

## ライチョウの四季



文と写真●堀野 眞一 Horino Shinichi  
広報普及科

春のライチョウ  
背後のハイマツの茂みにいる  
メスを防衛しようとしているオス。  
北アルプス大天井岳の稜線にて。

ライチョウは北極の周囲に広く分布する鳥で、多くの亜種に分類されています。そのひとつニホンライチョウ (*Lagopus muta japonica*) は、北アルプス、御嶽山、南アルプスなどの高山に生息しています。夏を高山で過ごす動物はほかにもいますが、多くは冬になると標高の低いところへ移動します。鳥では、ホシガラスやイワヒバリがそうです。しかし、ライチョウは厳しい冬の間も高山に留まって生活します。移動するとしても亜高山帯までで、それより低いところへ降りることはありません。植物の芽や果実をおもな餌としており、細かい植物の破片からできた糞を雪の上で見つけることができます。冬も高山で生活するライチョウは寒い環境に適応していて、脚の先まで羽毛が生えています。

四季にあわせて、ライチョウは装いを変えます。春は、オスがメスを獲得するために活発に動きまわります。羽毛の色は冬羽から夏羽に変る途中なので斑になっています。夏には、ゆつくりと歩きながら植物をついばんでいるようすを見ることが出来ます。早く動くとき空の猛禽から見つかりやすいので、また、地上に天敵が少ないため、人の姿を見てもすぐには逃げません。秋には、厳しい冬に備えて採食に余念がありません。

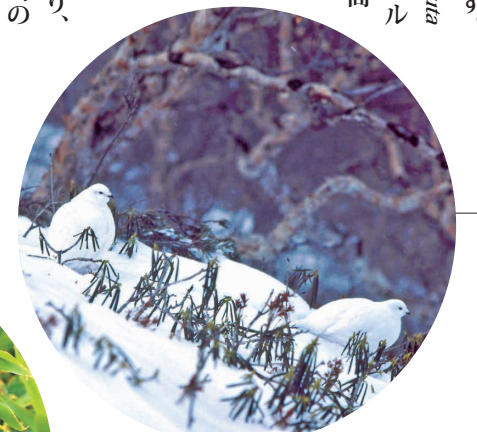
冬には、オスもメスも真っ白な冬羽に変わります。この見事な保護色のおかげで、雪の上で動かずにいるライチョウを見つけるのは難しくなります。ただでさえ寒く厳しい冬山で、吹雪くときなどはどうしているのでしょうか。ライチョウがもっとも神秘的に見える季節です。♥



夏のライチョウ



秋のライチョウ



冬のライチョウ



Forestry & Forest Products  
Research Institute  
No.47 2019

特集●

## 雪の研究

巻頭対談●

冒険をめぐる雪と、雪をめぐる科学

写真家 石川 直樹×勝島 隆史 森林防災研究領域 十日町試験地主任研究員





西荻窪 「旅の本屋 のまど」にて（2019年8月）

Photo by Godo Keiko

## 巻頭●対談

# 冒険をめぐる雪と、雪をめぐる科学

写真家 石川 直樹 × 勝島 隆史 森林総合研究所 森林防災研究領域 十日町試験地主任研究員

極地から極地へと旅し、気球やカヌーを操り、7大陸最高峰を制覇しつつも、さらなる高みの冒険に挑みつづける写真家の石川直樹さんと、ミクロの雪の構造から、マクロの雪崩や森林の雪害現象の解明に情熱を燃やす雪氷学研究者の勝島隆史さんに「雪」をめぐるってお話をいただきました。

勝島●石川さんは、極地をはじめ世界各地で、いろんな雪と向き合ってたと思います。雪にどんな印象をお持ちでしょう？

石川●先日まで行っていたヒマラヤのガッシャーブルム（表紙写真）の氷河がほんとに越えるのが大変で、クレバス\*（P4）だらけでぐちゃぐちゃなんです。シーズン終盤の融けはじめの雪はみた目ではわからないですから、経験豊かなシェルパ\*（P4）でさえ「ここがいい」と足を着いたらガボツていくとか、クレバスに腰まで落ちるとか、つらかった。アラスカのデナリではソリを引いているときに湿った雪を恨めしく思ったとか……もちろん美しい光景も記憶しています。デナリに登っている、ジャケットについた雪の結晶が大きく光り輝いていたり。その山に登頂し戻ってくると、風景としての雪は残っていても、細かいことは記憶から消えていきます。苦しいときの雪は強烈に覚えてます！（笑）

勝島●この夏に4年ぶり2回目のK2に挑戦されましたが、今回の登頂はいかがでした？

石川●8000メートルぐらいのところは最終キャンプを張ってそこから頂上に向かうのですが、頂上までロープを伸ばさないといいけない。ところが雪が降るだけならいいのですが、雪の状態がとても悪くて、ロープを留めるアンカーが刺さらないくらい雪がシャクシャクしていて、ロープを固定できなかったんです。登りはロープなしでも登れますが、下りはロープがないと危険なので、登頂を断念しました。

ところが、1週間したら雪の状態が変わった

## CONTENTS

Forestry & Forest Products Research Institute

No.47 2019



### 表紙写真

（撮影＝石川 直樹）

ガッシャーブルムⅡ峰（標高8,035m）の第三キャンプ。ガッシャーブルムは、中国、インド、パキスタンにまたがるカラコルム山脈北東部に連なる山々で、バルト氷河を数10キロにわたって越えた先にある山群のことを指す。

### 編集協力：

川田 正和（旅の本屋 のまど）

P.8～13 雪の結晶イラスト

<http://www.shoshinsha-design.com/>より加工

### 特集担当●

大丸 裕武

勝島 隆史

### 編集委員●

尾崎 研一（編集委員長）

桃原 郁夫

片岡 厚

田原 恒

井道 裕史

高梨 琢磨

## 巻頭●対談

# 冒険をめぐる雪と、雪をめぐる科学

石川 直樹 写真家

×

勝島 隆史 森林防災研究領域 十日町試験地主任研究員……………3

## 特集●

# 雪の研究……………8

### 研究の森から●

雪の厚みと重さの関係から積雪深を予測する……………14

小南 裕志（森林防災研究領域）

雪の重さが地下水を押し上げる……………16

岡本 隆（森林防災研究領域）

### 森林講座瓦版●

地形から高尾の山の成り立ちを考える……………18

大丸 裕武（研究ディレクター）

インフォメーション●……………19

森林総合研究所プレスリリース 森林総合研究所研究報告

### 自然探訪●

ライチョウの四季……………20

堀野 真一（広報普及科）



<https://www.ffpri.affrc.go.jp/pubs/kan/index.html>

▲既刊号は、上記サイトにてPDFでお読み頂けます。  
二次元バーコードまたは、アドレスにてアクセスください。

季刊「森林総研」2019（令和元）年12月13日発行



編集●国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所 広報誌編集委員会

発行●国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所 企画部広報普及科

〒305-8687 茨城県つくば市松の里1番地 TEL.029-829-8373 FAX.029-873-0844

URL <https://www.ffpri.affrc.go.jp/ffpri.html>

企画制作・デザイン●栗山淳編集室

印刷●株式会社 光和印刷

©本誌掲載記事及び写真の無断転載を禁じます。





## 石川 直樹 (いしかわ なおき)

1977年東京生まれ。写真家。東京芸術大学大学院美術研究科博士後期課程修了。高校2年生のときにインド・ネパールへ一人旅に出て以来、2000年に北極から南極まで人力で踏破するPole to Poleプロジェクトに参加。翌2001年には、七大陸最高峰登頂に成功。人類学、民俗学などの領域に関心を持ち、辺境から都市まであらゆる場所を旅しながら、作品を発表しつづけている。

「いまエベレストとガッシャーブルムの写真集を制作中。年内に発売なのでぜひ手に取ってみてください。」

### 巻頭●対談

## 風景としての雪は残っていても、細かいことは記憶から消える。 苦しいときの雪は強烈に覚えてます！

積雪の細かな構造をみることで解明したいと考えています。〈水みち(▼P.13参照)〉というのですが、雪が融けたり雨が降ると積雪の中を水が不均一に流れていく。その流れ方によって、積雪の中に弱いところができたり、積雪全体の強度が変化したりするんです。そうしたミクロの構造から、雪崩の発生メカニズムを捉えようというわけです。

**石川** 氷河では、1時間くらいおなじような雪の上を歩いていくのですが、ズボツと踏み抜くところとそうでないところがあります。前日は歩けた場所が、翌日はぜんぜん歩けなかったりして、「いったい雪の構造というのはどうなっているんだろう？」とか、すごく考えさせられます。

**勝島** まさに雪の不均一性によるものだと思うんですね。そもそも雪は、風の影響で不均一に積もります。さらに、日射などの影響や水みちによって、強度が不均一に変化します。それで、ズボツと入ったり、入らなかったり……。雪崩も、この不均一性によって生じる弱い箇所で雪の破壊が起きて、それが伝搬することで発生すると考えられています。

**石川** その刻々と変化する自然の不均一を研究するって、至難の業ですね。

**勝島** ぜんぶおなじじゃないということを前提にしつつ法則性をみつけることが研究の本質ではあるのですが、その捉え方がむずかしいですね。MRIやX線マイクロCTを使うと細かいところはみえますが、大きなスケールは判読しようがないんです。逆に大きなスケールを観測できる機器は細かいところが見えない。



K2峰登頂のためのベースキャンプ 背景の山が標高8,611mのK2峰。(写真＝石川直樹 2015)

て、登れた人たちもいた。雪というのは、そのときどきでちがう表情をみせて、ほんの少しの気温の差だったり、あるいは降ったり降らなかったり、ちよつとした状況のちがいで、2カ月強の長い遠征の結果が左右されてしまふ。そういう非常に悔しい思いをしました。

**勝島** 登山はいのちがけですし、判断をひとつ誤ると危険ですね。たとえば氷河を歩くときは、雪の状態はみためでも直感的にわかるのでしょうか？

**石川** 氷河には、ヒドウンクレバス\*という予測できないクレバスがあるので、足下がきたいかやわらかいか、目でみながらいくんです。でも、2〜3時間歩いて雪をみるのに慣れてきても、ボコツといくときはいきます。

自然のことは、もっといろいろ学ばないといけないといづくく思い知らされます。だいたいは予想はつくようになったけれど、予想以上のことが起こるといふことを常に自覚して、いつ落ちてもなにかしらの対応ができるようにと頭の片隅で考えながら行動しています。

**勝島** 雪の状態など身の回りの危険を正しく捉えて、行動を柔軟に変化させることが大事だと思いますが、なかなか難しいでしょうね。

**石川** 勝島さんは、雪のどのようなことを研究しているのですか？

**勝島** 雪が樹木に降り積もることや枝や幹が折れたり、根つごとひっくり返ったりする被害が起きるのですが、それがどのように起きるかを解明することで被害を減らす研究をしています。あるいは雪崩がどのように起きるかをMRIやX線マイクロCT\*を使って、

**石川** なるほど。

**勝島** スケールのバランスがあつて、不均一性をどう捉えていくか、そこがいま頭を悩ませていることのひとつで。実際、雪というのはものすごく複雑で、その構造をX線マイクロCTでみると、そこにもものすごい雪の粒子が含まれていて、1立方センチメートルくらいの小さな雪の中にある粒子数を解析すると、1万個から多いものでは10万個を超えるくらいある。

**石川** 粒子というのは、結晶のことですね？

**勝島** そうです。それは驚くべき事で、なんとなく目でみて多いのはわかりますが、実際にそれがとんでもない数の雪の粒子で形成されていることを考えると、人間の感覚で雪の全容を把握するのは不可能かなと弱気になったりもします。

**石川** 雪質は、環境によってもちがいますし、雪の研究は困難が多いですね。

**勝島** 環境のちがいますが、雪を研究するむずかしさは、時間を追って変化していくスピードがとても速いということでしょうか。また、変化のスケールがいろいろあつて、1個1個の粒子(結晶)のスケール、もう少し大きなスケール、斜面全体での変化もあり、なかなか全体を捉えきれないということもあります。

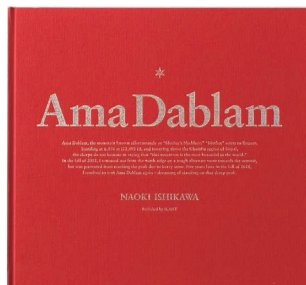
**石川** 十日町試験地でのデータが、たとえばアラスカやネパールでも通じるものですか？

**勝島** たぶん、雪の基本的な変化の物理プロセスはとも同じですが、降雪のメカニズムや降雪後の気象環境が地域によってあまりにもちがうので、雪のバリエーションも生まれるのだでしょう。現象としての雪はいろいろあると思

石川直樹さんの写真集

### 『Ama Dablam』(SLANT)

「母の首飾り」の異名をもつ標高6856mの山 Ama Dablam。2013年の撤退と2018年の再挑戦初登頂の記録。



### \*Key Words MRI、X線マイクロCT

MRI(Magnetic Resonance Imaging)は、強い磁場におかれた物体内部に含まれる水素原子核の共鳴現象を利用する非破壊画像化装置。医療診断用に体内の断層画像をえるために開発された。X線マイクロCTは、やはり医療用に開発された画像化装置を産業用途のために分解能を高めたもので、X線を利用してコンピュータによって断層画像をえることができる。

### \*Key Words シェルバ

ネパールの北東部、ヒマラヤ南麓に暮らすチベット系の少数民族。高地に順応した身体と登山能力が評価され、ヒマラヤをめざす海外からの登山隊に荷物運び兼登山ガイドとして雇われたことから、いまではヒマラヤ登山に精通した案内人のことを指す。

### \*Key Words クレバス、ヒドウンクレバス

氷河や雪渓などにできた深い裂け目のこと。氷河は、長い年月にわたって降り積もった雪が氷へと変化したもので、重力によってゆっくりと流動しており、氷河内の流速の差によって数メートルから数百メートルにわたる大きな裂け目が生じる。このクレバスの上にさらに雪が降り積もって地上部の裂け目がかくれてしまったものをヒドウンクレバスという。





巻頭●対談

## 雪の研究のむずかしさは、変化のスピードが速いこと そして、なかなか全体を捉えきれないことでしょうか。

いますが、それを支配している法則は意外とシンプルで、十日町の研究を海外の雪の研究に応用することは可能だろうと思います。

ところで石川さんは世界中を旅してきて、気候変動を肌で感じることはありますか？

**石川** ●よく聞かれるんですが、おなじ場所に10年ぐらゐ暮らし続けていけば変化もわかるかもしれないけれど、旅をしているだけだと、なかなか実感としてはわからないですね。温暖化の影響で海流の変化で魚が捕れなくなり、犬ぞりの犬にあげる餌がなくなったとか、そういう話を現地で聞きました。でも、グリーンランドに行けば無茶苦茶寒いし、エベレストの氷河もだいたい融けてるとはいいますが、それでもまだあります。昔の写真を見ると確かに大幅に減っています。

ちょうど昨日までアラスカにいてユーコン川をカヌーで下っていました。いまは夏なのでふつうに下れますが、冬には川が凍って、春の雪融けと共に氷が崩れ、それが流れと共に押し寄せてイーグルという町は半壊してしまつた。3〜4年ぐらゐ前のことです。もしかしたら、そうしたことは気候変動と何かしらの関係があるのかもしれない。雪や森からは、変化がみえてきますか？

**勝島** ●そこまでみえてないというのが正直なところで、十日町試験地には100年を超える雪の観測の歴史がありますが、降雪の状況が毎年大きく変化するので、全体としての変化は、はつきり表れてないように思います。災害が起きるような気象現象が気候変動と関係しているのか、過去にも似たようなことが起きていた

のかを明らかにするには、これからも注意深く観測を続ける必要があります。ただ、最近の傾向としては確実に平均気温は上がっていて、雪が雨になったりもしています。反面、大雪のときの一降りの降雪量は多くなつてきている、あるいは今後増えていくだろうことは、いろいろな研究からみえてきています。

**石川** ●気候は温暖化するけれど、降雪量は増えるんじゃないかということ？

**勝島** ●正確に言うと、雪が降るメカニズムは複雑で、その場所の気象状況だけでなく、地形や上空の大気、海流や海面水温の状況からも大きな影響を受けるので、気候変動によって降雪量が単純に減るという訳ではないようです。将来、気温が上がることで標高の低い地域では雨として降ることが増えるかもしれない。雪の降る時期や降り方の変化が地域によって異なるかもしれない。全体としては降雪量が減るんだけど、一回の降雪でもすごい大雪が降ったりする可能性がある。これは人間や森にとつて大きなリスクで、一回の降雪で森に甚大な被害を与えるかもしれないし、雪崩の発生にも何らかの影響がでるかもしれません。

**石川** ●ヒマラヤで仲間が膝下ぐらゐの雪崩に遭遇して、足首が折れてしまったことがあります。雪崩は小さくても相当強い力ですね。**勝島** ●そうですね。そうした雪のリスクには、どのように対処しているのでしょうか？

**石川** ●やはり、できるだけ雪がしまっている夜中や明け方近くに出かけるとか、雪崩の起きそうな斜面には近づかないで別のルートをとるといったことですね。それでもなお雪崩はGPSももちろん使いますが、できるだけ電池は温存したいので重要なポイントだけ。**勝島** ●それにしてもほんとうに、いろんな雪や氷の世界を体験されていますね。

**石川** ●はい、知床の流水もかなり面白いですよ。僕は相当珍しい現象だと思つてるんですよ。北のほうのオホーツク海で生まれた水が流れ着くんだから。しかもゆっくりと流れてくる。2月から1カ月ぐらゐの期間限定です。海が凍るわけではなくて、アムール川の真水が混ざつた塩分の薄い海水層が凍っていく。それが海を漂つて流れ着いてくる。そういう条件が整う海も少ないですよ。

九州で一番高い屋久島の宮之浦岳には冬場は雪がすぐ降つたりするんです。つい最近も豪雪が降つて、その中でやはり屋久杉は何百年何千年も生きつづけてきている。

**勝島** ●日本には、いろいろな雪や氷の現象があつて、すごく面白い地域だと思います。

**石川** ●僕の場合は森林限界を超えたところが多いから、雪と森というよりは、岩と雪のところばかり歩いてますけどね(笑)。雪の研究者が、雪と氷しかないカラコルムの氷河をみてどう感じるか興味があるので、いつかぜひパキスタンの山奥にも足を運んでください(笑)。

**勝島** ●ぜひ！(笑) これからは？ 来年はもういちどヒマラヤへ？

**石川** ●来年はアンナプルナという山と、K2に再挑戦できるかというのですが、年2〜3カ月は山ばかり登つてるので、費用などの条件が整つたらぜひ挑戦したいと思っています。

**勝島 隆史** (かつしま たかふみ)

1981年富山県ホタルイカの町・滑川市生まれ。2011年長岡技術科学大学院博士後期課程エネルギー・環境工学専攻単位取得退学。博士(工学)。森林総合研究所 気象環境研究領域 気象害・防災林研究室を経て、現職。2017年日本雪氷学会平田賞受賞。日本雪氷学会財務委員 同学会北信越支部幹事 同学会雪崩分科会幹事 同学会積雪分類ワーキンググループオブザーバー。

「趣味の山スキーや登山をきっかけに、雪の研究の道を歩み始めました。様々な形を持ち、どんどん変化していく雪は、とても美しいものだと思います！」

起きることがある。予想ができなくて非常に恐ろしい現象です。

何年か前にエベレストのベースキャンプに雪崩が押し寄せたことがありました。ベースキャンプにはまず雪崩は来ないとみんな無条件に信じていたし、誰がみても、雪崩が到達するような場所にはみえない。でもその予想を大きく上回る雪崩がベースキャンプを襲つて亡くなる人もでた。予想できないものとして向き合う必要があるのが雪崩ですね。

そういえば、東北や北陸では、雪の重みでひどく曲がっちゃつた木とか、みかけますね。**勝島** ●ええ、木にとつても雪はものすごく重いので、成長を阻害する作用をもっています。実際どのくらいの力がかかっているのか調べてみたこともあります。

**石川** ●やはり相当な力がかかっている？ 当然曲がったり、折れたりするぐらい……

**勝島** ●かかつてますね。木に雪がのると、太い幹が大きくたわんだりします。小さな木だと、どんどん押し潰れていつて、ぺつたんこになるまで倒れたりもします。でも、そんなことになつても春になると何事もなかったかのようにぽこっと起き上がってくる。

**石川** ●起き上がるんですか？

**勝島** ●そうなんです。将来大きな木になるスギやブナでも小さなときは、そうやってなんとかして雪をやりすごしているようです。でも、幹の根元が傾いたり、幹の内部に完全に戻ることが出来ない変形が残ったりするので、結果として幹の根元付近が曲がつた(根元曲がり)が形成されます。うまくやりすごすことがで



石川直樹さん(左)の本

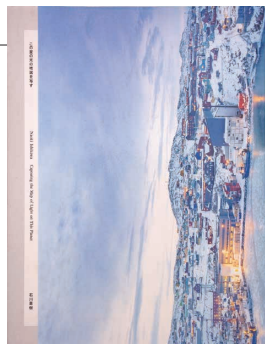


『富士山にのぼる』(教育画劇)  
富士登山の魅力を伝える写真絵本。



『この星の光の地図を写す』(リトルモア)  
海拔0mから標高8848mまで。これまでの冒険の集大成ともいえる写真集。

『完全版 この地球を受け継ぐ者へ』(筑摩書房)  
世界各国の若者がともに地球縦断に挑んだ「Pole to Pole」プロジェクトの全記録。



\* Key Words 雪面模様、ホワイトアウト

一定方向に強い風が吹き続けることで雪面に波模様ができる。風で削られて風上側に尖った形を持つものを(サスツルギ)、堆積により風に対して直角にエッジが立ったものを(リップル)と呼ぶ。ホワイトアウトは、吹雪や霧などで周囲一面が白一色となり、方向感覚が失われてしまう現象。足下の雪面模様すら見えなくなってしまうと、クレバスに落ちたり進路を見失う。

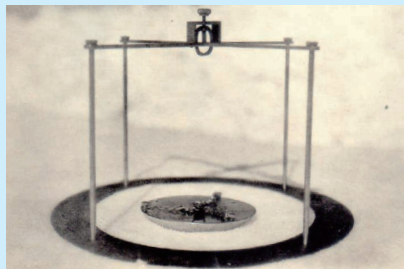
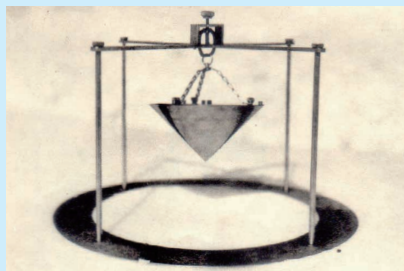




現在使われている積雪の硬度測定器

積雪の硬度は、雪の密度や粒子の結合の強さによって変化する雪の性質を表す重要な基本量の1つである。このため硬度をはかる装置は早くから開発され、何度も改良された。近年では、デジタル式荷重測定器を利用した測定法が普及し、従来の方法に比べると、はるかに短時間で、精度の高い測定ができるようになった。

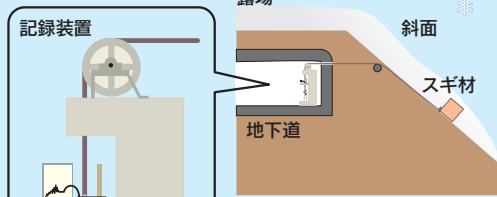
出典：竹内ら（2001）雪氷 63:441-449



黒田式硬度計

円錐を一定の高さから落とし、もぐりこんだ深さで雪の硬さを測る。

出典：平田（1938）第二回雪害二開スル打合會復命書 80-89



図出典：勝谷（1934）  
森林治水試験集報  
19:117-144 を改変



地下道に今も残る積雪移動量記録装置の滑車

十日町試験地では、斜面の積雪の移動を観測するために全長50mの地下道が造られた。雪が積もる前に斜面に置いたスギ材と、地下道に設置した自記円筒時計のペンをワイヤーロープでつなぎ、スギ材が冬の間に積もった雪の動きにつれて移動すると、移動量が記録されるしくみになっている。

## ◆雪をはかる装置の考案から始まった雪の研究

まずは、雪のさまざまな性質を測る方法と装置を考案しなければならない。平田徳太郎(当初の森林測候所の責任者であり、後に日本雪氷協会初代理事長)が中心となり、積雪の密度、硬度などを測る機器が考案され、積雪の性質に関する研究

が始まった。1937年度からは実験斜面を整備して雪崩防止の試験も始まり、1937～38年冬期に斜面の積雪の動きを自動計測することに初めて成功した(右上図)。これらの研究が、その後の日本の積雪や雪崩研究の礎となっている。

国内の雪害研究は、1937年に十日町を含む全国7つの森林測候所において積雪内部の状態を定期的に観測することから始まりました。しかし当時、このような取り組みは世界的にも始まったばかりで、雪質を表現する適切な用語や分類基準もなく、また、それらの性質を測定す

る方法と装置を考案しなければならない。平田徳太郎(当初の森林測候所の責任者であり、後に日本雪氷協会初代理事長)が中心となり、積雪の密度、硬度などを測る機器が考案され、積雪の性質に関する研究が始まった。1937年度からは実験斜面を整備して雪崩防止の試験も始まり、1937～38年冬期に斜面の積雪の動きを自動計測することに初めて成功した(右上図)。これらの研究が、その後の日本の積雪や雪崩研究の礎となっている。

幼ない木が雪に埋もれたり、雪が樹冠に降り積もること、雪の重みによる枝折れや、幹折れ、根返りなどの被害がでます。

また雪崩は、その衝撃で下流の森林を倒壊させるとともに、斜面に積もった雪を移動させることで急傾斜地の土砂流出も引き起こします。

### 森林の雪害研究のはじまり

日本は、世界有数の豪雪地をもつ国です。雪は水資源として森林を育みますが、一方で、森林や林業に対しさまざまな被害も与えます。

## 特集

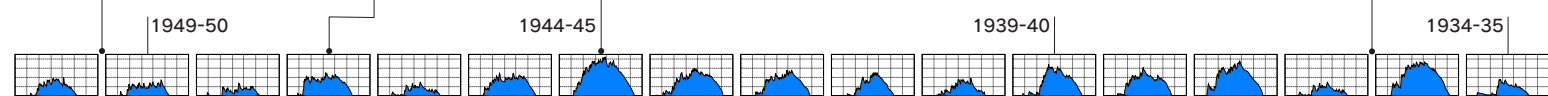
# 雪の研究

1947(昭和22)年12月13日  
日降雪深の最大値105cmを記録。

1945(昭和20)年  
現在までの最大値となる年最大積雪深425cm、  
ひと冬に降った雪の深さ2103cmを記録。

1936(昭和11)年  
十日町森林治水試験地へ名称変更。

1950(昭和25)年  
十日町試験地へ名称変更。



## 特集

# 雪の研究

雪景色の森は、とてもうつくしいものです。

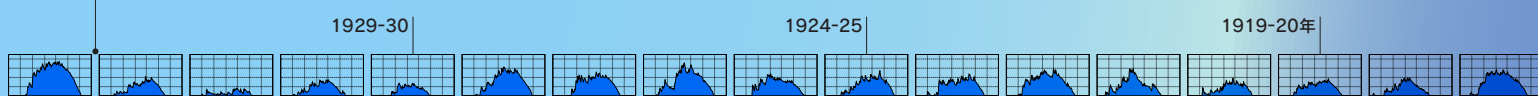
雪をかぶった山、白銀の世界、雪の舞い落ちるようすは、心ひきつけられるものがあります。しかしその反面、豪雪地帯の人びとは、毎冬の雪かき、雪下ろしや、雪害に悩まされてきました。地すべりや雪崩など、雪のもたらす災害もあります。森の木々にとっても、雪は水分をもたらししてくれる反面、雪の重みで枝や幹が折れるなど、深刻な被害ももたらします。100年の歴史をもつ十日町試験地で蓄積されたデータと研究に基づいて雪と森との関係についてみてみましょう。

### 十日町試験地における100年間の積雪深

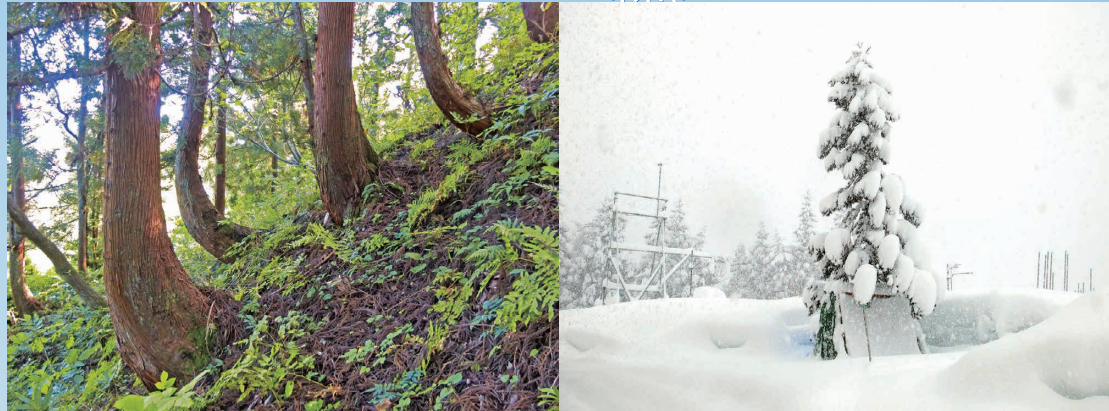
十日町試験地では、積雪の深さを開設以来毎日観測しつづけてきた(下段グラフ)。このデータから、その年の雪の降り方の特徴がわかる。  
(各年のグラフは左から右にひと冬の推移を示す)

1933(昭和8)年  
林業試験場の平田徳太郎(日本雪氷協会初代理事長)が中心  
となって、日本での積雪および雪害の研究が始まった。

1917(大正6)年  
林業試験場十日町森林測候所として開設。







## ◆冠雪や雪圧の研究

### 樹木の冠雪現象の解明

樹冠に帽子状に積もった雪を冠雪と呼んでいる。大雪のときには大量の冠雪によって、冠雪害と呼ばれる幹折れや根返りの被害が発生する。冠雪の重さの変化を計測し、気象状況と冠雪の成長や落下の関係を解明することで、冠雪害の発生予測に挑んでいる。写真は十日町試験地でスギの冠雪を計測するようす。

### 雪圧害と冠雪害

雪の中で積雪から受ける力(雪圧)による被害を「雪圧害」、樹冠に積もる雪(冠雪)の重さによる被害を「冠雪害」という。



## ◆全層雪崩と樹木の関係

### 全層雪崩が発生する斜面の灌木

斜面中の灌木は、幹や枝葉が積雪の移動に対して抵抗として働くことで、全層雪崩の発生を抑制する。一方で融雪期には、積雪と灌木の接点が濡れて摩擦抵抗が低下することで全層雪崩が発生する。積雪と灌木との力学関係を明らかにすることで、全層雪崩の発生機構を解明し、森林を雪崩対策に活用する取り組みが行われている。左上は、全層雪崩の発生直後の斜面のようす。左下は、全層雪崩の発生斜面に匍匐した状態で生育する灌木のようす。

### 雪崩の末端

### 表層雪崩

### 全層雪崩

### 雪崩の上端

### 表層雪崩と全層雪崩

雪崩は雪がすべり落ちる面(すべり面)の位置により、表層雪崩と全層雪崩に分類される。表層雪崩はすべり面が積雪内部で、上層の雪だけがすべり落ちる雪崩、全層雪崩はすべり面が地面で、積雪全層がすべり落ちる雪崩。

### 高橋の18度法則

高橋喜平は、多くの雪崩発生事例を調査し、雪崩の到達した末端から雪崩発生区の上端までの仰角(見通し角)を調べてみた。その結果から、表層雪崩は見

通し角が18度の範囲までは到達する可能性があるという経験則を見いだしたので、「高橋の18度法則」と呼ばれている。全層雪崩は、表層雪崩に比べて一般的に流下距離が短く、到達範囲は見通し角24度以上とされた。

## 雪崩に挑む研究

林業試験場が森林総合研究所へと名称変更された1988年頃から、十日町試験地における研究は、雪崩の発生予測へと発展します。積雪は、その積み重なった自らの雪の重みによって押し締められます。これにより、時間の経過とともに積雪の厚みは小さく、密度が高くなるとともに、硬く強くなります。(▼P.14 研究の森から参照)

これらの観測結果から、樹木が雪に埋もれる過程や、冠雪が成長し落ちる過程が、しだいに明らかとなりました。そして、それらの知見に基づいて雪圧害や冠雪害を軽減するための造林技術が開発されてきました。

幼齢木が雪に埋まるときの幹の倒れ方の時間変化や、樹冠に付着した雪の重さの時間変化を計測する独自の装置を開発して、十日町試験地で詳細な観測を行ったのです。

これらの観測結果から、樹木が雪に埋もれる過程や、冠雪が成長し落ちる過程が、しだいに明らかとなりました。そして、それらの知見に基づいて雪圧害や冠雪害を軽減するための造林技術が開発されてきました。

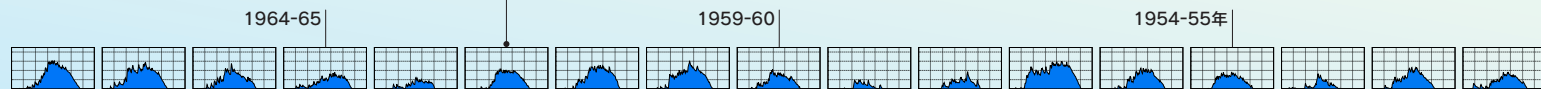
### 十日町試験地とは

森林総合研究所の試験地で、豪雪地の環境を活かして雪と森林に関わる研究を行っている。元々は治水対策のために全国の主要河川沿い39カ所に設置された森林測候所の1つであり、1917年に信濃川が

流れる新潟県十日町市の現在の地に農商務省山林局林業試験場十日町森林測候所として設立された。1936年に十日町森林治水試験地、1950年に十日町試験地と改名し、現在に至っている。



1963(昭和38)年  
昭和38年1月豪雪(38豪雪)



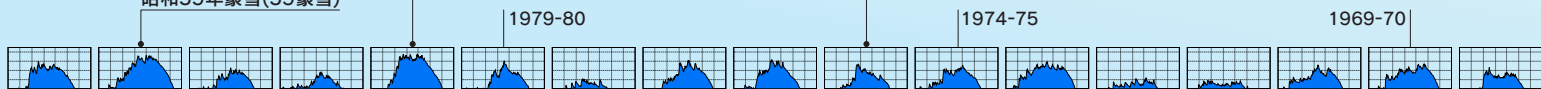
1976(昭和51)年1月20日  
日降雪深の最大値105cmを記録。

1974-75

1981年(昭和56)年  
昭和56年豪雪(56豪雪)

1979-80

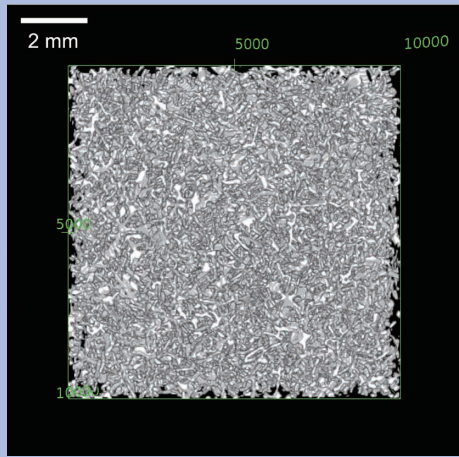
1984(昭和59)年  
昭和59年豪雪(59豪雪)



## 特集●

## 雪の研究





CTでみた雪

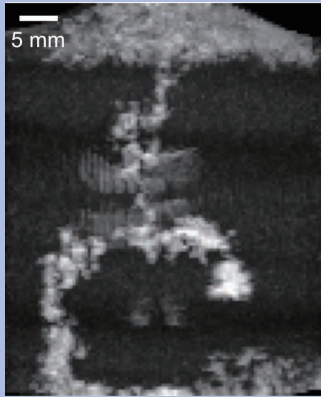
MRIによる浸透実験に使用した雪の3次元画像。雪粒子を白色で示した。自然の積雪は、複雑な形状を持った極めて多くの微小な雪粒子により構成されている。

#### MRIでみた選択的な水の流路

自然の積雪から採取した乾いた雪に水を供給して人工的に浸透を発生させたときの、雪の内部の水みちのようす。図中の白い所は、浸透により含水率が高くなった箇所を示す。水は真っすぐに流下せず、蛇行や分岐をしながら複雑に流下する。



水みちの形成で発生した積雪表面のくぼみ(雪えくぼ)



#### ◆ 積雪のミクロからマクロを捉える試み

##### 積雪内のミクロな水の動きを捉える

積雪内では、降雨や融雪により水みちと呼ばれる選択的な水の流路や水平方向の流れが形成する。しかし、これらがどのような過程を経て形成するのか、明らかになっていなかった。そこで、物体内部の水分分布を非破壊的に可視化できるMRIを用いることで、雪の内部で水みちが形成する様子を捉えることに成功した。

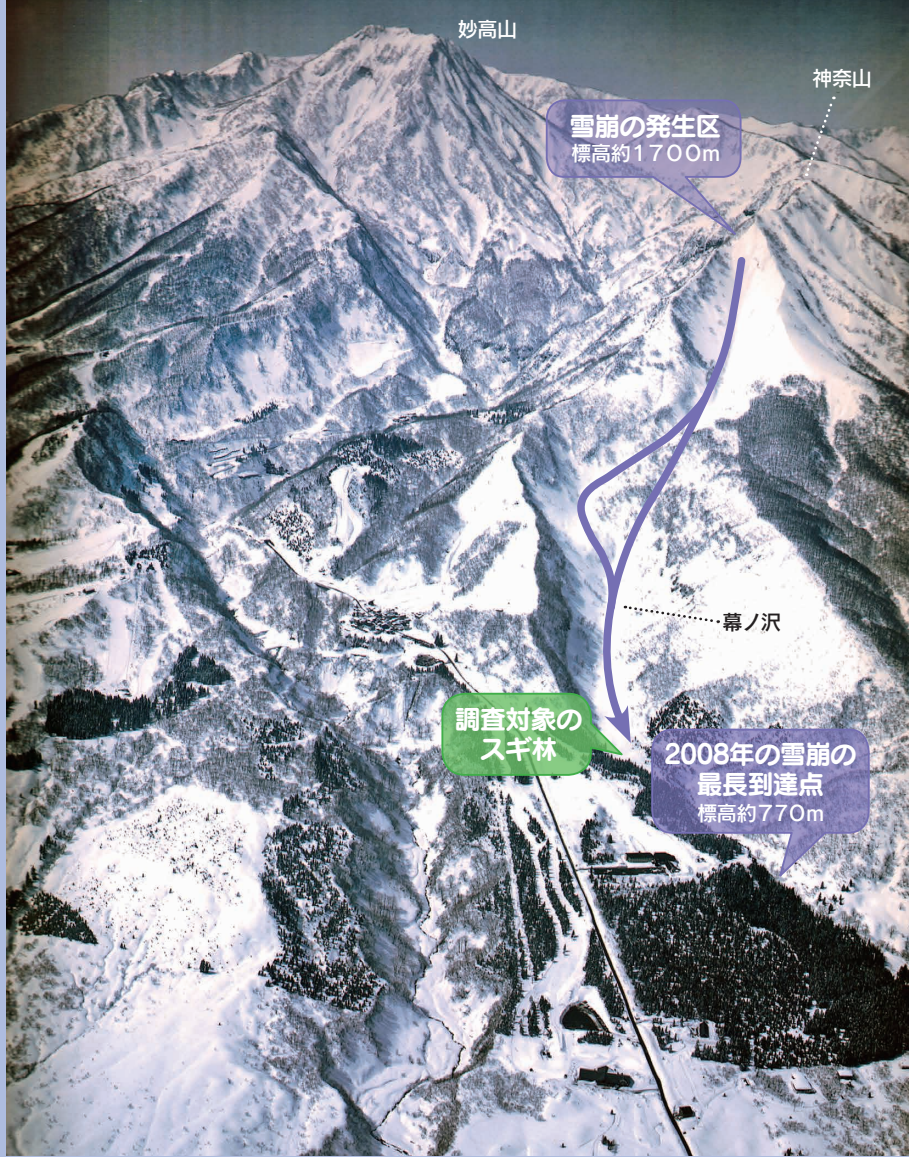
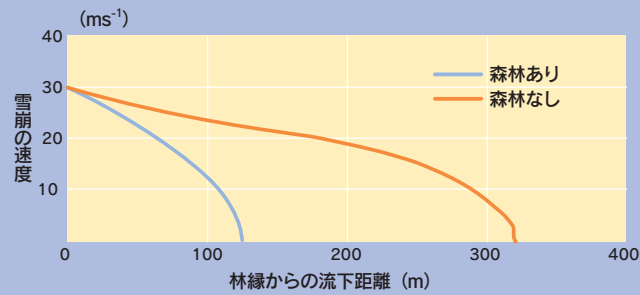
出典:Katsushima et al., (2018) Proceedings of ISSW 2018 971-975.

データ提供:防災科学技術研究所 安達聖特別研究員

#### ◆ 雪崩の進行を妨げた森林の効果

新潟県妙高山域の幕ノ沢では、長期間にわたって雪崩の観測が続けられている。ここで2008年2月に発生した大規模な表層雪崩は、森林のない沢の源頭部(標高約1700m)で発生して約3000mもの距離を流下し、下流の森林に高速で流れ込んだ。雪崩によって多数のスギ立木が倒壊したが、雪崩は森林より下流へは行かず森林内で止まった。雪崩の到達範囲や立木の折損状況などの現地調査をもとに、雪崩の流下をシミュレーションし、森林のある場合とない場合の速度や流下距離を比較した。森林がないと仮定した場合、雪崩はスギ林内を流下した実際の距離より約200mも遠くまで流下すると推測され、雪崩の進行を妨ぐ森林の効果が示された。

上図の出典:Takeuchi et al. (2018) Annals of Glaciol., 77, 50-58. を改変



#### 特集

## 雪の研究

#### 積雪の変化を解明する

降雪の状況は地域によって異なり、積雪の状態は降雪後の気象環境により大きく変化します。雪害対策では積雪の地域性や時期的変化を十分に反映させる必要があります。このための有効な手段として気象条件を入力値とする積雪のシミュレーションが注目されています。全層雪崩や雪圧害は、降雨や融雪によって積雪内部の雪が濡れる現象と密接に関連していますが、積雪内部の水の動きが複雑であることから、これらの現象や災害の予測精度が十分ではないという課題があります。

そこで医療分野で使用されるMRIを積雪研究に応用して積雪内部の水の動きを非破壊的に捉えることで、降雨や融雪による積雪の変化を明らかにする研究にも取り組んでいます。

また、十日町試験地では設置から10年以上にわたって気象と積雪の観測を実施しています(下のグラフを参照)。

十日町試験地の1月の平均気温は0℃前後で、わずかな気温の変化によって雪が降るのか、雨が降るのかが変化します。そのため、降雪量や積雪状態が気温の変化に伴い敏感に変化する地域であるといえます。積雪内部の雪質は、過去には乾き雪地域でしたが、近年は湿り雪地域へと移行しつつあります。

積雪の長期間にわたる観測データは世

界的に見ても貴重であるため、気候変動によって積雪がどのように推移してきたのか、今後どのように推移するのかを、明らかにする研究を継続しています。

#### これからへ向けて

雪と森林は、さまざまな影響を相互に与えます。

そこで、森林の雪害研究においては、雪と森林の相互作用のしくみを理解し、それに基づく被害の軽減・防止対策を提案してきました。

また、多雪地の林業の安定性や持続性を高めるために、雪圧害や冠雪害の被害が発生する過程を解明し、被害軽減のための造林技術や施業方法を開発してきました。

さらに、森林を用いた雪崩対策を行うことで雪崩による被害を軽減し、雪崩災害への適応力を高めるために、森林が雪崩の勢いを抑える機能や、雪崩を起さにくくする機能を評価してきました。

気候変動による降雪・積雪状況の変化や雪氷災害の激甚化が危惧される今日、将来にわたって多雪地の林業の安定性と、雪崩災害への柔軟な対応を高度に維持するために、今後もさまざまなアプローチを駆使しながら雪と森林の相互作用を解明し、得られた知見を雪害対策に繋げることで、雪害研究と多雪地林業の未来を切り開いていきたいと考えています。



現在の十日町試験地

2007(平成19)年  
最大積雪深の最小値81cmを記録。

2006(平成18)年  
平成18年豪雪。

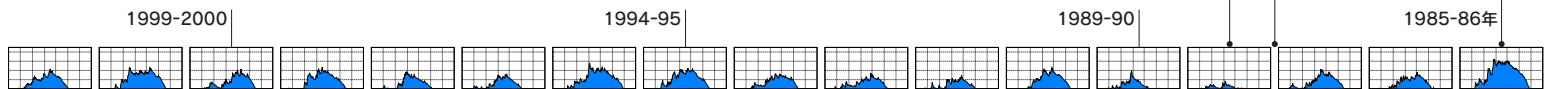
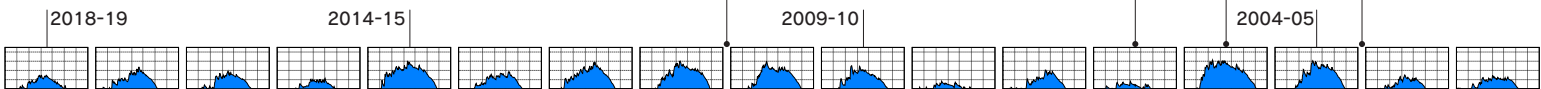
2004(平成16)年  
新潟県中越地震。十日町市では震度6強を観測。

1986(昭和61)年  
昭和61年豪雪(61豪雪)。

1988(昭和63)年  
森林総合研究所に改編・名称変更。

1989(平成元年)  
最大積雪深の最小値81cmを記録。

2011(平成23)年  
長野県北部地震。  
十日町市で震度6弱観測。  
同年7月新潟・福島豪雨。





# 研究者の横顔

## Q1. なぜ研究者に？

大それた思いはなく、満員電車に乗って大都会で働く生活がしなくなかったというのが一番大きな動機です。私にとって、それは漁師でもよかったのかもしれませんが。たくさんの方が向かう都会とは逆方向の現場に向かう道のりで、あちらではなくて良かったなと思います。

## Q2. 影響を受けた本や人など

日本では『15少年漂流記』の名で知られるジュール・ベルヌの『二年間の休暇』です。子どもたちが無人島に流れ、そこで2年間を生きぬく物語です。大きな自然の中では人間はちっぽけなものなんだ、という感覚がその大きなものを見てみたいという道につながったのかもしれません。

## Q3. 研究の魅力とは？

現場での森林の研究を長い間行っていると、おなじ山に何度も何度も足を運ぶことになります。私の場合、論文などで発表する内容は繰り返し山に通って、自分の中でそれはあたり前にある自然の姿なのだと納得した内容がほとんどです。小さなことでも自然の中にあるものを発見できるのは楽しいものです。

## Q4. 若い人へ

狭い分野ですが30年ほどの経験から、技術を磨き上げることはやはり日本人が得意とするポイントなのだと実感しています。楽ではないけれど面白いと思える分野を見つけて、自分の技術や工夫が生かされると、少しだけ人生が豊かになるのではと思います。



小南 裕志 Kominami Yuji

森林防災研究領域

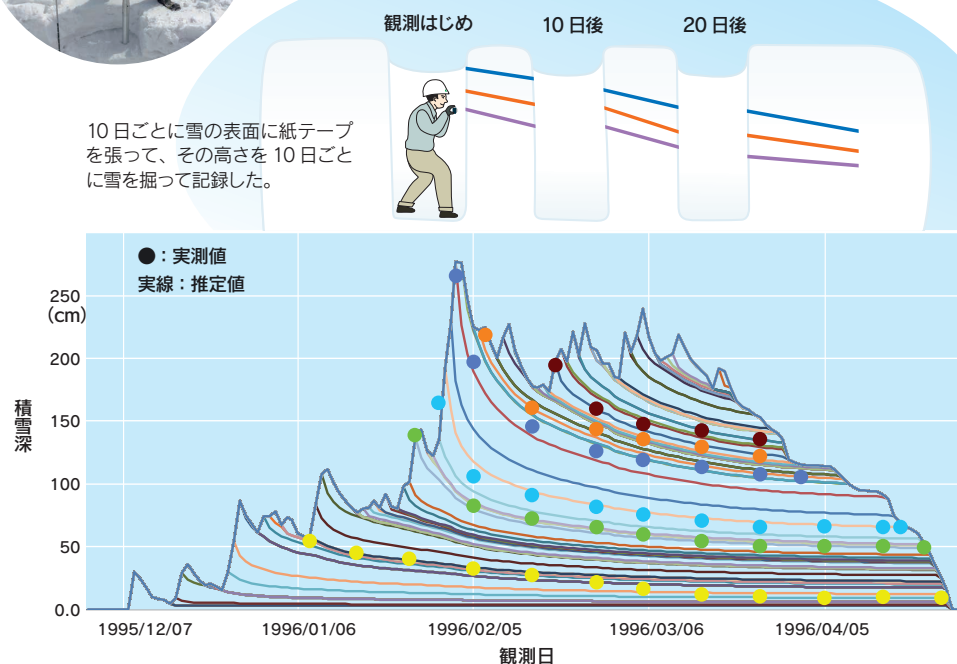


図4 粘性圧縮モデルによる積雪深の計算結果（実線）と、実際に観測された値（●）

い図2という特徴を利用して開発された粘性圧縮モデルを使います。ここで問題なのは、積雪は、積もった雪が縮みながらも、その上に新しい雪が積み重なっていく層状の構造をしているということですから図3。そのため、一定時間ごとに降った雪の縮みぐあいを別々に計算する必要があります。この計算が正しいかどうかを確かめるため、10日ごとに雪の表面にテープを張って、その高さを、雪を掘って10日ごとに記録しました写真1。こうすることで、10日間に降った雪の縮みぐあいを実際に観測することが出来ます。記録した結果を、粘性圧縮モデルの計算値と比べたところ、ほぼ同じ値になりました図4。つまり雪の縮みぐあいを高い精度で予測できたのです。そこで、このモデルと、気象庁のアメダス観測点で得られた降水量の情報などを用いて、日本全国での積雪深の分布を推定しました図5。

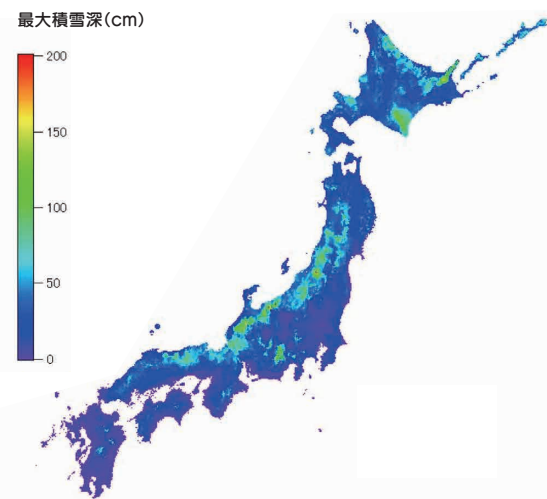


図5 日本全国の積雪深の分布図  
最大積雪深の1980年から2000年の平均を推定した。

森と積雪深の関係  
今回のモデルを使えば、将来、温暖化が起きた時の積雪深の変化を予測することが出来ます。ミヤコザサ以外にもブナやミズナラなどの、積雪の多い地域の主要な樹木は積雪深の影響を受けると考えられます。また、積雪は、植物以外にもシカなどの野生動物の行動にも影響を与えています。一方、積雪はやがて融けて水となり、河川を流れて人間も利用する水資源の一部となります。日本海側に南北に長い積雪地帯をもつ日本では、温暖化によって雪が雨に変わると一部の地域が積雪地帯ではなくなるため、森の生態系や人間社会に様々な影響がおよぶと考えられます。このような影響をよりよく理解するためには、現在の森林と積雪の関係をさらに調べる必要があります。

# 雪の厚みと重さの関係から積雪深を予測する



写真1 積雪断面観測の現場  
新潟県十日町市、森林総合研究所十日町試験地での風景。

## 降り積もった雪の深さ

降りたての雪は「新雪」とよばれ、雪の結晶が積み重なった状態にあります。気温が0℃よりも低いとたいいてい、フカフカの綿菓子のように軽い状態をしています。しかし、時間がたつにつれ、あとから降ってきた雪の重みで圧縮され、かたい「しまり雪」になったり、気温が上がって雪の一部が融けて水を含んだ「ざらめ雪」になったりと、その姿を変えていきます。こうした変化につれ、雪はほとんどの場合、初めの状態よりも重たくなっていきます。降りたての新雪は密度が0.1〜0.2 g/cm<sup>3</sup>程度で、かたまりの中の8〜9割は空気であったスポンジのような構造をしています。これが時間を経てかたまりまった雪になると密度が0.5 g/cm<sup>3</sup>を超えることもあり、初めの状態から5倍ほど圧縮されることとなります。

積雪深を予測する  
積雪の厚さは一定時間に降った雪の量と、その後、雪の縮んでいく速度がわかれば計算できます。この計算には、積雪はその密度が低ければ低いほど縮みやす

い図2という特徴を利用して開発された粘性圧縮モデルを使います。ここで問題なのは、積雪は、積もった雪が縮みながらも、その上に新しい雪が積み重なっていく層状の構造をしているということですから図3。そのため、一定時間ごとに降った雪の縮みぐあいを別々に計算する必要があります。この計算が正しいかどうかを確かめるため、10日ごとに雪の表面にテープを張って、その高さを、雪を掘って10日ごとに記録しました写真1。こうすることで、10日間に降った雪の縮みぐあいを実際に観測することが出来ます。記録した結果を、粘性圧縮モデルの計算値と比べたところ、ほぼ同じ値になりました図4。つまり雪の縮みぐあいを高い精度で予測できたのです。そこで、このモデルと、気象庁のアメダス観測点で得られた降水量の情報などを用いて、日本全国での積雪深の分布を推定しました図5。

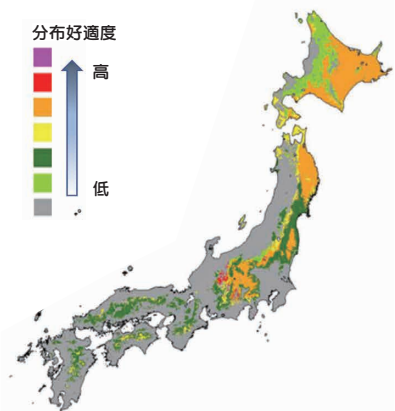


図1 日本全国のミヤコザサの分布を推定した図  
(Tsuyama et al. 2012 を一部改変)

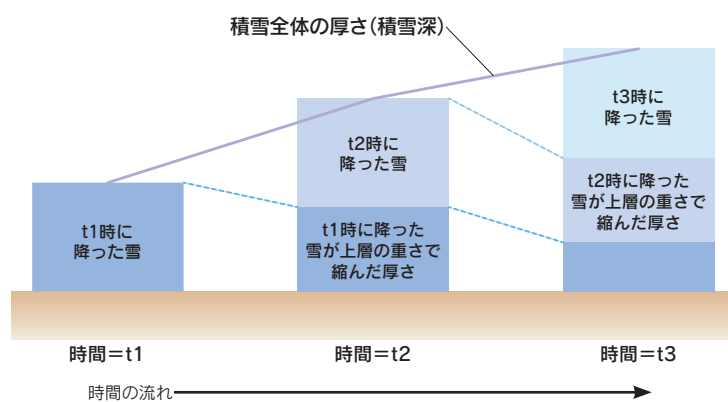


図3 積雪が変化する様子の模式図  
一定時間に降った雪が縮みながら、その上に新しい雪が積み重なっていく。

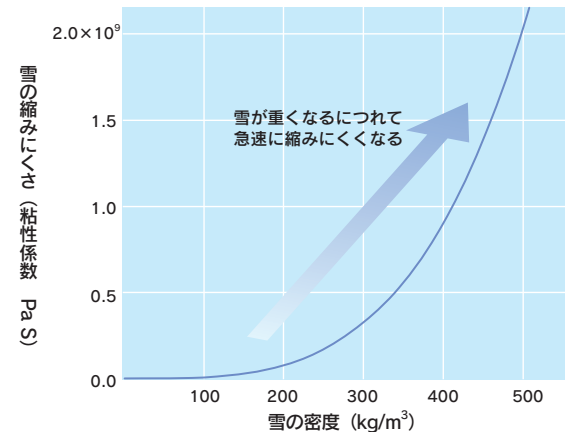


図2 雪の密度と縮みにくさの関係  
降りたての雪は密度が低い（粘性係数が小さい）が、時間がたつにつれ圧縮されて密度が高くなり、急速に縮みにくく（粘性係数が大きく）なる。



# 研究者の横顔

## Q1. なぜ研究者に？

地震・台風・噴火といった地球のダイナミズムに興味がありました。国家公務員試験による研究所採用を経て、運良くこれらに携わる治山（防災）分野の研究者になりました。



岡本 隆 Okamoto Takashi

森林防災研究領域

## Q2. 影響を受けた本や人など

『日本沈没』（小松左京 光文社）を中学生のころに読んで夢中になりました。一見奇抜なSF小説ですが、地球科学の基礎や大規模災害時の危機管理などが精緻に描かれていて、いまでもたまに読み返しています。

## Q3. 研究の醍醐味は？

複雑な自然現象の中に美しい規則性を見いだしたときに研究のすばらしさを実感します。またその知見を論文として世界で最初に発信できることも研究者の醍醐味です。

## Q4. 若い人へ

研究者は孤高な職業というイメージが強いかもしれませんが、実際は周囲との協力や連携が不可欠です。若い方には研究能力のみならず高い協調性もぜひ養って欲しいと思います。

### ▶ 註 1：間隙水圧

土は土粒子と隙間（間隙）の組み合わせでできている。地下水などのように隙間が全て水で満たされているとそこに水圧が生じる。この水圧を間隙水圧と呼ぶ。

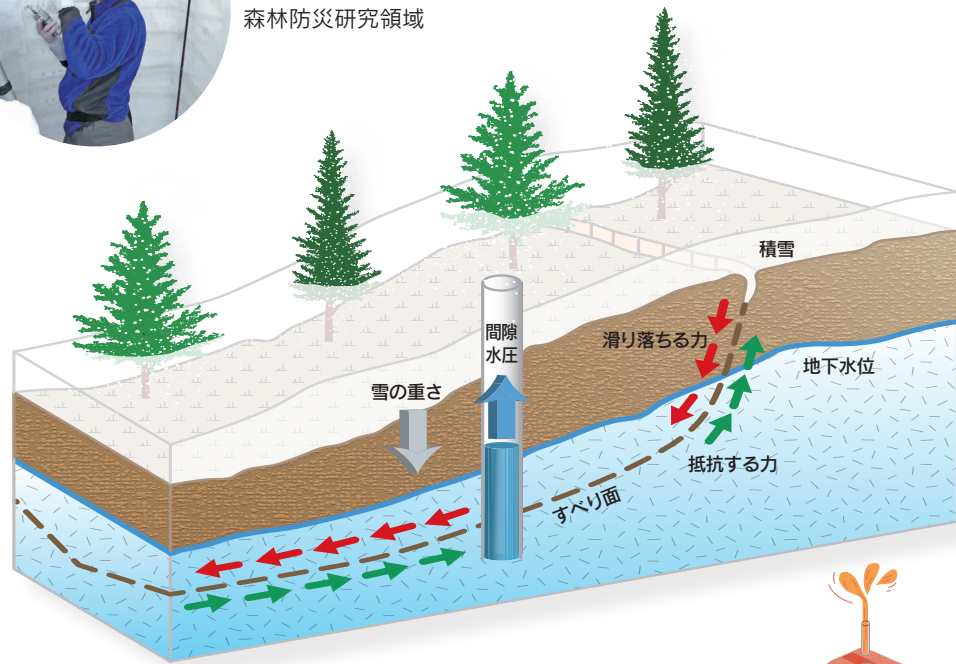
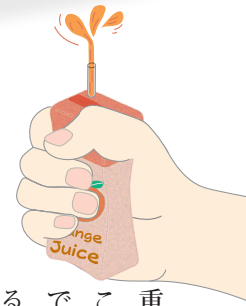


図3 雪の重さにより地下水の水圧が上昇するしくみ

紙パックジュースを強く握ったときとおなじように、雪の重みで、地下水の水圧が高まったと考えられる。



重い雪が載ると何が起きるのでしょうか。これは紙パックジュースになぞらえて説明できます。紙パックを強く握る（＝雪が載る）と中に入ったジュース（＝地下水）には出口がない（＝水はけが悪い）ため強い水圧が生じます。その証拠にストローで紙パックに穴を開けると勢いよくジュースが吹き出てきます。こうしたしくみによって、雪の重さが地下水の水圧を高めていたのです（図3）。なお透水性の十分に高い地すべり地では、雪の重さで斜面が潰れても地下水はすぐに外部へ排出されるため水圧は変動しないこともわかりました。

### 積雪地帯の地すべり災害防止をめざして

地すべりの主な発生原因は、降雨、地震、そして本研究で取りあげた雪です。雪と地すべりの研究は、発生時の自然環境の過酷さから未解明な点がまだまだ多く残されています。今後も雪をめぐる防災研究に精力的に取り組んでいきます。

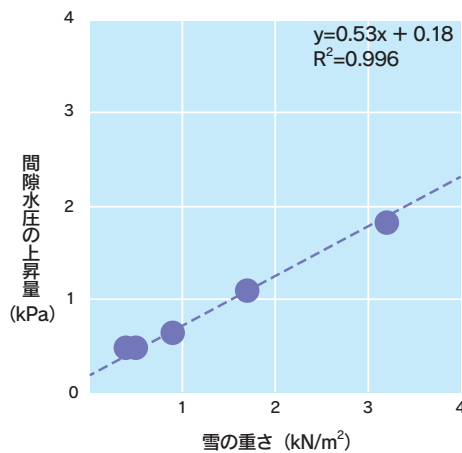


図2 雪の重さと間隙水圧上昇量の関係 (Okamoto et al.2018 を一部改変)

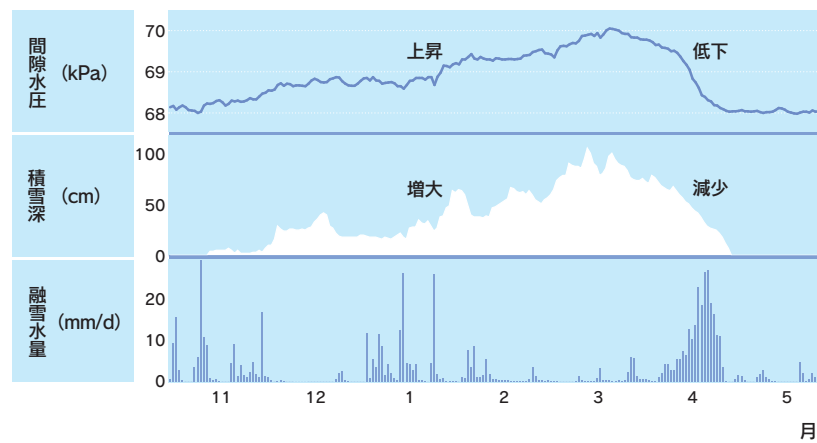


図1 ノルウェーの地すべり地で積雪期に観測された融雪水量・積雪深と間隙水圧 (Okamoto et al.2018 を一部改変)

# 雪の重さが地下水を押し上げる

**地すべり地の地下水観測―予想外の結果―**  
一般に地すべりの発生危険度を予測するためには、その誘因となる地下水の水圧を精度よく知ることが重要です。そこで日本同様に積雪地の地すべり災害を抱えるノルウェーと共同で、同国の地すべり地（写真2）における地下水を3年間かけて精細に観測しました。

当初、地下水の水圧は日本と同じように雪融け時の融雪水量増加に伴い上昇するだろうと予想していました。ところが得られた観測結果は予想を全く裏切るものでした。地下水の水圧を示す間隙水圧（註1）は雪融けのほとんど起こらない12月から3月の厳冬期になぜか上昇を続け、そして雪融けが起きる4月に急激に下降したのです（図1）。このような間隙水圧の変化

**雪融けで発生する地すべり災害**  
東北地方の日本海側や北陸地方の山間地は、冬季に深さ数メートルの積雪に覆われる世界有数の豪雪地帯です。豪雪地帯の自然災害といえば雪崩（特集P.10）が有名ですが、雪融けの時期には積もった雪の下にある斜面の一部が滑落する「融雪地すべり」もよく知られています（写真1）。この原因は、雪融け水が地下に浸透することによって地下水の水圧（浮力）が高まり、滑り落ちる力に対する斜面の抵抗力が低下することによります。

動は、従来考えられてきた雪融け水の地下浸透では説明ができないものでした。原因が観測エラーでないことを確認してから、この不思議な変動を細かく調べました。すると、この水圧は積雪深の増減にあわせて変動していることが見えてきました。具体的には、間隙水圧は積雪深が増えるの上昇し、逆に積雪深が減ると下降していたのです。さらに積雪深が最大（約1メートル）となる時期に間隙水圧もほぼ最大値を示しました。積雪深を重さに換算し、間隙水圧の上昇量と比較したところ、両者には極めて高い関係性があることがわかりました（図2）。つまり、この地すべり地では地上に堆積する雪の重さが地下水の水圧に影響を与えていたのです。

**雪の重さが地下水を押し上げるメカニズム**  
なぜ雪の重さが地下水の水圧を高めたのでしょうか。これには地すべり地の透水性（水はけ性能）が強く関係します。観測をおこなった地すべり地は透水性の極めて低い、すなわち水はけのとても悪い粘性土が堆積しています。このため雪融け水は地下に浸透することができず、地下水の水圧には影響を与えません。一方、地すべり地に積もった深さ1メートルの雪の重さは、雪質にもよりますが1平方メートルあたり概ね3～5 kN（300～500 kgf）に達します。水はけの悪い斜面にこれほどの



写真2 積雪期の地すべり観測試験地（ノルウェー、Verdalen）



写真1 融雪期に発生した地すべり災害（新潟県上越市）





連携協定締結式にて。新潟大学災害・復興科学研究所 河島克久所長(右)と森林研究・整備機構森林総合研究所 沢田治雄所長(左)

## 森林総合研究所プレスリリース

ホームページに掲載したプレスリリースをご紹介します。詳しくお知らせになりたい方は、下記案内より当所ホームページをご覧ください。

### ●2019年6月12日掲載

新潟大学災害・復興科学研究所と森林研究・整備機構森林総合研究所との連携協定の締結について  
—森林の機能を活かした積雪地域の防災減災研究の推進—

森林総合研究所は、新潟大学災害・復興科学研究所と、教育、研究、地域貢献及び国際交流等の各方面にわたって広く協力し、わが国の学術の

発展と人材の育成に寄与するため、2019年6月19日に協定を締結しました。  
多種多様な自然災害に見舞われる日本列島では、災害をもたらす自然現象の理解を深めて防災減災に役立つ研究を進め、さらに災害からの復興に寄与することが大学や研究機関に求められています。近年は、豪雪、豪雨、地震等の極端気象に起因する災害も多く、地球温暖化の影響による気象災害の増加が懸念されています。また、複数の災害が重なって被害が大きくなる複合災害への危機感も高まっており、専門分野や所属機関の異なる研究者が迅速に連携して災害調査や対策にあたるための協力体制を築いておくことも重要となっています。新潟県をはじめとする積雪地域においては、雪崩や大雪に伴う災害が多く、これまでも森林総合研究所十日町試験地の研究者を中心に新潟大学と連携して、調査・研究を実施してきました。

森林は、国土保全、水資源かん養、環境保全等の多面的機能を有しています。これらの機能を高度に発揮して自然災害の防止・軽減につなげる研究や技術開発が期待されています。災害・復興科学研究所と森林総合研究所は、この協定に基づき、両者の組織的な連携を強化し、森林の災害防止機能の解明、自然災害のリスク評価や予測、防災減災技術に関する研究を推進します。さらに、研究成果の社会還元および教育、人材育成等を通して、国土の保全や災害に対して適応能力が高い強靱な社会の構築に貢献していきます。

## 森林総合研究所研究報告

### ▼論文

日本の固有の針葉樹クロハの現在の分布及び気候範囲(英文)  
James R. P. Worth

統計資料に基づく36年間の日本の民有人工林における干害被害の推移と地域性  
吉藤奈津子、鈴木寛、玉井幸治

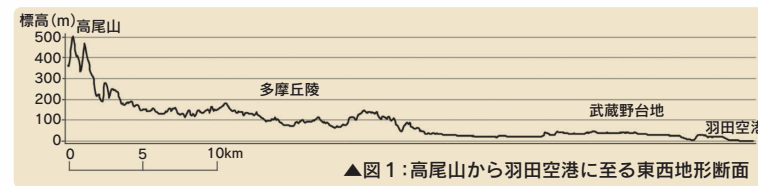
地がきカンパ更新地における表層土壌の理化学性からみた地がき攪乱の残存状況  
伊藤江利子、橋本徹、相澤州平、古家直行、石橋聡

▼短報  
ニホンジカの被害対策に伴う人工林皆伐跡地の植生変化  
酒井敦、大谷達也、宮本和樹、八代田千鶴、藤井栄



大丸裕武 Daimaru Hiromu  
研究ディレクター

最近の高尾山は海外からの観光客で混みあっていますが、人気の理由は静かな雰囲気と関東平野を一望できる山頂からの眺めでしょう。地形断面(図1)でもわかるように、眺望の理由は高尾山が山地と関東平野の境界にあるためです。

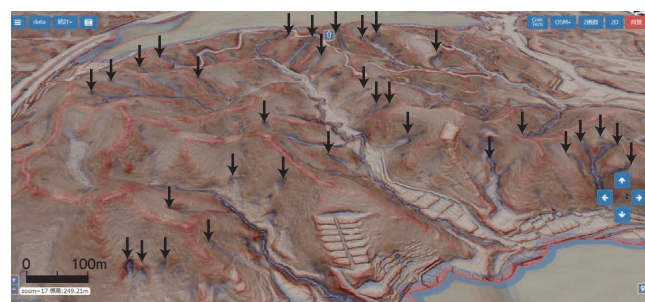


▲図1:高尾山から羽田空港に至る東西地形断面

## ■地形から高尾の山の成り立ちを考える■

(2018年12月8日開催講座より)

100万年前以降に山から崩れ落ちた土砂が川で運ばれてきたもので、スコップで崩せる硬さのものが中心です。里山として有名な多摩丘陵も山地から来た土砂でできており、地形としては平野の仲間です。山崩れの土砂で平野ができるといわれても実感しにくいのですが、飛行機からのレーザー測量で作成した精密な地形図(図2)をみると、大昔の山崩れの痕跡(矢印)があちこちにみられ、高尾山の周辺でも、かつては頻繁に山崩れが起きていたことがわかります。昭和初期までの日本の山では草原や低木林が多く、現在よりも頻繁に山崩れが発生していたと考えられています。



▲図2:航空機レーザー測量で計測した多摩森林科学園周辺の地形(ひなたGISより転載)

## 森林講座のお知らせ

1月17日(金曜日)  
「木を発酵させて造る、香り豊かなアルコール—世界初の「木のお酒」を目指して—」  
大塚 祐一郎(森林資源化学研究領域)

2月14日(金曜日)  
「サクラ等を食い荒らす外来昆虫クビアカツヤカミキリの生態と防除」  
加賀谷 悦子(森林昆虫研究領域)

3月6日(金曜日)  
「-196℃で樹木を保存する」  
遠藤 圭太(林木育種センター)

会場●多摩森林科学園 森の科学館  
時間●13時15分～15時

受講料●無料  
お申込の受付は各講座開催日の前月の1日から。  
受付は先着順で、講座開催日の1週間前が締切となります。  
ご希望の講座名・郵便番号・住所・氏名・電話番号・参加希望者数をご記入の上、往復はがき、または電子メールでお申し込みください。  
なお、それぞれのお申込1通に対し、1講座3名までの受付とさせていただきます。

◆お問い合わせ  
〒193-0843 東京都八王子市廿里町1833-81  
多摩森林科学園  
電話番号:042-661-1121  
Email: shinrinkouza@ffpri.affrc.go.jp



◀電子メール送付先  
二次元バーコード

4 質の高い教育をみんなに

P.3

6 安全な水とトイレを世界中に

P.8, 14

11 住み続けられるまちづくりを

P.8, 16

13 気候変動に具体的な対策を

P.3, 8, 14

15 陸の豊かさも守ろう

P.18上、20

### ▲持続可能な開発目標 (SDGs)

森林総合研究所は、森林・林業・木材産業等の幅広い研究を通して、国連の持続的な開発目標 (SDGs) の達成に積極的に貢献しています。該当する目標と記事のページ数は、左記の通りです。

プレスリリース等の最新情報はこちらから→

<https://www.ffpri.affrc.go.jp/topics/index.html>

お問い合わせ  
森林総合研究所  
企画部 広報普及科 広報係  
TEL 029-829-8372  
Email [kouho@ffpri.affrc.go.jp](mailto:kouho@ffpri.affrc.go.jp)

