

さて、ディーゼル機関車の配備によって活躍の場を失った蒸気機関車たちを待ち構えていたのは、スクラップになる運命だった。しかし、蒸気機関車を愛する地元有志たちの努力によって、「雨宮 21 号」は解体を免れたのである。全国的な森林鉄道の廃止にともない、森林鉄道車両の多くは消滅してしまった。そのような中にあって、地元有志たちは雨宮 21 号を解体の危機から救い、修繕を行った。そして、1979（昭和 54）年にみごと動態復活を果たしたのである [2)]。

現在は旧武利意森林鉄道の軌道敷を一部利用した、丸瀬布森林公園いこいの森内に敷設された線路上を定期的に運行しており、薪を燃やして実際に走行する姿は、森林鉄道全盛時の蒸気機関車の姿を今だにとどめる国内唯一の例として、極めて価値が高い。週末や夏休みには、その姿を一目見ようと全国から多くの人が訪れている。

一方、森林鉄道関連遺構については、町内のボランティア団体の調査によって橋脚や路盤などの遺構の存在が確認されており、森林鉄道軌道跡を利用したツアーも開催されている。また、森林公園内の郷土資料館には、かつて使用されていた林業関連の道具などが展示されており、地域の林業発展の歴史が総合的に体験できるようになっている。丸瀬布では雨宮 21 号を町の中心的なシンボルとして、森林鉄道を軸とした林業の歴史を地域づくりに生かしている。

災難を乗り越えて

このように、住民ばかりではなく全国の多くの人々から愛されている雨宮 21 号であるが、2016（平成 28）年 8 月に北海道に上陸した 3 度の台風は 430 ミリという記録的な降水量を観測し、その結果、森林公園上流部の堤防は決壊、線路も含めて公園内の施設は甚大な被害を受けた。しかし、「雨宮 21 号」にかける関係者の思いは熱く、幸い「雨宮 21 号」をはじめとする車両には被害が及ばなかったことから、復旧へ向けて人々はすぐさま活動を開始した。軌道の早期復旧を目指すため町では直営の作業部隊を編成し、復旧のための測量、軌道の取り外し、軌道路体部分の修復など冬の積雪期前に可能な限りの作業を実施した。そして、線路の早期復旧のための工事に取りかかり、2017（平成 29）年の春には何とか一部復旧までこぎ着けたのである。

図 –4　汽笛と人々の歓喜がこだまする丸瀬布の森（遠軽町蔵）

夢を未来につないで

町役場産業課主幹、兼、雨宮 21 号機関士の小山信芳さんは、「今回の災害によって、町民はもとより、全国各地からも早期復旧を望む声や激励・お見舞いのメール等が町に多数寄せられました。このことで、国内で展開された森林鉄道の歴史を語る上での雨宮 21 号の動態保存の意義、重要性を再認識しました」と、町役場後輩の機関士、上戸智仁さんとともに、雨宮 21 号にかける思いをさらに熱くした。

2017（平成 29）年、まだ春浅い北海道東部のゴールデンウィーク。雨宮 21 号の復活を喜ぶ大勢のファンの賑やかな歓声とともに、雨宮 21 号の汽笛が森の中にこだましたのである（図 –4）。

引　用　文　献

1）北見林政記者会（出版年不明）森林鉄道：北見地方における 45 年の記録．北見林友会
2）林業技術編集部（1990）蒸気機関車を走らせる－丸瀬布森林公園いこいの森．林業技術 583: 26-29

渓流魚イワナをめぐる異種間交雑

北野　聡（きたの　さとし、長野県環境保全研究所）

シリーズ うごく森 35

はじめに

本州以北の多くの山岳渓流には、サケ科魚類の一種イワナ *Salvelinus leucomaenis* が生息している。川ごとに違うと言われるほど形態的な変異に富む本種はアメマス（東北～北海道以北）、ニッコウイワナ（本州日本海側の北陸・中国地方など）、ヤマトイワナ（本州中部の太平洋側や紀伊半島など）、ゴギ（山陰地方）の 4 亜種からなり、亜種のなかにも遺伝的に多様な系統が識別される[1)]。氷期に分布を拡大した彼らの生息環境は盛夏でも水温が 20℃を超えない冷水域で、かつ流域には豊かな森林が成立している（図 –1）。森は渓流に水量や水質の安定をもたらし、河川に倒れ込んだ樹木は深い淵を創り、魚にとっての格好の隠れ場所となる（図 –2）。秋になって渓流へ大量に供給される落葉は食物連鎖を通じてトビケラやカゲロウなどの水生昆虫に取り込まれ、それらはイワナに捕食される。イワナは水生昆虫だけでなく、春から夏にかけては森林から河川に落下する昆虫類を食べて成長する。北海道の小渓流における試算によると、魚類が年間に必要とするエネルギーのじつに 44％を森林由来の昆虫類が補っているという[2)]。このように渓流魚とそれを取り巻く森林は切っても切れない糸で結び付いており、渓流にすむイワナも他の野生動物と同様に森林の重要な構成種といえるだろう。

図 –1　イワナの生息する渓流を包みこむ豊かな河畔林

図 –2　淵に定位するイワナ

イワナは現在でも源流釣りの対象としても根強い人気があるが、古くから東北のマタギや関東・中部地方の職漁師たちが山深い沢を延々と歩いて追い求める貴重な獲物でもあった[3)]。例えば、後に紹介する北アルプスの上高地を拠点として明治時代に活躍した職漁師・上条嘉門次が語ったことばとして「昔はイワナ七分に水三分（と言うほどイワナが豊富だった）」、「尺棚で干したものは百匁五十銭、生干しは三十銭、生は十五銭で（売れた）」などの伝聞が残る。しかし近年ではイワナのすむ環境は、河川工事やダム開発、移植放流などの人為的要因で大きく変化している[4)]。本稿ではとくに移植放流に焦点をあて、我が国の渓流域で進行する外来種の侵入、それに続く交雑～魚種の置き換わりの事例を紹介する。今回のうごく森では、渓流域のイワナの減少や外来種への「うごき」を紹介し、その変動メカニズムと保全策についても言及したい。

外国産マス類の移植と交雑

ブラウントラウト（*Salmo trutta*, brown trout）、ニジマス（*Oncorhynchus mykiss*, rainbow trout）、カワマス（*Salvelinus fontinalis*, brook trout）、以上の 3 種が我が国の淡水域に導入された外国産サケ科の代表種である（図 –3）。主な原産地は順にヨーロッパ、北米西岸、北米東岸とそれぞれ異なるが、いずれも 19 世紀後半に水産資源としての利用を目的に日本に持ち込まれた。しかし、これらが渓流域に移植された場合、行動や生態が類似する日本在来のイワナ類やヤマメ・アマゴ類と生息空間や餌を巡る競争、捕食や交雑などの種間相互

図 –3　イワナとの交雑が問題となる外国産サケ科魚類のブラウントラウト（上）とカワマス（下）

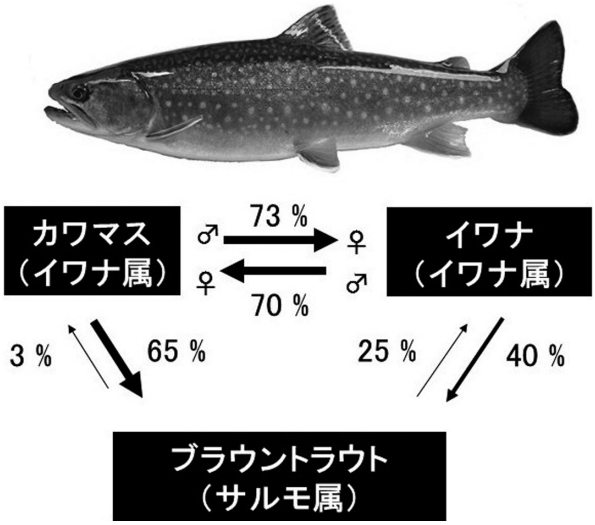


図 –4　人為交配による雑種の生存率 (数値は Suzuki & Fukuda 1971). 魚画像はカワマス × イワナの交雑個体.

作用により在来種の減少を引き起こすことが知られている [5]。ニジマスは春産卵系統が多いため在来種との交雑は生じにくいが、カワマスとブラウントラウトについてはイワナとおなじ秋に繁殖時期を迎えるため種間交雑が起こりやすい。イワナを交えた異種交配実験 [6] によると、任意の 2 種を交配させることで雑種第一代（F_1）が生まれることが確かめられている（図 –4）。ただし、F_1 の生存率は異属間のイワナ × ブラウントラウトでは低く、同属のイワナ × カワマスでは比較的高い。また組み合わせによっては F_1 以降も誕生するものの、繁殖能力（生殖腺が十分に発達しない等）や生存率が極端に低下するため、いわゆる浸透交雑の形はとらず、野外で永続することは少ないと考えられる。

カワマスとの交雑

カワマスはイワナにきわめて近縁（染色体数 2n=84 と同一）で交雑リスクが高い種である。日本における定着水域は、日光湯川（栃木県）、上高地梓川（長野県）、竜ヶ窪湧水池（新潟県）、空知川上流や西別川（北海道）と限定されているが、日光、上高地、空知川の各水域から種間交雑が報告されている [5]。上高地を流れる梓川上流域（図 –5）は古くからイワナ釣りの漁場として有名であったが、大正時代末期の 1925 年から継続的にカワマスの移植がおこなわれると高頻度でイワナとの交雑が起こり、次第に釣り人にも広く認識され問題となった。当時の環境庁が 1981 年に同水域で実施した漁獲調査 [7] では 107 個体のうち 12 尾（11%）が交雑個体と判定された。その後の長野県による調査でも、イワナとカワマスが共存する場所ではごく普通に交雑個体が確認される一方、在来種であるイワナの比率が減少を続け、逆にカワマスの比率は増加している（図 –6）。現在でも上高地の小渓流では人が近づいても隠れず悠然と泳ぐ魚の姿を観察することができる。しかし、その多くはカワマスかイワナ × カワマス雑種、あるいは後述するブラウントラウトとなっている。北海道の空知川上流でも 1950 ～ 1980 年代に養魚場からカワマスが野外に逃げ出し、それらがイワナ（亜種アメマス）と交雑している。2003 年の漁獲調査ではミトコンドリアおよび核 DNA の分析も実施され、雑種のほとんどがイワナ雌とカワマ

図 –5　梓川上流域の風景

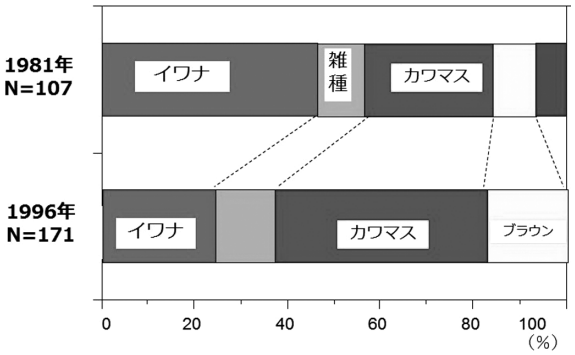


図 –6　梓川上流域の魚相の変化

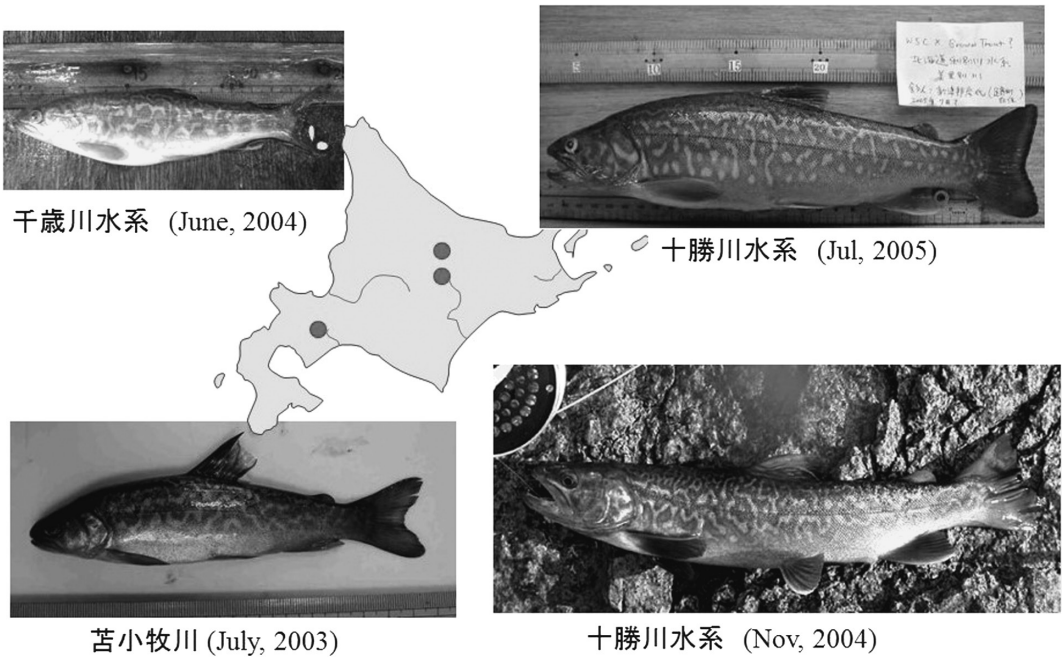


図 –7　北海道の河川で捕獲されたブラウントラウト × イワナ（アメマス）雑種

ス雄の F_1 であることが判明した[8]。つまりこれら 2 種の交雑は非対称（カワマス雄→イワナ雌の方向）に起こっており、イワナが高コストの配偶子である卵の無駄遣いによってカワマスよりも強い繁殖阻害を受けると推測された。

種間交雑の方向には、生理生態を含め様々な要因が関与する可能性があるものの、配偶システムや体サイズが類似したこれら 2 種の場合は繁殖時期のずれ方が方向性を決定していると考えられる。一般にサケ科魚類では雄は雌よりも早期に最終成熟が完了するため、本来の産卵期よりも多少早い時期でも産卵活動をおこなう雌さえいれば繁殖に参加してしまう。例えば上高地ではイワナは 10 月、カワマスは 11 月に本来の産卵ピークを迎えるが、遅いはずのカワマス雄がイワナの産卵集団に加わる例が頻繁に観察される。カワマスが関与する非対称な種間交雑は、北米西岸の絶滅危惧種ブルトラウト（*Salvelinus confluentus*, bull trout）との間でも報告されており、このような水域ではブルトラウトからカワマスへの魚種置換が進行して保全上の問題となっている[9]。

ブラウントラウトとの交雑

ブラウントラウトは北海道や本州中部の一部河川で分布を急速に拡大し、イワナ（アメマス）の生息域にまで侵入している。北海道の複数の小河川ではイワナ個体数を激減させたり、完全に置き換わったりする事例が報告されている[10]。湖沼では全長が 1 m 近く、河川でも全長 40 cm 以上と大型に成長することもあり、捕食や採餌資源をめぐる種間競争が主要な置換プロセスとみなされてきた[11]。しかし、近年では特徴的な斑紋をまとった雑種（図 –7）が日本の各地から報告されるようになり、雑種形成もイワナ個体群の減少に拍車をかける可能性が指摘される[12]。DNA 解析によると、これらはいずれも F_1 で、イワナのミトコンドリア DNA を有することからイワナ雌とブラウントラウト雄との間に生まれた個体と判定された。ブラウントラウトとイワナは分類学的に大きく異なることもあり、幼魚・成魚サイズまで生き残る確率はイワナ × カワマスのようには高くないはずであるが、それでも交雑個体が見つかるということは、その背後にかなりの数の異種間交配（多くの場合は発生中に死滅してイワナ卵の無駄使いとなる）があることを示唆する。

おわりに

陸上の動植物の動態に比べると川のなかで進行する魚相の変化はなかなか気が付きにくい。しかし外来種のカワマスやブラウントラウトが侵入してイワナを減少させた場合には、イワナと特異的な種間関係を結ぶ生物群をはじめ生態系全体に影響が及ぶことが予想される。冒頭に紹介したように河川生態系と森林生態系は相互補償の関係をもつため[2]、外来マス類の侵入が～在来魚との種間競争の激化～水生昆虫への捕食圧増加～羽化成虫の減少～という複雑な経路で陸上性クモ類を減少させるという報告[13]もある。

また本稿では国内移入の事例については触れなかったが、系統不明な養殖種苗の放流とそれに続く浸透交雑は、

水系毎に異なるイワナの遺伝的な固有性を損なうだけではなく、集団の存続可能性を低下させるかもしれない。魚止めの滝を超えた上流部や近隣の川等へのイワナの移植自体は、古くから（あるいは最近でも）おこなわれてきた事実[3]があるものの、現在では種苗の生産技術の発展、道路網の発達など、実施可能な移植の規模は従来よりもはるかに大きくなっており、在来集団の存在する河川への移植放流については十分な事前調査と影響予測を踏まえたうえで、より慎重におこなわれるべきである。

いったん放流によって定着しはじめた外来種（あるいは外来系統）を除去することは困難である。しかし、北米の在来魚保全水域などでは、選択的な漁獲用具や電気ショッカー、魚毒の使用、さらに再侵入を防止するための堰堤設置などのハード事業を組み合わせて、外来魚駆除がおこなわれつつある。日本のイワナの場合も、河川の最上流域に純系の在来集団が残っている場合が多いことから、支流単位で一時的に隔離しながら駆除事業を進めてゆくことも可能と思われる。

種間交雑、イワナの絶滅、外来魚の増加、あるいは逆に魚類不在の水域への放流活動、これらが森林生態系にどのような変化をもたらすのか、このような視野での調査研究はまだ始まったばかりであり、今後の研究の積み重ねが期待される。

引 用 文 献

1) Yamamoto S, Morita K, Kitano S, Watanabe K, Koizumi I, Maekawa K, Takamura K (2004) Phylogeography of white-spotted charr (*Salvelinus leucomaenis*) inferred from mitochondrial DNA sequences. Zoological Science 21: 229-240

2) Nakano S, Murakami M (2001) Reciprocal subsidies: Dynamic interdependence between terrestrial and aquatic food webs. Proceedings of the National Academy of Sciences, 98: 166-170

3) 鈴野藤夫 (2002) 山釣り談義. 文一総合出版

4) Dunham JB, Baxter C, Fausch KD, Fredenberg W, Kitano S, Koizumi I, Morita K, Nakamura T, Rieman BE, Savviatova A, Stanford J, Taylor EB, Yamamoto S (2008) Ecology and conservation of Dolly Varden, white-spotted char and bull trout. Fisheries, 33: 537-550

5) Kitano S (2004) Ecological impacts of rainbow, brown and brook trout in Japanese inland waters. Global Environmental Research 8: 41–50

6) Suzuki R, Fukuda Y (1971) Survival potential of F1 hybrids among salmonid fishes. Bulletin of Freshwater Fisheries Research Laboratory, 21: 69-83

7) 環境庁 (1982) 上高地・梓川上流域におけるイワナに関する検討会報告書

8) Kitano S, Ohdachi S, Koizumi I, Hasegawa K. (2014) Hybridization between native white-spotted charr and nonnative brook trout in the upper Sorachi River, Hokkaido, Japan. Ichthyological Research, 61: 1–8

9) Leary RF, Allendorf FW, Forbes SH (1993) Conservation Genetics of Bull. Trout in the Columbia and. Klamath River Drainages. Conservation Biology, 7: 856-865

10) 鷹見達也・吉原拓志・宮腰靖之・桑原　連 (2002) 北海道千歳川支流におけるアメマスから移入種ブラウントラウトへの置き換わり. 日本水産学会誌 68: 24-28

11) 長谷川功 (2016) 外来サケ科魚類ニジマス・ブラウントラウトの定着メカニズムと在来生態系への影響. Salmon 情報 10: 8-15

12) Kitano S, Hasegawa K, Maekawa K (2009) Evidence for interspecific hybridization between native white‐spotted charr *Salvelinus leucomaenis* and nonnative brown trout *Salmo trutta* on Hokkaido Island, Japan. Journal of fish biology 74: 467-473

13) Baxter CV, Fausch KD, Murakami M, Chapman PL (2004) Fish invasion restructures stream and forest food webs by interrupting reciprocal prey subsidies. Ecology 85: 2656-2663

森をたべる⑥

バラ科樹木を食い荒らす外来カミキリムシ

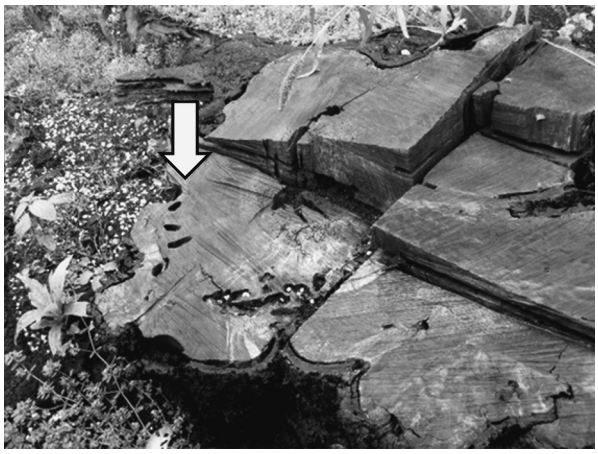
加賀谷　悦子（かがや　えつこ、森林総合研究所）

テッポウムシは昆虫食の中でも美味として知られる。テッポウムシとはカミキリムシの幼虫で、頭の顎は木の中を食い進むので固いが、体はふわふわとしている。炒ったり揚げたりして食べると、たいそうクリーミーだそうだ。本稿ではカミキリムシの料理法を詳しく説明する、と言うのはすみませんが嘘です。人が食べられるものの楽しい話でなくて恐縮だが、森を食べる虫という側面から、今問題が広がりつつある外来カミキリムシのことを紹介したい。

2011年に埼玉県深谷市で発見された大型で胸の所が赤く、その他は青光りする黒色のカミキリムシは、もともとは日本に生息していない外来種だった（図–1）。なにしろでかいし、立派な触角もある。その上、つかむとつーんとした柑橘系の香りを出す。大きく怖そうななりのわりに、鞘ばねは柔らかくべこべこしている。元来、生き物自体に良いも悪いも、イケてるもイケてないもないが、上記のカミキリムシの特徴を聞いて、素敵なお友達と感じる人は少ないだろう。私は初めて野外でこの虫を見たときは「何と禍々しい」と身じろいだものだった。さて、このカミキリムシ「知らないところに連れてこられちゃった。ちっちゃくなって大人しくしています。」というような殊勝な虫ではなかった。サクラやウメ、モモなど生きているバラ科樹木の樹皮下を幼虫が猛烈な勢いで食害する、大した厄介者だったのだ。この虫、和名はクビアカツヤカミキリと言い、学名は*Aromia bungii*である。

2012年に本種による最初のサクラやウメの被害が、愛知県で見つかった。神社のご神木のサクラを食い荒らし、その木は伐倒駆除された。今も残るその伐根には複数の穿入跡があり、その被害の苛烈さを物語っている（図–2）。その翌年には埼玉県の草加市のサクラ並木で、この虫が多く発生していることが明らかになった。ちなみに同地で最初に発見したのは自然観察会に参加していた小学生とその開催団体の人たちであり、その後、地元でのクビアカツヤカミキリ駆除活動にその団体は八面六臂の活躍を見せている。新規の被害地は次々と見つかり、2018年現在では群馬、栃木、埼玉、東京、愛知、大阪、

図–1　クビアカツヤカミキリ*Aromia bungii*雄成虫



図–2　日本で最初に発見されたクビアカツヤカミキリ被害木　矢印は蛹室

徳島の7都府県に被害は拡がった。和歌山県では車に便乗してきた成虫が見つかっている。

成虫が木の中から出てくるのは、6月から7月が多く、交尾後メスは樹皮の裂け目に卵を産み付ける。何しろ1頭のメスが産む卵の数が尋常ではない。飼育条件下では1,000を超える数の卵を産んだものもあった。孵化した幼虫は内樹皮に潜り込み、少し大きくなるとかじりとった木くずと糞の混ざったフラスを、樹皮に穿った排糞孔から出す。その形状はフラスの出てくる時期や見る人によって「うどん」状とか「ラーメン」状とか「ひき肉」状とかまちまちに形容され、つまりは穴から連なって出てくるのが特徴である。そして、フラス量は大変多い（図

図–3　フラスが地際を覆っている被害木（モモ）

–3)。何箇所か幼虫が入っている木は、その地際がオレンジ色のフラスで埋まるほどである。フラスは5月中旬から9月いっぱいぐらいまで出るので、その間に被害木がないかフラスを手掛かりに探索できる。幼虫は冬眠した後、また翌年も木の中で過ごし、2年後に成虫となって出てくることが多いようだ。

被害地によって被害状況や一番頭を抱えている問題はまちまちである。例えば徳島県の被害地はモモ産地であり、農業被害の側面が強い。ようやく美味しい実のつくようになった木が、瞬く間に伐るしかなくなることに、生産者たちは肩を落としている。ちなみに、徳島県はクラウドファンディングで研究費を集め、本種の研究を進めており、その寄付の返礼品でもらった桃はたいそう美味しかった。徳島県板野町の桃は最高と断言させていただく。サクラの被害では樹皮の割れ目のある大径の木や、神社にぽつんと立つご神木的な目立つ場所の木が好まれることが多い。それらの木はかなりの食害を経ても何年も枯れない。このことが問題を複雑にしている。地域で愛されている枯れていないサクラを伐倒駆除するのは合意形成が難しいのだ。何世代も繰り返して成虫が発生して拡散源となる前に処分する勇気が地域を救うと、管理している方々の理解をお願いしている。

2018年1月に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、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。この虫を捕まえて夏休みの自由研究にお家で飼ってみると刑罰があるので、絶対に生きたまま連れて帰らないこと。筆者は被害地のサクラ並木で調査していた数年前に、当地を歩いていた人から噂で「昨日ペットショップの人が捕まえに来ていた」と聞いたことがあり、人為拡散まで加わったら大変なことになると戦々恐々としていたので、特定外来生物指定の報には安堵したものだった。

里山近くの市街地で被害があるところは、その自然生態系への侵入が恐れられている。現在は街路樹や緑化木、果樹で被害が出ているが、山での被害報告はまだない。街の被害は人々が目を光らせることで封じ込めに向けての道筋が考えられるが、人目のつかない所で増殖し始めたら手が付けられなくなるのは、様々な森林害虫被害の様態から考えて火を見るより明らかである。今はまだこの虫は「木を食べる」なのだが、「森を食べる」になってしまわないよう、先手を打って山桜への被害伝搬は防がなければならない。

各地の被害状況であるが、個体発生量を抑え込みつつある被害地と、消火の見通しが全く立たない状況にある被害地が共にある。初期に徹底的に伐倒を主とする駆除を進めたところはその後の経過が良い感触があるが、被害樹種による加害程度の違いも大きいと考えている。なお本年度より13団体が集い、プロジェクト研究により、本種の防除法の開発を4年間の予定で実施する。各地のクビアカツヤカミキリには首を洗って待っていてもらおう。

最近、専門家の狭い集まりで話すばかりではこの虫と戦えないと感じ、各被害地での研修等に参加させてもらっているのだが、その公の質問タイム後の休憩時間にときどき尋ねられる問いがある。「それで、加賀谷さんはこのテッポウムシ食べたことあるのですか？」答えは否なのであるが、そう答えるとかなり残念そうにされるので、いつかはご期待に応えなければならないかもしれない。しかし、生きたまま被害木から持ち運ぶことはできない特定外来生物なので、やり方には慎重さが必要であろう。ちなみに、サクラ被害材を割材しているときにつぶれた幼虫からは、桜餅の香りがかすかにしていた。クビアカ仲間からは大きな幼虫からほのかに独特の麝香臭がすると聞いた。高級食材の可能性は否定できない。もしすでに食べたという人がいたら筆者にご一報ください。ご一報と言えば、本稿で最も伝えたいメッセージもそのことについてである。もし、バラ科樹木からフラスが出ていたり、成虫がいたりするところを見つけたら、自治体と当方までご一報をお願いしたい。外来種の対策は早期発見、早期対応が要となる。森林や樹木に関心が深い日本森林学会会員諸姉兄のご協力を賜れますよう、深くお願い申し上げます。

謝辞

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」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。

シリーズ　森をはかる　その67

大気ーカラマツ林間の CO_2 とテルペン類の交換量をはかる

望月　智貴（もちづき　ともき、静岡県立大学食品栄養科学部）

はじめに

大気中の二酸化炭素（大気 CO_2）濃度の増加に伴い地球温暖化が起こっています。陸域の中で大きく占める森林は大気 CO_2 を吸収し固定する能力があります。他方、森林はテルペン類（森の香りの主成分）と呼ばれる光合成産物を植物の葉から放出します。テルペン類の一部は大気中で微小な二次有機エアロゾル（粒子状物質）となり、太陽光を直接反射したり、雲の生成に関与したりして、地球に入射するエネルギーの一部を遮ります（日傘効果）。このように森林は大気 CO_2 の吸収やテルペン類の放出を通して地球温暖化を抑制する効果があり、その効果を評価するためには、様々な森林で CO_2 とテルペン類のフラックス（収支）を測ることが重要です。

本稿では、大気 - カラマツ林間の CO_2 とテルペン類のフラックス測定について紹介します。

CO_2 とテルペン類のフラックスのはかり方

森林群落のすぐ上の気層では気流が大きく乱れ、様々な大きさと時間スケールの渦状の風（乱流）が発生します。その渦によって CO_2 やテルペン類などのガスは上下方向に輸送されます。このように輸送される物質量の収支を測定するのがフラックス測定法です（図 –1）。フラックスは測定高度面における単位面積、単位時間における物質の輸送量として表され、上向きを正（放出）、下向きを負（吸収）とします。森林上のフラックスは、森林群落よりも高い微気象タワーで測定します。

CO_2 フラックスは超音波風速計で鉛直方向の風速、CO_2 計測器で CO_2 濃度を 10 Hz（1 秒に 10 回）の頻度で測定し、それらの変化から算出します（渦相関法、文字 2003）。

一方、テルペン類の濃度を 10 Hz の頻度で測定できる機器はまだありません。このような場合、上昇流と下降流によって輸送されるガスを別々に採取する方法があります（簡易渦集積採取法、Businger and Oncley 1990）。上昇流と下降流のガスをそれぞれ別の捕集管に採取し、ガスクロマトグラフ質量分析計で分析して濃度を算出します。そして、上昇流と下降流のガスの濃度差に鉛直風速の標準偏差を掛けてフラックスを算出します。

簡易渦集積採取法でテルペン類フラックスを測定する装置は市販されていないため、私たちは簡易渦集積採取装置を自作しました。微気象タワー上に長期間設置できるよう、軽量小型化しました。性能評価を行った結果、自作の簡易渦集積採取装置は森林上の CO_2 フラックスを 10 Hz の渦相関法と同じように測定できることを確認しました。その装置をテルペン類フラックスの測定に応用しました（望月ら 2011）。

カラマツ林上の CO_2 とテルペン類のフラックス測定

国立環境研究所が管理する富士北麓フラックス観測サイトのカラマツ林で、2011 年 5 月から 1 年間 CO_2 フラックスを渦相関法、テルペン類フラックスを簡易渦集積採取法で測定しました。森林上の CO_2 フラックスは生態系呼吸量から総一次生産量（光合成による CO_2 吸収量）を引いた値として得られ、負の値は森林へ CO_2 が吸収されることを意味します。カラマツの葉が展葉する 5 月から落葉前の 10 月までの葉がある期間は負の CO_2 フラックスが観測されました（図 –2）。

カラマツ林では、テルペン類の中で 5 種類のモノテルペン（α - ピネンが主成分）が観測されました。モノテルペンは代表的な森の香りで、森林浴効果があります。測定期間中のモノテルペンフラックスは正であり、これは森林からモノテルペンが放出されることを示します

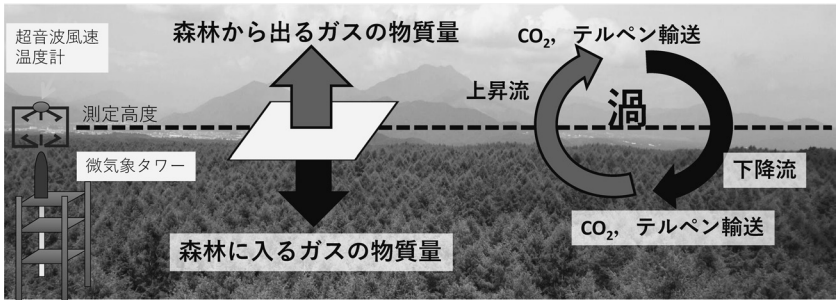


図 –1　フラックスの概念図

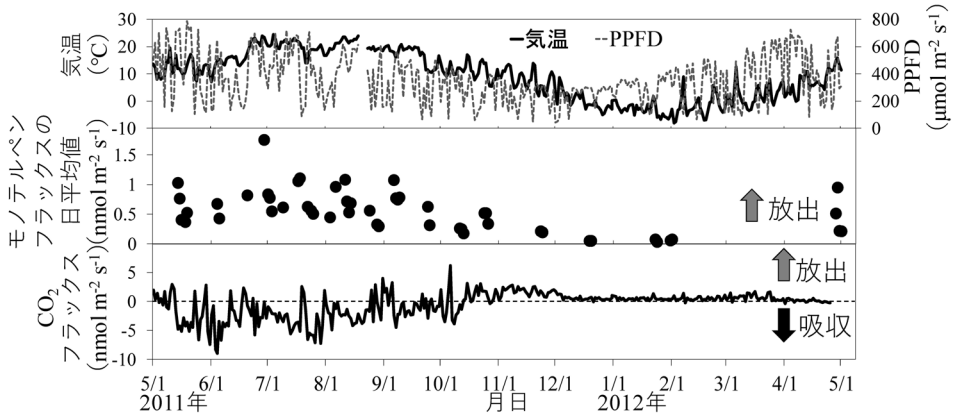


図 –2　気温、光合成有効光量子束密度（PPFD）、モノテルペンフラックスの日平均値と CO_2 フラックスの変動

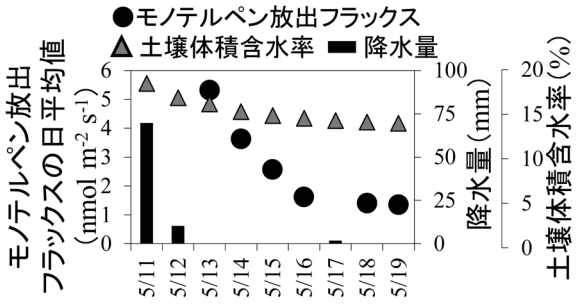


図 –3　モノテルペン放出フラックスと土壌体積含水率の日平均値と降水量の変動

（図 –2）。夏季に放出が高くなる季節変化がありました。

モノテルペンフラックスは気温が高くなると増加します。しかし、ところどころ高いモノテルペンフラックスが観測されました。「降水後によく森の香りがする」という報告をヒントに降水とモノテルペンフラックスの関係を調べました。降水があった翌日に高いモノテルペンフラックスが観測され、その後数日間かけてモノテルペン放出フラックスが減少する変化を捉えました（図 –3）。そして、降水の影響を受ける土壌体積含水率が森林群落上のモノテルペンフラックスに影響することを明らかにしました（Mochizuki *et al*. 2014）。

森林生態系の炭素循環において、カラマツ林の年間の正味炭素吸収量に占めるテルペン類の放出による炭素再放出の割合は約 1% でした。これは、既往報告のアメリカのポンデローサマツ林（約 4％）やアマゾン（約 10%）と比べて小さいことが明らかとなりました。森林植生の違いにより、森林生態系から放出されるテルペン類の量は炭素収支を評価する上で無視できない場合があります。

おわりに

フラックス観測から得た様々な森林の CO_2 固定量とテルペン類放出量の値は、地球全体の炭素収支や粒子状物質の生成を評価するための基盤データとして活用されます。大気 CO_2 濃度の上昇は長期にわたる測定で明らかになっています。今後、気候変動に対して森林の CO_2 固定量とテルペン類放出量がどのように変化するのかを予測するために、様々な森林で長期の大気 - 森林間のフラックス観測が必要になると考えています。

引　用　文　献

Businger A., Oncley P. (1990) Flux measurement with conditional sampling. J. Atmos. Ocean. Tech. 7(2): 349-352

望月智貴ら（2011）可搬型簡易渦集積採取装置の開発とカラマツ林のテルペン類フラックスへの応用．Eco-Engineering 23: 81-88

Mochizuki T., et al. (2014) Long-term measurement of terpenoid flux above a Larix kaempferi forest using a relaxed eddy accumulation method. Atmos. Environ. 83: 53-61

文字信貴（2003）植物と微気象、群落大気の乱れとフラックス．（大阪公立大学出版会）．115-117

解説

地域の森林・林業研究機関の現状と研究推進上の課題

井出　雄二

（いで　ゆうじ、森林学会員）

日本における森林・林業関係の試験研究は、大学、森林総合研究所（以下森林総研とよぶ）など国立の機関、都道府県立（公設）の機関、民間研究所などで行われている。これら機関はそれぞれのミッションに基づいて運営されており、大学は主に科学的基盤の提供と人材の育成を、国立機関は全国的あるいは世界的な課題に対する科学的取り組み並びに高度の技術開発を担っている。それに対して都道府県に設置された研究機関（以下公設機関とよぶ）は、現場に密着して、地域の課題を科学的、技術的に解決することを使命としている。

今日、日本林業が長い低迷期を抜けて大きく飛躍する可能性が言われているが、このような時代にあって公設機関への期待はこれまで以上に大きくなっている。わが国にはすべての都道府県に、森林･林業にかかわる試験･研究機関あるいは試験・研究のための部署が設置されているが、その存在や活動内容についは一般にはあまり知られていないのではないだろうか。

ところで、日本森林学会は、かねてより地域の森林・林業研究推進のために学会としてどのような貢献ができるかについて、国内研究機関連携担当理事を置いて検討してきた。担当理事であった筆者は、森林・林業、林産業にかかわる地域の試験研究機関がどのような課題を抱えているかを把握する必要があると考え、2016 年度に全国の公設機関に対し「森林・林業関係試験研究機関の現状と研究推進上の課題に関するアンケート調査」を実施した。本稿では、その結果を引用しながら、公設機関の実態と課題について紹介する。なお、農林水産技術会議では、毎年、「農林水産関係試験研究機関基礎調査[1)]」以下「基礎調査」とよぶ）として、農林水産分野の都道府県試験研究機関、地方独立行政法人、財団法人、国立試験研究機関及び独立行政法人における人員、資金などの実態を調査しており、本稿では必要に応じこの調査の平成 29 年度の結果を引用することにする。

アンケート調査の概要

アンケートは、全国 47 都道府県の森林・林業・林産業に関係すると考えられる 56 機関に対して郵送で行い、

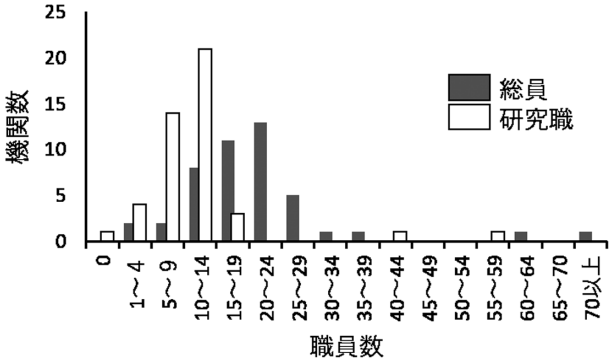


図 –1　職員数別の機関数
全 45 機関

そのうち 40 都道府県、45 機関から回答を得た。回答率は 75%、都道府県カバー率は 85% である。調査は、1. 組織の概況、2. 研究の進め方と成果の普及、3. 共同研究、4. 競争的資金の獲得、5. 科学研究費補助金、6. 研究員の研究上の資質向上、7. 研究員の学会活動、8. 学会の役割の 8 項目について、選択式および記述式で行った。なお、調査結果の要旨は、日本森林学会ホームページに掲載している[2)]。

公設機関の実態

組織の概要：試験研究機関には、事務職、研究職、技術職、普及指導職、その他など職制に基づく職員が配置されている。機関ごとの職員総数は平均 21.0 人であったが、最小の 4 名から最大の 86 名と大きな開きがある。しかし、規模の大きい北海道の 2 機関を除くとほとんどが 30 人以下である（図 –1）。

近年、各都道府県で試験研究機関の統合が進み、森林･林業関係の研究が、農業その他の公設試験研究を統合した組織の一部門として研究が行われている場合も少なくなく、各機関の名称からすると全体の約 1/3 にあたる 18 都道府県で統合化されているとみられる。統合型機関では、事務部門などは共通化されており森林・林業関係にのみにかかわる職員数を抽出することは難しい。

研究職は、試験研究の立案、計画、実行、とりまとめ、普及への橋渡しなどを担う試験研究機関の要である。そ

の数についてみると、やはり北海道の 2 機関が合わせて 102 人と圧倒的に多く、他は 10 ～ 14 人が最多であり、平均 9.7 人である（図 –1）。また、研究職が全く配置されていない、すなわち技術職が試験研究を担当している機関も 1 例ではあるが存在した。全国の森林林業関係研究職の数は、回答のあった機関だけでも 519 人を数え（全国で 577 人[1)]）、森林総研の研究職数 437 名[1)] を大きく超えている。なお、以下では職制にかかわらず研究に従事している者を一括して研究員と呼ぶ。

普及指導担当者を行政組織に配置するか試験研究機関に配置するかは都道府県によって方針が異なる。本調査では、全体の約半数 22 機関（1 機関で研究職が兼務）で、研究機関に配置されていたが、その人数はほとんどが 5 人以下（平均 3.3 人）である。

技術職は 32 機関に配置されているが、数は 1 ～ 14 人と大きく異なる。技術職の役割も、機関によって異なっており研究職の研究を技術面で支える場合や研究職とまったく同じように試験研究に携わる場合など様々である。

対象とする試験研究の分野：個々の研究課題はアンケートで尋ねていないので具体的に紹介することはできないが、取り組んでいる研究分野ついては、その傾向を把握することができる。

森林学会では、学会大会での発表を 15 部門に分けて行っている。この部門分けを参考し各機関の研究内容（以下研究分野という）を調査したところ、大きく、森林・林業全般を扱う機関（A タイプと呼ぶ）と木材・林産分野に特化した機関（B タイプと呼ぶ）に分けられた。A タイプの大部分では造林、遺伝育種、動物・昆虫、食用キノコ、木材加工などを主な研究対象とし、そのほか特用林産、防災、利用、生理・植物生態などに多様な分野の研究に取り組んでいる。また、少数ではあるが放射線物質汚染対策をあげている機関もある。B タイプでは、主に木材加工、伐出技術、食用キノコなどを取り扱っている。

これらの研究を研究職がどのように分担しているかについて、各機関の研究職の人数と研究対象としている分野の数の関係をみてみると（図 –2）、A タイプでは、全体としてみると人数が増えるにしたがって対象分門の数が増える傾向にあるようにみえる。しかし、大部分を占める研究職数 5 ～ 15 人の機関については、そのような相関は見られず、むしろ研究職の少ない機関で分野数が多い場合が少なくない。研究分野に対する研究職数をみると、約 80% の機関で一部門当たり 2 名未満であり、うち 5 機関では 1 地名未満であった。研究職には管理

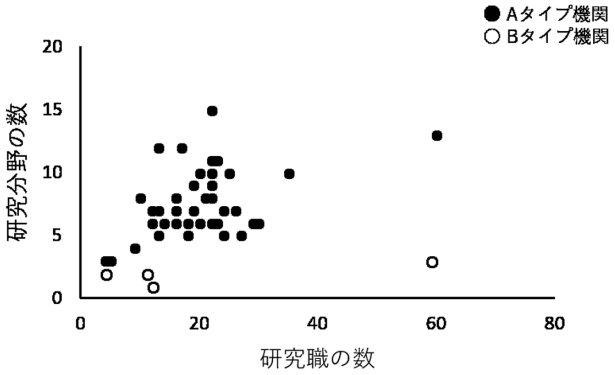


図 –2　研究職の数と研究分野の数の関係
A タイプ機関：森林林業に関する研究を総合的に行う機関
B タイプ機関：主に木材加工など林産研究を行う機関

職が含まれる場合も多く、直接研究に従事する者はさらに少ないものと思われる。これから 1 人で複数の分野の研究に携わらざるを得ない実態が明らかである。

一方、B タイプでは、取り組んでいる分野が非常に少ない。これは、設問における部門わけが木材加工という大きなくくりになっているためであり、実際の研究内容は、木材の伐採から加工、製品の開発まで多岐にわたり、それぞれ専門性の高い研究が行われている。

試験研究の進め方：研究課題は各都道府県の行政ニーズ、林業・林産業界の意向などをくみ取る形で設定される。具体的な、研究方法は各試験研究機関内部の検討により決定される場合が多い。多くの機関では、課題の進捗や成果について、組織外の者を交えた評価を行っている。試験研究の成果は、都道府県や機関独自で発行する広報誌、業界紙などを通じて広報されるほか、講演会の開催、普及指導部門との間の定期的あるいは不定期の情報交換により普及されている。学術的な成果は、全国に 6 つある地域森林学会や日本森林学会の大会において発表されている。学会発表は、発表自体だけでなく研究を進めるのに必要な情報の収集や他の研究者と研究上のつながりを得ることも、重要な目的となっている。一方、学術論文は、各機関の発行する試験研究報告として取りまとめられることが多く、学会誌への発表は必ずしも活発ではないが、投稿先としては地域森林学会誌が最多である（図 –3）。

共同研究と競争的資金：研究のための資金は、主に県費と国の補助金、国の試験研究機関からの受託や様々な競争的資金である。

近年、国から県への直接的な補助金のほとんどは廃止され、競争的資金へと切り替えが進んだ。各都道府県で

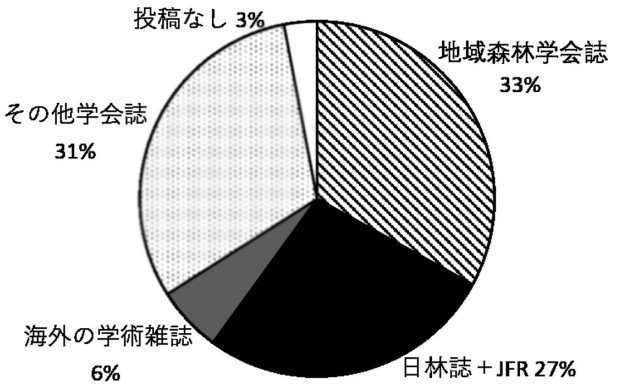


図 –3　研究成果の投稿先
複数回答可、全 100 例

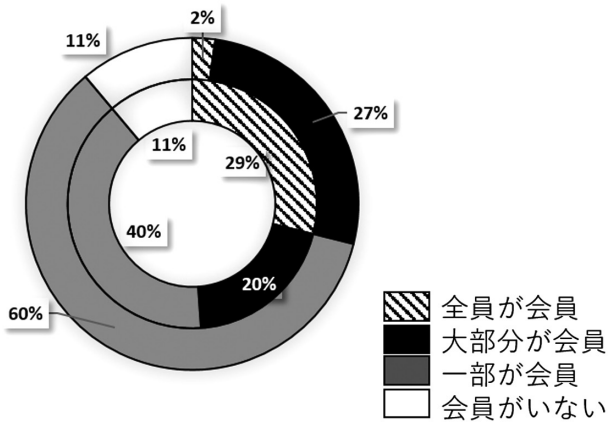


図 –4　研究員の学会加入の程度別の機関割合
全 45 機関
内円：地域森林学会への加入程度
外円：日本森林学会への加入程度

も同様の方針がとられ、同一県内の機関同士の競争による研究費配分が行われるなど、経常経費による研究は細っている。そうした状況もあって、大部分の機関では、競争的資金による他機関との共同研究が不可欠となっている。しかし、90％の都道府県で森林総研を研究代表とする競争的資金による研究を実施しており、自らが研究代表として競争的資金を獲得している例はあまり多くない。

一方、大学において代表的な競争的資金である科学研究費補助金を獲得している機関は大変少ない。そもそも、約 1/3 の機関は科研費の交付対象にすらなっていない。この理由として、学位取得者の数や業績論文数などといった組織の資格要件を満たさない点、研究費の受入・使用が都道府県の会計制度上難しい点などが指摘されている。

研究員の資質向上：職員の研修は、研究技術の習得だけでなく、他の研究者との研究上のつながりを得て、競争的資金の獲得などにもつながるものと期待される。そこで、各機関は職員の資質向上のため、森林総研での研修や各種学会への派遣などを行っている。また、一部ではあるが博士学位取得を奨励している機関も存在する。森林・林業部門の公設機関の研究員のうち博士の学位取得者の割合は約 20% であり、特に取得率の高い北海道の機関を除くと約 16% である [1)]。これは、農林水産業全体を通した、都道府県研究機関における博士学位取得者割合の 41%[1)] に比べるとかなり低い。

多くの都道府県では、研究職といえども行政との間での異動があるのが普通である。こうした努力にもかかわらず、一定のレベルに達した者が転出してしまうことで、組織として研究レベルを維持することを難しくしている面がある。特に、各分野 1 名未満の配置しかない機関ではその影響は深刻であろう。基礎調査では、全国の研究職のうち 34% が経験年数 5 年未満となっており [1)]、こうした状況が裏付けられている。

学会活動：研究員の所属学会は、森林学会および地域森林学会以外に 57 学会と多数であり、幅広い分野の情報を集めている様子がうかがわれる。学会への加入は多くの機関で推奨されているが、森林学会への加入の程度は機関により差がみられ、会員がごくわずかである機関も少なくない。一方、地域森林学会には、ほとんどの機関の大部分の研究員が加入している（図 –4）。論文投稿は推奨されているが、研究のレベルや執筆環境などに係る困難も多く指摘されていた。また、論文の書き方に関する適切なアドバイスの要望や投稿経費の負担に関する問題なども指摘されていた。

森林学会の果たすべき役割

森林学会は学会誌を発行し大会において発表の場を設けることによって、会員の研鑽や情報交換の場を提供してきている。例えば、森林学会第 99 巻に掲載された論文、短報は 31 編あったが、そのうち 7 編の筆頭著者が公設機関の研究者であった。また、2018 年 3 月の第 129 回日本森林学会大会での、口頭、ポスターを通じた総発表件数は 883 件であったが、その筆頭発表者の所属内訳は、大学 500 件（57%、うち学生ポスター 171 件 19%）、森林総研および国立機関 215 件（24%）、公設機関 129 件（15%）、その他 39 件（4%）となっている。

これらから、公設機関研究員の研鑽の場として森林学会が一定の貢献をしているということができる。しかし、公設機関の研究員の数に対する発表の数としては決して多いとは言えない。公設機関の研究員は地域森林学会では、比較的活発な発表を行っている傾向にあり、一部、学会の二重性に対しての不満も述べられていた。

これまで述べたように公設機関の多くは、少ない人数にもかかわらず多様な研究に取り組まなければならないだけでなく、研究員の異動などにより高度な研究スキルを維持することが困難な状況にある。一方で、競争的資金の獲得も求められており、適切な研究計画をもって研究をリードできる専門性の高い人材が求められている。アンケートでは、研究のネットワーク作りや日常の学習機会の提供などにおいて学会の支援を求める意見が少なくなかった。

以上のような実態および意見を踏まえ森林学会としてなんらかの取り組みが必要ではないかと考えられる。理事会への報告書では、当面実行可能な取り組みとして次のような提案をした。

1. 研究スタートアップガイドの発行：試験研究機関に研究員として新たに配属された職員が、試験研究を適正に進め十分な成果が出せるよう支援するため、研究情報の収集、研究計画の策定、とりまとめ、研究倫理等について理解できるようガイドブックを作成し、配布あるいは WEB 上で公開する。
2. 論文作成セミナーの開催：これまで森林学会大会の際に、学生を対象とする論文執筆に関する企画が行われてきたが、同様の企画を公設機関の研究員向けに地域森林学会と共同で開催する。
3. 博士学位取得情報の提供：博士の学位取得を希望する研究員が、どうすれば学位が取得できるかについて、各大学の受け入れ状況（論文博士、社会人入学など）を収集し、情報を提供する。また、学位取得者の経験を紹介し、学位取得に向けたモチベーションの醸成に資する。
4. 科研費申請に関するアドバイス：申請書の作成の支援体制（例えば、会員から分野別にアドバイザーを委嘱して、申請書の添削を行うなど）を整備する。

おわりに

これまでも、地域の森林・林業研究機関は、人員面、予算面で厳しい状況にあるといわれて来たが、学会の基幹的な会員層であるこれら機関の研究者を直接対象とする働きかけは、ほとんどなされてこなかった。今日の情報化社会では、研究者は多様な研究情報にアクセスし、それを適正に評価したうえで研究を実行することが必須である。それを可能にするためには、それにふさわしい人材の育成と研究環境の整備が求められるが、単独の機関のみの努力には限界がある。森林学会としては、公設機関の研究員の資質向上に寄与できる活動を、地域森林学会や大学、森林総研、あるいは全国林業試験研究機関協議会などと協力して展開することによって、他研究機関との共同研究を担える人材を育成し、公設機関の研究遂行能力向上に寄与する必要がある。それは、大会参加や学会誌への投稿などの活発化などをもたらし、学会活動の活性化にもつながるだろう。関係する皆様による活発なご議論と具体的な取り組みの進展を期待する。

なお、アンケートにご協力いただいた各機関および取りまとめに際してご協力いただいた皆様に厚くお礼申し上げる。

引　用　文　献

1）農林水産技術会議、平成 29 年度農林水産関係試験研究機関基礎調査
http://www.affrc.maff.go.jp/kisochousa/index.htm （2018 年 8 月 14 日確認）
2）日本森林学会、森林・林業関係試験研究機関の現状と研究推進上の課題に関するアンケート調査
https://www.forestry.jp/activity/research/
（2018 年 8 月 14 日確認）

記 録

「観光・レクリエーション分野のあり方検討会」報告

田中　伸彦（たなか　のぶひこ、東海大学）
杉浦　克明（すぎうら　かつあき、日本大学）
庄子　康（しょうじ　やすし、北海道大学）
上原　巌（うえはら　いわお、東京農業大学）

1. はじめに

日本森林学会大会では、近年「観光・レクリエーション（以下レク）」や「教育」の分野にかかわる研究発表が増加し、関連する複数の公募セッションや企画シンポジウムが毎年のように開催されるようになった。このような状況の中で、これらを主宰する研究者から、各々の分野を部門化してほしいという要望が2016年に提出された。そのため、2017年3月に開催された第128回大会（鹿児島市）において、「林政・風致・経営、観光・レク、教育分野のあり方検討会」を行い、部門化の検討を行った。

その結果、「教育」分野は第129回大会から独立部門化することが決定されたものの、「観光・レク」については2017年度以降に結論を持ち越すことになった。そのため、本検討会で「観光・レク」分野の部門化についての討議を、改めて公開形式で行った。進め方としては、「観光・レク」にかかわる公募セッションや企画シンポジウムを学会大会で長年コーディネートしてきた研究者らに登壇いただき、前年度の検討会の結果を踏まえた意見を提示していただいた。そして、既設の「林政」、「風致」、「経営」、「教育」部門の部門委員会委員らを交えた討議を進め、「観光・レク」の部門化を検討した。

なお、本検討会は、第129回日本森林学会大会（高知市）の場を借りて、2017年3月26日（月）の17:00～19:00にかけて、高知県立県民文化ホール第6多目的室にて開催された。進め方としては、まず冒頭で趣旨説明を行うとともに、今年度から部門化がスタートした「教育」部門について総括してもらった。そして、「保健休養」、「観光・レク」に関わる公募セッションや企画シンポジウム等を学会大会で長年コーディネートしてきた研究者に前年度に引き続き登壇してもらい、部門化に向けての意見をまとめていただいた。最後に参加者全員で、「観光・レク」の部門化に当たっての考えを検討した。

なお、討論においては、各発表を参考にしながらも、議論を拡散させないために、デフォルトとして「『観光・レク』部門を次回大会から部門化するが、既存の風致部門と統合して新部門として発足する」と据え、それに対する意見を集約するようにした。ただし、結論によっては上記デフォルトにはこだわらないこととした。

当日は21名の出席があり、特に新部門の名称に関して活発な議論が行われた。その結果として、以下の提案をとりまとめた。

1.「観光・レク」は、社会的な注目も大きく、継続的に一定数の発表が見込めるため部門として常設化するほうが良い。
2. 研究内容の親和性や、大会プログラム編成上の観点から、「観光・レク」分野は、既存の風致部門と合同で運営することが適切であると提案する。新部門は、2019年に開催予定の第130回日本森林学会大会より運用を開始することを提案する。
3. 新部門の名称は、検討会案として「風致・観光」とすることを提案する。ただし、議論を尽くしたものの、最善の提案であるか否かを確認するため、日本森林学会のメールマガジンで、会員にアイデアを募ることにした（2018年4月23日締切）。「風致・観光」という名称は、「観光」の新規性を明確にするとともに、「風致」が観光現象のみにとどまらない幅広い森林の文化的な価値とその活用を包含する概念として扱われてきたことを考慮したためである。

なお、本検討会の判断を日本森林学会理事会に報告した結果、「風致・観光」部門が正式に部門化されることが確定し、2019年3月20日（水）～23日（土）の期間に、新潟県新潟市（新潟コンベンションセンター「朱鷺メッセ」）を会場として開催される第130回日本森林学会大会から適用されることになった。

以下に、今回の検討会で発表された内容と、発表後の発言を記録としてとりまとめる。

2. 発表概要

1）新たに設置された教育部門の現状

杉浦克明

今回の教育部門の発表が30件（口頭21件、ポスター9件）となっており、教育系の企画シンポジウムの発表9件をあわせると39件となっている。これまでの教育関連の最大発表件数は2016年で、公募の教育セッションのほかに教育系の企画シンポジウムが2つ設けられ、3つの発表件数（教育セッション：11件、企画シンポA：8件、企画シンポB：7件）をあわせると26件であった。今回はその1.5倍になっている。なお、部門化前の公募の教育セッション単体の発表件数は2010年と2015年の17件が過去最大であったのに対し、今回の30件はその1.7倍になっている。新たな部門が新設されたことによって注目度が増した影響もあるだろうが、部門化によって発表場所が明確になったことが発表件数増加の一因として考えられた。発表者

についても、これまでよりも中堅、若手が増えている。さらに、森林系以外の大学（教育学部関連など）の方の発表が見られるようになり、新たに会員獲得にも繋がっている。

2）観光部門の部門化に向けて 1

庄子　康

「観光・レクリエーション」のセッションは、部門化を見据えて 2015 年の第 126 回大会より開催されてきている。IUFRO の Division 6 (Social Aspects of Forests and Forestry) の活　動、ISSRM (International Symposium on Society and Resource Management) や MMV (Monitoring and Management of Visitors in Recreational and Protected Areas) といった国際会議が盛り上がりを見せる中で、日本としても同様のテーマを議論する場が必要とされてきた。それを部門として立ち上げたいというのが当初の目的であった。

前回の検討会から議論を重ねる中で、既存の「風致」「林政」との内容の重複、部門としての継続性などの課題が明らかとなったが、その中で、「風致」とは合流し、「林政」とはプログラム編成の段階での調整を図るといった方向性が見出せるようになった。今回の検討会では、この方向性についてさらに議論を深め、「風致」と「観光・レク」が統合し、新たな部門を設立することについても了承を得たいと考えている。

3）観光部門の部門化に向けて 2

上原　巌

「保健休養」のセッションは、2005 年に立ち上げられ、本大会で 14 回目となる。森林関係者だけではなく、これまで関係の薄かった医療、福祉、心理などの周辺領域の専門家とコラボレーションすることがセッションの特徴であり、医療、福祉、心理などのそれぞれの専門職の視点からの森林への期待、保健休養効果の検証、新たな森林活用の可能性を考えることがセッションの中心となっている。

「観光」が部門化され、地域振興や産業としての「観光」が想定された場合、本セッションの内容は馴染みにくいと考えられる。また、IUFRO などの国際学会においては、Forest and Human Health など、森林における保健休養、健康増進は現在定着しつつある観があり、様々な発表が行われている。少数の被験者を対象とした研究が日本では多いのに対し、海外においては、その地域の森林と住民の健康状態の関係といった社会的に大きな構えの研究アプローチが見られる。海外における呼称と日本語での呼称での最大公約数的な言葉はないだろうか？

3. 検討会における主な発言

・「観光・レク」は、2015 年の第 126 回大会より継続して開催している公募セッションである。部門化するための発表件数は十分にある。
・今年度から新規部門化した「教育」は発表件数が著しく増加した。今後の推移を見守る必要はあるが、部門化は妥当であったと考えられた。
・観光学を主体的に教育研究する大学が 21 世紀に入ってから著しく増加している。林政・風致・経営に収まらない基盤的学問体系を構築するポテンシャルがある。
・観光・レクに関連する企画シンポジウムや公募セッションをやめると、既設の各部門に発表内容が拡散してしまう。
・発表件数は多いが、ポスターで発表を行う学生の数は 1 桁であるため、ポスター賞については、林政、風致・観光、教育の部門を一括して選定するのが運営上合理的である。
・「保健休養」セッションについては、10 年以上継続して開催されているが、医学・生理学・心理学系の発表が多く、「産業としての観光」を想定するのであれば異質で部門化編入には馴染まない。
・風致部門と合同で運営することを提案する。新部門名は「風致・観光部門」では如何か。
・新規部門名のキーワードとして「自然資源管理」「文化」「景観」「ランドスケープ」「社会的側面」など多様な提案が挙がったが、「風致・観光部門」が相対的に判断して最善であると考えられた。
・名称の確定にあたっては、メールマガジンなどで一般にも意見を募ったほうが良い。

4. おわりに

冒頭でも説明したとおり、上記の発表や意見に基づいた討議を踏まえて、検討会としては、「風致・観光」部門が始動することになった。そのため、これまでのプログラム編成委員会としては林政部門と風致部門については合同で部門活動を行っていたが、それぞれ独立して活動することとなった。2018 年度はプログラム編成委員会全体の改選時期でもあったため、既に「風致･観光」部門でも、「林政」部門でも新たな委員が選出され、部門キーワードなどが確定し、順調な滑り出しを見せている。

記 録

日本森林学会市民公開シンポジウム「林業大学校～その役割と目指すもの～」

鹿島　潤（かしま　じゅん、（国研）森林総合研究所四国支所）
後藤　純一（ごとう　じゅんいち、高知大学名誉教授）

2018年3月26日（月）13：00～17：00　高知県立県民文化ホールグリーンホールにおいて、第129回森林学会大会の行事の一つとして、日本森林学会市民公開シンポジウム「林業大学校　～その役割と目指すもの～」が開催されました。

本シンポジウムは、国産材資源が十分に蓄積され、木材需要が増えたにも関わらず林業の現場では人材不足が続く中で、“いまなぜ林業人材育成が必要なのか、同時にどのような人材が求められており、社会や地域は彼らに何を期待しているのか、人材育成の場である林業大学校はどのような役割を期待され何を目指せばよいのか、そして学校や卒業生に研究者や教育者がどのように関わり、学会や行政はどのように支えていけばよいのか、について皆様と考える”ことを趣旨としました。

コーディネータは、枚田邦宏氏（鹿児島大学農学部農林環境科学科教授）が務めました。

プログラムは以下の通りです。

13：30　開会、開会挨拶、趣旨説明
13：40　基調講演「林業大学校が目指すもの～森林文化アカデミーの実例から～」
　　川尻秀樹氏（岐阜県立森林文化アカデミー副学長）
14：25　講演「林業大学校はいま～林業の担い手はどのように育まれるか～」
　　田村典江氏（総合地球環境学研究所プロジェクト上級研究員）
14：45　休憩
14：55　コーディネータ自己紹介
　　パネリスト自己紹介
　　岩原暢之氏（高知県 林業振興・環境部 森づくり推進課 林業大学校準備室長）
　　川村竜哉氏（高知県 林業振興・環境部 副部長）
　　志方隆司氏（京都府立林業大学校教授）
　　野島常稔氏（香美森林組合組合長）（50音順）
15：35　パネルディスカッション

基調講演では、川尻氏より岐阜県立森林文化アカデミーのこれまでの活動が紹介されました。前身の岐阜県立林業短期大学校時代は、林業現場で働く人や公務員的な人を育成する性格が強かったそうです。しかし、国民の森林・木材生産に対する期待が変化していることをとらえて、2001年に岐阜県立森林文化アカデミーを設立するにあたっては、木材を使うことを提案できる人、環境教育にも携われる人を育てる学校として、木造建築・木工・環境教育も含めて一新したことがまず紹介されました。具体的な特徴として、

・アカデミーでは、入学者に対して、現場技術者として林業・林産業を担うために必要な資質を有する者（エンジニア科）、自ら課題を発見して解決策を創造的に提案する意欲があり、しっかりとした意識と目標を持って卒業後に社会の一員として地域貢献を目指す人（クリエーター科）であることを求めており入試でも面接で意思の確認を重要視していること。
・目指す人材は、川上では単なる作業員ではなく、安全を確保しつつ山の将来像を描き、山をデザインできる技術者。川中では木材の価値を高める販売や製材を提案できる担い手。それに加えて、山や木材、木造建築など様々な場面で、科学的な根拠をもって山側のインタープリターとなりうる人を育てること。
・17名を教員職として採用している特徴があり、客員教授が4名、非常勤講師が75名と、多種多彩で個性的な講師陣がいること。
・地域の林業・森林が抱える問題を地域の人と取り組み解決を図る取り組みを行っていることとその事例。

などが紹介され、

「現地現物主義を基本に実践的人材育成を目指す」
「教職員と学生の全体で社会に貢献する」
「積極的に外部資金の獲得を目指す」
「行政技術者と県民に広く学びと研鑽の場を提供する」

といったアカデミーの理念と具体的な運営が紹介されました。

また、アカデミーが岐阜県の林業労働者を十分に提供できているかという点については、大量に卒業生を作っても県内で受け入れきれないことをあげて、アカデミーが現時点で働いている人たちの再教育の場になることが地元林業の起爆剤となり得るとの考えを述べられました。

最後に、林業大学校入学を考えている人たちに対して、自分の目指すものが何かを考えた上で入学するようにアドバイスをいただきました。

田村氏の講演は、全国の林業大学校の状況について情報提供を兼ねた講演でした。

林業大学校の意義として、地域に応じた人材育成ができる、総合的に森林・林業を学ぶことができる、林家師弟でも山村地域出身者でもなく興味はあったものの森林・林業と関わりがなかった人でも入っていきや

すい、就業前に仲間ができる、といったことが指摘されました。しかし、一口に林業大学校といっても、設立の経緯や学校種別、運営体制、組織の位置づけなど様々であると説明されました。

学校ごとに地域情勢や人材要請に応えた特色をカリキュラムに出しており、即戦力の育成だけでなく、生産から加工流通まで見据えた考え方、プランナー養成など林業経営分野の教育まで行っている学校もあることが紹介されました。逆に、地域に関係なく共通の部分については“標準化”が必要であるとして、大学校間、大学や高校、産業界との連携が必要で、産学のビジョン共有と継続的な技術向上環境の構築は技術者教育の要であり、この点においては学会が果たしうる役割も大きく、将来を見据えた“現代の林業”を教科書にできると良い、と学会や研究者に対する期待を寄せました。

一方、学校は定員を満たす入学者を得て県内を中心に就職先を確保するのに苦労していること、森林利用や林業経営の分野を扱う大学が少なくなった中で教員や講師を確保することの難しさなども紹介され、緑の雇用との棲み分けが明確でないことにも指摘が及びました。

森林・林業分野に森林環境税という新しい財源が付いたことから、今後の給付金制度が安定的に続くことへの懸念が指摘され、給付金制度を頼りに開校が続いた林業大学校の将来の在り方にも懸念が示されました。しかし、田村氏は、給付金が無くなっても学校をやめるべきではないし、やめないでもらいたい、と述べられました。

学校は“より所”であり、継続性が大事であるとして、地域林業のハブとして林業大学校が機能することにも期待を寄せました。学校が人的ネットワークの中心になれること、新しい研究成果や政策が学校から普及すること、学校に持ち込まれた課題や困ったことから政策や研究が立ち上がることに期待を込めた発言がありました。

最後に、地域に根ざした森林林業技術者を作ることを林業大学校の一つの目標に是非入れて頂きたい、と林業大学校に大きな期待を寄せて講演が終わりました。

公演後は、基調講演者（川尻氏）、講演者（田村氏）、および四人のパネリスト（岩原氏、川村氏、志方氏、野島氏）（五十音順）にご登壇いただき、コーディネータ（枚田氏）の司会進行のもと、ディスカッションとなりました。ディスカッションの冒頭に、パネリストから自己紹介を兼ねたコメントがありました。

枚田氏からは、鹿児島大学で林業に従事する社会人教育に携わることで知的資源の提供や社会還元について考えを見直すメリットを感じていること、林業大学校には林業界の人材教育に期待があることが述べられました。岩原氏からは、高知県立林業大学校のカリキュラムや特徴、学生へのサポート体制、CLT による新校舎などについて説明があり、ビデオによる学校紹介も行われました。志方氏からは、京都府立林業大学校の人材育成について、目指すところ、学科の構成、学生生活、京都ならではの特徴の説明があり、“自然を尊敬できる人材”を目指していることが報告されました。野島氏からは、香美森林組合の概況説明、従業員の育成について説明があり、高知県立林業学校の卒業生 3 名が組織にインパクトを与えたこと、定着率 100 % を目指していることが紹介されました。川村氏からは、林野庁での経験も踏まえて林業大学校は地域ごとに様々な取組ができることと、国や自治体もこれからの取り組みにまだ課題があることが指摘されました。

ディスカッションの一つ目のテーマは“地域で求められている人材”でした。

岐阜県では“単なる作業員ではなく、自ら考えデザインする、この森をどうするのか、この現場をどうしていくのかを考える人材”を目指し、高知県では地元事業体の要望に応えるために基礎課程と専攻課程を通して林業技術コースでは“即戦力になる技術者”、森林管理コースでは“事業体の中核を担う人材”を目指し、京都府では定着してくれる“即戦力”と林業以外も含めて“地域の中で森林をよくしてくれる人材”を目指していることが述べられました。田村氏からは、林業の機械化により作業自体が高度化しており、現場作業員だけでなく将来の経営者あるいはその予備層となる林業人材育成も必要になっていると同時に、市民と森の接点が多様化しているので地域の自然を提案できる広義の林業技術者の育成も求められているという指摘がありました。

人材育成に関連して“緑の雇用”との違いについても討論がありました。

京都の志方氏からは、資格取得をとおして技術を磨くことに加えて、山を好きになり仕事が好きになると誇りが持てる、いろいろ学んでいろいろな話ができるようになると面白く楽しくなる、というところを大事にしている、との発言がありました。岐阜の川尻氏からは、建設業から林業に入ってくる事業体では、資格を取っただけの人は非常に危険なのできちんと学んできたアカデミーの卒業生が望まれていることが紹介されました。そして、繰り返し練習を積んで物事の先を分かっている林業大学校の卒業生と緑の雇用で単に資格を取っただけの人とは違うことを森林組合の中にも気づき始めているところもある、とのお話しがありました。

野島氏は卒業生を受け入れる立場から、林業大学校には、自然とのつきあい、地域や社会との連携まで含めて幅広い教育を期待していると発言がありました。資格取得研修の緑の雇用が大きな役割を果たしているのは間違いなく、林業大学校と緑の雇用がそれぞれの特徴を活かして今後もやってもらいたい、と述べられました。

田村氏からは、現在の林業大学校の定員は約 300 名で、林業の新規就労者の 1 割しかカバーできておらず、林業大学校が今すぐ緑の雇用に取って代われない、という量的な側面からの指摘がありました。そして、ここをどう考えるか、という提起がありました。

川村氏は、緑の雇用は OJT が中心になっていて研修が安全と資格の部分に特化されている点に触れて、1

年か2年の時間をかけて林業大学校に集まって中長期的に森林林業を担う人材を育てることに林業大学校の意義があるのではないかと指摘されました。また、卒業生の数については、全国に林業大学校を作ることには疑問を感じるが、大学校が必要と判断した地域が設置して、将来的には全国に人材を輩出するのが理想であると述べられました。

さらに枚田氏は、他産業からのキャリアチェンジ、林業に就いていてもキャリアアップできるところにも林業大学校の特徴があると指摘しました。

次にカリキュラムを中心とした“学校運営の課題”に関連するディスカッションが続きました。

高知県と京都府からは実習フィールド確保の難しさがあげられました。高知県では地元市有林を無償提供してもらったものの往復に時間がかかり実習時間が十分に確保できなかったが、国有林で皆伐実習ができるようになって改善があったこと、京都でも同じ場所で同じ実習はできないと心配していたが探せばなんとかなった例が紹介されました。次に講師陣の確保と負担の問題でした。岐阜県からは、17名の講師に加えて75名の非常勤講師を招いている例が紹介されましたが、学校の授業だけでなく専門技術員の研修、市民講座講師なども含めてカリキュラムの負担が大きく、夕方からの会議なども教員の負担になっていることが紹介されました。高知県では、講師不足を補うため地元の香美森林組合の職員が協力していることや協定を結んだ国有林の職員が講師として活躍している例が紹介されました。

教員不足の対策として、岐阜県では1年生の授業で2年生が指導しながら授業を補佐していることが紹介されました。2年生にとっては繰り返し練習の回数を稼ぎつつ教えることが研修なり、教員不足を補う一石二鳥の効果があるとのことで、他の学校にも同様の取り組みを提案されました。

野島氏からは、現場職員が講師として迎えられること自体が職員の意識向上につながっており、地域の林業事業体の意欲も高めているのは間違いなく、これからもよろしくお願いしたいとの発言がありました。

林業大学校の運営は、学校が地元と一緒に運営できていることが素晴らしく、特に実践的な部分では現場の技術と経験を持っているいろいろなメンバーが協力しなければ難しい面があるが、講師の人たちが勉強できる仕組み作りも今後の課題であると枚田氏は指摘しました。

県の職員だけでは対応できない事柄もあるはずで、森林学会、研究者、専門家の参加も求められている点について、会場の森林総合研究所の田中理事から、研究者が実際の研究成果を現場にどう活かしたら良いか、その機会や場所に恵まれない場合があるとの指摘がありました。あわせて、林業大学校が研究成果を普及する場所であると同時に現場のニーズを持ち帰れる場所でもあり、現場、研究・学問の間を取り持つ意味でも林業大学校が機能し始めていると指摘されました。林業大学校と関係を持つ機会を作りたいと思っている研究者もいるはずなので、是非そういう形で協力できたら良いと思う、と研究者の協力を後押ししました。

また、林業大学校に関わる県職員の学会参加が少ないことに触れ、学校関係者が学会で研究者と積極的に交流を深めて最新情報を得て知識を深めるべきであるとの提言もありました。

ここで、会場にいるであろう他の林業大学校関係者に運営に関連する質問などの発言を求めましたが、発言はありませんでした。壇上の方々は他の学校関係者との質疑を楽しみにされていたのですが、少し残念でした。

3つめのテーマは“卒業生、修了生に対する対応”でした。卒業生が地域に定着するための学校の取り組みが紹介されました。

岐阜県では、キャリア支援の授業を設けて林業関連企業を招くことや、コンソーシアムを組んでいる企業とランチミーティングを行うなどして学生が企業と話をする機会を設け、インターンシップだけでは知り得ない情報を就職前に知ることで定着率を上げようとしていることが紹介されました。京都府からは、仕上げの実践を行うキャップストーン研修が紹介されました。就職先の決まっている人には違う事業体に行かせ、迷っている人には複数の場所に行かせるなどすることで、卒業後のミスマッチを防ぎ、自分に足りない部分に気がつくことで次の就職活動に活かせる効果があることが紹介されました。この研修では学生と学校と事業体が協定を結んで上手くいくように調整をしながら取り組んでいるそうです。高知県では、まずは知識、技術、安全などをしっかり身につけさせ自信を付けさせること、そしてインターンシップを4回実施して、事業体の中身を事前に理解させることで離職率を上げないようにしている取り組みが紹介されました。

また、卒業生を受け入れる側として野島氏は、高知の場合は即戦力になるんだという意識があるが、学校毎にそれぞれ特色を持って一生懸命やられているのはありがたい、と述べました。

さらに、1年から2年にあがるあたりで考え方に変化が出てくる人がいるので、学年の節目で違う方向に進む仕組みがあっても良いし、1年生では基礎的な技術習得や資格取得で精一杯かもしれないが2年生になると山が面白いということを教えて山で楽しめるように教員が仕掛けていくことも大切だと指摘がありました。

各校とも、卒業前にいろいろな職場を体験させて一人ひとりに合った就職先を見つけてもらおうとしている取り組みは共通であり、それを支える地元の協力がとても大切であることが分かりました。

ディスカッションを締めるにあたり今後の林業大学校への展望、期待、課題についてコメントをいただきました。

川村氏は、3年後の定着率がポイントになりそうだとして、他産業と比べて緑の雇用も頑張っているが、各校の取り組みを見ると卒業生の定着は緑の雇用以上の期待ができると述べられました。ただ、マッチングという点で事業体の側にも解決すべ

き所はありそうで、経営者の新規就労者を育てる意識が定着への鍵になるだろうとも指摘されました。定着、定住という点では生活環境を整える、将来的な子育て環境を整える、というところで県や市町村が連携する行政の仕事も重要になるが、林業大学校が定住対策のパーツとして機能すると地域振興に貢献できそうだと期待を述べられました。

野島氏からは、受け入れた林業大学校の卒業生の例を挙げて、若い子が定住を意識してくれると雇う側にも責任が出てきたと感じており、林業で定着できるのは学校が自然と付き合う気持ちを持てる人材を作ってくれたからだと感謝を表されました。

田村氏からは、卒業生に来てもらいたい事業体が来てもらい易いように良くなっていく、卒業生が就職して業界が良くなっていく、という絵が描けると良いと事業体への期待が述べられました。また、卒業生が必ずしも林業に定着しなくても森林の素晴らしさを理解して語れる人が増えるのは良いことであり、社会の雇用構造が変化している中で林業大学校をとおして森林や林業に縁のなかった人たちが新しいライフスタイルを提唱するきっかけになっても良いだろうとも述べられました。そこに林業学校がハブとなる交流があって地域に根ざしたことが進めば良く、同時にそこから研究のシーズも政策のシーズも出てくることにも期待を寄せました。そして、短期的にも直接的にも学校をやめないでくださいと、学校の継続を訴えて発言が終わりました。

最後に、枚田氏が会場に向けて、“皆さんにはいろいろな形で林業大学校に関わっていただきたい。それが研究、教育の幅を広げ、日本の森林・林業を守る人たちが林業大学校で育てられているという一般市民の方の理解にもつながるだろう。”と締めくくり閉会となりました。

会場の皆さんにはまだなじみが浅い“林業大学校”だったかもしれませんが、関わっていらっしゃる方々の努力や工夫の一端を知っていただき、意外と奥の深そうなところを感じていただいたシンポジウムでした。日本の山を支える人を育てる林業大学校の今後の活躍に期待します。

森の休憩室 II
樹とともに　その 32

ショクダイオオコンニャク

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）

「何この大きさ！コンニャクって樹なの！？」

筑波実験植物園のショクダイオオコンニャク、小石川植物園にて播種されてから 26 年、樹木と見まがう姿に来園者が思わず口にする言葉です。本種はインドネシア原産の多年生草本で、数年に 2 日間だけ咲かせる世界一大きい花（正確には花序）が有名です。花のステージと葉のステージが明確に分かれており、種子から初開花と、花から花の間は、葉で作られた光合成産物を芋へ蓄える事に集中します。その姿、トップまでの高さ 4.5 m、直立している部分の直径 20 cm、頭上に広がる葉の幅 5 m、来園者が驚きの声を出すほどの大きさで長い期間を過ごしています。

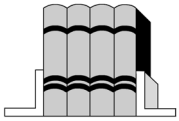
植物体の各部位も独特です。地上部が無くなると、数ヶ月後にタケノコみたいな角が芋から出て、約 1 か月で 70 cm 前後の巨大な芽となります。中から黄色い軸がもし現れたら、それは付属体と呼ぶ花の一部なので、約 2 週間後には待望の開花が！しかし大抵は細長く折り畳まれた沢山の小葉が現れてグングン伸び、4.5 m 程度の高さに届くと手を広げるように開いて、光合成を開始です。おや、一枚一枚の小葉、よく見るとあちこちが繋がっています。そう、コンニャクの葉とは、展開された小葉全てで一枚なのです。そして幹に見えている部分は、幹でも茎でもなく、じつは葉柄です。樹木と見まがう全ては、なんと、たった一枚の葉っぱと一本の葉柄が短期間で極端に大きくなった姿なのでした。ちなみに樹木は、樹皮下の形成層が細胞分裂を繰り返して木部を増やす肥大成長を行い、大きい樹体を支えます。一方、多年草は形成層を持たず、光合成に不向きな時期は地上部をなくし、生育に良い季節だけ地下部の蓄えで地上部を再生するよう進化しました。コストを考えたら大きい体を作らない方が得に思えますが、ショクダイオオコンニャクは樹木並みに大きくなり、葉を巨大化させ、さらに花も巨大化させてしまいました。いったいどうやって大きい体を肥大成長なしで支えているのでしょう。

花序のあちこちを切って観察した事があります。まずは付属体。虫を呼ぶ臭気を上空へ拡散させる器官で、1 m 以上の長さがあります。開花 2 日目に折れないよう支柱を入れたら、中はスカスカのスポンジ状で、臭気を通すのに良さそうだと思われました。次は苞。フリルのついたスカートをひっくり返したような形状をし、臭気により訪れた虫を閉じ込め、花粉を纏わせ、別個体へ運ばせます。断面の厚さは 3 cm 程度、切り取った部位は見た目以上に軽く、しかし触るとしっかりしていました。また、一見スポンジ状でしたが付属体のようにスカスカではなく、蜂の巣のように小さな空隙が沢山ある格子状の組織からなっていました。最後は花軸。花序を地面から支えている部分です。開花から約 2 週間後に、苞の断面とほぼ同じ物を見ました。葉柄を詳しく調べた研究によると、表面付近の層は硬い作りですが、中心部は格子状組織で空気を非常に多く含んでいるそうです。そしてそれらを作る柔細胞がパンパンに膨れる事で、全体の強度を保っていると考えられています。樹木の肥大成長は内部を密にして強固にする作戦ですが、こちらは内部を出来る限り疎にしつつそれなりの強度を得る作戦なのでしょう。私が観察したのは花序でしたが、多年草の巨大化を可能とするローコストハイパフォーマンスな構造を垣間見る事ができました。ちなみに葉柄表面の模様は、動物の衝突による倒壊を防ぐため、地衣類に覆われた木の幹を真似していると言われています。倒れないための工夫がそこにもあるとは、いやもう感服です。

ショクダイオオコンニャクがそんな巨体を用いて地下部の芋へ貯める光合成産物はどれほどでしょう。今年 5 月、定期的な植替え時に計測したところ、直径 73 cm、厚さ 36 cm、重さ 76 kg ！水産用水槽を改造した巨大鉢から出して戻すのが、どんどん大変になっています。ギックリ腰要注意な姿勢でいつも思うのは、この大きい芋だから、あの高さと広さをもつ葉が作られ、世界一大きい花が咲くという事。植物園では 2012 年に初開花し、その後は 1 年置きで連続 4 回も咲きました。通常、花と花の間は数年掛かるとされているのに、灌水や施肥が絶妙だったからでしょうか。私が行う周囲の高木剪定が利いたのでしょうか。それとも、皆で褒めながら育てたからでしょうか。芽生え・生産・貯蔵・休眠というシステムの巧妙さや、進化の逞しさを、芋の重さが全身へ伝えます。そしてその経験による気づきこそ、栽培員の能力を上げる大事な物であると、また、地味な作業を日々延々と重ねる中での醍醐味でもあると、さらなる芋の成長を願っています。

※ 植物園 HP で開花を記録したコンニャク日記を公開しています。ぜひ一度ご覧ください。
http://www.tbg.kahaku.go.jp/news/konnyaku/

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



ブックス

生物環境物理学ことはじめ

高見晋一著、大阪公立大学共同出版会、2017 年 8 月、202 ページ、1,500 円（税別）、ISBN 978-4-907209-75-9

生物環境物理学は、生物とそれをとりまく物理環境との間でのエネルギーや物質の交換を通じた相互作用を物理学的な視点で理解しようとする学問である。生物－環境間の相互作用は古くから生態学や水文学、気象学など、様々な研究分野で取り扱われてきた。森林科学においても、樹木の物質生産や森林生態系の公益的機能を特徴づける重要な要素になっている。最近では海外の主要な教科書の和訳書も出版され、日本でも一つの学問分野として認知されつつある。しかし、物理学に基づいた学問分野であるため、数式に基づいて理解すべき項目が多く、生物学を主体に学んできた者には敷居が高く感じられるところも多かった。そのような中で、生物環境物理学をはじめて学ぶ人を対象とした入門書として執筆されたのが本書である。

第Ⅰ部では「基本的概念」として生物環境物理学を学ぶうえでの基礎について記されている。まず「単位」とその変換について 1 章を設けて解説している点が目を引く。大学生向けの専門書は読者が単位を正しく使いこなせる前提に立って書かれているものが多い。しかし、理系であっても大学生の単位に関する認識不足とそれによる計算ミスは決して珍しいことではない。このような中で、物理量を扱う上で大前提となる「単位」の重要性とその使い方について、本書では改めて平易な文章をもって伝えてくれている。第Ⅰ部ではこのほか、複数の事象間に生じる「因果関係」とそれをもたらす「エネルギーと物質の輸送」に関して解説されている。因果関係の解析方法としては、とくに「最少律」が取り上げられている点が興味深い。統計分析などに比べて、最少律は一般的にはあまり認知されていないように思われるが、例えば光合成モデルや水文学におけるタンクモデルなど、複数の要因が作用する事象に関するモデルの多くが最少律に基づいている。自然界に存在する様々な因果関係について、とくにモデルに基づいて検討しようとする場合に、最少律は依然として本質的な概念であることを本書は教えてくれるだろう。

第Ⅱ部「生産環境と一次生産」では、植生を取り巻く物理環境（主に熱環境）の形成過程と、植物による有機物の生産（一次生産）について解説されている。とくに植生における放射収支と、そのエネルギー配分過程についてはかなり丁寧な説明がなされており、蒸発散過程を表現する Penman-Monteith 式の成り立ちに関する解説も非常に勉強になる。一次生産に関しては生産生態学の知見をなぞる部分が多いが、光合成の入力エネルギーとして、光合成有効放射（PAR）について詳しく述べている点が特徴的である。

第Ⅲ部「地球環境と生物圏の相互作用」では、エネルギーの流れと物質の循環をとおして見た地球環境や様々な生態系の成り立ちについて述べられている。野外観測を中心に生物環境物理学の研究に取り組む場合、研究対象は比較的小さいスケールに限られてしまうことも多く、グローバルな環境問題に関心のある学生のモチベーションを削いでしまうことも珍しくない。これに対し、本書では様々なスケールでの生物圏の成り立ちがエネルギーの流れと物質の循環を軸につながっていることを示すことで、生態系内の生物の営みがスケールの垣根を越えて地球規模の環境形成にまでつながっていることを読者に実感させてくれる。そして、人類はこの循環システムを変えつつあり、それが地球環境（とくに温度環境）に多大な影響をもたらす可能性があることを最後に提示して結びとしている。

本書の特徴としては、各項目について分かりやすさを重視し、非常に丁寧な説明がなされている点が挙げられる。その分、取り扱う項目は著者が重視するものに限定され、必ずしも生物環境物理学を網羅するような内容にはなっていない。しかし、取り扱われる各項目は一貫したストーリー性をもって構成されており、途中にちりばめられた研究コラムも相まって、幾多の研究者の興味や試行錯誤の歴史なども感じながら、我々を生物環境物理学の世界にいざなってくれる。分担執筆による教科書が多い中で、本書は全体をとおしたテーマに統一性・一貫性を持たせるために著者が 1 人で完成させた労作であり、長年にわたって生物環境物理学に携わってこられた研究者としての哲学を感じさせる一冊である。

松本一穂（琉球大学）

森林科学シリーズ 3 巻 森林と災害

中村太士・菊沢喜八郎編、共立出版、2018 年 3 月、231 ページ、3,300 円（税別）、ISBN 978-4-320-05819-4

本書は森林科学分野での災害に関する教科書・入門書である。風倒害や山火事のような気象害はあつかっておらず、水や土砂に関する災害が中心となっている。従来の分野でいえば“砂防学”がもっとも近いだろう。ただし、本書は最新の知見を基に土砂災害や水循環について解説しているだけではなく、東日本大震災で生じた津波被害と海岸林の関係や森林の放射能汚染問題まで議論している。これまでの砂防学の枠を超えて、現在進行中の問題に向き合った新たな教科書といえるだろう。

序章では Eco-DRR（生態系を活用した災害リスク削減）というキーワードの下、森林のもつ防災機能を最新の森林科学の知見から整理しな

おすとともに、社会構造の変化や原発事故といった新たな課題についても議論している。第1章では多くの災害に関係する“水循環”の基礎について解説している。前半では、蒸発散を通じた水循環について、後半では、降雨流出過程、主に森林斜面の土層内でのプロセスについて、物理モデル等にも触れながら水理学的・土壌物理学的に解説している。数式も多く、不得手な人間は尻込みしてしまうが、要点は分かりやすく書かれている。第2章では森林との関係が深い“表層崩壊”について、樹木根系による土層安定化という観点から解説している。根系の力学的な崩壊防止メカニズムはもちろん、崩壊に関する統計的な研究事例や間伐の影響についても多くの既存研究を紹介しながら解説している。第3章では渓流沿いの集落に深刻な被害をもたらす“土石流”について解説している。土石流の形態の違いや災害の実例、さらに防災対策として土地開発制限や警戒避難体制などのソフト対策、砂防構造物によるハード対策について述べられている。近年多発する大規模な土砂災害では、森林の災害防止効果は限定的で、むしろ流木化により土石流の破壊力を高めているという指摘は、森林科学に関わる者として耳の痛い話である。第4章は、主に扇状地より下流の河川を対象に“河道内の樹木と洪水”について述べている。川原の樹林化で洪水の流れが阻害され、流木が発生するという問題や、反対に堤防付近など河道の外側にある樹林には水害を防ぐ機能があることなどが解説されている。第5章は“海岸林”についてだが、潮風や飛砂を防ぐといった機能もあるなかで、本章は“津波との関係”に特化しているのが大きな特徴である。前半で大津波による海岸林の被害実態について述べ、後半では津波に対する海岸林の防災機能およびその限界について述べている。将来、クロマツの海岸林をどのような形に仕立てるべきかという問題も議論されている。第6章では、原発事故による“森林と渓流の放射能汚染”について述べている。これまでわが国にはなかった新たな形態の災害のため、記されている内容のほとんどが最新の研究結果である。生態系内、生態系間での物質循環や食物網が放射性セシウムの動態に大きく影響し、森林と渓流では異なる動態を示すというのは大変興味深い。森林からの汚染物質移動による被害を軽減するため、どのような対策が可能かも議論されている。

我が国日本は湿潤変動帯に位置し、もともと自然災害の多い国であり、古来より“治山治水”として、森林の災害抑止機能や水源かん養機能が知られてきた。しかし、平成に入って2度の大震災が起き、近年は平成30年7月豪雨のように地球温暖化による極端な気象現象も起こるなど、従来の知識や経験が役に立たない状況がしばしば発生している。本書は従来の学問分野の枠にとらわれずに書かれた最新の教科書であり、これから森林と災害について学ぼうという方はもちろん、新たな知見を勉強しなおしたいという方にもお勧めできる一冊である。

阿部俊夫
（森林総合研究所東北支所）

森林科学シリーズ7巻 森林と土壌

柴田英昭編、共立出版、2018年3月、240ページ、3,300円（税別）、ISBN 978-4-320-05823-1

「森林と土壌」が「森林科学シリーズ」から発行された。本書は、森林土壌について基本的なことから近年の研究の発展までを解説しており、森林土壌学の教科書としての価値がある。近年日本語で出版された教科書の中で森林土壌の解説は、森林生態学、造林学、土壌学など書籍の一部としてあるものの、森林土壌のみを扱ったものとしては、1989年の河田弘氏の「森林土壌学概論」や1993年の森林土壌研究会の「森林土壌の調べ方とその性質」（改訂版）以来である。

柴田英昭氏の総論につづいて、5人の著者がそれぞれ1つの章を執筆している。彼らはそれぞれの専門で大活躍中の研究者であり、各研究分野の発展を理解することができる。第2章は、藤井一至氏による、「森林土壌の分類と機能」についての解説である。土壌学を理解するうえで必要な基礎的知識が要領よくまとめられている。多様でとらえどころのないように感じる森林土壌の研究においても化学反応の基礎をしっかり理解していることは重要である。学部生からベテランまで、まずはこの章を読んでほしい。第3章は平舘俊太郎氏による「広域風成塵と火山噴出物が土壌生成に及ぼす影響」についての解説である。日本列島は、世界でも有数の火山活動の活発な地域であり、また、中国大陸から風成塵が飛来し、これらの影響で日本の特徴的な森林土壌が発達する。土壌を研究するときには下ばかり向いていてはいけないこと、いろんな方向から土壌をとらえることが重要であることを再認識する。第4章は菱拓雄氏による「森林土壌に生息する土壌動物」についての解説である。土壌中には多様な土壌動物が生息しており有機物の分解に関わっている。これまで多くの土壌動物研究者は、土壌動物を採取し、種類に分け、数え、環境要因との関連を明らかにした。身近な土の中に広大な土壌動物の世界が広がっている。第5章は磯部一夫氏による「森林土壌微生物の構成と養分動態へのかかわり」についての解説である。近年の分子生物学の進歩により、土壌微生物に関する知見も急速に発展し、大きく塗り替えられている。これらの進歩について要領よくまとめられている。土壌微生物のDNA情報が土壌における窒素循環を理解するうえで有効であることが示された。分子生物学の発展

で急激に変化した微生物の研究と、昔ながらの地道な研究が続いている土壌動物の研究を対比して読むこともできる。第6章は保原達氏による「土壌有機物の特性と機能」についての解説である。土壌中では土壌動物も土壌微生物も多様であるがゆえに、有機物も多様である。ところが、保原氏は、多様である土壌有機物にも普遍性があることを指摘しており興味深い。

全体を通じてあらためて森林土壌研究の多様性を実感することができた。さらに、応用と基礎、多様性と普遍性の対比が森林土壌の研究にとって重要であることを認識した。第3章以降は、やや難解な内容を含んでいるので、第2章と対比しながら読み進めるとよいと思う。また、森林科学シリーズから「森林と物質循環」も刊行されており、あわせて読むとよいだろう。

稲垣善之
（森林総合研究所四国支所）

自然保護学入門 ひとと自然をつなぐ

筑波大学自然保護寄付講座編、筑波大学出版会、2018年4月、258ページ、2,900円（税別）、ISBN 978-4-904074-50-3

筑波大学自然保護寄付講座によって編集された本書は、2014年以降講座の授業の中で扱われてきた内容や、本書のタイトルにもなっている自然保護学入門（2017年に開講）の授業内容をもとに構成されている。初めて自然保護学を学ぶ大学の学部生に、最初のステップとして本書を活用してもらうことを想定して出版された本ではあるが、内容としては、保全生態学の研究を行う大学院生や若手研究者、および自然保護の実務者にとっても、そのバックグラウンドを体系的に理解した上で最新の動向を把握することのできる待望の教科書と言えるだろう。

自然保護や保全という言葉が、広く一般的に使われるようになった今日、その意味は多様化し、自然保護の現場に関わる人々であっても用語の選択に戸惑った経験をもつ人が少なくないだろう。本書では、最初（第1部）に、これら自然保護に関わる各種の言葉（保護・保全・保存・復元・回復・再生など）の定義についてその歴史的な背景や概念の変遷過程、英語との対応関係も含めて明確に解説されている。また、自然保護だけでなく文化遺産との関係も含め、分野間での言葉の定義の差異についても触れられている。第1部後半では、19世紀以降の国内外における自然保護の変遷がまとめられており、自然保護の概念や対象、目的がダイナミックに変化し続けてきたことが分かる。

本書は大きく3部に分けられ、上記の「自然保護総論（第1部）」につづいて、「自然保護の対象となる自然とその仕組み（第2部）」と「自然保護を実現する仕組み（第3部）」から構成されている。第2部では、まず地圏の成り立ちを概説したうえで、自然保護の対象として陸域および海洋の各種生態系とその特徴を取り上げ、今日の主要な環境問題である地球温暖化と生物多様性保全の観点から、その課題が概説されている。それぞれ、紙面が限られる中で、内容の絞り込みに苦慮されたかもしれないが、さらに深い学びへと導くためのエッセンスが効果的に抽出されている。第3部では、自然保護を実現する仕組みとして、最初に日本国内での自然保護に関連する各種法制度の位置づけや歴史、特徴が概説されている。その上で、具体的な保護策として、保護地域制度、野生生物管理、エコツーリズム、景観保全、世界遺産制度、モニタリング制度を取り上げ、それぞれの取り組みの特徴や近年の展開が国際的な動向も踏まえて紹介されている。

本書には、各章に「より学習を深めたい方へ」のメッセージと、その際に参考になる文献のリストが明記されている。本書が、初学者を自然保護に関わる各種の専門分野へと導く足がかりになるとともに、自然保護に関わる幅広い人々にとっての「座右に置きたい一冊（裏表紙より）」になることを期待したい。

小柳知代
（東京学芸大学環境教育研究センター）

東アジアにおける 森林・木材資源の持続的利用 ―経済学からのアプローチ―

馬　駿・今村弘子・立花敏　編著、農林統計協会、2018年3月、204ページ、2,800円（税別）、ISBN 978-4-541-04176-0

泣いても笑っても、隣国同士がどのようにお互いを理解し、ウィンウィン関係を構築するのかは重要な課題です。本書は、日中韓3か国の学者が行なった努力の一つではないかと思います。はしがきに書かれたように、「本書は、富山大学極東地域研究センターが2016年から推進するプロジェクト「北東アジアにおける国際分業の進化と資源の持続可能な利用：課題と可能性」と題した一連の研究成果の一部をまとめたものです。」

本書は4部構成です。第Ⅰ部は、森林及び森林資源への理解の基本となる生態系機能、多面的機能を中心に紹介されています。第1章では、森林の定義、東アジアの森林、森林の生態系機能と生態系サービス及び森林資源の利用と管理について解説しています。第2章では、東アジアにおける森林資源と木材利用について、丁寧に説明しています。生態系機能だけではなく、経済学的な私的財と公共財という概念からも森林の有する多面的機能について説明しています。

第Ⅱ部では、3か国の森林・木材資源の利用について紹介しています。第3、4章では、中国の森林の現状と政策及び木材流通の歴史、役割に

ついて説明しています。中国の森林政策の経緯において、大躍進時期や文化大革命、改革開放、森林分野の重要なプロジェクトの一つの「退耕還林」などのキーワードに触れています。森林の被覆が改善されている中、改善していない土地の荒漠化と砂漠化にも着眼し、懸念を示しました。第5章では、韓国の森林と林業の推移と現状を紹介しています。第二次世界大戦後、韓国は治山緑化に力を入れたので、森林率が64%まで達成したが、木材加工産業は対外競争力が弱く、輸出産業としての地位がなくなったと紹介されました。韓国国内の森林資源は増えていますが、国産材の生産と利用拡大が実現できなければ、森林の健全性の悪化が予想されると懸念が示されました。本章では、森林緑化「成功の礎」となった山林基本計画についても紹介されました。第6章では、日本の森林管理と木材利用について解説しています。韓国と同じく、森林管理は法的な根拠が必要です。韓国の「山林基本法」に対して、日本では、森林法と森林・林業基本法があります。また、治山治水対策としての河川法や砂防法も森林法と同じ時期の明治30年ごろ制定され、森林の有する多面的機能を重要視してきました。本章では、日本の木材需給構造を需要面、木材供給、価格の関係といった側面から紹介しています。

第Ⅲ部は、木材産業の構造と貿易について展開されています。第7章では、木材製品における産業構造と貿易パフォーマンスに関する日中韓比較研究の成果を公表しています。3か国は、丸太の純輸入国であるという共通点を指摘して、バリュー・チェーンを分析し、分析モデルを構築しています。第8章では、韓国木材産業の国際分業構造と競争力について分析しています。その中で中国や日本も含めて比較分析を行っています。3か国はお互いに重要な貿易相手国であることが明らかにされました。第9章では、古紙リサイクルの影響について、Tatoutchoup and Gaudet (2011) のモデルとFAOSTATデータを用いて、シミュレーションを行なっており、日本はおおむね最適なリサイクル率に近い状況にあり、中国は利潤最大化の観点から見て古紙のリサイクル率を大幅に増加させる余地があるという結果となっています。

第Ⅳ部では、森林・木材資源・貿易に関する新しい分析アプローチが紹介されています。第10章では、リモートセンシングで得た結果の森林研究への活用について説明しています。第11章では、国際貿易の実証分析によく使われるUN Comtradeデータが紹介されています。また、両章ともに、フリーソフトのR言語の活用が勧められています。これらの内容は多くの読者にとって興味深いだろうと思われます。

読み終わったところで、本書は多様性がある本だなと思いました。基本となる生態系機能の紹介、産業構造、貿易の推移発展、モデル分析、最後に読者にお勧めのアプローチ、フリーソフトのR言語の紹介もあります。本書は、幅広い背景を持つ読者の参考になる本だと思います。

道中哲也（森林総合研究所）

ツツジ・シャクナゲハンドブック

渡辺洋一・高橋修著、文一総合出版、2018年4月、108ページ、1,400円（税別）、ISBN 978-4-8299-8138-2

どこの山に行っても何かしらのツツジが彩るのに、あまりの種の多様さになんとなく物怖じしてしまう。それがなんの縁か、僕自身もツツジの研究をすることになって、師事する先生にツツジの識別の仕方、生育環境の違い、雑種の形態などを教わっているうちに、微妙な違いを見分けることを楽しく思うようになってしまった。

ちょうど文一総合出版のハンドブックに、ツツジ属が加わった。それで本書の書評を承ってみたものの、正直困ってしまった。図鑑の書評とはいったい何を書けばいいのだろうか？記述の正確さでも論じることができればいいかもしれないが、生憎と僕は分類学者ではない。

ちょうど山渓ハンディ図鑑5「樹に咲く花　合弁花・単子葉・裸子植物」のp.12-123（ホツツジ・ミヤマホツツジ属を除く）が本書の掲載範囲とほぼ同じで、構成も似ている。なのでいっそ、ヤマケイ図鑑と比較をしてみたいと思う。すなわち「ヤマケイ図鑑を切り取って持ち運ぶのと、何が違うのか？」である。

まず、本書はより網羅的である。ヤマケイが必ずしも網羅的でない図鑑であることは、ご存知かと思う。その点、本書は漏らすところが無い。トキワバイカツツジ、ヒメイソツツジ、タンナチョウセンヤマツツジ、ムニンツツジ、ミツバツツジ類の数種など、ヤマケイに掲載が無かった種も網羅している。

次に、説明文が地味に秀逸であることを挙げておきたい。図鑑の記載文というのは、基本的につまらないものだ。「葉の基部が心型」「葉柄に長毛」そういうフレーズが繰り返されて、眠くなる。本書は冊子の形態上、文量が制約されるなかで、形態の記述は写真に任せて、その種を他と区別せしめる特徴を簡潔に語る。説明文だけ読んでもたいして飽きない、これは重要なことだと思う。また分布図が種の記載と同じページに掲載されているのもありがたい。

写真は、ヤマケイに軍配があがるようだ。開花期の華やかな全体写真と、花や葉の拡大写真のどちらを見たいかはユーザーによって好みの違いはあると思うが、個人的には、ツツジの同定に重要な子房・花糸・葉の毛の形状が分かる、パーツの写真をもう少し大きくしてほしかった。なにしろ僕も40を過ぎて、少し手元に焦点を合わせづらくなってきた。まあ冊子の大きさも違うし、写真の

精彩さをヤマケイと比べるのは酷かもしれない。

総合的にいえば、既存の図鑑の切り抜きではない、実用性と面白さを兼ねた良書と思う。編集上、半ページ空いたところにねじ込んだとしか思えない唐突なコラムも、読むと内容は面白く、著者のお二方はツツジを語りだすと止まらない人種とお見受けする。ただしコラムの差し込み方は工夫の要あり。

余談であるが、四国に「アワノミツバツツジ」という種がある(p.51)。これはミツバツツジの変種とされる。一方で、南関東のキヨスミミツバツツジ（p.57）はミツバツツジと分布が重複し、頻繁に雑種をつくる。雑種につき本書には掲載されていないが、「アワミツバツツジ」と命名されている。「アワノ」のアワは四国の阿波のことだが、「アワ」のアワとは千葉県の安房のことだという。

「アワノ」と「アワ」？なんという紛らわしさだろう！

さらに複雑なのは、この「アワノミツバツツジ」、記述を見ると「子房に腺毛と長毛が混在」といういかにも雑種らしい特徴を持っていて、「アワ」とも共通する。僕はこの「アワノ」と「アワ」を混同して、悩んでいた時期がある。

とにかくツツジ属は地域分化が著しく種間雑種も多いため、分類も同定も大変な世界である。オオヤマツツジ（p.35）のように、最近の研究から野生種ではなく、野生種と園芸種の交雑によって生じた雑種と分かったものもある。著者のひとり渡辺君は、ツツジの系統分化の研究を精力的に進めている。新しい知見で図鑑を書き換えてくれる日も遠くないかもしれない。

菊地賢（森林総合研究所）

造林学フィールドノート

上原巌著、コロナ社、2018年5月、165ページ、2,700円（税別）、ISBN 978-4-339-05258-9

本書はB5版で、厚みは9 mm、重量370グラムと、携帯できるサイズである。造林学をめぐる学問を165ページ、8章24項目に分けて網羅的に紹介している。全てを詳説する分厚い教科書とは異なり、「フィールドノート」として覚え書きのように綴られている。項目ごとの記述量は1～4頁と少なめ、文字サイズや行間も大きめで、図や写真も多い。これらのことが本書を読みやすくしていると思う。造林学の入門者にもお薦めである。

「通常の造林学の教科書では森林帯、森林分布など大枠の森林環境から論ずるものが多い。しかし、本書では、森林は個々の樹木の集合体であることから、樹木の特性を冒頭におき、順次、森林環境、森林土壌、育苗、更新、今後の課題という流れをとった」（「はじめに」より） 攪乱後の初期の林相は、人為であれ自然であれ、偶然～必然的に定着した樹木の特性によって決定づけられていると考える。そうした意味でも、樹木から入ってゆく造林学もまた自然な流れであると感じた。

各章の内容を簡単に紹介する。「第1章　樹木のおもな特性」樹木の定義からアレロパシーとフィトンチッドまでを解説。「第2章　森林環境」森林の定義から人間との関わりまでを解説。「第3章　森林土壌」土壌の定義から菌根菌、土壌養分までを解説。「第4章　育苗」実生苗や挿し木苗の育成方法を解説。「第5章　造林学とは」造林の定義から人工更新、天然更新までを解説。「第6章　森林保育」下刈りから間伐までを解説。「第7章　その他の造林の方法」広葉樹造林、省力造林などを解説。「第8章　新たな造林の手法」多様な森づくり、針広混交林、天然更新の今後などを解説。「付録　森林・樹木と数学」では、樹形のフラクタル性、毎木調査と立木材積の計算方法などを紹介する。

項目ごとの記述量には多寡がある。とくに「挿し木苗の育成」と「樹型級」の項目は、著者が研究された内容であるためか、記述が多く読み応えがあった。また大学演習林で間伐実習などを指導されているということで、枝打ちの項目では、切り離し方の善し悪しが丁寧に図解されていた。一方で、いくつかの項目は思いきって記述が少ない（たとえば林木育種）。ほかに教科書を求めて欲しいということだろう。完成された技術として紹介できない項目、たとえば天然更新については、技術が未発達であることを正直に述べており、いくつかの事例や鍵になりそうな情報を紹介している。なお、現代の造林学が抱える課題のうち、シカ問題、伐採・造林一貫作業システムについては記述されておらず、これは技術が未発達であったり事例不足であったりするためだろうか。現時点で若干の誤字等が含まれていることもあり、今後の改訂版での追記を期待したい。

本編とは別に、コーヒーブレイク、研究トピック、研究キーワード、クイズなど、ちょっとしたこぼれ話的な「小片」が、全体にちりばめられていて面白い。調査プロットづくりでPPロープが絡まってしまい、途方にくれてしまうくだりは、失礼ながら、身に覚えがあるだけにニヤリと笑ってしまった。

星野大介（森林総合研究所）

マツ枯れがつなぐ地域の林業再生
―森林保護と森林ビジネスの融合―

大塚　生美（おおつか　いくみ、森林総合研究所東北支所）

マツ枯れ（マツ材線虫病）はマツ類樹木の激甚な被害をもたらす伝染病であり、温暖化の進展でさらなる被害拡大が警戒されている。マツは、歴史・文化・経済のいずれとも関わりが深いため、マツを資源に持つ諸国にとって、その防除は重大な問題となっている。一方で、地球規模の環境問題は、とりわけ 1992 年の UNCED 以降、世界共通の認識の下で、地球温暖化防止対策等 3 つの条約とともに森林原則声明の実現に向けて取り組みが具体化しており、薬剤使用を忌避する風潮が強まっている。そこで薬剤依存度の低いマツ枯れ対策技術の確立を目指して、農林水産業・食品産業科学技術研究推進事業（課題番号 27020C）「薬剤使用の制約に対応する松くい虫対策技術の刷新（研究代表：中村克典・森林総研東北、平成 27 ～ 29 年度）」を、20 余名の研究チームで実施した。本研究は大きく次の 3 つの課題からアプローチした。一つ目は、天敵微生物（ボーベリア）製剤による処理や被覆資材を用いた媒介昆虫逸出抑制法等になる。二つ目は、筆者が担当したマツ被害木の燃料利用の可能性と課題になる。我が国では、東日本大震災以降、木質バイオマスを原料とする熱・電力供給への転換等、国民の再生可能資源への関心は急速に広がり、燃料用の原料として著しい需要拡大がみられる中、マツ枯れ被害木にも注目が集まっている。このため、東日本大震災からの復興の中、マツ枯れ被害の北上を受け、マツ枯れ被害エリアにおける伐採規制を設け攻防さ中にある岩手県をモデルケースとして検討した。マツ枯れの被害を受けた木も被害にあって数年のうちは、資源として経済価値を有することも明らかになった。同時に、当該プロジェクトの実施過程では、明らかになった課題の克服に向け、マツ被害木納材先の協力による実証実験を踏まえ、燃料用となるマツ被害木の基準や県環境税を拡充した皆伐天然更新の施策等も生まれた。早期にマツ被害木を除去することは、経済活動の中でマツ枯れの拡大を防止し、跡地には健全な森林資源の再生を可能とする。三つ目は、健全なマツの資源としての価値を再検討し、将来に向けた利用の基礎的技術を構築することにあった。ここでは、アカマツの CLT 化や用途別育種技術の研究が進められた。

研究成果は、本年度、図書として公表予定である。多くの人々にとって、マツの葉が赤く枯れていく様子や幹が白化した枯死木を目すること、またマツ枯れという言葉を耳にすることはあっても、マツ枯れを惹き起こす生物間の関わり、媒介者となる昆虫の世界征服にもみえる勢力拡大、国民の財産である森林資源が枯渇する脅威、あるいは、そのようなマツ枯れを防除するための多くの研究蓄積があることは、身近な情報とはなっていない。このため、図書の刊行目的には、マツ枯れという人々に身近な森林環境問題とその対策に関わるこれまでの研究成果を分かり易く解説することにあった。同時に、日常の研究では交わりの少ない研究者らが、当該プロジェクトを通じ、相互の専門分野に理解を深める過程で構想された。研究者といえども専門以外の分野は基本的に素人であり、素人として新たな知見を得る面白さがそこにあった。そうした面白さを多くの人々と共有したいという思いに至ったことも動機となった。

本書では、当該プロジェクトの成果に加えて、マツの産業史、施業史、環境史が補完されている。岩手県のマツ資源の産業化は、世界遺産として注目を受けている釜石市の橋野高炉に遠く先立つ、岩手県北部久慈地方のたたら製鉄での利用に始まる。「たたら製鉄は、周辺の砂鉄や森林資源を原料に鉄製品を商品化するとともに、鉄山で働く労働者の雇用を創出し、また牛方によって原料や製品を運ぶ運送業の発達をも促し、山村社会にもっとも早く商品経済をもたらした。」（本書 1 章より）。たたら製鉄の技術は出雲地方から伝搬されたが、労働力が安価で久慈地方から産出される良質な製鉄は、出雲との価格競争に打ち勝ち、一時は江戸市場を席巻するに至った。日本刀をはじめとする刃物や鍬・鋤の農具、鍋・釜の生活用品、鋳物などに加工された。地域の資源である天然アカマツが地域の産業を支えていたことは、マツ枯れ被害木が除去された後のこの地での森林資源の再生を検討する上でも示唆的である。

氷ノ山のビジターセンターから

岡田　珠美（おかだ　たまみ、氷ノ山自然ふれあい館　響の森）

氷ノ山のビジターセンターで働いています。氷ノ山は鳥取県と兵庫県の県境にある山で、鳥取県では大山に次いで２番目に高い山、兵庫県では最高峰です。その氷ノ山の中腹、鳥取県側、標高 845ｍの位置に氷ノ山自然ふれあい館　響の森は建っています。直径 20ｍのブナ林のジオラマや標本展示などで氷ノ山の自然を紹介している他、登山や観察会などの自然体験プログラムを通して直接自然とふれあう機会も提供しています。

この原稿を書いている時はちょうど夏休み期間中だったので、自由研究の相談に来られる家族も何組かおられました。先日、普段は都会にお住まいで鳥取に帰省ついでに氷ノ山に寄られたご家族がいらっしゃいました。予約の際の聞き取りで、お母さんから「弟は虫が好きだけど、お兄ちゃんは虫が怖い。親じゃ効き目がないので、何とかこの機会に虫嫌いを克服してほしい」というリクエストがありました。内心、「昆虫嫌いの子に昆虫の自由研究をさせるなんて、結構無茶しますなぁ、お母さん」と思いつつ、都会っ子の兄弟に捕虫網と虫かごを貸し出し、虫取りに挑戦してもらいました。昆虫好きの弟君は果敢に網を振って挑戦しますが、網や昆虫そのものに慣れていないため、何度も取り逃がし、悔しそうです。昆虫嫌いのお兄ちゃんはおっかなびっくり網を振っています。これはなかなか大変そうだなぁと思っていましたが、ついに、お兄ちゃんが自分の網で昆虫をゲット！「初めて、自分で虫を捕った！」と目をキラキラさせてとてもうれしそうでした。さらに、林の中で昆虫ではありませんが、ザトウムシを発見。本誌の読者の方のように普段から森林で活動されている方にはお馴染みの虫かもしれませんが、一般的にはあまり知られていない生き物です。やたらと細くて長い足がいっぱいある（一般人には歩脚８本は多いらしい）、ザトウムシの第一印象はたいてい「気持ち悪いクモ」です。一見クモに似ていますが、クモではないこと、噛んだり刺したりしないから触っても大丈夫なことを話し、腕の上を歩かせるうちに子供たちのザトウムシ観は「気持ち悪い」から「もしかしてかわいい？」に変化していったようです。コガネムシにさえ抵抗を示していた兄弟はしばらくザトウムシを手に載せて楽しんでいました。その後も草むらから次々出てくるバッタの仲間やチョウ、飛び交うトンボを夢中になって追いかける２人を見ていると、ちょっとはお母さんの期待に応えられたかなと思います。

今回の昆虫観察では子供たちが好きなクワガタやカブトムシは登場していません。それどころかザトウムシなんて一見不気味がられる虫まで登場したのに、子供たちはとっても喜んでくれました。多くの子供たちにとって、特別な虫や特別な場所ではなくても、直接、生き物や自然とふれあうことができれば、それでいいのではと思いました。昨今、自然体験の重要性、有用性はいたるところで説かれており、「自然体験はしたほうがいい」と考える人が多いことは間違いないと思います。当館の利用者にも、ご両親が自然好きで子供といろいろな自然体験をされているんだろうなというご家族もたくさんいらっしゃいます。一方で、自然体験をさせたい、したいけれど、どうしたらいいのか楽しみ方がわからないといった方も少なくないようです。幼児向けプログラムで森の中を自由にお散歩する会をすると、道端の草で遊んだり、生き物探しをしたり、自由に楽しめる人がいる一方で先頭のスタッフの背中をただひたすら追いかけて歩いてしまう人もおられます。そんな時はちょっと面白そうな植物を紹介するなどして、お散歩を楽しむヒントを出すようにしています。少し時間のかかる方もおられますが、今回の兄弟のように特別なことをしなくても、直接自然とふれあうだけで自然との距離感はぐっと縮まるようです。ちょっと不気味なザトウムシさえ「かわいい」と思えるぐらいに。

次に自由研究の相談に来たのは男の子とご両親。今度はどんな依頼かなと思ってると、「あのぅ、ヘビの自由研究がしたいんですけど……。」「ヘビ！？」。いろんな人がやってくる当館ですが、みなさんの自然とのふれあいや、興味関心にお応えすべく、スタッフは日々頭を悩ませ、氷ノ山を東奔西走しています。

Coming Next !

森林科学 85 予告

特集
広葉樹二次林の炭素循環研究の最前線（仮）

森林科学 85 は 2019 年 2 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（社外領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　古川　拓哉*（植生/森林総研）
岡本　　隆*（防災/森林総研）
山浦　悠一（動物/森林総研）
深山　貴文（気象/森林総研）
江口　則和（保護/農水事務所）
田中　一生（経営/日本森林技術協会）
長倉　淳子（土壌/森林総研）
平野悠一郎（林政/森林総研）
磯田　圭哉（育種/森林総研）
田中　　恵（土壌・造林/東京農大）
斎藤　仁志（利用/信州大）
田中　憲蔵（造林/森林総研）
大橋　伸太（木材/森林総研）
竹本　太郎（林業遺産/東京農工大）
宮本　敏澄（北海道支部/北海道大）
林　　雅秀（東北支部/山形大）
逢沢　峰昭（関東支部/宇都宮大）
松浦　崇遠（中部支部/富山県森林研）
永松　　大（関西支部/鳥取大）
川崎　章恵（九州支部/九州大）
（*は主事兼務）

編　集　後　記

本号の特集では、「世界自然遺産候補、沖縄・奄美の森林生態系管理」というタイトルで、現地で精力的に活動されている 8 名の方々にご執筆いただきました。本特集のコーディネーターをお引受けいただいた森林総合研究所の阿部真さんを始め、お忙しい中お時間を割いていただいた著者の皆様に、この場をお借りして心よりお礼申し上げます。

読者の皆様もご存じの通り、奄美大島、徳之島、沖縄島北部および西表島の 4 地域は、日本国内で 5 番目となる世界自然遺産への登録を目指して、2017 年 2 月に世界遺産推薦書が提出されました。編集委員会でも、このタイミングでの世界遺産登録が、2018 年 10 月発行の本特集に花を添えることになればと期待しておりました。しかし、世界遺産委員会における審議の結果，2018 年 6 月に、世界遺産一覧表への記載は延期されることとなり、推薦は一旦取り下げられることが発表されました。記載の可否にかかわらず、私にとって本特集の編集作業は、1993 年に自然遺産として登録された屋久島と白神山地、2005 年の知床、そして 2011 年の小笠原諸島と、日本には北から南まで、他に類例を見ない自然景観が存在することを改めて認識すると同時に、このような学術上、保全上重要な地域を私たちは今後どのように維持していくべきかについて考える良い機会となりました。

特集記事の中で、個人的に最も印象に残ったのは、小高信彦さんと亘悠哉さんの記事の冒頭にあった、自然遺産登録延期勧告に対する地元の方々の反応に関するところでした。地元では落胆の声ではなく、前向きに捉える意見が多かったこと、そして世界遺産登録だけにこだわる必要はないということを知ったと同時に、「世界自然遺産は登録されることよりも、その後の管理こそが重要である」という認識が、多くの人々に共有されていることに感銘を受けました。今後とも、この沖縄・奄美の森林生態系管理のための取り組みがどのように発展していくのか注目していきたいと思います。

（元編集委員　上谷 浩一）

「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